312

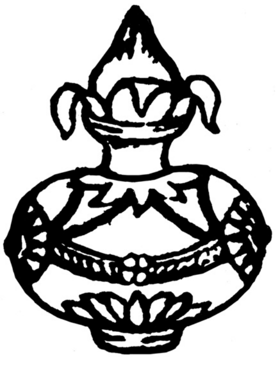
సీనియర్ సెకండరీ స్థాయి కోర్సు

ఇంటర్మీడియట్ (TOSS) కోర్సు

భౌతికశాస్త్రము

(తెలుగు మీడియం)

స్టడీ మెటీరియల్



తెలంగాణ ఓపెన్ స్కూల్ సొసైటీ (TOSS), హైదరాబాద్

తెలంగాణ ఓపెన్ స్కూల్ సొసైటీ, యస్.సి.ఇ.ఆర్.టి. క్యాంపస్, ఎల్.బి. స్టేడియం ఎదురుగా,

బషీర్‌బాగ్, హైదరాబాద్-500 001.

ఫోన్: 040-23299568, వెబ్‌సైట్: telanganaopenschool.org. E-mail: dirtoshyd@gmail.com

© TELANGANA OPEN SCHOOL SOCIETY
GOVERNMENT OF TELANGANA, HYDERABAD

First Published	:	2011
Reprint	:	2013
Reprint	:	2015
Reprint	:	2016
Reprint	:	2017
Reprint	:	2018
No. of Copies	:	1021

All Rights Reserved

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means without the prior permission, in writing of the publisher, nor be otherwise circulated in any form of binding or cover.

This Study Material is Prepared on the basis of Original Physics (312) (Telugu Version) of TOSS, Hyderabad

---

Published by:
Telangana Open School Society (TOSS) Hyderabad

ముందుమాట

ఆధునిక సమాజంలో చదువుకు ప్రత్యేక స్థానం ఉంది. చదువుతో ఎన్నో అద్భుతాలను సాధించగల్గుతున్నాం, సృష్టించగల్గుతున్నాం. అందుకే విద్యాశాఖ నియతవిద్యతోపాటు ఓపెన్ స్కూల్ దూరవిద్యా విధానానికి కూడా ప్రాధాన్యతనిస్తూ ఉంది. భారతదేశంలోనే మొదటి రాష్ట్ర సార్వత్రిక విద్యాపీఠంగా 1991లో మన ఓపెన్ స్కూల్ రాష్ట్ర ప్రభుత్వంచే ఏర్పాటు చేయబడి 2008 వరకు ప్రాథమికోన్నత స్థాయి తరగతులను నిర్వహించింది. ఆ తరువాత 2008-09లో పదవ తరగతి, 2010-11లో ఇంటర్మీడియట్‌ను ప్రారంభించి విజయవంతంగా కోర్సులను నిర్వహిస్తూ ఉంది. ఈ సత్ఫలితాలను అందుకున్న అభ్యాసకులెందరో ఉన్నతోన్నత స్థానాలను పొందడం ముదావహం. ఇప్పటివరకు ఓపెన్‌స్కూల్‌లో 7,67,190 మంది అభ్యాసకులు నమోదుకాగా, 4,50,024 మంది ఉత్తీర్ణత పొందారు.

అంతేకాదు మన తెలంగాణ - మన స్వరాష్ట్రంలో మన అభివృద్ధి కోసం ప్రభుత్వం తీసుకుంటున్న ఎన్నో చర్యల్లో భాగంగా, నేడు తెలంగాణ నూతన జిల్లాలతో కలిసి, 31 జిల్లాల రాష్ట్రంగా ఏర్పడింది. ఈ ప్రక్రియ వల్ల మున్ముందు ఉద్యోగ, వాణిజ్య వ్యాపార మరియు స్వయం వృత్తుల ప్రాధాన్యతతోపాటు అవకాశాలు పెరుగనున్నాయి. ఈ సందర్భంలో చదువుకు దూరమై, చదువుకోవాలన్న తపన ఉన్న వారికి ఓపెన్ స్కూల్ ఓ సదవకాశం.

తెలంగాణ స్టేట్ ఓపెన్ స్కూల్ అభ్యాసకుల అభివృద్ధికోసం ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహిస్తూ ఉంది. ఈ సొసైటీ ద్వారా నమోదు పొందిన అభ్యాసకులకు ఉచితంగా అందజేసే స్వయం అభ్యసన సామగ్రి మరియు వాచకాలు గుణాత్మక విద్యనందించడంతోపాటు, సరళమైన పద్ధతిలో వారిని పరీక్షకు సిద్ధం చేస్తాయి. వీటి రూపకల్పనలో అనుభవజ్ఞులైన అధ్యాపకులు, ఉపాధ్యాయులు పాల్గొన్నారు. గత సంవత్సరం రీతిలోనే 2018-19 అకడమిక్ సంవత్సరం కోసం ఈ అభ్యసన సామగ్రిని ముద్రించి అభ్యాసకులకు అందుబాటులోకి తెస్తున్నాం.

సబ్జెక్టుల వారీగా, బ్లూప్రింట్‌ల ఆధారంగా రూపొందించబడిన ఈ స్వయం అభ్యసన సామగ్రిని ఉపయోగించుకొని, అభ్యాసకులు వారి భవిష్యత్తును తీర్చిదిద్దుకుంటూ బంగారు తెలంగాణ పునర్నిర్మాణంలో భాగస్వాములు కావాలని ఆకాంక్షిస్తూ ...

ఎస్. వెంకటేశ్వరశర్మ

సంచాలకులు

తెలంగాణ ఓపెన్ స్కూల్ సొసైటీ

హైదరాబాద్.

312 భౌతికశాస్త్రము స్టడీమెటీరియల్

ముఖ్య సంపాదకులు

శ్రీ ఎ. సత్యనారాయణ రెడ్డి M.Sc., M.Ed.
సంచాలకులు
తెలంగాణ స్టేట్ ఓపెన్ స్కూల్ సొసైటీ
హైదరాబాదు.

సంపాదకులు

కాచిరాజు సుబ్బారావు
భౌతిక శాస్త్ర అధ్యాపకులు
సరోజినీ నాయుడు వనితా మహావిద్యాలయం
హైదరాబాద్.

రచయితలు

కాచిరాజు సుబ్బారావు
భౌతిక శాస్త్ర అధ్యాపకులు
సరోజినీ నాయుడు వనితా
మహావిద్యాలయం, హైదరాబాద్.

డా॥ ఈదులపల్లి రుక్మిణి
ఫిజిక్స్ లెక్చరర్
ఎస్.ఎస్.వి. మహావిద్యాలయ
హైదరాబాద్.

శ్రీమతి గుబ్బల ఉషారాణి
పూర్వ ఫిజిక్స్ లెక్చరర్
ఎస్.యస్.వి. మహావిద్యాలయ
హైదరాబాద్

సి.హెచ్. నరసింహాచారి
జూనియర్ లెక్చరర్ ఇన్ ఫిజిక్స్
టి.యస్.యస్.డబ్ల్యు.ఆర్. జూనియర్ కాలేజి
భువనగిరి, నల్గొండ జిల్లా.

కోఆర్డినేటర్స్

యం. సువిశారద
సమన్వయకర్త
ఓపెన్ స్కూల్ సొసైటి,
హైదరాబాద్

విషయసూచిక

పాఠం పేరు	పుటసంఖ్య
మాడ్యూల్ - I : చలనం, బలం మరియు శక్తి	
1. ప్రమాణాలు, మితులు మరియు సదిశలు	1–8
2. సరళరేఖ వెంబడి చలనం	9–19
3. గమన నియమాలు	20–35
4. తలంలో గమనం	36–45
5. గురుత్వాకర్షణ	46–61
6. పని, శక్తి మరియు సామర్థ్యం	62–79
7. దృఢ వస్తువు చలనం	80–93
మాడ్యూల్-II: ఘన మరియు ప్రవాహాల యాంత్రికశాస్త్రము	
8. ఘనపదార్థాల స్థితిస్థాపక ధర్మాలు	94–102
9. ప్రవాహికల ధర్మాలు	103–116
మాడ్యూల్- III : ఉష్ణ భౌతిక శాస్త్రము	
10. వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం	117–133
11. ఉష్ణగతిక శాస్త్రం	134–142
12. ఉష్ణప్రసారం మరియు సౌరశక్తి	143–153
మాడ్యూల్- IV డోలనాలు మరియు తరంగాలు	
13. సరళహరాత్మక చలనం	154–161
14. తరంగ దృగ్విషయం	162–180
మాడ్యూల్-V: స్థిరవిద్యుత్ మరియు అయస్కాంతత్వము	
15. విద్యుత్ ఆవేశం మరియు విద్యుత్ క్షేత్రం	181–193
16. విద్యుత్ పొటెన్షియల్ మరియు కెపాసిటర్స్	194–204
17. ప్రవాహ విద్యుత్	205–218

18. అయస్కాంతత్వం మరియు విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల అయస్కాంత ఫలితం 219–228

19. విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ మరియు ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహం 229–243

మాడ్యూల్- VI : దృశ్యాశాస్త్రం మరియు దృక్ సాధనాలు

20. కాంతి పరావర్తనం మరియు వక్రీభవనం 244–259

21. కాంతి విక్షేపణం మరియు పరిక్షేపణం 260–270

22. కాంతి తరంగ స్వభావం 271–279

23. దృక్‌సాధనాలు 280–297

మాడ్యూల్- VII : పరమాణువు మరియు కేంద్రకం

24. పరమాణు నిర్మాణం 298–306

25. వికిరణం మరియు ద్రవ్యముల ద్వంద్వ స్వభావం 307–313

26. కేంద్రకాలు మరియు రేడియోధార్మికత 314–320

27. కేంద్రక విచ్ఛిత్తి మరియు సంలీనం 321–327

మాడ్యూల్- VIII : అర్థవాహకాలు

28. అర్థవాహకాలు మరియు అర్థవాహక సాధనాలు 328–347

29. అర్థవాహక సాధనాల అనువర్తనాలు 348–368

మాడ్యూల్- IXA : ఎలక్ట్రానిక్స్ మరియు సమాచార ప్రసారం

30A. నిత్యజీవితంలో ఎలక్ట్రానిక్స్ 369–375

31A. సమాచార వ్యవస్థలు 376–381

32A. సమాచార సాంకేతికత మరియు పరికరాలు 382–386

33A. సమాచార మీడియా 387–395

మాడ్యూల్- IXB : ఫోటోగ్రఫీ మరియు శ్రావ్య - దృశ్యపరికరాలు

30B. ఫోటోగ్రఫీ కెమెరా 396–406

31B. ఫిల్మ్ ఎక్స్‌పోజ్ చేయడం మరియు ప్రాసెసింగ్ 407–420

32B. ఆడియో – వీడియో రికార్డింగ్ 421–432

33B. ఆడియో – వీడియో రికార్డింగ్ కొరకు కంపాక్ట్ డిస్క్ 433–442

మాదిరి ప్రశ్నాపత్రం 443–444

మాడ్యూల్ - I

చలనం, బలం మరియు శక్తి

1 ప్రమాణాలు, మితులు మరియు సదిశలు

పరిచయం

విజ్ఞానశాస్త్రంలో ప్రత్యేకించి భౌతికశాస్త్రంలో సాధ్యమైనంత వరకు కొలతలు కచ్చితంగా తీసుకునే ప్రయత్నం చేస్తాము. విజ్ఞానశాస్త్ర చరిత్రలో, కచ్చితమైన కొలతలు కొత్త ఆవిష్కరణలు లేదా ముఖ్యమైన అభివృద్ధికి దారిచూపాయి. ప్రతి కొలత ఏదో ప్రమాణాలలో చెప్పాల్సి ఉంటుందని స్పష్టమవుతోంది. ఉదాహరణకు మీ గది పొడవును కొలవవలసి వచ్చినప్పుడు, తగిన ప్రమాణాల్లో దానిని చెప్పాల్సి ఉంటుంది. అదే విధంగా రెండు సంఘటనల మధ్య వ్యవధిని మీరు కొలచినపుడు, దానిని మరొక ప్రమాణాల్లో చెప్పాల్సి ఉంటుంది. ఒక భౌతికరాశి యొక్క ప్రమాణాన్ని ఉత్పాదిస్తారు, అంతర్జాతీయంగా ఆమోదించబడి స్థిరపరచిన ప్రాథమిక ప్రమాణాలలో దానిని చెబుతారు. ప్రాథమిక ప్రమాణాల భావన మితుల కల్పనకు త్రోవచూపింది. దీనికి భౌతికశాస్త్రంలో ఎన్నో అనువర్తనాలు ఉంటాయని క్రమంగా మనకు తెలుస్తుంది.

భౌతికరాశులను సాధారణంగా రెండు గ్రూపులుగా విభజించవచ్చునని మీరు నేర్చుకుంటారు. అదిశలు, సదిశలు. అదిశలకు కేవలం పరిమాణం మాత్రమే ఉంటుంది. సదిశలకు పరిమాణం, దిశ ఉంటాయి. సదిశలతో చేసే గణిత ప్రక్రియలు మీరు నేర్చుకున్న అదిశలతో చేసే ప్రక్రియలకన్నా కొంత భిన్నంగా ఉంటాయి. సదిశలు, అదిశల భావనలు రకరకాల సహజ ప్రక్రియల భౌతికశాస్త్రం అర్థంచేసుకోవడంలో సహకరిస్తాయి. ఈ పాఠ్యక్రమంలో అది మీకు అనుభవంలోకి వస్తుంది.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరవాత, మీరు ఈ క్రింది విషయాలు తెలుసుకోగల్గుతారు.

- ప్రాథమిక మరియు ఉత్పాదక రాశుల మధ్య తేడాలు మరియు వాటికి యస్.ఐ పద్ధతిలో ప్రమాణాలు ఇవ్వడం.

- అనేక భౌతికరాశులకు మితులు రాయడం.
- ఒక సమీకరణం యొక్క యదార్థతను పరీక్షించేందుకు మితుల విశ్లేషణ వినియోగించడం, తెలియని రాశుల మితి స్వభావాన్ని నిర్ణయించడం తెలుస్తుంది.
- సదిశ, అదిశ రాశులను విభజించడం వాటికి ఉదాహరణలు ఇవ్వడం.
- రెండు సదిశలను కలపడం, తీసివేయడం మరియు ఒక సదిశను దాని అంశాలుగా విభజించడం.
- రెండు సదిశల లబ్ధాన్ని గణనం చేయడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. మీటరును నిర్వచించండి ? మీటరును ఏ ప్రాతిపదిక మీద నిర్వచించారు ?

జ. ఒక సెకను కాలంలో శూన్యంలో కాంతి ప్రయాణం చేసిన దూరంలో 299 792 458 వంతు దూరం ఒక మీటరు.

శూన్యంలో కాంతి 299 792 458 మీ.సె$^{-1}$ వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది అనే విషయం ప్రాతిపదికగా మీటరును నిర్వచించారు.

2. ఉత్పన్న ప్రమాణాలు అనగా నేమి? రెండు ఉదాహరణలు ఇవ్వండి ?

జ: ప్రాథమిక ప్రమాణాలనుంచి పొందిన ప్రమాణాలను ఉత్పన్న ప్రమాణాలు అంటారు.

ఉదా: కాల ప్రమాణాలతో వేగానికి ఉత్పన్న ప్రమాణం పొందగలం. వేగానికి ప్రమాణం మీ,సె$^{-1}$. అలాగే పొడవు ప్రమాణంతో వైశాల్యం, ఘనపరిమాణాల ఉత్పన్న ప్రమాణాలు వరసగా మీ^{2}, మీ^{3}లు పొందగలం.

3. ఒక గిగా వాట్‌లో ఎన్ని మెగా వాట్‌లు ఉన్నాయి ?

జ. 1 గిగా వాట్ = 10^9 వాట్

= $10^6 \times 10^3$ వాట్

= 10^3 మెగావాట్.

1 గిగా వాట్‌లో 10^3 మెగావాట్ లుంటాయి.

4. అదిశ మరియు సదిశరాశులను నిర్వచించండి. వాటికి ఉదాహరణలు ఇవ్వండి.

జ. పరిమాణం మాత్రమే కలగి, దిశలేని భౌతిక రాశిని అదిశ రాశి అంటారు.

ఉదా: ద్రవ్యరాశి, సాంద్రత

పరిమాణం, దిశ గల భౌతిక రాశిని సదిశ రాశి అంటారు.

ఉదా: బలం, వేగం

5. త్రిభుజ బల నియమం రాయండి ?

జ. రెండు సదిశలను ఒక త్రిభుజం యొక్క భుజాలుగా దిశలోను, పరిమాణంలోనూ ఒక క్రమంలో సూచిస్తే, త్రిభుజాన్ని పూర్తి చేసే మూడవ భుజం వ్యతిరేక క్రమంలో ఆ సదిశల ఫలిత సదిశను దిశలోను, పరిమాణంలోను తెలుపుతుంది. ఇదే సదిశ త్రిభుజ బల నియమం.

6. సమాన సదిశలు, ఏకాంక సదిశను నిర్వచించండి ?

జ. రెండు సదిశలు పరిమాణంలో సమానంగా ఉంటూ ఒకే దిశలో ఉంటే ఆ రెండూ సమానమైన సదిశలు అంటారు.

ఏకాంక ప్రమాణం గల సదిశను ఏకాంక సదిశ అంటారు.

7. $5\hat{i}-3\hat{j}$, $3\hat{i}-5\hat{j}$ సదిశల అదిశాలబ్ధంను లెక్కించండి ?

జ. $\overline{A} = 5\hat{i}-3\hat{j}, \overline{B} = 5\hat{i}-3\hat{j}$

$$\overline{A} \,.\, \overline{B} = (5\hat{i}-3\hat{j}) \,.\, (3\hat{i}-5\hat{j}) = (5\times3)\,(\hat{i}.\hat{i}) + (-3)(-5)\,(\hat{j}\,.\,\hat{j})$$

$$= 15 + 15 = 30$$

8. ఒక భౌతికరాశి రెండు సదిశ బిందు లబ్ధం వల్ల వచ్చింది. అది సదిశా లేదా అదిశా? ఉదాహరణ రాయండి?

జ. రెండు సదిశ రాశుల బిందు లబ్ధం వల్ల వచ్చిన భౌతికరాశి అదిశరాశి. ఉదాహరణ : పని ఒక అదిశ రాశి. బలం మరియు స్థానభ్రంశం సదిశల బిందు లబ్ధం వల్ల వచ్చిన అదిశ రాశి, పని.

పని $W = \overline{F} \,.\, \overline{S}$

9. పీడనం, సాంద్రత మితిఫార్ములాలు రాయండి ?

జ. పీడనం $= \dfrac{\text{బలం}}{\text{వైశాల్యం}} = \dfrac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$

సాంద్రత $= \dfrac{\text{ద్రవ్యరాశి}}{\text{ఘనపరిమాణం}} = \dfrac{M}{L^3} = ML^{-3}$.

10. భూమి వ్యాసార్థం 6400 కి.మీ. దీనిని సెం.మీ.లలో తెలియచేయండి ?

జ. భూమి వ్యాసార్థం = 6400 కి.మీ.

= 6400 × 1000 × 100 సెం.మీ.

= 64 × 10^7 సెం.మీ.

11. ప్రమాణాలు గల రెండు భౌతికరాశులు ఏవి ?

జ. పీడనం, ప్రతిబలం లేదా యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకం.

12. నూనె సాంద్రత 0.8 గ్రా/సెం.మీ^{3}. MKS పద్ధతిలో ఈ సాంద్రతను తెలపండి ?

జ. నూనె సాంద్రత $= \frac{0.8 \text{ గ్రా}}{\text{సెం. మీ}^3} = \frac{0.8 \times \frac{1}{1000} \text{ కి.గ్రా}}{\left(\frac{1}{100} \text{ మీ}\right)^3}$

$$= \frac{0.8 \times (100)^3}{1000} \text{ కి.గ్రా/మీ}^3$$

$$= \frac{0.8 \times 10^6}{1000} \text{ కి.గ్రా/మీ}^3 = 0.8 \times 10^3$$

$= 800$ కి.గ్రా./మీ^{3}.

13. స్థితి, గతిజశక్తుల మితిఫార్ములాలు కనుక్కోండి?

జ. స్థితిశక్తి $= mgh$

$$= MLT^{-2}L = ML^2T^{-2}$$

గతిశక్తి $= \frac{1}{2}mV^2$

గతిశక్తి మితి ఫార్ములా $= M(LT^{-1})^2$

$$= ML^2T^{-2}.$$

$\therefore$ స్థితి, గతిజ శక్తుల మితిఫార్ములా, ML^2T^{-2}.

14. సదిశలు $\bar{A}, \bar{B}$ లు సమాంతరంగా ఉన్నప్పుడు వాటి సదిశాలబ్ధం ఎంత?

జ. $\bar{A} \times \bar{B} = |\bar{A}||\bar{B}| \sin\theta$

$\bar{A}, \bar{B}$ లు సమాంతరంగా ఉంటే, వాటి మధ్య కోణం, అపుడు $\sin\theta = 0$.

$\therefore \bar{A} \times \bar{B} = 0$

అనగా $\bar{A}$ మరియు $\bar{B}$ సదిశలు సమాంతరంగా ఉన్నప్పుడు వాటి సదిశాలబ్ధం శూన్యం.

15. సదిశలు $\bar{A}, \bar{B}$ లు పరస్పరం లంబంగా ఉన్నాయి. వాటి అదిశాలబ్ధాన్ని కనుక్కోండి.

జ. $\bar{A} \cdot \bar{B} = |\bar{A}| \cdot |\bar{B}| \cos\theta$

ఇక్కడ $\theta = 90^0$.

$\therefore \bar{A} \cdot \bar{B} = |\bar{A}|\,|\bar{B}| \cos 90 = 0 \qquad (\because \cos 90 = 0)$

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. అదిశా లబ్ధాన్ని నిర్వచించండి. దాని ధర్మాలను రాయండి ?

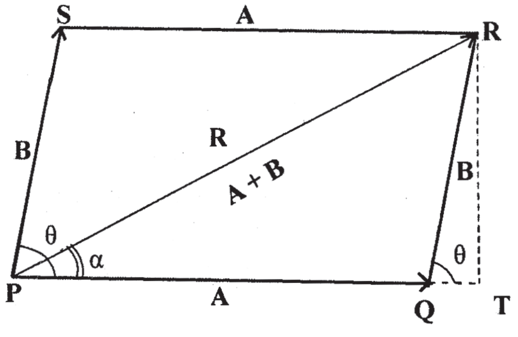
జ. సదిశలు **A** మరియు **B** ల యొక్క అదిశ లబ్ధం **A** సదిశ యొక్క పరిమాణం మరియు **A** సదిశ పొడవు వెంబడి **B** యొక్క ప్రక్షేపకముల లబ్ధం అవుతుంది. సదిశల మధ్య కోణం θ మరియు $(360 - \theta)$ కోణాల కొసైన్ (cos) విలువలు ఒకటే కాబట్టి రెండు సదిశల మధ్య బిందు (డాట్) లబ్ధం ఒక అదిశను సూచిస్తుంది. దీనిని అదిశాలబ్ధం లేదా బిందు లబ్ధం (డాట్ ప్రోడక్ట్) అని కూడా అంటారు. రెండు సదిశల అదిశా లబ్ధం అదిశరాశి అవుతుంది.

ఇది స్థిత్యంతర న్యాయం పాటిస్తుంది. $\mathbf{A.B} = \mathbf{B.A} = AB\cos\theta$ ఇది విభాజక న్యాయం కూడా పాటిస్తుంది. $\mathbf{A.(B + C) = A.B + A.C.}$

2. సదిశల త్రిభుజ నియమం, సమాంతర చతుర్భుజ నియమాన్ని రాయండి ?

జ. రెండు సదిశలను ఒక త్రిభుజం యొక్క భుజాలుగా దిశలోనూ, పరిమాణంలోనూ ఒక క్రమంలో సూచిస్తే, త్రిభుజాన్ని పూర్తిచేసే మూడవ భుజం వ్యతిరేక క్రమంలో ఆ సదిశల ఫలిత సదిశను (మొత్తాన్ని) దిశలోను, పరిమాణంలోనూ తెలుపుతుంది. ఇది సదిశ త్రిభుజ బల నియమం.

సమాంతర చతుర్భుజ నియమం : రెండు సదిశలను, $\bar{A}$, $\bar{B}$ లను పరిమాణంలోనూ, దిశలోనూ ఒక సమాంతర చతుర్భుజం ఆసన్న భుజాలుగా సూచిస్తే, ఆసన్న భుజాలు ఏకభవించే బిందువు నుండి గీసిన కర్ణం, ఆ రెండు సదిశల ఫలిత సదిశ $\bar{R}$ ను పరిమాణంలోనూ, దిశలోనూ తెలుపుతుంది.



పటం. సదిశల సంకలన సమాంతర చతుర్భుజ నియమం

3. సదిశ $\bar{A}$ x- అక్షం వెంబడి, సదిశ $\bar{B}$ y - అక్షం వెంబడి ఉన్నాయి. సదిశ $\bar{C} = \bar{A} \times \bar{B}$ దిశ ఎటు ఉంటుంది? $\bar{A}$ సదిశ y- అక్షం వెంబడి $\bar{B}$ సదిశ x-అక్షం వెంబడి ఉంటే సదిశ $\bar{C}$ కి ఏమవుతుంది ?

జ. సదిశ $\bar{A}$ x- అక్షం వెండి, సదిశ $\bar{B}$ y - అక్షం వెంబడి ఉంటే అప్పుడు ఆ రెండు సదిశలు xy తలంలో ఉంటాయి. వీటి సదిశా లబ్ధం $\bar{C} = \bar{A} \times \bar{B}$ దిశ z - అక్షం వెండి ఉంటుంది. సదిశ $\bar{A}$ y- అక్షం వెంబడి, సదిశ $\bar{B}$, x-అక్షం వెంబడి ఉంటే అప్పుడు $\bar{C}$ దిశ రుణ z - అక్షం వెండి ఉంటుంది.

4. $\bar{F} = \hat{i}+2\hat{j}+\hat{k}$, $\bar{V} = 4\hat{i}-\hat{j}+7\hat{k}$ అయితే $\bar{F} . \bar{V}$ విలువ ఎంత ?

జ. $\bar{F} . \bar{V} = (\hat{i} + 2\hat{j}+\hat{k}) . (4\hat{i}-\hat{j}+7\hat{k})$

$$= 1\times4\ (\hat{i} . \hat{i}) + (2)(-1)(\hat{j}.\hat{j}) + 1\times7\ (\hat{k}.\hat{k})$$

$$(\because \hat{i} . \hat{j} = \hat{j}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{i} = 0)$$

$$= 4 - 2 + 7 \qquad (\because \hat{i} . \hat{i} = \hat{j}.\hat{j} = \hat{k}.\hat{k} = 1)$$

$$= 9.$$

5. $\bar{P} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$, $\bar{Q} = 5\hat{i} + 2\hat{j}$ అయిన $\bar{P} \times \bar{Q}$ ను లెక్కించండి ?

జ. $\bar{P} \times \bar{Q} = (2\hat{i} + 3\hat{j}) \times (5\hat{i} + 2\hat{j})$

$$= 2\times2\ (\hat{i} \times \hat{j}) + 3\times5\ (\hat{j} \times \hat{i}) \qquad (\because \hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = 0)$$

$$= 4\hat{k} - 15\hat{k} = -11\hat{k} \qquad (\because \hat{i} \times \hat{j} = \hat{k} \text{ మరియు } \hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k})$$

6. 8 మరియు 6 పరిమాణాలు గల రెండు సదిశల ఫలిత విలువ 10 అయితే వాటి మధ్య కోణమెంత ?

జ. $\bar{U}$, $\bar{V}$ లు రెండు సదిశలు అనుకుందాం.

వాటి ఫలిత సదిశ $\bar{R}$ అనుకుందాం.

సమాంతర చతుర్భుజ బల నియమం ప్రకారం

$$|\bar{R}|^2 = |\bar{U}|^2 + |\bar{V}|^2 + 2\,|\bar{U}|\,|\bar{V}| \cos\theta$$

$$(10)^2 = (8)^2 + (6)^2 + 2\times8\times6\times\cos\theta$$

$$100 = 64 + 36 + 96 \cos \theta$$

$$100 = 100 + 96 \cos \theta$$

$$96 \cos \theta = 100 - 100 = 0$$

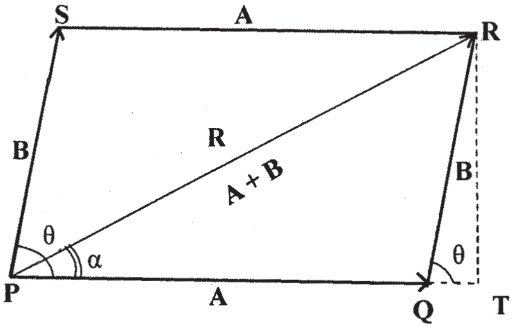
$$\cos\theta = \frac{0}{96} = 0$$

$$\cos\theta = 0 \Rightarrow \theta = 90^0.$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సదిశల సమాంతర చతుర్భుజ నియమం వ్రాయండి?

జ. రెండు సదిశలను, పరిమాణంలోనూ, దిశలోనూ ఒక సమాంతర చతుర్భుజం ఆసన్న భుజాలుగా సూచిస్తే, ఆసన్న భుజాలు ఏకీభవించే బిందువు నుండి గీసిన కర్ణం, ఆ రెండు సదిశల ఫలిత సదిశ $\bar{R}$ ను పరిమాణంలోనూ, దిశలోనూ తెలుపుతుంది.



పటం. సదిశల సంకలన సమాంతర చతుర్భుజ నియమం

పటంలో చూపినట్లు **A** మరియు **B** లు రెండు సదిశలు. వాటి మధ్య కోణం θ. ఈ సదిశల మొత్తం కనుగొనేందుకు సమాంతర చతుర్భుజాన్ని పూర్తిగా నిర్మించాలి. ఇందులో ఒక భుజం PQ సదిశ **A** ను సూచిస్తుంది. మరొక భుజం PS సదిశ **B** ను సూచిస్తుంది. సమాంతర చతుర్భుజం కర్ణం PR ఫలిత సదిశ **R** ను సూచిస్తుంది. ఫలిత సదిశ **R** సదిశలు **A + B** ల మొత్తం. దీనినే సదిశలు **A** మరియు **B** ల ఫలిత సదిశ అంటారు. ఈ ఫలిత సదిశ, సదిశ **A** దిశతో α కోణం చేస్తున్నది. సదిశలు **PQ** మరియు **SR** లు **A** కు సమానం, అదే విధంగా సదిశలు **PS** మరియు **QR** లు **B** కు సమానం అని గుర్తుంచుకోవాలి. ఫలిత సదిశ **R** పరిమాణం తెలుసుకునేందుకు, పటంలో చూపిన విధంగా లంబం RT గీయాలి. పరిమాణం పరంగా

$$(PR)^2 = (PT)^2 + (RT)^2$$

$$= (PQ + QT)^2 + (RT)^2$$

$$= (PQ)^2 + (QT)^2 + 2PQQT + (RT)^2$$

$$= (PQ)^2 + \left[(QT)^2 + (RT)^2\right] + 2PQ.QT$$

$$= (PQ)^2 + (QR)^2 + 2PQ.QT$$

$$= (PQ)^2 + (QR)^2 + 2.PQ.QR\left(\frac{QT}{QR}\right)$$

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$

$\therefore$ **R** యొక్క పరిమాణం $|R| = \sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\theta}$

సదిశ **R** యొక్క దిశ తెలుసుకునేందుకు

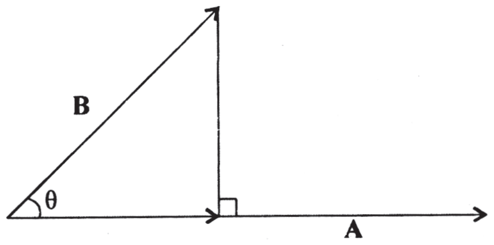
$$\tan\alpha = \frac{RT}{PT} = \frac{RT}{PQ+QT} = \frac{B\sin\theta}{A+B\cos\theta}$$

ఫలిత సదిశ దిశను ప్రాథమిక సదిశతో అది చేసే కోణంలో చెప్పవచ్చు.

2. సదిశల అదిశా లబ్ధాన్ని, సదిశా లబ్ధాన్ని వివరించి ఉదాహరణలు ఇవ్వండి ?

జ. రెండు సదిశలు **A** మరియు **B** ల అదిశాలబ్ధాన్ని **A.B** గా రాస్తారు. ఇది $AB\cos\theta$కు సమానం. ఇక్కడ θ రెండు సదిశల మధ్య కోణం. పటంను జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే $B\cos\theta$ అనేది సదిశ **A** వెంబడి సదిశ **B** యొక్క ప్రక్షేపకంగా గోచరిస్తుంది.

సదిశలు **A** మరియు **B** ల యొక్క అదిశ లబ్ధం **A** సదిశ యొక్క పరిమాణం మరియు **A** సదిశ పొడవు వెంబడి **B** యొక్క ప్రక్షేపకముల లబ్ధం అవుతుంది. సదిశల మధ్య కోణం θ మరియు $(360 - \theta)$ కోణాల కొసైన్ (cos) విలువలు ఒకటే కాబట్టి రెండు సదిశల మధ్య బిందు (డాట్) లబ్ధం ఒక అదిశను సూచిస్తుంది. దీనిని అదిశాలబ్ధం లేదా బిందు లబ్ధం (డాట్ ప్రోడక్ట్) అని కూడా అంటారు. రెండు సదిశల అదిశా లబ్ధం అదిశరాశి అవుతుంది.



పటం. A మీద B యొక్క ప్రక్షిప్తం

అదిశాలబ్ధానికి ఉదాహరణ. బలం F ఒక వస్తువు ప్రయాణం చేసే దిశకు θ కోణంలో ప్రవర్తిస్తున్నప్పుడు వస్తువు **d** స్థానభ్రంశం చెందినపుడు, బలం చేసిన పని $Fd\cos\theta$ అవుతుంది. F మరియు d ల మధ్య కోణం θ.

రెండు సదిశలు **A** మరియు **B** లు θ కోణం వాలులో ఉన్నాయనుకుందాం. ఈ రెండు సదిశలు గల తలాన్ని Ω అని పిలుద్దాం. ఇది కాగిత తలానికి లంబంగా ఉంటుంది. ఇప్పుడు ఈ సదిశల సదిశా లబ్ధం, **A×B** మరొక సదిశ **C** అవుతుందనుకుందాం. దీని పరిమాణం $AB\sin\theta$ అవుతుంది. దీని దిశ Ω తలానికి లంబంగా ఉంటుంది. సదిశ **C** దిశను **కుడి-చేతి** నియమం ద్వారా తెలుసుకోవచ్చు. మీ కుడిచేతి వేళ్లు **A** నుండి **B** కు వాటి మధ్య కోణం మేరకు తిరుగుతున్నాయనుకోండి. అప్పుడు మీ బొటనవేలు చూపే దిశ ఫలిత సదిశ **C** యొక్క దిశను తెలియచేస్తుంది. ఈ నియమం ప్రకారం సదిశ **B×A** యొక్క దిశ సదిశ **A×B** యొక్క దిశకు వ్యతిరేకంగా ఉంటుందని స్పష్టమవుతుంది. దీన్ని బట్టి సదిశాలబ్ధం స్థిత్యంతర న్యాయాన్ని పాటించదని గమనించగలరు. భ్రమణం చెందే వస్తువు యొక్క కోణీయ ద్రవ్యవేగం సదిశాలబ్ధానికి ఒక మంచి ఉదాహరణ.

2 సరళరేఖ వెంబడి చలనం

పరిచయం

మన చుట్టూ అనేక వస్తువులు కదులుతూ ఉండటం మనం చూస్తూ ఉంటాం. మనుషులు, జంతువులు, వాహనాలు లాంటివి నేలమీద చలిస్తూ ఉండటం కనిపిస్తాయి. చేపలు, కప్పలు ఇతర జలచర జంతువులు నీటిలో చలిస్తాయి. పక్షులు, విమానాలు గాలిలో కదులుతూ ఉంటాయి. మనకు అనిపించకపోయినా, మనం నివసిస్తున్న భూమి కూడా తన అక్షం మీద తాను తిరుగుతూ, సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతోంది. అంటే మనం నిరంతరం స్థిరచలనంగాల ప్రపంచంలో నివసిస్తున్నామనే విషయం స్పష్టమవుతోంది. మన చుట్టూ ఉండే భౌతిక ప్రపంచం అర్థం చేసుకోవాలంటే, చలనంపై అధ్యయనం తప్పనిసరిగా చేయాలి. చలనం సరళరేఖ వెంబడి (1D) తలం వెంబడి (2D) లేదా ప్రాదేశికం వెంబడి (3D) ఉండవచ్చు. వస్తు చలనం ఒకే దిశలో ఉంటే, దాన్ని సరళరేఖ వెంబడి చలనం అంటారు. తిన్నని రోడ్డుపై చలించే కారు, సరళమైన పట్టాలపై వెళుతున్న రైలు, స్వేచ్ఛగా కిందకి పడుతున్న వస్తువు, చలించే లిఫ్ట్, నిదానంగా ఉన్న ట్రాక్‌పై పరుగెడుతున్న క్రీడాకారుడు.. మొదలగునవి ఉదాహరణలుగా పేర్కొనవచ్చు.

ఈ పాఠంలో మీరు సరళరేఖ వెంబడి చలనం గురించి నేర్చుకుంటారు. దీని తరవాత పాఠాల్లో చలన సూత్రాలు, తలంలో చలనం, ఇంకా ఇతర రకాల చలనాల గురించి అధ్యయనం చేస్తారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం అధ్యయనం చేసిన తరవాత మీరు తెలుసుకోగలుగుతారు.

- దూరము మరియు స్థానభ్రంశం, వడి మరియు వేగాల మధ్య తేడాలు.
- క్షణ వేగం, సాపేక్షవేగం, సగటు వేగం పదాలను వివరించడం.
- త్వరణం, తక్షణ త్వరణాలను నిర్వచించడం

- ఏకరీతి మరియు అసమరీతి చలనాలకు సంబంధించి స్థానం-కాలం, వేగం-కాలం గ్రాఫ్‌లకు అర్థ వివరణ చేయగలుగుతారు.
- స్థిర త్వరణంతో చలించే వస్తువులకు చలన సమీకరణాలు ఉత్పాదించగలుగుతారు.
- గురుత్వ త్వరణంలోని చలనాన్ని వర్ణించగలుగుతారు.
- చలన సమీకరణాలపై ఆధారపడిన సమస్యలను సాధించగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సగటువేగం, సగటు వడి లను నిర్వచించండి.

జ. సగటువేగం : ప్రమాణ కాలానికి స్థానభ్రంశాన్ని వస్తువు సగటు వేగంగా నిర్వచిస్తారు.

సగటు వడి: వస్తువు ప్రయాణం చేసిన దూరం మరియు ప్రయాణానికి పట్టిన మొత్తం కాలం యొక్క నిష్పత్తి&తని సగటు వడి అంటారు.

2. A రైలు, ఉత్తరం నుండి దక్షిణానికి సరళరేఖ మార్గం వెంటి 60 km/hour వేగంతో గమనంలో ఉంది. మరొక రైలు B, దక్షిణం నుండి ఉత్తరం వైపుకు 70 km/hour వేగంతో గమనంలో ఉంది. A రైలు యొక్క సాపేక్ష వేగం ఎంత ?

జ. ఉత్తరం నుండి దక్షిణం వైపు గల దిశను ధనాత్మకంగా పరిగణిస్తే

A రైలు వేగం $(V_B) = +70$ km/hour

B రైలు వేగం $(V_A) = -60$ km/hour

అందువల్ల A రైలు పరంగా, B రైలు యొక్క సాపేక్షవేగం

$$= V_B - V_A = 70 - (-60) = 130 \text{ km/hour.}$$

3. తూర్పువైపు వెళ్ళుతున్న ఒక కారు వేగం 0 నుండి 12 మీ.సె$^{-1}$కు 3 సె॥లలో పెరిగింది. దాని సగటు త్వరణం కనుక్కోండి.

జ. దత్తాంశం $V_1 = 0$ మీ. సె$^{-1}$

$V_2 = 12$ మీ. సె$^{-1}$

$t = 3$ సె॥

$$a = \frac{12}{3} \text{ మీ.సె}^{-1} = 4 \text{ మీ.సె}^{-2}.$$

4. వేగం - కాలం గ్రాఫ్ ఉపయోగాలు తెల్పండి.

జ. చలించే వస్తువు వేగం (v) - కాలం (t) గ్రాఫ్‌ను ఉపయోగించి, వస్తువు ప్రయాణం చేసిన దూరంను, వేరు వేరు క్షణాల్లో వస్తువు త్వరణాన్ని కనుక్కోవచ్చు.

5. వస్తువు కొంత దూరం ప్రయాణించినా, శూన్య స్థానభ్రంశం కలిగి ఉంటుందా ?

జ. ఉంటుంది. వృత్తపరిధిపై వస్తువు ఒకసారి పూర్తిగా తిరిగి తొలి స్థానానికి వస్తే అది ప్రయాణం చేసిన దూరం 2 $2\pi r$ అవుతుంది. కాని స్థానభ్రంశం శూన్యం. ఇక్కడ r వృత్త వ్యాసార్థం.

6. వస్తువుకి శూన్యవేగం ఉన్నా, త్వరణం ఉండవచ్చా ?

జ. ఉండవచ్చు. వస్తువును నిలువగా పైకి ప్రక్షిప్తం చేసినప్పుడు, గరిష్ట ఎత్తు వద్ద దాని వేగం శూన్యం కాని త్వరణం g అవుతుంది.

7. ఒక వస్తువు వరుస సెకండ్లలో 4, 8, 12, 16 మీ॥ పోతే దాని గమనాన్ని ఏవిధంగా వర్ణిస్తారు? దాని త్వరణమెంత ?

జ. అది సమత్వరణంతో పోతున్నది, దాని త్వరణం 4 మీ/సె^{2}.

8. వేగకాల వక్రం యొక్క మొత్తం వైశాల్యం ఏ రాశిని ఇస్తుంది ?

జ. వస్తువు ప్రయాణం చేసిన దూరం

9. సమ అపత్వరణంతో పోవు చేన్న వస్తువు యొక్క వేగకాల వక్రం యొక్క ఆకారం ఏమిటి దీని వాలు నుండి ఏ రాశిని కనుకొనవచ్చు.

జ. ఒక వస్తువు సమత్వరణంతో పోవుచున్నప్పుడు దాని వేగం రాను రాను తగ్గుతుంది. అందువలన వేగకాల వక్రం x-అక్షానికి వాలుగా ఉన్న సరళరేఖ. దీని వాలు రుణాత్మకంగా ఉంటుంది. ఆ వాలు అపత్వరణానికి సమానం.

10. సమత్వరణంతో పోవుచున్న వస్తువు యొక్క వేగకాల వక్ర ఆకారమేమిటి దీని వాలు నుండి ఏ రాశిని కనుగొనవచ్చు.

జ. ఒక వస్తువు సమత్వరణంతో పోవుచున్నప్పుడు దాని వేగం రానురాను పెరుగుతుంది. అందువలన వేగ కాల వక్రం x-అక్షానికి వాలుగా ఉన్న సరళరేఖ. దీని వాలు ధనాత్మకంగా ఉంటుంది. ఆ వాలు త్వరణానికి సమానం.

11. ఒక వస్తువును పైకి విసిరారు. అది పైకి పోవుచున్నప్పుడు వస్తువు త్వరణం దిశ ఏమిటి?

జ. వస్తువు త్వరణం దాని గమనానికి వ్యతిరేక దిశలో ఉంటుంది.

12. ఒక వస్తువును నిలువగా పైకి విసిరినప్పుడు దాని ప్రయాణంలో మధ్య బిందువు వద్ద త్వరణం ఎంత? గరిష్ట ఎత్తు వద్ద త్వరణం ఎంత?

జ. ఒక వస్తువు పైకి గాని క్రిందికి గాని ప్రయాణం చేయునప్పుడు అది గురుత్వత్వరణం (g) ప్రభావానికి లోనవుతుంది. దీని విలువ గమనంలో స్థిరంగా ఉంటుంది. ప్రయాణం మధ్య బిందువు వద్ద గాని, గరిష్ట ఎత్తు వద్ద గాని 'g' విలువ స్థిరంగా ఉంటుంది.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. x–అక్షం వెంబడి చలిస్తున్న ఒక వస్తువు స్థానం $x = 20\,t^2$ గా నిర్వచించబడింది. ఇందులో t సెకనుల్లోను స్థానం మీటర్లలోను ఉంది. 3 సెకనులు మరియు 4 సెకనులు కాలవ్యవధుల్లో వస్తువు సగటు వేగాన్ని గణించండి.

జ. ఇచ్చినవి : $x = 20\,t^2$

ఇక్కడ x మరియు t లు మీటర్లు మరియు సెకనుల్లో కొలవబడినవి. అంటే అనులోమానుపాత స్థిరాంకం (20)కు మితులు మీ. సె$^{-2}$ అవుతాయి.

సగటు వేగానికి సమీకరణం $\bar{v} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

$t_1 = 3$ సె వద్ద

$x_1 = 20 \times (3)^2$

$= 20 \times 9 = 180$ మీ.

అదే విధంగా, $t_2 = 4$ సె వద్ద

$x_2 = 20 \times (4)^2$

$= 20 \times 16 = 320$ మీ.

$$\therefore \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{(320-180)\ m}{(4-3)\ sec} = \frac{140\ m}{1\ sec} = 140 \text{ మీ. సె}^{-1}.$$

అందువల్ల, సగటు వేగం = 140 మీ. సె$^{-1}$.

2. ఒక వ్యక్తి 300 మీ వర్తులాకారపు బాటపై పరుగెడుతూ బయలుదేరిన స్థానానికి 200 సెకన్‌లలో తిరిగివచ్చాడు. అతడి సగటు వడి, సగటు వేగం గణించండి.

జ. ఇచ్చినవి

మొత్తం బాట పొడవు = 300 మీ.

ఈ పొడవు పూర్తి చేయుటకు పట్టిన మొత్తం కాలం = 200 సెకనలు

అందువల్ల,

$$\text{సగటు వడి} = \frac{\text{మొత్తం ప్రయాణం చేసిన దూరం}}{\text{పట్టిన కాలం}} = \frac{300}{200} \text{ మీ. సె}^{-1} = 1.5 \text{ మీ. సె}^{-1}$$

వ్యక్తి బయలుదేరిన స్థానానికి తిరిగి వచ్చాడు కాబట్టి స్థానభ్రంశం సున్నా అవుతుంది. అందువల్ల సగటు వేగం సున్నా అవుతుంది.

3. ఒక మహిళ మార్కెట్‌కు 8km/hou వేగంతో వాహనాన్ని నడుపుకుంటూ వెళ్ళింది. మార్కెట్ మూసి ఉండటంతో ఆమె వెనుతిరిగి ఇంటికి 10 km/hour వేగంతో ఇంటికి చేరింది. మార్కెట్ ఆమె ఇంటి నుండి 2 km దూరంలో ఉంటే ఆమె సగటు వేగం, సగటు వడిని కనుక్కోండి.

జ. మహిళ బయలు దేరిన స్థానానికే తిరిగి వచ్చింది కాబట్టి స్థానభ్రంశం సున్నా కనుక సగటు వేగం సున్నా అవుతుంది.

$$\text{సగటు వడి} = \frac{\text{మొత్తం ప్రయాణం చేసిన దూరం}}{\text{పట్టిన కాలం}}$$

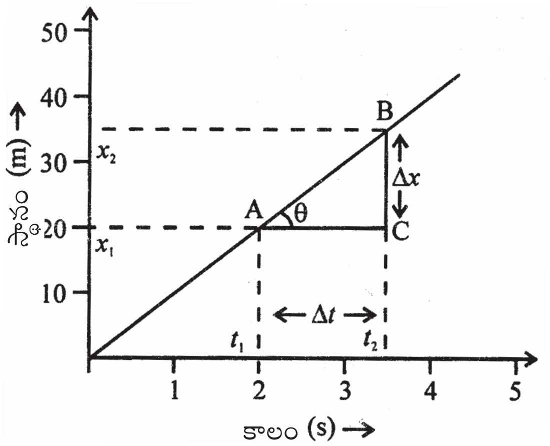
$$= \frac{2+2}{\frac{2}{8}+\frac{2}{10}} = \frac{4}{9}\times 20 = 8.89 \text{ km/hour}$$

4. స్థానం - కాలం గ్రాఫ్ నుండి చలనంలో ఉన్న వస్తువు సగటు వేగాన్ని ఎలా కనుక్కోవచ్చో వివరించండి.

జ. **a) స్థానం - కాలం గ్రాఫ్ నుండి వేగం:** స్థానం-కాలం సరళరేఖ గ్రాఫ్ వాలు, చలనంలో ఉన్న వస్తువు సగటు వేగాన్ని ఇస్తుంది. వాలు కనుక్కోవడానికి (పటం) లోని సరళరేఖపై రెండు దూరంగా ఉన్న బిందువులు (A మరియు B అనుకొందాం) ఎన్నుకుంటాం. ఈ బిందువుల నుండి x మరియు y అక్షాలకు సమాంతర రేఖలు గీసి ఒక త్రిభుజాన్ని ఏర్పరుస్తాం. ఇప్పుడు వస్తువు సగటు వేగం

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{BC}{AC}$$

అంటే, వస్తువు సగటు వేగం సరళరేఖ AB యొక్క వాలుకు సమానం.



పటం ఏకరీతి చలనానికి స్థానం-కాలం గ్రాఫ్

స్థానం-కాలం గ్రాఫ్ యొక్క సరళరేఖ వాలు $\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)$ విలువ ఎక్కువ అయినకొద్దీ సగటు వేగం విలువ ఎక్కువ అవుతుందని ఇది చూపుతుంది. ఈ వాలు ఈ సరళరేఖ క్షితిజ సమాంతర రేఖతో చేసే కోణం యొక్క టాంజెంటుకు సమానంకావడం గమనించండి. అంటే $\tan\theta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. వాలును కనుగొనేందుకు రెండు అనురూపమైన Δx మరియు Δt వ్యవధులను ఉపయోగించుకోవచ్చు. ఈ విధంగా ఈ కాల వ్యవధిలో సగటు వేగం కనుక్కోవచ్చు.

5. 50 మీ ఎత్తు నుండి ఒక రాయిని జారవిడిచారు. అది స్వేచ్ఛగా పతనం చెందుతోంది. i) రెండు సెకన్లలో అది ప్రయాణంచేసిన దూరం ii) నేలను తాకే ముందు దాని వేగం మరియు iii) 3 సెకన్లకు దాని వేగం, ప్రయాణం తరవాత 3 సెకన్లకు గణించండి.

జ. ఇచ్చినవి

ఎత్తు $h = 50$ మీ, తొలి వేగం $v_0 = 0$

తొలి స్థానం (y_0)ను సున్నాగా తీసుకుందాం. మూల బిందువును బయలుదేరే బిందువుగా పరిగణిద్దాం. అంటే y-అక్షం దిగువ భాగం (లంబాక్షం) రుణాత్మకంగా ఉంటుంది. త్వరణం కిందవైపుకు ఉండి రుణాత్మక y-దిశలో ఉంటుంది, అందువల్ల a విలువ $a = -g = -9.8$ మీసె$^{-2}$.

i) సమీకరణం (2.7) ప్రకారం

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

ఇచ్చిన దత్తాంశం ప్రకారం

$$y = 0 + 0 - \frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2}\times 9.8 \times (2)^2$$

$$= -19.6 \text{ మీ.}$$

రుణ గుర్తు బయలుదేరిన బిందువుకు కింది దిశలో దూరం ఉందని తెలియచేస్తుంది.

ii) భూమి వద్ద $y = -50$ మీ.

సమీకరణం ప్రకారం

$$v^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0)$$

$$= 0 + 2(-9.8)(-50-0)$$

$$v = 9.9 \text{ మీ సె}^{-1}$$

iii) $v = v_0 + at$ సమీకరణం ప్రకారం $t = 3$ సెకన్ల వద్ద

$$v = 0 + (-9.8) \times 3$$

$$v = -29.4 \text{ మీసె}^{-1}.$$

$t = 3$ సెకన్లకు రాయి యొక్క వేగం 29.4 మీసె$^{-1}$ అని, అది కింది దిశలో ఉందని తెలియచేస్తుంది.

6. నిశ్చల స్థితి నుండి బయలుదేరిన కారు 10 మీ.సె$^{-2}$ త్వరణంతో ఉంది. 5 సెకనుల తరవాత అది ఎంత వేగంతో వెళుతుంది?

జ. ఇచ్చినవి

తొలి వేగం $v_0 = 0$

త్వరణం $a = 10$ మీసె$^{-2}$

కాలం $t = 5$ సెకనులు

మొదటి చలన సమీకరణం ఉపయోగించగా

$$v = v_0 + at$$

$t = 5$ సెకనులకు, తుది వేగం

$$v = 0 + (10 \text{ మీ సె}^{-2}) \times 5 \text{ సెకనులు}$$

$$= 50 \text{ మీ సె}^{-1}$$

7. ఒక సరళమైన రోడ్డుమీద ఒక కారు A, 60 కిమీగ$^{-1}$ ఏకరీతి వడితో ప్రయాణిస్తున్నది. దీన్ని కారు B, 70 కిమీగ$^{-1}$ ఏకరీతి వేగంతో వెంబడిస్తున్నది. ఆ రెండింటి మధ్య దూరం 2.5 కి.మీ ఉండగా కారు B కి 20 కిమీగ$^{-2}$ రుణత్వరణం కలుగచేయబడింది. ఏ సమయంలో ఎంత దూరంలో B కారు A కారును పట్టుకోగలదు?

జ: B కారు A కారును x దూరంలో t కాలం తరవాత పట్టుకోగలదు అనుకుందాం.

A కారు, t కాలంలో ప్రయాణంచేసే దూరం, $x = 60 \times t$

B కారు, t కాలంలో ప్రయాణంచేసే దూరం

$$x' = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 0 + 70 \times t + \frac{1}{2}(-20) \times t^2$$

$$\therefore x' = 70t - 10t^2$$

కాని రెండు కార్ల మధ్య దూరం $x' - x = 2.5$

$$\therefore (70t - 10t^2) - (60t) = 2.5$$

లేదా $$10t^2 - 10t + 2.5 = 0$$

ఇది $t = \frac{1}{2}$ గంట అని తెలియచేస్తుంది.

$$\therefore x' = 70t - 10t^2 = 70 \times \frac{1}{2} - 10 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$= 35 - 2.5 = 32.5 \text{ కి.మీ.}$$

8. మోటారు సైకిలిస్టు, సరళమైన రోడ్డు వెంబడి 4 మీ సె$^{-2}$ స్థిరత్వరణంతో వెళుతున్నది. మొదట్లో ఆమె స్థానం 5 మీ ఉండి 3 మీ సె$^{-1}$ వేగంతో ఉంటే, కింది వాటిని గణించండి.

i) $t = 2$ సె సమయంలో ఆమె స్థానం, వేగం

ii) మోటారు సైకిలిస్టు వేగం 5 మీ సె$^{-1}$ ఉన్నప్పుడు ఆమె స్థానం

జ. ఇచ్చినవి

$x_0 = 5$ మీ, $v_0 = 3$ మీసె$^{-1}$, $a = 4$ మీసె$^{-2}$

i) (2.7) సమీకరణం ఉపయోగించుకొంటే

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 5 + 3 \times 2 + \frac{1}{2} \times 4 \times (2)^2 = 19 \text{ మీ.}$$

సమీకరణం (2.6) నుండి

$$v = v_0 + at$$

$$= 3 + 4 \times 2 = 11 \text{ మీసె}^{-1}$$

$\therefore$ వేగం = 11 మీసె$^{-1}$.

ii) కింది సమీకరణం ఉపయోగించుకొని

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$5^2 = (3)^2 + 2 \times 4 \times (x - 5)$$

$$\Rightarrow \quad x = 7 \text{ మీ.}$$

మోటారు సైకిలిస్టు స్థానం (x) = 7 మీ.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వేగం-కాలం నుండి వస్తువు ప్రయాణం చేసిన దూరాన్ని వస్తువు యొక్క త్వరణాన్ని ఎలా కనుక్కోవచ్చో వివరించండి?

జ. ఒక సెకను కాలంలో శూన్యంలో కాంతి ప్రయాణం చేసిన దూరంలో 299 792 458 వంతు దూరం ఒక మీటరు.

సాధన:

i) వస్తువు A కు v – t గ్రాఫ్‌లో వాలు గరిష్ఠంగా ఉంది కాబట్టి, దాని త్వరణం గరిష్ఠంగా ఉంటుంది.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6-0}{3-0} = \frac{6}{3} = 2 \text{ మీ.సె}^{-2}.$$

ii) వస్తువు ప్రయాణం చేసిన దూరం v – t గ్రాఫ్ వైశాల్యానికి సమానం.

కాబట్టి, మొదటి 3 సెకన్లలో,

A వస్తువు ప్రయాణంచేసిన దూరం = $OA'L$ వైశాల్యం

$$= \left(\frac{1}{2}\right) \times 6 \times 3 = 9 \text{ మీ.}$$

B వస్తువు ప్రయాణంచేసిన దూరం = $OB'L$ వైశాల్యం

$$= \left(\frac{1}{2}\right) \times 3 \times 3 = 4.5 \text{ మీ.}$$

C వస్తువు ప్రయాణంచేసిన దూరం $= \left(\frac{1}{2}\right) \times 1 \times 3 = 1.5$ మీ.

iii) ప్రయాణం చివర, B గరిష్ఠ దూరం ప్రయాణంచేసింది $= \left(\frac{1}{2}\right) \times 6 \times 6 = 18$ మీ.

iv) ప్రతి వస్తువు యొక్క v–t గ్రాఫ్ సరళరేఖ కాబట్టి, తక్షణ త్వరణం సగటు త్వరణానికి సమానంగా ఉంటుంది.

2 సె వద్ద, A యొక్క వేగం =4 మీ.సె$^{-1}$.

B యొక్క వేగం =2 మీ.సె$^{-1}$.

C యొక్క వేగం =0.8 మీ.సె$^{-1}$ (దాదాపు)

2. స్థిరత్వరణంతో గమనంలో ఉన్న వస్తువుకు సంబంధించిన మూడు చలన సమీకరణాలను సాధించండి.

జ: ఏకరీతి త్వరణీకరణ చలనానికి సంబంధించిన మొదటి సమీకరణం వస్తువు త్వరణం, ప్రయాణంచేసిన కాలం తెలిస్తే దాని తుది వేగం కనుక్కోగలుగుతుంది. నిర్వచనం ప్రకారం

త్వరణం = $= \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

$t_1 = 0$ వద్ద $v_1 = v_0$ అయిన $t_2 = t$ వద్ద $v_2 = v$ అవుతుంది. అప్పుడు

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\Rightarrow \quad v = v_0 + at$$

ఏకరీతి త్వరణీకరణ చలనం యొక్క రెండవ సమీకరణం

వస్తువు స్థిర త్వరణం a తో చలిస్తూ ఉంటే t కాలం తరవాత వస్తువు ఏ స్థానంలో ఉన్నది గణించుటకు రెండవ చలన సమీకరణం ఉపయోగపడుతుంది.

$t = 0$ వద్ద $x_1 = x_0$, $v_1 = v_0$ మరియు

$t = t$ వద్ద $x_2 = x$, $v_2 = v$ అనుకుందాం

ప్రయాణంచేసిన దూరం = v–t గ్రాఫ్ వైశాల్యం

= సమలంబ చతుర్భుజం OABC వైశాల్యం

$$= \frac{1}{2}(CB + OA) \times OC$$

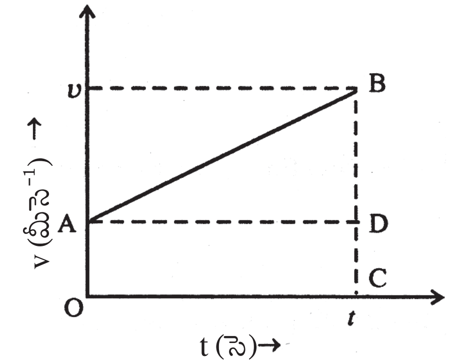
$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v + v_0)t$$

$v = v_0 + at$ అని మనకు తెలుసు, కాబట్టి

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + at + v_0) \times t$$

$$= v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

లేదా $$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$



పటం ఏకరీతి త్వరణీకరణ చలనానికి v – t గ్రాఫ్

ఏకరీతి త్వరణీకరణ చలనం యొక్క మూడవ సమీకరణం

వస్తువు యొక్క త్వరణం, స్థానం, తొలివేగం తెలిసి, కాలం t తెలియకపోయినా, తుదివేగం కనుక్కొనేందుకు ఈ మూడవ సమీకరణాన్ని ఉపయోగిస్తారు.

సమీకరణం నుండి మనం ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v + v_0)t$$

సమీకరణం 2.6 నుండి మనం కింది సమాకరణం రాయవచ్చు.

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

t విలువను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v + v_0)\left(\frac{v - v_0}{a}\right)$$

$$\Rightarrow \quad 2a(x - x_0) = v^2 - v_0^2$$

$$\Rightarrow \quad v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

అందువల్ల, స్థిర త్వరణానికి మూడు సమీకరణాలు

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

మరియు $$v^2 = v_0^2 + 2a\,(x - x_0)$$

3 గమన నియమాలు

పరిచయం

వస్తువు యొక్క గమనాన్ని దాని స్థానభ్రంశం, వేగం మరియు త్వరణంపరంగా వర్ణించడానికి ఇంతకు ముందు పాఠంలో నేర్చుకున్నారు. కాని ముఖ్యమైన ప్రశ్న ఏమిటంటే ఏది వస్తువును కదిలిస్తుంది? ఏది భూమిపై దొర్లే బంతిని కొంత దూరం వెళ్ళిన తరవాత ఆపుతుంది? నిత్యజీవితంలో జరిగే అనేక సంఘటనల నుండి ఒక వస్తువు స్థానాన్ని గదిలో మార్చాలంటే తోయుటకాని లేదా లాగడంకాని అవసరం అని మనకు తెలుసు. ఇదే విధంగా ఎక్కువ దూరం పంపడానికి ఫుట్‌బాల్‌ను గట్టిగా తన్నాల్సి ఉంది. క్రికెట్ బంతిని, బ్యాట్‌తో గట్టిగా కొట్టినప్పుడు మాత్రమే అది బవుండరీ అవతలకి పడుతుంది. పై అన్ని చర్యల్లో కండ బలం యొక్క కృత్యం ఉన్నదని మరియు దాని యొక్క ఫలితం కనిపించునని ఒప్పుకుంటారు.

అయితే, మరికొన్ని సందర్భాల్లో క్రియ వెనుక గల కారణాలు నేరుగా కనిపించవు. ఉదాహరణకు ఏది వర్షపు చినుకులను భూమిపై పడేలా చేస్తుంది? ఏది భూమిని సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగేలా చేస్తుంది? ఈ పాఠంలో ప్రాథమిక గమన నియమాలు మరియు గమనానికి కారణం బలం అని కనుగొంటారు. ఈ పాఠంలో నేర్చుకునే బలం యొక్క భావన భౌతికశాస్త్రంలో వేరు వేరు శాఖల్లో ఉపయోగపడుతుంది. బలం మరియు గమనాలు రెండు ఒకదానితో మరొకటి సన్నిహితంగా కలపబడి ఉంటాయని న్యూటన్ చూపినాడు. గమన నియమాలు అనేవి ప్రాథమికమైనది మరియు ఇవి నిత్యజీవితంలో జరిగే అనేక దృగ్విషయాలను అర్థం చేసుకోవడానికి ఉపయోగపడతాయి.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరవాత కింది విషయాలు మీరు తెలుసుకొంటారు.

- జడత్వం యొక్క ప్రాముఖ్యతను వివరించడం.

- న్యూటన్ గమన నియమాలు మరియు వాటిని ఉదాహరణలతో వివరించడం.
- ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం మరియు వాటికి సంబంధించిన ఉదాహరణలతో వివరించడం.
- ఘర్షణ గుణకం నిర్వచనం మరియు స్థైతిక, గతిక, దొర్లుడు ఘర్షణ బలాల మధ్య భేదాలు.
- ఘర్షణను తొలగించే పద్ధతులు మరియు నిత్యజీవితంలో ఘర్షణ యొక్క ప్రాముఖ్యత గురించి తెలుసుకోవడం.
- ఇచ్చిన స్థితిని విశ్లేషించడం మరియు స్వేచ్ఛా వస్తు పటాన్ని గీసి న్యూటన్ గమన నియమాలను అనువర్తించడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. జడత్వం అంటే ఏమిటి? వస్తువు యొక్క జడత్వాన్ని కొలిచే భౌతికరాశి ఏమిటి?

జ. ఏ ధర్మం వల్లనయితే నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న వస్తువు తన నిశ్చల స్థితిలోని మార్పును, సరళరేఖామార్గంలో ఏకరీతి చలనంలో ఉన్న వస్తువు తన స్థితి మార్పును వ్యతిరేకిస్తుందో ఆ ధర్మాన్ని జడత్వం అంటారు. వస్తువు ద్రవ్యరాశి, దాని జడత్వానికి కొలత.

2. వస్తువుపై బలాన్ని ప్రయోగించినపుడు, ఆ వస్తువులో బలం వల్ల కలిగే వేరువేరు మార్పులను తెలియజేయండి ?

జ. బలం గమనాన్ని మార్చగలదు మరియు వస్తువు స్థితిని ఆకారాన్ని మార్చగలదు.

3. జడత్వ నిర్ధేశక చట్రం అంటే ఏమిటి? దానికా పేరు ఎలా వచ్చింది.

జ. బాహ్యబలాలు పనిచేయునపుడు నిర్దేశక చట్రం దృష్ట్యా వస్తువు యొక్క వేగం స్థిరంగా ఉన్నట్లయితే అటువంటి నిర్ధేశక చట్రాన్ని జడత్వ నిర్దేశక చట్రం అంటారు. వస్తువు తన స్థితిలో మార్పు చెందకుండా (నిశ్చల స్థితి లేదా ఏకరీతి చలనం) ఉండే జడత్వ ధర్మం నుండి ఈ పేరు వచ్చింది.

4. ద్రవ్యవేగమనగా నేమి? దాని SI ప్రమాణాలు తెల్పండి.

జ. వస్తువు ద్రవ్యరాశి మరియు దానివేగం ల మధ్య లబ్ధాన్ని ద్రవ్యవేగం అంటారు.

$$P = mV$$

SI ప్రమాణాలు : $Kg\ mS^{-1}$.

5. న్యూటన్ దేనికి ప్రమాణమో తెలిపి, న్యూటన్‌ను నిర్వచించండి.

జ. బలానికి SI ప్రమాణం న్యూటన్.

1 kg ద్రవ్యరాశి గల వస్తువులో $1\ ms^{-2}$ త్వరణాన్ని కలుగ చేసే బలమే 1 న్యూటన్.

6. వేరు వేరు ద్రవ్యరాశులు గల రెండు వస్తువులకు ఒకే ద్రవ్యవేగం ఉన్నది. ఏది ఎక్కువ వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది.

జ. $P = m\nu$ ఇక్కడ m వస్తువు ద్రవ్యరాశి, ν వేగం ద్రవ్యవేగం సమానం కనుక తక్కువ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు ఎక్కువ వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది.

7. కొంత ఎత్తు నుండి బంతి పడుతున్నప్పుడు దాని యొక్క ద్రవ్యవేగం ఏమవుతుంది. దానికి కారణం తెల్పండి.

జ. బంతి క్రిందికి పడుతున్నప్పుడు దాని ద్రవ్యవేగం పెరుగుతుంది. బంతి యొక్క గమన దిశలో గురుత్వాకర్షణ బలం పనిచేయడం వల్ల వస్తువు వేగం పెరిగి ద్రవ్యవేగం పెరుగుతుది.

8. కింది ఏ సందర్భంలో వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పు ఎక్కువగా ఉంటుంది.

1. నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న 2కేజిల ద్రవ్యరాశి గల వస్తువుపై 150 N ల బలం 1 sec కాలం పాటు ప్రయోగించినప్పుడు
2. నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న 2 కేజీల ద్రవ్యరాశి గల వస్తువుపై 150 N ల బలం 2 sec పాటు ప్రయోగించినపుడు

జ. రెండవ సందర్భంలో ద్రవ్యవేగంలో మార్పు ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇక్కడ $F\,\Delta t$ లబ్ధం ద్రవ్యవేగంలో మార్పును కలుగజేస్తుంది $F \propto \frac{\Delta P}{\Delta t}$.

9. ఒక వస్తువు స్థిరవడితో వృత్తాకార మార్గంలో తిరుగుతుంది. వస్తువుకు స్థిరమైన ద్రవ్యవేగం ఉంటుందా? కారణం తెల్పండి ?

జ. ద్రవ్యవేగం స్థిరంగా ఉండదు. వడి స్థిరంగా ఉన్నప్పటికి, దిశ మారుతున్నందున వేగం మారుతుంది. కాబట్టి ద్రవ్యవేగం స్థిరంగా ఉండదు.

10. ప్రచోదనం అంటే ఏమిటి? దాని SI ప్రమాణాలు తెల్పండి.

జ. స్వల్పకాలంలో ప్రయోగింపబడిన బలం వల్ల ఏర్పడే ఫలితాన్నే ప్రచోదనం అంటారు. బలం (F) మరియు బలప్రయోగ కాలం (Δt)ల మధ్య లబ్ధాన్ని ప్రచోదనం అంటారు.

ప్రచోదనం = $F \times \Delta t$

దీని యొక్క SI ప్రమాణం. $kg\ ms^{-1}$ లేదా Ns.

11. M ద్రవ్యరాశి గల దిమ్మె θ వాలుకోణం కలిగిన గరుకు వాలుతలంపై ఉన్నది. దిమ్మెపై పనిచేసే బలాలను పటంలో చూపించండి.

జ.

12. గతిక ఘర్షణ గుణకం స్థైతిక ఘర్షణ గుణకం అంటే ఏమిటి?

జ. రెండు తలాల మధ్య గరిష్ట గతిక బలానికి, అభిలంబ బలానికి మధ్యగల నిష్పత్తినే గతిక ఘర్షణ గుణకం అంటారు

$$\mu_k = \frac{f_k}{F_N}$$

రెండు తలాల మధ్య గరిష్ట స్థైతిక బలానికి, అభిలంబ బలానికి మధ్యగల నిష్పత్తినే స్థైతిక ఘర్షణ గుణం అంటారు.

$$\mu_S = \frac{f_S}{F_N}.$$

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఆమని మరియు మనోజ్‌ల యొక్క భారాలు వరసగా 60 kg మరియు 40 kg. వీరు వరసగా వేగాలు $1.0\ ms^{-1}$ మరియు $1.5\ ms^{-1}$ లతో పరస్పరం సమీపిస్తున్న, వీరి ద్రవ్యవేగాలు కనుక్కోండి.

జ. అమన్ ద్రవ్యవేగం

$$P = \text{ద్రవ్యరాశి} \times \text{వేగం}$$

$$= 60\ kg \times 1.0\ ms^{-1}$$

$$= 60\ kg\ ms^{-1}.$$

మనోజ్ ద్రవ్యవేగం

$$P = 40\ kg \times (-1.5\ ms^{-1})$$

$$= -60\ kg\ ms^{-1}$$

అమన్ మరియు మనోజ్‌ల ద్రవ్యవేగాలు పరిమాణాత్మకంగా సమానం కాని దిశల్లో వ్యతిరేకం.

2. 2 kg ద్రవ్యరాశిగల వస్తువు t = 0 s నుండి స్వేచ్ఛగా పడుతున్నది. అయితే స్వేచ్ఛగా పడుతున్నప్పుడు (a) t = 0, b) t = 1 s మరియు c) t = 2s కాలాల వద్ద దాని ద్రవ్యవేగాలు కనుక్కోండి.

జ. a) t = 0 s కాలం వద్ద వస్తువు స్వేచ్ఛగా పడుతున్నది కాబట్టి వేగం శూన్యం.

కాబట్టి తొలి ద్రవ్యవేగం శూన్యం.

b) t = 1 s కాలం వద్ద, వస్తువు వేగం $9.8\ ms^{-1}$ ($v = v_0 + at$ సమీకరణం నుండి) కింది దిశలో ఉంటుంది.

కాబట్టి వస్తువు ద్రవ్యవేగం

$$P_1 = (2\ kg) \times 9.8\ ms^{-1} = 19.6\ kg\ ms^{-1}$$ కింది దిశలో

c) t = 2 s కాలం వద్ద, వస్తువు వేగం $19.6\ ms^{-1}$ కింది దిశలో ఉంటుంది.

కాబట్టి వస్తువు ద్రవ్యవేగం

$$P_2 = 2\ kg \times 19.6\ ms^{-1} = 39.2\ kg\ ms^{-1}$$ కింది దిశలో.

3. 0.2 kg ద్రవ్యరాశిగల రబ్బరు బంతి గోడను 10 ms^{-1} వేగంతో తాకి తిరిగి అదే వడితో వెనకకు తొలి మార్గంలో ప్రయాణించింది. అయితే బంతి యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పును కనుక్కోండి.

జ. ఇక్కడ ద్రవ్యవేగం యొక్క పరిమాణం గోడను తాకక ముందు, తాకిన తరవాత సమానం కాని దాని దిశ గోడను తాకిన తరవాత వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది.

కాబట్టి ద్రవ్యవేగం యొక్క పరిమాణం = (0.2 kg) x (10 ms^{-1})= 2 kg ms^{-1}.

తొలి ద్రవ్యవేగ సదిశను ఒక వేళ ధన x దిశలో తీసుకొంటే, తుది ద్రవ్యవేగం రుణ x-అక్షం దిశలో ఉంటుంది. కాబట్టి

$$P_i = 2 \text{ kg ms}^{-1}; P_f = -2 \text{ kg ms}^{-1}.$$

కాబట్టి ద్రవ్యవేగంలో మార్పు $P_f - P_i = (-2 \text{ kg ms}^{-1}) - (2\text{kg ms}^{-1}) = -4 \text{ kg ms}^{-1}$.

ఇక్కడ రుణ గుర్తు ద్రవ్యవేగంలో మార్పు యొక్క దిశ, రుణ x-అక్షం దిశలో ఉంటుందని తెలియచేస్తుంది.

4. 0.4 kg ద్రవ్యరాశిగల బంతి నేలపై **20** ms^{-1} వేగంతో దొర్లుతూ చివరికి **10** s కాలంలో నిశ్చలస్థితికి చేరింది. బంతిపై స్థిరబలం పనిచేసిందనుకొనిన, ఆ బంతిని ఆపిన బలాన్ని కనుక్కోండి.

జ. m = 0.4 kg, తొలి వేగం u = 20 ms^{-1}, తుది వేగం = 0 ms^{-1} మరియు కాలం t = 10 s ఇవ్వబడ్డాయి.

కాబట్టి,

$$|\mathbf{F}| = m|\mathbf{a}| = \frac{m(v-u)}{t} = \frac{0.4 \text{ kg}\left(-20 \text{ ms}^{-1}\right)}{10 \text{ s}}$$

$$= -0.8 \text{ kg ms}^{-2} = -0.8 \text{ N}.$$

ఇక్కడ రుణ గుర్తు బంతిపై బల ప్రయోగ దిశ, దాని గమన దిశకు వ్యతిరేకంగా ఉన్నదని తెలుపుతుంది.

5. 10 ms^{-1} తొలివేగంతో వెళుతున్న 10 kg ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై 50N స్థిరబలం ప్రయోగించారు. బలం, వస్తువు యొక్క గమన దిశకు వ్యతిరేక దిశలో పనిచేస్తున్న వస్తువు ఎంత కాలంలో నిశ్చలస్థితిలోకి వచ్చును?

జ. m = 10 kg, F = –50 N v_0 = 10 ms^{-1} మరియు v = 0 ఇవ్వబడింది. t ను కనుక్కోవాలి.

$$F = ma$$

ఈ సమీకరణాన్ని కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$F = m\left(\frac{v - v_0}{t}\right)$$

$$-50 \text{ N} = 10 \text{ kg}\left(\frac{0 - 10 \text{ ms}^{-1}}{t}\right)$$

$$t = \frac{-100 \text{ kg ms}^{-1}}{-50 \text{ N}} = \frac{100 \text{ kg ms}^{-1}}{50 \text{ kg ms}^{-2}} = 2 \text{ s}$$

6. ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమంను రాసి, రుజువు చేయండి.

జ. ఒక వియుక్త వ్యవస్థలో వస్తువుల యొక్క ద్రవ్య వేగంల బీజీయ మొత్తం స్థిరం. దీనినే ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం అంటారు.

న్యూటన్ గమన నియమాల పర్యవసానం ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం

న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం ప్రకారం, **F** అనే బలం వస్తువుపై పనిచేయడంవల్ల Δt కాలంలో వస్తువు ద్రవ్యవేగంలో మార్పు $\Delta \mathbf{P}$ అయితే,

$$\Delta \mathbf{P} = \mathbf{F}\Delta t$$

పై సమీకరణం ద్వారా ఒక వేళ వస్తువుపై బాహ్యబలం పనిచేయకపోతే వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పు శూన్యం అవుతుందని తెలుస్తుంది. అంటే వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పు ఉండదు. ఇదే వాదనను అనేక వస్తువులు గల వ్యవస్థకు కూడా అనువర్తించవచ్చు.

న్యూటన్ మూడవ గమన నియమం నుండి కూడా ఇదే ఫలితాన్ని పొందవచ్చు. A మరియు B వస్తువులు గల ఒక వియుక్త వ్యవస్థలో వస్తువులు Δt కాలంలో అన్యోన్యచర్యకు లోనైనవి అనుకోండి. $\mathbf{F}_{AB}$ మరియు $\mathbf{F}_{BA}$ లు ఒకదానిపై ఒకటి ప్రయోగించే బలాలైన, న్యూటన్ మూడవ గమన నియమం నుండి

$$\mathbf{F}_{AB} = -\mathbf{F}_{BA}$$

లేదా $$\frac{\Delta \mathbf{P}_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta \mathbf{P}_B}{\Delta t}$$

లేదా $$\Delta \mathbf{P}_A + \Delta \mathbf{P}_B = 0$$

లేదా $$\Delta \mathbf{P}_{\text{వ్యవస్థ}} = 0$$

లేదా $$\mathbf{P}_{\text{వ్యవస్థ}} = \text{స్థిరం}$$

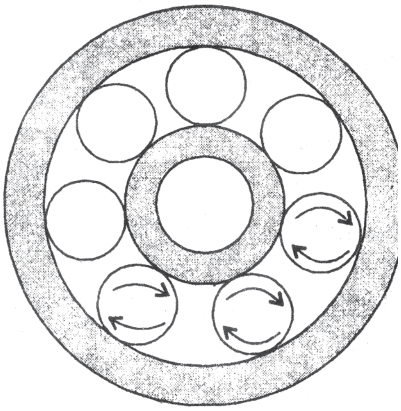
అంటే వ్యవస్థ ద్రవ్యవేగంలో మార్పు లేదు. మరోలా చెప్పాలంటే వ్యవస్థ ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వం చెందింది.

7. ఘర్షణను తొలగించే పద్ధతులను తెల్పండి.

జ: ఘర్షణను తొలగించే పద్ధతులు

మానవ జాతి కనుగొన్న గొప్ప సాధనాల్లో చక్రం ఒకటి ఎందుకంటె వస్తువులు జారుట కంటె దొర్లడం సులభం ఈ కారణంవల్ల యంత్రంలో ఘర్షణను తగ్గించుటకు బాల్ బేరింగ్‌లను వాడతారు. బాల్‌బేరింగ్‌ల్లో, స్టీలు గోళాలను రెండు సహాక్ష స్థూపాల మధ్య పటం 3.6లో చూపిన విధంగా అమరుస్తారు. సాధారణంగా ఒక స్థూపం మరొక

స్థూపం దృష్ట్యా తిరిగేటట్లుగా చేస్తారు. దీనివల్ల బంతులు దొర్లునప్పుడు వాటి మధ్య ఘర్షణ బలం దాదాపుగా ఉండదు. బాల్‌బేరింగులను అన్ని రకాల వాహనాల్లో, విద్యుత్ మోటార్లలో, ఫాన్‌ల వంటి ఇతర పరికరాల్లో వాడతారు.



గ్రీజు లేదా నూనె వంటి **స్నేహకాలు** స్పర్శించే తలాల మధ్య ఉంచిన ఘర్షణ బలం బాగా తగ్గుతుంది. బరువైన పెద్ద యంత్రాల్లో కదిలే యంత్ర భాగాల మధ్య నూనె ప్రవహించేట్టు చేయడం వల్ల ఘర్షణ బలం తగ్గుతుంది. మరియు ఉష్ణశక్తి వెలువడి యంత్రాలు పాడుకాకుండా ఉంటాయి. నిజానికి స్నేహకాలను వాడటంవల్ల వస్తువుల మధ్య ఉండే సహజమైన ఘర్షణ, ప్రవాహి ఘర్షణగా (fluid friction) మారుతుంది. ప్రవాహి ఘర్షణ, వస్తువుల మధ్య ఉండే సహజ ఘర్షణ కంటే తక్కువ.

శుద్ధిచేయబడి, సంపీడించబడిన గాలిని స్పర్శించే తలాల మధ్య పంపటం వల్ల కూడా ఘర్షణ బలం తగ్గుతుంది. మరియు దీనివల్ల కదిలే భాగాల మధ్య దుమ్ము మరియు ధూళి కణాలు కూడా చేరకుండా ఉంటాయి.

8. జడత్వ మరియు అజడత్వ నిర్దేశిక చట్రాల గురించి రాయండి.

జ. జడత్వ మరియు అజడత్వ నిర్దేశక చట్రాల ప్రాథమిక భావనలు.

సరళరేఖా మార్గంలో (ఏక మితీయ) ఉన్న వస్తువు యొక్క గమనాన్ని తెలుసుకొనుటకు ఆధార బిందువు (మూల బిందువు) ఒకటి సరిపోతుంది. కాని, ద్వి మితీయ మరియు త్రి మితీయ అక్షాల్లో గమనాన్ని తీసుకున్నప్పుడు, అంతరాళంలో బిందువు యొక్క స్థానాన్ని తెలియచేయటానికి నిర్దేశక రేఖల సమూహాలను ఉపయోగించాల్సి వస్తుంది. **ఈ రేఖా సమూహాన్ని నిర్దేశక చట్రాలు అంటారు.**

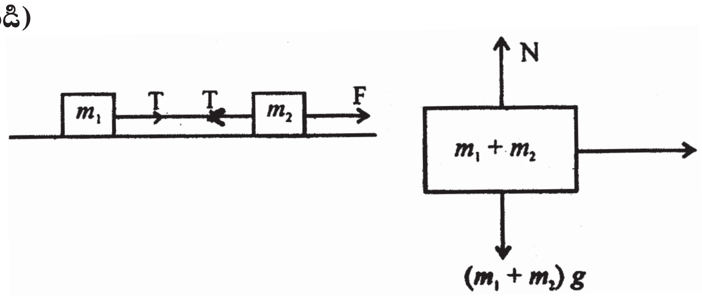
ప్రతి వస్తువు యొక్క గమనాన్ని పరిశీలకుడు వివరించగలడు. పరిశీలకుడి యొక్క గమన స్థితి ఆధారంగా వస్తువు యొక్క గమన వివరణ కూడా మారుతుంది. ఉదాహరణకు రైల్వే స్టేషన్‌లో ప్లాట్‌ఫాం పైన నిశ్చల స్థితిలో ఒక పెట్టె ఉన్నదనుకుందాం. ప్లాట్‌ఫాంపైన నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న పరిశీలకుడు ఆ పెట్టె నిశ్చల స్థితిలో ఉన్నట్లుగా గమనిస్తాడు. కాని రైలు v స్థిర వేగంతో కదులుతున్నప్పుడు దానిలో ఉన్న పరిశీలకుడు ఆ పెట్టె $-v$ వేగంతో ప్రయాణిస్తున్నట్లుగా గమనిస్తాడు. ఒక వేళ రైలు త్వరణం a తో కదులుతుంటే పెట్టె యొక్క గమన వివరణ ఎలా ఉంటుంది? అప్పుడు ఆ రైలులో ఉన్న పరిశీలకుడికి పెట్టె త్వరణంతో $(-a)$ కదులుతున్నట్లుగా కనుగొంటాడు. కాని ఈ పరిశీలన పరిశీలకుడి పరంగా మొదటి గమన నియమాన్ని పాటించడంలేదని తెలుస్తుంది.

కాబట్టి, వస్తువు యొక్క గమనాన్ని వర్ణించడానికి నిర్దేశక చట్రాన్ని పరిశీలకుడితో పాటు ఉంచాలి. వస్తువు దృష్ట్యా మరొక నిర్దేశక చట్రం దృష్ట్యా నిర్దేశక చట్రం నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న లేదా రుజుమార్గంలో సమవేగంతో వెళుతున్నా ఆ నిర్దేశక చట్రంలో జడత్వ నియమం సరిపడుతుంది. ఇటువంటి నిర్దేశిక చట్రాన్ని జడత్వ నిర్దేశక చట్రం

అంటారు. మరొక వైపు పరిశీలకుడు ఉన్న నిర్దేశక చట్రం త్వరణంతో ఉంటే అప్పుడు ఆ నిర్దేశక చట్రాన్ని అజడత్వ నిర్దేశక చట్రం అంటారు.

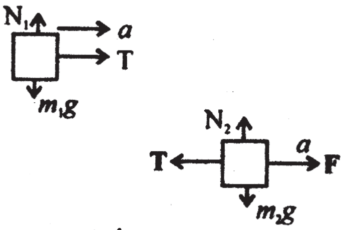
అజడత్వ నిర్దేశక చట్రంలో m ద్రవ్యరాశిగల వస్తువు (a) త్వరణంతో గమనంలో ఉన్నప్పుడు, ఆ వస్తువుపై మిధ్యా బలం ma తీసుకొని న్యూటన్ రెండవ గమన నియమాన్ని అనువర్తించవచ్చు. వస్తువు భ్రమణ చలనంలో ఉన్నప్పుడు ఇదే మిధ్యా బలంను అపకేంద్ర బలంగా తీసుకుంటారు.

9. **m_1 మరియు m_2 ద్రవ్యరాశులు గల రెండు దిమ్మెలను ఒక తేలికైన తాడు సహాయంతో కట్టి వాటిని ఘర్షణరహిత తలంపై ఉంచారు. m_2 ద్రవ్యరాశి గల దిమ్మె క్షితిజ సమాంతర బలం F తో లాగబడింది. అయితే దిమ్మెల యొక్క త్వరణం ఎంత? మరియు దిమ్మెలను కలిపిన తాడులో ఏర్పడే తన్యత ఎంత? (తాడు క్షితిజ సమాంతరంగా ఉన్నదనుకోండి)**



పటం రెండు వస్తువులు తాడుతో కట్టబడి ఉన్నప్పుడు స్వేచ్ఛా వస్తు పటం

జ. పటం 3.7 నుండి F దిశలో దిమ్మెల్లో ఏర్పడిన త్వరణం a మరియు తాడులో తన్యత T అనుకోండి. m_1 మరియు m_2 ద్రవ్యరాశులు కలిగిన వ్యవస్థ యొక్క స్వేచ్ఛా వస్తుపటంపై సూత్రం $\sum F = ma$ అనువర్తించగా,



పటం

$$N - (m_1 + m_2)g = 0$$

మరియు $F = (m_1 + m_2)\, a$

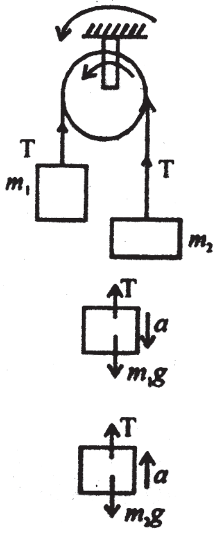
$$\Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

m_1 యొక్క స్వేచ్ఛా వస్తు పటానికి సూత్రం $\sum F = ma$ ను రాయగా

$N_1 - m_1 g = 0$ మరియు $T = m_1 a$ మనకు వచ్చును.

$$\Rightarrow T = m_1\left(\frac{F}{m_1 + m_2}\right)$$

లేదా $$T = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}\right)F$$



పటం

10. m_1 మరియు m_2 ద్రవ్యరాశులు గల వస్తువులను ($m_1 > m_2$) సాగదీయుటకు వీలు లేని ఒక తేలికైన తాడు చివర కట్టి, తాడును ఘర్షణ రహిత కప్పీ మీదుగా అమర్చినారు. వస్తువులను స్వేచ్ఛగా వదిలినప్పుడు వాటి యొక్క త్వరణాలను, తాడులో తన్యతను కనుక్కోండి.

జ. m_1 యొక్క త్వరణం a కింది దిశలోను మరియు m_2 యొక్క త్వరణం a పై దిశలో వస్తువులను కలిపే తాడులో తన్యత T

m_1 మరియు m_2 వస్తువులపై $\sum F = ma$ సమీకరణం అనువర్తించగా

$$m_1 g - T = m_1 a \quad \ldots \quad (1)$$

$$T - m_2 g = m_2 a \quad \ldots \quad (2)$$

(1) మరియు (2) సమీకరణాలను సాధించగా a మరియు T విలువలు వచ్చును.

$$a = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)g \quad T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2}\right)g$$

11. ద్రవ్యరాశి M = 10 kg గల ట్రాలీ అనునది ద్రవ్యరాశి m = 2 kg గల దిమ్మెకు ద్రవ్యరాశిరహిత సాగదీయుటకు వీలులేని తాడు సహాయంతో కట్టి తాడును పటంలో చూపిన విధంగా (3.10) తేలికైన ఘర్షణ రహిత కప్పీ మీదుగా వదిలినారు. ట్రాలీకు మరియు తలానికి మధ్య గల గతిక ఘర్షణ గుణకం $\mu_k = 0.02$ అయితే a) ట్రాలీ యొక్క త్వరణం b) తాడులో తన్యతను కనుక్కోండి.

జ. పటం 3.10(b), (c) లు వరసగా ట్రాలీ మరియు దిమ్మె యొక్క స్వేచ్ఛా వస్తు పటాలు. a అనేది దిమ్మె మరియు ట్రాలీ యొక్క త్వరణం అయితే,

ట్రాలీ $F_N = Mg$ మరియు

$T - f_k = Ma$ ఇక్కడ $f_k = \mu_k F_N = \mu_k Mg$

కాబట్టి, $T - \mu_k Mg = Ma \quad \ldots \quad (1)$

దిమ్మె, $mg - T = ma \quad \ldots \quad (2)$

(1) మరియు (2) సమీకరణాలను కలపగా

$$mg - \mu_k Mg = (M + m)a$$

లేదా $$a = \frac{mg - \mu_k Mg}{M + m} = \frac{(2\text{kg})(9.8\text{ ms}^{-2}) - (0.02)(10\text{ kg})(9.8\text{ ms}^{-2})}{(10\text{ kg} + 2\text{ kg})}$$

$$= \frac{19.6\text{ kg ms}^{-2} - 1.96\text{ kg ms}^{-2}}{12\text{ kg}} = 1.47\text{ ms}^{-2}$$

కాబట్టి, త్వరణం $a = 1.47 \text{ ms}^{-2}$.

సమీకరణం (2) నుండి $T = mg - ma = m(g - a)$

$$= 2 \text{ kg } (9.8 \text{ ms}^{-2} - 1.47 \text{ ms}^{-2})$$

$$= 2 \text{ kg } (8.33 \text{ ms}^{-2})$$

$$T = 16.66 \text{ N}.$$

12. ప్రచోదనం, ద్రవ్యవేగంలో మార్పుకు సమానం అని చూపండి.

జ. స్వల్పకాలంలో ప్రయోగింపబడిన బలంవల్ల ఏర్పడే ఫలితాన్నే ప్రచోదనం అంటారు. బలం (F) మరియు బల ప్రయోగ కాలం Δt ల మధ్య లబ్ధాన్ని ప్రచోదనం అంటారు.

అంటే, ప్రచోదనం $= \mathbf{F}.\Delta t$

ఒక వేళ **F** అనే బల ప్రయోగంవల్ల వస్తువు యొక్క తొలి మరియు తుది వేగాలు వరసగా **u** మరియు **v** అయితే అప్పుడు కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\text{ప్రచోదనం} = \frac{m\mathbf{v} - m\mathbf{u}}{\Delta t} \Delta t$$

$$= m\mathbf{v} - m\mathbf{u}$$

$$= P_f - P_i$$

$$= \Delta \mathbf{P}$$

అంటే ప్రచోదనం, ద్రవ్యవేగంలో మార్పుకు సమానం.

ప్రచోదనం సదిశరాశి మరియు దీని యొక్క SI ప్రమాణం kg ms^{-1} (లేదా Ns).

13. 5 kg ద్రవ్యరాశిగల దిమ్మె క్షితిజ సమాంతర తలంపై ఉన్నది. రెండు తలాలకు సంబంధించిన గతిక ఘర్షణ గుణకం $\mu_k = 0.1$. దిమ్మెను 10 N బలంతో క్షితిజ సమాంతర దిశలో లాగినప్పుడు దిమ్మెలో కలిగే త్వరణం ఎంత?

జ. గతిక ఘర్షణ బలం $f_k = \mu_k F_N$ మరియు $F_N = mg$

కాబట్టి, $f_k = \mu_k mg$

$$= 0.1 \times (5 \text{ kg}) \times (9.8 \text{ ms}^{-2})$$

$$= 4.9 \text{ kg ms}^{-2} = 4.9 \text{ N}$$

దిమ్మెపై ఫలితబలం $= F_{ext} - f_k$

$$= 10\ N - 4.9\ N = 5.1\ N$$

కావున, దిమ్మె యొక్క త్వరణం a = $= \frac{5.1\ N}{5\ kg} = 1.02\ ms^{-2}$

కావున దిమ్మె 1.02 ms^{-2} త్వరణంతో బాహ్యంగా అనువర్తించిన బలదిశలో కదులును.

14. 2 kg ద్రవ్యరాశి గల దిమ్మె క్షితిజ సమాంతర తలంపైన ఉన్నది. రెండు స్పర్శ తలాలకు సంబంధించిన స్థైతిక ఘర్షణ గుణకం 0.25 అయితే స్పర్శించే తలాల మధ్య పనిచేసే గరిష్ఠ స్థైతిక ఘర్షణ బల పరిమాణాన్ని కనుక్కోండి.

జ. ఇచ్చుట $m = 2\ kg$ మరియు $\mu_s = 0.25$ ఇవ్వబడింది.

సమీకరణం 3.6 నుండి $\mathbf{f}_s^{max} = \mu_s \mathbf{F}_N$

$$= \mu_s mg$$

$$= 0.25 \times (2\ kg)(9.8\ ms^{-2}) = 4.9\ N.$$

15. ఘర్షణ బలం వల్ల ఉపయోగాలు, నష్టాలు రాయండి.

జ. 1. భూమికి మన కాళ్ళకు మధ్య ఉండే ఘర్షణ వల్లే మనం నడవగలుగుతున్నాము.

2. గోడలలోకి చెక్కలలోకి మేకులను, మరలను చొప్పించినపుడు పట్టి ఉంచడానికి ఘర్షణ బలం తోడ్పడుతుంది.

3. పాత్రలను లేదా కలాన్ని పట్టుకోవడానికి ఘర్షణ బలం చేతివేళ్ళకు తోడ్పడుతుంది.

4. వాహనాలను రోడ్లపై నడపడానికి, ఆపడానికి ఘర్షణ బలం ఉపయోగపడుతుంది.

5. యంత్రానికి అమర్చిన బెల్టు ద్వారా యాంత్రిక శక్తి ప్రసరణ ఘర్షణ బలం వల్లే సాధ్యమవుతుంది.

ఘర్షణ బలం వల్ల నష్టాలు

1. ఇంజన్లలో శక్తి నష్టం ఘర్షణ బలాల వల్ల జరుగుతుంది.

2. స్పర్శిస్తున్న యంత్ర తలాల సాపేక్ష గమనాన్ని ఘర్షణ బలం వ్యతిరేకించడం వల్ల యంత్రాల యొక్క తలాలు అరుగుదలకు గురి అయి యాంత్రిక నష్టం జరుగుతుంది.

3. ఘర్షణ బలం వల్ల యంత్రాలలో ఉష్ణం ఉద్భవిస్తుంది. ఇలా ఉద్భవించిన ఉష్ణం యంత్రభాగాలను నష్టపరుస్తుంది.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. న్యూటన్ గమన సూత్రాలు రాయండి. F = Ma ను రాబట్టండి.

జ. నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న 4 కేజీ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువుపై ఒక బలం 4 సెకన్లు పనిచేసింది. అది ఆకాలంలో 96 మీ ప్రయాణం చేస్తే బల పరిమాణం కనుక్కోండి.

జ. న్యూటన్ గమన సూత్రాలు

1. బాహ్యబలం పనిచేయునంత వరకు నిశ్చల స్థితిలో నున్న వస్తువు నిశ్చల స్థితిలోను, సరళరేఖ వెంబడి ఏకరీతి గమనంలో ఉన్న వస్తువు అదే స్థితిలోను కొనసాగుతుంది.
2. వస్తువు ద్రవ్యవేగం లోని మార్పురేటు ఆ వస్తువుపై పనిచేసే నికర బలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. వస్తువు ద్రవ్యవేగంలోని మార్పు వస్తువుపై పని చేసే నికర బలదిశలోనే ఉంటుంది.
3. చర్య, ప్రతిచర్యలు సమానంగా ఉండి దిశల్లో వ్యతిరేకంగా ఉంటాయి.

వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పుకు, దానిపై కలగజేసే నికర బలానికి మరియు బలం పనిచేసే కాలానికి మధ్య సంబంధం ఉంటుంది. **న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం** ఈ మూడు అంశాల మధ్యగల సంబంధాన్ని తెలియచేస్తుంది. ఈ నియమం ప్రకారం **వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పురేటు ఆ వస్తువుపై పనిచేసే నికర బలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. వస్తువు ద్రవ్య వేగంలోని మార్పు వస్తువుపై పనిచేసే నికర బల దిశలో ఉంటుంది.**

అనగా ఒక వేళ వస్తువుపై F బాహ్యబల ప్రయోగంవల్ల Δt కాలంలో వస్తువు ద్రవ్యవేగంలో మార్పు ΔP అయిన,

$$\mathbf{F} \propto \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta \mathbf{t}}$$

$$F = k\frac{dp}{dt}$$

ఇక్కడ k అనేది అనుపాత స్థిరాంకం.

కాని ద్రవ్యవేగాన్ని, వేగం మరియు ద్రవ్యరాశి లబ్ధంగా రాసిన, ఈ ఫలితాన్ని క్రింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\mathbf{F} = km\left(\frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}\right)$$

$$\mathbf{F} = km\mathbf{a} \qquad \text{ఇక్కడ } \left(\frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \mathbf{a}\right)$$

k విలువ m మరియు a ప్రమాణాలపై ఆధారపడుతుంది. m మరియు a ప్రమాణాలను m = 1 యూనిట్‌గా, a = 1 యూనిట్ పరిమాణం అయ్యేట్లుగా తీసుకుంటె, F పరిమాణం కూడా 1 యూనిట్ అవుతుంది. అప్పుడు

$$1 = k \cdot 1 \cdot 1$$

అంటే, $k = 1$

ఇప్పుడు సమీకరణం 3.1 నుండి

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

ద్రవ్యరాశి $m = 4$ కి.గ్రా, $u = 0$, $t = 4$ sec

ప్రయాణించినదూరం $S = 96$ మీ. $a = ?$

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$96 = 0 \times 4 + \frac{1}{2}a.(4)^2$$

$$a = \frac{96}{8} = 12 \quad \text{మీ/సె}^2$$

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$= 4 \times 12 = 48 \text{ న్యూటన్లు.}$$

2. ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమాన్ని రాయండి. దీనిని మూడు ఉదాహరణల ద్వారా వివరించండి.

జ: ఒకే ద్రవ్యరాశి m కలిగిన రెండు ట్రాలీలు ఒకదానికొకటి కలపబడి తొలి వేగం v తో ప్రయాణిస్తున్నాయి. ఇవి, నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న ఒకదానికొకటి కలపబడిన మూడు సర్వసమాన ట్రాలీలను ఢీకొని అన్నీ కలిసి అదే దిశలో ప్రయాణించిన అభిఘాతం తరవాత వాటి వేగాలు ఎంత?

జ. అభిఘాతం తరవాత ట్రాలీల వేగం v' అనుకుంటే అభిఘాతానికి ముందు ద్రవ్యవేగం 2mv ... (1)

అభిఘాతం తరవాత ద్రవ్యవేగం = $5mv'$ ... (2)

ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం నుండి, కింది విధంగా రాయవచ్చు

$$2mv = 5mv'$$

లేదా $v' = \frac{2}{5}v$

ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వానికి కొన్ని ఉదాహరణలు

a) తుపాకి యొక్క ప్రత్యావర్తనం: తుపాకి నుండి తుపాకి గుండును పేల్చినప్పుడు తుపాకి వెనకకు ప్రత్యావర్తనం చెందుతుంది. తుపాకి యొక్క ప్రత్యావర్తన వేగం v_2 ను ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం నుండి కనుక్కోవచ్చు. పేల్చబడిన తుపాకి గుండు ద్రవ్యరాశి m మరియు తుపాకి ద్రవ్యరాశి M అనుకోండి. తుపాకి గుండు వేగం v_1 అనుకుని ఒక వేళ తుపాకి వేగం v_2 అయినప్పుడు ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వం చెందినట్లయితే,

$$m\mathbf{v}_1 + M\mathbf{v}_2 = 0$$

$$m\mathbf{v}_1 = -M\mathbf{v}_2$$

$$\mathbf{v}_2 = -\frac{m}{M}\mathbf{v}_1$$

ఇక్కడ రుణ గుర్తు $\mathbf{v}_2$ యొక్క వేగం దిశ, $\mathbf{v}_1$ వేగ దిశకు వ్యతిరేకం అని తెలుపుతుంది. $m << M$ కాబట్టి తుపాకి యొక్క ప్రత్యావర్తన వేగం తుపాకి గుండు వేగంతో పోల్చినప్పుడు చాలా స్వల్పంగా ఉంటుంది.

b) అభిఘాతం: అభిఘాతంలో పాల్గొనే వస్తువులు వ్యవస్థగా ఏర్పడతాయని అనుకుంటాం. ఘర్షణ వంటి బాహ్యబలాలు వ్యవస్థలోని వస్తువులపైన పనిచేయకపోతే ఆ వ్యవస్థను వియుక్త వ్యవస్థగా తీసుకోవచ్చు. వస్తువుల మధ్య ఉన్న అన్యోన్య చర్యలు అభిఘాతం చెందే వస్తువుల యొక్క మొత్తం ద్రవ్యవేగాన్ని మార్చలేవు.

క్యారం బోర్డు ఆటలో కాయిన్స్ మధ్య అభిఘాతాలు మరియు బిలియర్డ్స్ ఆటలో బిలియర్డ్ బంతుల మధ్య అభిఘాతాలను స్థితిస్థాపక వస్తువుల మధ్యగల అభిఘాతాల అధ్యయనంకు తీసుకోవచ్చు.

c) బాంబు యొక్క విస్ఫోటనం: బాంబు ముక్కలుగా పేలినప్పుడు అత్యధికమైన శక్తిని విడుదలచేస్తుంది. నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న బాంబు పేలి A మరియు B అనే రెండు భాగాలుగా విడిపోయిందనుకోండి. బాంబు పేలక ముందు ద్రవ్యవేగం శూన్యం కాబట్టి బాంబు పేలిన తరవాత పేలిన భాగాల మొత్తం ద్రవ్యవేగం కూడా శూన్యమవుతుంది. ఈ కారణంవల్ల పేలిన రెండు భాగాలు వ్యతిరేక దిశలో ప్రయాణిస్తాయి. పేలిన భాగాల ద్రవ్యరాశులు సమానం అయితే, వాటి వేగ పరిమాణాలు కూడా సమానంగా ఉంటాయి.

d) రాకెట్ చోదనం: రాకెట్ గమనం ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం యొక్క ప్రయోగపూర్వక అనువర్తనంగా తీసుకోవచ్చు. రాకెట్‌లో ఇంధనం కలిగిన షెల్ ఉంటుంది. దీన్ని ఒక వస్తువుగా తీసుకోవచ్చు. షెల్‌లో ఉన్న నాజిల్ ద్వారా అధిక పీడనం వద్ద ఉన్న వాయువులు బయటకి వెళ్ళే అవకాశం ఉంటుంది. రాకెట్‌లో ఇంధనాన్ని మండించినప్పుడు అధిక ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద వాయువులు ఏర్పడతాయి. వ్యవస్థ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం వలన, అధిక పీడనంతో వాయువులు నాజిల్ నుండి అధిక వేగంతో బహిర్గత మయినప్పుడు ఏర్పడిన అభిబలం వల్ల రాకెట్ పైకి వెళుతుంది. ఒక వేళ M అనేది రాకెట్ యొక్క ద్రవ్యరాశి, m అనేది ప్రతి సెకనుకు మండే వాయువుల ద్రవ్యరాశి మరియు $\mathbf{V}$ దాని యొక్క వేగం అయితే, t సెకన్ల కాలంలో వాయువు ద్రవ్యవేగంలో మార్పు = mvt.

t కాలంలో రాకెట్ యొక్క వేగంలో పెరుగుదల $\mathbf{V}$ అయితే, ద్రవ్యవేగంలో మార్పు = $M\mathbf{V}$ అవుతుంది.

ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం నుండి

$$mvt + MV = 0$$

$$\frac{V}{t} = a = -\frac{mv}{M}$$ అనగా రాకెట్ ప్రయాణించే త్వరణం $a = -\frac{mv}{M}$

3. ఘర్షణ బలం అంటే ఏమిటి. ఘర్షణ లోని రకాలను తెల్పండి.

50 కేజీ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు 0.5 ఘర్షణ గుణకం గల ఒక క్షితిజ తలం మీద ఉంది. ఆ వస్తువు స్థైతిక, గతిక ఘర్షణ బలాల ఫలిత బలంతో గమనంలో ఉంది అయితే ఆ వస్తువు త్వరణాన్ని కనుక్కోండి.

(గతిక ఘర్షణ గుణకం $\mu_K = 0.48$, $g = 9.8ms^{-2}$)

జ. ఘర్షణ బలం అనేది స్పర్శీయ బలం. ఇది రెండు వస్తువులు స్పర్శించుకునే తలాలకు సమాంతరంగా ఉంటూ వస్తువు యొక్క గమన దిశకు వ్యతిరేక దిశలో పనిచేస్తుంది.

ఘర్షణలో రకాలు

1. స్థైతిక ఘర్షణ
2. గతి ఘర్షణ
3. దొర్లుడు ఘర్షణ

ఒక తలంపై వస్తువును కదిలించడానికి కనీసం కొంత బలాన్ని ప్రయోగించాలి పటంలో చూపిన విధంగా ఒక దిమ్మె క్షితిజ సమాంతర తలంపై ఉన్నదనుకోండి. పటంలో చూపిన విధంగా దిమ్మెపై బాహ్య బలం F_{ext} ప్రయోగించారనుకోండి. తొలుత దిమ్మె కదలదు. దిమ్మె కదలటంలేదు అంటే దీనిపై మరొక బలం పనిచేస్తున్నదని అర్థం. ఈ బలాన్నే స్థైతిక ఘర్షణ బలం అంటారు. దీన్ని f_s గుర్తుతో సూచిస్తారు. బాహ్య బలం F_{ext} పెంచుతున్నకొద్దీ స్థైతిక ఘర్షణ బలం f_s పెరిగి అది బాహ్య బలం F_{ext} పరిమాణంలో సమానం అవుతుంది. ఈ విధంగా ఘర్షణ బలం ఒక సందిగ్ధ విలువను చేరుకునేంత వరకు బాహ్యబలం F_{ext} తో సమానం అవుతుంది. దీని తరవాత బాహ్యబలం F_{ext} ఇంకా పెంచినప్పుడు దిమ్మె కదలటం ప్రారంభం అవుతుంది మరియు దిమ్మె గతిక ఘర్షణ బలానికి లోనవుతుంది. వస్తువును స్థిర వేగంతో కదిలించవలసిన బలం కెంటే, వస్తువును కదిలించడానికి ఎక్కువ బలం ప్రయోగించాల్సిన అవసరం ఉంటుంది **ఈ కారణంవల్ల స్పర్శిస్తున్న రెండు తలాల మధ్య ఉండే గరిష్ఠ స్థైతిక ఘర్షణ బలం $f_s^{(max)}$, గతిక ఘర్షణ బలం (f_k) కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది.**

ప్రయోగరీత్యా $f_s^{(max)}$అనేది అభిలంబ బలానికి (F_N)కి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అంటే,

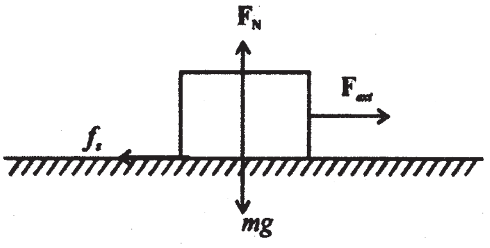
$$f_s^{(max)} \propto F_N \text{ లేదా } f_s^{(max')} = \mu_s F_N$$

ఇక్కడ μ_s అనేది **స్థైతిక ఘర్షణ గుణకం.** దిమ్మె తలాన్ని ఎంత బలంతో నొక్కుతుందో, ఆ బలం ద్వారా అభిలంబ చర్య F_N ను తెలుసుకోవచ్చు. పటంలో దిమ్మెపై పనిచేసే అభిలంబ బలం F_N భారం mg కు సమానం. ఇక్కడ m అనేది దిమ్మె యొక్క ద్రవ్యరాశి.

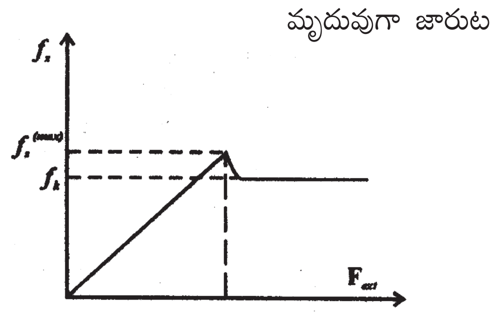
కాబట్టి, $f_s = F_{ext}$ ఇక్కడ $f_s \le f_s^{max}$

అంటే, $\mathbf{f}_s \le \mu_s \mathbf{F}_N$ అని వ్రాయవచ్చు.

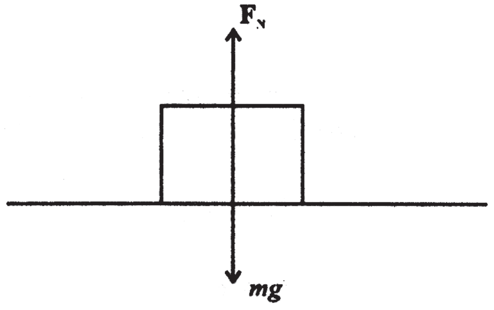
ప్రయోగాత్మకంగా రెండు స్పర్శించే తలాల మధ్య పనిచేసే గరిష్ఠ స్థైతిక ఘర్షణ బలం, స్పర్శించే తల వైశాల్యంపై ఆధారపడదు అని తెలుస్తుంది.



పటం ఎ. దిమ్మెపై పనిచేసే బలాలు



పటం బి. బాహ్యబలంతోపాటు ఘర్షణ బలంలో మార్పు



పటం సి. దిమ్మెపై అభిలంబ ప్రతిచర్య

అదే విధంగా $\mathbf{f}_k = \mu_k \mathbf{F}_N$ అని వ్రాయవచ్చు.

ఇక్కడ μ_k అనేది **గతిక ఘర్షణ గుణకం.** సాధారణంగా, $\mu_s > \mu_k$. అంతేకాకుండా μ_s మరియు μ_k విలువలు ఇచ్చిన రెండు తలాలకు స్థిరమైన విలువలు కావు. అంటే చెక్క, చెక్కపై లేదా రబ్బరు లేదా కాంక్రీటు లాంటి పదార్థాలు మారుతున్నప్పుడు μ_s మరియు μ_k విలువలు కూడా మారతాయి. **ఇచ్చిన రెండు స్పర్శ తలాలకు సంబంధించిన μ_s మరియు μ_k విలువలు ఆ తలాల స్వభావం, గరుకుతనం, నునుపుదనం, ఉష్ణోగ్రత, తేమ మొదలగు అంశాలపై ఆధారపడుతుంది.**

దొర్లుడు ఘర్షణ

చక్రాలు గల బండిని లాగుట లేదా నెట్టుట చాలా సులభం. చక్రం యొక్క గమనం జారుడు గమనం కంటే వేరుగా ఉంటుంది. ఆ గమనాన్ని దొర్లుడు గమనం అంటారు. దొర్లుడు గమనంలో ఏర్పడే ఘర్షణ బలాన్ని **దొర్లుడు ఘర్షణ** అంటారు. అభిలంబ బలానికి దొర్లుడు ఘర్షణ, జారుడు ఘర్షణ కంటె తక్కువగా ఉంటుంది. ఉదాహరణకు స్టీలు, స్టీలుపై జారునప్పుడు ఉండే ఘర్షణ కంటే స్టీలు చక్రం, స్టీలు పట్టాపై దొర్లునప్పుడు ఉండే దొర్లుడు ఘర్షణ 1/100 రెట్లు తక్కువ. దొర్లుడు ఘర్షణ గుణకం యొక్క విలువలు స్టీలు–స్టీలుకు 0.006, రబ్బరు–కాంక్రీటుకు 0.02 నుండి 0.04 గా ఉండును.

4 తలంలో గమనం

పరిచయం

ఇంతకు ముందు రెండు పాఠాల్లో రేఖీయ గమనానికి సంబంధించిన భావనలను (concepts) చదివారు. ఇప్పుడు ఒక వస్తువు గమనాన్ని ఇంతకు పూర్వం నేర్చుకున్న భావనల సహాయంతో ఒక తలంలో అంటే ద్విమితీయంగా వివరించగలరా? మనం ఇలా చేయుటకు కొన్ని కొత్త భావనలు ప్రవేశపెట్టవలసి వస్తుంది. భూమి నుండి క్షితిజ సమాంతరంతో కొంత కోణం చేస్తూ విసిరిన వస్తువు ద్విమితీయ గమనానికి ఆసక్తికరమైన ఉదాహరణ. ఈ గమనాన్నే ప్రక్షేపక గమనం అంటారు.

హెలికాప్టర్ ఏ స్థానంలో ఎంత వేగాన్ని కలిగి ఉన్నప్పుడు దాని నుండి విడిచిన ఆహార పొట్లాలు లేదా మందులు భూకంప బాధితులకు లేదా వరదల్లో చిక్కుకున్న వారికి చేరతాయి? క్రీడాకారుడు ఎంత వేగంతో మరియు ఎలా డిస్కస్ లేదా జావలిన్‌ను విసిరిన అది గరిష్ఠ క్షితిజ సమాంతర దూరాన్ని చేరుతుంది? రోడ్డు మార్గాలను ఏవిధంగా నిర్మించిన వక్రమార్గాల్లో ప్రయాణించే కారులాంటి వాహనాలు పడిపోకుండా ఉంటాయి? ఉపగ్రహానికి ఎంత వేగం ఉంటే అది భూమిచుట్టూ వృత్తాకార కక్ష్యలో తిరగగలుగుతుంది? ఇటువంటి మరెన్నో ప్రశ్నలకు మీరు ఈ పాఠంలో సమాధానాలు పొందగలుగుతారు.

పైన చెప్పిన సందర్భాలన్నీ ప్రక్షేపక చలనంలోను మరియు వృత్తాకార చలనంలోను వస్తాయి. ఈ రకమైన చలనాలను గురించి వివరించుటకు మనం కోణీయ వేగం, అభికేంద్రత్వరణం మరియు అభికేంద్ర బలం లాంటి భావనలను మొదటగా తెలుసుకుందాం.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠాన్ని చదివిన తరవాత కింది విషయాలను మీరు తెలుసుకొంటారు.

- ప్రక్షేపక చలనం మరియు వృత్తాకార చలనం వివరణ, వాటి ఉదాహరణలు.

- ప్రక్షేపకం యొక్క పలాయన కాలం, వ్యాప్తి మరియు గరిష్ఠ ఎత్తులకు సమీకరణాలను రాబట్టడం.
- ప్రక్షేపక పథానికి సమీకరణం రాబట్టడం.
- వృత్తాకార చలనంలో ఉన్న కణం వేగానికి మరియు త్వరణానికి సమీకరణం రాబట్టడం.
- రేడియల్ మరియు స్పర్శీయ త్వరణాలకు నిర్వచనాలు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. పలాయన కాలంను నిర్వచించండి.

జ. ప్రక్షిప్త వస్తువు ప్రక్షేపం చేసిన క్షణానికి, తిరిగి అది భూమిని చేరుటకు పట్టే కాలానికి మధ్యగల భేదాన్ని పలాయనకాలం అంటారు.

2. వ్యాప్తిని నిర్వచించండి ? ప్రక్షిప్త వస్తువు వ్యాప్తి గరిష్ఠంగా ఉండడానికి షరతు ఏమిటి?

జ: ప్రక్షిప్త వస్తువు క్షితిజ సమాంతరంగా ప్రయాణించిన దూరాన్ని వ్యాప్తి అంటారు. వ్యాప్తి గరిష్ఠం ఉండాలంటే ప్రక్షిప్త కోణం విలువ $\theta = 45^o$ ఉండాలి.

3. ఏకరీతి వృత్తాకార చలనం, అభికేంద్ర త్వరణంలను నిర్వచించండి ?

జ. ఒక వృత్తాకారంలో స్థిర వడితో జరిగే గమనాన్ని ఏకరీతి వృత్తాకార గమనం అంటారు. ఏకరీతి వృత్తాకార చలనంలో కణం యొక్క త్వరణాన్ని అభికేంద్ర త్వరణం అంటారు.

4. ఏకరీతి వృత్తాకార గమనంలో ఎ) వడి స్థిరంగా ఉంటుందా ? బి) వేగం స్థిరంగా ఉంటుదా ? సి) త్వరణం పరిమాణం స్థిరంగా ఉంటుందా ? డి) త్వరణం స్థిరంగా ఉంటుందా ? వివరించండి.

జ. ఏకరీతి వృత్తాకార గమనంలో

ఎ) వడి స్థిరంగా ఉంటుంది

బి) వేగం స్థిరంగా ఉండదు.

సి) త్వరణం పరిమాణం స్థిరంగా ఉంటుంది.

డి) త్వరణం స్థిరంగా ఉండదు.

వేగం, త్వరణం స్థిరంగా ఉండవు, ఎందుకంటే వాటి దిశలు క్రమంగా మారుతూ ఉంటాయి.

5. ఒక క్రీడాకారుడు వృత్తాకార మార్గంలో 9.0 ms^{-1} వడితో తిరుగుతున్నాడు. అభికేంద్ర త్వరణం 3ms^{-2} అయిన వృత్తాకార వ్యాసార్థం ఎంత ?

జ. $a = \frac{V^2}{r}$ కాబట్టి $r = \frac{V^2}{a}$

$$r = \frac{9 \times \cancel{9}^3}{\cancel{3}} = 27\text{m}.$$

6. ఒక తీగ తెగిపోకుండా గరిష్ఠంగా **100N** ల బలం భరించగలదు. **1 kg** ద్రవ్యరాశి గల వస్తువును **1m** పొడవు గల ఒక తీగ చివర కట్టి, రెండవ చివర చేతిలోకి తీసుకొని క్షితిజ సమాంతర వృత్త మార్గంలో తిప్పారు. ఆ తీగ తెగకుండా వస్తువును ఎంత గరిష్ఠ వేగంతో తిప్పగలం ?

జ. $F = \frac{mV^2}{r}$

ఇక్కడ F = 100 N, m = 1 kg, r = 1m V = ?

$$F = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow 100 = \frac{1 \times V^2}{1}$$

$$V^2 = 100$$

V = 10 మీ/సె.

7. కొంత కోణంతో వస్తువుని ప్రక్షిప్తము చేసినపుడు అది చేరిన గరిష్ఠ ఎత్తు, క్షితిజ సమాంతర వ్యాప్తి సమానమయితే, ప్రక్షిప్త కోణం ఎంత?

జ. గరిష్ఠ ఎత్తు = వ్యాప్తి

$$\frac{U^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{U^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$\frac{\sin^2\theta}{2} = 2\sin\theta\cos\theta$$

$$\frac{\sin^2\theta}{\sin\theta\cos\theta} = 4 \Rightarrow \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = 4$$

$$\Rightarrow \tan\theta = 4$$

$$\theta = \tan^{-1} 4.$$

8. ఒక బంతిని **U = 10** మీ/సె వేగంతో, క్షితిజంతో **$\alpha = 45^0$** కోణంతో విసిరారు. బంతి గమనంలో ఉన్న కాలం విలువను కనుక్కోండి? **g = 10** మీ సె$^{-2}$.

జ. U = 10 మీ/సె $\alpha = 40^0$

ప్రయాణకాలం, $T = \frac{2U\sin\theta}{g}$

$$T = \frac{2 \times 10 \times \sin 45^0}{10} = 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$T = \sqrt{2}$ సె.

9. అభికేంద్ర బలాలకు రెండు ఉదాహరణలు రాయండి?

జ. (i) భూమికి, చంద్రునికి గల గురుత్వాకర్షణ బలము.

(ii) కేంద్రకమునకు, ఎలక్ట్రానుకు మధ్యగల స్థిర విద్యుదాకర్షణ బలం.

(iii) వృత్తాకార మార్గంలో ప్రయాణించుచున్న రైలు బండి చక్రములపై గల ఘర్షణ బలము.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ప్రక్షిప్త వస్తువు యొక్క గరిష్ట ఎత్తుకు సమీకరణం రాబట్టండి ?

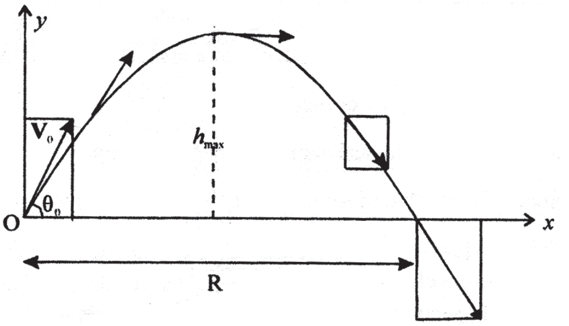
జ. ప్రక్షిప్త వస్తువు గాలిలో ప్రయాణించినప్పుడు అది కొంత గరిష్ఠ ఎత్తు (h) ను చేరి, తిరిగి కిందకు పడుతుంది. ప్రక్షిప్త వస్తువు గరిష్ఠ ఎత్తుకు చేరినప్పుడు దాని క్షితిజలంబ వేగాంశం శూన్యం అవుతుంది. ఇదే సమయంలో వస్తువు పైకి వెళ్ళడం ఆగిపోయి, కింది దిశలో ఇంకా పడని స్థితిలో ఉంటుంది.

సమీకరణం $v_y = v_{oy} - gt$ లో $v_y = 0$ రాయగా

$$0 = v_{oy} - gt.$$

కాబట్టి గరిష్ఠ ఎత్తు చేరుటకు పట్టే కాలం,

$$t = \frac{v_{oy}}{g} = \frac{v_0 \sin \theta_0}{g}$$



ప్రక్షిప్త వస్తువు గరిష్ఠ ఎత్తు, పలాయన కాలం మరియు వ్యాప్తి

గరిష్ఠ ఎత్తు వద్ద ప్రక్షిప్త వస్తువు యొక్క క్షితిజలంబ వేగాంశం శూన్యం, కాబట్టి

$v^2 - u^2 = 2as = -2gh$ సమీకరణాన్ని ఉపయోగించి గరిష్ఠ ఎత్తు సమీకరణాన్ని పొందవచ్చు.

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g}$$

(ఇక్కడ $v = 0$ మరియు $u = v_0 \sin \theta_0$)

ఇక్కడ గాలి నిరోధం ప్రభావాన్ని సమీకరణాలను రాబట్టడంలో ఉపేక్షించాము.

2. ప్రక్షిప్త వస్తువు పలాయన కాలాన్ని నిర్వచించి, దానికి సమీకరణం రాబట్టండి?

జ. ప్రక్షిప్త వస్తువు ప్రక్షేపం చేసిన క్షణానికి, తిరిగి అది భూమిని చేరుటకు పట్టే కాలానికి మధ్య గల భేదాన్ని పలాయనకాలం అంటారు.

ప్రక్షిప్త వస్తువు గరిష్ఠ ఎత్తుకు చేరుటకు పట్టే కాలం

$$t = \frac{v_0 \sin\theta_0}{g}$$

ఈ కాలం పలాయన కాలంలో సగం విలువను తెలియచేస్తుంది. కాబట్టి వస్తువు యొక్క మొత్తం పలాయన కాలం,

$$T = 2t = \frac{2v_0 \sin\theta_0}{g}.$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ప్రక్షేపకం యొక్క వ్యాప్తి $\frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$ అని నిరూపించండి. ప్రక్షేపకం వ్యాప్తి ఏ అంశాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. దాని విలువ ఎప్పుడు గరిష్టంగా ఉంటుంది.

జ. **వ్యాప్తి:** ప్రక్షిప్త వస్తువు యొక్క క్షితిజ సమాంతర వేగాన్ని పలాయన కాలంతో లబ్ధం చేయగా వ్యాప్తి (R) ను పొందుతాం. సమీకరణాలు ఉపయోగించి,

$$X = V_{0x} t$$

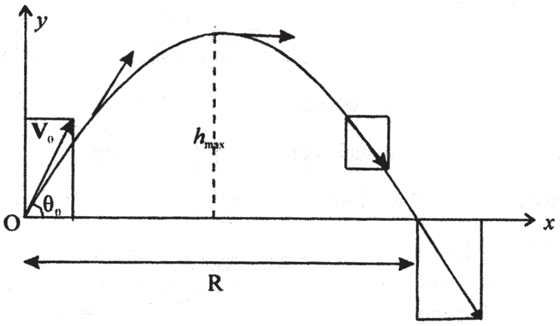
$$= V_0 \cos\theta_0 t$$ మరియు

$$t = \frac{V_0 \cos\theta_0}{g}$$

$$R = (v_{ox})(2t)$$

$$= (v_o \cos\theta_0)\left(\frac{2v_o \sin\theta_0}{g}\right)$$

$$= \frac{v_0^2 2\sin\theta_0 \cos\theta_0}{g}$$



ప్రక్షిప్త వస్తువు గరిష్ఠ ఎత్తు, పలాయన కాలం మరియు వ్యాప్తి

కాని, $2\sin\theta_0 \cos\theta_0 = \sin 2\theta_0$ కాబట్టి

వ్యాప్తి సమీకరణం $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$

సమీకరణం నుండి ప్రక్షేపకం యొక్క వ్యాప్తి కింది అంశాలపై ఆధారపడుతుంది.

a) తొలి వేగం v_0 మరియు b) ప్రక్షిప్త కోణం θ_0

ఇచ్చిన ప్రక్షిప్త వేగానికి వ్యాప్తి గరిష్ఠం కావాలంటే $\sin 2\theta_0 = 1$ కావాలి లేదా $2\theta_0 = 90^o$.

కాబట్టి ఇచ్చిన ప్రక్షిప్త వేగం v_0కు ప్రక్షిప్త వ్యాప్తి గరిష్ఠం కావాలంటే ప్రక్షిప్త కోణం $\theta_0 = 45^o$ కావాలి.

2. ప్రక్షేపకం యొక్క పథం పరావలయం అని చూపండి.

స్థితిజ సమాంతరంతో 45^0 కోణం చేసే దిశలో ప్రక్షేపించబడిన ప్రక్షేపకానికి దాని గరిష్ఠోన్నతి విలువ, దాని వ్యాప్తిలో నాలుగవ వంతు ఉంటుందని చూపండి ?

జ. సమీకరణాలు, $x = V_{0x} t = V_0 \cos \theta_0 t$ ...(1)

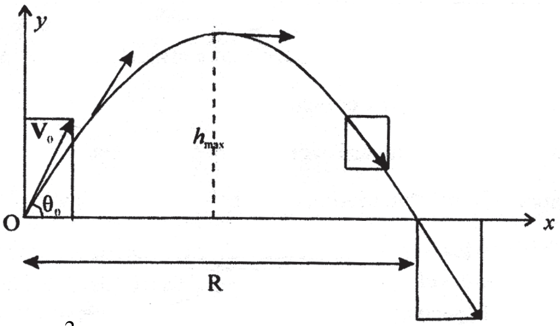
$$y = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y = V_0 \sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad ...(2)$$

తీసుకుందాం.

సమీకరణం (1) నుండి

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \theta_0}$$

పై విలువను (2)లో ప్రతిక్షేపించగా



ప్రక్షిప్త వస్తువు గరిష్ఠ ఎత్తు, పలాయన కాలం మరియు వ్యాప్తి

$$y = \frac{V_0 \sin\theta_0 x}{V_0 \cos \theta_0} - \frac{1}{2} g\left(\frac{x}{V_0 \cos\theta_0}\right)^2$$

$$= \tan\theta_0 \, x - \frac{1}{2} g \frac{x}{V_0^2 \cos^2 \theta_0}$$

పై సమీకరణం $y = ax + bx^2$ రూపంలో ఉంది. దీనిని పరావలయ సమీకరణం అంటారు. గాలి నిరోధం ఉపేక్షించదగినంతగా ఉన్నప్పుడు క్షితిజ సమాంతరంతో కొంత కోణం చేస్తూ గాలిలోకి విసిరిన ప్రక్షిప్త వస్తువు పథం పరావలయం లేదా పరావలయంలో కొంత భాగంగా ఉంటుంది.

స్థితిజ సమాంతరంతో θ_0 కోణం చేసే దిశలో ప్రక్షేపించబడిన ప్రక్షేపకం గరిష్ఠోన్నతి, వ్యాప్తి

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g}, \quad g = \frac{V_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

$\theta^0 = 45^0$ అయినప్పుడు

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 45^0}{2g} = \frac{V_0^2 \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}{2g} = \frac{1}{4}\frac{V_0^2}{g}$$

అలాగే వ్యాప్తి, $R = \frac{V_0^2 \sin^2 \times 45^0}{g} = \frac{V_0^2 \sin 90^0}{g}$

$$R = \frac{V_0^2}{g} \; (\because \sin 90^0 = 1)$$

$$\therefore h = \frac{1}{4}R$$

3. అభికేంద్ర బలాన్ని నిర్వచించండి? m ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు r వ్యాసార్థము గల వృత్తాకార మార్గంలో సమకోణీయ వేగం ω తో తిరుగుచున్నచో వస్తువుపై గల అభికేంద్ర బలానికి సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించుము ?

జ. వస్తువు వృత్తాకార మార్గంలో తిరుగుటకు కావలసిన బలం, వస్తువు గమనదిశకు లంబంగా పనిచేయును. దీనిని అభికేంద్ర బలం అందురు.

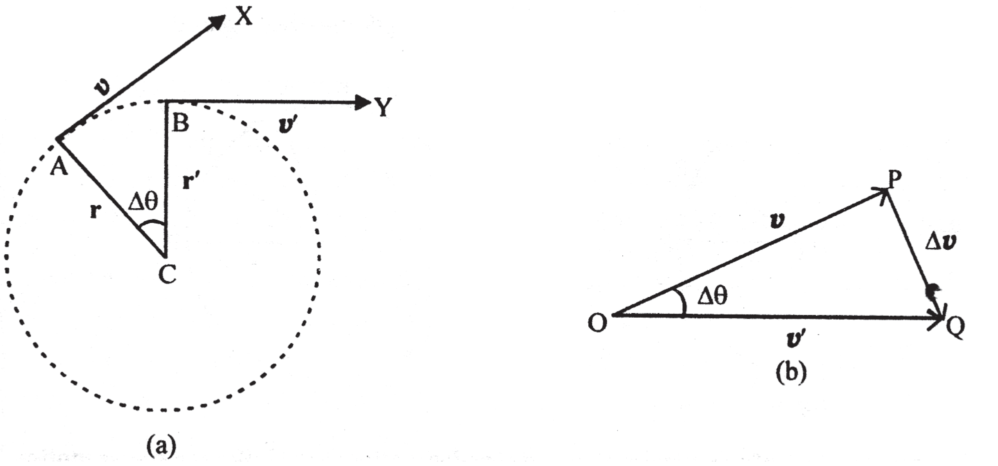
m ద్రవ్యరాశి గల కణం **v** **స్థిర వడితో** వృత్తాకార మార్గంలో ప్రయాణిస్తుందనుకోండి. ఏదైన ఒక క్షణంలో కణం యొక్క స్థానం A మరియు దాని గమన దిశ AX దిశలో ఉంటుంది. కొంత స్వల్ప కాలం Δt తరువాత కణ స్థానం B కు మారుతుంది మరియు దాని వేగం B వద్ద గీసిన స్పర్శరేఖ BY దిశలో ఉంటుంది.

A మరియు B స్థానాల వద్ద పటం 1(a) లో చూపిన విధంగా కణం స్థానసదిశలు $\mathbf{r}$ మరియు $\mathbf{r}'$ వేగాలు $\mathbf{v}$ మరియు $\mathbf{v}'$ లు. వేగంలో మార్పు $\Delta\mathbf{v}$ ను సదిశల త్రిభుజ నియమం ప్రకారంగా పొందవచ్చు. కణం వృత్తాకార మార్గంలో ఉండటంవల్ల వేగం వృత్తం యొక్క స్పర్శ దిశలో ఉంటుంది. కాబట్టి వేగం $\mathbf{v}$ స్థాన సదిశ $\mathbf{r}$ కు లంబంగా ఉంటుంది మరియు $\mathbf{v}'$, $\Delta\mathbf{r}$ కు లంబంగా ఉంటుంది. సగటు త్వరణం $\left(\mathbf{a} = \frac{\Delta\mathbf{v}}{\Delta t}\right)$ అనేది $\Delta\mathbf{v}$ దిశలో ఉండటంవల్ల ఇది (అనగా సగటు త్వరణం) కూడా $\Delta\mathbf{r}$ కు లంబదిశలో ఉంటుంది.

$\mathbf{r}$ మరియు $\mathbf{r}'$ స్థాన సదిశల మధ్య కోణం $\Delta\theta$ అనుకోండి. వేగం $\mathbf{v}$ మరియు $\mathbf{v}'$ లు స్థానసదిశలకు ఎప్పుడూ లంబంగా ఉండటంవల్ల వాటి మధ్య కోణం కూడా $\Delta\theta$ అవుతుంది.

గమన దిశ మారుతూ ఉండటంవల్ల వేగంతో మార్పు $\Delta\mathbf{v}$ ని కనుగొనుటకు పటంలో చూపిన విధంగా O

బిందువును వృత్తానికి వెలుపలికి తీసుకోండి. AX (లేదా **v**) కు సమాంతరంగా OP రేఖను గీయాలి మరియు BY (లేదా $\mathbf{v}'$) కు సమాంతరంగా OQ రేఖను గీయాలి. వేగ పరిమాణంలో మార్పులేదు, అంటే $|v| = |v'|$, OP = OQ . ఇప్పుడు PQ ను కలపాలి. PQ ను కలపగా పటం 1(b) లో చూపిన త్రిభుజం OPQ లభిస్తుంది.



పటం 1

ఇప్పుడు త్రిభుజం OPQ లో భుజాలు OP మరియు OQ అనేవి A, B బిందువుల వద్ద గల వేగ సదిశలు v మరియు v' లను సూచించును. కాబట్టి వేగాల భేదాన్ని PQ భుజం దిశలోను పరిమాణంలోను సూచించును. అనగా కణం A బిందువు నుండి B బిందువుకు Δt కాలంలో చలించినప్పుడు వేగ దిశలోను పరిమాణంలోను కలిగే మార్పును PQ సూచించును.

త్వరణం = వేగంలోని మార్పురేటు

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{PQ}}{\Delta t} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$$

Δt స్వల్పం కాబట్టి AB కూడా స్వల్పం మరియు AB మార్గం దాదాపుగా సరళరేఖగా ఉంటుంది. అప్పుడు ΔABC మరియు ΔPOQ లు ఒకే అంతర్గత కోణాలు కలిగిన సమబాహు త్రిభుజాలు అవుతాయి. కాబట్టి ఆ రెండు త్రిభుజాలు సర్వసమానంగా ఉంటాయి.

కాబట్టి, $$\frac{PQ}{AB} = \frac{OP}{CA}$$

లేదా $$\frac{\Delta v}{v\Delta t} = \frac{v}{r}$$

[v_1 మరియు v_2 వేగ సదిశల పరిమాణాలు $\mathbf{v_1} = \mathbf{v_2} = v$ అనుకొనుము]

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

కాని, $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ అనేది కణం యొక్క త్వరణం కాబట్టి,

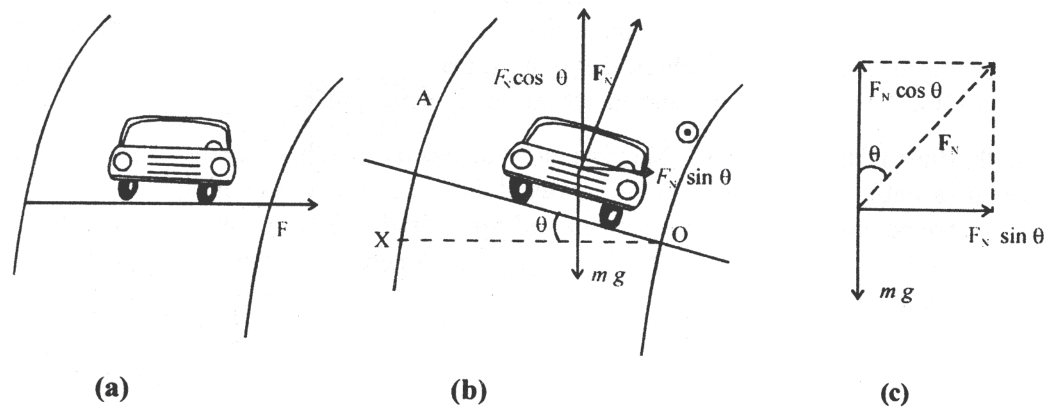
అభికేంద్ర త్వరణం $a = \frac{v^2}{r}$

కాని $v = r\omega$ కాబట్టి అభికేంద్ర బలం యొక్క పరిమాణం

$$F = ma = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2$$

4. రోడ్డు గట్టు కట్టుట అనగా నేమి? గట్టు కట్టు కోణమునకు సమీకరణం ఉత్పాదించండి ?

జ.



పటం. మలుపు తీసుకుంటున్న ఒక కారు a) క్షితిజ సమాంతర రోడ్డుపై b) గట్టుకట్టబడిన రోడ్డుపై ప్రయాణించుట మరియు c) కారుపై ఏర్పడిన బలాలతో అభిలంబ చర్య F_N యొక్క లంబ అంశాలు. సాధారణంగా ఇక్కడ చూపబడిన కోణం θ పటంలో చూపినంత పెద్దదిగా ఉండదు.

రోడ్డు క్షితిజ సమాంతరంగా ఉన్నప్పుడు కారు టైర్లకు, రోడ్డుకు మధ్యగల ఘర్షణబలం వృత్తాకార మార్గంలో వెళ్ళుటకు సరిపోయినంత అభికేంద్ర బలాన్ని ఇస్తుంది. ఇది కారు టైర్లు అరిగి పాడైపోయేటట్లు చేస్తుంది. అందువలన సురక్షిత ప్రయాణం చేయలేదు. కాబట్టి వక్ర రోడ్డు మార్గాలను గట్టుకట్టెదరు. రోడ్డు గట్టు కట్టుట అంటే పటంలో చూపిన విధంగా వక్ర మార్గపు అవతలి అంచును లోపలి అంచుకంటే కొంత ఎత్తులో కటడ్డం. నిజానికి ఇలా చేయడంవల్ల ఘర్షణ బలంపైన ఆధారపడటం తగ్గుతుంది. ఉదాహరణకు కారు టైర్లు నునుపుగా ఉన్నప్పుడు లేదా రోడ్డుపైన నీరు లేదా మంచు పేరుకున్నప్పుడు ఘర్షణ గుణకం విస్మరించగలిగినంతగా ఉంటుంది. కాబట్టి రోడ్డు మార్గాలను గట్టుకట్టడం ద్వారా ఘర్షణ బలం విస్మరించదగినట్లుగా ఉన్నప్పటికీ వాహనాలు రోడ్డుపైనే ఉండగలవు.

కారు టైర్లకు, రోడ్డుకి మధ్య ఘర్షణ లేదనుకునే సందర్భాన్ని తీసుకుంటే, కారుపై పనిచేసే బలాలు కారు యొక్క భారం mg మరియు అభిలంబ ప్రతిచర్య బలం F_N. కారుకు కావలసిన అభికేంద్ర బలాన్ని అభిలంబ చర్య (F_N)

యొక్క క్షితిజ సమాంతర అంశం సమకూర్చును. కాబట్టి అభికేంద్ర బలం $\mathbf{F_N}$ ను క్షితిజ సమాంతర మరియు లంబ అంశాలుగా విడగొట్టిన,

$$\mathbf{F_N} \sin\theta = \frac{mv^2}{r} \qquad \ldots \qquad (1)$$

లంబ దిశలో త్వరణం లేకపోవడంవల్ల లంబదిశలో F_N యొక్క అంశం కారు భారానికి సమానం.

$$\mathbf{F_N} \cos\theta = mg \qquad \ldots \qquad (2)$$

మనకు రెండు తెలియని రాశులు, రెండు సమీకరణాలు కలవు. అంటే అవి F_N మరియు θ. θ ను కనుక్కోవడానికి సమీకరణాల నుండి F_N ను తొలగించాలి.

సమీకరణం 1 ని సమీకరణం 2 తో భాగించగా

$$\tan\theta = \frac{mv^2/r}{mg} = \frac{v^2}{rg}$$

లేదా $$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right) \qquad \ldots \qquad (3)$$

సమీకరణం నుండి గట్టుకట్టు కోణం వాహనం యొక్క ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడదు అని తెలుస్తుంది. కాబట్టి అధిక భారం కలిగిన వాహనాలు ఇతర భారీ వాహనాలు కూడా గట్టుకట్టు మార్గాలపై సురక్షితంగా ప్రయాణం చేస్తాయి. అదే సమీకరణం (3) నుండి అధిక వేగాలకు, తక్కువ వ్యాసార్ధం గల వక్ర మార్గాలకు θ విలువ ఎక్కువగా ఉండాలి అని తెలుస్తుంది. ఇచ్చిన θ విలువకు వేగం v నిర్దిష్ట విలువ కంటె ఎక్కువగా ఉన్నట్లయితే వాహనం వక్ర మార్గం అవతలవైపుకు పడే అవకాశం ఉంటుంది. కాబట్టి వాహనం డ్రైవరు వక్ర మార్గాల్లో తెలుపబడిన వేగ అవధుల్లో ప్రయాణంచేయాలి. లేకపోతే వాహనం రోడ్డు అవతల పడిపోతుంది. ఈ కారణంవల్ల ప్రమాదాలు జరగవచ్చు.

సాధారణంగా ఘర్షణ బలాలవల్ల అనుమతించబడిన వేగం యొక్క వ్యాప్తి పెరుగుతుంది. కాబట్టి వాహనాల వేగం తగినంత పరిమితుల్లో ఉన్నప్పుడు వృత్తాకార లేదా వక్రమార్గాల గుండా స్థిరంగా ప్రయాణం చేస్తాయి.

5 గురుత్వాకర్షణ

పరిచయం

ఒక బంతిని పైకి విసిరినపుడు అది ఎల్లప్పుడూ నేల వైపుకే ఎందుకు తిరిగి వస్తుందో మీరు ఎప్పుడైనా ఆలోచించారా? లేదా ఒక నాణాన్ని గాలిలోకి విసిరినపుడు అది నేల పైకి వెనుదిరిగి పడుతుంది. అనాదిగా ఇటువంటి దృగ్విషయాల గురించి మానవులు ఆశ్చర్య పడుతూనేవున్నారు. 17వ శతాబ్దంలో దానికి జవాబును సర్ ఇజాక్‌న్యూటన్ ఇచ్చాడు. భూమి వస్తువులను ఆకర్షించడానికి కారణం గురుత్వాకర్షణ బలం అని ప్రతిపాదించాడు. ఇదే బలం చంద్రుని భూమిచుట్టూ దానికక్ష్యలో ఉంచుతుందని, సూర్యునిచుట్టూ గ్రహలను ఉంచుతుందని కూడా అతడు చెప్పాడు. ఇది విశ్వవ్యాప్తబలం అంటే విశ్వంలో ప్రతిచోట ఈ బలం ఉంటుంది. నిజానికి ఈబలమే మొత్తం విశ్వాన్ని దగ్గరకు చేర్చిఉంచుంది.

ఈ పాఠంలో మీరు న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ నియమాలను నేర్చుకుంటారు. భూమి లాగడం వలన వస్తువులో త్వరణం ఏర్పడటం గురించి కూడా మనం అధ్యయనం చేస్తాము. ఈ త్వరుణాన్నే గురుత్వత్వరణం అంటాము. ఇది భూమి అంతటా స్థిరంగా ఉండదు. ఏఏ అంశాల కారణంగా ఇది మారుతూ ఉంటుందో మీరు నేర్చుకుంటారు. గ్రహగతలకు సంబంధించిన కెప్లర్ నియమాలు మరియు రకరకాల కృత్రిమ ఉపగ్రహాల కక్ష్యల గురించి ఈ పాఠంలో మీరు అధ్యయనం చేస్తారు. చివరకు భారతదేశంలోని అంతరిక్ష పరిశోధనా రంగంలో జరుగుతున్న కొన్ని ముఖ్యమైన కార్యక్రమాలు మరియు సాధించిన విజయాల గురించి తెలుసుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీకు ఈ క్రింది విషయాలు తెలుస్తాయి.

- గురుత్వాకర్షణ నియామాలు ప్రవచిస్తారు.
- ఖగోళ వస్తువుల యొక్క గురుత్వ త్వరణం విలువను గణించగలరు.

- గురుత్వత్వరణం యొక్క విలువ ఎత్తు, లోతు మరియు అక్షాంశాలతో మార్పుకు కారణాలు విశ్లేషిస్తారు.
- గ్రహచలనానికి కారణమైన బలాలను గుర్తించి కెప్లర్ గ్రహగతుల నియమాలను గురించి ప్రవచించగలుగుతారు.
- కక్ష్యవేగం మరియు పలాయన వేగాలకు గణించగలుగుతారు.
- ఒక కృత్రిమ ఉపగ్రహాన్ని ఎలా ప్రయోగించగలరో వివరించగలుగుతారు.
- ధృవ మరియు భూమధ్యరేఖల కృత్రిమ ఉపగ్రహాల మధ్య తేడాలు చెప్పగలుగుతారు.
- ఒక ఉపగ్రహం భూస్థిర ఉపగ్రహంగా ఉండాలంటే షరతులు చెప్పగలుగుతారు.
- ఒక భూస్థిర ఉపగ్రహం ఎంత ఎత్తులో ఉండాలో గణించగలడం మరియు దాని అనువర్తనాల పట్టికను రాయగలుగుతారు.
- కృత్రిమ ఉపగ్రహా సాంకేతిక రంగంలో భారతదేశం సాధించిన ప్రగతిని చెప్పగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. గురుత్వాకర్షణ నియమాన్ని తెలిపి, విశ్వగురుత్వ స్థిరాంకం ప్రమాణాలు తెలపండి.

జ. గురుత్వాకర్షణ నియమం : విశ్వంలో ప్రతీకణం మరొక కణాన్ని కొంత బలంతో ఆకర్షిస్తుంది. ఈ బలం వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలోను మరియు వాటి మధ్య దూరం యొక్క వర్గానికి విలోమానుపాతంలోను ఉంటుంది.

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

ఇక్కడ m_1 మరియు m_2 రెండు కణాల ద్రవ్యరాశులు,

r – వాటి మధ్య దూరం

F- వాటి మధ్య బలం

అనుపాత స్థిరాంకం, అను విశ్వగురత్వ స్థిరాంకం అంటారు.

విశ్వగురుత్వ స్థిరాంకం ప్రమాణాలు :

C.G.S పద్ధతి – 6.67×10^{-8} డైను. సెం.మీ^{2} . గ్రామ్$^{-2}$

S.I. పద్ధతి – 6.67×10^{-11} న్యూ. మీ^{2}.క్రి.గ్రా$^{-2}$.

2. 2 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశులు రెండింటిని 1 మీ దూరంలో వేరుచేయబడినప్పుడు వాటి మధ్య ఉండే బలపరిమాణం G అని చూపండి.

జ: $F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$

m_1 = 1 కి.గ్రా, m_2 = 2 కి.గ్రా, r = 1 మీ, అపుడు

F = G అవుతుంది.

3. భూమి ద్రవ్యరాశిని స్థిరంగా ఉంచి వ్యాసార్ధంను రెట్టింపు చేసే భూమి ఉపరితలంపై g విలువ ఏ విధంగా మారుతుంది ?

జ. $g = \frac{GM}{R^2}$

$$g_1 = \frac{GM}{(2R)^2} = \frac{GM}{4R^2} = \frac{1}{4}\left(\frac{GM}{R^2}\right)$$

కనుక భూమి వ్యాసార్ధంను రెట్టింపు చేసి, ద్రవ్యరాశిని స్థిరంగా ఉంచితే, యిప్పటి గురుత్వత్వరణంలో నాల్గవ వంతుకి g విలువ తగ్గుతుంది.

4. భూమి ఉపరితలంపై అన్ని ప్రదేశాల వద్ద వస్తువు భారం ఒకే విధంగా ఉండదు. కారణం వివరించండి.

జ. భూమి ఉపరితలంపై అన్ని ప్రదేశాల వద్ద వస్తువు భారం ఒకే విధంగా ఉండకపోవడానికి కారణం g విలువ అన్ని ప్రదేశాలలో ఒకే విధంగా ఉండదు కనుక.

5. ఉదాహరణ : $\sqrt{2}$

జ. $g_h = \frac{g}{1 + \frac{2h}{R}}$

$$g_h = \frac{9.8\text{ms}^{-2}}{\left(1 + \frac{2(10)\text{km}}{64\text{km}}\right)} = \frac{9.8\,\text{ms}^{-2}}{1.003} = 9.77\text{ms}^{-2}.$$

6. చంద్రుని మీద మీ బరువు, ద్రవ్యరాశి ఏవిధంగా మారుతుంది.

జ. చంద్రుని మీద g విలువ భూమి మీద g విలువ కన్నా 1/6 వంతు ఉంటుంది. కనుక చంద్రుని మీద బరువు భూమి మీద బరువుకు 1/6 వంతు ఉంటుంది. ద్రవ్యరాశిలో మార్పురాదు.

7. పలాయనవేగం అంటే ఏమిటి? దీనికి సమీకరణాన్ని రాయండి.

జ. భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ నుండి ఒక వస్తువు పలాయనం చెందటానికి కావలసిన కనిష్టవేగాన్ని పలాయన వేగం అంటారు.

$$v_{పలాయన} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

ఇక్కడ M భూమి ద్రవ్యరాశి, R దాని వ్యాసార్ధం.

8. భూమి ద్రవ్యరాశి 5.97 x 10^{24} కి.గ్రా దాని వ్యాసార్ధం 6371 కిమీ. భూమి నుండి పలాయన వేగాన్ని గణించండి.

జ. $v_{సెకన్లు} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2\times6.67\times10^{-11}\,\frac{NM^2}{kg^2}\,\frac{5.97\times10^{24}\,kg}{6.371\times10^6\,m}}$

$$= \sqrt{\frac{2\times6.67\times5.97\times10}{6.371}}\,10^3\,ms^{-1}$$

$= 11.3 \times 10^3$ మీసె$^{-1}$ = 11.3 కిమీసె$^{-1}$.

9. ద్రవ్యరాశిలో ఎటువంటి మార్పు లేకుండా భూమి అకస్మాత్తుగా దాని నాలుగవ వంతు వ్యాసార్ధానికి కుచించుకు పోయింది అనుకోండి. అప్పుడు దాని మీద పలాయనవేగం ఎంత?

జ. $v_{పలాయనం} \propto \sqrt{\frac{1}{R}}$

R విలువ 1/4 వ వంతు అయితే $v_{పలాయనం}$ రెట్టింపు అవుతుంది.

10. ఒక ఊహాత్మకమైన గ్రహం x కి ద్రవ్యరాశి భూ ద్రవ్యరాశికి 8 రెట్లు ఉన్నది. వ్యాసార్ధం భూ వ్యాసార్ధానికి రెట్టింపు ఉంది. భూమి మీద పలాయన వేగ పరంగా ఈ గ్రహంపై పలాయన వేగం ఎంత ఉంటుంది?

జ. $v_{పలాయనం} \propto \sqrt{\frac{M}{R}}$

M విలువ 8 రెట్లు మరియు R రెట్టింపు అయితే, అప్పుడు

$v_{పలాయనం} \propto \sqrt{4}$ లేదా $v_{పలాయనం}$ రెట్టింపు అవుతుంది.

11. కృత్రిమ ఉపగ్రహం యొక్క కక్ష్యావేగం అంటే ఏమటి? కక్ష్యావేగానికి పలాయన వేగానికి మధ్యగల సంబంధాన్ని రాయండి.

జ. కక్ష్యలోని కృత్రిమ ఉపగ్రహం వేగాన్ని కక్ష్యావేగం అంటారు. కక్ష్యావేగానికి, పలాయన వేగానికి మధ్యగల సంబంధం $v_{కక్ష్య} = v_{పలాయనం}/\sqrt{2}$

12. భూ ఉపరితలం నుండి మనిషి భూమి వ్యాసార్ధ మెంతో అంత దూరం క్రిందికి పోతే అతడి భారమెంత ?

జ. శూన్యం, భూకేంద్రం వద్ద గురుత్వత్వరణం శూన్యం కనుక

13. ఒకే ఎత్తునుండి వస్తువును జారవిడిచినప్పుడు అది ధ్రువాల వద్ద భూమి తలాన్ని, భూమధ్యరేఖ వద్ద కంటే త్వరగా చేరుతుంది. ఎందువలన ?

జ. గురుత్వత్వరణం విలువ ధ్రువాల వద్ద, భూమధ్య రేఖ వద్ద కంటే ఎక్కువ. తొలివేగాలు, ప్రయాణం చేసే దూరాలు సమానమయితే, వస్తువు ప్రయాణానికి చేసే దూరాలు సమానమయితే, వస్తువు ప్రయాణానికి పట్టేకాలం g విలువ పెరిగితే తగ్గుతుంది. అందువలన ఒకే ఎత్తు నుండి విడిచినప్పుడు ధ్రువాల వద్ద వస్తువు భూమిని త్వరగా తాకుతుంది.

14. 'g' విలువ ఏ విషయాలపై ఆధారపడి మారుతుంది.

జ. (i) భూమి ఆకారం మీద (ii) ఎత్తు మీద (iii) లోతు మీద (iv) రేఖాంశం మీద

15. భూమి కేంద్రం వద్ద g విలువ ఎంత ?

జ. భూ కేంద్రం వద్ద g విలువ సున్నా.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కొంతదూరంలో వేరు చేయబడిన రెండు ద్రవ్యరాశుల మధ్య బలపరిమాణం ఈ క్రింది సందర్భాలలో ఏ విధంగా మారుతుంది.

(i) ద్రవ్యరాశులను మార్చకుండా దూరము రెట్టింపు చేసినపుడు

(ii) దూరం స్థిరంగా ఉంచి ద్రవ్యరాశులను రెట్టింపు చేసినపుడు

(iii) ఒక్కొక్క ద్రవ్యరాశి విలువను మరియు F విలువను రెట్టింపు చేసినపుడు

జ. $F = G\,\dfrac{m_1m_2}{r^2}$

$F \propto \dfrac{m_1m_2}{r^2}$

(i) దూరము రెట్టింపు చేసినపుడు, అంటే $r = 2r$ పై సమీకరణం నుండి $F \propto \dfrac{1}{r^2}$ కనుక, $F \propto \dfrac{1}{4r^2}$ అవుతుంది. అంటే F నాల్గవ వంతుకు తగ్గుతుంది.

(ii) దూరం స్థిరంగా ఉండి, ద్రవ్యరాశి విలువలు రెట్టింపు అయినపుడు అంటే $m_1 = 2m_1$, $m_2 = 2m_2$ అపుడు అంటే విలువ 4 రెట్లు పెరుగుతుంది.

(iii) ఒక్కొక్క ద్రవ్యరాశి విలువ మరియు విలువను రెట్టింపు చేసినపుడు F విలువలో మార్పురాదు.

$F \propto \dfrac{2m_1 \times 2m_2}{(2r)^2} \propto \dfrac{4m_1m_1}{4r^2}$

2. 50 కి.గ్రా మరియు 60 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశులు గల రెండు వస్తువులను 1మీ దూరంలో ఉంచినపుడు వాటి మధ్యగల గురుత్వాకర్షణ బలంను గణించండి.

జ. $F = G\dfrac{m_1m_2}{r^2}$

$$G = 6.67\times 10^{-11}\dfrac{Nm^2}{kg^2}$$

$$F = 6.67\times 10^{-11}\dfrac{Nm^2}{kg^2}\times\dfrac{50kg\times 60kg}{1m\times 1m}$$

$$= 6.67\times 10^{-11}\times 3\times 10^3$$

$$= 2\times 10^{-7}N.$$

3. ఒక గ్రహం ద్రవ్యరాశి భూమి ద్రవ్యరాశిలో 1/5 వంతు, వ్యాసార్ధం భూవ్యాసార్ధంలో 1/3 వంతు. వస్తువు భూమిపై 10N భారం తూగితే, గ్రహంపై భారం ఎంత?

జ. భూమిపై భారం $F_1 = \dfrac{GMm}{R^2} = 10N$ ...(1)

గ్రహంపై : ద్రవ్యరాశి = $\dfrac{1}{5}M$

వ్యాసార్ధం = $\dfrac{R}{3}$

భారం F_2 = ?

$$F_2 = \frac{GMm}{5}\times\frac{1}{\left(\frac{R}{3}\right)^2} = \frac{9}{5}G\frac{Mm}{R^2}$$

పై సమీకరణం (1) నుండి కనుక

$$F_2 = \frac{9}{5}\times 10^2 N = 18N.$$

4. భూతలం నుండి 1000 కిమి మరయు 2000 కిమి దూరంలో రెండు కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు కక్ష్యలో తిరుగుతున్నాయి. దీనిలో దేనికి ఆవర్తనకాలం ఎక్కువ ? మొదటి దాని ఆవర్తనకాలం 90 నిమిషాలు అయితే తరవాత దాని ఆవర్తన కాలం కనుగొనండి.

జ. కెప్లర్ మూడవ నియమం ప్రకారం

$$\frac{T_1^2}{T_2^2}=\frac{r_1^3}{r_2^3} \quad \text{లేదా} \quad T^2 \propto r^3 \Rightarrow T \propto r^{3/2}$$

అందువల్ల దూరంగా ఉన్న ఉపగ్రహానికి అధిక ఆవర్తన కాలం ఉంటుంది.

ఇక్కడ $T_1 = 90$ ని, $r_1 = 1000$ కిమీ + 6.371 కిమీ,

$r_2 = 200$ కిమీ + 6371 కిమీ (భూ కేంద్రం నుండి)

$$\therefore T_2^2 = T_1^2\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = (90 \ \text{min})\times\left(\frac{8371}{7371}\right)^3$$

$T_2 = 108.9$ నిముషాలు.

5. సౌరవ్యవస్థ సెడ్నా అనే కొత్త చిన్న గ్రహాన్ని ఇటీవల కాలంలో కనుగొన్నారు. ఇది సూర్యునికి 86. A.U.(Astronomical unit) దూరంలో కక్ష్యలో తిరుగుతున్నది. (A.U అంటే సూర్యునికి, భూమికి మధ్యగల దూరం ఇది 1.5×10^{11} మీ సమానం) దాని కక్ష్యావర్తన కాలాన్ని సంవత్సరాల్లో గణించండి.

జ. కెప్లర్ మూడవ నియమం ప్రకారం

$$\frac{T^2_{\text{భూమి}}}{T^2_{\text{సెడ్నా}}} = \frac{r^3_{\text{భూమి}}}{r^3_{\text{సెడ్నా}}} \quad \text{(సూర్యుని నుండి దూరం)}$$

$T_{\text{భూమి}} = 1$ సంవత్సరం, $r_{\text{భూమి}} = 1$ అయు

$$T^2_{\text{సెడ్నా}} = \frac{(1 \text{ సం॥})^2 (86 \text{ అయు})^3}{(1 \text{ అయు})^3}(86)^3 \text{ సం॥}^2.$$

$\therefore \ T_{\text{సెడ్నా}} = 797.5$ సంవత్సరాలు.

6. భూమి చుట్టూ కక్ష్యలో తిరుగుతున్న ఒక ఉపగ్రహం యొక్క కక్ష్య వేగానికి ఒక సమాసం రాబట్టండి.

జ. భూకేంద్రం నుండి r దూరంలో గల ఉపగ్రహం ద్రవ్యరాశి m, కక్ష్యావేగం v అయితే, అపకేంద్ర బలమును గురుత్వ బలంతో సమానం చేయగా కింద్రి విధంగా వస్తుంది.

$$\frac{mv^2}{r}=\frac{GmM}{r^2} \Rightarrow v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$$

ఇక్కడ M భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశి .

7. భారత అంతరిక్ష పరిశోధనా సంస్థ గురించి రాయండి.

జ. భారత ప్రభుత్వం 1969లో భారత అంతరిక్ష పరిశోధనా సంస్థను (ఇస్రో) డాక్టర్ విక్రమ్ సారాభాయ్ చురుకైన నాయకత్వంలో ఏర్పాటు చేసింది. జాతిని విద్యావంతుల్ని ఉపగ్రహాల ద్వారా చేయాలనే దృష్టి డాక్టర్ సారాభాయ్‌కి ఉంది. ఇస్రో అనేక పటిష్టమైన కార్యక్రమాలను చేపట్టి సమాచారం, టెలివిజన్ బ్రాడ్‌కాస్టింగ్, వాతావరణ సంబంధమైన సేవలు, రిమోట్ సెన్సింగ్ మరియు శాస్త్ర పరిశోధనలకోసం అంతరిక్ష వ్యవస్థలను రూపొందించింది. ధ్రువ ఉపగ్రహాలను ప్రయోగించే వాహనాలు, (Lanuch vehicles for Polar Satellites (PSLV)) భూస్థిర ఉపగ్రహాలను ప్రవేశపెట్టే వాహనాలను (GSLV) జయప్రదంగా అభివృద్ధిపరచగలిగింది. నిజానికి ఇది ఇతర దేశాలయిన జర్మనీ, బెల్జియం మరియు కొరియాల ఉపగ్రహాలను అంతరిక్షంలోకి ప్రవేశపెట్టింది. అయిదు దేశాలు మాత్రమే ఉండే క్లబ్‌లో సభ్యదేశంగా చేరింది. దీని శాస్త్ర పరిశోధనా కార్యక్రమాలు కింద వాటి అధ్యయనంతో కలసి ఉన్నాయి.

i) వాతావరణం, పర్యావరణం మరియు భౌగోళిక మార్పులు

ii) ఉపరితల వాతావరణం

iii) ఖగోళశాస్త్రం మరియు ఖగోళ భౌతికశాస్త్రం

iv) భారతదేశ సముద్రాలు

ఇటీవల ఇస్రో ప్రపంచంలోనే తొలిరకమైన ప్రత్యేకంగా విద్య కోసం నిర్దేశించబడిన ఎడ్యూశాట్ ఉపగ్రహాన్ని ప్రయోగించింది. ఇది ప్రత్యేకించి దూర ప్రాంతాల్లో నివసిస్తున్న యువ మరియు వయోజన విద్యార్థులు ఇరువురిని విద్యావంతుల్ని చేయడానికి ఉపయోగించబడుతోంది.

8. రెండు వస్తువుల మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలం 15N ప్రతీ వస్తువు ద్రవ్యరాశిని రెట్టింపు చేసి, మధ్యదూరాన్ని సగం చేస్తే, వాటి మధ్య ఆకర్షణ బలం ఎంత?

జ. (i) $F = G\dfrac{m_1m_2}{r^2} = 15N$ ...(1)

(ii) మొదటి ద్రవ్యరాశి = $2m_1$, రెండవ ద్రవ్యరాశి = $2m_2$

దూరం = $\dfrac{r}{2}$, $F_2 = ?$

$$F_2 = \frac{G.2m_1 2m_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = \frac{16Gm_1m_2}{r^2} = 16F_1 = 16\times15$$

$$= 240\ N.$$

9. చంద్రుని వ్యాసార్థం 1.7×10^6 మీ. దాని ద్రవ్యరాశి 7.35×10^{22} కి.గ్రా. చంద్రునిపై గురుత్వత్వరణాన్ని కనుక్కోండి. ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ న్యూ.మీ2/కి.గ్రా^{2})

జ. $G = 6.67 \times 10^{-11}$ న్యూ.మీ^{2}/కి.గ్రా^{2}

$M = 7.35 \times 10^{22}$ కి.గ్రా.

$R = 1.7 \times 10^6$ మీ; $g = ?$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$= \frac{6.67\times10^{-11}\times7.35\times10^{22}}{1.7\times10^6\times1.7\times10^6} = 1.696 \text{ మీ/సె}^2.$$

10. చంద్రుని ద్రవ్యరాశి 7.35×10^{22} కి.గ్రా, దాని వ్యాసార్థం 1.7×106 మీ. చంద్రుని మీద పలాయనవేగంను కనుక్కోండి.

జ. $M = 7.35 \times 10^{22}$ కి.గ్రా

$R = 1.7 \times 10^6$ మీ.

$G = 6.67 \times 10^{-11}$ న్యూ.మీ^{2}/కి.గ్రా^{2}

పలాయన వేగం $V = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$$V_{\text{పలాయన}} = \sqrt{\frac{2\times6.67\times10^{-11}\times7.35\times10^{22}}{1.7\times10^6}}$$

= 2402 మీ/సె.

11. ఆధునిక విమానం ఊర్ధ్వ దిశలో 10 కిమీ ల ఎత్తులో ఎగురుతూ ఉంటాయి. 10 కిమీ ఎత్తులో g విలువను గణిద్దాం. భూ వ్యాసార్థం విలువ 6400 కిమీ గానూ మరియు భూతలంపై g విలువను 9.8 మీసె$^{-2}$గా తీసుకొందాం.

జ. సమీకరణం నుండి మనకు $g_h = \frac{g}{\left(1+\frac{2h}{R}\right)}$

$$g_h = \frac{g}{\left(1+\frac{2(10)\text{ km}}{6400\text{ km}}\right)} = \frac{9.8\text{ ms}^{-2}}{1.003} = 9.77\text{ ms}^{-2}$$

12. భూమి ఉపరితలం నుండి భూవ్యాసార్ధంలో 1/20 వంతు ఎత్తు వద్ద గురుత్వత్వరణం $9ms^{-2}$, అయితే భూమి ఉపరితలం నుండి అదే లోతు వద్ద గురుత్వత్వరణం విలువను లెక్కించండి.

జ. $h << R$ ప్రకారం

భూమి ఉపరితలం నుండి h ఎత్తున గురుత్వత్వరణం

$$g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$$

$h = \frac{R}{20}$ మరియు $g_h = 9ms^{-2}$

$$\therefore 9ms^{-2} = g\left(1 - 2 \times \frac{R}{20} \times \frac{1}{R}\right)$$

$$9ms^{-2} = \frac{9}{10}g$$

అంటే $g = 10\ ms^{-2}$

భూమి ఉపరితలం నుండి h లోతున

$$g_h = g\left(1 - \frac{h}{R}\right)$$

$$d = h = \frac{R}{20},\ g = 10ms^{-2}$$

$$g_h = 10ms^{-2}\left(1 - \frac{R}{20} \times \frac{1}{R}\right)$$

$$= 10ms^{-2}\left(\frac{19}{20}\right) = \frac{19}{2}ms^{-2}.$$

$$= 9.5\,ms^{-2}.$$

13. $\lambda = 60^0$ రేఖాంశం వద్ద g విలువను గణించండి. భూమి వ్యాసార్ధం 6371 Km.

జ. భూ భ్రమణ ఆవర్తన కాలం T = 24 గంటలు (24 x 60 x 60) సెకన్లు.

భూ భ్రమణ పౌన:పున్యం $= \frac{1}{T}$

భూమి కోణీయ వేగం $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{(24 \times 60 \times 60)} = 7.27 \times 10^{-5}$

$\therefore R\omega^2 \cos\lambda = 6.371 \times 10^6 \times \left(7.27 \times 10^{-5}\right)^2 \times 0.5$

= 0.017 మీసె$^{-2}$.

$g_\lambda = g - R\omega^2 \cos\lambda$ కాబట్టి,

60^o రేఖాంశం వద్ద $g_\lambda = 9.853 - 0.017 = 9.836$ మీసె$^{-2}$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. భూమి మీద ఒక ప్రదేశంలో ఎత్తు మరియు లోతులలో గురుత్వాత్వరణం g విలువలో వచ్చే మార్పులకు సమీకరణాలు రాబట్టండి.

జ. ఎత్తుతో మార్పు

సమీకరణంలోని కుడివైపునగల హారంలోని R^2 రాశి, భూ కేంద్రం నుండి దూరం యొక్క వర్గం విలువ పెరిగేకొలది g విలువ తగ్గిపోతుందని తెలియజేస్తుంది. అందువలన భూతలం నుండి R దూరంలోను, అంటే భూ కేంద్రం నుండి 2R దూరంలోను భూతలం వద్ద ఉన్న g విలువలో 1/4 వ వంతు విలువకు g విలువ ఉంటుంది. ఏది ఏమైనప్పటికి భూతలం నుండి ఉండే ఎత్తు h ని altitude (ఎత్తు) అని అంటారు. ఇది భూ వ్యాసార్ధంతో పోలిస్తే తక్కువగా ఉంటుంది. ఇపుడు g విలువను ఎత్తు h వద్ద g_h తో సూచిస్తే అపుడు

$$g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$= \frac{GM}{R^2\left(1+\frac{h}{R}\right)^2}$$

$$= \frac{g}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2}$$

ఇక్కడ $g = \frac{GM}{R^2}$ భూ ఉపరితలంపై గురుత్వ త్వరణం విలువ

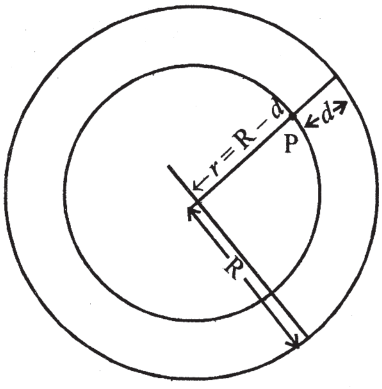
$$\frac{g}{g_h} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2 = 1 + \frac{2h}{R} + \left(\frac{h}{R}\right)^2$$

ఇందులో $\frac{h}{R}$ చాలా తక్కువ రాశి కాబట్టి $\left(\frac{h}{R}\right)^2$ మరింత తక్కువ రాశి అవుతుంది. అందువల్ల $\frac{h}{R}$ తో సరిపోల్చి దీనిని తృణీకరించవచ్చు.

$$g_h = \frac{g}{\left(1 + \frac{2h}{R}\right)} \qquad \ldots(1)$$

లోతుతో **g** విలువలో మార్పు

భూమికి d లోతులో P అనే బిందువును పరిగణించండి (పటం) భూమి ఏకరీతి సాంద్రత P గల గోళంగా ఊహించండి. బిందువు P భూ కేంద్రం నుండి $r = (R - d)$ దూరంలో ఉంటుంది. $= (R - d)$ వ్యాసార్థం గల గోళాన్ని గీయాలి. P వద్ద ద్రవ్యరాశి ఉంచినపుడు ఇతర కణాల నుండి అది లోనుకాబడే గురుత్వబలాలు (i) d మదంగల గుల్లగోళం మరియు (ii) r వ్యాసార్థం గల గోళము. గుల్ల గోళంలోని కణాల వల్ల ఏర్పడుబలాలు ఒకదానినొకటి రద్దు చేసుకుంటాయని చూపించవచ్చు. అంటే P వద్ద గుల్ల గొళం వల్ల కలిగే ఫలిత బలం శూన్యం అవుతుంది. అందువల్ల P వద్ద గల గురుత్వత్వరణం గణించేందుకు $(R - d)$ వ్యాసార్థంగల గోళం ద్రవ్యరాశిని పరిగణలోకి తీసుకోవాలి. $(R - d)$ వ్యాసార్థం గల గోళం ద్రవ్యరాశి M' విలువ



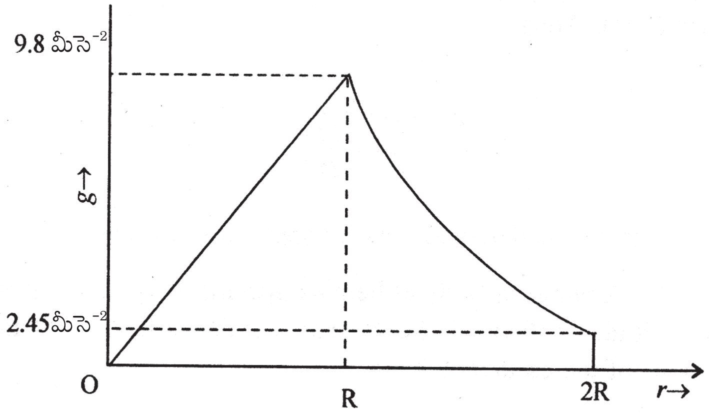
పటం. లోతుగల బిందువు భూకేంద్రం నుండి దూరం r = R–d

$$M' = \frac{4}{3}\pi\rho \ (R - d)^3$$

P వద్ద ఉంచబండిన కణం పై ఉండే గురుత్వత్వరణం

$$g_d = G\frac{M'}{(R - d)^2} = \frac{4\pi G}{3}\rho(R - d)$$

d పెరిగేకొలది $(R-d)$ తగ్గిపోతుంది. అంటే భూమి లోపలకు వెళ్లేకొలది g విలువ తగ్గిపోతుందని దీని అర్థం $d=R$ వద్ద, అంటే భూ కేంద్రం వద్ద, గురుత్వత్వరణం, అదృశ్యమై పోతుంది. $(R-d)=r$ అనేది భూ కేంద్రం నుండి దూరం. అంటే గురుత్వత్వరణం r కు రేఖీయ అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. భూకేంద్రం నుండి భూతలానికి ఎత్తులో వరకు g విలువలోని మార్పులు పటం 5.5లో చూపబడింది.



పటం. భూ కేంద్రం నుండి దూరంతో g విలువలో మార్పు

g_d విలువను, భూతలం వద్ద d=0 అని గుర్తించి దాని పదాలతో వ్యక్తపరచవచ్చును.

భూతలం వద్ద $g=\frac{4\pi G}{3}\rho R$

అంటే,

$$g_d=\frac{g(R-d)}{R}=g\left(1-\frac{d}{R}\right), \quad 0\le d\le R \qquad \ldots \qquad (2)$$

సమీకరణాలు (1) మరియు (2) ఆధారంగా g విలువ లోతు మరియు ఎత్తులతోపాటు తగ్గుంది.

2. (i) విశ్వగురుత్వస్థిరాంకం G మరియు గురుత్వత్వరణం g ల మధ్య సంబంధాన్ని ఉత్పాదించండి.

(ii) రేఖాంశంతో g విలువలలో వచ్చే మార్పును వివరించండి.

(iii) ధృవాల వద్ద g విలువను గణించండి.

జ. గురుత్వ త్వరణం g మరియు విశ్వగురుత్వ స్థిరాంకం G ల మధ్య సంబంధం న్యూటన్ రెండవగమన సూత్రం ప్రకారం, ఒక వస్తువుపై F బలం ప్రయోగించినపుడు, ఈ క్రింది సంబంధం ప్రకారం అది వస్తువులో a త్వరణం కల్గిస్తుంది.

$$\mathbf{F}=m\mathbf{a} \qquad \ldots \qquad (1)$$

గురుత్వబలం కూడా, అనగా భూతలం మీద లేదా దగ్గరగా వున్నవస్తువుపై కూడా ప్రవర్తించేబలం, వస్తువులో త్వరణాన్ని కల్గిస్తుంది. వస్తువులో గురుత్వబలం కలిగించే త్వరణాన్నే గురుత్వత్వరణం అంటారు దీనిని g గుర్తుతో సూచిస్తారు. 5.1 సమీకరణం ప్రకారం m ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు భూతలం పైవున్నప్పుడు గురుత్వబలం పరిమాణం క్రింది విధంగా ఉంటుంది.

$$F = \frac{GMm}{R^2} \qquad \ldots \qquad (2)$$

ఇచట M భూద్రవ్యరాశి మరియు R భూవ్యాసార్థం. సమీకరణాలు (1) మరియు (2) ల నుండి

$$mg = \frac{G.Mm}{R^2}$$

లేదా $$g = \frac{G.M}{R^2}$$

రేఖాంశంతో **g** విలువలో మార్పు

భూమి తన అక్షం పై తాను తిరుగుతున్నది. దీని వల్ల భూ తలం మీద గల ప్రతికణం వర్తులాకార చలనంలో ఉంటుంది. గురుత్వము లేక పోయినట్లయితే అన్ని కణాలు భూమి మీద నుండి వాటి వర్తులా కార కక్ష్యలకు గీయబడిన స్పర్శరేఖల వెంబడి ఎగిరిపోయి ఉండేవి. మనందరని భూమికి కట్టిపడి వేయడంలో గురుత్వం చాలా ముఖ్యమైన పాత్ర నిర్వహిస్తుంది. ఒక వస్తువును వర్తులాకార చలనంలో ఉంచాలంటే దానికి అపకేంద్ర బలాన్ని సరఫరా చేయాల్సి ఉంటుంది. గురుత్వ బలంలో కొంత భాగం ఈ అపకేంద్ర బలం సరఫరా చేయడానికి ఉపయోగపడుతుంది. దీని ఫలితంగా , భూతలం పై వున్న వస్తువులను ఆకర్షించే బలం విలువ కొంచెం తగ్గుతుంది. భూ మధ్య రేఖ వద్ద భూ భ్రమణ ఫలితం గరిష్టంగా ఉంటుంది. ధృవాల వద్ద ఈ ఫలితం దాదాపు కనుమరుగవుతుంది. ధృవాల వద్ద విలువ g అనుకుంటే, λ రేఖాంశం వద్ద గల g_λ విలువ కిందివిధంగా ఉంటుంది.

$$g_\lambda = g - R\omega^2 \cos\lambda$$

ఇచట ω భూమి యొక్క కోణీయ వేగం, R దాని వ్యాసార్థం. ధృవాల వద్ద $\lambda = 90^0$ కాబట్టి $g_\lambda = g$ అవుతుంది.

సాధన: ధృవాల వద్ద భూ వ్యాసార్థం M = 6357 కిమీ = 6.357 x 10^6 మీ

భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశి = 5.97 x 10^{24} కి.గ్రా

$g = \frac{GM}{R^2}$ సమీకరణంని ఉపయోగిస్తే, మనకు కింది విధంగా వస్తుంది.

ధృవాల వద్ద $g = \left(\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6.357 \times 10^{6})^2} \right)$ మీసె$^{-2}$

$= 9.853$ మీసె$^{-2}$.

3. (i) క్లెపర్ గ్రహగతుల నియమాలను రాయండి.

(ii) గ్రహాల కక్ష్యావర్తన వేగంకు సమీకరణం రాబట్టండి.

(iii) సూర్యుని నుండి బుధ గ్రహం దూరం 57.9×10^9 మీ అయితే బుధ గ్రహం కక్ష్యావర్తన కాలం గణించండి. భూమికి సూర్యునికి మధ్య దూరం 1.5×10^{11} మీ గా ఇవ్వబడింది.

జ. 1. గ్రహం దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో తిరుగుతూ ఉంటుంది. సూర్యుడు దీని ఒక నాభిలో ఉంటాడు. (దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యకు రెండు నాభులు ఉంటాయి).

2. ప్రమాణ కాలంలో కక్ష్య వెంబడి పూర్తిగా సూర్యుడు–గ్రహం కలిపిన సరళరేఖ చిమ్ముతూ పర్యటించే వైశాల్యం స్థిరంగా ఉంటుంది.

3. సూర్యుని చుట్టూ గ్రహం తిరిగే ఆవర్తన కాలం యొక్క వర్గం, సూర్యుని నుండి దానికి గల సగటు దూరం యొక్క ఘనానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. ఆవర్తనకాలాన్ని T తోను, సూర్యుని నుండి సగటు దూరాన్ని r తోను సూచిస్తే, అప్పుడు $T^2 \propto r^3$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

గ్రహాల కక్ష్యావర్తన వేగం

ఒక గ్రహం యొక్క కక్ష్యా ఆవర్తన కాలం T మరియు సూర్యుడి నుండి దాని దూరం r అయితే అది T కాలంలో $2\pi r$ దూరం ప్రయాణిస్తుంది. అందువల్ల దాని కక్ష్యా వేగం.

$$V_{\text{కక్ష్య}} = \frac{2\pi r}{T}$$

మరియొక పద్ధతిలో కూడా కక్ష్యా వేగాన్ని గణించవచ్చు. గ్రహం లోనయ్యే అపకేంద్ర బలం $\frac{mv^2_{\text{H□H}}}{r}$, ఇందులో m దాని ద్రవ్యరాశి. సూర్యునికి, గ్రహానికి మధ్యగల గురుత్వబలం ఈ బలాన్ని సరఫరాచేయాల్సి ఉంది. సూర్యుని ద్రవ్యరాశి $M_{\text{సూ}}$ అయితే గ్రహంపై గురుత్వాకార్షణ బలం విలువ $\frac{GM_{□}m}{r^2}$ అవుతుంది. ఈ రెండు బలాలు సమానం చేస్తే, మనకు

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GM \quad m}{r^2}$$

$$\therefore V_{H\square H\square\square\varnothing} = \sqrt{\frac{GM_{\square\leftarrow}}{r^2}}$$

సాధన: భూమి యొక్క కక్ష్యావర్తనకాలం 365.25 రోజులు అని మనకు తెలుసు. అంటే T_1 = 365.25 రోజులు మరియు $r_1 = 1.5 \times 10''$ మీ.

$r_2 = 57.9 \times 10^9$ మీ బుధ గ్రహానికి అని ఇవ్వబడింది. అందువల్ల బుధగ్రహానికి కక్ష్యావర్తన కాలం T_2 ఈ విధంగా వస్తుంది.

$$\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{r_1^3}$$

విలువలను ప్రతిక్షేపించగా,

$$T_2 = \sqrt{\frac{T_1^2 r_2^3}{r_1^3}} = \sqrt{\frac{(365.25)^2 \times \left(57.9 \times 10^9\right)^3 m^3}{\left(1.5 \times 10''\right)^3 m^3}} \text{ రోజులు}$$

= 87.6 రోజులు.

6 పని, శక్తి మరియు సామర్థ్యం

పరిచయం

బాహ్య బల ప్రయోగంవల్ల వస్తువులకు చలనం వస్తుంది అని మరియు ఆ వస్తువులపై చలనాన్ని న్యూటన్ గమన నియమాల ప్రకారం వివరిస్తారని మీకు తెలుసు. అంతే కాకుండా బాహ్యబల ప్రయోగంవల్ల వస్తువు వేగం (వడి మరియు దిశ) ఏ విధంగా మార్పు చెందుతుందో మీకు తెలుసు. ఈ అధ్యాయంలో మీరు పని మరియు శక్తి గురించిన భావనలు తెలుసుకొంటారు. ఆధునిక సమాజం అనేక రకాల పనులు చేయటానికి అత్యధిక పరిమాణంగల శక్తి అవసరం అవుతుంది. ఆది మానవుడు పనిచేయటానికి తన కండర శక్తిని ఉపయోగించేవాడు. తరువాత కాలంలో అనేక పనులు మనుషులకు సహాయంగా జంతుశక్తిని వినియోగించుకునేవారు. అనేక రకాల యంత్రాలు కనుగొనడంతో పనిచేసే సమర్థత బాగా పెరిగింది. ఇప్పుడు నాగరికత అభివృద్ధి ఉపయోగపడే శక్తి అందుబాటుపై ఆధారపడి ఉంది. అందువల్ల శక్తి మరియు పని దగ్గరగా ముడిపడి ఉన్నాయి.

పై చర్చలవల్ల పనిచేసే రేటు కొత్త రీతులతో బాగా అభివృద్ధిచెందిందని మీరు గ్రహించగలుగుతున్నారు. అంటే మానవ శక్తి నుండి మనం బదిలీకాబడి $\rightarrow$ జంతుశక్తి $\rightarrow$ యాంత్రిక శక్తులతో కావలసిన బలాన్ని పొందగలుగుతున్నాం. **పని జరిగే రేటును సామర్థ్యం అంటారు.**

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరవాత మీకు కింది విషయాలు తెలుస్తాయి.

- బలం వల్ల జరిగిన పనిని నిర్వచించటం, మరియు పనికి ప్రమాణం తెలపడం.
- బాహ్యబల ప్రయోగంవల్ల జరిగిన పనిని లెక్కించడం.
- పని-శక్తి సిద్ధాంతాన్ని ప్రవచించడం.

- ఒక వ్యవస్థ యొక్క సామర్థ్యం నిర్వచించడం.
- కొంత ద్రవ్యరాశి ఒక బిందువు నుండి మరొక బిందువుకు కదిలినప్పుడు గురుత్వం వల్ల జరిగిన పనిని గణించడం.
- శక్తి యొక్క అర్థాన్ని వివరించడం.
- గురుత్వ స్థితిశక్తికి మరియు స్థితిస్థాపక స్థితిశక్తులకు సమాసాలు ఉత్పాదించడం.
- భౌతిక వ్యవస్థలకు, శక్తినిత్యత్వ నియమాన్ని అనువర్తించడం మరియు
- స్థితిస్థాపక అభిఘాతాలకు శక్తి నిత్యత్వ నియమాన్ని మరియు ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమాన్ని అనువర్తించడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. జౌల్‌ను నిర్వచించండి? ఇది దేనికి ప్రమాణం ?

జ. ఒక న్యూటన్ బలం ఒక మీటరు స్థానభ్రంశాన్ని కలుగజేస్తే అది చేసిన పనిని జౌల్ అంటారు. పని యొక్క ప్రమాణం జౌల్.

2. పని యొక్క మితి ఫార్ములాను కనుక్కోండి.

జ. W = (బలం) × (దూరం)

= ద్రవ్యరాశి × త్వరణం × దూరం

పని యొక్క మితి = $[M] \times [LT^{-2}] \times [L] = [ML^2T^{-2}]$

విద్యుత్ కొలతల్లో, కిలోవాట్-గంట (kwh) ను పనికి ప్రమాణంగా ఉపయోగిస్తారు. ఇది జౌల్‌తో కింది విధంగా సంబంధం కలిగి ఉంటుంది.

$$1 \text{ kwh} = 3.6 \times 10^5 \text{ J.}$$

3. స్ప్రింగ్ స్థిరాంకాన్ని నిర్వచించి, దాని S.I ప్రమాణాలను రాయండి.

జ. ప్రమాణ స్థానభ్రంశానికి గల పునఃస్థాపక బలాన్ని స్ప్రింగ్ స్థిరాంకం అంటారు. దాని S.I ప్రమాణాలు న్యూ.మీ$^{-1}$.

4. సామర్థ్యంను నిర్వచించి, దీని S.I ప్రమాణాలు తెలపండి.

జ. పని జరిగే రేటునే సామర్థ్యం అంటారు. దీని S.I ప్రమాణం - వాట్.

5. ఒక వ్యక్తి 5 కి.గ్రా బంగాళాదుంపలను కింది అంతస్థు నుండి 4 మీ ఎత్తులో గల మొదటి అంతస్థుకు తీసుకు వెళ్లాడు. జరిగిన పనిని గణించండి.

సాధన: బంగాళదుంపలను పైకి తీసుకొని వెళ్ళడంవల్ల అతను గురుత్వాకర్షణ బలానికి వ్యతిరేకంగా పనిచేస్తాడు. కాబట్టి,

బలం = mg

$= 5$ కి.గ్రా. x 9.8 మీసె$^{-2}$

$= 49$ న్యూ

జరిగిన పని = 49 x 4 (న్యూమీ)

$= 196$ J.

6. 1 KWh ఎన్ని జౌల్స్‌కు సమానం.

జ. $1\ \text{KWh} = 3.6 \times 10^6\ \text{J} = 3.6\ \text{MJ}$ (మెగాజౌల్స్)

7. 100 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు 10 సె కాలంలో 8m ల ఎత్తుకు ఎత్తబడింది. ఎత్తిన వ్యక్తి యొక్క సామర్థ్యాన్ని లెక్కించండి.

జ. $P = \frac{mgh}{t} = \frac{100 \times 9.8 \times 8}{10} = 784\text{W}.$

8. 10 అశ్వసామర్థ్యాన్ని కిలోవాట్ లోకి మార్చండి.

జ. $10\text{ph} = (10 \times 746)\ \text{W} = \frac{10 \times 746}{1000} = 7.46\,\text{KW}.$

9. ఒక కణం వృత్తాకార మార్గంలో భ్రమణం చెందుతున్నపుడు దానిపై ఒక బలం పనిచేస్తుంది. కణంపై పనిచేసే ఆ బలం వల్ల జరిగిన పనిని లెక్కించండి.

జ. కణం యొక్క చలన దిశకు బలం ఎల్లప్పుడే లంబ దిశలో పనిచేస్తుంది. కాబట్టి ఈ బలం వల్ల పని జరగదు.

10. 2 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశి గల ధాన్యం 5 మీ ఎత్తుకు ఎత్తబడింది. (a) ఎత్తినబలం వల్ల జరిగిన పని ఎంత? (b) గురుత్వాకర్షణబలం వల్ల జరిగిన పని ఎంత ?

జ. (a) ఎత్తినబలం వల్ల జరిగిన పని $\omega = mgh = 2 \times 9.8 \times 8$

$= 98\text{J}.$

(b) గురుత్వాకర్షణ బలం వల్ల జరిగినపని = $-98\text{J}.$

11. స్ప్రింగ్ స్థిరాంకాన్ని నిర్వచించి దాని S.I. ప్రమాణాలు రాయండి.

జ. ప్రమాణ స్థానభ్రంశానికి గల పునఃస్థాపక బలాన్ని స్ప్రింగ్ స్థిరాంకం అంటారు. దాని ప్రమాణాలు న్యూ.మీ$^{-1}$.

12. సామర్థ్యంను నిర్వచించి, దీని ప్రమాణాలు రాయండి.

జ. పనిజరిగే రేటునే సామర్థ్యం అంటారు. దీని ప్రమాణాలు : వాట్.

13. 100 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశిగల వస్తువు 10 సె కాలంలో 8 మీల ఎత్తుకు ఎత్తబడింది. ఎత్తిన వ్యక్తి యొక్క సామర్థ్యాన్ని లెక్కించండి.

జ. $P = \frac{mgh}{t} = \frac{100 \times 9.8 \times 8}{10} = 784w.$

14. 10 అశ్వ సామర్థ్యన్ని కిలోవాట్‌ల్లోకి మార్చండి.

జ. $10hp = \frac{10 \times 746}{1000}$ $(\because 1\ hp = 746\omega)$

$= 7.46.$

15. రెండు గోళాల ముఖాముఖీ అభిఘాతం తరువాత వేగాలకు సమీకరణాన్ని రాయండి.

జ. $$v_{Af} = \frac{2m_B v_{Bi}}{m_A + m_B} + \frac{v_{Ai}(m_A - m_B)}{m_A + m_B}$$

$$v_{Bf} = -\frac{2m_A v_{Ai}}{m_A + m_B} + \frac{(m_B - m_A)v_{Bi}}{m_A + m_B}$$

ఇక్కడ M_A మరియు M_B లు A మరియు B గోళాల ద్రవ్యరాశులు.

V_{Ai}, V_{Bi} లు అభిఘాతం ముందు A మరియు B గోళాల వేగాలు.

V_{Af}, V_{Bf} లు అభిఘాతం తరువాత A మరియు B గోళాల వేగాలు.

16. రెండు బంతుల మధ్య స్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో, అభిఘాతం తరవాత ప్రతి బంతి గతిశక్తి మార్పు చెందుతుందా?

జ. అవును. కాని అభిఘాతం తరవాత రెండు గోళాల మొత్తం శక్తి, అభిఘాతం ముందు ఉన్న శక్తికి సమానం.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. 10 న్యూ బలం ఒక స్ప్రింగ్‌ను 1 సెం.మీ దూరం సాగదీసింది. అయితే స్ప్రింగ్‌ను 5 సెం.మీ సాగదీయడానికి కావలసిన బలం ఎంత ? ఈ బలం వల్ల జరిగిన పని ఎంత?

జ. స్ప్రింగ్ స్థిరాంకం $K = \frac{Mg}{S}$

$$= \frac{10N}{1cm} = \frac{10N}{\frac{1}{100}m} = 10Nm^{-1}.$$

$F = Kx$ కనుక $x = 5$ సెం.మీ సాగదీయడానికి

$F = (10$ న్యూ మీ$^{-1}$ $\times 0.05$ మీ$) = 0.5$ న్యూ.

ఈ బలం వల్ల జరిగిన పని

$$W = \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}\times 10\times\frac{5}{100}\times\frac{5}{100} = \frac{25}{2000} = 0.125\,J$$

2. ఈ క్రింది సందర్భాలలో కణం గతిశక్తి ఏవిధంగా మారుతుంది.

(ఎ) కణం యొక్క వేగం v నుండి $2v$ అయినపుడు

(బి) కణం ద్రవ్యరాశి M నుండి M/2 చేసినపుడు.

జ. గతిశక్తి $= \frac{1}{2}mv^2 = E$

$v = 2v$ అయితే

$$= \frac{1}{2}m(2v)^2 = 4\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = 4E$$

అంటే $v = 2v$ అయితే గతిశక్తి నాలుగు రెట్లు పెరుగుతుంది.

(బి) $m = \frac{m}{2}$ అయితే

గతిశక్తి $E = \frac{1}{2}\left(\frac{m}{2}\right)v^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = \frac{1}{2}(E)$

$m = \frac{m}{2}$ అయితే గతిశక్తి సగమవుతుంది.

3. ధనాత్మక, రుణాత్మక పనులను ఉదాహరణలతో వివరించండి.

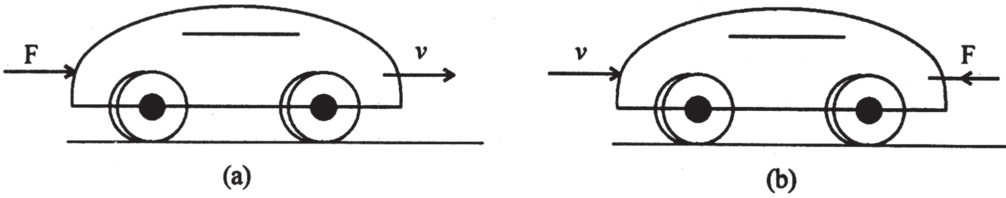
జ. ధనాత్మక మరియు రుణాత్మక పని

పటం (a) లో చూపినట్లు ఒక కారు +x దిశలో చలిస్తున్నది. అదే దిశలో బలం F ప్రయోగించబడినది. కారు వడి క్రమంగా పెరుగుతుంది. బలం, స్థానభ్రంశాలు ఒకే దిశలో ఉన్నాయి. అంటే $\theta = 0^o$. అందువల్ల జరిగిన పని

$$W = Fd\cos 0$$

$$= Fd$$

ఇచట జరిగిన పని ధనాత్మకం.



పటం. క్షితిజ సమాంతర తలంపై చలిస్తున్న కారు. a) కారు చలిస్తున్న దిశలో F బలం ప్రయోగించబడింది. అది త్వరణీకరించబడుతుంది.

b) కారు చలిస్తున్న దిశకు వ్యతిరేక దిశలో F బలం ప్రయోగించబడింది. కాబట్టి కొంత దూరం ప్రయాణించిన తరవాత కారు నిశ్చల స్థితికి వచ్చింది.

పటం (b) నుండి, కారు +x అక్షం దిశలో చలిస్తుంది. కాని ఒక బలం F కారును నిశ్చల స్థితికి తీసుకురావడానికి వ్యతిరేక దిశలో పనిచేస్తుంది. ఇక్కడ బలం మరియు స్థానభ్రంశాల మధ్యగల కోణం $\theta = 180^o$ కాబట్టి ఇక్కడ జరిగిన పని

$$W = Fd\cos 180^o$$

$$W = -Fd$$

ఈ సందర్భంలో జరిగిన పని రుణాత్మకం. నిజానికి బలం మరియు స్థానభ్రంశాల మధ్యగల కోణం θ, 90^o లకు 270^o లకు మధ్య ఉన్నప్పుడు జరిగిన పని రుణాత్మకం అవుతుంది.

a) మనం కారు ఏక్సిలరేటర్‌ను తొక్కినప్పుడు, కారు చలన దిశలోనే బలం పనిచేస్తుంది. ఫలితంగా కారు వడి పెరుగుతుంది. ఈ సందర్భంలో జరిగిన పని ధనాత్మకం.

b) మనం కారు బ్రేకులను ప్రయోగించినప్పుడు, కారు చలన దిశకు వ్యతిరేక దిశలో బలం పనిచేస్తుంది. ఫలితంగా కారు వడి క్షీణించి, చివరకు నిశ్చలస్థితికి వస్తుంది. ఈ సందర్భంలో జరిగన పని రుణాత్మకం.

c) ప్రయోగించిన బలం మరియు స్థానభ్రంశం ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉన్నప్పుడు $\theta = 90^o$ కాబట్టి ఈ సందర్భంలో జరిగిన పని శూన్యం.

4. ఒక బలం $\bar{F} = (5i + 3j)$ న్యూ ఒక వస్తువుపై పనిచేసి, దానికి $d = (3i + 4j)$ మీ స్థానభ్రంశాన్ని కలుగ చేసింది.

(ఎ) స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణాన్ని

(బి) బలం యొక్క పరిమాణాన్ని

(సి) ఆ బలం వల్ల జరిగిన పనిని గణించండి.

జ. (ఎ) స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం = $\sqrt{9+16}$ = 5m

(బి) బలం యొక్క పరిమాణం = $\sqrt{25+9} = \sqrt{34}$ = 5.83m

(సి) జరిగిన పని W = F.d = (5i + 3j) (3i + 4j) = 15 + 12 = 27 J

5. అస్థిర బలం వల్ల జరిగిన పనికి సమీకరణాన్ని సాధించండి.

జ. వస్తువు యొక్క స్థానం x తోపాటు పరిమాణం మారుతున్న బలం F(x) పనిచేస్తున్న ఒక సందర్భాన్ని తీసుకొందాం. ఇప్పుడు ఈ అస్థిర బలంవల్ల జరిగిన పనిని లెక్కిద్దాం. వస్తువు యొక్క స్థానభ్రంశం x_i నుండి x_f వరకు అని ఊహిద్దాం. ఇక్కడ x_i మరియు x_f లు వస్తువు యొక్క తొలి, తుది స్థానాలు. ఇటువంటి పరిస్థితులలో మొత్త స్థానభ్రంశాన్ని అత్యధిక సంఖ్యలో గల అత్యల్ప వ్యవధులు గల స్థానభ్రంశాలు Δx గా విభజించి, జరిగిన పనిని గణిస్తారు. నిజానికి Δx ఎంత అత్యల్పంగా తీసుకుంటారంటే, ప్రతి స్వల్ప స్థానభ్రంశ అవధిలోను బలం F(x) స్థిరంగా ఉన్నట్లుగా ఊహించవచ్చు. అత్యల్ప స్థానభ్రంశం Δx పర్యంతంలో జరిగిన పని

$$\Delta W = F(x)\Delta x$$

(a) **(b)**

పటం .ఒక అస్థిర బలం (F) వస్తువును తొలిస్థానం x_i నుండి తుదిస్థానం x_f కు కదిలించింది. పటంలో అస్థిర బలం- దూరంలకు గీయబడిన రేఖా పటం దట్టమైన వక్రరేఖగా (అనియత)గా చూపబడింది. జరిగిన పని సంఖ్యాత్మకంగా గీతలు గీయబడిన వైశాల్యానికి సమానం

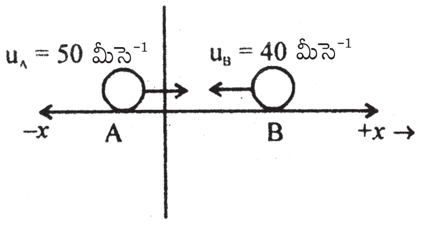
$F(x)\Delta x$ అనేది సంఖ్యాత్మకంగా పటం(a) లో చూపిన విధంగా గీతలతో గీచిన చిన్న వైశాల్యానికి సమానం. x_i మరియు x_f ల నడుమ గల అటువంటి చిన్న చిన్న వైశాల్యాల మొత్తం బలం చేసిన మొత్తం పనికి సమానం అవుతుంది. (అటువంటి చీలికల పట్టీల వైశాల్యాలన్నీ కలపడంవల్ల వస్తుంది).

$$\therefore W = \sum \Delta W \ = \sum F(x)\Delta x$$

ఈ చీలికల యొక్క మందం వీలైనంత చిన్నదిగా ఉండాలి. ఇటువంటి అన్ని చీలికల యొక్క వైశాల్యాలను కలిపితే వచ్చిన వైశాల్యం x_i మరియు x_f ల మధ్య బంధించబడిన మొత్తం వైశాల్యానికి సమానం అవుతుంది. ఇది x_i మరియు x_f ల మధ్య బలం వల్ల జరిగిన పని మొత్తాన్ని ఇస్తుంది.

$$\therefore W = \sum_{\Delta x \to 0} f(x)\Delta x$$

6. 2 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశిగల A అనే బంతి 4 కి.గ్రా ద్రవ్యరాశిగల B అనే వస్తువుతో ముఖాముఖి అభిఘాతం జరిపింది. A +x అక్షం దిశలో 50 ms^{-1} వడితోను, B, –x అక్షం దిశలో 40 మీసె$^{-1}$ వడితోను చలిస్తున్నాయి. అభిఘాతం తరవాత A మరియు B ల యొక్క వేగాలు ఎంత? ఈ అభిఘాతం స్థితిస్థాపక అభిఘాతం.



పటం

జ. $$v_{Af} = \frac{2m_B v_{Bi}}{m_A + m_B} + \frac{v_{Ai}(m_A - m_B)}{m_A + m_B}$$

$$= \frac{2\times4\times(-40)}{6} - \frac{50(-2)}{6} = \frac{-320}{6} + \frac{100}{6} = -\frac{220}{6}$$

$$= \frac{2\times4\times(-40)}{6} - \frac{50(-2)}{6} = -\frac{320}{6} + \frac{100}{6} = -\frac{220}{6} = -35\ ms^{-1}$$

$$v_{Bf} = \frac{-2m_A v_{Ai}}{m_A + m_B} + \frac{(m_B - m_A)v_{Bi}}{m_A + m_B}$$

$$= \frac{2\times2\times50}{6} + \frac{(-40)(4-2)}{6} = \frac{200}{6} - \frac{80}{6} = \frac{120}{6} = 20\ ms^{-1}$$

అంటే A అనే గోళం 35 మీసె$^{-1}$ వేగంతో వెనుతిరుగుతుంది మరియు B అనే గోళం 20 మీసె$^{-1}$ వేగంతో కదులుతుంది.

7. **ఒక లోహపుగోళం విరామస్థితిలో ఉంది. మరియొక లోహపుగోళం దీనిని ఢీకొని ఆగిపోతుంది. రెండవగోళం ముందుకు పోతుంది. ఆ వస్తువుల ద్రవ్యరాశుల నిష్పత్తి ఎంత ?**

జ. $$\vartheta_{Af} = \frac{M_A - M_B}{M_A + M_B}\vartheta_{Ai} + \frac{2M_B}{M_A + M_B}\vartheta_{Bi}$$

ఇక్కడ $\vartheta_{Bi} = 0$, $\vartheta_{Af} = 0$

$$O = \frac{M_A - M_B}{M_A + M_B}\vartheta_{Ai}$$

$$\therefore\ M_A = M_B.$$

ద్రవ్యరాశుల నిష్పత్తి = 1 : 1

8. నిత్యత్వ మరియు అనిత్యత్వ బలాల గురించి రాయండి.

జ. **నిత్యత్వ బలాలు:** ఒక వస్తువుపై గురుత్వాకర్షణ బలాలు చేసిన పని ఆ వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి మరియు నిలువు స్థానభ్రంశాల లబ్ధంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. ఒక వస్తువును గురుత్వంలో A అనే బిందువు నుండి B అనే బిందువుకు కదిలిస్తే (పటం 6.13a) గురుత్వం చేసిన పని కేవలం ఆ రెండు బిందువుల మధ్య నిటారు దూరంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. A నుండి B బిందువుకు చేరడానికి వెళ్లే మార్గంపై ఆధారపడి ఉండదు. ఈ నియమాన్ని పాటించే బలాన్ని నిత్యత్వ బలం అని అంటారు. గురుత్వాకర్షణ బలం, స్థితిస్థాపక, స్థిరవిద్యుత్ బలం వంటివి నిత్యత్వ బలాలకు కొన్ని ఉదాహరణలు.

ఒక నిత్యత్వ బలం చేసిన పని వస్తువు ప్రయాణించిన మార్గంపై ఆధారపడి ఉండదు. ఇదే నిత్యత్వ బలం ధర్మం.

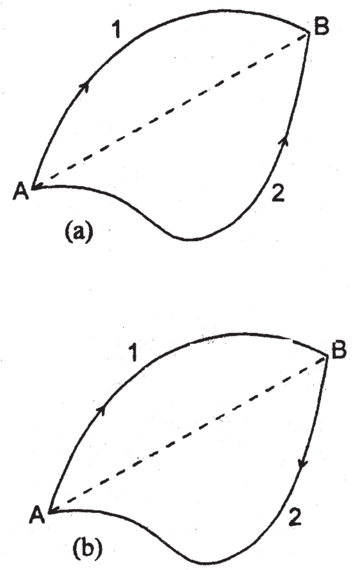
W_{AB} (1 వెంబడి) = W_{AB} (2 వెంబడి) పటం b లో కూడా వస్తువు రెండు స్థానాలను చూపబడ్డాయి.

వస్తువు A నుండి Bకు 1వ మార్గంలో చలించి, తిరిగి B నుండి A కు రెండవ మార్గంలో తిరిగి వచ్చింది. నిర్వచనం ప్రకారం 1 వ మార్గం వెంబడి నిత్యత్వ బలం వల్ల జరిగిన పని, 2వ మార్గం వెంబడి నిత్యత్వ బలం వల్ల జరిగిన పనికి సమానం మరియు వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది.

W_{AB} (1వ మార్గం వెంబడి) = $-W_{BA}$ (2వ మార్గం వెంబడి)

లేదా $$W_{AB} + W_{BA} = 0$$

ఈ ఫలితం నిత్యత్వ బలం యొక్క ఒక ముఖ్య ధర్మాన్ని తెలియచేస్తుంది. అది ఏమిటంటే, వస్తువు ఒక సంవృత పథంలో తిరుగుతూ, తిరిగి తన తొలి స్థానానికి చేరుకుంటే, ఆ వస్తువుపై నిత్యత్వ బలంవల్ల జరిగిన పని శూన్యం.

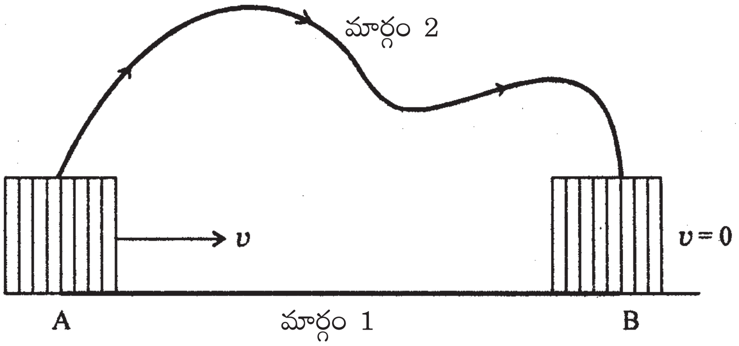


పటం. a) వస్తువు A నుండి B కు రెండు వేరు వేరు మార్గాల్లో చలించింది. b) A నుండి B కు 1 వ మార్గంలో ప్రయాణించి, 2వ మార్గం వెంబడి వెనకకు తీసుకురాబడింది

b) అనిత్యత్వ బలం: ఘర్షణ బలం అనేది అనిత్యత్వ బలానికి ఒక మంచి ఉదాహరణ. పటం 6.14 ఒక గరుకు క్షితిజ సమాంతర తలాన్ని సూచిస్తుంది. ఈ తలంపై m ద్రవ్యరాశిగల ఒక దిమ్మె A బిందువు నుండి v వడితో చలిస్తున్నది.

సరళరేఖా మార్గంలో కొంత దూరం ప్రయాణించిన తరవాత, B బిందువు వద్ద దిమ్మె ఆగిపోయింది. ఆ దిమ్మెకు A బిందువు వద్ద గతిశక్తి $E = \frac{1}{2}mv^2$ ను కలిగి ఉంది. B బిందువు వద్ద ఆ దిమ్మె స్థితిశక్తి గాని, గతిశక్తిగాని కలిగి ఉండదు. ఆ దిమ్మె మొత్తం శక్తిని కోల్పోయింది. ఈ శక్తి ఏమయిందో మీకు తెలుసా? అది రూపాన్ని

మార్చుకుంది. ఘర్షణ బలానికి వ్యతిరేకంగా పని జరిగింది లేదా ఘర్షణ బలం దిమ్మెపై రుణాత్మక పని చేసింది. ఇక్కడ వస్తువు యొక్క గతిశక్తి వ్యవస్థలో ఉష్ణశక్తిగా మార్పుచెందింది. ఇప్పుడు అంతే గతిశక్తి E కలిగిన దిమ్మెను A నుండి B కు మరొక పొడవైన మార్గం 2 వెంబడి తీసుకువెళ్ళండి. ఇది B బిందువును చేరలేకపోవచ్చు. అది B బిందువు చేరక ముందే ఆగిపోవచ్చు. దీని అర్థం ఏమిటంటే, ఈ మార్గంలో ప్రయాణించటానికి ఎక్కువ పని చేయవలసి వస్తుంది. అంటే ప్రయాణించే మార్గంపై జరిగేపని ఆధారపడి ఉంటుంది.

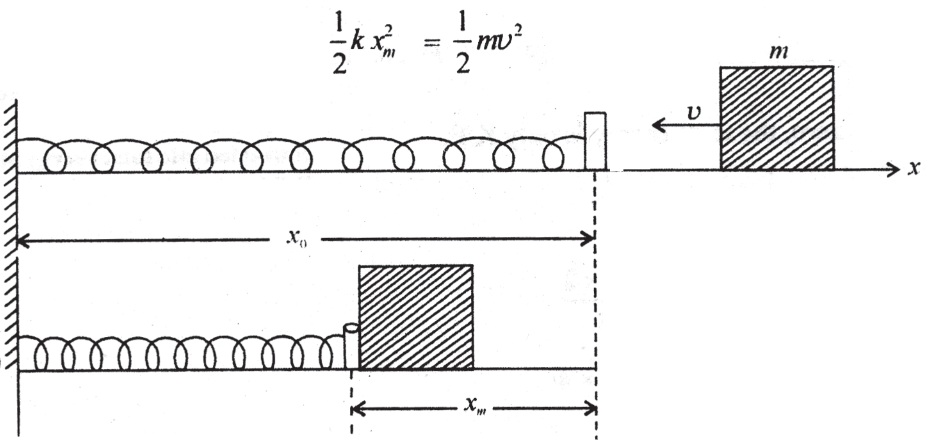


పటం. గరుకు క్షితిజ సమాంతర తలంపై ఉన్న ఒక దిమ్మెకు v తొలి వేగం ఇవ్వటంవల్ల అది 1వ మార్గం వెంబడి ప్రయాణించి, B వద్ద నిశ్చలస్థితికి వచ్చింది. ఇది A వద్ద అదే వేగంతో బయలుదేరి 2వ మార్గం వెంబడి ప్రయాణించింది

9. శక్తి నిత్యత్వ నియమాన్ని తెలిపి, స్ప్రింగ్ నుండి డోలనం చెందుతున్న ద్రవ్యరాశికి శక్తినిత్యత్వ నియమంను రుజువు చేయండి.

జ. **స్ప్రింగ్ నుండి డోలనం చెందుతున్న ద్రవ్యరాశికి శక్తి నిత్యత్వం:** పటం.లో చూపిన విధంగా క్షితిజ సమాంతర తలంపై ఉన్న ఒక స్ప్రింగ్ యొక్క ఒక కొనను ఒక దృఢమైన గోడకు బిగించి, దాని రెండవ కొనకు ఒక చెక్క దిమ్మెను తగిలించారు. స్ప్రింగ్ విరామ స్థితిలో ఉన్నప్పుడు, స్ప్రింగ్ యొక్క స్వేచ్ఛాకొన x_0 వద్ద ఉంది. m ద్రవ్యరాశి కలిగిన ఒక దిమ్మె v వడితో స్ప్రింగ్ గల సరళరేఖ దిశలో చలిస్తూ స్ప్రింగ్ స్వేచ్ఛాకొనతో అభిఘాతంచెంది స్ప్రింగ్‌ను x_m సంపీడనం చెందించింది. ఇదే గరిష్ఠ సంపీడనం. x_0 వద్ద స్ప్రింగ్–ద్రవ్యరాశి వ్యవస్థ యొక్క మొత్తం శక్తి $\frac{1}{2}mv^2$. ఇది ఆ ద్రవ్యరాశి యొక్క గతిశక్తి. స్ప్రింగ్ యొక్క స్థితిశక్తి శూన్యం. గరిష్ఠ సంపీడన బిందువు వద్ద స్ప్రింగ్ స్థితశక్తి $\frac{1}{2}Kx_m^2$. మరియు ద్రవ్యరాశి గతిశక్తి శూన్యం. ఇప్పుడు మొత్తం శక్తి $\frac{1}{2}Kx_m^2$ అవుతుంది. అనగా,

$$\frac{1}{2}Kx_m^2 = \frac{1}{2}mv^2$$



పటం m ద్రవ్యరాశి గల దిమ్మె క్షితిజ సమాంతర తలంపై v వేగంతో చలిస్తూ స్ప్రింగ్‌తో అభిఘాతం చెందింది. గరిష్ఠ సంపీడనం x_m ఉంది

గతిశక్తి + స్థితిశక్తి (అభిఘాతానికి ముందు) = గతిశక్తి + స్థితిశక్తి (అభిఘాతానికి తరవాత)

$$\frac{1}{2}mv^2 + 0 = 0 + \frac{1}{2}Kx_m^2$$

అంటే, మొత్తం శక్తి నిత్యత్వం అయ్యింది.

10. జల విద్యుత్ కేంద్రంలో పడుతున్న నీటిని ఒక శక్తి వనరుగా ఉపయోగించుకుని టర్బైన్ తిప్పి, విద్యుత్‌ను ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఒక జల విద్యుత్ కేంద్రంలో 1 సెకను కాలంలో 1000×10^3 కిగ్రా నీరు 51 మీ ఎత్తు నుండి పడుతున్నది.

i) ఆ పడుతున్న నీరువల్ల జరిగిన పని ఎంత?

ii) ఆదర్శ పరిస్థితుల్లో ఉత్పత్తి చేసిన విద్యుత్ ఎంత?

సాధన: i) ఎత్తులో ఉన్నప్పుడు నీటి యొక్క స్థితిశక్తి = mgh.

PE = (1000×10^3 కిగ్రా) (9.8 మీసె$^{-2}$) (51 మీ)

$= 9.8 \times 51 \times 10^6$ J.

$= 500 \times 10^6$ J.

నీరు తన మొత్తం స్థితిశక్తిని కోల్పోతుంది. ఈ మొత్తం శక్తి టర్బైన్ చక్రాలను తిప్పడానికి కావలసిన శక్తిగా మార్పు చెందుతుంది. కాబట్టి,

W = (బలం) $\times$ (దూరం) = mg$\times$h

$= 1000 \times 10^3 \times (9.8) \times 51$ J

$= 500 \times 10^6$ J = 500 MJ.

ii) సెకనులో జరిగిన పని

$$P = \frac{W}{t} = \frac{500\ MJ}{1s}$$

$$P = 500\ MJ\ s^{-1}.$$

$$P = 500\ MW.$$

11. ఒక ట్రక్కు పంచదార బస్తాలతో నింపబడింది. పంచదార మరియు ట్రక్కుల మొత్తం ద్రవ్యరాశి 1,00,000 కి.గ్రా. ఈ ట్రక్కు వక్ర మార్గంలో 700 మీ ఎత్తుగల ఒక పర్వతం పైకి 1 గంటలో వెళ్లగలదు. సామాగ్రిని ఎత్తడంలో ఇంజన్ ఎంత సగటు సామర్థ్యాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది?

సాధన:

$$W = mgh$$

$$= (100000\ \text{కి.గ్రా}) \times (9.8\ \text{మీసె}^{-2}) \times (700\ \text{మీ})$$

$$= 9.8 \times 7 \times 10^7\ J = 68.6 \times 10^7\ J.$$

పట్టిన కాలం = 1 గంట = 60×60 సె = 3600 సె

సగటు సామర్థ్యం $P = \frac{W}{t} = \frac{68.6 \times 10^7\ J}{3600\ s}$

$$P = 1.91 \times 10^5\ W$$

కాని, $746\ W = 1\ hp$ అని మనకు తెలుసు.

$$\therefore \quad P = \frac{1.91 \times 10^5}{746} = 2.56 \times 10^2 = 256\ hp.$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. శక్తినిత్యత్వ నియమాన్ని తెలిపి, స్వేచ్ఛగా కిందకు పడే వస్తువు విషయంలో శక్తినిత్యత్వ నియమంను రుజువు చేయండి.

0.5 kg ద్రవ్యరాశిగల ఒక దిమ్మె 2.5 మీ ఎత్తు నుండి, ఒక నునుపైన వక్రతలంపై కిందకు జారుతూ, క్షితిజ సమాంతర తలంపై గల B అనే బిందువును చేరింది. (పటం) శక్తి నిత్యత్వ నియమం ప్రకారం i) A బిందువు వద్ద దిమ్మె యొక్క శక్తి మరియు ii) B బిందువు వద్ద దిమ్మె వడిని గణించండి.

జ. **స్వేచ్ఛాపతన వస్తువు విషయంలో యాంత్రిక శక్తి నిత్యత్వం:** యాంత్రిక శక్తి విషయంలో శక్తి నిత్యత్వ నియమం న్యాయబద్ధతను పరీక్షిద్దాం. ఇది మనకెంతో ఆసక్తి కలిగించే అంశం.

భూమి ఉపరితలంపై ఉన్న m ద్రవ్యరాశి గల వస్తువును h ఎత్తుకు తీసుకు వెళ్లాం అనుకోండి. జరిగిన పని mgh, అవుతుంది. ఇది స్థితిశక్తిగా నిల్వ ఉంటుంది. ఇప్పుడు ఈ వస్తువును స్వేచ్ఛాగా పతనం చెందించాము అనుకోండి. ఈ వస్తువు h_1 దూరం పడిన తరవాత, ఆ వస్తువు యొక్క శక్తిని గణిద్దాం. భూమి ఉపరితలం నుండి ఈ వస్తువు యొక్క ఎత్తు $h_2 = (h - h_1)$ ఉంటుంది పటం (6.10). ఈ బిందువు P వద్ద వస్తువు స్థితిశక్తి $= mgh_2$.

వస్తువు స్వేచ్ఛాగా పడుతున్నప్పుడు వస్తువు త్వరణం చెంది వడిని పొందుతుంది. h ఎత్తు నుండి వస్తువు h_1 దూరం పడిన తరవాత ఆ వస్తువు వడిని కనుగొందాం.

చలన సమీకరణం $v^2 = u^2 + 2gs$

ఇక్కడ h ఎత్తువద్ద తొలివేగం u, అంటే, $u = 0$ మరియు $S = h_1$ కాబట్టి (వస్తువు P బిందువు వరకు ప్రయాణం చేసిన దూరం)

అందువల్ల $v^2 = 2gh_1$

$\therefore$ P బిందువు వద్ద గతిశక్తి

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{m}{2} \times 2gh_1$$

$$= mgh_1$$

పటం. భూమి ఉపరితలంపై నుండి m ద్రవ్యరాశిని h ఎత్తుకు ఎత్తినారు. తరవాత ఇది h_2 ఎత్తు వద్ద గల P బిందువు వద్దకు వచ్చినది P బిందువు వద్ద మొత్తం శక్తి h ఎత్తు వద్ద గల మొత్తం శక్తికి సమానం

P బిందువు వద్ద మొత్తం శక్తి

గతిశక్తి + స్థితిశక్తి $= mgh_1 + mgh_2$

$$= mg(h_1 + h_2) = mgh$$

సాధన: i) A వద్ద స్థితిశక్తి $= mgh = (0.5)\times(9.8)\times(2.5)$ J

$= 4.9 \times 2.5$ J

$= 12.25$ J

A వద్ద గతిశక్తి $= 0$ మరియు

మొత్తం శక్తి $= 12.25$ J

ii) A బిందువు వద్ద దిమ్మె యొక్క మొత్తం శక్తి, B బిందువు వద్ద దిమ్మె యొక్క మొత్తం శక్తితో సమానం కావాలి.

A బిందువు వద్ద మొత్తం శక్తి (PE + KE) = 12.25 J

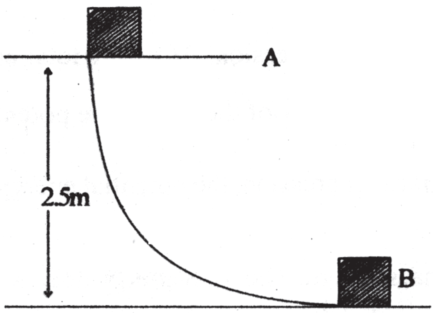
B బిందువు వద్ద మొత్తం శక్తి (PE + KE) = $\frac{1}{2}mv^2$

B బిందువు వద్ద స్థితిశక్తి శూన్యం కాబట్టి, మొత్తం శక్తి గతిశక్తి మాత్రమే

$$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 12.25$$

$$v^2 = \frac{12.25 \times 2}{0.5} = 12.25 \times 4 = 49.00$$

అందువల్ల $v = 7.0$ మీసె$^{-1}$.



పటం. ఒక దిమ్మె వక్రతలంపై జారుతుంది. A బిందువు వద్ద మొత్తం శక్తి (స్థితిశక్తి మాత్రమే) B బిందువు వద్ద మొత్తం శక్తి (గతిశక్తి మాత్రమే) గా మార్పుచెందుతుంది

2. స్ప్రింగ్‌చే ప్రయోగింపబడిన బలం సందర్భంలో జరిగిన పనికి సమాసాన్ని ఉత్పాదించండి. స్ప్రింగ్ స్థిరాంకాన్ని కనుగొనండి.

2 కిగ్రా ద్రవ్యరాశి తగిలించిన ఒక తేలిక స్ప్రింగ్ యొక్క స్థిరాంకం $K = 100$ న్యూమీ$^{-1}$. ఆ స్ప్రింగ్‌ను 10 సెమీ సాగదీయడంలో జరిగిన పని లెక్కించండి.

జ. స్ప్రింగ్ వల్ల జరిగిన పని

అస్థిర బలానికి అతిసాధారణ ఉదాహరణ స్ప్రింగ్‌చే ప్రయోగించబడిన బలం. ఈ సందర్భంలో జరిగిన పనికి సమాసాన్ని ఉత్పాదిద్దాం.

పటం(a) లో చూపినట్లు ఒక తేలికైన స్ప్రింగ్‌ను ఒక దృఢ ఆధారం నుండి వేలాడదీసి, దాని యొక్క స్వేచ్ఛాకొనకు m ద్రవ్యరాశిగల దిమ్మెను తగిలించారు. ఈ వ్యవస్థను నునుపైన క్షితిజసమాంతర బల్లపై ఉంచారు. ఈ క్షితిజ సమాంతర దిశను x అక్షంగా తీసుకుందాం. $x = 0$ స్థానం వద్ద ద్రవ్యరాశి m ఉందనుకుందాం. ఇప్పుడు స్ప్రింగ్‌ను F అనే బాహ్యబలంతో సంపీడనం (లేదా వ్యాపనం) చెందించాం. వెంటనే స్ప్రింగ్‌లోపల దాని స్తితిస్థాపక ధర్మం వలన కొంత అంతర్గత బలం F_s జనిస్తుంది. x విలువ పెరిగిన కొలది ఈ అంతర్గత బలం $\mathbf{F_s}$ విలువ పెరుగుతూ, సంపీడనం (లేదా వ్యాపనం) $x = x_m$ వద్ద గరిష్ఠం అయినపుడు అది **F** కు సమానం అవుతుంది.

హుక్ నియమం ప్రకారం (x తక్కువగా ఉన్నప్పుడు మాత్రమే సరిపడుతుంది).

$|F_s| = Kx$, ఇచ్చట K ను స్ప్రింగ్ స్థిరరాశి అంటారు. F_s దిశ ఎల్లప్పుడు సంపీడనము (లేదా వ్యాపనము) నకు వ్యతిరేక దిశలో ఉంటుంది కాబట్టి, పై సమీకరణాన్ని ఇలా వ్రాయవచ్చు.

$$F = F_s = -Kx$$

పటం. ఒక చివర దృఢ ఆధారానికి బిగించిన స్ప్రింగ్-ద్రవ్యరాశి వ్యవస్థ, ద్రవ్యరాశి m క్షితిజ సమాంతర తలంపై నిశ్చలస్థితిలో ఉంది. a) స్ప్రింగ్ స్వేచ్ఛాకొన యొక్క విరామ స్థానం $x = 0$, b) స్ప్రింగ్ పై F అనే బాహ్యబలం ప్రయోగించడంవల్ల సంపీడనం చెందింది c) స్ప్రింగ్ పై F అనే బాహ్యబలం ప్రయోగించడంవల్ల వ్యాపనం చెందింది గరిష్ట సంపీడనం/వ్యాపనం x_m అవుతుంది.

ఇప్పుడు ఇక్కడ జరిగిన పనిని గణిద్దాం, అంతే కాదు ఈ జరిగిన పని ధనాత్మకమా లేదా రుణాత్మకమా పరీక్షిద్దాం. స్ప్రింగ్‌ను సంపీడనం చెందించిన సందర్భంలో బాహ్యబలం F ఎడమవైపుకు పనిచేస్తుంది. మరియు స్థానభ్రంశం x కూడా ఎడమవైపుకు పనిచేస్తుంది. కాబట్టి బాహ్యబలం వల్ల జరిగిన పని ధనాత్మకం. ఏమైనప్పటికిని అదే దిశలో స్థానభ్రంశం ఉన్నప్పుడు, స్ప్రింగ్‌లో జనించిన పునఃస్థాపక బలం కుడివైపుకు పనిచేస్తుంది. అంటే F మరియు x లు వ్యతిరేక దిశలో ఉంటాయి. స్ప్రింగ్ బలం చేసిన పని రుణాత్మకం అవుతుంది. స్ప్రింగ్‌లో సాగుదల వచ్చిన సందర్భంలో మీరు పరిశీలించినా పై ఫలితాలు మాత్రమే సంభవిస్తాయి. అంటే స్ప్రింగ్‌పై బాహ్యబలం వల్ల జరిగిన పని ధనాత్మకం, స్ప్రింగ్‌లో పునఃస్థాపక బలం వల్ల జరిగిన పని రుణాత్మకం. జరిగిన పని యొక్క పరిమాణం $\frac{1}{2}Kx_m^2$.

ఇక్కడ జరిగిన పనిని సమాసాన్ని ఉత్పాదించడానికి ఒక సరళ గణనం చేస్తాం. $x = 0$ వద్ద బలం $F_s = 0$. x విలువ పెరుగుతున్నకొద్దీ, బలం F_s కూడా పెరుగుతూ ఉంటుంది. $x = x_m$ అయినప్పుడు, ఈ బలం విలువ F కు సమానం అవుతుంది. స్థానభ్రంశంతోపాటు బలంలోని మార్పు రేఖీయంగా ఉంటుంది కాబట్టి స్ప్రింగ్‌ను సంపీడనం (లేదా వ్యాపనం) చెందించడంలో సరాసరి బలం $\left[\frac{O+F_s}{2}\right] = \frac{F_s}{2}$ కు ఇంచుమించుగా సమానం. ఈ బలంవల్ల జరిగిన పని

$$W = \text{బలం} \times \text{స్థానభ్రంశం}$$

$$= \frac{\mathbf{F_s}}{2}.x$$

కాని, $|F_s| = K|x_m|$ కాబట్టి

$$W = \frac{1}{2}Kx_m \times x_m$$

$$W = \frac{1}{2}Kx_m^2$$

సాధన: $W = \frac{1}{2}Kx^2$

$$= \frac{1}{2} \times 100 \times (0.1)^2$$

$$= 50 \times 0.01 = 0.5 \text{ J.}$$

ముందు వివరించిన ప్రకారం, స్ప్రింగ్‌లోని పునఃస్థాపక బలంవల్ల జరిగిన పని = –0.5 J

3. పని – శక్తి సిద్ధాంతంను నిర్వచించి దీనికి సమీకరణాన్ని సాధించండి.

10 kg ద్రవ్యరాశిగల ఒక వస్తువు తొలిగా 4.0 మీసె$^{-1}$ వడితో చలిస్తుంది. 30 న్యూ పరిమాణం గల ఒక బలం ఆ వస్తువుపై 2 సెకన్ల కాలంపాటు పనిచేసింది.

i) రెండు సెకన్ల కాలం తరవాత ఆ వస్తువు యొక్క తుది వడి ఎంత?

ii) ఈ వ్యవధిలో జరిగిన పని ఎంత?

iii) తొలి గతిశక్తి ఎంత?

iv) తుది గతిశక్తి ఎంత?

v) ఈ కాల వ్యవధిలో వస్తువు ప్రయాణించిన దూరం ఎంత?

vi) జరిగిన పని గతిశక్తిలోని భేదానికి సమానం అని చూపండి.

జ. **పని–శక్తి సిద్ధాంతం: ఒక వస్తువుపై పనిచేసే అన్ని బలాల ఫలిత బలంవల్ల జరిగిన పని, ఆ వస్తువు యొక్క గతిజశక్తిలోని మార్పుకు సమానం. దీనినే పని–శక్తి సిద్ధాంతం అని అంటారు.**

m ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై దాని చలన దిశలో F అనే స్థిరబలం ప్రయోగించడంవల్ల సరళరేఖా మార్గంలో ప్రయాణిస్తుంది అనుకోండి. ఈ బలం వస్తువుకు a అనే ఏకరీతి త్వరణాన్ని కలిగించింది. $F = ma$ అవుతుంది. కాలం t_1 వద్ద వస్తువు యొక్క వడి v_1 అనుకుందాం. మరొక కాలం t_2 వద్ద వస్తువు యొక్క వడి v_2 అయ్యింది అని అనుకోండి. ఈ కాల వ్యవధి $t = (t_2 - t_1)$ లో వస్తువు ప్రయాణించిన దూరం S అయితే, కింది చలన సమీకరణం ఉపయోగించి మనం ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$v_2^2 = v_1^2 + 2as$$

లేదా $$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$$

ఈ ఫలితాన్ని, న్యూటన్ రెండవ గమన నియమంతో కలిపి వ్రాస్తే,

$$F = m \times \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$$

ఈ బలం వల్ల జరిగిన పని

$$W = \mathbf{F}\, S$$

అందువల్ల $$W = m \times \frac{v_2^2 - v_1^2}{2S} S$$

$$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W = K_2 - K_1.$$

ఇక్కడ $K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$ మరియు $K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$ లు వరసగా వస్తువు యొక్క తుది మరియు తొలి గతిశక్తులను సూచిస్తాయి. $(K_2 - K_1)$ గతిశక్తిలోని మార్పును సూచిస్తుంది. ఇది బలంవల్ల జరిగిన పనికి సమానం. గతిశక్తి అనేది ఒక అదిశరాశి. ఇది ద్రవ్యరాశి మరియు వడి యొక్క వర్గాల లబ్ధంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇక్కడ రెండింటిలోను (m మరియు v) ఏది చిన్నది మరియు ఏది పెద్దది అనేది విషయం కాదు. $\frac{1}{2}mv^2$ అనే మొత్తం విలువ గతిజశక్తిని నిర్ణయిస్తుంది.

సాధన:

i) బలం $(F) = ma$

లేదా $$a = \frac{F}{m} = \frac{30}{10}$$

$a = 3$ మీసె$^{-2}$.

తుది వడి $v_2 = v_1 + at = 4 + (3 \times 2) = 10$ మీసె$^{-1}$.

ii) 2 సె కాలంలో ప్రయాణించిన దూరం

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= (4 \times 2) + \frac{1}{2}(3 \times 4)$$

$$= 8 + 6 = 14 \text{ మీ}$$

జరిగిన పని (W) $= \mathbf{F} \times S = 30 \times 14 = 420$ J.

iii) తొలి గతిశక్తి $K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(10 \times 16) = 80$ J.

iv) తుది గతిశక్తి $K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2}(10 \times 100) = 500$ J.

v) పైన గణించిన విధంగా 2 సె కాలంలో ప్రయాణించిన దూరం = 14 మీ

vi) గతిశక్తిలోని భేదం $K_2 - K_1 = 500 - 80 = 420$ J.

ఇది జరిగిన పనికి సమానం అని కనిపిస్తుంది.

7 దృఢ వస్తువు చలనం

పరిచయం

ఇప్పటివరకు మీరు ఏకమాత్ర వస్తువు చలనాల గురించి మాత్రమే నేర్చుకున్నారు. సాధారణంగా దీనిని బిందురూప ద్రవ్యరాశిగా తీసుకుంటారు. యాంత్రికశాస్త్ర నియమాలను నేర్చుకొనేటప్పుడు ఈ సూక్ష్మీకరణం ఎంతగానో ఉపయోగపడుతుంది. కాని నిజ జీవితంలో వస్తువు అనేక కణాలతో నిండి ఉంటుంది. ఒక చిన్న గోళీ అనేక మిలియన్ల కణాలను కలిగి ఉంటుంది. అపుడు ప్రతీ కణానికి సమీకరణాలు రాయాలా? లేక ఏదన్నా సులభమైన మార్గం ఉందా? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానాన్ని కనుగొనే ప్రక్రియలో మీరు ద్రవ్యరాశి కేంద్రం (centre of mass) మరియు రేఖీయ చలనంలో ద్రవ్యరాశి పోషించే పాత్రను భ్రమణ చలనంలో పోషించడం, జడత్వ భ్రామకం గురించి తెలుసుకుంటారు.

అలాగే భౌతికశాస్త్రంలో మరో ముఖ్యమైన భావనైన కోణీయ ద్రవ్యవేగం గురించి కూడా చదువుతారు. భ్రమణవ్యవస్థ మీద బాహ్యబలాలు పనిచేయనపుడు దాని కోణీయ ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వమవుతుంది. ఇది భౌతికశాస్త్రంలో చాలా ముఖ్యమైన భావన. ఈతగాళ్ళు డైవింగ్ బల్ల నుండి నీటిలోకి డైవ్ చేస్తూ పల్టీలు ఎలా గొట్టగలరో అర్థం చేసుకోవడానికి ఉపకరిస్తుంది.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరవాత ఈ కింది విషయాలను తెలుసుకొంటారు.

- దృఢ వస్తువు ద్రవ్యరాశి కేంద్రం నిర్వచనం.
- భ్రమణ వస్తువు చలనం, భ్రమణ, రేఖీయ చలనాలతో ఎందుకు కూడుకొని ఉంటుందో వివరించగలగడం.
- జడత్వ భ్రామకం నిర్వచనం, సమాంతరాక్ష మరియు లంబాక్ష సిద్ధాంతముల నిర్వచనాలు.
- టార్క్‌ను నిర్వచించి అది ఏర్పరచే దిశను కనుగొనడం.
- దృఢ వస్తువు గమనానికి సమీకరణం రాయగలగడం.
- కోణీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వనియమం తెలిపి వాలుతలం మీద గమనంలో ఉన్న దృఢవస్తువు పొందిన అంతిమ వేగాన్ని కనుక్కోగలగడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ద్రవ్యరాశి కేంద్రం, గరిమనాభులను నిర్వచించండి.

జ. వస్తువులోని ఒక నిర్ధిష్ట బిందువు వద్ద గల కణం, వస్తువు మొత్తం ద్రవ్యరాశి తనవద్దే కేంద్రీకృతమ్మైట్లుగా ప్రవర్తిస్తూ, బాహ్యబలాల మొత్తం ఆ బిందువుపైనే పనిచేస్తున్నట్లు చలిస్తుంది. ఆ నిర్ధిష్ట బిందువునే ద్రవ్యరాశి కేంద్రం అంటారు.

వస్తువు భారం పనిచేసే బిందువునే గరిమనాభి అంటారు.

2. ధృఢ వస్తువు అనగా నేమి?

జ: బాహ్యబలాలు ప్రయోగించినను వస్తువుకు నిర్ధిష్టమైన, మార్పు చెందని ఆకారమున్నచో ఆ వస్తువును దృఢవస్తువు అంటారు.

లేదా

భ్రమణంలో ఉన్న వ్యవస్థలోని కణాల మధ్యదూరం స్థిరంగా ఉన్నచో అటువంటి కణ వ్యవస్థను ద్రుధవస్తువు అంటారు.

3. ద్రవ్యరాశి కేంద్ర స్థానంలో ద్రవ్యరాశి ఉండవలసిన అవసరం ఉందా? ఉదాహరణతో తెలపండి.

జ. ద్రవ్యరాశి కేంద్రం వద్ద ద్రవ్యరాశి ఉండవలసిన అవసరం లేదు. ఏకరీతి ఉంగరం (రింగు)లో ద్రవ్యరాశి కేంద్రస్థానం, పదార్థానికి బయట ఉంటుంది. అక్కడ ద్రవ్యరాశి ఏమి ఉండదు.

4. ద్రవ్యరాశి కేంద్రం వస్తువులోనే ఉండవలసిన అవసరం ఉందా?

జ. ద్రవ్యరాశి కేంద్రం వస్తువులో కాని, వస్తువు బయట కాని ఉండవచ్చు.

5. కేంద్రం గుండా పోయే అక్షం పరంగా రింగు జడత్వ భ్రామకం ఎంత ?

జ. కేంద్రం గుండా పోయే అక్షం పరంగా రింగు జడత్వ భ్రామకం

$I = MR^2$

ఇక్కడ M వస్తువు ద్రవ్యరాశి

R – అక్షం నుండి వస్తువుకు గల దూరం.

6. బలభ్రామకంను నిర్వచించండి. దీని ప్రమాణాలను తెల్పండి.

జ. ఒక వస్తువుపై పనిచేయు బలం వస్తువులో కలుగు భ్రమణ ప్రభావాన్ని బలభ్రామకం అంటారు. బలం మరియు భ్రమణాక్షం మరియు బలం ప్రయోగించిన రేఖకు మధ్యగల లంబ దూరంల లబ్ధం బలభ్రామకమును ఇస్తుంది.

దీని ప్రమాణాలు – SI పద్ధతిలో – న్యూటన్.మీటర్

C.G.S పద్ధతిలో – డైను సెం.మీ.

7. కోణీయ ద్రవ్యవేగ మనగా నేమి? దీని ప్రమాణాలను తెల్పండి.

జ. వస్తువు యొక్క జడత్వ భ్రామకం మరియు కోణీయ ద్రవ్య వేగంల లబ్ధమును కోణీయ ద్రవ్యవేగం అంటారు.

దీని ప్రమాణాలు SI పద్ధతిలో – కి.గ్రా. మీ^{2}సె$^{-1}$.

C.G.S పద్ధతిలో – గ్రా. సెం.మీ^{2}.సె$^{-1}$.

8. ఒక ఉంగరం యొక్క జడత్వ భ్రామకం వ్యాసం పరంగా ఎంత ?

జ. $I = \frac{MR^2}{2}$

ఇక్కడ M ఉంగరం ద్రవ్యరాశి, R దాని వ్యాసార్థం.

9. ఏదేని వ్యాసం పరంగా ఘనగోళం జడత్వ భ్రామకం ఎంత?

జ. $I = \frac{2}{5}MR^2$

ఇక్కడ M ఘనగోళం ద్రవ్యరాశి, R దాని వ్యాసార్థం.

10. కేంద్రక వ్యాసం పరంగా ఘనస్తూపం జడత్వ భామక మెంత ?

జ. $I = \frac{MR^2}{4} + \frac{MR^2}{4}$

ఇక్కడ M స్తూపం ద్రవ్యరాశి, R దాని వ్యాసార్థం, l దాని యొక్క పొడవు.

11. ఒక వృత్తాకార టేబుల్ నిలువు అక్షంపై సమవడితో తిరుగుచున్నది. టేబుల్‌పై రెండు రాళ్ళు మెల్లగా ఉంచినారు. టేబుల్ కోణీయ వేగం మారువా?

జ. కోణీయ వేగం తగ్గుతుంది కారణం ద్రవ్యరాశి పెరుగుట వలన జడత్వ భ్రావమకం పెరిగినందువలన.

12. గాలిలో పల్టీలు కొట్టుచూ నీటిలోకి దూకు (డ్రైవర్) ఈతగాడు $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ సూత్రమును ఏవిధంగా ఉపయోగించు కొనును ?

జ. ఈతబల్ల నుండి కొంత కోణీయ వేగంతో క్రిందకు దూకిన తరువాత, డ్రైవర్ తన శరీరావయవముల సహాయంతో శరీరాకృతిని మార్చి జడత్వ భ్రామకంను తగ్గించుకొనును. అప్పుడు కోణీయ వేగం పెరుగును. అపుడు నీటిని చేరులోపల కొన్ని పల్టీలను కొట్టును.

13. ఒకే వ్యాసార్థంగల ఉంగరం, వృత్తాకార పలకల కేంద్రం గుండా పోయే తలానికి లంబంగా గల అక్షం పరంగా జడత్వ భ్రావమకాలు సమానం. వాటి ద్రవ్యరాశుల నిష్పత్తి ఎంత?

జ. తలానికి లంబకేంద్రం గుండా పోయే అక్షం పరంగా పలక జడత్వ భ్రామకం = $\frac{MR^2}{2}$

భ్రామకాలు సమానం కనుక వాటి జడత్వ భ్రావమకాలు సమానం కనుక వాటి ద్రవ్యరాశుల నిష్పత్తి = 1:2.

14. సన్నని కడ్డీ కేంద్రం గుండా పోతూ దాని పొడవుకు లంబంగా ఉన్న అక్షం పరంగా జడత్వ భ్రామకం ఎంత?

జ. $I = \frac{Ml^2}{12}$

ఇక్కడ M కడ్డీ ద్రవ్యరాశి, l దాని పొడవు.

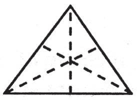
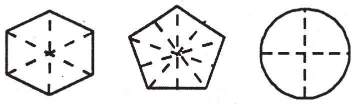
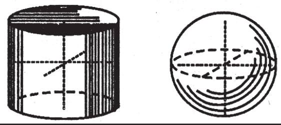
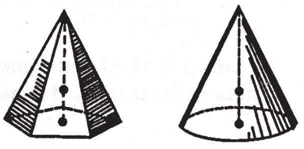
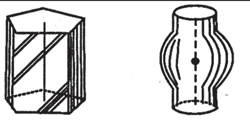
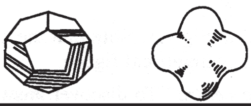
15. బలయుగ్మం అంటే ఏమిటి? దీని టార్క్‌ను ఎలా కనుక్కుంటారు?

జ. పరిమాణంలో సమానం, దిశలో వ్యతిరేకంగా ఉండి సరేఖీయం కాని రెండు బలాలను బలయుగ్మం అంటారు. దీని టార్క్, బలపరిమాణం మరియు బలాల మధ్య లంబదూరాల లబ్ధానికి సమానం.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

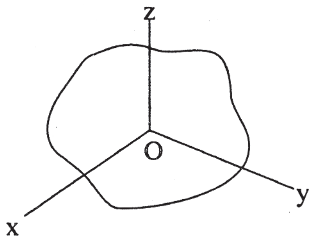
1. ఈ క్రింది సౌష్టవాకార వస్తువులలో ద్రవ్యరాశి కేంద్రస్థానాలను తెలపండి.
(a) త్రిభుజాకారపు పలక (b) క్రమాకార బహుభుజి మరియు వృత్తాకార పలక
(c) స్తూపం మరియు గోళం (d) పిరమిడ్

జ. పట్టిక కొన్ని క్రమాకార, సౌష్టవ వస్తువుల ద్రవ్యరాశి కేంద్రాలు

పటం	ద్రవ్యరాశి కేంద్రం స్థానం
	త్రిభుజాకారపు పలక మూడు మీడియన్‌ల ఖండన బిందువు వద్ద.
	క్రమాకార బహుభుజి మరియు వృత్తాకార పలక. పటంలో జ్యామితీయకేంద్రం వద్ద.
	స్తూపం మరియు గోళం పటంలో జ్యామితీయ కేంద్రం వద్ద.
	పిరమిడ్ మరియు శంకు శీర్షం నుండి ఆధారం యొక్క కేంద్రంతో కలిపే రేఖ వెంబడి, ఆధారం నుండి కొలిచిన ఎత్తు *h/4* వద్ద.
	సౌష్టవ అక్షంతో ఉన్న ఆకారం (పటం) సౌష్టవ అక్షం మీద ఒక బిందువు వద్ద
	సౌష్టవ కేంద్రం గల ఆకారం (పటాలు) సౌష్టవ కేంద్రం వద్ద.

2. జడత్వ భ్రామకంను నిర్వచించి, జడత్వభ్రామక సిద్ధాంతాలను రాయండి.

జ. భ్రమణంలో ఉన్న వస్తువులో ఒక అక్షం నుండి వస్తువులో గల ప్రతికణం యొక్క దూర వర్గం, ఆ కణ ద్రవ్యరాశుల లబ్ధముల మొత్తమును ఆ అక్షం పరంగా వస్తువు యొక్క జడత్వ భ్రామకం అంటారు. m ద్రవ్యరాశి గల కణం, అక్షం నుండి r దూరంలో ఉంటే, అక్షం పరంగా కణం జడత్వ భ్రామకం mr^2



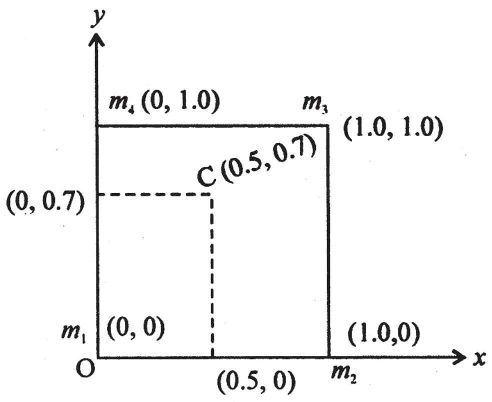
$I = mr^2$.

జడత్వభ్రామక సిద్ధాంతాలు

లంబ అక్ష సిద్ధాంతం : ఒక సమతల పటలానికి లంబంగా ఏదో ఒక బిందువుగుండా పోయే అక్షం పరంగా దాని జడత్వభ్రావమకం ఆ పటలం తలంలో పరస్పర లంబంగా ఉండి అదే బిందువు గుండా పోయే అక్షం పక్షాల పరంగా దాని జడత్వ భ్రామకాల మొత్తానికి సమానం.

3. భుజం పొడవు 1 m గాగల చతురస్రం నాలుగు మూలల్లో 1 kg, 2 kg, 3 kg మరియు 4 kg ల ద్రవ్యరాశులను ఉంచారు. దాని ద్రవ్యరాశి కేంద్రంను కనుక్కోండి.

జ. ఒక తలంలో ఉన్న చతురస్రాన్ని తీసుకుందాం. ఈ తలాన్ని (x, y) తలం అనుకొందాం. నిరూపకవ్యవస్థ మూలబిందువుతో ఒక బిందువు ఏకీభవిస్తూ చతురస్రం రెండు భుజాలు x, y - అక్షాల వెంబడి ఉన్నాయి. నాలుగు ద్రవ్యరాశుల నిరూపకాలు m_1 (0, 0), m_2 (1.0, 0), m_3 (1.0, 1.0) మరియు m_4(0, 1.0) ఇక్కడ దూరాలన్నీ మీటర్లలో ఇచ్చారు (పటం) క్రింది సమీకరణాల నుండి



పటం. చతురస్రం మూలల్లో ఉంచిన నాలుగు ద్రవ్యరాశుల ద్రవ్యరాశి కేంద్రం

$$x = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + ...}{m_1 + m_2 + ...} = \sum_{i=1}^{N} \frac{m_ix_i}{M}$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_iy_i}{M}$$

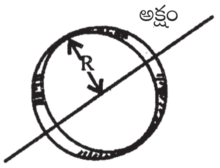
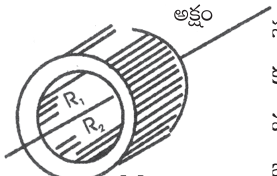
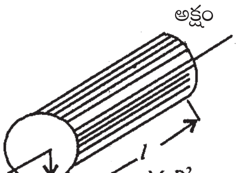
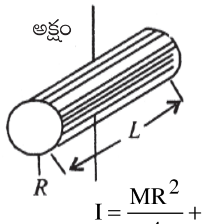
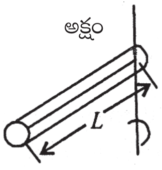
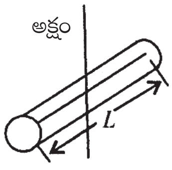
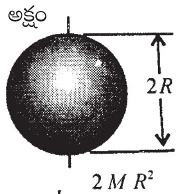
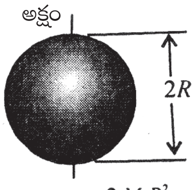
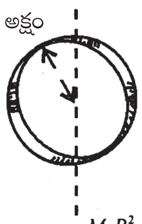
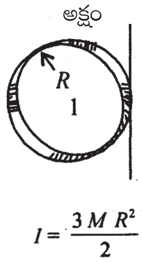
$$x = \frac{1.0\times0 + 2.0\times1.0 + 3.0\times1.0 + 4.0\times0}{1.0 + 2.0 + 3.0 + 4.0} = 0.5 \text{ m}$$

$$y = \frac{1.0\times0 + 2.0\times0 + 3.0\times1.0 + 4.0\times1.0}{1.0 + 2.0 + 3.0 + 4.0} = 0.7 \text{ m}$$

ద్రవ్యరాశి కేంద్రం నిరూపకాలు (0.5m, 0.7 m) పటం ఇది C.

4. ఈ క్రింద తెలిపిన క్రమాకార మరియు ఏకరీతి వస్తువుల జడత్వభ్రామకంలను తెలపండి.

జ. కొన్ని క్రమాకార మరియు ఏకరీతి వస్తువుల జడత్వభ్రామకాలు

 $I = MR^2$	కేంద్రం గుండా పోయే అక్షం పరంగా రింగు జడత్వభ్రామకం	 $I = \frac{M}{2}\left(R_1^2 + R_2^2\right)$	స్థూపాకార అక్షం పరంగా కంకణాకార స్థూపం (లేదా మందంగా ఉన్న గొట్టం) జడత్వభ్రామకం
 $I = \frac{M R^2}{2}$	స్థూపాకార అక్షం పరంగా ఘనస్థూపం జడత్వభ్రామకం	 $I = \frac{MR^2}{4} + \frac{M^2 l^2}{12}$	కేంద్రక వ్యాసం పరంగా ఘనస్థూపం (లేదా డిస్క్) జడత్వ భ్రామకం
 $I = \frac{M L^2}{12}$	సన్నని కడ్డీ కేంద్రం గుండా పోతూ దాని పొడవుకు లంబంగా ఉన్న అక్షంపరంగా జడత్వభ్రామకం	 $I = \frac{M L^2}{3}$	సన్నని కడ్డీ పొడవుకు లంబంగా ఒక చివరి నుండి పోతున్న అక్షం పరంగా జడత్వభ్రామకం
 $I = \frac{2 M R^2}{5}$	ఏదేని వ్యాసం పరంగా ఘనగోళం జడత్వభ్రామకం	 $I = \frac{2 M R^2}{3}$	ఏదేని వ్యాసం పరంగా పలుచని గోళాకార కర్పరం జడత్వభ్రామకం
 $I = \frac{M R^2}{2}$	ఏదేని వ్యాసం పరంగా రింగ్ జడత్వభ్రామకం	 $I = \frac{3 M R^2}{2}$	ఏదేని స్పర్శరేఖాపరంగా పీపాకట్టు (hoop) జడత్వభ్రామకం

5. జడత్వ భ్రామకం ప్రాముఖ్యతను ఒక ఉదాహరణతో వివరించండి.

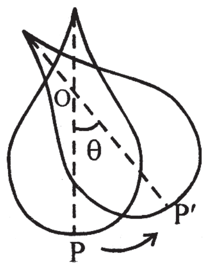
జ. జడత్వభ్రామకం ప్రాముఖ్యత

రేఖీయ చలనంలో ద్రవ్యరాశి ఏవిధమైన పాత్ర పోషిస్తుందో, భ్రమణ చలనంలో జడత్వభ్రామకం అదే పాత్ర పోషిస్తుంది. ఎలాగైతే రేఖీయ గమనంలో ఉన్న వస్తువు ద్రవ్యరాశి, గమనంలో మార్పును వ్యతిరేకిస్తుందో అలాగే భ్రమణచలనంలోని మార్పును జడత్వభ్రామకం వ్యతిరేకిస్తుంది. జడత్వభ్రామకానికి ఉండే ఈ ధర్మం వల్ల అనేక వ్యవహారిక అనువర్తనాలున్నాయి. భ్రమణ చలనాన్ని కలిగించే చాలా యంత్రాలలో హెచ్చు జడత్వభ్రామకం కలిగిన పళ్ళెం (disc) ఒకటి ఉంటుంది. అటువంటి యంత్రాలకు ఉదాహరణ ఆవిరియంత్రం (steam engine), ఆటోమొబైల్ యంత్రం. హెచ్చు జడత్వభ్రామకం కలిగిన పళ్ళెంను గతిపాలక చక్రం (fly wheel) అంటారు.

ఇది ఎలా పనిచేస్తుందో తెలుసుకోవడానికి యంత్ర చోదకుడు యంత్రవేగాన్ని అకస్మాత్తుగా పెంచాలనుకున్నాడని అనుకుందాం. దానికున్న హెచ్చు జడత్వభ్రామకం వల్ల అది ఆ ప్రయత్నాన్ని వ్యతిరేకిస్తూ వేగం నెమ్మదిగా పెరగడానికి మాత్రమే అనుమతిస్తుంది. అలాగే అకస్మాత్తుగా వేగం తగ్గించడాన్ని కూడా వ్యతిరేకించి నెమ్మదిగా తగ్గడానికి మాత్రమే అనుమతిస్తుంది. ఈ విధంగా గతిపాలక చక్రం దాని హెచ్చు జడత్వభ్రామకంతో కుదుపుల ప్రయాణాన్ని నివారించి ప్రయణికులకు సుఖవంతమైన ప్రయణాన్నిస్తుంది.

6. ఏకరీతి భ్రమణంలో ఉన్న దృఢ వస్తువు గతిసమీకరణాలను రాయండి.

జ. **ఏకరీతి భ్రమణంలో ఉన్న దృఢ వస్తువు గతి సమీకరణాలు**



పటం. స్థిరమైన మేకు పరంగా పటల భ్రమణం

O గుండా పోతూ తలానికి లంబంగా గల అక్షం పరంగా భ్రమణంలో ఉన్న ఒక పటలాన్ని తీసుకొందాం. పటంలో చూపినవిధంగా అది స్థిరకోణీయ వేగం ω తో భ్రమణం చెందుతున్నట్లయితే అది t సెకనులలో θ కోణంతో తిరుగుతుంది.

$$\theta = \omega t$$

ఫలకంపై స్థిరమైన బలభ్రామకం పనిచేస్తున్నందున (బలం యొక్క భ్రమణప్రభావం) స్థిరమైన త్వరణాన్ని పొందుతుంది. ఈ కింది సమీకరణాలు భ్రమణ చలనాన్ని వివరిస్తాయి.

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

ఇక్కడ ω_i తొలి కోణీయవేగం, ω_f తుది కోణీయవేగం అలాగే

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha\theta$$

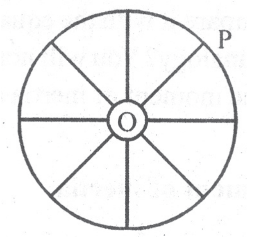
ఇక్కడ θ అనేది t సెకనులలో కోణీయస్థానభ్రంశం.

7. ఒక సైకిల్ చక్రం సమాంతర అక్షం పరంగా భ్రమణంలో ఉంది. మొదట అది నిశ్చలస్థితిలో ఉంది. దానిమీద OP గీతను గీచినట్టు ఊహించుకోండి. 2 సెకన్లలో 2.5 రేడియన్ సె$^{-2}$ ఏకరీతి కోణీయ త్వరణంతో OP గీత ప్రయాణించి ఎంతకోణం చేస్తుంది.

సాధన: OP గీత కోణీయ స్థానభ్రంశం

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$= 0 + \left(\frac{1}{2}\right) \times (2.5 \text{ rad s}^{-2}) \times 4 \text{ s}^2 = 5 \text{ rad}$$



పటం. సైకిల్ చక్రం భ్రమణం

8. ధృడ వస్తువు ద్రవ్యరాశి కేంద్రంకు సమీకరణంను సాధించండి.

జ. ఈ వ్యవస్థలో రెండు కణాల మధ్య దూరం స్థిరం కాబట్టి ఇది దృఢ వస్తువు.

క్షితిజ సమాంతర తలంనుండి రెండు కణాలు z_1, z_2 ఎత్తులో ఉన్నాయి. ఈ రెండు కణాలు గమనంలో ఉన్న ప్రాంతంలో గురుత్వబలం ఏకరీతిగా ఉందని అనుకుందాం. ప్రతీకణం మీద బలం mg, వ్యవస్థ మీద పనిచేసే మొత్తం బలం 2 mg అవుతుంది. వ్యవస్థలో ఏదో ఒక చోట క్షితిజ సమాంతరం నుండి z ఎత్తులో 2 mg బలం పనిచేసే C అనే బిందువును కనుక్కుందాం. ఈ వ్యవస్థ చలనం, రెండు బలాలు పనిచేస్తున్న చలనం లాగానే ఉంటుంది. 1వ కణం, 2వ కణం ల స్థితిజ శక్తులు వరుసగా mgz_1, mgz_2. C వద్ద ఉన్న కణం స్థితిజ శక్తి 2 mgz. ఇది రెండు కణాల స్థితిజశక్తి మొత్తానికి సమానం కనుక

$$2\,mgz = mgz_1 + mgz_2$$

లేదా $$z = \frac{z_1 + z_2}{2}$$

C బిందువు రెండు కణాల మధ్యలో ఉంటుందని గమనించండి. రెండు కణాల ద్రవ్యరాశులు సమానం కాకపోతే C బిందువు ఆ రెండు కణాల మధ్యలో ఉండేది కాదు.

1వ కణం ద్రవ్యరాశి m_1, 2వ కణం ద్రవ్యరాశి m_2

సమీకరణం (7.1) కింది విధంగా మారుతుంది.

$$(m_1 + m_2)gz = m_1 g z_1 + m_2 g z_2$$

$$z = \frac{m_1 z_1 + m_2 z_2}{(m_1 + m_2)}$$

C బిందువును వ్యవస్థ యొక్క ద్రవ్యరాశి కేంద్రం అంటారు. ఇది ఒక గణితాత్మక సాధనం మాత్రమే. భౌతికంగా ద్రవ్యరాశి కేంద్రం లాంటి బిందువేది లేదు. దీన్ని ఆకళింపు చేసుకోవడానికి ఈ క్రింది ఉదాహరణను జాగ్రత్తగా చదవండి.

9. 10 kg ద్రవ్యరాశి, 0.25 m వ్యాసార్థం గల ఒక ఘన స్తూపం దాని అక్షం వెంబడి 200rads^{-1} కోణీయ వడితో పరిభ్రమిస్తుంది. దాని i) భ్రమణాక్షం దృష్ట్యా జడత్వ భ్రామకం ii) కోణీయ ద్రవ్యవేగం కనుక్కోండి.

జ. దత్త విలువలు

$M = 10kg \quad \omega = 200\ rads^{-1}$

$R = 0.25m.$

i) సూత్రం $I = \frac{1}{2}MR^2$

$$= \frac{1}{2}\times10\times(0.25)^2$$

$\therefore\ I = 0.3125\ Kgm^2.$

ii) సూత్రం $L = I\omega$

$$= 0.3125 \times 200$$

$\therefore\ L = 62.5\ Js.$

10. ఒక పరిభ్రమణ చక్రం (fly wheel) కోణీయ వేగం 6s కాలంలో 400 rpm నుంచి 100 rpm కు తగ్గితే దాని కోణీయ త్వరణం ఎంత? చక్రం జడత్వ భ్రామకం 2.0 kgm^2 అయితే ఆ చక్రంపై పనిచేసే టార్క్ ఎంత ?

జ. i) కోణీయ త్వరణం $\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t}$

$$= 2A\frac{(n_2 - n_1)}{t}$$

$$\therefore \alpha = \frac{2\times3.14}{60\times6}(100-400)$$

$$= -523\ rads^{-2}.$$

ii) సూత్రం

$$\tau = I\alpha$$

$$\tau = 2(-5.23)$$

$$= 10.46\ Nm.$$

11. సెకనుకు 20 భ్రమణాలు చేసే ఒక వస్తువు జడత్వ భ్రామకం $0.5kgm^2$ అయితే దాని కోణీయ ద్రవ్యవేగం కనుక్కోండి.

జ. $L = I\omega$

దత్త విలువలు $I = 0.5\ kg\ m^2$

$$\omega = \frac{2\pi}{t} \times 20$$

$$I = 1s.$$

$L = I\omega$

$$= \left(0.5 \times \frac{2\pi}{1} \times 20\right)$$

$$= 0.5 \times 2 \times 3.14 \times 20$$

$$L = 62.8\ Js.$$

12. $2.5 \times 10^{-4}\ kgm^2$ జడత్వ భ్రామకం. 20KJ, భ్రమణ గతిశక్తి గల ఒక చక్రం కోణీయ ద్రవ్యవేగం కనుక్కోండి.

జ. దత్తవిలువలు

$E_K = 20\ KJ,\ I = 2.5 \times 10^{-4}\ kgm^2.$

$$E_K = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$L = I\omega$

పై రెండు సమీకరణాల నుంచి

$$L = \sqrt{2\,IE_K}$$

$$= \sqrt{2(2.5 \times 10^{-4}) \times (20 \times 10^3)}$$

$$= 3.16\ Kg\ m^2s^{-1}\ or\ Js.$$

13. ఒక పరిభ్రమణ చక్రం జడత్వ భ్రామకం $0.3\ Kg\ m^2$. దీని వడిని 10S కాలంతో 3rps నుంచి 12 rps కు పెంచడానికి కావలసిన టార్క్ ఎంత?

జ. $\tau = I\alpha = I\left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{t}\right)$

ఇందులో

$$\omega_1 = \frac{3\times 2\pi}{1}$$

$$\omega_2 = \frac{12\times 2\pi}{1}$$

$I = 0.3\ kgm^2,\ t = 10s$

$\therefore$ టార్క్ $= 0.3\times\frac{18\pi}{10} = 0.3\times 1.8\pi$

$\tau = 1.7$ Nm.

14. I జడత్వ భ్రామకం గల ఒక బాలేనర్తకి (Ballet dancer) చేతులు చాపుకొని సెకనుకు 24 భ్రమణాలు చేస్తోంది. అదే భ్రమణాల సంఖ్య ఎంత?

జ. సూత్రం : $I\omega = I_1\omega_1$

దత్తవిలువలు $\omega = 24$

$I_1 = 0.6I \qquad \omega_1 = ?$

$$\omega_1 = \frac{I\omega_1}{I_1} = \frac{1\times 24}{0.60} = 40$$

$\omega_1 = 40\ rev\ s^{-1}$.

15. 20m పొడవు 10cm వెడల్పు, 500gm ద్రవ్యరాశి గల ఒక దీర్ఘ చతురస్రాకార పటలం తలానికి లంబంగా దాని కేంద్రం గుండా పోయే అక్షంపరంగా జడత్వ భ్రామకం ఎంత?

జ. దత్తవిలువలు

M = 500 g = 0.5 kg, l = 20 cm = 0.2 m b = 10 cm = 0.1 m.

సూత్రం $I = M\left(\frac{l^2 + b^2}{12}\right)$

$$= 0.5\left(\frac{0.2^2 + 0.1^2}{12}\right)$$

$\therefore I = 1\times 10^{-3} kgm^2$.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వం నియమం రాయండి. కొన్ని ఉదాహరణల ద్వారా ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమాన్ని వివరించండి. లంబంగా ఉన్న అక్షం వెంబడి ω కోణీయవేగంతో ఒక చక్రం భ్రమణంలో ఉంది. అంతే వ్యాసార్ధం, సగం ద్రవ్యరాశి కలిగి ఆరంభంలో నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న ఇంకొక చక్రంను నెమ్మదిగా అదే అక్షానికి జారవిడిచారు. ఆ రెండు చక్రాలు ఉమ్మడి వేగంతో భ్రమణంలో ఉన్నాయి. ఉమ్మడి కోణీయ వేగాన్ని కనుక్కోండి.

జ. వస్తువుపై బాహ్య టార్క్ పనిచేయనపుడు కోణీయ ద్రవ్యవేగం స్థిరం.

కోణీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ సూత్రం ఈ కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలను ఇవ్వగలిగేలా చేస్తుంది. గాలిలో ఎగురుతున్న బొమ్మ గొడుగు దిశ స్థిరంగా ఎలా ఉంటుంది? దానిని భ్రమణం చెందించడం వల్ల కొంత కోణీయ ద్రవ్యవేగం వస్తుంది. ఒకసారి అది గాలిలోకి వెళ్లిన తరువాత దాని మీద కోణీయ ద్రవ్యవేగం స్థిరంగా ఉంటుంది. కోణీయ ద్రవ్యవేగం సదిశరాశి కనుక దాని స్థిరత్వం దిశలో పరిమాణంలో స్థిరత్వాన్ని సూచిస్తుంది. కనుక గాలిలో ఉన్న బొమ్మ గొడుగు దిశ స్థిరంగా ఉంటుంది. మీ స్నేహితురాలు భ్రమణ బల్ల మీద ఉన్న సందర్భంలో బాహ్య టార్క్ బల్లమీద పనిచేయనపుడు స్టూలు, దాని మీద ఉన్న మనిషి కోణీయ ద్రవ్య వేగం నిత్యత్వమవ్వాలి. ఆమె చేతులు చాచి వ్యవస్థ జడత్వభ్రామకం పెరగడానికి కారణమయ్యింది. సమీకరణం నుండి కోణీయ వేగం తగ్గాలి అని తెలుస్తుంది. అలాగే ఆమె చేతులు ముడుచుకున్నపుడు వ్యవస్థ జడత్వభ్రామకం తగ్గుతుంది. ఇది కోణీయవేగం పెరగడానికి కారణం. ఇక్కడ మార్పు అనేది భ్రమణాక్షం నుండి కణాల దూరం మారడం వల్ల జడత్వ భ్రామకంలో మార్పు కలుగుతుందని గమనించండి. కోణీయ ద్రవ్యవేగానికి మరికొన్ని ఉదాహరణలు చూద్దాం. M ద్రవ్యరాశి, R వ్యాసార్ధం గల గోళాకార బంతి ఉందనుకుందాం. దాని మీద టార్క్‌ను ప్రయోగించి ఆ బంతిని భ్రమణచలనంలో ఉంచాము. దాని మీద టార్క్‌ను తొలగించాం. బాహ్య టార్క్ లేనపుడు బంతి పొందిన కోణీయ ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వమవ్వాలి. బంతి జడత్వ భ్రామకం $\left(\frac{2}{5}\right)MR^2$ కనుక దాని కోణీయ ద్రవ్యవేగం.

$$L = \frac{2}{5}MR^2\omega$$

ఇక్కడ ω దాని కోణీయవేగం. బంతి వ్యాసార్ధంను ఏదోవిధంగా తగ్గించామనుకుందాం. దాని కోణీయ ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వం చేసుకోవడానికి ω పెరిగి బంతి ఎక్కువ వేగంతో భ్రమణాలు చేస్తుంది. పల్సార్‌లైన నక్షత్రాలలో కూడా ఇదేవిధంగా జరుగుతుంది. (వీటి గురించి పల్సార్ రహస్యం బాక్సులో చూడండి) అకస్మాత్తుగా బంతి వ్యాసార్ధం పెరిగితే ఏమవుతుంది? సమీకరణం (7.25) నుండి, కోణీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వం కొరకు, R పెరిగితే, ω తగ్గాలి అని తెలుస్తుంది. వ్యాసార్ధం కాకుండా ఏదో విధంగా దాని జడత్వభ్రామకం లో మార్పు వస్తే అపుడు కూడా ω మారుతుంది.

ఆక్రోబాట్స్ (Acrobats), స్కేటర్స్ (Skaters), డైవర్స్ (Divers) ఇంకా ఇతర ఆటగాళ్లు వారి ఆటను ప్రదర్శించుడానికి కోణీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమాన్ని బాగా ఉపయోగించుకుంటున్నారు. ఆసియాక్రీడలు, ఒలింపిక్స్, జాతీయ క్రీడలలో ఈత విభాగంలో ఈతగాళ్లు ఈతబల్ల నుండి దూకేటపుడు డైవర్ తనకు తాను కొద్దిగా భ్రమణాన్ని ఇచ్చుకొని తద్వారా ఆమె కొంత కోణీయవేగాన్ని పొందుతుంది. గాలిలో ఉన్నపుడు ఆమె మీద టార్క్ పనిచేయదు,

కనుక కోణీయ ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వమవ్వాలి. జడత్వ భ్రామకం తగ్గించడానికి శరీరాన్ని ముడుచుకున్నపుడు ఆమె వేగంగా భ్రమణాలు చేస్తుంది. ఆమె ముడుచుకోకపోతే జడత్వభ్రామకం ఎక్కువై ఆమె భ్రమణం నెమ్మదిస్తుంది. ఈ విధంగా శరీరాకృతిని మార్చుకోవడం ద్వారా నీటిలోకి ప్రవేశించేముందు తన ఆటను ప్రదర్శించగలుగుతుంది.

కోణీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వం ప్రకారం $I_1\omega = (I_1 + I_2)\omega_1$

ఇక్కడ I_1, చక్రం జడత్వభ్రామకం, I_2 ఇంకొక చక్రం జడత్వభ్రామకం, ω దాని తొలి కోణీయవేగం, ω_1 ఉమ్మడి తుది కోణీయవేగం.

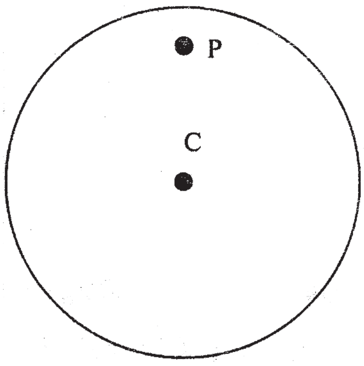
$$mr^2\omega = \left(mr^2 + \frac{mr^2}{2}\right)\omega_1$$

$$\omega = \frac{3}{2}\omega_1 \Rightarrow \omega_1 = \frac{2}{3}\omega$$

2. చలనంలో ఉన్న దృఢవస్తువు స్థానాంతర, భ్రమణ గతిశక్తులకు సమీకరణాన్ని సాధించండి.

M ద్రవ్యరాశి, R వ్యాసార్ధం గల దృఢ వస్తువు జడత్వభ్రామకం I అనుకొందాం. h వాలుతలంపై అది కిందికి దొర్లుతుంది (పటం). దాని ప్రయాణం చివరలో v రేఖీయ వేగాన్ని, ω కోణీయవేగాన్ని పొందింది. ఘర్షణ వల్ల నష్టపోయినశక్తి చాలా స్వల్పం అనుకొంటే దానిని ఉపేక్షించవచ్చు. h పరంగా v విలువను రాబట్టండి.

జ. దృఢ వస్తువును ఒక బిందువు వద్ద పట్టి ఉంచకపోతే అది భ్రమణ, స్థానాంతర చలనాలను కలిగి ఉంటుంది. మీకు తెలుసు. సాధారణంగా దృఢ వస్తువు పై రెండు చలనాల్ని కలిగి ఉంటుంది. సమతల క్షితిజ సమాంతరతలంపై ఆటోమొబైల్ చక్రం చలనాన్ని ఊహించుకుందాం. (పటం) వృత్తాకార తలం మీద P బిందువు వద్ద మరియు దాని కేంద్రం C వద్ద మీ దృష్టి పెట్టండి. చక్రం ద్రవ్యరాశికేంద్రం దాని అక్షం కేంద్ర వద్ద ఉంటుందని C బిందువు అక్షం చివరి బిందువుని గుర్తు పెట్టుకోవాలి. అది దొర్లుతున్నపుడు P బిందువు, C బిందువు చుట్టూ భ్రమణంలో ఉంటుంది. C బిందువు చలనదిశలో తనంతట తాను స్థానాంతరంను పొందుతుంది. అంటే చక్రం, భ్రమణ మరియు స్థానాంతర చలనాలు రెంటిని కలిగి ఉంది. C బిందువు లేదా ద్రవ్యరాశికేంద్రం v_{CM} వేగంతో, స్థానాంతరాన్ని పొందితే స్థానాంతర గతిజశక్తి.



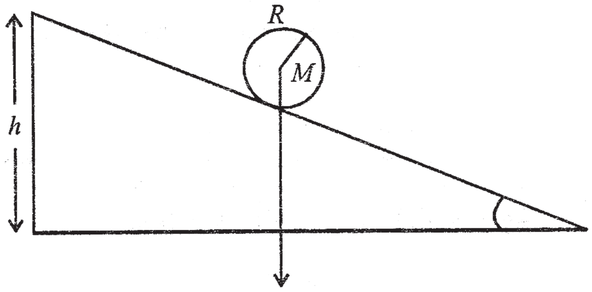
పటం

$$(K.E)_{\text{స్థానాంతర}} = \frac{1}{2}Mv_{cm}^2$$

ఇక్కడ M ద్రవ్యరాశి, ω కోణీయవేగం అయితే భ్రమణ గతిజశక్తి.

$$(K.E)_{\text{భ్రమణ}} = \frac{1}{2} I\omega^2$$

ఇక్కడ I జడత్వభ్రమకం, స్థానాంతర మరియు భ్రమణ గతిజశక్తుల మొత్తం వస్తువు మొత్తం శక్తి అవుతుంది.



పటం. వాలుతలంపై దృఢవస్తువు చలనం

సాధన: శక్తి నిత్యత్వ నియమం నుండి వాలుతలం పాదం వద్ద స్థానాంతర, భ్రమణగతిజ శక్తుల మొత్తం, వాలుతలం ఎత్తు వద్ద వస్తువు కలిగి ఉన్న స్థితిజశక్తికి సమానం. అందువల్ల

$$\left(\frac{1}{2}\right)mv^2 + \left(\frac{1}{2}\right)I\omega^2 = Mgh$$

జారుడు చలనం లేకుండా మొత్తం దొర్లుడు చలనం అయితే మనం $v = R\omega$ అని రాయొచ్చు. సమీకరణం (7.28) లో ఈ విలువను పెడితే

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\frac{v^2}{R^2} = Mgh$$

ఒక సరళమైన ఉదాహరణకోసం ఆ వస్తువును పీపాకట్టు (hoop) (లేదా రింగు) అనుకొందాం. అక్షం పరంగా రింగు జడత్వ భ్రామకం MR^2 అని తెలుస్తుంది. పై సమీకరణం నుండి

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\frac{MR^2v^2}{R^2} = Mgh$$

లేదా $v = \sqrt{gh}$

$$T_2 = \sqrt{\frac{T_1^2 r_2^3}{r_1^3}} = \sqrt{\frac{(365.25)^2 \times (57.9\times10^9)^3\ m^3}{(1.5\times10'')^3\ m^3}} \text{ రోజులు}$$

$$= 87.6 \text{ రోజులు.}$$

మాడ్యూల్ - II

ఘన మరియు ప్రవాహి యాంత్రిక శాస్త్రము

8 ఘనపదార్థాల స్థితిస్థాపక ధర్మాలు

పరిచయం

వస్తువులో స్థానభ్రంశంను కలగచేసే బల ప్రభావం గురించి మీరు ముందు పాఠాల్లో చదువుకున్నారు. వస్తువుపై ప్రయోగించిన బలం, ఆ వస్తువు యొక్క ఆకారాన్ని లేదా పరిమాణాన్ని కూడా మార్చవచ్చును. ఉదాహరణకు, ఒక స్ప్రింగ్‌పై సరైన బలాన్ని ప్రయోగించడంవల్ల దాని ఆకారంలోను, పరిమాణంలోను మార్పులు రావడం మనం గమనిస్తాం. ఆ బలం తొలగించగానే స్ప్రింగ్ యథాస్థితికి వస్తుంది. కాని అదే బలాన్ని మోడలింగ్ మట్టి (నమూనాల తయారికి ఉపయోగించే మెత్తటి పదార్థం) పైగాని, కరిగించిన మైనం ముద్దపైగాని ప్రయోగించండి. బాహ్య బలం తొలగించగానే పూర్వపు పరిమాణాన్ని, ఆకారాన్ని పొందుతాయా? అవి వాటి తొలి ఆకారాన్ని, పరిమాణాన్ని పొందవు. అంటే, కొన్ని వస్తువులు వాటి తొలి ఆకారాన్ని, పరిమాణాన్ని పొందితే, మరికొన్ని పొందవు. ఈ విధమైన ప్రవర్తన పదార్థ ధర్మమైన స్థితిస్థాపకతపై ఆధారపడుతుంది.

పదార్థాల స్థితిస్థాపక ధర్మం, నిత్యజీవితంలో అత్యంత ప్రాముఖ్యతను కలిగి ఉంది. తీగల సహాయంతో పనిచేసే కేబుల్ కార్లు, లిఫ్టులు, క్రేన్‌లు మొదలైనవాటిలో తీగల (దారుఢ్యాన్ని) ధృడత్వాన్ని నిర్ణయించడంలో 'స్థితిస్థాపకత' ప్రముఖ పాత్ర పోషిస్తుంది. ఈ ధర్మాన్ని ఉపయోగించి భవనాలు మరియు వంతెనల నిర్మాణాలలో ఉపయోగించే కడ్డీల, లోహపు స్తంభాల ధృఢత్వాన్ని కనుగొంటాము. ఈ యూనిట్‌లో పదార్థాల ధృఢత్వాన్ని గురించి, వాటిని ప్రభావపరిచే అంశాల గురించి చదువు కొంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ఈ క్రింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- అణు సిద్ధాంత రీత్యా పదార్థాల వివిధ స్థితుల మధ్య భేదాన్ని గుర్తించడం
- స్థితిస్థాపక, అస్థితిస్థాపక పదార్థాల మధ్య భేదాన్ని గుర్తించడం.

- ప్రతిబలం, పీడనాల మధ్య భేదాన్ని గుర్తించడం.
- ఒక స్థితిస్థాపక వస్తువు యొక్క ప్రతిబలం-వికృతిల వక్రాన్ని అధ్యయనం చేయడం మరియు
- యంగ్ గుణకం, ఆయత గుణకం, దృఢతా/విమోటన గుణకం మరియు పాయిజాన్ నిష్పతులను నిర్వచించడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువును, పరిపూర్ణ ప్లాస్టిక్ వస్తువును నిర్వచించి, ఉదాహరణ ఇవ్వండి?

జ: విరూపణ బలాలను తొలగించగానే పూర్తిగా పూర్వస్థితిని పొందే వస్తువులను పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువులు అంటారు.

ఉదా: పరిపూర్ణ స్థితిస్తాపక వస్తువుకు దగ్గరగా ఉండే ఉదాహరణ 'క్వార్ట్జ్ తంత్రి' (తీగ).

విరూపణ బలాన్ని తొలగించినా విరూపణ స్థితిలోనే ఉండి అంటే విరూపణను పోగొట్టుకోలేని వైఖరిని చూపించే వస్తువులను పరిపూర్ణ ప్లాస్టిక్ వస్తువులంటారు.

ఉదా: పరిపూర్ణ ప్లాస్టిక్ వస్తువుకు ఉదాహరణ సాధారణ పుట్టీ (Putty).

2. ఘన పదార్థాలు, ద్రవ మరియు వాయు పదార్థాల కన్నా ఎక్కువ స్థితిస్థాపకతను కలిగి ఉంటాయా? దీనిని సమర్థించండి?

జ: ద్రవాల, వాయువుల సంపీడ్యత, ఘన పదార్థాల కన్నా ఎక్కువ. ఘన పరిమాణ గుణకం, సంపీడ్యతకు విలోమం. కావున ఘనపదార్థాలకు ద్రవ, వాయువుల కన్నా స్థితిస్థాపకత ఎక్కువ.

3. అనుదైర్ఘ్య వికృతి $\frac{1}{1000}$ మరియు యంగ్ గుణకం 20×10^{10} N/m^2 అయితే ప్రతిబలం ఎంత?

జ: యంగ్ గుణకం, $Y = \frac{\text{ప్రతిబలం}}{\text{అనుదైర్ఘ్య వికృతి}}$

$$20 \times 10^{10} = \frac{\text{ప్రతిబలం}}{\frac{1}{1000}} = \text{ప్రతిబలం} \times 1000$$

$$\text{ప్రతిబలం} = \frac{20 \times 10^{10}}{10^3} = 20 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

4. స్థితిస్థాపక అవధి, అనుపాత అవధిల మధ్య తేడా తెల్పండి?

జ: అనుపాత అవధి లోపల ప్రతిబలం, వికృతి ఒకదాని కొకటి అనులోమానుపాతంలో ఉంటాయి. తీగ హుక్ నియమాన్ని పాటిస్తుంది. స్థితిస్థాపక అవధి, వేరొక అనుపాత స్థిరాంకంతో, అధిక ప్రతిబలానికి వర్తిస్తుంది. ఈ అవధి లోపల తీగ హుక్ నియమాన్ని పాటించకపోయినా, స్థితిస్థాపక ధర్మం కలిగి ఉంటుంది.

5. పాయిజాన్ నిష్పత్తిని నిర్వచించి, దాని ప్రమాణాలు రాయండి?

జ: పాయిజాన్ ప్రకారం స్థితిస్థాపక హద్దులోపల, పార్శ్వీయ వికృతి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అనగా పార్శ్వీయ వికృతికి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి గల నిష్పత్తి వస్తు పదార్థానికి స్థిరం. దీనినే పాయిజాన్ నిష్పత్తి అంటారు. దీనిని σ తో సూచిస్తారు.

పాయిజాన్ నిష్పత్తి రెండు వికృతుల నిష్పత్తి, కావున దానికి ప్రమాణాలు ఉండవు. అది ఒక సంఖ్య మాత్రమే.

6. పాయిజాన్ నిష్పత్తి యొక్క సైద్ధాంతిక, ప్రయోగిక అవధులు తెలపండి?

జ: సైద్ధాంతికంగా పాయిజాన్ నిష్పత్తి అవధి విలువలు -1 నుండి 0.5 వరకు ఉంటాయి.

ప్రాయోగికంగా పాయిజాన్ నిష్పత్తి అవధి విలువలు 0.2 నుండి 0.4 వరకు ఉంటాయి.

7. ఒక తీగపై 1×10^8 Nm^{-2} ప్రతిబలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు తీగ పొడవులో పెరుగుదల 10^{-3}m. తీగ పదార్థ యంగ్ గుణకంను కనుక్కోండి?

జ: ప్రతిబలం = 1×10^8 Nm^{-2}

వికృతి = 10^{-3}m

$$\text{యంగ్ గుణకం, } Y = \frac{\text{ప్రతిబలం}}{\text{వికృతి}} = \frac{1\times10^8}{10^{-3}}$$

$$= 1 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$$

8. ప్రతిబలాన్ని నిర్వచించి, దాని ప్రమాణాలు రాయండి?

జ: విరూపణకు గురి అయిన వస్తువులో ప్రమాణ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యంపై పనిచేసే అంతర పునఃస్థాపక బలాన్ని ప్రతిబలం అంటారు. ప్రతిబలానికి ప్రమాణం Nm^{-2}.

9. యంగ్ గుణకం ప్రమాణమూ, అనుదైర్ఘ్య ప్రతిబలం ప్రమాణమూ సమానమేనా? కారణం తెలపండి?

జ: $$\text{యంగ్ గుణకం, } Y = \frac{\text{ప్రతిబలం}}{\text{అనుదైర్ఘ్య వికృతి}}$$

వికృతికి ప్రమాణాలుండవు. కనుక యంగ్ గుణకం, ప్రతిబలం రెండింటికి ఒకే ప్రమాణాలు ఉంటాయి.

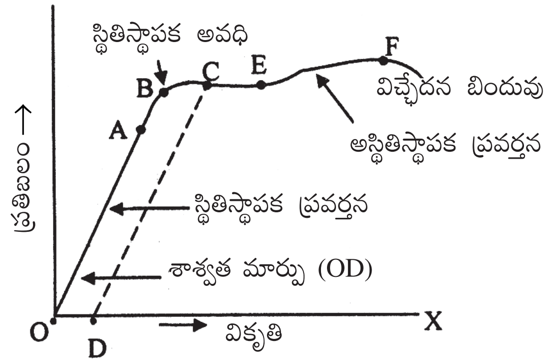
10. పదార్థం ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే పదార్థం యంగ్ గుణకం ఏవిధంగా మార్పు చెందుతుంది?

జ: పదార్థం ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే, పదార్థ యంగ్ గుణకం తగ్గుతుంది.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. క్రమంగా పెరిగే భారానికి లోనైన తీగ ప్రవర్తనను వివరించండి?

జ: ఏకరీతి మధ్యచ్ఛేదం కలిగిన లోహపు తీగ పెరిగే భారానికి లోనైనప్పుడు ఏర్పడే వికృతితో ప్రతిబలంలోని మార్పును పటం చూపిస్తుంది. ఈ వక్రం మీద ప్రత్యేక ప్రాముఖ్యతను కలిగిన ప్రాంతాలను, బిందువుల గురించి కింద వివరించడమైనది.



పటం ఉక్కు తీగకు ప్రతిబలం-వికృతి వక్రం

i) **అనుపాత ప్రాంతం:**

OA సరళ రేఖ, ఈ ప్రాంతంలో ప్రతిబలం, వికృతికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుందని సూచిస్తుంది. వస్తువు పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువులా ప్రవర్తిస్తుంది.

ii) **స్థితిస్థాపక అవధి:**

A స్థానంకన్నా, వికృతి కొద్దిగా పెరిగితే, ప్రతిబలం వికృతికి అనులోమానుపాతంలో ఉండదు. కాని తీగకు స్థితిస్థాపకత ఉంటుంది. అంటే, ఈ స్థితిలో విరూపణ బలాన్ని (భారం) తొలగిస్తే, అది తిరిగి యధాస్థితికి చేరుకుంటుంది. ఏ గరిష్ఠ వికృతి వరకు (తీగ) వస్తువు స్థితిస్థాపక ధర్మాన్ని ప్రదర్శిస్తుందో ఆ గరిష్ఠ వికృతిని 'స్థితిస్థాపక అవధి' అంటారు. ఈ అవధి తరువాత వస్తువు ప్లాస్టిక్ వస్తువు (Plastic body) గా ప్రవర్తిస్తుంది.

iii) **C బిందువు:**

తీగను B బిందువుకన్నా ఎక్కువ సాగదీసినపుడు, వికృతి గణనీయంగా పెరిగి, ప్లాస్టిక్ వస్తువుగా మారుతుంది. పటంలో భారాన్ని క్రమంగా తగ్గించినపుడు పదార్థం గ్రాఫ్‌లో CD చుక్కల గీతను అనుసరిస్తుంది. శూన్య భార వికృతి మీద మిగిలిన వికృతిని శాశ్వత స్థితి అంటారు.

iv) **విచ్ఛేదన బిందువు F:**

వక్రం మీద E బిందువు తరువాత, పెరిగిన పొడవు పూర్వస్థితికి రాదు. E బిందువు తరవాత వికృతి అతివేగం పెరిగి, F బిందువు సమీపంలో భారంను పెంచనప్పటికీ తీగ పొడవు అవిచ్ఛిన్నంగా పెరుగుతుంది. ఈ బిందువును

'విచ్ఛేదన బిందువు' (breaking point) లేదా విరిగే బిందువు (fracture point) అని, సంబంధిత ప్రతిబలాన్ని 'విచ్ఛేదన ప్రతిబలం' (breaking stress) లేదా తన్యజ బలం (tensile strength) అని అంటారు. స్థితిస్థాపక అవధిలోపల వస్తువు లోనయ్యే గరిష్ఠ ప్రతిబలాన్ని పని చేయగల ప్రతిబింబం అంటారు. పనిచేయగల ప్రతిబింబాన్ని విచ్ఛేదన ప్రతిబలానికి గల నిష్పత్తిని రక్షిత గుణకం (safety factor) అంటారు. స్థితిస్థాపక అవధికి, విచ్ఛేదన బిందువుకు మధ్య వికృతి చాలా ఎక్కువగా ఉంటే, ఆ పదార్థాన్ని అనమ్య (ductile) పదార్థాలు అంటారు. స్థితిస్థాపక అవధి దాటిన వెంటనే తెగిపోయే పదార్థాలను 'పెళుసు' పదార్థాలంటారు. ఉదాహరణ గాజు.

2. రబ్బరు కన్నా ఉక్కు ఎక్కువ స్థితిస్థాపకతను కలిగి ఉంటుంది. ఈ విషయాన్ని వివరించండి?

జ: ఒక వస్తువుపై అధిక విరూపణబలం కలిగించినపుడు కలిగే వికృతి స్వల్పమైతే వస్తువు స్థితిస్థాపకత ఎక్కువ అంటాం. రెండు సర్వసమానమైన ఉక్కు మరియు రబ్బరు తీగలను తీసుకొని వాటిపైన సమాన విరూపణ బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు, ఉక్కు తీగలో సాగుదల రబ్బరు తీగలో సాగుదల కంటె తక్కువగా ఉంటుంది. కాని రెండింటిలో సమానమైన వికృతి కలిగించడానికి ఉక్కు తీగకు ఎక్కువ ప్రతిబలం కావాలి. ఉక్కులో విరూపణ కలిగించడానికి ఎక్కువ ప్రతిబలం అవసరమవ్వడం, రబ్బరు కంటే ఉక్కులో ఏర్పడే అంతర పునఃస్థాపక బల పరిమాణం ఎక్కువ అని సూచిస్తుంది. అందువల్ల రబ్బరు కన్నా ఉక్కు ఎక్కువ స్థితిస్థాపకతను కలిగి ఉంటుంది.

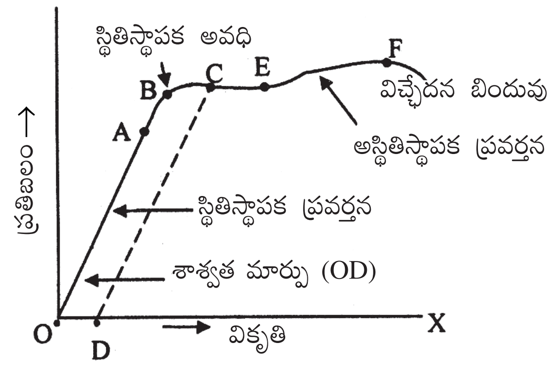
3. హుక్ స్థితిస్థాపక నియమం, అనుపాత అవధి, శాశ్వత స్థితి విచ్ఛేదన ప్రతిబలాలను నిర్వచించండి?

జ: హుక్ నియమం ప్రకారం స్థితిస్థాపక అవధి లోపల, ప్రతిబలం దాని అనురూప వికృతికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$\text{ప్రతిబలం} \propto \text{వికృతి}$$

$$\frac{\text{ప్రతిబలం}}{\text{వికృతి}} = \text{స్థిరాంకం } (E)$$

ఈ అనుపాత స్థిరాంకము E పదార్థాల స్థితిస్థాపకతకు కొలమానం. దీనినే 'స్థితిస్థాపక గుణకం' అంటారు. వికృతికి ప్రమాణాలు ఉండవు కావున, స్థితిస్థాపక గుణకం, ప్రతిబలం (ప్రమాణం) మితులనే కలిగి ఉంటుంది. దీని విలువ ప్రతిబలం, వికృతులపై ఆధారపడదు. కాని పదార్థ ధర్మంపై ఆధారపడుతుంది



పటం. ఉక్కు తీగకు ప్రతిబలం-వికృతి వక్రం

OA సరళ రేఖ, ఈ ప్రాంతంలో ప్రతిబలం, వికృతికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుందని సూచిస్తుంది. వస్తువు పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువులా ప్రవర్తిస్తుంది. దీనిని అనుపాత అవధి అంటారు.

తీగను B బిందువుకన్నా ఎక్కువ సాగదీసినపుడు, వికృతి గణనీయంగా పెరిగి, ప్లాస్టిక్ వస్తువుగా మారుతుంది. పటంలో భారాన్ని క్రమంగా తగ్గించినపుడు పదార్థం గ్రాఫ్‌లో CD చుక్కల గీతను అనుసరిస్తుంది. శూన్య భార వికృతి మీద మిగిలిన వికృతిని శాశ్వత స్థితి అంటారు.

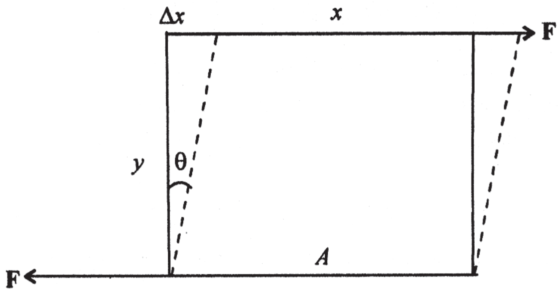
వక్రం మీద E బిందువు తరువాత, పెరిగిన పొడవు పూర్వస్థితికి రాదు. E బిందువు తరవాత వికృతి అతివేగం పెరిగి, F బిందువు సమీపంలో భారంను పెంచనప్పటికీ తీగ పొడవు అవిచ్ఛిన్నంగా పెరుగుతుంది. ఈ బిందువును 'విచ్ఛేదన బిందువు' (breaking point) లేదా విరిగే బిందువు (fracture point) అని, సంబంధిత ప్రతిబలాన్ని 'విచ్ఛేదన ప్రతిబలం' (breaking stress) అని అంటారు.

4. విరూపణ ప్రతిబలం, విరూపణ వికృతి మరియు దృఢతా గుణకాలంటే ఏమిటి?

జ: వస్తువు ఘనపరిమాణంలో మార్పు రాకుండా, ఆకారంలో మార్పు కలిగేట్లు ఉపరితలానికి స్పర్శీయంగా లేదా సమాంతరంగా విరూపణ బలాలు పనిచేసినప్పుడు ఏర్పడే ప్రతిబలాన్ని విమోటన ప్రతిబలం అంటారు.

విరూపణ బలాలు స్పర్శీయంగా ఉన్నప్పుడు (పటం) కలిగే విరూపణ, స్థిరతలానికి లంబంగా ఉండే రేఖ విరూపణ వల్ల తిరిగిన కోణం θ , విమోటన వికృతిని ఇస్తుంది. (ఈ కోణం θ సాధారణంగా చాలా స్వల్పంగా ఉంటుంది).

$\theta = \dfrac{\Delta x}{y}$ గా రాయవచ్చు.



పటం. విరూపణ వికృతి

స్థితిస్థాపక హద్దులోపల విమోటన లేదా విరూపణ ప్రతిబలం, విమోటన లేదా విరూపణ వికృతికి గల నిష్పత్తిని వస్తు పదార్థ దృఢతాగుణకం అంటారు.

A వైశాల్యంపై స్పర్శీయంగా పనిచేసే బలం F, విమోటన వికృతి θ అయితే,

$$\text{దృఢతా గుణకం } \eta = \frac{\text{విరూపణ ప్రతిబలం}}{\text{విరూపణ వికృతి}} = \frac{F/A}{\theta} = \frac{F}{A\theta}$$

5. వికృతిని నిర్వచించి, వికృతిలో రకాలను వివరించండి?

జ: ప్రమాణ కొలతకు, కొలత (ఉదాహరణకు, పొడవు, ఆకారం లేదా ఘనపరిమాణం) లో కలిగే మార్పును 'వికృతి' గా నిర్వచిస్తారు. ఈ కొలతలో మార్పు పొడవులోనూ, వైశాల్యములోనూ లేక ఘనపరిమాణంలోనూ కావచ్చును. వికృతి ఒకే రకమైన రెండు రాశుల మధ్య నిష్పత్తి కావున దీనికి ప్రమాణాలు, మితులు ఉండవు.

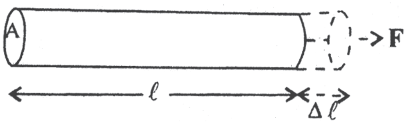
ప్రయోగించబడిన ప్రతిబలాన్ని బట్టి వికృతి మూడు రకాలు (i) అనుదైర్ఘ్య వికృతి (ii) ఘనపరిమాణ (స్థూల) వికృతి మరియు (iii) విమోటన వికృతి.

(i) **అనుదైర్ఘ్య వికృతి:**

అనుదైర్ఘ్య విరూపణ బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు వస్తువు పొడవు ℓ లో మార్పు $\Delta\ell$ (పటం) అయితే

$$\text{అనుదైర్ఘ్య వికృతి} = \frac{\text{పొడవులో మార్పు}}{\text{తొలి పొడవు}}$$

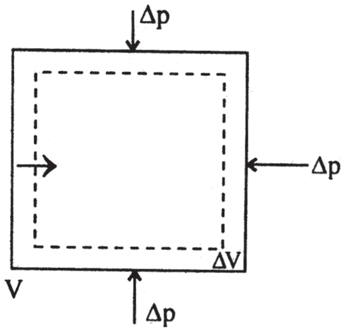
$$= \frac{\Delta\ell}{\ell}$$



పటం. అనుదైర్ఘ్య వికృతి

(ii) **ఘనపరిమాణ వికృతి:** ఏకరీతి పీడనం P ను ప్రయోగించినప్పుడు వస్తువు ఆకారంలో మార్పు రాకుండా, వస్తు ఘనపరిమాణం V లో మార్పు ΔV (పటం) అయితే,

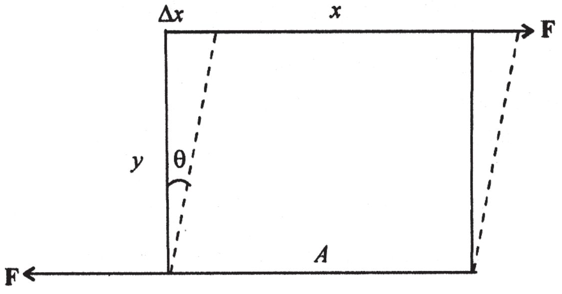
$$\text{ఘనపరిమాణ వికృతి} = \frac{\text{ఘనపరిమాణంలో మార్పు}}{\text{తొలి ఘనపరిమాణం}} = \frac{\Delta V}{V}$$



పటం. ఘనపరిమాణ వికృతి

(iii) **విమోటన వికృతి:** విరూపణ బలాలు స్పర్శీయంగా ఉన్నప్పుడు (పటం) కలిగే విరూపణ, స్థిరతలానికి లంబంగా ఉండే రేఖ విరూపణ వల్ల తిరిగిన కోణం θ , విమోటన వికృతిని ఇస్తుంది. (ఈ కోణం θ సాధారణంగా చాలా స్వల్పంగా ఉంటుంది).

$\theta = \frac{\Delta x}{y}$ గా రాయవచ్చు.



పటం. విరూపణ వికృతి

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. హుక్ నియమాన్ని నిర్వచించండి? మూడు స్థితిస్థాపక గుణకాలను నిర్వచించండి. పాయిజాన్ నిష్పత్తి అంటే ఏమిటి? దాని అవధులు ఏమిటి?

జ: 1678లో, రాబర్ట్ హుక్ అనేక ఘన పదార్థాలకు ప్రయోగపూర్వకంగా ప్రతిబలం – వికృతి వక్రాల ద్వారా స్థితి స్థాపక నియమాన్ని ప్రతిపాదించాడు. దీనిని హుక్ నియమం అంటారు. హుక్ నియమం ప్రకారం స్థితిస్థాపక

అవధి లోపల, ప్రతిబలం దాని అనురూప వికృతికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

ప్రతిబలం $\propto$ వికృతి

$$\frac{\text{ప్రతిబలం}}{\text{వికృతి}} = \text{స్థిరాంకం (E)}$$

ఈ అనుపాత స్థిరాంకము E పదార్థాల స్థితిస్థాపకతకు కొలమానం. దీనినే 'స్థితిస్థాపక గుణకం' అంటారు. వికృతికి ప్రమాణాలు ఉండవు కావున, స్థితిస్థాపక గుణకం, ప్రతిబలం (ప్రమాణం) మితులనే కలిగి ఉంటుంది. దీని విలువ ప్రతిబలం, వికృతులపై ఆధారపడదు. కాని పదార్థ ధర్మంపై ఆధారపడుతుంది

స్థితిస్థాపక హద్దులోపల అనుదైర్ఘ్య ప్రతిబలానికి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి గల నిష్పత్తిని ఆ వస్తుపదార్థపు యంగ్ గుణకము అంటారు.

L పొడవు, A మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యము గల తీగపై F బలాన్ని ప్రయోగించినపుడు దాని పొడవులో మార్పు ΔL అయిన

అనుదైర్ఘ్య ప్రతిబలం $= \dfrac{F}{A}$

అనుదైర్ఘ్య వికృతి $= \dfrac{\Delta L}{L}$

కావున, యంగ్ గుణకము $Y = \dfrac{F/A}{\Delta L/L} = \dfrac{FL}{A\Delta L}$

స్థితిస్థాపక హద్దు లోపల, అభిలంబ ప్రతిబలానికి మరియు ఘనపరిమాణ వికృతికి గల నిష్పత్తిని ఆ వస్తు పదార్థ ఘనపరిమాణ గుణకం అంటారు.

పీడనంలో పెరుగుదల P వల్ల ఆకారంలో మార్పు లేకుండా వస్తు ఘనపరిమాణం V లో తగ్గుదల ΔV అయిన (ఆకారంలో మార్పు లేకుండా)

అభిలంబ ప్రతిబలం $= \Delta P$

ఘనపరిమాణ వికృతి $= \dfrac{\Delta V}{V}$

ఘనపరిమాణ గుణకం $B = \dfrac{\Delta P}{\Delta V/V} = V\dfrac{\Delta P}{\Delta V}$

స్థితిస్థాపక హద్దులోపల విమోటన లేదా విరూపణ ప్రతిబలం, విమోటన లేదా విరూపణ వికృతికి గల నిష్పత్తిని వస్తు పదార్థ దృఢతాగుణకం అంటారు.

A వైశాల్యంపై స్పర్శీయంగా పనిచేసే బలం F, విమోటన వికృతి θ అయితే,

$$\text{దృఢతా గుణకం } \eta = \frac{\text{విరూపణ ప్రతిబలం}}{\text{విరూపణ వికృతి}} = \frac{F/A}{\theta} = \frac{F}{A\theta}$$

పాయిజాన్ ప్రకారం స్థితిస్థాపక హద్దులోపల, పార్శ్వీయ వికృతి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అనగా పార్శ్వీయ వికృతికి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి గల నిష్పత్తి వస్తు పదార్థానికి స్థిరం. దీనినే 'పాయిజాన్ నిష్పత్తి' అంటారు దీనిని గ్రీకు అక్షరం (సిగ్మా) σ గుర్తుతో సూచిస్తారు. β మరియు α లు వరుసగా పార్శ్వీయ వికృతి మరియు అనుదైర్ఘ్య వికృతులను సూచిస్తే, పాయిజాన్ నిష్పత్తి

$$\sigma = \frac{\beta}{\alpha} \quad \frac{\text{పార్శ్వీయ వికృతి}}{\text{అనుదైర్ఘ్య వికృతి}}$$

పాయిజాన్ నిష్పత్తి పదార్థ స్వభావం మీద మాత్రమే ఆధారపడుతుంది. అనేక పదార్థాలకు దీని విలువ 0.2 మరియు 0.4ల మధ్య ఉంటుంది. సైద్ధాంతికంగా పాయిజాన్ నిష్పత్తి అవధి విలువలు −1 నుండి 0.5 వరకు ఉంటాయి.

9 ప్రవాహికల ధర్మాలు

ఇంతకు ముందు పాఠంలో, పరమాణువుల మధ్య పనిచేసే అంతరబలాలు (Interatomic forces) ఘన పదార్థాల స్థితిస్థాపక ధర్మానికి కారణమని తెలుసుకున్నారు. ఇదే విషయం ద్రవాలకు, వాయువులకు వర్తిస్తుందా? (ద్రవాలు, వాయువులను ఉమ్మడిగా ప్రవాహులు అంటారు. అనుకూలమైన పరిస్థితులలో వాటికి ప్రవహించే ధర్మం ఉండడమే వాటిని ప్రవాహులు అని పిలవడానికి కారణం). మీ పరిసరాలలోగాని, ప్రాంతంలోగాని, రాష్ట్రంలోగాని, నదిపై కట్టబడిన ఆనకట్టను (dam) ను చూసారా? చూసి ఉంటె, ఆనకట్ట గోడల మందము లోతుకు పోయినకొద్ది పెరగడం గమనించే ఉంటారు. ఇందుకు కారణం గురించి ఎప్పుడైనా ఆన ఆలోచించారా? అదే విధంగా హైడ్రాలిక్ లిఫ్ట్ (Hydraulic lift) ప్లాట్‌ఫాం పై నిలబడి మీ బరువును ఉపయోగించి మీరు కారునుగాని, ట్రక్కునుగాని లేక ఏనుగు వంటి బరువైనవాటిని ఎత్తగలరు అని మీరు నమ్మగలరా! సర్వీసు సెంటరులో కార్లను లేపుటకు (hydraulic jack) హైడ్రాలిక్ జాక్‌ను ఉపయోగించి సులభంగా లేపుటను గమనించారా? అదే విధంగా దోమల వంటి కీటకాలు నిశ్చల నీటిపై నడవగలవు, కూర్చొనగలవు, కాని మనం అలాచేయలేము. ఈ పరిశీలనలన్నింటిని ద్రవాలకున్న ద్రవస్థైతిక పీడనము (Hydrostatic pressure) లాంటి ధర్మాలను బట్టి, పాస్కల్ నియమము మరియు తలతన్యతల ద్వారా వివరించవచ్చును. ఈ పాఠములో ఈ అంశాలన్నీ మీరు నేర్చుకుంటారు.

నీటిలో నడవడంకన్నా నేలపై నడవడం సులభమని మీరు గమనించారా? రెండు గరాటులలో వేరు వేరుగా ఒక దానిలో నీరు మరియొక దానిలో తేనె పోసినపుడు, గరాటు కాడగుండా నీరు, తేనే కన్నా సులభంగా రావడం గమనించే ఉంటారు. ద్రవాల ప్రవాహంలో తేడాను కలగచేసే ద్రవాల ధర్మాల గురించి ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు.

నీరు ప్రవహిస్తున్న రబ్బరు లేక ప్లాస్టిక్ గొట్టం మూతివద్ద వత్తినపుడు, నీరు దూరంగా చిమ్మబడటం గమనించే ఉంటారు. క్రికెట్ ఆటగాడు బంతిని ఏవిధంగా స్వింగ్ (swing) చేస్తారో తెలుసునా? విమానాలు ఏవిధంగా గాలిలోకి

ఎగురుతాయి? ఈ ఆసక్తికరమైన అంశాలన్నింటిని బెర్నౌలి సూత్రాము ద్వారా వివరించవచ్చును. దీనిని గురించి ఈపాఠంలో చదువుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన పిదప, క్రింది లక్ష్యాలు సాధిస్తారు.

- ద్రవంలోపల కొంతలోతులో ద్రవాలు కలిగించే స్థైతిక పీడనాన్ని (hydrostatic pressure) లెక్కగట్టడం.
- ఉత్ల్పవన బలం మరియు ఆర్కిమెడిస్ సూత్రాల వివరణ.
- పాస్కల్ నియమాన్ని నిర్వచించి, హైడ్రోస్టాటిక్ ప్రెస్ (hydrostatic press), హైడ్రాలిక్ లిఫ్ట్ (hydraulic lift) మరియు హైడ్రాలిక్ బ్రేక్స్ (hydraulic brakes) పనిచేసే విధానాన్ని వివరించడం.
- తలతన్యత – ఉపరితలశక్తులను వివరించడం.
- కేశనాళికలో నీరు ఎగబ్రాకుటకు సమీకరణం ఉత్పాదించడం.
- ప్రవాహి యొక్క , ధారారేఖా ప్రవాహం మరియు సంక్షుబ్ధ ప్రవాహల మధ్య భేదాలు.
- ప్రవహిస్తున్న ద్రవం సందిగ్ధ వేగాన్ని నిర్వచించడం, రెనాల్డ్ సంఖ్యను లెక్కగట్టడం.
- స్నిగ్ధతను నిర్వచించి, ద్రవాల స్నిగ్ధతా ధర్మం వల్ల నిత్యజీవితంలో జరిగే దృగ్విషయాలను వివరించడం మరియు,
- బెర్నౌలి సిద్ధాంతాన్ని నిర్వచించి, నిత్యజీవితంలోని అంశాలకు అనువర్తింపజేయడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. మొనదేలిన సూదిని శరీరంపై ఉంచి గుచ్చినప్పుడు చర్మంపై గాయమౌతుంది. అంతే వత్తిడిని ఒక కడ్డీపై కలిగించినప్పుడు చర్మానికి గాయం కాదు ఎందుచేత?

జ: కడ్డీ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం ఎక్కువ. కావున చర్మంపై కలిగించే వత్తిడి తక్కువ.

2. ఆర్కిమెడిస్ సూత్రమును రాయండి?

జ: ఒక ప్రవాహిలో పూర్తిగా కాని, పాక్షికంగా కాని మునిగి ఉన్న వస్తువుపై పనిచేసే ఉత్ప్లవనబలం, ఆ వస్తువుచే తొలగించబడిన ప్రవాహిభారానికి సమానంగా ఉంటుంది.

3. సంసంజన బలం, అసంజన బలంను నిర్వచించండి.

జ: ఒకే పదార్థపు అణువుల మధ్య ఉండే ఆకర్షణ బలాన్ని సంసంజన బలం అంటారు.

భిన్న పదార్థాల అణువుల మధ్య ఉండే ఆకర్షణ బలాన్ని అసంజన బలం అంటారు.

4. తలతన్యతను నిర్వచించి, దాని ప్రమాణాలు, మితులు రాయండి?

జ: ద్రవం ఉపరితలంపై ప్రమాణ పొడవుకు లంబంగా పనిచేసే బలాన్ని తలతన్యత అంటారు.

$$T = \frac{F}{L}$$

తలతన్యతకు ప్రమాణాలు Nm^{-1}, మితులు $M^1 L^0 T^{-2}$.

5. నీటిలో సబ్బు కలిపిన తలతన్యత ఏమగును?

జ: మాలిన్యాల వల్ల తలతన్యత తగ్గును. కావున నీటి తలతన్యత తగ్గును.

6. చిన్న ద్రవ బిందువులు ఎందువల్ల గోళాకారాన్ని సంతరించుకుంటాయి?

జ: ద్రవం కనిష్ఠ ఉపరితల వైశాల్యం పొందే విధంగా తలతన్యత చేస్తుంది. ఇచ్చిన ఘనపరిమాణానికి గోళం కనిష్ఠ ఉపరితల వైశాల్యాన్ని కలిగి ఉంటుంది. కావున చిన్న ద్రవ బిందువులు గోళాకారాన్ని సంతరించుకుంటాయి.

7. తక్కువ పరిమాణంలో గల పాదరసం గోళాకారంగాను ఎక్కువ పరిమాణం గల పాదరసం బల్లపరపుగా ఉండుటకు కారణమేమి?

జ: తలతన్యతా బలాలు గురుత్వాకర్షణ బలాలకంటే ఎక్కువగా ఉన్నచో గోళాకారముగా బిందువుండును. గురుత్వాకర్షణ బలాలు ఎక్కువగా ఉన్నచో పదార్థము బల్లపరుపుగా ఉండును.

8. స్పర్శాకోణం ద్రవ తలతన్యతపై ఆధారపడి ఉంటుందా?

జ: కాదు

9. ద్రవం తలతన్యతపై ఉష్ణోగ్రత ప్రభావమేమి?

జ: ఉష్ణోగ్రత పెరిగిన ద్రవాల తలతన్యత తగ్గును.

10. కేశనాళికలో పాదరసమును ఎక్కించుట కష్టము. ఎందుకు?

జ: గాజుకు పాదరసమునకు స్పర్శకోణము 90^0 కంటే ఎక్కువ. అందువలన కేశనాళికను పాదరసములో ముంచిన పాదరస మట్టము కిందకు వచ్చును. అందుచే కేశనాళికలో పాదరసం పైకి పాకదు. కావున కేశనాళికలో పాదరసం ఎక్కించుట కష్టము.

11. దైనందిన జీవితంలో కేశనాళికీయ ప్రాముఖ్యతను రెండు తెలపండి?

జ: 1. మొక్కలు వాటి సన్నని వ్రేళ్ళ ద్వారా భూసారమును, నీటిని కేశనాళీయత ద్వారా గ్రహించును.

2. నూనె దీపములు సదా వెలుగుచుండుటకు కారణం వత్తి కేశనాళీయత ద్వారా నూనెను మంటకు అందించుటయే.

12. కేశనాళికలో నీటికి ఆరోహణ, పాదరసానికి అవరోహణ ఎందుకుంటాయి?

జ: నీటి స్పర్శకోణం 90^0 కంటే తక్కువ. అందుచే నీటికి ఆరోహణ ఉండును. పాదరసం స్పర్శకోణం 90^0 కంటే ఎక్కువ. అందుచే పాదరసానికి అవరోహణ ఉండును.

13. ధారారేఖ ప్రవాహం, సంక్షుబ్ధ ప్రవాహం అనగానేమి?

జ: పథంలోని ఒక బిందువు గుండా ప్రయాణించే ప్రతి కణం దాని ముందు కణాలు ప్రయాణించిన రేఖ గుండా పయనిస్తే, ఆ ప్రవాహాన్ని ధారా రేఖా ప్రవాహం అంటారు. ప్రవాహం వంకర–టింకరగా ఉంటే సంక్షుబ్ధ ప్రవాహం అంటారు.

14. ప్రవహిస్తున్న ద్రవంలో రెండు ధారా రేఖలు ఖండించుకుంటాయా?

జ: ఖండించుకోవు, ఎందుకంటే అలా అయితే ఒకే ప్రవాహానికి రెండు దిశలు ఉంటాయి.

15. స్నిగ్ధతా ద్రవాల సందిగ్ధవేగం ఆధారపడే భౌతికరాశుల పేర్లను తెలపండి?

జ: సందిగ్ధ వేగం ద్రవ స్నిగ్ధతా గుణకం మీద, ద్రవసాంద్రత మరియు గొట్టం వ్యాసంపై ఆధారపడుతుంది.

16. మొక్కలకు నీరు పెట్టే గొట్టం చివర వత్తినప్పుడు, నీరు దూరంగా చిమ్మబడుతుంది. ఎందువల్ల?

జ: వైశాల్యంలో తగ్గుదల అధిక పీడనాన్ని కలిగిస్తుంది.

17. క్రికెట్ ఆటలో బౌలర్ బంతిని ఒకవైపే ఎందుకు నునుపుగా చేస్తాడు?

జ: రెండు తలాల వద్ద ధారారేఖలు భిన్నంగా ఉండడం వల్ల బంతి మరింతగా స్వింగ్ అవుతుంది.

18. ప్రక్క ప్రక్క పొరల మధ్య సాపేక్షవేగాన్ని నిరోధించే ద్రవం ధర్మం ఏమిటి?

జ: స్నిగ్ధత.

19. ఉష్ణోగ్రతతో ద్రవం స్నిగ్ధతా గుణకం ఎలా మారుతుంది?

జ: ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే స్నిగ్ధతా గుణకం తగ్గుతుంది.

20. బెర్నౌలీ సమీకరణాన్ని రాబట్టినపుడు ద్రవం సిగ్ధత, తలతన్యతలను లెక్కలోనికి తీసుకుంటారా?

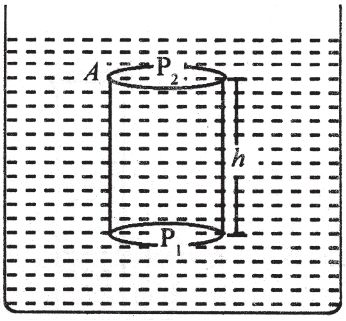
జ: లేదు

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. స్థైతిక పీడనంను నిర్వచించి, ద్రవంలో ఒక బిందువు వద్ద కలిగే స్థైతిక పీడనంకు సమీకరణం రాబట్టండి?

జ: నిశ్చలంగా ఉన్న ప్రవాహి కలిగించే పీడనాన్ని ద్రవ స్థైతిక పీడనం (Hydrostatic pressure) అంటారు.

ద్రవంగల పాత్రలో A మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం h ఎత్తుగల సౌష్టవాకార స్తూపాన్ని ఊహించండి (పటం). స్తూపం అడుగు, పైన తలాలపై ద్రవం కలిగించే పీడనం వరుసగా P_1, P_2 అనుకుందాం. స్తూపం అడుగుతలంపై ద్రవం కలిగించే ఊర్ధ్వబలం P_1A మరియు ఉపరితలంపై కలిగించే అధోబలం P_2A.



పటం ద్రవంలో h ఎత్తులో ఉన్న ఊహాత్మక స్తూపం

ఊర్ధ్వదిశలో పనిచేసే ఫలితబలం $= P_1A - P_2A$

స్తూపంలోని ద్రవం ద్రవ్యరాశి = సాంద్రత x స్తూపం ఘనపరిమాణం

$= \rho.A.h$ ఇక్కడ ρ – ద్రవసాంద్రత

స్తూపంలోని ద్రవ భారం $= \rho.A.h.g$

స్తూపం సమతాస్థితిలో ఉంది కాబట్టి, దాని మీద పనిచేసే ఫలితబలం శూన్యం కావాలి.

$$P_1A - P_2A - \rho ghA = 0$$

$$\therefore P_1 - P_2 = \rho gh$$

h ఎత్తు (లోతులో) ద్రవం వల్ల కలిగే పీడనం

$$P = \rho gh$$

ద్రవపు స్థైతిక పీడనం లోతు పెరిగే కొద్ది పెరుగును.

2. పాస్కల్ నియమాన్ని నిర్వచించి, హైడ్రాలిక్ ప్రెస్ పనిచేసే విధానం వివరించండి?

జ: ఏదైనా పాత్రలో నిశ్చల స్థితిలోని ద్రవంలో ఏ భాగంలో నైనా కలిగించిన పీడనం ద్రవం అంతటా సమానంగా విస్తరించడంతో పాటు, పాత్రగోడలపై కూడా అంతే పీడనాన్ని కలిగిస్తుంది. దీనిని పాస్కల్ సూత్రం అంటారు.

హైడ్రాలిక్ ప్రెస్, పాస్కల్ నియమాను సారం పనిచేసే పరికరం. అల్పబలాన్ని ఉపయోగించి అధికభారాలను లేపవచ్చును. దీని సాధారణ ఏర్పాటు పటంలో చూపబడింది. A_1 అల్ప వైశాల్యమున్న ముషలకం (Piston)పై A_1 బలాన్ని ప్రయోగించామనుకోండి. వేరొక వైపు ఎక్కువ వైశాల్యం గల A_2 ముషలకం అధిక బరువులనుంచే ప్లాట్ ఫారం (ఆధారం) కు బిగించబడి ఉంటుంది. రెండు ముషలకాల మధ్య ఉన్నగొట్టంలోని ద్రవం ద్వారా చిన్న ముషలకంపై ఉన్న పీడనం పెద్ద ముషలకానికి రవాణా చేయబడుతుంది. రెండు ముషలకాలపై పీడనం సమానం కావున తక్కువ వైశాల్యం ఉన్న ముషలకం పై పీడనం

$$P = \frac{\text{బలం}}{\text{వైశాల్యం}} = \frac{F_1}{A_1}$$

పాస్కల్ సూత్రము ప్రకారం, ఈ పీడనం ద్రవం ద్వారా అధిక వైశాల్యం (A_2) ఉన్న గొట్టంకు సరఫరా అవుతుంది. కావున పెద్ద ముషలకం పై పనిచేసే బలం

$$F_2 = \text{పీడనం} \times \text{వైశాల్యం}$$

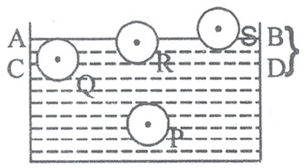
$$= \frac{F_1}{A_1} \times A_2$$

పటం. హైడ్రాలిక్ లిఫ్ట్

పై సమీకరణం నుండి F_2/F_1, (A_2/A_1) నిష్పత్తికి సమానంగా ఉంటుంది. ఇదే విధమైన ఏర్పాటుతో, కొద్దిపాటి మార్పులతో హైడ్రాలిక్ ప్రెస్ నిర్మితమై ఉంటుంది.

3. ద్రవ తలాలు సాగదీసిన పొరవలె ప్రవర్తిస్తాయని చూపడానికి ఒక ప్రయోగాన్ని వర్ణించండి?

జ: పాత్రలో ఉన్న ద్రవ ఉపరితలం పై ఉండే పొర మిగతా ద్రవంకన్నా భిన్నమైన ధర్మాన్ని ప్రదర్శిస్తుంది. పటంలో ద్రవంలో వివిధ ఎత్తులలో అణువులు చూపబడ్డాయి. పూర్తిగా నీటిలో ఉన్న ఆ అణువు తన చుట్టూ ఉండే అన్ని అణువులచే సమానంగా ఆకర్షింపబడుతుంది. కాని ఉపరితలం వద్ద ఉండే అణువుల విషయంలో అలా ఉండదు.



పటం. P, Q లపై ఫలిత బలం శూన్యం కాని R,S అణువులపై ఫలిత బలం క్రిందకు ఉంటుంది

R, S వద్ద ఉన్న అణువులు (ఉపరితలం వద్ద ఉన్న S మరియు R అణువులపై) ద్రవం లోపలికి ఫలిత బలం పనిచేస్తుంది. ఎందు చేతనంటే, వాటి చుట్టూ ప్రభావగోళంలో పై నుండే అర్ధభాగంలో ఆకర్షించే అణువుకంటే లోపలి అర్ధభాగంలో ఎక్కువ అణువులు ఆకర్షించడమే. ద్రవ ఉపరితలం పైభాగం లేదా ద్రవం–గాలి అంతర ఫలకం వద్ద నీటి అణువును తీసుకున్నా

తక్కువ సంఖ్యలో ద్రవ అణువుల వల్ల అణువు కిందికి పనిచేసే బలాన్నే కలిగి ఉంటుంది. కావున ఏదైనా ద్రవం ఉపరితలం వద్దకు అణువులు రావాలంటే, ద్రవంలోనికి పనిచేసే ఫలిత బలానికి వ్యతిరేకంగా పని జరగాలి. దీని వల్ల అణువుల స్థితిజశక్తి పెరుగుతుంది. అంటే, ద్రవ ఉపరితలం అదనపు శక్తిని కలిగి ఉంటుంది. దీనినే "ఉపరితల శక్తి" (Surface energy) అంటారు.

ఏదైన ఒక వ్యవస్థ సమతా స్థితిలో ఉండాలి అంటే, దాని స్థితిజశక్తి కనిష్టంగా ఉండాలి. అందుకు ద్రవ ఉపరితల వైశాల్యం కనిష్టంగా ఉంటే సరిపోతుంది. ఈ కారణం వల్లనే నిశ్చల స్థితిలో ద్రవాల స్వేచ్ఛాతలం కనిష్ఠ వైశాల్యాన్ని పొందడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. ఇది తలంలో తన్యతను ఏర్పరుస్తుంది. దీన్ని **'తలతన్యత'** అంటారు.

తలతన్యత ద్రవ ఉపరి తలాల కుండే ధర్మం. దీని వల్ల ద్రవం దాని ఉపరితలాన్ని తగ్గించుకొనే ఉన్ముకత (tendency) ను కలిగి ఉంటుంది. దీని ఫలితంగా ద్రవ ఉపరితలాలు ఒక పొరవలె పనిచేస్తాయి.

4. కేశనాళికలో 3 సెం.మీ. ఎత్తుకు నీరు ఆరోహణ చెందాలంటే దాని వ్యాసార్థం ఎంత ఉండాలో లెక్కించండి? తలతన్యత 7.2×10^{-2} Nm^{-1}, సాంద్రత 1000 kgm^{-3}, స్పర్శాకోణం సున్న, $g = 10ms^{-2}$.

జ: $T = 7.2 \times 10^{-2}\ Nm^{-1}$

$\rho = 1000\ kgm^{-3}$

$\theta = 0, \quad g = 10\ ms^{-2}$

$h = 3$ సెం.మీ. $= 0.03$ మీ.

$r = ?$

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g}$$

$$r = \frac{2T\cos\theta}{h\rho g} = \frac{2\times 7.2\times 10^{-2}\times\cos\theta}{0.03\times 1000\times 10}$$

$$= \frac{2\times \not{7.2}^{2.4}\times 10^{-2}}{\not{3}\times 100}$$

$= 4.8 \times 10^{-4}$ మీ.

5. స్టోక్ నియమం తెలిపి, దాని అనువర్తనాలను రాయండి?

జ: η స్నిగ్ధతా గుణకం గల ద్రవంలో, v వేగంతో, r వ్యాసార్థం గల గోళాకార ద్రవ్యరాశి పడుతున్నప్పుడు దానిపై పనిచేసే స్పర్శ రేఖీయ తిరో స్నిగ్ధతా బలం F (tangential backward viscus force) విలువను స్టోక్స్ నియమం తెలుపుతుంది. దీని ప్రకారం,

$$F \propto \eta r v$$

$F = k\eta rv$

అనుపాత స్థిరాంకం K ను ప్రయోగపూర్వకంగా 6π అని కనుగొన్నారు. కావున స్టోక్ నియమాన్ని కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$F = 6\pi\eta rv$

స్టోక్ నియమం అనువర్తనాలు :

A) పారాచూట్ (Parachute):

విమానం నుండి కిందకి దూకిన సైనికుడు, g గురుత్వ త్వరణంతో భూమిపై పడతాడు. కాని గాలిలో స్నిగ్ధత లాగుడు (viscus drag) వల్ల అంత్య వేగం పొందే వరకు త్వరణం తగ్గుతుంది. సైనికుడు స్థిర వేగంతో దిగుతూ ప్యారాచూట్‌ను ముందు అనుకున్న సమయంలో భూమికి దగ్గరగా విప్పుకొని క్షేమంగా దిగుతాడు.

B) వర్షపు బిందువుల వేగం:

వర్షపు చుక్కలు గురుత్వ త్వరణం వల్ల కిందికి పడేటప్పుడు, గాలి కలిగించే స్నిగ్ధతా లాగుడు వాటి చలనాన్ని ఆపుతుంది. స్నిగ్ధతా బలం గురుత్వ బలానికి సమానమైనప్పుడు, వర్షపు, బిందువు అంత్య వేగం పొందుతుంది. అందువల్ల భూమిని చేరే వర్షపు బిందువుల గతిజశక్తి తక్కువగా ఉంటుంది.

6. స్నిగ్ధత, స్నిగ్ధతా గుణకాలను నిర్వచించండి. స్నిగ్ధతా గుణకం ప్రమాణాలు, మితి ఫార్ములాను రాబట్టండి?

జ: ప్రవాహులలోని సమీప పొరల్లో సాపేక్ష చలనాన్ని నిరోధించే ఈ ప్రవాహి ధర్మాన్ని స్నిగ్ధత అంటారు.

రెండు ప్రవాహి పొరల మధ్య పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం F స్పర్శలో ఉన్న పొర వైశాల్యం A కు అనులోమానుపాతంలో ($F \propto A$) మరియు ప్రవాహం లంబ దిశలో ఉన్న వేగ ప్రవణత $\frac{dv}{dx}$ కు అనులోమానుపాతంలో $\left(F \propto \frac{dv}{dx}\right)$ ఉంటుంది. వీటిని కలిపి ఈ కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$F \propto A\frac{dv}{dx}$$

లేదా
$$F = -\eta A\left(\frac{dv}{dx}\right)$$

ఇక్కడ η అనుపాత స్థిరాంకం. దీన్నే **స్నిగ్ధతా గుణకం** అంటారు. పై సమీకరణంలోని రుణగుర్తు స్నిగ్ధత కలిగించే ఘర్షణ బలం, చలనాన్ని వ్యతిరేకించే దిశలో ఉంటుందని సూచిస్తుంది.

స్నిగ్ధతా గుణకం SI ప్రమాణం $N\,sm^{-2}$. CGS పద్ధతిలో ప్రమాణం పాయిజ్ (Poise).

1 పాయిజ్ $= 0.1\ N\,sm^{-2}$.

స్నిగ్ధతా గుణకం మితులు $[ML^{-1}T^{-1}]$.

7. సాంతత్య సమీకరణమును తెలియజేసి నిరూపించండి?

జ: సంపీడ్యం చెందించలేని, స్నిగ్ధత లేని ప్రవాహి, అసమాన మధ్యచ్ఛేదమున్న గొట్టం గుండా ప్రవహిస్తున్నదనుకోండి. అప్పుడు ప్రవాహం ధారారేఖా ప్రవాహం అయితే గొట్టంలోని ఏ బిందువు వద్దనైనా మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం, ప్రవాహి వడి లబ్ధం స్థిరం. పటంలో చూపినట్లు A_1, A_2 మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యాలున్న ఒక గొట్టం గుండా ద్రవం ప్రవేశించి బయటకు వస్తుందని అనుకోండి. A, B ల వద్ద ప్రవాహ వడి వరసగా v_1, v_2 లు ప్రవాహి సాంద్రత ρ అని భావించిన, A వద్ద గొట్టంలో ప్రవేశించిన ద్రవం ఒక సెకనులో v_1 దూరం పూర్తి చేస్తుంది. కాబట్టి గొట్టంలోకి ప్రవహించే ప్రవాహి ఘనపరిమాణం సెకనుకు $= A_1 \times v_1$ ఒక సెకనులో ప్రయాణించే ప్రవాహి ద్రవ్యరాశి సెకనకు $= A_1 v_1 \rho$. అదే విధంగా B వద్ద గొట్టం నుండి వెలుపలికి ఒక సెకనులో వచ్చే ప్రవాహి ద్రవ్యరాశి $= A_2 v_2 \rho$. కాని గొట్టంలో ఎక్కడా ప్రవాహి నిలబడదు. కాబట్టి గొట్టంలో ఏ బిందువు వద్దనైనా సెకనుకు దాటే ప్రవాహి ద్రవ్యరాశి సమానం. కావున

$$A_1 v_1 \rho = A_2 v_2 \rho$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

ఈ సమీకరణాన్నే **సాంతత్వ సమీకరణం** అంటారు.

పటం. గొట్టం గుండా ప్రవహించే ద్రవం

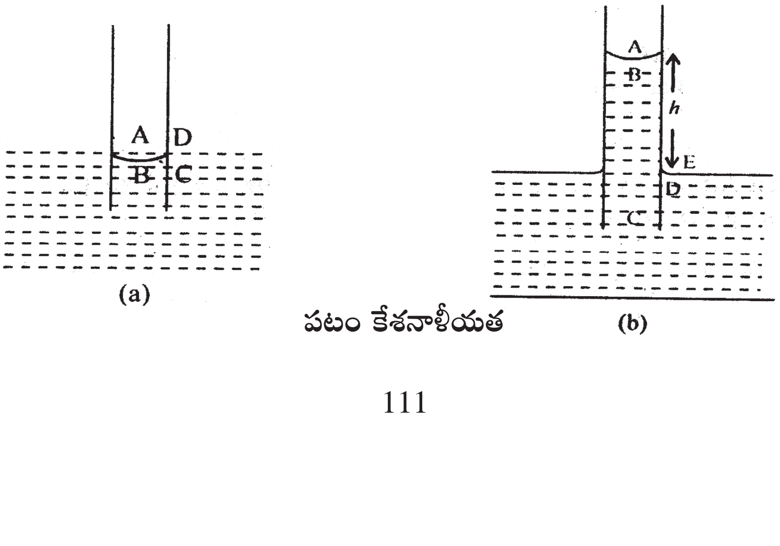
8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కేశనాళియత అనగానేమి? కేశనాళికలోని ద్రవ ఎత్తుకు సమీకరణం ఉత్పాదించండి.

లెక్క: ఒక కేశనాళికలోకి నీరు 6 సెం.మీ. ఎత్తువరకు ఎక్కాలంటే దాని వ్యాసార్థం ఎంత ఉండాలి? నీటి తలతన్యత 7.2×10^{-2} Nm^{-1} మరియు $g = 10$ ms^{-2} స్పర్శకోణం శూన్యం.

జ: కేశనాళికలో ద్రవం ఎగబాకటం (ఆరోహణం) లేదా దిగజారడాన్ని (అవరోహణం) కేశనాళీయత లేదా కేశిక చర్య అంటారు.

నీరు ఉన్న పాత్రలో ఒక కేశనాళికను ఉంచండి. నాళికలో నీటి తలం పుటాకారంగా పటం (a) లో చూపినట్లు ఉంటుంది. దీనికి ప్రధాన కారణం గాజుకు, నీటికి మధ్య గల అసంజన బలం, సంసంజన బలానికన్నా అధికం కావడమే.



పటం కేశనాళీయత

పటం(a) లో చూపినట్లు A, B, C, D నాలుగు బిందువులను నీరు గాలి అంతర్ ఫలకం వద్ద ఉన్నాయనుకోండి. నాళంలోని మినిస్కస్ కింది పీడనం కంటె మినిస్కస్ పైన పీడనం $\frac{2T}{R}$ రెట్లు ఎక్కువగా ఉంటుంది.

$$P_B = P_A - \frac{2T}{R} \qquad \ldots \quad (1)$$

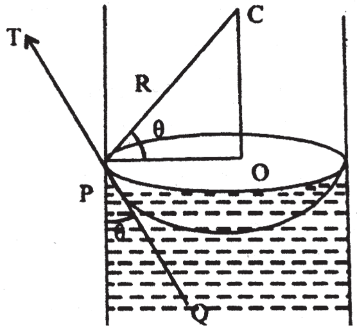
ద్రవం–గాలి అంతర ఫలకం వద్ద ద్రవపు తలతన్యత T, పుటాకార తల వ్యాసార్ధం R. A వద్ద పీడనం, D వద్ద పీడనానికి సమానం. ఇది వాతావరణ పీడనానికి (P) సమానం. B వద్ద పీడనం, C వద్ద పీడనానికి సమానం కావున B వద్ద పీడనం D వద్ద పీడనానికన్నా తక్కువ. ఒకే మట్టంలోని అన్ని బిందువుల వద్ద పీడనం సమానంగా ఉండాలి అని మనకు తెలుసు. అందువల్లనే వెలుపలి నుండి ద్రవం లోపలివైపుకు ప్రవహించి B వద్ద తక్కువగా ఉన్న పీడనాన్ని సరిచేస్తుంది.

ఈ విధంగా నాళికలో కొంత ఎత్తు h వరకు ద్రవం ఆరోహణం చెందుతుంది (పటం (b) ఈ ద్రవ స్తంభం (column) కలిగించే పీడనం $\frac{2T}{R}$ కు సమానమయ్యే వరకు ద్రవమట్టం పెరుగుతుంది. తరవాత పెరగటం తగ్గుతుంది. ఈ స్థితిలో

$$h\rho g = \frac{2T}{R} \qquad \ldots \quad (2)$$

ఇక్కడ ρ – ద్రవ సాంద్రత, g గురుత్వ త్వరణం, r కేశనాళిక వ్యాసార్ధం, θ స్పర్శాకోణం అయిన పటం నుండి కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$R = \frac{r}{\cos\theta}$$



పటం స్పర్శాకోణం

R విలువను సమీకరణం 2 లో ప్రతిక్షేపించిన

$$h\rho g = \frac{2T}{r/\cos\theta}$$

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g} \qquad \ldots \quad (3)$$

సాధన: $h = 6$ సెం.మీ. $= 0.06$ మీ.

$T = 7.2 \times 10^{-2}\ Nm^{-1}$

$g = 10\ ms^{-2} \qquad \rho = 1000\ kgm^{-3}$

$\theta = 0$

$$h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g}$$

$$r = \frac{2T\cos\theta}{h\rho g}$$

$$r = \frac{2\times 7.2\times 10^{-2}\times 1}{0.06\times 1000\times 10}$$

$$= \frac{\cancel{14.4}^{2.4}\times 10^{-2}}{100\times \cancel{6}} = 2.4\times 10^{-4} \text{ మీ.}$$

$$r = 2.4\times 10^{-4} \text{ మీ.}$$

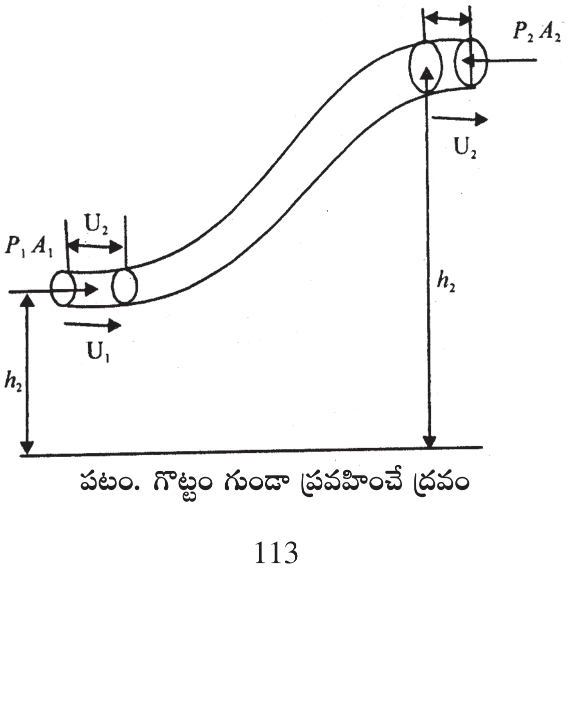
2. బెర్నౌలీ సిద్ధాంతాన్ని నిర్వచించండి. గొట్టంలో ప్రవహిస్తున్న ద్రవానికి శక్తి నిత్యత్వ సూత్రం ద్వారా బెర్నౌలీ సమీకరణం రాయండి. బెర్నౌలీ సిద్ధాంత అనువర్తనాలు రెండు రాయండి?

జ: బెర్నౌలి నియమం, ప్రవాహి వేగం అధికంగా ఉంటే పీడనం అల్పంగాను, ప్రవాహి వేగం అల్పంగా ఉంటే పీడనం అధికంగాను ఉంటుందని తెలుపుతుంది.

బెర్నౌలి సమీకరణం

ఈ సూత్రాన్ని పరిమాణాత్మకంగా చూపించే సమీకరణాన్ని బెర్నౌలి అభివృద్ధిపరిచాడు. ఈ సమీకరణ అభివృద్ధికి మూడు ముఖ్యమైన ఊహనలు చేసాడు.

1. ప్రవాహి అసంపీడ్యం. అంటే ప్రవాహి వెడల్పైన రంధ్రం గల గొట్టం నుండి సన్నని రంధ్రం ఉన్న గొట్టంలోకి ప్రవహించినా సాంద్రత మారదు.
2. స్నిగ్ధత రహిత ప్రవాహి. ప్రవాహిపై స్నిగ్ధతా ప్రభావం పరిగణలోకి తీసుకోరాదు.
3. ప్రవాహి ధారారేఖా ప్రవాహాన్ని కలిగి ఉండాలి. చలనం ధారారేఖంగా ఉండాలి.



పటం. గొట్టం గుండా ప్రవహించే ద్రవం

పటంలో చూపినట్లు మారుతున్న మధ్యచ్ఛేదం ఉన్న ఒక గొట్టాన్ని భావించండి. A బిందువు వద్ద పీడనం P_1, మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం A_1, ప్రవాహ వేగం v_1, భూమి నుండి ఎత్తు h_1. అదే విధంగా B బిందువు వద్ద పీడనం P_2, మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం A_2, ప్రవాహ వేగం v_2, భూమి నుండి ఎత్తు h_2. A, B బిందువులు ప్రవాహ గొట్టం వెంబడి ఏవైనా రెండు బిందువులు కావచ్చు. కావున బెర్నౌలి సమీకరణం కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

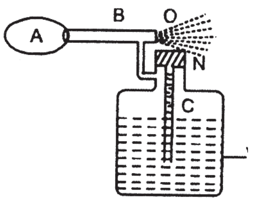
$$P + \frac{1}{2}dv^2 + hdg = \text{స్థిరరాశి}$$

అంటే, ప్రవాహి ధారారేఖా ప్రవాహంలో ఉన్నప్పుడు దానికిగల పీడన, గతిజ మరియు స్థితిజ శక్తుల మొత్తం స్థిరం.

బెర్నౌలి సిద్ధాంత అనువర్తనాలు : నిత్య జీవితంలో బెర్నౌలి సిద్ధాంత అనువర్తనాలు అనేకం ఉన్నాయి.

i) ఆటమైజర్ (Atomizer):

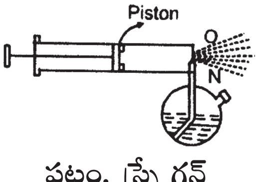
పటంలో ఆటమైజర్ చూపబడింది. ఇందులోని బల్బు A ను వత్తినప్పుడు, B గొట్టం నుండి గాలి ఉబికి వచ్చి సన్నని నాళం గుండా అత్యధిక వేగంతో వెలువడి దాని పరిసరాల్లో అల్పపీడన ప్రదేశాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. పాత్రలోని ద్రవం (సెంటు లేదా పెయింట్ (paint)) గొట్టంలోకి లాగబడి నాళం (Nozzle) N గుండా చిమ్మబడుతుంది. ద్రవం నాజిల్‌ను చేరగానే B గొట్టంలోని గాలి ప్రవాహం ఆ ద్రవాన్ని సన్నటి జల్లులా చిమ్మడానికి దోహదపడుతుంది.



పటం. ఆటమైజర్

ii) స్ప్రేగన్ (Spray gun):

ఇందులోని ముషలకం (piston) ను లోనికి నెట్టినప్పుడు అది గాలిని బలంగా అధిక వేగంతో సన్నటి రంధ్రం O గుండా నెడుతుంది. అందువల్ల దాని పరిసరాల్లో అల్పపీడన ప్రదేశం ఏర్పడుతుంది. పాత్రలోని ద్రవం (ఉదాహరణకు క్రిమి సంహారక మందు) పాత్రకు అమర్చిన సన్నటి గొట్టంలోకి లాగబడి గొట్టం చివరకు (O కిందకు) చేరుతుంది. అలా చేరిన ద్రవం ముషలకంచే నెట్టబడిన గాలిచే బలంగా చిమ్మబడుతుంది (పటం).



పటం. స్ప్రే గన్

3. స్నిగ్ధతా గుణకంను నిర్వచించండి ?

లెక్క: ద్రవం ద్వారా ప్రయాణించే వస్తువు అంత్య వేగానికి సమీకరణం స్టోక్స్ సిద్ధాంతం ద్వారా రాబట్టండి. 0.01 m వ్యాసార్థం ఉన్న వర్షపు బిందువు అంత్యవేగాన్ని లెక్కించండి? గాలి స్నిగ్ధతా గుణకం (η) T = 1.8×10^{-5} Nm^{-2}, సాంద్రత (ρ) = 1.2 kgm^{-3}, నీటి సాంద్రత (σ) = 10^3 kg m^{-3}?

జ: రెండు ప్రవాహి పొరల మధ్య పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం F స్పర్శలో ఉన్న పొర వైశాల్యం A కు అనులోమానుపాతంలో $(F \propto A)$ మరియు ప్రవాహం లంబ దిశలో ఉన్న వేగ ప్రవణత $\frac{dv}{dx}$ కు అనులోమానుపాతంలో $\left(F \propto \frac{dv}{dx}\right)$ ఉంటుంది. వీటిని కలిపి ఈ కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$F \propto A\frac{dv}{dx}$$

లేదా
$$F = -\eta A\left(\frac{dv}{dx}\right) \qquad \ldots \qquad (9.15)$$

ఇక్కడ η అనుపాత స్థిరాంకం. దీన్నే **స్నిగ్ధతా గుణకం** అంటారు. పై సమీకరణంలోని రుణగుర్తు స్నిగ్ధత కలిగించే ఘర్షణ బలం, చలనాన్ని వ్యతిరేకించే దిశలో ఉంటుందని సూచిస్తుంది.

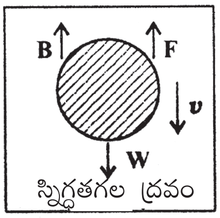
స్నిగ్ధతా గుణకం SI ప్రమాణం N sm^{-2}. CGS పద్ధతిలో ప్రమాణం పాయిజ్ (Poise).

1 పాయిజ్ = 0.1 N sm^{-2}.

స్నిగ్ధతా గుణకం మితులు $[ML^{-1}T^{-1}]$.

అంత్య వేగం (Terminal velocity)

ρ సాంద్రత, r వ్యాసార్థం ఉన్న ఒక నునుపైన గోళం σ సాంద్రత ఉన్న ద్రవంలో పడుతున్నట్లు ఊహించాలి.



పటం స్నిగ్ధత ఉన్న ద్రవంలో పతనమయ్యే గోళంపై పనిచేసే బలాలు

దానిపై పనిచేసే బలాలు

i) వస్తువు భారం W నిలువగా కిందికి

ii) స్నిగ్ధతా బలం F నిలువుగా పైకి

iii) ఉత్ప్లవన బలం B పైకి

పతన వేగం పెరిగే కొద్ది ఊర్ధ్వదిశలో పనిచేసే స్నిగ్ధతా బలం కూడా పెరుగుతుంది కాబట్టి పై బలాల వల్ల ఒకానొక సమయంలో వస్తువుపై ఫలితబలం శూన్యం అవుతుంది. ఆ సమయంలో వస్తువు స్థిరవేగంతో పడుతుంది. ఈ స్థిరవేగాన్ని **అంత్యవేగం** అంటారు.

వస్తువుపై పనిచేసే బలాల పరిమాణం

$F = 6\pi\eta r v_0$ ఇక్కడ v_0 అంత్య వేగం

$$W = \left(\frac{4}{3}\right)\pi r^3 \rho g$$

మరియు $B = \left(\frac{4}{3}\right)\pi r^3 \sigma g$

వస్తువు అంత్యవేగం పొందినప్పుడు ఫలితబలం శూన్యం కావున

$$6\pi\eta r v_0 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \sigma g$$

$$\therefore v_0 = \frac{2r^3(\rho - \sigma)g}{9\eta}$$

సాధన: $r = 0.01$ m

$\eta = 1.8 \times 10^{-5}$ Nsm^{-2}

$\rho = 1.2$ kgm^{-3}

$\sigma = 10^3$ kgm^{-3}

$g = 10$ ms^{-2}

$$V_0 = \frac{2r^3(\rho - \sigma)g}{9\eta} = \frac{2 \times (0.01)^3 (1.2 - 1000)10}{9 \times 1.8 \times 10^{-5}}$$

$$V_0 = \frac{2 \times 10^{-6} \times 9988}{9 \times 1.8 \times 10^{-5}} = \frac{-\cancel{2}^{1} \times 9988 \times 10^{-1}}{9 \times \cancel{1.8}_{0.9}}$$

$$= \frac{9988}{81} = 12.3 \text{ m/s}$$

మాడ్యూల్ - III

ఉష్ణ భౌతిక శాస్త్రము

10 వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం

పరిచయం

ఇంతకుముందు పాఠాలలో మీరు చదువుకున్న విధంగా ప్రమాణ ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల (STP) వద్ద పదార్థం మూడు స్థితులు – ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో ఉంటుంది. ఇవి పరమాణువులు / అణువులచే నిర్మితమై ఒకదానికొకటి అంతర్ అణుబలాల చేత బంధింపబడి ఉంటాయి. గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద, ఈ పరమాణువులు / అణువులు నియమిత ఉష్ణశక్తిని కల్గి ఉంటాయి. ఉష్ణశక్తి పెరిగితే, ఈ అణువులు మరింత స్వేచ్ఛగా కదలడం మొదలవుతుంది. ఈ స్థితిలోని పదార్థం వాయు స్థితిలో ఉందని అంటారు. ఈ స్థితిలో అంతర్ అణుబలాలు చాలా బలహీనంగా ఉంటాయి. మరియు వాటి గతి శక్తితో పోలిస్తే చాలా తక్కువగా ఉంటాయి.

వేరు వేరు ఉష్ణోగ్రత, పీడనం, ఘనపరిమాణ పరిస్థితులలో వాయువులు భిన్న ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తాయి. ఉదాహరణకు స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద వాయు ఉష్ణోగ్రత పెంచితే దాని పీడనం పెరుగుతుంది. ఈ పాఠంలో మీరు కొన్ని సూక్ష్మమైన ఊహనాలు ఆధారంగా ఉండే అణుచలన సిద్ధాంతం గురించి నేర్చుకుంటారు. అణువుల గతిశక్తితో ఉష్ణోగ్రతకు గల సంబంధం యొక్క చలన అర్ధవివరణ కూడా నేర్చుకుంటారు. వాయువులకు రెండు రకాల ఉష్ణ సామర్థ్యాలు ఎందుకు ఉంటాయో కూడా ఈ పాఠంలో వివరించబడింది.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీకు క్రింది విషయాలు తెలుస్తాయి.

- అణుచలన సిద్ధాంతము ఊహనాలు ప్రవచించగలరు
- వాయు పీడనానికి సమీకరణం $P = \frac{1}{3}\rho \overline{c^{2}}$ ఉత్పాదించగలరు

- ఉష్ణోగ్రతతో ఆర్ఎమ్‌యస్ వేగం మరియు సగటు వేగం ఏ విధంగా సంబంధం కల్గి ఉంటాయో వివరించగలరు
- వాయు అణుచలన సిద్ధాంతం ఆధారంగా వాయు నియమాలు ఉత్పాదించగలరు
- ఉష్ణోగ్రతకు చలన అర్థవివరణ ఇవ్వడమే గాక, వాయువు యొక్క సగటు గతిశక్తి గణించగలరు
- శక్తి సమ విభాజక సూత్రాన్ని వివరించగల్గుతారు
- వాయువుకు రెండు రకాల విశిష్టోష్ణాలు ఎందుకు ఉన్నాయో తెలియచేయగలుగుతారు.
- $C_P - C_V = \frac{R}{J}$ సంబంధాన్ని ఉత్పాదించగలరు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. శక్తి సమవిభాజక సూత్రం నుండి ద్విపరమాణు అణువు యొక్క గతిజశక్తికి సమీకరణం రాయండి.

జ: ఉష్ణగతిక వ్యవస్థ యొక్క మొత్తం గతిజశక్తి శక్తి సమవిభాజక సూత్రం ప్రకారం అన్ని స్వేచ్ఛాపరిమితులకు సమాన పంపిణి అవుతుంది మరియు ప్రతీ స్వేచ్ఛా పరిమితికి ఇది $\frac{1}{2}KT$ అవుతుంది. ఇక్కడ K బోల్ట్‌మన్ స్థిరాంకం, T ఉష్ణోగ్రత.

ద్విపరమాణు అణువులో 5 స్వేచ్ఛా పరిమితులు ఉంటాయి. కనుక మొత్తం గతిజశక్తి

$$E = \frac{5}{2}KT$$

2. నైట్రోజన్ వాయువుకు C_p మరియు C_V విలువలను లెక్కించండి. (R = 8.3) జౌళ్ళు మోల్ కెల్విన్‌గా తీసుకోండి.

జ: నైట్రోజన్ ద్విపరమాణు అణువు కనుక ద్విపరమాణు అణువుకు

$$C_V = \frac{5}{2}R$$

$$C_V = \frac{5}{2} \times 8.3 \text{ J/mol.K}$$

$$= 20.75 \text{ J/mol.K}$$

$$C_p = C_V + R = 20.75 + 8.31$$

$$= 29.05 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}.$$

3. అణువు ద్రవ్యరాశి m, బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం నుపయోగించి rms వేగానికి సమీకరణాన్ని రాబట్టండి.

జ: $\frac{1}{3}mNC^2 = PV = RT$

$\therefore C^2 = \frac{3RT}{mN}$ కాని $\frac{R}{N} = K$ బోల్ట్జ్‌మెన్ స్థిరాంకం

$C^2 = \frac{3KT}{m} \Rightarrow C = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$

4. వాయుసాంద్రత 6×10^{-2} కి.గ్రా.మీ$^{-3}$, rms వేగం 500 మీ.సె$^{-1}$ అయిన వాయు పీడనమెంత?

జ: $P = \frac{1}{3}\rho C^{-2} = \frac{1}{3} \times 6 \times 10^{-2} \times 500 \times 500$

$= 5 \times 10^3$ న్యూ చ.మీ$^{-1}$.

5. నైట్రోజన్ వాయువుకు C_p మరియు C_v విలువలు లెక్కించండి. (R = 8.31 జౌళ్ళు (మోల్)$^{-1}$ కె$^{-1}$ గా తీసుకోండి).

జ: నైట్రోజన్ ద్విపరమాణు అణువు కనుక ద్విపరమాణు $C_v = \frac{5}{2}R$

$C_v = \frac{5}{2} \times 8.3$ జౌళ్ళు (మోల్)$^{-1}$ కె$^{-1}$

$= 20.75$ జౌళ్ళు (మోల్)$^{-1}$ కె$^{-1}$

$C_p = C_V + R = 29.05$ జౌళ్ళు (మోల్)$^{-1}$ కె$^{-1}$

6. వాయు అణుసాంద్రత, పీడనానికి ఏవిధంగా సంబంధం కలిగి ఉంటుంది.

జ. $P = \frac{1}{3}\rho C^{-2}$

ఇక్కడ P – పీడనం

ρ – వాయు సాంద్రత = $\frac{Nm}{V}$

C^{-2} - వేగవర్గమధ్యమం.

7. డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమం, గ్రహం వాయువుల వ్యాపన సూత్రంలను రాయండి.

జ. వాయుమిశ్రమం కలుగచేసే మొత్తం పీడనం, వాయువులు విడివిడిగా ఆ ఆవరణాన్ని ఒకదాని తరువాత మరొకటి ఆక్రమించినపుడు కలుగ చేసే పాక్షిక పీడనాల మొత్తానికి సమానం అవుతుంది. ఇదే డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల సూత్రం.

సూక్ష్మ రంధ్రాల ద్వారా వాయువు వ్యాపనం చెందే రేటు దాని సాంద్రత యొక్క వర్గమూలానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. ఇదే గ్రహం వాయువుల వ్యాపన నియమం.

8. $P = \frac{1}{3}PC^{-2}$ సమీకరణం నుండి బాయిల్ నియమాన్ని రాబట్టండి.

జ. $P = \frac{1}{3}PC^2 = \frac{1}{3}\frac{M}{V}C^2$

$PV = \frac{1}{3}MC^2$

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద C విలువ స్థిరం.

PV = స్థిరం.

9. పరమ శూన్య ఉష్ణోగ్రత వద్ద అణువు rms వేగమెంత ?

జ. గతిశక్తి శూన్యం కావున rms వేగం శూన్యం.

10. rms వేగానికి, ఉష్ణోగ్రతకు గల సంబంధమేమి?

జ. rms వేగం, పరమ ఉష్ణోగ్రత వర్గమూలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

11. 300^0k వద్ద ఒక మోల్ వాయు గతిజశక్తి ఎంత ?

జ. గతిజశక్తి = $\frac{3}{2}RT = \frac{3}{2}RT = \frac{3}{2} \times 8.3 \times 300 = 3735$ J

12. 300^oC వద్ద ఒక అణువు యొక్క గతిజశక్తి ఎంత ?

జ. గతిజశక్తి $= \frac{3}{2}kT = 6.23 \times 10^{-21}J$

13. 0^oC వద్ద ఒక అణువు యొక్క సరాసరి గతిజశక్తి 5.621×10^{-14} ఎర్గులు. 1 గ్రాము మోల్ వాయువులో గల అణువుల సంఖ్య ఎంత ?

జ. శక్తి $= \frac{3}{2}\frac{R}{N}T$

$$5.621\times10^{-14}\times10^{-7} = \frac{3}{2}\times\frac{R}{N}\times273$$

$$N = \frac{3\times8.3\times273}{2\times5.621\times10^{-14}\times10^{-7}} = 6.1\times10^{23}.$$

14. 0^oC వద్ద ఆక్సిజన్ అణువుల rms వేగానికి రెట్టింపు వేగం ఉండు ఆక్సిజన్ ఉష్ణోగ్రత ఎంత ?

జ. $\frac{C_1^2}{C_2^2} = \frac{T_1}{T_2}$

$$\frac{C^2}{4C^2} = \frac{273}{T_2} \Rightarrow T_2 = 273\times4 \Rightarrow 1092k$$

ఆక్సిజన్ ఉష్ణోగ్రత = 1092 – 273 = 819^0C.

15. ఘనపరిమాణం a, b గల రెండు పాత్రలలో m_1, m_2 ద్రవ్యరాశులు గల ఒకే వాయువు గలదు. అవి ఒకే ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఉన్నచో వాటి పీడనాల నిష్పత్తి ఎంత ?

జ. $P_1 : P_2 = \frac{1}{3}\frac{M_1NC^2}{a} : \frac{1}{3}\frac{M_2NC^2}{b}$

$$P_1 : P_2 = m_1b : m_2a.$$

16. ఒక వాయువు ఉష్ణోగ్రతలు 27^0C, 127^0C వద్ద గల rms వేగాల నిష్పత్తి ఎంత?

జ. $\sqrt{273+27} : \sqrt{273+127} = C_1 : C_2$

$$\sqrt{3} : 2 = C_1 : C_2$$

17. బ్రౌనియన్ చలనం ఏ అంశాలపై ఆధారపడుతుంది ?

జ. కణముల పరిమాణం. అణువుల పరిమాణం చిన్నదిగా ఉన్నపుడు అసమతుల్య అభిఘాతాలు జరిగే అవకాశం పెరిగి బ్రౌనియన్ చలనం పెరుగుతుంది.

యానకం యొక్క ఉష్ణోగ్రత పెరిగినపుడు బ్రౌనియన్ చలనం పెరుగుతుంది మరియు యానకం యొక్క స్నిగ్ధత పెరిగినపుడు తగ్గుతుంది.

18. బ్రౌనియన్ చలనంలో సగటు స్వేచ్ఛాపథం అంటే ఏమిటి? అణువు యొక్క సగటు స్వేచ్ఛాపథంకు సమీకరణం రాయండి.

జ. బ్రౌనియన్ చలనంలో రెండు వరుస అభిఘాతాల మధ్య అణువులు ప్రయాణించే సరాసరి దూరాన్ని సగటు స్వేచ్ఛాపథం అంటారు.

అణువు యొక్క సగటు స్వేచ్ఛాపదం = $\sigma = \frac{1}{\sqrt{2\pi n d^2}}$

ఇక్కడ n సంఖ్యా సాంద్రత, d = సాంద్రత

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. 300 కె వద్ద హైడ్రోజన్ అణువు యొక్క వేగవర్గ మధ్యమూలం గణించండి. (హైడ్రోజన్ అణు ద్రవ్యరాశి) = 3.347×10^{-27} కి.గ్రా. బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం ది = 1.38×10^{-23} జౌల్ కె$^{-1}$.

జ: $c_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times (1.38 \times 10^{-27}\,J.k^{-1}) \times (300k)}{3.47 \times 10^{-27}\,k.g.}}$

$= 1927$ మీ.సె$^{-1}$

2. ఏక పరమాణు అణువు యొక్క గతిజశక్తి సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: వాయు అణువు యొక్క గతిశక్తి కి సమీకరణం

$$\frac{1}{2} m\overline{c^2} = \frac{3}{2} kT$$

వాయు అణువు యొక్క చలనం x, y మరియు z దిశలలో ఉంటుంది. వేగం c యొక్క సగటు వేగాంశములు (అనగా u, v మరియు w) ఈ మూడు దిశలలోను బహుశా సమానంగా ఉంటాయి. అంటే ఒక అణువుకు ఈ మూడు దిశల్లో సగటు వేగాలు సమానంగా ఉంటాయి.

$$\overline{u} = \overline{v} = \overline{w}$$

మరియు $\overline{u^2} = \overline{v^2} = \overline{w^2} = \frac{1}{3}\overline{c^2}$

$\overline{c^2} = u^2 + v^2 + w^2$ కనుక

$$\overline{c^2} = \overline{u^2} + \overline{v^2} + \overline{w^2}$$

రెండు వైపుల $\frac{1}{2}m$ తో గుణించగా, (ఇచట అణువు ద్రవ్యరాశి = m)

$$\frac{1}{2}m\overline{u^2} = \frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{1}{2}m\overline{w^2}$$

కాని $\frac{1}{2}m\overline{u^2} = Ex$ = x–అక్షం దిశలో అణువు యొక్క మొత్తం సగటు గతిశక్తి.

కావున $E_x = E_y = E_z$, కాని అణువు యొక్క మొత్తం సగటు గతిశక్తి $\frac{3}{2}kT$.

ఇప్పుడు

$$E_x = E_y = E_z = \frac{1}{2}kT$$

అణువు యొక్క మూడు స్వేచ్ఛా పరిమితి దిశలలోను వేగము యొక్క అంశము u, v మరియు w లు కనుక గతిక వ్యవస్థ యొక్క మొత్తం గతిశక్తి ని మూడు స్వేచ్ఛా పరిమితి దిశలలోను సమానంగా విభజించవచ్చును. మరియు ప్రతి స్వేచ్ఛా పరిమితి $\frac{1}{2}kT$ కి సమానం అవుతుంది. ఇదే శక్తి సమవిభాజిక సూత్రం.

కనుక ఏకపరమాణు వాయు అణువు యొక్క మొత్తం గతిజశక్తి $E = \frac{3}{2}KT$

3. ఏక పరమాణు, ద్వి పరమాణు మరియు త్రిపరమాణు వాయు అణువులకు c_p మరియు c_v విలువలు లెక్కించండి.

జ: 1 మోల్ వాయువు యొక్క సగటు గతిశక్తి

$E = \frac{3}{2}RT$ అని మనకు తెలుసును.

ఇపుడు c_V ని ఒక మోల్ వాయువును స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద 1 డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశి అని నిర్వచించవచ్చు. అనగా TK వద్ద వాయువు యొక్క మొత్తం శక్తి Er మరియు $(T+1)k$ వద్ద వాయువు యొక్క మొత్తం శక్తి E_{r+1} అయితే అపుడు $c_v = E_{r+1} - E_r$

(i) ఏకపరమాణు వాయువు యొక్క మొత్తం శక్తి = $\frac{3}{2}RT$

ఏకపరమాణు వాయువుకు = $c_v = \frac{3}{2}R(T+1) - \frac{3}{2}RT = \frac{3}{2}R$

కనుక $c_P = c_v + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$

(ii) ద్విపరమాణు వాయువుకు మొత్తం శక్తి = $\frac{5}{2}RT$

$$c_v = \frac{5}{2}R(T+1) - \frac{5}{2}RT = \frac{5}{2}R$$

$$c_p = c_v + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$$

4. STP వద్ద హైడ్రోజన్ అణువు rms వేగమెంత? హైడ్రోజన్ సాంద్రత STP వద్ద 0.09 కి.గ్రా. మీ$^{-2}$ పాదరస సాంద్రత = 13.6 × 1000 కి.గ్రామీ^{3}, g = 9.81మీ.సె$^{-2}$.

జ. సాంద్రత P = 0.09 కి.గ్రా.మీ$^{-3}$.

g = 9.81 మీసె$^{-2}$.

పాదరసం సాంద్రత d = 13.6 × 1000 కి.గ్రా మీ$^{-3}$.

పీడనం P = 0.76 × 13.6 × 1000 × 9.81

$$P = \frac{1}{3}\rho C^{-2}$$

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{3 \times 0.76 \times 13.6 \times 9.81 \times 1000}{0.09}}$$

$\bar{C}$ = 1839 మీ.సె$^{-1}$.

5. ఆక్సిజన్ సాంద్రత 1.424 కి.గ్రామీ$^{-3}$ అయిన ఆక్సిజన్ అణువు rms వేగం 57^{0}C వద్ద ఎంత?

జ. STP వద్ద వాతావరణ పీడనం = 0.7 మీ॥ పాదరసం.

పాదరసం సాంద్రత = 13.6 × 1000 కి.గ్రా మీ$^{-3}$

గురుత్వత్వరణం = 9.81 మీసె$^{-2}$.

ఆక్సిజన్ సాంద్రత = 1.426 కి.గ్రా మీ$^{-3}$.

$$P = \frac{1}{3}\rho C^{-2}$$

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 0.76 \times 13.6 \times 1000 \times 9.81}{1.424}} = 462.1 \text{ మీసె}^{-1}.$$

57^oC వద్ద వేగం $\bar{C}_1$ అయిన

$$\frac{\bar{C}}{C} = \sqrt{\frac{T_1}{T}} \Rightarrow C_1 = C\sqrt{\frac{T_1}{T}} = 462.1\sqrt{\frac{272+57}{273}} = 508 \text{ మీసె}-1.$$

$\bar{C}_1$ = 508 మీసె$^{-1}$.

6. 5×10^{-26} కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి, 500 మీ.సె$^{-1}$ సగటు రేఖీయవేగం గల 10^{22} ఆక్సిజన్ అణువులు 10 సెం.మీ. భుజం గల గుల్ల ఘనం యొక్క గోడల పై కలుగజేయు పీడనం గణించండి.

సాధన : ద్రవ్యవేగములోని మార్పు = 2 mu = 2 × (5 × 10^{-26} కి.గ్రా) × (500 మీ.సె$^{-1}$)

= 5 × 10^{-23} కి.గ్రా.మీ.సె$^{-1}$

ఒకే ముఖం పై రెండు వరుస అభిఘాతాలకు పట్టే కాలం, 2 × 10 సెం.మీ. లేదా 2 × 10^{-1} మీ. దూరం ప్రయాణం చేయడానికి పట్టే కాలానికి సమానం

కాలం = $\frac{2 \times 10^{-1} \text{ మీ}}{500 \text{ మీసె}^{-1}}$ = 4 × 10^{-4} సె.

ద్రవ్యవేగము లోని మార్పురేటు = $\frac{5 \times 10^{-23} \text{ కి.గ్రా. మీసె}^{-1}}{4 \times 10^{-4} \text{ సె}}$ = 1.25 × 10^{-19} న్యూ.

ఘనం ముఖం పై మూడవ వంతు అణువులు కలుగజేయు బలం

$$f = \frac{1}{3} \times 1.25 \times 10^{-19} \times 10^{22} = 416.7 \text{ న్యూ.}$$

పీడనం = P = బలం / వైశాల్యం = 417 న్యూ / 100 × 10^{-4} మీ^{2}

= 4.17 × 10^4 న్యూమీ$^{-2}$ ≃ 4.2 × 10^4 న్యూమీ$^{-2}$

7. 300 కె వద్ద హైడ్రోజన్ అణువు యొక్క వేగవర్గ మధ్యమూలం గణించండి. (హైడ్రోజన్ అణు ద్రవ్యరాశి) = 3.347 × 10^{-27} కి.గ్రా. బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం ది = 1.38 × 10^{-23} జౌల్ కె$^{-1}$.

$$c_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times (1.38 \times 10^{-27} J.k^{-1}) \times (300k)}{3.47 \times 10^{-27} k.g.}}$$

= 1927 మీ.సె$^{-1}$

8. 3 వాతవరణ పీడనం వద్ద 12.5 లీ వాయువు ద్రవ్యరాశి 15గ్రా. అణువుల rms వేగాన్ని కనుక్కోండి.

జ. $\frac{P_1}{d_1} = \frac{P_2}{d_2}$

$$\frac{1}{d} = \frac{3}{\frac{15}{12.5}}$$

$$d = \frac{15}{3 \times 12.5} = \frac{5}{12.5} \text{ గ్రా.లీ}^{-1}$$

$$d = \frac{5}{12.5} \text{ కి. గ్రా.మీ}^{-3}$$

$$P = \frac{1}{3}\rho C^{-2}$$

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 0.76 \times 13600 \times 9.8}{\frac{5}{12.5}}} = 8.716 \times 10^2 \text{ మీసె}^{-1}.$$

9. ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్ద హైడ్రోజన్ వాయువు యొక్క వేగవర్గ మధ్యమూలము ఐ.ఊ.ఆ వద్ద గల దాని వేగవర్గ మధ్యమూలానికి రెట్టింపు అవుతుంది. (పీడనం స్థిరంగా ఉంటంది). (ఐఊఆ = ప్రమాణ ఉష్ణోగ్రతా పీడనాలు)

సాధన : సమీకరణం 10.8 నుండి $c_{rms} \alpha \sqrt{T}$

STP వద్ద RMS వేగం 'c_0' అనుకుందాం.

TK కావలసిన ఉష్ణోగ్రత అయిన లెక్కలో ఇచ్చిన ప్రకారం TK వద్ద వేగం = $C = 2C_0$

$$\frac{c}{c_0} = \frac{2c_0}{c_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

రెండు వైపుల వర్గం చేయగా $4 = \frac{T}{T_0}$

లేదా $T = 4\,T_0$

$T_0 = 273$ k కనుక, $T = 4 \times 273 = 1092$ k $= 1092 - 273 = 819^0$C

10. 300 కె వద్ద వాయువు యొక్క సగటు గతిశక్తిని లెక్కించండి. (బో వ 1.38×10^{-23} జౌ కె$^{-1}$ గా తీసుకోండి)

సాధన : మనకు తెలిసిన ప్రకారం $\frac{1}{2}M\overline{c^2} = \frac{3}{2}kT$

$k = 1.38 \times 10^{-23}$ జౌ కె$^{-1}$ మరియు $T = 300$ k కనుక

$\overline{E}$ = సరాసరి గతిశక్తి = $\frac{3}{2}(1.38\times10^{-23})(300) = 6.21\times10^{-21}$ జౌళ్ళు

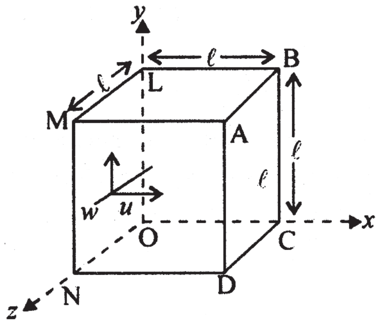
8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వాయు అణుచలన సిద్ధాంతం ఆధారంగా $P = \frac{1}{3}\rho C^{-2}$ సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి. దీని నుండి బాయిల్, చార్లెస్, అవగాడ్రో వాయు నియమాలను రాబట్టండి.

జ: LMNO ముఖము గల ఒక అణువును తీసుకుందాము. దీని వేగం యొక్క X, Y మరియు Z అంశము లు వరుసగా u, v మరియు w అనుకుందాం. అణువు యొక్క ద్రవ్యరాశి 'm' అయితే వేగం యొక్క అది X-అక్షం వెంబడి u వేగంతో చలించుచున్నది కాబట్టి పాత్ర గోడకు లంబదిశలో దాని ద్రవ్య వేగము mu ఉంటుంది. ఇది గోడను ఢీకొట్టి వ్యతిరేక దిశలో అదే వేగము u తో తిరిగి వస్తుంది. ఎందుకంటే (ఊహానం-2) అభిఘాతాలన్నీ పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక అభిఘాతాలు కాబట్టి. గోడను ఢీకొని వెనుదిరిగిన అణువు యొక్క ద్రవ్యవేగము –mu అవుతుంది. కావున అణువు యొక్క ద్రవ్యవేగము లోని మార్పు.

$$mu - (-mu) = 2\,mu$$

ఈ అణువు LMNO ముఖము నుండి ABCD ముఖమునకు X-అక్షం వెంబడి u వేగంతో ప్రయాణం చేసి ఢీకొని వెనుదిరిగి మరి ఏ ఇతర అణువుని మార్గమధ్యంలో ఢీకొనకుండా ఉంటే అది $2l$ దూరాన్ని $\frac{2l}{u}$ కాలంలో ప్రయాణిస్తుంది. గోడని ఢీకొనే అణువు యొక్క రెండు వరుస అభిఘాతాల మధ్య కాలవ్యవధి $\frac{2l}{u}$ ఉంటుంది.



పటం ఘన పాత్రలో అణువుల చలనం

న్యూటన్ రెండవ గమన సూత్రం ప్రకారం ద్రవ్య వేగంలోని మార్పు రేటు నొక్కబడిన బలానికి సమానము. అందువలన ABCD వద్ద ద్రవ్యవేగం లోని మార్పు రేటు = ద్రవ్యవేగంలోని మార్పు / కాలం

$$\frac{2mu}{\left(\frac{2l}{u}\right)}=\frac{mu^2}{l}$$

ఇది ఒక అణువు యొక్క ద్రవ్య వేగములోని మార్పు రేటు. వాయువులో N అణువులు ఉంటాయి కాబట్టి, పాత్ర ముఖము పై మొత్తం ద్రవ్యవేగములోని మార్పురేటు లేదా ABCD గోడపై N అణువులు x–అక్షం వెంబడి u_1, u_2, u_3, ... u_N వేగాలతో అభిఘాతం చెందడం వల్ల ప్రవర్తించు మొత్తం బలం ఇలా ఉంటుంది.

ABCD గోడ పై బలం $\frac{m}{l}\left(u_1^2+u_2^2+u_3^2....+u_n^2\right)$ పీడనం అంటే ప్రమాణ వైశాల్యం పై ప్రవర్తించు బలం. l^2 వైశాల్యం గల ABCD గోడపై X–అక్షం వెంబడి చలించు అణువుల చలనం వలన కలుగు పీడనం

$$P=\frac{\frac{m}{l}[u_1^{\ 2}+u_2^{\ 2}+u_3^{\ 2}...........+u_n^{\ 2}]}{l^2}$$

$$=\frac{m}{l^3}[u_1^{\ 2}+u_2^{\ 2}+u_3^{\ 2}+...............+u_n^{\ 2}] \qquad ..... (1)$$

X–అక్షం వెంబడి వున్న వేగ వర్గాలన్నింటి వేగవర్గ మధ్యమం $\overline{u^2}$ అనుకుంటే

$$\overline{u^2}=\frac{u_1^{\ 2}+u_2^{\ 2}+u_3^{\ 2}..........+u_n^{\ 2}}{N}$$

$$\therefore N\overline{u^2}=u_1^{\ 2}+u_2^{\ 2}+u_3^{\ 2}..........+u_n^{\ 2}$$

ఈ ఫలితం సమీకరణం (1) లో ప్రతిక్షేపించగా మనకు $P=\frac{Nm\overline{u^2}}{l^3}$ అని వస్తుంది. ..... (2)

రేఖా గణితం ప్రకారం మనం $C^2 = u^2 + v^2 + w^2$ అని చూపవచ్చును.

u, v మరియు w లు మూడు లంబ అక్షాల దిశలలో C యొక్క అంశాలు. కనుక ఈ సంబంధం వేగవర్గ మధ్యమాలకు కూడ సరిపోతుంది.

$$\overline{c^2}=\overline{u^2}+\overline{v^2}+\overline{w^2}$$

అణువుల పంపిణీ సమపీడనం (ఐసో(ట్రోపిక్) గా ఉంటుందని ఊహన కనుక ఘనం యొక్క ఏదైనా అంచు వెంబడి వరణాత్మక (ప్రిఫరెన్షియల్) చలనం ఉండదు. దీని అర్థం u^2, v^2, w^2 ల సగటు విలువలు సమానం.

$$\overline{u^2}=\overline{v^2}=\overline{w^2}$$

కనుక $\overline{u^2} = \frac{\overline{c^2}}{3}$

ఈ ఫలితాన్ని సమీకరణం 2 లో ప్రతిక్షేపిస్తే మనకు క్రింది విధంగా వస్తుంది.

$$P = \frac{1}{3}\frac{Nm}{l^3}\overline{C^2}$$

కాని l^3 పాత్ర యొక్క ఘన పరిమాణము లేదా వాయు ఘనపరిమాణం. కనుక

$$PV = \frac{1}{3}Nm\overline{c^2} = \frac{1}{3}M\overline{c^2} \qquad \ldots (3)$$

ఇచట ఎడమ చేతి వైపు స్థూల ధర్మాలు అనగా పీడనం మరియు ఘనపరిమాణం మరియు కుడి చేతి వైపు సూక్ష్మ ధర్మాలు అనగా ద్రవ్యరాశి మరియు అణువులు వేగ వర్గ మధ్యమాలు సమీకరణం 3 ని క్రింది విధంగా తిరిగి వ్రాయవచ్చును.

$$P = \frac{1}{3}\frac{Nm}{V}\overline{c^2}$$

$\rho = \frac{Nm}{V}$ వాయు సాంద్రత అయిన, అప్పుడు

$$P = \frac{1}{3}\rho\overline{c^2}$$

లేదా $$\overline{c^2} = \frac{3P}{\rho} \qquad \ldots (4)$$

మనం $\frac{N}{V}$ నిష్పత్తిని సాంద్రత సంఖ్య n గా చూపిన సమీకరణం 3 ను క్రింది విధంగా కూడా తెలుపవచ్చు.

$$P = \frac{1}{3}mn\overline{c^2}$$

(i) **బాయిల్ నియమం :**

సమీకరణం (3) అనుసరించి వాయుపీడనం కు సమీకరణం

$$PV = \frac{1}{3}M\overline{c^2}$$

నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉన్నపుడు, వేగ వర్గ మధ్యమం స్థిరంగా ఉంటుంది. ఆ విధంగా సమీకరణం (3) కుడి వైపున గల M మరియు $\overline{c^2}$ లు రెండు స్థిరం. కనుక

$PV =$ స్థిరం

ఇదే బాయిల్ నియమం. **నియమిత ద్రవ్య రాశి గల వాయువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉన్నపుడు దాని పీడనం వాయువు ఘన పరిమాణానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.**

(ii) **చార్లెస్ నియమం :**

సమీకరణం (3) ప్రకారం

$$PV = \frac{1}{3}M\overline{c^2}$$

లేదా $$V = \frac{1}{3}\frac{M}{P}\overline{c^2}$$

M మరియు P లు మారకుండా లేదా M మరియు P లు స్థిరంగా వున్నప్పుడు $V \alpha \overline{C}^2$ కాని $\overline{c^2} \alpha$ T.

$$\therefore V \alpha T$$

ఇదే చార్లెస్ నియమం. **నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు పీడనం స్థిరంగా వున్నపుడు దానియొక్క ఘన పరిమాణం వాయువు (పరమ) ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.**

(iii) **అవగాడ్రో సూత్రం:**

మనం రెండు వేరు వేరు వాయువులు 1 మరియు 2 లను తీసుకుందాం. అపుడు సమీకరణంను ఇలా వ్రాసుకోవచ్చు.

$$P_1V_1 = \frac{1}{3}m_1N_1\overline{c_1^2}$$

మరియు $$P_2V_2 = \frac{1}{3}m_2N_2\overline{c_2^2}$$

వాటి పీడనాలు, మరియు ఘనపరిమాణాలు సమానం అయితే అప్పుడు

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

కనుక $$\frac{1}{3}m_1N_1\overline{c_1^2} = \frac{1}{3}m_2N_2\overline{c_2^2}$$

ఉష్ణోగ్రత స్థిరం కావున, వాటి గతిశక్తులు సమానం అవుతాయి.

అంటే $\frac{1}{2}m_1\overline{c_1^2} = \frac{1}{3}m_2\overline{c_2^2}$

ఈ ఫలితాన్ని పై సమీకరణంలో ఉంచితే $N_1 = N_2$ అని వస్తుంది.

ఒకే ఉష్ణోగ్రత మరియు పీడనాల వద్ద సమాన ఘనపరిమాణం గల వాయువులు సమాన సంఖ్యలో అణువులను కలిగి ఉంటాయి. ఈ ప్రవచనాన్ని అవగాడ్రో నియమం అంటారు.

2. (ఎ) స్థిర పీడనం విశిష్టోష్ణం (c_P) మరియు స్థిర ఘనపరిమాణ విశిష్టోష్ణం (c_v) లను నిర్వచించి, వాటి మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి. ఏక పరమాణు, ద్విపరమాణు వాయు అణువులకు c_P మరియు c_v విలువలను గణించండి.

(బి) ఏకపరమాణు, ద్విపరమాణు మరియు త్రిపరమాణు వాయు అణువులకు c_P మరియు c_v విలువలను గణించండి.

జ: (a) **స్థిర ఘనపరిమాణ విశిష్టోష్ణ** (c_V):

వాయువు యొక్క ఘన పరిమాణం స్థిరంగా ఉన్నపుడు, ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి గల ఆ వాయువు ఉష్ణోగ్రతను 1కె పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశి" ని ఆ వాయువు యొక్క స్థిర ఘనపరిమాణ విశిష్టోష్ణం (c_V) అంటారు.

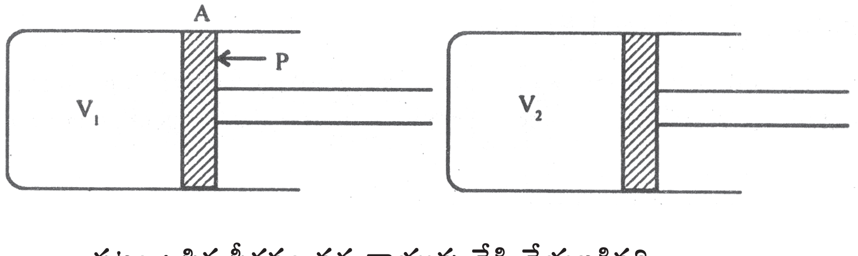
$$c_V = \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)_V$$

(b) **స్థిరపీడన విశిష్టోష్ణం** (c_P)

వాయువు యొక్క పీడనం స్థిరంగా ఉన్నపుడు ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి గల ఆ వాయువు ఉష్ణోగ్రతను 1కె పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశి ని ఆ వాయువు యొక్క స్థిర పీడన విశిష్టోష్ణం (c_P) అంటారు.

$$c_P = \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)_P$$

ఘర్షణ లేని ముషలకం (పటం) అమర్చిన స్థూపాకార పాత్రలో ఒక ఆదర్శ వాయువు బంధింపబడిన దనుకుందాం. వాయువును (పరిపూర్ణ) ఆదర్శ వాయువుగా ఊహించాం కనుక దాని అణువుల మధ్య అంతర్ అణు బలాలు ఉండవు. అట్టి వాయువు వ్యాకోచించినపుడు అంతర్ పీడనాన్ని అధిగమించడానికి కొంత పని చేయవలెను.



పటం : స్థిర పీడనం వద్ద వాయువు వేడి చేయబడినది

బాహ్య పీడనం 'P' మరియు ముషలకం యొక్క అడ్డుకోత వైశాల్యం 'A' అనుకుందాం. ముషలకం పై పనిచేయు బలం = P x A. ఇపుడు స్థిర పీడనం వద్ద వాయువును 1కె పెరుగునట్లు వేడిచేశాం అనుకుందాం. దాని ఫలితంగా ముషలకం, పటంలో చూపినట్లు x దూరం బయటికి కదిలింది. వాయువు V_1 తొలి ఘనపరిమాణం నుండి V_2 తుది ఘనపరిమాణం కు వేడిచేయడం వల్ల పెరిగింది అనుకుందాం. కనుక బాహ్య పీడనానికి వ్యతిరేకంగా ముషలకాన్ని x దూరం త్రోయడానికి వాయువు చేసిన పని

$$W = P \times A \times X$$

$= P \times$ ఘనపరిమాణంలోని పెరుగుదల

$$= P(V_2 - V_1) \qquad ...(1)$$

$c_p = wtc_v$ సమీకరణం నుండి 1 మోల్ వాయువును 1కె కు వేడి చేసినపుడు బాహ్య పీడనానికి వ్యతిరేకంగా చేసిన పని $(W) = (c_P - c_v)$ అవుతుంది.

$$c_P - c_v = P(V_2 - V_1) \qquad ...(2)$$

వాయువును వేడి చేయడానికి ముందు, మరియు తరువాత స్థితులకు ఆదర్శ వాయు సమీకరణాన్ని అనువర్తింపచేయగా.

$$PV_1 = RT \qquad ...(3)$$

$$PV_2 = R(T+1) \qquad ...(4)$$

సమీకరణం 3 ను 4 నుండి తీసివేయగా మనకు క్రింది విధంగా వస్తుంది.

$$P(V_2 - V_1) = R \qquad ...(5)$$

కనుక సమీకరణం 1 మరియు స.క. 2 ల నుండి

$$c_P - c_v = R \qquad ...(6)$$

R విలువ జౌల్(మోల్$^{-1}$)కె$^{-1}$ లలో ఉంటుంది. జౌళ్ళను కెలోరీలలోనికి మార్పు చేస్తే

$$c_P - c_v = \frac{R}{J} \qquad ...(7)$$

ఇక్కడ J = 4.18 కెలోరీలు. దీనిని ఉష్ణయాంత్రిక తుల్యాంకం అంటారు.

(బి) 1 మోల్ వాయువు యొక్క సగటు గతిశక్తి

$E = \frac{3}{2}RT$ అని మనకు తెలుసును.

ఇపుడు c_v ని ఒక మోల్ వాయువును స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద 1 డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశి అని నిర్వచించవచ్చు. అనగా TK వద్ద వాయువు యొక్క మొత్తం శక్తి Er మరియు (T + 1)k వద్ద వాయువు యొక్క మొత్తం శక్తి E_{r+1} అయితే అపుడు $c_v = E_{r+1} - E_r$

(i) ఏకపరమాణు వాయువు యొక్క మొత్తం శక్తి = $\frac{3}{2}RT$

ఏకపరమాణు వాయువుకు = $c_v = \frac{3}{2}R(T+1) - \frac{3}{2}RT = \frac{3}{2}R$

కనుక $c_P = c_v + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$

(ii) ద్విపరమాణు వాయువుకు మొత్తం శక్తి = $\frac{5}{2}RT$

$$c_v = \frac{5}{2}R(T+1) - \frac{5}{2}RT = \frac{5}{2}R$$

$$c_p = c_v + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$$

11 ఉష్ణగతిక శాస్త్రం

స్పర్శ ద్వారా మీకు వేడి, చల్లదనాల గురించి బాగా తెలుసు. మీ చేతులను ఒక దానితో మరొకటి రుద్దినప్పుడు మీకు వెచ్చదనం అనిపిస్తుంది. దీనికి కారణం యాంత్రిక పని అని మీరు అంగీకరిస్తారు. అంటే యాంత్రిక పనికి ఉష్ణఫలితానికి ఏదో సంబంధం ఉందని ఇది మీకు స్ఫురింపచేస్తుంది. రెండు భిన్న ఉష్ణోగ్రతలు గల వస్తువుల మధ్య ఉష్ణశక్తి బదిలీ దృగ్విషయాల అధ్యయనం ఉష్ణగతిక శాస్త్రానికి సంబంధించిన విషయసారం అవుతుంది. ఇది అనుభవంపై ఆధారపడి ఉండే విజ్ఞానశాస్త్రం. ఉష్ణదృగ్విషయాలు పరిమాణాత్మక వర్ణన చేయాలంటే ఉష్ణోగ్రత, ఉష్ణశక్తి మరియు అంతర్గత శక్తుల నిర్వచనాలు అవసరం అవుతాయి. ఉష్ణ ప్రసార దిశ, ఒక వ్యవస్థపై చేసిన పని, వ్యవస్థ అంతర్గత శక్తుల మధ్య సంబంధాన్ని ఉష్ణగతిక శాస్త్ర నియమాలు ఇవ్వగలుగుతాయి.

ఈ పాఠంలో మీరు ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మూడు నియమాలు అంటే శూన్యంశ నియమం, మొదటి నియమం మరియు రెండవ నియమం నేర్చుకుంటారు. ఈ నియమాలన్నీ అనుభవం మీద ఆధారపడినవి కాబట్టి వీటికి ఉపపత్తి అవసరం లేదు. శూన్యాంశ నియమం, మొదటి నియమం మరియు రెండవ నియమం ఉష్ణోగ్రత, అంతర్గత శక్తి మరియు ఎంట్రోపి భావనలను పరిచయం చేస్తాయి. మొదటి నియమం ఉష్ణగతిక వ్యవస్థ యొక్క శక్తి నిత్యత్వ నియమం, రెండవ నియమం ఉష్ణం పనిగా మార్పు చెందడం మరియు పని ఉష్ణంగా మార్పుచెందడం గురించి తెలియచేస్తుంది. అంతే కాదు కార్నొ యంత్రం ఉష్ణాన్ని పనిగా మార్చడంలో గరిష్ఠ దక్షత కలిగి ఉంటుందని మీరు నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు కింది విషయాలు తెలుసుకోగలగుతారు.

- వేరువేరు ఉష్ణగతిక ప్రక్రియలకు సూచీ పటాలు గీయగలుగుతారు. సూచీపటం దిగువనున్న వైశాల్యం ప్రక్రియలో జరిగిన పనిని సూచిస్తుందని చూపగలుగుతారు.
- ఉష్ణగతిక సమతాస్థితిని వివరించి, ఉష్ణగతికశాస్త్ర శూన్యాంక నియమాన్ని వివరించగలగుతారు.
- ఒక వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తి భావనను మరియు ఉష్ణగతిక శాస్త్ర ప్రథమ నియమాలను వివరించగలుగుతారు.

- ఉష్ణగతిక శాస్త్ర ప్రథమ నియమాన్ని సరళ వ్యవస్థలకు అనువర్తింపచేసి దీనికి పరిమితులు చెప్పగలుగుతారు.
- త్రిక బిందువును నిర్వచించగలుగుతారు.
- వేరు వేరు రూపాల్లో ఉష్ణగతిక శాస్త్ర రెండవ నియమాన్ని ప్రవచించగలుగుతారు.
- కార్నో చక్రాన్ని వర్ణించి దాని సామర్థ్యాన్ని లెక్కించగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియ, స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలంటే ఏమిటి?

జ: స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరిగే ఉష్ణగతిక ప్రక్రియను సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియ అంటారు.

ఉష్ణశక్తి మార్పిడి జరగని ఉష్ణగతిక వ్యవస్థను స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ అంటారు.

2. నీటిత్రిక బిందువు నిరూపకాలేమిటి?

జ: 273.16 k మరియు 218 atm or 613.1 Pa.

3. 200 k ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న కృష్ణ వస్తువు నుండి 1 సెకండులో 1 ప్రమాణ వైశాల్యం నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తిని కనుక్కోండి. ($\sigma = 5.672 \times 10^{-8}$ W/m²/k⁴)

జ: $T = 200\ k \qquad \sigma = 5.672 \times 10^{-8}\ W/m^2/k^4$

$E = \sigma . T^4$

$E = 5.672 \times 10^{-8} \times (200)^4$

$= 90.75\ W/m^2$

4. నీటి త్రికబిందువు యొక్క ఒక అభిలక్షణాన్ని తెలపండి.

జ. త్రికబిందువు వద్ద పదార్థం యొక్క ఘన, ద్రవ మరియు భాష్పస్థితులు ఏకకాలంలో సంభవిస్తాయి.

5. ఉష్ణగతికశాస్త్ర రెండవ నియమాన్ని తెల్పండి.

జ. ఏవ్యవస్థకైనా స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న రిజర్వాయర్ నుండి గ్రహించిన ఉష్ణం మొత్తాన్ని పనిగా మార్చడం అసాధ్యం.

(లేదా) బాహ్యపని ప్రమేయం లేకుండా స్వంతంగా వ్యవహరించే ఏ ప్రక్రియకైనా ఉష్ణాన్ని చల్లని వస్తువు నుండి వేడి వస్తువుకు సరఫరా చేయట అసాధ్యం.

6. వియుక్త వ్యవస్థ అంటే ఏమిటి. ఉదాహరణ నివ్వండి.

జ. పరిసరాలతో శక్తిని లేదా ద్రవ్యరాశిని మార్పిడి చేయని వ్యవస్థను వియుక్త వ్యవస్థ అంటారు. పూర్తిగా నింపిన థర్మాస్ ఫ్లాస్క్ వియుక్త వ్యవస్థకు ఉదాహరణ.

7. ఉష్ణగతిక చలనరాశులంటే ఏమిటి?

జ. ఒక ఉష్ణగతిక వ్యవస్థను వర్ణించడానికి దాని భౌతిక ధర్మాలైన ఉష్ణోగ్రత (T), పీడనం (P) మరియు ఘనపరిమాణం (V) లను ఉపయోగిస్తాం. వీటినే ఉష్ణగతిక చలన రాశులు అంటారు.

8. 5 కి.గ్రా మంచుకి 0^oC వద్ద ఉన్న 1 కి.గ్రా నీరు కలిపితే ఆ మిశ్రమం 6 కి.గ్రా మంచు అవుతుందా?

జ. 0^oC కి.గ్రా వద్ద ఉన్న 1 కి.గ్రా నీరు మరియు 0^oC వద్ద ఉన్న 5 కి.గ్రా. మంచు కలిపితే, ఆ మిశ్రమం అదే విధంగా ఉంటుంది. కాని 6 కి.గ్రా. మంచు అవదు. దీనికి కారణం ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న రెండు పదార్థాల మధ్య పరస్పర ఉష్ణ బదిలీ జరగదు.

9. వియుక్త వ్యవస్థ అంటే ఏమిటి. ఉదాహరణ నివ్వండి.

జ. సమపీడన ప్రక్రియ: స్థిర పీడనం వద్ద జరిగే ఉష్ణగతిక ప్రక్రియను సమపీడన ప్రక్రియ అంటారు. వాతావరణ పీడనం వద్ద నీటిని వేడి చేయడం సమ పీడన ప్రక్రియ.

చక్రీయ ప్రక్రియ: చక్రీయ ప్రక్రియలో వ్యవస్థ తుది స్థితి నుండి తొలి స్థితికి వస్తుంది. అనగా అంతర్గ శక్తిలో మార్పు ఉండదు. $\Delta U = 0$

$$\therefore \Delta Q = \Delta W$$

10. సమఘనపరిమాణ ప్రక్రియ అంటే ఏమిటి?

జ. సమ ఘన పరిమాణ ప్రక్రియ: స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద జరిగే ఉష్ణగతిక ప్రక్రియను సమ ఘన పరిమాణ ప్రక్రియ అంటారు. స్థిర ఘన పరిమాణం వద్ద పాత్రలోని వాయువును వేడి చేయటాన్ని సమఘనపరిమాణ ప్రక్రియకు ఉదాహరణగా చెప్పవచ్చు. ఈ ప్రక్రియలో ఘన పరిమాణం స్థిరంగా ఉంటుంది కనుక చేసిన పని శూన్యం అనగా $\Delta W = 0$. కనుక $\Delta Q = \Delta U$ అవుతుంది.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఉత్క్రమణీయ అనుఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియలను ఉదాహరణలతో వివరించండి.

జ: i) ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ: ఇతరత్రా ఎక్కడా ఏవిధమైన మార్పులు లేకుండా వ్యవస్థ తొలి దశకు చేరేటట్లుగా సూటి ప్రక్రియలో ఏఏ దశల గుండా ప్రమాణం చేసిందో అవే దశల గుండా మరలా వెనుకకు తీసుకు రాగలిగితే ఆ ప్రక్రియను ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అంటారు. ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ చాలా నెమ్మదిగా అదుపులో ఉండేలా జరపాలి.

ఉదాహరణలు:

ఒక బీకరులో మంచు ముక్కను తీసుకొని వేడిచేయండి. అది నీరుగా మారడాన్ని గమనిస్తారు. దానిని రిఫ్రిజిరేటరులో ఉంచి అది ఎంత ఉష్ణం గ్రహించిందో అంతే ఉష్ణాన్ని బయటకు తొలగిస్తే తిరిగి మంచు (తొలి స్థితి) గా మారుతుంది.

ఒక స్ప్రింగ్ యొక్క పై కొనను ఆధారానికి తగిలించి కింది కొనలో క్రమంగా భారాన్ని వేస్తూ ఉంటే స్ప్రింగ్ సాగడం

గమనిస్తారు. (పొడవులో పెరుగుదల) ఇపుడు భారాలను ఒక దాని తరవాత మరొకటి తొలగిస్తే స్ప్రింగ్ మరల అదే క్రమంలో వెనకకు వచ్చి తొలి స్థితిని పొందడం గమనిస్తాం.

కనుక ఇది ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ. ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియను ప్రాయోగికంగా పొందలేము. దీనిని ఆదర్శంగా చెప్పుకోగలం.

ii) అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ: ఒక వ్యవస్థ తొలి సమతాస్థితి నుండి ఏ ఏ దశల ద్వారా తుది సమతాస్థితికి చేరిందో మరలా అదే దశల ద్వారా వెనుకకు (అనగా తొలి స్థితికి) తీసుకురాలేవని వ్యవస్థను అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అంటారు.

సహజంగా జరిగే ప్రక్రియలన్నియు అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియలే. ఘర్షణ వలన పుట్టిన ఉష్ణం, నీటిలో కరిగిన పంచదార లేదా గాలిలో ఇనుము తప్పుపట్టుట ఉదాహరణలు. అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియలో మధ్యస్థ దశలు సమతాస్థితులు కావు. కనుక అట్టి ప్రక్రియలను మార్గంతో సూచించలేము.

2. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర శూన్యాంక మరియు ప్రథమ నియమాన్ని తెలిపి, ఉష్ణగతికశాస్త్ర ప్రథమ నియమ పరిమితులను తెలపండి.

జ: ఉష్ణగతిక శాస్త్ర ప్రథమ నియమం

A మరియు B అనే రెండు వస్తువులు లేదా వ్యవస్థలు వేరు వేరుగా C అనే మూడవ వ్యవస్థతో ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటే A మరియు B లు ఒక దానికొకటి ఉష్ణసమతాస్థితిలో ఉంటాయి.

ఉష్ణగతిక శాస్త్ర ప్రథమ నియమం, ఉష్ణగతిక ప్రక్రియలో వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తిలోని మార్పు వ్యవస్థకు ఇచ్చిన ఉష్ణరాశి మరియు దానిపై చేసిన పనుల మొత్తానికి సమానం. 'ΔQ' అనే పరిమాణం గల ఉష్ణాన్ని వ్యవస్థకు ఇచ్చినపుడు '$-\Delta W$' అనే పని వ్యవస్థపై జరిగింది. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమం ప్రకారం వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తి (ΔU) లోని పెరుగుదల

$$\Delta U = \Delta Q - \Delta W$$

ఇది ఉష్ణగతిక శాస్త్రం యొక్క గణితాత్మక రూపం.

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$\Delta Q, \Delta U$ మరియు ΔW ల యొక్క గుర్తులు క్రింద తెలిపిన సంజ్ఞా సంప్రదాయాల ప్రకారం తీసుకుంటాం.

1. ఒక వ్యవస్థ చేసిన పని (ΔW) ని ధనాత్మకం గాను, వ్యవస్థపై చేసిన పని ఋణాత్మకంగాను తీసుకుంటాం. వ్యవస్థ వ్యాకోచించినపుడు జరిగిన పని ధనాత్మకం. వ్యవస్థ సంకోచించినపుడు ఘనపరిమాణం తగ్గుతుంది మరియు జరిగిన పని ఋణాత్మకం. ఉష్ణ గతిక వ్యవస్థ యొక్క తుది మరియు తొలి స్థితులపై జరిగిన పని ఆధారపడదు. మార్పు రావడానికి అది అనుసరించిన మార్గంపై మాత్రమే ఆధారపడుతుంది.
2. ఒక వ్యవస్థ గ్రహించిన ఉష్ణం ధనాత్మకంగాను వ్యవస్థ నష్టపోయిన ఉష్ణం ఋణాత్మకంగాను తీసుకుంటాం.
3. అంతర్గత శక్తిలోని పెరుగుదలను ధనాత్మకంగాను, మరియు అంతర్గత శక్తిలోని తగ్గుదలను ఋణాత్మకంగాను తీసుకుంటాం.

ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమానికి పరిమితులు :

ఉష్ణం ఎల్లపుడు వేడి వస్తువు నుండి చల్లని వస్తువుకు ప్రవహిస్తుందని మనకు తెలుసు. కాని ఉష్ణం చల్లని వస్తువు నుండి వేడి వస్తువుకు ప్రవహించడాన్ని ఉష్ణ గతిక శాస్త్ర ప్రథమ నియమం నిషేధించలేదు. ఉష్ణం ప్రవహించే దిశను తెలపడంలో ఇది విఫలమయ్యింది.

తుపాకీ గుండు ఒక లక్ష్యాన్ని తాకినపుడు దాని గతిశక్తి అంతా ఉష్ణంగా మారుతుంది. లక్ష్యంలో జనించిన ఉష్ణం గతిశక్తిగా మారి తుపాకీ గుండు ఎగురడానికి ఎందుకు ఉపయోగపడదో ఈ నియమం సూచించలేదు. ఉష్ణం పనిగా మారడానికి నియమాలను ఈ సూత్రం సమకూర్చలేకపోయింది. ఇంకా ఎంత ప్రమాణం గల ఉష్ణం పనిగా మారుతుందో తెలపడానికి పరిమితులు తెలుపలేదు.

3. కార్నో చక్రంకు దక్షత సమీకరణాన్ని వివరించి కార్నో చక్రం పరిమితులు రాయండి.

జ: ఒక చక్రంలో పనిగా మార్పు చెందిన ఉష్ణానికి మరియు పనిచేసే పదార్థం జనకాన్నుండి గ్రహించిన ఉష్ణానికి గల నిష్పత్తిని కార్నో యంత్రం యొక్క దక్షత అంటారు.

దీనిని η తో సూచిస్తారు.

η = పనిగా మార్చబడిన ఉష్ణం / జనకం నుండి గ్రహించిన ఉష్ణం

లేదా $$\eta = \frac{H_2 - H_1}{H_1} = 1 - \frac{H_2}{H_1}$$

కార్నో చక్రానికి క్రింది విధంగా చూపవచ్చును.

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

కనుక $$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

కార్నో యంత్రానికి పరిమితులు :

కార్నో యంత్రాన్ని సమ ఉష్ణోగ్రత మరియు స్థిరోష్ణక ప్రక్రియల ప్రకారం అధ్యయనం చేశారు. సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియలో ముషలకం చాలా నెమ్మదిగా కదలినపుడు మాత్రమే సాధ్యం. అంటే ఉష్ణం పనిచేసే పదార్థం నుండి జనకానికి బదిలీ అవడానికి తగినంత సమయం కావాలి అని అర్థం. స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలో ఉష్ణం బదిలీ అవడానికి వీలు లేనంత వేగంగా ముషలకం కదలాలి. ఈ ముఖ్యమైన షరతులు ప్రాయోగికంగా నెరవేర్చడం సాధ్యం కాదు. ఈ కారణాల వలన అన్ని ప్రాయోగిక యంత్రాలు కార్నో యంత్రం కన్నా తక్కువ దక్షత కలిగి ఉంటాయి.

4. సమఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ మరియు స్థిరోష్ణకప్రక్రియలంటే ఏమిటి?

జ: **సమఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియ:** స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరిగే ఉష్ణగతిక ప్రక్రియను సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియ అంటారు. ఉత్తమ ఉష్ణవాహక గోడలతో తయారుచేసిన స్థూపాకార పాత్రలోని ఆదర్శవాయువు యొక్క సంపీడన వ్యాకోచాలు సమఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియలు. ఘనపరిమాణం మరియు పీడనాల్లో మార్పులు చాలా నెమ్మదిగా జరగడం వలన లోపల జనించిన ఉష్ణ బయటకు బదిలీ కావడం వలన వ్యవస్థ యొక్క ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉంటుంది. ఉష్ణ సమతాస్థితి ఎల్లప్పుడు కొనసాగుతుంది. అట్టి ప్రక్రియలో $\Delta Q, \Delta U, \Delta W$ లు పరిమితంగా ఉంటాయి.

iv) స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ: ఉష్ణశక్తి మార్పిడి జరగని ఉష్ణగతిక వ్యవస్థను స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ అంటారు. అధమ ఉష్ణవాహక గోడలు కలిగిన స్థూపాకర పాత్రలో వాయువు జరిపే సంపీడన వ్యాకోచాలు స్థిరోష్ణక ప్రక్రియకు ఉదాహరణలు. వ్యవస్థ పరిసరాలలో వేరుచేయబడి ఉంటుంది. వ్యవస్థ నుండి ఉష్ణం బయటకు పోదు, లేదా పరిసరాల నుండి లోనికి రాదు. ఈ ప్రక్రియలో $\Delta Q = 0$ మరియు $\Delta U = -\Delta W$.

వ్యవస్థలో అంతర్గత శక్తిలోని మార్పు వ్యవస్థ పై చేసిన పనికి సమానం. వాయువును సంపీడ్యం చేసినపుడు వ్యవస్థపై పని జరిగినది అంటాం. కనుక ΔU విలువ ధనాత్మకం మరియు వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తి పెరుగుతుంది. వాయువు వ్యాకోచం చెందినపుడు వ్యవస్థ పని చేసినది అంటాం కనుక దీనిని ధనాత్మకంగా తీసుకుంటాం మరియు ΔU ఋణాత్మకం అవుతుంది. వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తి తగ్గుతుంది.

5. వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తి గురించి వ్రాయండి.

జ: అంతర్గత గతిశక్తి : అణుచలన సిద్ధాంతం ప్రకారం పదార్థం అనేక అణువులతో తయారు చేయబడినది. ఈ అణువులు నిరంతరం వేగంగా చలిస్తూ ఉంటాయి. అందువలన వాటికి గతిశక్తి ఉంటుంది. అన్ని అణువుల యొక్క గతిశక్తుల మొత్తాన్ని వస్తువు యొక్క అంతర్గత శక్తి అంటారు.

అంతర్గత స్థితిశక్తి : అణువుల మధ్యగల ఆకర్షణ బలాల వలన కలిగే శక్తిని అంతర్గత స్థితిశక్తి అంటారు.

ఒక లోహపు కడ్డీ యొక్క అంతర్గతశక్తి, వాహన ఎలక్ట్రానుల యొక్క గతిశక్తి, లోహపు అణువుల స్థితిశక్తి మరియు సమతాస్థితి పరంగా కంపన శక్తుల వలన జనిస్తుంది. ఒక వ్యవస్థ యొక్క శక్తిని దానిలోని అణువులు వేగంగా చలించేలా చేసి పెంచవచ్చును. (ఉష్ణశక్తి పెంచుట వలన గతిశక్తిలోని పెరుగుదల). అణువుల మధ్య ఆకర్షణ బలాలను అధిగమించి చలించేలా చేయుట వలన కూడ అంతర్గతశక్తిని పెంచగలం. అనగా దానిపై పని చేయుట వలన, అంతర్గతశక్తిని 'U' అనే అక్షరంతో సూచిస్తారు.

ఒక వ్యవస్థ యొక్క అంతర్గత శక్తి = అణువుల గతిశక్తి + అణువుల స్థితిశక్తి

బాహ్య బలానికి గురి చేసిన వియుక్త ఉష్ణగతిక వ్యవస్థను గమనిద్దాం. వ్యవస్థపై 'w' అనే పని చేయుట ద్వారా అది తొలి స్థితి 'i' నుండి తుది స్థితి 'f' కు స్థిరోష్ణకంగా చేరింది అనుకుందాం. తొలి మరియు తుది స్థితుల వద్ద వరసగా దాని శక్తులు 'U_i' మరియు 'U_f' అనుకుందాం. వ్యవస్థపై పని జరిగింది కనుక తొలి స్థితిలో అంతర్గత శక్తి 'U_i' కంటె తుది స్థితిలో అంతర్గత శక్తి 'U_f' ఎక్కువగా ఉంటుంది.

శక్తి నిత్యత్వ సూత్రం ప్రకారం మనం క్రింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$U_i - U_f = -W$$

రుణగుర్తు వ్యవస్థపై పని జరగడాన్ని సూచిస్తుంది.

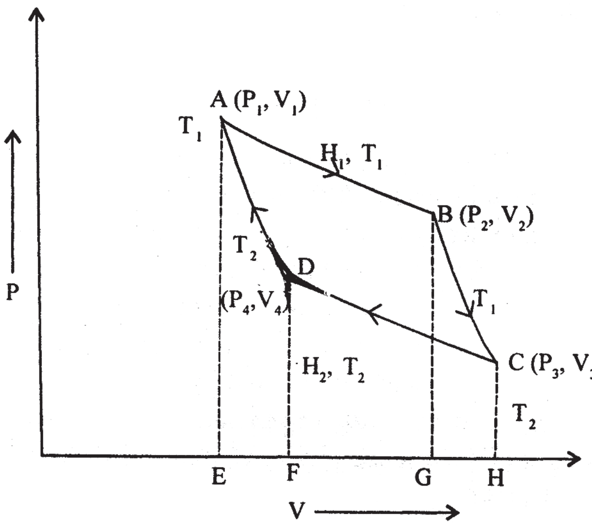
అంతర్గత శక్తి పని వలెకాక అది ప్రయాణించిన మార్గం పై ఆధారపడక తుది మరియు తొలి స్థితులపై ఆధారపడుతుంది. 'U' అనేది స్థితి యొక్క ప్రమేయం అది దాని స్థితి చలన రాశులు P, V మరియు T లపై మాత్రమే ఆధారపడుతుంది. వ్యవస్థ కొంత పని చేసినచో దానిని అంతర్గత శక్తి తగ్గుతుంది.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

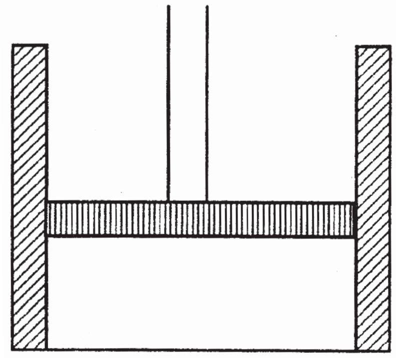
1. కార్నో చక్రాన్ని వివరించి, దాని దక్షతకు (efficiency) సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: కార్నో చక్రము: ఉష్ణాన్ని పనిగా మార్చే సాధనాన్ని ఉష్ణ యంత్రం అంటారు. మనం నిత్య జీవితంలో ఉపయోగించే ఆధునిక యంత్రాలు ఉష్ణ యంత్రం సూత్రంపై ఆధారపడతాయి. వాటి యొక్క పనితీరును కార్నో ఉత్క్రమణీయ యంత్రం సహాయంతో అర్ధచేసుకోవచ్చు.

కార్నో చక్రంలో పని చేసే పదార్థాన్ని నాలుగు ప్రక్రియలకు గురిచేస్తారు. (a) సమ ఉష్ణోగ్రతా వ్యాకోచం (b) స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం (c) సమ ఉష్ణోగ్రతా సంపీడ్యం (d) స్థిరోష్ణక సంపీడ్యం. అటువంటి చక్రాన్ని పటంలో P-V పటం గ్రాఫ్‌తో సూచించబడింది. కార్నో చక్రం యొక్క నాలుగు ప్రక్రియలు వివరించడానికి పటంలో చూపినట్లు ఒక గ్రాం మోల్ పని చేసే పదార్థాన్ని (వాయువు) ఒక స్థూపాకార పాత్రలో నింపుదాం. సూచీపటంలో పనిచేసే పదార్థం యొక్క అసలైన స్థితినిA బిందువు సూచిస్తుంది. ఈ బిందువు వద్ద పనిచేసే పదార్థం ఉష్ణోగ్రత T_1 పీడనం P_1, మరియు ఘన పరిమాణం V_1.



పటం కార్నో చక్రం యొక్క సూచీ పటం



పటం పనిచేసే వాయువుతో నింపిన స్థూపాకార పాత్ర

(a) **సమఉష్ణోగ్రతా వ్యాకోచం :** స్థూపాన్ని ఉష్ణ జనకంతో ఉష్ణ స్పర్శలో ఉంచి వ్యాకోచించేలా చేస్తారు. పని చేసే పదార్థం యొక్క ఘన పరిమాణం V_2 కు పెరుగుతుంది. ఆ విధంగా ముషలకాన్ని పైకి నెట్టడంలో పనిచేసే పదార్థం పనిచేసింది. ఈ విధంగా పనిచేసే పదార్థం యొక్క ఉష్ణోగ్రత తగ్గే పరిస్థితి నెలకొంటుంది. కాని అది ఉష్ణ జనకంతో ఉష్ణ స్పర్శ కలిగి ఉంది. కనుక అది T_1 ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల జనకం నుండి H_1 అనే పరిమాణం గల ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తుంది. దీనిని 'B' బిందువు సూచిస్తుంది. B బిందువు వద్ద పీడనం మరియు ఘనపరిమాణములు వరుసుగా P_2 మరియు V_2. సూచీ పటంలో (11.4) 'A' నుండి 'B' కి వెళ్లేటపుడు వ్యవస్థ యొక్క ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉండి పనిచేసే పదార్థం వ్యాకోచిస్తుంది. మనం దానిని సమఉష్ణోగ్రతా వ్యాకోచ ప్రక్రియ అంటాం. సమఉష్ణోగ్రతా వ్యాకోచ ప్రక్రియలో 'H_1' పరిమాణం గల

ఉష్ణం శోషించబడింది. ఉష్ణగతికశాస్త్ర ప్రథమ నియమం ప్రకారం T_1 ఉష్ణోగ్రత వద్ద వాయువు సమఉష్ణోగ్రతా వ్యాకోచ ప్రక్రియలో A నుండి B కి వ్యాకోచం చెందడంలో చేసిన పనికి 'H_1' పరిమాణం గల ఉష్ణం సమానంగా ఉంటుంది. AB సమఉష్ణోగ్రతా వ్యాకోచంలో వాయువు చేసిన బాహ్యపని W_1 అనుకుందాం. అప్పుడు ఇది ABGEA వైశాల్యానికి సమానం.

కనుక W_1 = A B G E A వైశాల్యం.

(b) **స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం :** తరువాత స్తూపాకార పాత్రని ఉష్ణ జనకం నుండి వేరు చేసి పరిపూర్ణ ఉష్ణ బంధక స్టాండుపై ఉంచాలి. అది ముషలకంపై భారాన్ని ఇంకా తగ్గించడం వలన పీడనం 'P_3' కి చేరుతుంది. ఈ వ్యాకోచం పూర్తిగా స్థిరోష్ణకం అవుతుంది. ఎందుకంటే ఉష్ణం పనిచేసే పదార్థంలోనికి ప్రవేశించలేదు మరియు బయటికి పోలేదు కనుక పనిచేసే పదార్థం దాని అంతర్గత శక్తిని వినియోగించి ముషలకాన్ని పైకి నెట్టడంలో బాహ్యపని చేస్తుంది. కనుక దాని ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ఆ విధంగా వాయువు, ఉష్ణగ్రాహకం ఉష్ణోగ్రత 'T_2' కు తగ్గువరకు స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం జరుగుతుంది. సూచీ పటంలో దీనిని స్థిరోష్ణక వక్రం BC తో చూపబడింది. మనం దీనిని స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం అంటాం. 'C' వద్ద పదార్థం యొక్క పీడనం మరియు ఘన పరిమాణాలు వరుసగా P_3 మరియు V_3 లు మరియు W_2 పనిచేసే పదార్థం 'B' నుండి 'C' వరకు చేసిన పని అవుతుంది.

అపుడు

W_2 = B C H G B వైశాల్యం

(c) **సమ ఉష్ణోగ్రతా సంపీడ్యం :** స్థూపాన్ని ఉష్ణ బంధక స్టాండుపై నుండి తొలగించి T_2 ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల ఉష్ణగ్రాహకంపై ఉంచాలి. వాయువును మెల్లిగా సంపీడ్యంచేయడానికి ముషలకంపై గల భారాన్ని (పీడనం) పెంచి దాని పీడనం మరియు ఘనపరిమాణము P_4 మరియు V_4 లకు చేరే వరకు చేయాలి. ఇది సూచీ పటం (11.4)లో 'D' బిందువు చూపుతుంది. సంపీడనంలో జనించిన ఉష్ణం (H_2) ఉష్ణగ్రాహకాన్ని చేరుతుంది. ఆ విధంగా వ్యవస్థ యొక్క ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు ఉండదు. కనుక దీనిని సమ ఉష్ణోగ్రతా సంపీడనం అంటాం. పటం (11.4)లో దీనిని CD వక్రంతో చూపబడింది. ఈ ప్రక్రియలో ఉష్ణగ్రాహకానికి తిరస్కరించబడిన ఉష్ణం (H_2) పనిచేసే పదార్థంపై చేసిన పని (W_3) కి సమానం.

కనుక

W_3 = C H F D C వైశాల్యం.

(d) **స్థిరోష్ణక సంపీడ్యం :** వ్యవస్థను మరోక సారి ఉష్ణ బంధక స్టాండుపై ఉంచండి. ముషలకంపై భారాన్ని నెమ్మదిగా పెంచితే పదార్థం నెమ్మదిగా సమ ఉష్ణోగ్రతా సంపీడనం చెందుతుంది. పదార్థ ఉష్ణోగ్రత T_1 కు పెరిగి పీడనం మరియు ఘన పరిమాణములు మరల యదార్థ స్థితికి అనగా P_1 మరియు V_1 లకు చేరేవరకు ఈ సంపీడనం కొనసాగుతుంది. ఇది స్థిర ఉష్ణోగ్రతా సంపీడనం దీనిని సూచీ పటం (11.4) లో DA వక్రం చూపుతుంది. D నుండి A కు సంపీడనం చెందే ప్రక్రియలో చేసిన పని W_4 అనుకుందాం.

అపుడు W_4 = DFEAD వైశాల్యం అవుతుంది.

పై చక్రీయ ప్రక్రియలలో పనిచేసే పదార్థం జనకం నుండి H_1 పరిమాణం గల ఉష్ణాన్ని గ్రహించి H_2 పరిమాణం గల ఉష్ణాన్ని తిరస్కరించి ఉష్ణ గ్రాహకానికి ఇచ్చినది కనుక పనిచేసే పదార్థం గ్రహించిన ఫలిత ఉష్ణం $\Delta H = H_1 - H_2$ అవుతుంది.

ఒక పూర్తి చక్రానికి ఉష్ణ యంత్రం ఫలితంగా చేసిన పని (W) అయితే

W = ABCHEA వైశాల్యం – CHEADC వైశాల్యం

W = ABCD వైశాల్యం

ఆ విధంగా ఒక చక్రంలో పనిచేసే పదార్థం చేసిన పని P-V పటంలో ఒక చక్రం యొక్క వైశాల్యానికి సమానం. పదార్థం యొక్క తుది మరియు తొలి స్థితులు ఒక్కటే అని చదివారు దాని యొక్క అంతర్గత శక్తిలో మార్పులేదని దీని అర్థం. కనుక ఉష్ణ గతిక శాస్త్ర ప్రథమ నియమం ప్రకారం

$$W = H_1 - H_2$$

కనుక ఉష్ణం పనిగా మార్చబడిందని దీని అర్థం. ఈ చక్రాన్ని పునరావృతం చేయడం ద్వారా ఎంత పరిమాణం గల పనినైనను పొందవచ్చు.

కార్నోయంత్రం దక్షత

ఒక చక్రంలో పనిగా మార్పు చెందిన ఉష్ణానికి మరియు పనిచేసే పదార్థం జనకాన్నుండి గ్రహించిన ఉష్ణానికి గల నిష్పత్తిని కార్నో యంత్రం యొక్క దక్షత అంటారు.

దీనిని η తో సూచిస్తారు.

η = పనిగా మార్చబడిన ఉష్ణం / జనకం నుండి గ్రహించిన ఉష్ణం

లేదా $$\eta = \frac{H_2 - H_1}{H_1} = 1 - \frac{H_2}{H_1}$$

కార్నో చక్రానికి క్రింది విధంగా చూపవచ్చును.

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

కనుక $$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

12 ఉష్ణప్రసారం మరియు సౌరశక్తి

ఉష్ణగతిక వ్యవస్థలో ఉష్ణశక్తి యొక్క ప్రవాహం దిశను నియంత్రించే ఉష్ణగతికశాస్త్ర నియమాలను మీరు ఇంతకు ముందు పాఠంలో చదివారు. ఈ పాఠంలో ఉష్ణప్రసరణ పద్ధతి గురించి నేర్చుకుంటారు. అందమైన మన భూగ్రహంపైగల జీవరాశుల మనుగడకు సౌరశక్తియే కారణం. సౌర శక్తి భూమిని చేరడానికి ముందు భూమికి సూర్యునికి మధ్యగల శూన్యం మరియు పదార్థ యానకాల గుండా ప్రయాణంచేస్తుంది. మనలో ప్రతి వ్యక్తి సుమారు 70 వాట్‌ల రేటుతో ఉష్ణశక్తిని వికిరణం చేస్తాడని మీకు తెలుసా? ఇప్పుడు మనం ఉష్ణవికిరణం గురించి వివరంగా చదువుతాము. ఈ అధ్యయనం వల్ల మన నుండి ఎంతో దూరంలో ఉన్న నక్షత్రాల యొక్క ఉష్ణోగ్రతను కూడా నిర్ణయించగలుగుతాము.

ఉష్ణప్రసారంలో మరొక పద్ధతి ఉష్ణవహనం, దీనికి పదార్థ యానకం కావలసి వస్తుంది. ఒక లోహపు కడ్డీ ఒక చివర వేడిచేసినప్పుడు కొంత సమయానికి రెండవ చివర కూడ వేడెక్కుతుంది. అందుకే మనం పలురకాలయిన పాత్రలను పట్టుకునేందుకు కొయ్య లేదా ఉష్ణబంధక పదార్థాలను వాడతాము. మన ఇంటి గోడలపై పడిన ఉష్ణశక్తి కూడా ఉష్ణవహనం ద్వారా ఇంట్లోకి ప్రవేశిస్తుంది. కాని ఒక పాత్రలోని నీటిని వేడి చేసినప్పుడు పాత్ర అడుగున గల అణువులు మొదట వేడెక్కుతాయి. అవి పాత్ర అడుగునుండి నీటి ఉపరితలానికి ఉష్ణాన్ని తీసుకెళతాయి. ఈ రకం ఉష్ణ ప్రసారాన్ని ఉష్ణసంవహనం అంటారు. భూమిపై జీవరాశుల మనగడకు అవసరం అయిన రుతుపవనాలు ఏర్పడటంలాంటి సహజ అద్భుతాలు జరగడానికి ఈ ప్రక్రియలే కారణం.

ఈ పాఠంలో ఈ ఉష్ణప్రసార ప్రక్రియల గురించి మరింతగా చదువుతారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరవాత మీరు కింది విషయాలు తెలుసుకోగలుగుతారు.

- ఉష్ణవహనం, ఉష్ణసంవహనం మరియు ఉష్ణవికిరణాల మధ్య భేదాలు చెప్పగలరు.
- ఉష్ణవహన గుణకాన్ని నిర్వచించ గలుగుతారు.

- గ్రీన్ హౌస్ ఫలితం (green house effect) మరియు భూమిపైగల జీవరాశులపై దాని పర్యవసానాన్ని వివరించగలుగుతారు.
- కృష్ణవస్తువు వికిరణాన్ని నియంత్రించే సూత్రాలు అనువర్తింపచేయగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఉష్ణవహన గుణకం అనగానేమి? దీని S.I ప్రమాణాలు తెలపండి.

జ: పదార్థం యొక్క ఏకాంక అడ్డుకోత వైశాల్యానికి లంబంగా, ఏకాంక ఉష్ణోగ్రత ప్రవణత ద్వారా సెకనుకు జరిగే ప్రసారాన్ని ఉష్ణవాహన గుణకం అంటారు.

S.I ప్రమాణాలు = వాట్ మీ$^{-1}$ కె$^{-1}$

లేదా

జౌల్ సెకను$^{-1}$ మీ$^{-1}$కె$^{-1}$ ($Js^{-1}\ m^{-1}\ k^{-1}$)

2. వీన్ స్థానభ్రంశ నియమం, స్టీఫాన్ - బోల్ట్జ్‌మన్ నియమాలను తెలపండి.

జ: ఒక వస్తువు ఒక ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉద్గారం చేసే వికిరణానికి $\lambda_m T$ ల లబ్ధం స్థిరం.

$\lambda_m T$ = స్థిరం.

స్టీఫాన్ మరియు బోల్ట్జ్‌మన్ నియమం ప్రకారం A వైశాల్యం గల తలం నుండి ఒక సెకనులో ఉద్గారమయ్యే వికిరణ శక్తి దాని పరమ ఉష్ణోగ్రత యొక్క నాల్గవ ఘాతానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

3. సౌరస్థిరాంకం అంటే ఏమిటి? ఒక గ్రహం యొక్క సౌర స్థిరాంకానికి సమీకరణం రాయండి.

జ: ప్రమాణ వైశాల్యం గల గ్రహం తలం ఒక సెకనులో గ్రహించే సౌరశక్తిని సౌరస్థిరాంకం అంటారు.

గ్రహం సౌరస్థిరంకానికి సమీకరణం

$$E = \left(\frac{\gamma}{R}\right)^2 \sigma T^4$$

γ – సూర్యుని వ్యాసార్థం

R – గ్రహం వ్యాసార్థం

T – సూర్యుని పరమ ఉష్ణోగ్రత

σ – స్టీఫాన్ బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం.

4. శీతాకాలంలో మనుష్యులు కంబళ్ళు కప్పుకోవడం వల్ల చలిప్రభావం ఎలా తగ్గుతుందో వివరించండి.

జ. కంబళిలోని ఉన్నిదారాల మధ్య నున్న గాలి శరీరంలోని ఉష్ణరాశిని బయటికి పోకుండా కాపాడటం వల్ల మనకు వేడిగా ఉంటుంది.

5. శిలాజ ఇంధనాలను ఎక్కువగా ఉపయోగించడం వల్ల మానవజీవితంపై కలిగే ప్రమాదం ఏమిటి?

జ. వాతావరణంలోకి బొగ్గుపులుసు వాయువు (CO_2) ను నిరంతరం కలపడంవల్ల గ్రీన్‌హౌస్ ఫలితం పెరిగి భూఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది తద్వారా మంచుకొండలు కరిగి వరదలతో భూమికి నష్టం వాటిల్లుతుంది.

6. ఉష్ణవాహనం, ఉష్ణసంవహనం అంటే ఏమిటి?

జ. కణముల చలనం లేకుండా వస్తువులలో జరిగే ఉష్ణ ప్రసారాన్ని ఉష్ణవహనం అంటారు.

7. కడ్డీ మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యంను రెట్టింపు చేసి, దాని పొడవును కూడా రెట్టింపు చేస్తే ఉష్ణవహనగుణకం ఏవిధంగా మారుతుంది.

జ. ఉష్ణవహనగుణకం మారదు. కడ్డీల పదార్థం ఒకటైతే ఉష్ణవహన గుణకం కూడా ఒకటే.

8. పాత్రలో వండిన అన్నంని చేతితో తాకవచ్చు. కాని పాత్రని తాకలేము. ఎందువలన? వివరించండి.

జ. అన్నం అధమ ఉష్ణవాహకం. కాని పాత్ర నుంచి ఉష్ణ వాహకం. చేతితో తాకినపుడు పాత్రలోని ఉష్ణం తేలికగా చేతిలోనికి పోతుంది. కాని అన్నంలో అలా జరగదు. అందువలన లోహపు పాత్ర అన్నం కంటే ఎక్కువగా చేతిని కాలుస్తుంది.

9. పోర్సిలేను పాత్ర మరియు లోహపు పాత్ర ఆకారంలోను, పరిమాణం లోను సర్వ సమానం. రెండింటిలోను మంచుని ఉంచినపుడు లోహపు పాత్ర మీద తుషార బిందువులు కనిపిస్తాయి. కాని పోర్సిలేను పాత్రపై కానరావు. వివరించండి.

జ. మంచు ఉన్న లోహపుపాత్ర, అది ఉష్ణవాహకము కనక త్వరగా మంచుని కరిగించడానికి ఉష్ణాన్ని కోల్పోతుంది. ఉపరితలం చల్లబడుతుంది. ఆ కారణంగా చుట్టూ ఉన్న గాలి చల్లబడుతుంది. సంతృప్తి బాష్పము లోహపు పాత్ర బయట తుషార బిందువులను ఏర్పరుస్తుంది. పోర్సిలేను పాత్ర ఉష్ణవాహకం కనక దాని ఉపరితలంపై తుషార బిందువులు ఏర్పడవు.

10. అన్ని వస్తువులు శక్తిని విద్యదయస్కాంత వికరణముగా శక్తిని బయటకు వస్తాయి. కాని మన చుట్టూ ఉండే వస్తువులు చాలా చల్లగా ఉండవు ఎందువలన?

జ. వస్తువులు అధిక ఉష్ణోగ్రత గల వస్తువుల నుండి ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తాయి. అదే సమయంలో అవి వికరణము వల్ల ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తాయి. అదే సమయంలో అవి వికిరణము వల్ల ఉష్ణాన్ని నష్టపోతాయి. రెండు ప్రక్రియలు జరుగుతూనే ఉండడం వల్ల వస్తువులు వికిరణము వల్ల నిరంతరం ఉష్ణముని నష్టబోయి చల్లారవు.

11. చలికాలంలో, బయట ఉన్న లోహం, చెక్క ముక్క కన్నా చల్లగా ఉంటుంది. ఎందువలన ?

జ. అవి రెండు ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్నా, లోహపు ముక్క ఉత్తమ ఉష్ణవాహకము కనుక, అది చేతి నుండి ఎక్కువ ఉష్ణాన్ని లాగి వేస్తుంది. అందువలన అది చెక్క ముక్క కన్నా చల్లగా ఉన్నట్టు అనిపిస్తుంది.

12. ఏ సామాన్య ఉష్ణోగ్రత వద్ద చెక్క దిమ్మ, లోహపు దిమ్మను తాకినపుడు రెండు సమాన వేడిగాను లేదా సమాన చల్లగాను ఉన్నట్లు అనిపిస్తుంది.

జ. వస్తువు మన శరీర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్నపుడు దానిని తాకినపుడు వస్తువు నుండి చేతికిగాని, చేయి నుండి వస్తువుకి గాని ఉష్ణప్రసారం జరగదు. అపుడా వస్తువు లోహపు దిమ్మ అయినా చెక్కదిమ్మ అయినా ఒకే విధంగా అనుభూతి కలుగుతుంది. వేడిగా ఉన్నట్లు అనిపించదు, చల్లగా ఉన్నట్లు అనిపించదు.

13. ఒకే మందము గల రెండు పొరల గుడ్డి కప్పుకునేటపుడు, రెట్టింపు మందంగల ఒకే పొర గుడ్డ కప్పుకునేటప్పుడు కంటే ఎక్కువ వెచ్చగా ఉంటుంది. ఎందువలన ?

జ. కప్పుకోవడానికి రెండు పొరల గుడ్డి వాడుక చేస్తే, వాటి మధ్య గాలిపొర ఉంటుంది. గాలి అధమ ఉష్ణవాహకం. అపుడు శరీరం నుండి ఉష్ణవాహనం వల్ల ఎక్కువ. ఉష్ణనష్టం ఉండదు. అందువలన గాలి మధ్య ఉన్న రెండు పొరల సంయోగం రెట్టింపు మందంగల గుడ్డ కంటె ఎక్కువ వెచ్చదనాన్ని కలుగచేస్తుంది.

14. ఒక చెక్క కడ్డిపై కాగితాన్ని దగ్గర దగ్గరగా చుట్టి మంటపై పెట్టితే కాగితం మాడిపోతుంది. కాని అదే కాగితాన్ని ఒక ఇత్తడి కడ్డిపై దగ్గర దగ్గరగా చుట్టి మంటపై పెడితే మాడిపోదు. ఎందుకో వివరించండి.

జ. చెక్క అధమ ఉష్ణవాహకం ఇత్తడి ఉత్తమ ఉష్ణవాహకం. చెక్క కడ్డీ చుట్టూ కాగితం చుట్టి మంట పెడితే దానిపైనే ఉంటుంది. అందువలన కాగితం మాడిపోతుంది. ఇత్తడి కడ్డి చుట్టూ కాగితం చుట్టి మంటపై పెడితే, దానికి సరఫరా అయిన ఉష్ణం కడ్డీ గుండా ఉష్ణవాహనం చెందుతుంది. అదువలన కాగితం ఉష్ణోగ్రత అధికంగా పెరగదు. అందువల్ల కాగితం మాడిపోదు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఒక ఘన థర్మోకోల్ పెట్టె మంచుతో నిండుగా ఉంది. దాని పక్క పొడవు 30 సెం.మీ. మరియు మందం 5 సెమీ పెట్టె బయటి ఉష్ణోగ్రత 45^o C అయితే 6 గంటల్లో కరిగే మంచు పరిమాణాన్ని అంచనా వేయండి. (థర్మోకోల్‌కు $K = 0.01\ J\ s^{-1}\ m^{-1}\ {}^oc^{-1}$ మంచు ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం $= 335\ J\ g^{-1}$)

జ: సమీకరణం 12.1 ఉపయోగించి పెట్టె యొక్క ఒక ముఖం గుండా లోపలికి ప్రవేశించే ఉష్ణరాశిని పొందవచ్చు.

$$Q = \frac{KA\left(T_h - T_c\right)t}{d}$$

$$= \frac{\left(0.01\ J\ s^{-1}m^{-1\,o}c^{-1}\right)\times\left(900\times10^{-4}\,m^2\right)\left(45^o c\right)\left(60\times60\times60\ s\right)}{5\times10^{-2}\,m} = 10496\ J.$$

థర్మోకోల్ పెట్టెకు 6 ముఖాలు ఉంటాయి కనుక

పెట్టెలోపలికి ప్రవేశించే మొత్తం ఉష్ణం $Q = 6\times10496$ J.

$m = \frac{Q}{L}$ సమీకరణం ఉపయోగించి కరిగిన మంచు ద్రవ్యరాశి లెక్కించవచ్చు.

$$m = \frac{Q}{L} = \frac{6\times10496}{335\ Jg^{-1}} = 1878\ g$$

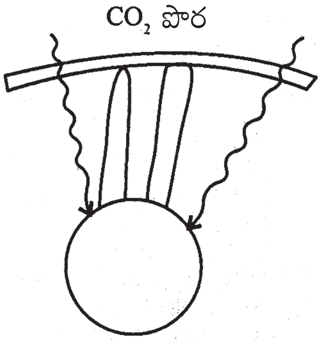
2. వేడిగా ఉన్న రోజున సరస్సు లేదా సముద్రం ప్రక్కనే నడుస్తున్నప్పుడు మనకు చల్లని గాలి తగలడానికి గల కారణం తెలపండి.

జ: వేడిగా ఉన్న రోజున సరస్సు లేదా సముద్రం ప్రక్కన నడుస్తునప్పుడు మనకు చల్లని గాలి తగలడానికి కారణం ఉష్ణసంవహనం. సరస్సు లేదా సముద్రంలోని నీరు నిరంతరం ఆవిరి అవుతుండటం వల్ల ఆ నీటి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ఒడ్డున గల వేడిగాలి పైకి కదులుతుంది. దీనివల్ల ఒడ్డున పీడనం తగ్గుతుంది. ఫలితంగా నీటి తలంపై చల్లని గాలి ఒడ్డుకు వీస్తుంది. ఈ సంవహన ప్రవాహాల ఫలితంగా వేడిగా ఉండే ఒడ్డు నుండి చల్లగా ఉండే నీటితలంపైకి ఉష్ణ ప్రసారం జరుగుతుంది. అందువల్ల మనకు చల్లటిగాలి తలుగుతుంది.

3. గ్రీన్‌హౌస్ ఫలితం అంటే ఏమిటి? దాని వల్ల భూమికి కలిగే నష్టాలేమిటి?

జ: **గ్రీన్ హౌస్ ఫలితం (Green house effect):** గ్రీన్ హౌస్ ఫలితంలో మొక్కలు, పూలు, గడ్డి మొదలగునవి ఒక గాజు గదిలో ఉంచబడతాయి. కాంతిలోని తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యంగల వికిరణాలను గాజు తనగుండా పోనిస్తుంది. ఈ వికిరణాలను మొక్కలు శోషిస్తాయి.

వాతావరణంలో కొద్ది పరిమాణంలో గల బొగ్గుపులుసు వాయువు (Carbon dioxide, CO_2) దృశ్యకాంతికి పారదర్శకంగా ఉంటుంది. ఆవిధంగా సూర్యకాంతి వాతావరణం గుండా ప్రవేశించి భూతలాన్ని చేరుతుంది. ఈ కాంతిని భూమి శోషించి తిరిగి పరారుణ వికిరణాలుగా ఉద్గారిస్తుంది. కాని గాలిలో గల బొగ్గుపులుసు వాయువు (CO_2) పరారుణ కిరణాలకు అపారదర్శకంగా ఉంటుంది. బొగ్గుపులుసు వాయువు వీటిని వాతావరణంలోనికి పలాయనం చెందనీయకుండా వెనకకు పరావర్తనం చెందిస్తాయి. ఈ కారణంవల్ల భూమి యొక్క ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది. ఈ ఫలితాన్నే గ్రీన్ హౌస్ ఫలితం అంటారు.



పటం గ్రీన్ హౌస్ ఫలితం

అభివృద్ధిచెందిన మరియు చెందుతున్న దేశాలు ఎక్కువ పరిమాణంలో CO_2 ను వాతావరణంలోకి చేరుస్తున్నాయి. గ్రీన్ హౌస్ ఫలితం వల్ల భూ వాతారవరణం వేడెక్కి భూమిపై గల జీవరాశుల మనుగడకు తీవ్రమైన సమస్యలు కలగచేస్తుంది. ఈ మధ్యనే ఐక్యరాజ్య సమితి CO_2 ను వాతావరణంలోనికి వదలవద్దని ప్రపంచదేశాలకు

విజ్ఞప్తిచేసింది. ఎందుకంటే ఇప్పటికే మంచు కొండలు ఎక్కువ రేటులో కరిగిపోతున్నాయి. సమీప భవిష్యత్తులో దీని వల్ల ఊహకందని విపరీత పరిణామాలు సంభవించవచ్చు. నదులకు వరదలు రావడం, సముద్రమట్టం పెరగడం వంటివి జరుగుతాయి. మంచు కొండలు కరగడం మొదలుపెడితే నీటి కొరత ఏర్పడటం, భూమి ఒరుసుకుపోవడంలాంటివి సంభవిస్తాయి. దీనివల్ల ఆహార సమస్యలు సృష్టించబడతామనే ప్రమాదం పొంచి ఉంది. మరియు వాతావరణంలోని మార్పులు వల్ల కొన్ని ప్రాంతాల్లో కరవుకాటకాలు మరికొన్ని ప్రాంతాల్లో వరదలు సంభవించవచ్చు.

4. న్యూటన్ శీతలీకరణ సూత్రాన్ని రాబట్టండి.

జ: న్యూటన్‌శీతలీకరణ సూత్రం :

వేడి వస్తువు చల్లబడే రేటు వస్తువు యొక్క సరాసరి ఉష్ణోగ్రతకు మరియు దాని పరిసరాలకు మధ్యగల ఉష్ణోగ్రతా భేదానికి (తక్కువగా ఉన్నప్పుడు) అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

దీన్ని స్టీఫాన్-బోల్ట్జ్‌మన్ సూత్రం నుండి రాబట్టవచ్చు. T k ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న వస్తువు T_0 k ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల పరిసరంలో ఉన్నప్పుడు దాని యొక్క ప్రమాణ తలం నుండి ప్రమాణ కాలంలో నష్టపోయే ఉష్ణాన్ని కింది సమీకరణంతో చూపవచ్చు.

$$E = \sigma Ae\left(T^4 - T_0^4\right)$$

కాని, $$\left(T^4 - T_0^4\right) = \left(T^2 + T_0^2\right)\left(T^2 - T_0^2\right)$$

$$= \left(T^2 + T_0^2\right)\left(T + T_0\right)\left(T - T_0\right)$$

కనుక, $$E = eA\sigma\left(T - T_0\right)\left(T^3 + T^2T_0 + T_0T_0^2 + T_0^3\right)$$

$(T - T_0)$ విలువ చాలా తక్కువగా ఉన్నప్పుడు T^3, $T^2 T_0$, TT_0^2 మరియు T_0^3 లను ప్రతిది దాదాపుగా T_0^3 గా తీసుకోవచ్చు.

$$\therefore E = eA\sigma\left(T - T_0\right)4T_0^3$$

$$E = K(T - T_0)$$

ఇక్కడ $K = 4\sigma AeT_0^3$ స్థిరం

$$\therefore \; E \propto \left(T - T_0\right)$$

దీనినే న్యూటన్ శీతలీకరణ సూత్రం అంటారు.

5. 3000 K **ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఉన్న 100** W **ఉన్న జ్వలించెదు దీపం ఫిలమెంట్ యొక్క ఉపరితల వైశాల్యాన్ని లెక్కించండి. ఇక్కడ** $\sigma = 5.7\times10^{-8}\,Wm^{-2}k^{-4}$ **మరియు ఫిలమెంట్ యొక్క ఉద్గారత** $e = 0.3$ **గా తీసుకోండి.**

సాధన: స్టీఫాన్ – బోల్ట్జ్‌మన్ సూత్రం ప్రకారం

$$E = \sigma AeT^4$$

ఇక్కడ E = శక్తి ఉద్గారం చేసే రేటు, A = ఉపరితల వైశాల్యం T = తలం యొక్క ఉష్ణోగ్రత

కనుక $A = \dfrac{E}{\sigma eT^4}$

ఇచ్చిన విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$$A = \frac{100\text{ W}}{0.3\times\left(5.7\times10^{-8}\,Wm^{-2}K^{-4}\right)\times\left(3000\text{ K}\right)^4}$$

$$A = 7.25\times10^{-5}\,m^{-2}$$

6. 500 చ.సెం.మీ వైశాల్యం, 1 సెం.మీ మందం కలిగిన రాగిపలక ఒక ముఖం 100^oC మరుగుతున్న నీటిని తాకుతూ ఉంది. రెండవ ముఖం కరుగుతున్న మంచులో (0^oC) కలిసి ఉంది. రాగి ఉష్ణవాహన గుణకం 380$wm^{-1}k^{-1}$ అయితే (సెIl ప్రసరించిన ఉష్ణరాశిని కనుక్కోండి.)

జ. $A = 500$ సెం.మీ^{2} = 5×10^{-2} మీ^{2}.

d = 1 సెంII = 0.01 మీ.

$T_r = 100^oC$, t = 1 సెII, $T_C = 0^oC$

ఉష్ణవహన గుణకం $K = 380\ m^{-1}k^{-1}$

$$Q = \frac{KA(T_h - T_C)t}{d}$$

$$= \frac{380\times5\times10^{-2}(100-0)1}{0.01} = 190000J$$

7. 150 చ.సెం.మీ వైశాల్యం, 5 సెం.మీ మందము గల ఇత్తడి పలక ఒక తొట్టిని రెండు విభాగాలుగా చేస్తుంది. పలక ఇరువైపులా 100^oC వద్ద మరుగునీరు, కరుగుచున్న మంచు ఉంచితే 1 నిమిషంలో ఎంత మంచు కరుగుతుంది? మంచు ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం 0.336×10^6 J/Kg ఇత్తడి ఉష్ణ వాహకత్వం 85 $wm^{-1}k^{-1}$.

జ. A = 150 చ.సెం.మీ = 1.5×10^{-2} మీ^{2}.

$d = 5$ సెం.మీ $= 0.05$మీ.

$T_h = 100^0C, T_C = 0^oC$

$t = 1$ నిముషం $= 60$ సెకన్లు; $L = 0.336 \times 10^6 J/kg$.

$k = 84\ \omega m^{-1}k^{-1}$ కరిగిన మంచు ద్రవ్యరాశి $m = ?$

$$Q = ML = \frac{KA(T_h - T_C)}{d}$$

$$M \times 0.336 \times 10^6 = \frac{85 \times 1.5 \times 10^{-2}(100-0) \times 60}{0.05}$$

$$M = \frac{85 \times 1.5 \times 10^{-2}(100) \times 60}{0.05 \times 0.336 \times 10^6} = 0.4554kg.$$

8. $200^o k$ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న కృష్ణ వస్తువు నుండి 1 సె॥ 1 ప్రమాణ వైశాల్యం నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తిని కనుక్కోండి. ($\sigma = 5.672 \times 10^{-6}\ \omega/m^2/k^4$)

జ. $T = 200\ K, \quad \sigma = 5.672 \times 10^{-6}\ \omega/m^2/k^4$

$E = \sigma T^4$.

$= 5.672 \times 10^{-8} \times (200)^4$

$= 90.75\ \omega/m^2$.

9. వృత్తాకారంగా ఉన్న దాగికడ్డీ చివరలను స్థిర ఉష్ణోగ్రత గల కుంపటిలోను, మంచు దిమ్మలోను ఉంచారు. అపుడు మంచు 4 గ్రా. 1సె॥ రేటులో కరుగుచున్నది. మరియొక కడ్డీ అదే లోహంతో తయారయి అదే పొడవు కలిగి ఉంది. కాని దాని వ్యాసార్థం మొదటి కడ్డీ వ్యాసార్థానికి రెట్టింపు దాని చివరలు అదే కుంపటి, మంచు దిమ్మలలో ఉన్నాయి. రెండవ కడ్డీ చివర మంచు కరిగేరేటు ఎంత ?

జ. ఇందులో $L, K, d, (T_h - T_c), t$ లు రెండు కడ్డీలకు సమానం.

(i) వైశాల్యం πr^2, ద్రవ్యరాశి $M_1 = 4$ గ్రా.

$$K\pi r^2 \frac{(T_h - T_c)}{d} t = M_1 L$$

$$K\pi r^2 \frac{(T_h - T_c)}{d} t = 4L$$

(ii) వైశాల్యం $\pi (2r)^2 = 4\pi r^2$; ద్రవ్యరాశి $M_2 = ?$

$$K4\pi r^2 \frac{T_h - T_c}{d} t = M_2 L$$

$\frac{M_2}{4} = \frac{4}{1} \Rightarrow m_2 = 16$ గ్రాము / సె॥.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వికిరణ నియమాలను రాయండి.

ఏ తరంగదైర్ఘ్యం వద్ద 300°K ఉన్న రంధ్రం అత్యధిక వికిరణాలను ఉద్గారం చేస్తుంది.

జ. **వీన్ స్థానభ్రంశ నియమం (Wien's displacement law):** వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత పెరిగినప్పుడు λ_m విలువ తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యంవైపుకు విస్తాపనం చెందుతుంది. ఈ నియమం కృష్ణ వస్తువులకు మాత్రమే కచ్చితంగా వర్తిస్తుంది. గణితాత్మకంగా ఒక వస్తువు ఒక ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఉద్గారంచేసే వికిరణానికి $\lambda_m T$ ల యొక్క లబ్ధ స్థిరం అని చెప్పవచ్చు.

$\lambda_m T =$ స్థిరం

సమీకరణంలోని స్థిరరాశి యొక్క విలువ 2.884×10^{-3} మీకె అంతరిక్షంలోని వస్తువులతో సహా వికిరణంచేసే అన్ని వస్తువుల ఉష్ణోగ్రతలు తెలుసుకోవడానికి ఈ సూత్రం ఉపయోగిస్తుంది. చంద్రుదు ఉద్గారంచేసే వికిరణ వర్ణపటం యొక్క గరిష్ఠ విలువ $\lambda_m = 14\times10^{-6} m = 14$ మైక్రాన్‌లు 12.2 సమీకరణం ఉపయోగించి కింది విధంగా పొందవచ్చు.

$$T \square \frac{2884 \text{ మైక్రాన్ కె}}{14 \text{ మైక్రాన్}} \square 206 \text{ కె}$$

అనగా చంద్రుని తలం యొక్క ఉష్ణోగ్రత 206 K ఉంటుంది.

కిర్ఛాఫ్ నియమాలు (Kirchhoff's Laws)

ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లు ఏదైన తలంపై ఉష్ణవికిరణం పడినప్పుడు దానిలో కొంత భాగం పరావర్తనం, కొంత భాగం శోషణం మరి కొంత భాగం వస్తువు గుండా ప్రసారం జరుగుతుంది. ఒక ప్రత్యేక తరంగదైర్ఘ్యం λ వద్ద, ఒక తలానికి I, r_λ, a_λ మరియు t_λ లు వరసగా తలంపై పతనమైన మొత్తం శక్తి , పరావర్తనం చెందిన, శోషించిన మరియు ప్రసరించిన శక్తులను సూచిస్తే

$$I = r_\lambda + a_\lambda + t_\lambda$$

ఒక వస్తువుకు $r_\lambda = t_\lambda = 0$ మరియు $a_\lambda = 1$ అయినప్పుడు మాత్రమే దానిని పరిపూర్ణ కృష్ణవస్తువు అంటాం. అంటే కృష్ణ వస్తువు తలంపై పతనమయిన శక్తి అంతా శోషణం జరుగుతుంది.

పరిపూర్ణ తెల్లని వస్తువు (Perfectly white body): పరిపూర్ణ కృష్ణ వస్తువుకు భిన్నంగా $a_\lambda = 0, t_\lambda = 0$ మరియు

$r_\lambda = 1$ గా గల తలాన్ని పరిపూర్ణ తెల్లని వస్తువు అంటారు. తెల్లని సుద్ద పొడిని పరిపూర్ణ తెల్లని వస్తువుగా సుమారు ఉదాహరణగా చెప్పవచ్చు.

ఉత్తమ శోషకాలు, ఉత్తమ ఉద్గారకాలు కూడా అవుతాయి. కాని ప్రతి వస్తువు దానిపై పతనమయిన వికిరణాన్ని శోషించడంగాని పరావర్తనం చెందించడంగాని చేస్తుంది. దీన్ని బట్టి ఒక ఉత్తమ శోషకం, అధమ పరావర్తకం (లేదా ఉత్తమ ఉద్గారకం) అవుతుంది.

ఒక సంవృత ఆవరణలో స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద λ మరియు $\lambda + d\lambda$ అవధిలో వికిరణాలను ఊహిద్దాం. సంవృత ఆవరణానికి చిన్న రంధ్రంచేసి దాని గుండా పలాయనం చెందే వికిరణాలను గమనిద్దాం. ఈ వికిరణం ఆవరణలోని తలం గోడలవద్ద అనేక పరావర్తనాలు చెందడం గమనిస్తాం. తలం గోడల యొక్క పరావర్తన సామర్థ్యం r_λ మరియు ఉద్గార సామర్థ్యం e_λ అయితే తలం నుండి బయటకు పలాయనం చెందే మొత్తం వికిరణాన్ని కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$E_\lambda = e_\lambda + e_\lambda r_\lambda + e_\lambda r_\lambda^2 + e_\lambda r_\lambda^3 + ...$$

$$= e_\lambda \left(1 + r_\lambda + r_\lambda^2 + r_\lambda^3 + ...\right)$$

$$E_\lambda = \frac{e_\lambda}{1 - r_\lambda}$$

కాని కిర్ఛాఫ్ నియమం ప్రకారం $\frac{e_\lambda}{a_\lambda} = E_\lambda$

$\therefore \quad e_\lambda = E_\lambda a_\lambda$

ఇక్కడ $E_\lambda =$ కృష్ణ వస్తువు నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తి.

స్టీఫాన్ – బోల్ట్జ్‌మన్ నియమం (Stefan - Boltzmann Law)

A వైశాల్యంగల తలం నుండి ఒక సెకనులో ఉద్గారమయ్యే వికిరణ శక్తి దాని పరమ ఉష్ణోగ్రత యొక్క నాలుగవ ఘాతానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని స్టీఫాన్ మరియు బోల్ట్జ్‌మన్ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయోగ ఫలితాలద్వారా నిర్ణయించారు.

$$E = \sigma AeT^4$$

ఇక్కడ σ స్టీఫాన్ – బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం. దీని విలువ $5.672 \times 10^{-8} J\ m^{-2} s^{-1} k^{-4}$ ఉష్ణోగ్రతను కెల్విన్‌లలో చెప్పారు. e = ఉద్గారత లేదా సాపేక్ష ఉద్గారం. ఇది తలం యొక్క స్వభావం మరియు దాని ఉష్ణోగ్రతలపై ఆధారపడుతుంది. e యొక్క విలువ 0 కి మరియు 1 ల మధ్య ఉంటుంది. ఇది పాలిష్ చేసిన తలాలకు తక్కువగాను, పరిపూర్ణ కృష్ణ తలాలకు 1 గాను ఉంటుంది.

ఒక వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత పరిసరాల ఉష్ణోగ్రతకు సమానంగా ఉన్నప్పుడు అది ఉద్గారించే రేటు, శోషణ చేసే

రేటు సమానంగా ఉంటాయి. వస్తువు యొక్క శక్తిలో చివరకు లాభం గాని, నష్టంగాని ఉండదు. కనుక దాని ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు ఉండదు. అయినప్పటికీ ఒక వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత పరిసరాల ఉష్ణోగ్రత కంటె తక్కువగా ఉన్నప్పుడు అది చేసే ఉద్గార రేటు తక్కువగాను శోషణరేటు ఎక్కువగాను ఉంటుంది. వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత పరిసరాల ఉష్ణోగ్రతకు సమానం అయ్యే వరకు పెరుగుతుంది. అదే విధంగా వస్తువు పరిసరాలకంటె ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్నప్పుడు దాని ఉద్గారరేటు ఎక్కువగాను శోషణరేటు తక్కువగాను ఉంటుంది. దాని శక్తిలో చివరకు నష్టం ఉంటుంది. కనుక T_1 ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న వస్తువుని T_2 ఉష్ణోగ్రత ఉన్న పరిసరంలో ఉంచినప్పుడు ఒక సెకనులో చివరకు నష్టపోయే శక్తిని కింది సమీకరణంతో పొందవచ్చు.

$$E_{net} = Ae\sigma\left(T_1^4 - T_2^4\right) \qquad (T_1 > T_2 \text{ అయినప్పుడు})$$

$T = 300k$, వీన్ స్థిరాంకం = $2880\ \mu k$.

వీన్ స్థానభ్రంశ నియమం నుండి $\lambda_m T$ = స్థిరాంకం

$$\lambda_m = \frac{2880\mu k}{300k} = 9.6\mu$$

మాడ్యూల్ - IV

డోలనాలు మరియు తరంగాలు

13 సరళహరాత్మక చలనం

మీకు సరళరేఖ చలనం, ప్రక్షిప్త వస్తువు చలనం మరియు వృత్తాకార చలనం గురించి తెలుసు. చలనంలో ఉన్న వస్తువులు అనుసరించే పథం (path) ఆధారంగా వీటిని నిర్వచించడం జరిగింది. అయినను కొన్ని వస్తువులు నిర్దిష్ట కాలవ్యవధుల్లో చలనాన్ని పునరావృతం చేస్తాయి. ఉదాహరణకు, గుండె కొట్టుకొనుట, గడియారంలోని ముళ్ల (hands of a clock) చలనం, ముందుకు మరియు వెనకకు కదులుతున్న ఊయల మరియు అటువంటి చలనమేగల లోలక గోళం మొదలగునవి, అంతరాళంలో ఒక చోట స్థిరపడు మరియు ప్రకృతిలో పునరావృత స్వభావం గలవి. అటువంటి చలనాన్ని ఆవర్తన చలనం అంటారు. ఇది సార్వత్రిక దృగ్విషయం.

ఈ పాఠంలో మీరు నిత్యజీవితంలో మనకు ఎదురయ్యే ఆవర్తన చలనం ముఖ్యంగా డోలన చలనాల గురించి అధ్యయనం చేస్తారు. సరళహరాత్మక చలనం గురించి కూడా నేర్చుకుంటారు. తరంగ దృగ్విషయం – తరంగాల్లోని రకాలు మరియు వాటి అభిలక్షణాలు తరువాత పాఠంలోని అధ్యయన విషయాలు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత, మీరు

- డోలన చలనం (Oscillatory motion) ఆవర్తన చలనమే అయినను ఒక ఆవర్తన చలనం తప్పకుండా డోలన చలనం కాకపోవచ్చు అని నిరూపించుట.
- సరళహరాత్మక చలనంను నిర్వచించుట మరియు వృత్తపరిధిపై ఏకరీతి వృత్తాకార చలనంలో ఉన్న కణం యొక్క లంబపాదం వృత్త వ్యాసంపై సరళహరాత్మక చలనం కలిగి ఉంటుందని నిరూపించుట.

- హరాత్మక డోలకం ఆవర్తన కాలానికి సమీకరణము ఉత్పాదించుట.
- సరళహరాత్మక డోలకం స్థితిజ, గతిజ శక్తులకు సమీకరణాలను ఉత్పాదించుట.
- స్వేచ్ఛా అవరుద్ధ మరియు బలాత్కృత కంపనాల మధ్యగల భేదాలు తెలుసుకొనుట.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సరళహరాత్మక చలనంను నిర్వచించండి. ఉదాహరణలను వివరించండి.

జ: ఏదైనా ఒక వస్తువు ఒక స్థిరమాధ్యమిక బిందువు పరంగా రేఖాగమనం చేస్తునప్పుడు, దాని త్వరణం మాధ్యమిక బిందువు నుంచి ఆ వస్తువు స్థానభ్రంశానికి అనులోమానుపాతంలో ఉండి, ఎప్పుడూ ఆ మాధ్యమిక బిందువు వైపే ఉంటే ఆ చలనాన్ని "సరళహరాత్మక చలనం" అంటారు. ఉదా: స్ప్రింగ్ ద్రవ్యరాశి వ్యవస్థ చేయు కంపనాలు, లఘులోలకము.

2. ఆవర్తన చలనానికి, కంపన చలనానికి మధ్యగల భేదాలను తెలపండి.

జ: సమాన కాలవ్యవధులలో ఒక వస్తువు చలనం పునరావృతం అయితే, అటువంటి చలనాన్ని ఆవర్తక చలనము అంటారు. ఒకే మార్గంలో మాధ్యమిక బిందువునకు ముందుకు, వెనుకకు పునరావృతం అయ్యే చలనాలను కంపన చలనం అంటారు. కంపన చలనాలన్ని ఆవర్తక చలనాలే కాని, ఆవర్తక చలనాన్ని కంపన చలనాలు కావు.

3. ఆవర్తన చలనానికి ఏవైన రెండు ఉదాహరణలు రాయండి.

జ: 1. పరమాణువులో కేంద్రకం చూట్టు పరిభ్రమించే ఎలక్ట్రాన్.

2. U-ఆకారంలో గల గొట్టంలో డోలనాలు చేస్తున్న పాదరస స్తంభము.

4. ఒక డోలన ఆవర్తన చలనం మరియు డోలనరహిత ఆవర్తన చలనాలకు ఉదాహరణలు తెలపండి.

జ: లోలకం ముందుకు, వెనుకకు చలించడం డోలన ఆవర్తన చలనానికి ఉదాహరణ. గ్రహాల చలనము డోలనరహిత ఆవర్తన చలనానికి ఉదాహరణ

5. పౌనఃపున్యం మరియు కోణీయ పౌనఃపున్యంను నిర్వచించండి.

జ: ఒక సెకను కాలంలో ఒక డోలకం చేసే కంపనాల సంఖ్య. దీనిని v అనే అక్షరంతో సూచిస్తాం. పౌనఃపున్యం ప్రమాణం హెర్ట్జ దశా కోణంలోని మార్పు రేటు వివరించును. దీనిని రేడియన్/సెకన్‌గా సూచిస్తారు. ఒక పూర్తి పరిభ్రమణం చేసే లోపు దశాకోణం (ϕ) 0 నుండి 2π రేడియన్లుకు మార్పు చెందును. దశా కోణంలోని మార్పు రేటు $\omega = 2\pi v$.

6. సరళ హరాత్మక డోలకం యొక్క గతిశక్తి మాధ్యమిక స్థానం వద్ద గరిష్టమా లేక గరిష్ట స్థానభ్రంశం వద్ద గరిష్టమా? మరియు దాని త్వరణం ఎచ్చట గరిష్టం?

జ: మాధ్యమిక స్థానం వద్ద గతిశక్తి గరిష్టము. స్థానభ్రంశం గరిష్టమయినప్పుడు త్వరణము గరిష్టమగును.

7. కాలంతో పాటు లఘులోలకం కంపన పరిమితి ఎందుకు తగ్గుతుంది?

జ: లోలకము కంపనాలు చేస్తున్నప్పుడు, అది వ్రేలాడదీసిన బిందువు వద్ద గల ఘర్షణకు మరియు గాలిలోని స్నిగ్ధతా బలాలకు వ్యతిరేకముగా కొంత పనిని చేయును. ఈ పని ఉష్ణంగా మారును. అందుచే దాని కంపన పరిమితి క్రమంగా తగ్గును.

8. కొన్ని సంగీత పరికరాలలో బోలుగా ఉండే సౌండ్ బోర్డ్స్ మరియు సౌండ్ బాక్స్‌లను కలిగి ఉంటాయి? ఎందుకు?

జ: సంగీత పరికరాలను శ్రుతి చేసినప్పుడు, అవి కలిగి ఉండే సౌండ్ బోర్డ్స్ కూడా కపించును. అనగా బాలాత్కృత కంపనాలు చేసే సౌండ్ బోర్డ్స్ ఉపరితల వైశాల్యం అధికం కావడం చేత వెలువడే ధ్వని తీవ్రత పెరిగి, ధ్వని వెలువడే కాలం తగ్గును.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సరళహరాత్మక డోలకం గతిశక్తి సమీకరణం ఉత్పాదించండి.

జ: సరళహరాత్మక చనలంలోన ఉన్న కణం స్థానంలో మార్పు కలిగితే దాని వేగం కూడా మారుతుంది.

$$V = \omega\sqrt{A^2 - Y^2}$$

కణం గతిశక్తి $KE = \frac{1}{2}mV^2$

$$= \frac{1}{2}\omega^2(A^2 - Y^2)$$

$$KE = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - Y^2)$$

పటంలోని స్థానాన్ని బట్టి గతిశక్తి ఎలామారుతుందో చూపడం జరిగింది. పై సమీకరణం నుండి గతిశక్తి చరమ స్థానం (Y = A) వద్ద సున్నా కావడం మాధ్యమిక బిందువు (Y = 0) గరిష్ఠం అవుతుంది.

$$KE_{\text{గరిష్ఠం}} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

సరళహరాత్మక చలనంలోని కణవేగం $V = A\,\omega\cos\omega t$ నుండి గతిశక్తి సమీకరణం $KE = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\cos\omega t$

దీనివల్ల గతిశక్తి కాలంతో పొందే మార్పు తెలుస్తుంది.

2. సరళహరాత్మక డోలకం స్థితిశక్తికి సమీకరణం ఉత్పాదించండి.

జ: సరళహరాత్మక డోలనాలు జరిగేటప్పుడు స్థానభ్రంశం వృద్ధి చెందే కొద్దీ పునఃస్థాపక బలం కూడా వృద్ధి చెందుతుంది. కాగా, పునఃస్థాపక బలం స్థానభ్రంశానికి వ్యతిరేక దిశలో ఉండటం వల్ల పునఃస్థాపక బలాన్ని నిరోధిస్తూ పని జరుగుతూ ఉంటుంది.

స్థానభ్రంశం 'Y' వద్ద పునఃస్థాపక బలం 'F' అయితే

సగటు నిరోధక బలం $= \frac{O+F}{2} = \frac{F}{2}$

$\therefore$ 'Y' స్థానభ్రంశాన్ని పొందేందుకు జరిగే పని = సగటు బలం × స్థానభ్రంశం

$$\text{i.e. } W = \frac{(ma)Y}{2}$$

Y స్థానభ్రంశం వద్ద సరళహరాత్మక చలనంలో ఉన్న కణం ద్రవ్యరాశి 'm', త్వరణం 'a' అయితే సమీకరణం (1) నుండి

$$W = \frac{(ma)Y}{2} \qquad [\because\ F = ma]$$

సమీకరణం $a = \omega^2 Y$ నుండి

ఆ కణంపై జరిగిన పని $W = \frac{m\omega^2 Y^2}{2}$

ఈ పని స్థితిశక్తిగా ఆ కణాన్ని ఆశ్రయించి ఉంటుంది.

$$PE = \frac{1}{2}m\omega^2 Y^2$$

$$W = \frac{1}{2}m4\pi^2 v^2 Y^2 = 2\pi^2 m v^2 Y^2 \quad (\because \omega = 2\pi v)$$

ఇక్కడ V డోలన పౌనఃపున్యంగా గ్రహించాలి.

పై సమీకరణం నుండి మాధ్యమిక స్థానం $(Y = 0)$ వద్ద స్థితిశక్తి సున్నా అవుతుందనీ, చరమస్థానం $(Y = A)$ వద్ద గరిష్ఠంగా ఉంటుందనీ తెలుస్తుంది.

$$PE_{\text{గరిష్ఠం}} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

అంతేకాక, కణం స్థానం కాలాన్ని బట్టి కూడా మారుతుంది. దీనికి సమీకరణం $Y = A\,\omega \sin \omega t$, కణం స్థితి శక్తిని ఈ కింది విధంగా కూడా వ్యక్తపరచవచ్చు.

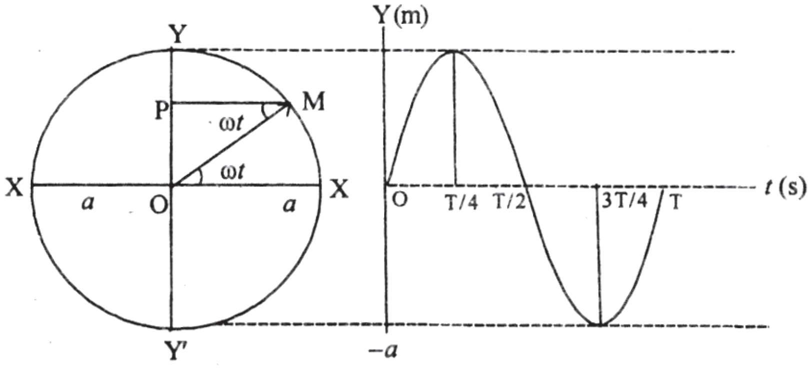
$$PE = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t$$

3. నిర్ధేశ వృత్తం ద్వారా ఆవర్తనానికి సమీకరణాన్ని సాధించండి.

జ: హరాత్మక డోలకం యొక్క డోలనాలను కోణం యొక్క సైన్ మరియు కొసైన్ పదాలు గల సమీకరణంతో తెలియచేస్తాం. డోలన చలనం కలిగి ఉన్న ఒక కణం స్థానభ్రంశాన్ని దాని మాధ్యమిక బిందువు నుండి $y = a\sin\theta$ లేక $y = a\cos\theta$. ఇక్కడ a, A మరియు B లు స్థిరాంకాలు. కణం సరళహరాత్మక చలనం కలిగి ఉంటుంది. మనం సరళహరాత్మక చలనాన్ని కింది విధంగా నిర్వచిస్తాం.

బలం F ప్రయోగం వల్ల, ఏదైన ఒక కణం ఒక స్థిర బిందువు పరంగా ముందుకు వెనకకూ ఆవర్తకంగా చలిస్తున్నప్పుడు స్థిర బిందువు నుండి కణ స్థానభ్రంశం x, బలమునకు అనులోమానుపాతంలోను మరియు ఆ బల ప్రయోగదిశ స్థానభ్రంశానికి వ్యతిరేకంగా ఉండును. అప్పుడు ఆ కణం సరళహరాత్మక చలనం కలిగి ఉంది అని అంటాం. మన పాఠ్యాంశాన్ని రేఖీయ డోలనాలకు మాత్రమే పరిమితం చేసుకుందాం.

గణిత పరంగా $F = -kx$ (k = అనుపాత స్థిరాంకం) అని తెలియచేస్తాం.



పటం. క్షితిజలంబ వ్యాసం YOY' పై P యొక్క సరళ హరాత్మక చలనం

సరళహరాత్మక చలనానికి సమీకరణం ఉత్పాదించడానికి, a వ్యాసార్థం గల వృత్తంలో v స్థిర వడితో చలిస్తున్న ఒక బిందువు M ను తీసుకోండి (పటం 13.1). O వృత్త కేంద్రం. $t = 0$ అయినప్పుడు బిందువు X వద్ద ఉంటుంది. స్థాన సదిశ OM, t కాలం వద్ద చలించే బిందువు యొక్క స్థానాన్ని తెలియచేస్తుంది. ఈ స్థానసదిశ OM ను దశాసూచిక (phaser) అని కూడా అంటారు. ఈ దశాసూచిక స్థిరకోణీయ వేగం $\omega = \frac{v}{a}$

తో పరిభ్రమించును. M బిందువు యొక్క త్వరణం $\frac{v^2}{a} = a\omega^2$ వృత్తకేంద్రం 'O' వైపు ఉండును. t కాలం వద్ద, OY వెంబడి ఈ త్వరణం యొక్క అంశం $= a\omega^2 \sin \omega t$. ఇపుడు YOY' పైకి లంబం MP గీయండి. ఇక పైన P ని m ద్రవ్యరాశి గలిగి $a\omega^2 \sin \omega t$ త్వరణంతో చలిస్తున్న కణంగా భావించవచ్చు. P కణంపై పనిచేసే బలం O వైపు పనిచేస్తుంది. కావున దీనిని $F = ma\,\omega^2 \sin \omega t$ తో తెలియచేస్తాం.

కాని $\sin \omega t = \frac{y}{a}$ కావున,

$$F = m\omega^2 y \qquad \ldots \qquad (1)$$

O నుండి P వైపుకు స్థానభ్రంశం గణించాలి మరియు బలం O వైపుకు పనిచేయును.

కాబట్టి $F = -m\omega^2 y$

ఈ బలం O వైపుకు పనిచేయును మరియు O నుండి P స్థానభ్రంశం y కి అనులోమానుపాతంలో ఉండును. కావున కణం P సరళహరాత్మక చలనము కలిగి ఉంది అని మనం చెప్పవచ్చు.

$m\omega^2 = k$ ఒక స్థిరాంకం. కావున సమీకరణము (13.3) కింది రూపంలోకి మారుతుంది.

$$F = -ky \qquad \ldots \qquad (2)$$

స్థిరాంకం k ప్రమాణ స్థానభ్రంశానికి కాలవసిన బలం, దీనిని బలస్థిరాంకం (k) అంటారు. డోలనాల కోణీయ పౌనఃపున్యం

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \qquad \ldots \qquad (3)$$

ఒక పూర్తి భ్రమణం చేసేలోపు, OM చేసే కోణం 2π, మరియు దానికి పట్టే కాలం T

కావున $$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad \ldots \qquad (4)$$

సమీకరణం (3) మరియు (4) లను కలపగా మనం ఆవర్తనకాలానికి సమీకరణం పొందుతాం.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad \ldots \qquad (5)$$

4. సరళహరాత్మక చనలంలో (i) ఆవర్తన కాలం (ii) పౌనఃపున్యం (iii) కోణీయ పౌనఃపున్యం (iv) దశలను నిర్వచించి సమీకరణాలను ఉత్పాదించండి.

జ: ఆవర్తన కాలము (Time period): ఒక డోలనం చేయుటకు డోలకానికి పట్టే కాలం.

$$T = \left(\frac{2\pi}{\omega}\right) \quad [\because \omega = 2\pi\nu]$$

పౌనఃపున్యం (Frequency): ఒక సెకను కాలంలో ఒక డోలకం చేసే కంపనాల సంఖ్య. దీనిని ν అనే అక్షరంతో సూచిస్తాం. పౌనఃపున్యం SI ప్రమాణం హెర్ట్జ్ (సంకేతం Hz). ఒక సెకను కాలంలోని కంపనాల సంఖ్య ν అయిన ఒక కంపనం చేయడానికి పట్టే కాలం $\frac{1}{\nu}$ అయిన $T = \frac{1}{\nu}$ లేదా $\nu = \left(\frac{1}{T}\right)s^{-1}$

ఈ విధమైన హరాత్మక డోలనాలను $\sin\theta$ లేదా $\cos\theta$ కలిగి ఉన్న సమీకరణాలతో సూచిస్తాం. మనం మరో రెండు ముఖ్యమైన భౌతికరాశులను పరిచయం చేస్తున్నాం.

కోణీయ పౌనఃపున్యం (Angular frequency) ω : దశా కోణంలోని మార్పు రేటును వివరించును. దీనిని రేడియన్/సెకన్‌గా సూచిస్తారు. ఒక పూర్తి పరిభ్రమణం చేసేలోపు దశాకోణం (ϕ) 0 నుండి 2π రేడియన్లకు మార్పుచెందును. అప్పుడు దశా కోణంలోని మార్పురేటు $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ లేక $\omega = 2\pi\nu$.

దశ (phase) ϕ: ఒక కోణం, దీని సైన్ మరియు కొసైన్ అవసరమైన సమయంలో డోలనం స్థానాన్ని మరియు చలన దిశను తెలియచేస్తుంది. దీనిని రేడియన్లలో కొలుస్తారు.

దశ లేదా దశాకోణం $= \theta = \omega t = 2\pi\left(\frac{t}{T}\right)$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. లఘులోలకం చలనం సరళహరాత్మకమని చూపించండి. లఘులోలకం డోలనావర్తన కాలానికి సమీకరణం ఉత్పాదించండి. సెకన్ల లోలకం అంటే ఏమిటి నిర్వచించండి?

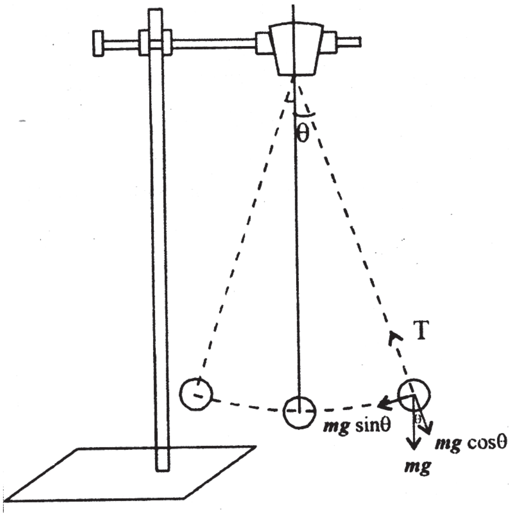
జ : లఘులోలకం

(a) లఘులోలకం అనగా ఒక చిన్నలోహపు గోళమును పొడగాటి కాటన్ దారంతో స్టాండ్‌కు బిగించిన చీల్చిన రబ్బరు బిరడా రెండు సమానభాగాల మధ్య పటంలో చూపినట్లు వ్రేలాడదీయబడి ఉండును. లఘులోలకం వ్రేలాడదీసిన

బిందువు ఆధారబిందువు అంటారు. ఆధార బిందువు నుండి గోళం గరిమనాభి వరకు గల దూరాన్ని లోలకం పొడవు అంటారు.

(b) ఎప్పుడైతే లోలకమును దాని మాధ్యమిక స్థానం నుండి కొద్ది దూరం స్థానభ్రంశం చెందించి స్వేచ్ఛగా వదిలితే, అది తన మాధ్యమిక స్థాన పరంగా నిలువు తలంలో కోణీయ కంపనాలను చేస్తుంది.

(c) పటంలో చూపినట్లు లోలక గోళం స్థానభ్రంశం చెందిన స్థానంలో ఉన్నప్పుడు దానిపై పనిచేయు బలాలు i) నిటారుగా కిందికి పనిచేసే గోళం భారం m**g**, ii) దారం వెంబడి పైకి పనిచేసే దారంలోని తన్యత **T**.



పటం లఘులోలకం

(d) భారం రెండు అంశాలుగా విడిపోవును i) mg cos θ దారం వెంబడి తన్యత (**T**)కు వ్యతిరేక దిశలో ii) mg sin θ దారానికి లంబంగా దారంలోని తన్యత (**T**), mg cos θ అంశాన్ని సంతులనం చేస్తుంది. mg sin θ అంశం గోళం మాధ్యమిక బిందువు వైపు త్వరణాన్ని కలిగించును. కావున mg sin θ పునఃస్థాపక బలం.

గోళం స్వల్ప స్థానభ్రంశం x అనుకుంటే, పునఃస్థాపక బలం $F = mg\theta = \frac{mgx}{l}$

ప్రమాణ స్థానభ్రంశానికి బలం, $k = \frac{mg}{l}$

$$\therefore \ \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{\frac{mg}{l}}{m}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

లేదా $$\therefore \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

కాబట్టి, $$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad \ldots \qquad (1)$$

రెండు సెకనుల డోలనావర్తన కాలం గల లఘులోలకాన్ని సెకన్ల లోలకం అంటారు.

14 తరంగ దృగ్విషయం

పరిచయం

ఒక చిన్న కొలనులో నిశ్చలంగా ఉన్న నీటిలో రాయిని జారవిడిచినప్పుడు, ఆ రాయి నీటి తలాన్ని తాకిన బిందువు నుండి ఏకాంతరంగా ఎత్తు, పల్లాలు కలిగిన ఏక కేంద్ర వలయాలు ఉద్భవించి నీటి ఉపరితలంపై వ్యాప్తి చెందడాన్ని మీరు గమనిస్తారు. నీటి ఉపరితలంపై ఉంచిన ఎండుగడ్డిపోచ అదే స్థానంలో పైకి, కిందకి కదలడాన్ని మీరు గమనిస్తారు. ఇచ్చట నీటి కణాలు కూడా పైకి, కిందకు చలిస్తాయి. ఇంకా ఏదో ఒకటి దూరంగా చలిస్తున్నట్లు మీరు గమనిస్తారు. దీన్నే మనం తరంగం (అలలు) అంటాం. తరంగాలు చాలా రకాలు, పురోగామి మరియు స్థిర తరంగాలు, యాంత్రిక మరియు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు. యాంత్రిక తరంగాలను తరంగ చలన దిశతో యానకంలోని అణువుల చలన దిశను బట్టి అనుదైర్ఘ్య మరియు తిర్యక్ తరంగాలుగా, విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత సదిశలుగా వర్గీకరిస్తాం. మన ఉనికి తరంగాలతో ముడిపడి ఉన్నది.

ధ్వని తరంగాలు గాలి గుండా ప్రయాణిస్తు మనం వినేటట్లు చేస్తాయి. కాంతి తరంగాలు శూన్యం గుండా కూడా ప్రయాణించి మనకు వస్తువులు కనబడేటట్లు చేస్తాయి మరియు రేడియో తరంగాలు వివిధ రకాల సంకేతాలను (సిగ్నల్స్) కాంతి వేగంతో మోసుకెళ్ళి వివిధ రూపాల్లో గల కమ్యూనికేషన్ వ్యవస్థల ద్వారా మన మిత్రులతో మాట్లాడేటట్లు చేస్తాయి. నిజంగా తరంగ దృగ్విషయం సర్వవ్యాపకమైనది.

మన సంగీత పరకరాలు, రేడియో, టి.వి. పనిచేసే విధానం తెలియాలంటే తరంగ దృగ్విషయం అర్థం చేసుకొనుట అవసరం. తరంగాలు లేకుండా జీవితంలో ఆనందాన్ని పొందగలమా? ఈ పాఠ్యాంశంలో తరంగాల ప్రాథమిక భావనలు మరియు తరంగ దృగ్విషయాల గురించి మీరు చదువుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు క్రింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- అనుదైర్ఘ్య మరియు తిర్యక్ తరంగాలు ఎలా వ్యాపనం చెందుతాయో వివరించ గలుగుతారు. $v = \upsilon\lambda$ సంబంధాన్ని ఉత్పాదించగలుగుతారు.
- వాయువులలో అనుధైర్ఘ్య తరంగాల వేగానికి న్యూటన్ సూత్రాన్ని తెలిపి, లాప్లాస్ సవరణను వివరించగలుగుతారు.
- వాయువులలో అనుదైర్ఘ్యతరంగాల వేగం ఆధారపడే అంశాల గురించి చర్చిస్తారు.
- సాగదీసిన తంత్రిలో తిర్యక్ తరంగాలు ఏర్పడే విధానము గూర్చి వివరించగలుగుతారు.
- సరళ హరాత్మక తరంగానికి సమీకరణం ఉత్పాదించగలుగుతారు.
- అధ్యారోపణ నియమం ఆధారంగా విస్పందనాలు, వ్యతికరణం మరియు తరంగాల దశా మార్పు దృగ్విషయాలను వివరించగలుగుతారు.
- స్థిరతరంగాలు ఏర్పడే విధానము మరియు ఆర్గాన్ పైపులలో, సాగదీసిన తంత్రిలో అనుస్వరాలు ఎలా ఏర్పడుతాయో వివరించగలుగుతారు.
- డాప్లర్ ఫలితాన్ని చర్చించి యాంత్రిక మరియు దృశావ్యవస్థకు డాప్లర్ ఫలితాన్ని అనువర్తించగలుగుతారు.
- విద్యుదయస్కాంత తరంగాల లక్షణాలను గురించి వివరించగలుగుతారు.
- విద్యుదయాస్కాంత వర్ణపటంలోని వివిధ విభాగాల తరంగదైర్ఘ్యం అవధిని మరియు వాటి అనువర్తనాలను తెలుసుకుంటారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. అనుదైర్ఘ్య మరియు తిర్యక్ తరంగాలను నిర్వచించండి.

జ. అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు : యానకంలోని అణువుల స్థాన భ్రంశం తరంగ చలన దిశకు లంబంగా ఉంటుంది.

తిర్యక్ తరంగాలు : యానకంలోని అణువుల స్థానభ్రంశం తరంగ చలన దిశకు సమాంతరంగా ఉంటుంది.

2. ఒక పురోగామి హరాత్మక తరంగాన్ని, $y = 10^{-4} \sin(100\pi t - 0.1\pi x)$ సమీకరణంతో సూచిస్తాం. దాని i) పౌనఃపున్యం ii) తరంగదైర్ఘ్యం మరియు iii) వేగము కనుగొనుము. (x మరియు y మీటర్లలో కలవు)

జ. పురోగామి హరాత్మక సమీకరణాన్ని $y = A\sin\left[\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right]$ తో పోలిస్తే

(i) పౌనఃపున్యం : $2\pi\upsilon = 100\pi$

$\upsilon = 50$ Hz.

(ii) తరంగదైర్ఘ్యం : $\frac{2\pi}{\lambda} = 0.1\pi \Rightarrow \lambda = 20$ m

(iii) తరంగవేగము : $v = \upsilon\lambda = 50 \times 20 = 1000$ m/s.

3. ఆవర్తన కాలం (T), పౌనఃపున్యం (γ) మరియు తరంగ వేగం (V) లను నిర్వచించి వాటి మధ్య సంబంధాన్ని తెలుపండి.

జ. (i) **ఆవర్తన కాలం (T) :** తరంగ అలజడి వ్యాపన దిశలో ఒక తరంగ దైర్ఘ్య దూరాన్ని ప్రయాణించడానికి పట్టే కాల వ్యవధిని ఆవర్తన కాలం అంటారు.

(ii) **పౌనఃపున్యం (γ) :** తరంగం పైన

(iii) **తరంగ వేగం (V) :** తరంగపు అలజడి ఒక ప్రమాణ కాలం (సెకను)లో వ్యాప్తి చెందే దూరాన్ని తరంగ వేగం అంటారు.

$$V = \frac{\lambda}{T} \text{ లేదా } V = \gamma\lambda$$

4. రెండు సరళ హరాత్మక తరంగాలను $y_1 = a \sin(\omega t - kx)$ మరియు $y_2 = a\sin(\omega t - kx) + \phi$ అనే సమీకరణాలలో సూచించిన, వాటి మధ్య దశాభేదం ఎంత?

జ. ϕ

5. సాగదీసిన తీగలో తరంగ వేగానికి సూత్రం వ్రాయండి.

జ. $\gamma = \sqrt{\frac{F}{m}}$

F = తీగలోని తన్యతా బలం

m = ప్రమాణ పొడవుకు తీగ ద్రవ్యరాశి స్థితిస్థాపక యానకంలో అనుదైర్ఘ్య తరంగాల వేగం

6. వ్యతికరణ దృగ్విషయములో గరిష్ట, కనిష్ట తీవ్రతల నిష్పత్తి 9. అధ్యారోపణం చెందే తరంగాల కంపన పరిమితుల నిష్పత్తి ఎంత ?

జ : $\frac{I_{\text{గరిష్ట}}}{I_{\text{కనిష్ట}}} = \left[\frac{a_1 + a_2}{a_1 - a_2}\right]^2 \Rightarrow 9 = \left[\frac{1+r}{1-r}\right]^2$

ఇచట $r = \frac{a_2}{a_1}$;

పై సమీకరణమును, $\frac{1+r}{1-r} = 3$ గా వ్రాయవచ్చు.

పై విలువను సూక్ష్మీకరిస్తే, $r = \frac{1}{2}$ అగును.

∴ ఒక తరంగం కంపన పరిమితి మరొక తరంగం కంపన పరిమితికి రెట్టింపు.

517, అనే శ్రుతి దండానికి రింగ్ వేయడం వల్ల పౌనఃపున్యం 517 నుండి 507 కు తగ్గును.

7. స్థాయి పౌనఃపున్యముపై ఎలా ఆధారపడును?

జ. పౌనఃపున్యం పెరిగితే స్థాయి పెరుగుతుంది.

8. సమాన పొడవుగల తెరచిన, మూసిన గొట్టాల ప్రాథమిక పౌనఃపున్యాల నిష్పత్తి కనుగొనుము.

జ. మూసిన గొట్టంలో ప్రాథమిక పౌనఃపున్యమునకు

నోట్ $l = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4l$

$$n = \frac{V}{\lambda} = \frac{V}{4l}$$

తెరచిన గొట్టమునకు $l = \frac{\lambda}{2}$ కనుక $n' = \frac{V}{2l}$

పై సమీకరణము నుండి $n' = 2n$.

9. X-కిరణాల పౌనఃపున్యామును తెలిపి, ఒక ఉపయోగాన్ని తెలుపండి.

జ. X-కిరణ పౌనఃపున్యము. 7.5×10^{20} Hz నుండి 7.5×10^{15} Hz

X-కిరణాలలో విరిగిన ఎముకలను గుర్తించగలము.

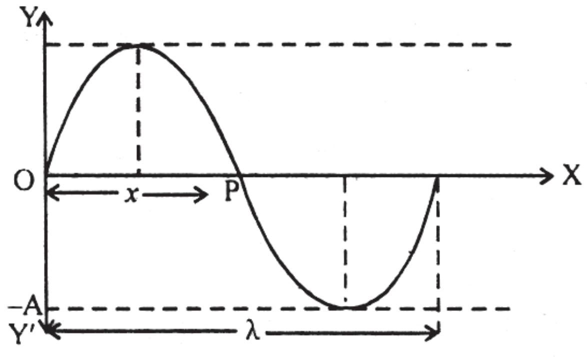
10. 4000 $\overset{0}{A}$ నుండి 7500 $\overset{0}{A}$ వ్యాప్తిగల తరంగ దైర్ఘ్యం గల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను ఏమంటారు.

జ. దృశ్యకాంతి.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఏకమితీయ సరళహరాత్మక తరంగానికి సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించుము.

జ. ఏకమితీయ సరళహరాత్మక తరంగానికి సమీకరణము



పటం X–అక్షం దిశలో ప్రయాణిస్తున్న సరళహరాత్మక తరంగము

పటంలో చూపినట్లు OX దిశలో ప్రయాణిస్తున్న సరళహరాత్మక తరంగంను తీసుకుందాం. తరంగాన్ని తిర్యక్ తరంగముగా మరియు కణాల స్థానభ్రంశాన్ని YOY' దిశలో ఉన్నాయి అనుకుందాం. $t = 0$ sec అయినపుడు స్థానభ్రంశాన్ని క్రింది సమీకరణంతో సూచిస్తాము.

$$y = a \sin \omega t \qquad \ldots \qquad (1)$$

అదే సమయంలో P వద్ద కణం కంపనదశ దాని ముందరి కణం దశ కంటే కొంత వెనుకబడి ఉంటుంది. ఈ దశా విలంబనాన్ని ϕ అనుకుందాం.

$$y = a \sin (\omega t - \phi) \qquad \ldots \qquad (2)$$

$OP = x$ అనుకుంటే, ప్రయాణ దూరానికి దశామార్పు k అయితే $\phi = kx$ గా రాయవచ్చు. సమీకరణం (2)ను క్రింది విధంగా రాయవచ్చును

$$y(x, t) = a \sin (\omega t - kx) \qquad \ldots \qquad (3)$$

ఇంకను $\omega = \frac{2\pi}{t}$ మరియు $k = \frac{2\pi}{\lambda}$. అయితే సమీకరణం (3) తిరిగి కింది విధంగా రాయవచ్చును.

$$y(x, t) = a \sin 2\pi\left[\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right] \qquad \ldots \qquad (4)$$

తరంగవేగము $\left(v = \frac{\lambda}{T}\right)$ ప్రకారము, పై సమీకరణం $y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$ గా వ్రాయవచ్చు. ...(5)

సమీకరణం (3) ఉత్పాదించేటపుడు, O వద్ద తరంగం యొక్క తొలిదశ సున్నాగా తీసుకున్నాము. O వద్ద తొలిదశ ϕ_0గా తీసుకుంటే,

తరంగ సమీకరణం $y(x, t) = a \sin\left[(\omega t - kx) + \phi_0\right] \qquad \ldots \qquad (6)$

2. తిర్యక్ మరియు అనుదైర్ఘ్య తరంగాల మధ్య భేదాలను తెలుపండి.

జ. తిర్యక్ మరియు అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు

తిర్యక్ మరియు అనుదైర్ఘ్య తరంగాల మధ్య గల భేదాలు క్రింది పట్టికలో సంగ్రహముగా తెలియజేయడమయినది.

తిర్యక్ తరంగాలు	అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు
(i) యానకం లోని అణువుల స్థానభ్రంశం తరంగ చలనదిశకు లంబంగా ఉండును.	(i) యానకంలోని అణువుల స్థానభ్రంశం తరంగ చలన దిశకు సమాంతరంగా ఉండును.
(ii) తిర్యక్ తరంగాలు యానకంలో వ్యాపనం చెంది నపుడు శృంగాలు, ద్రోణులు కల్గి ఉన్నట్లుగా కనిపించును	(ii) అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు యానకంలో వ్యాపనం చెంది నపుడు సంపీడనాలు విరళీకరణాలు ఏకాంతరంగా ముందుకు కదులుతున్నట్లు కనిపించును.

(iii) తిర్యక్ తరంగాలు ఘనపదార్థాలలో లేదా ద్రవాల ఉపరితలముపై మాత్రమే ప్రయాణించును.	(iii) అనుదైర్ఘ్యతరంగాలు ఘన, ద్రవ మరియు వాయువులలో ప్రయాణించును.
(iv) తిర్యక్ తరంగాల స్థానభ్రంశం దూరం గ్రాఫ్ నిజమైన తరంగం ఆకారాన్ని తెలియజేయును.	(iv) అనుదైర్ఘ్య తరంగాల గ్రాఫ్ కేవలం ఇచ్చిన సమయంలో వివిధ బిందువుల వద్ద కణాల స్థానభ్రంశాన్ని తెలియజేయును.

3. వాయువులలో ధ్వని వేగమునకు న్యూటన్ సూత్రమును, లాప్లాస్ సవరణను తెలుపండి. దీనిని ఉపయోగించి ధ్వని వేగాన్ని కనుగొనండి.

జ. వాయువులలో ధ్వనివేగమునకు న్యూటన్ సూత్రము

వాయువుల గుండా ధ్వని ప్రయాణించేటపుడు ఏర్పడే సంపీడనాలు మరియు విరళీకరణాలను న్యూటన్ సమ ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ (Isothermal change) గా భావించి గాలిలో ధ్వనివేగానికి సూత్రమును రాబట్టెను. అనగా స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఘనపరిమాణం మరియు పీడనంలో మార్పులు కలుగును. ఈ పరిస్థితులో వాయువుల ధ్వనివేగము

$$v = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

గాలికి, ప్రమాణ ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద $P = 1.01 \times 10^5\ Nm^{-2}$ మరియు సాంద్రత $\rho = 1.29\ kg.m^{-3}$ ఈ విలువలను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపిస్తే, ధ్వనివేగం $v = \sqrt{\frac{1.01 \times 10^5}{1.29}} = 280\ m.s^{-1}$

ప్రయోగ పూర్వకంగా వచ్చిన ధ్వనివేగానికి మరియు న్యూటన్ సూత్రం ప్రకారం వచ్చిన ధ్వనివేగానికి మధ్యగల దోష శాతం $= \frac{333 - 280}{333} \times 100\% = 16\%$. ఈ దోషం చాలా ఎక్కువ ప్రయోగ దోషంగ పరిగణించలేము. గాలిలో ధ్వని ప్రయాణించేటప్పుడు ఏర్పడే సంపీడనాలు, విరళీకరణాలు సమ ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ అనే న్యూటన్ భావన తప్పు అని తెలుస్తుంది.

లాప్లాస్ సవరణ

లాప్లాస్, ఈ క్రింద తెలిపిన కారణాల వలన వాయువులలో ధ్వని ప్రసరణ స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ (adiabatic change) వద్ద ప్రసరణ జరిగితే, గాలి పొరల మధ్య పీడనంలో మార్పులు జరగడానికి కారణమగును అని ప్రతిపాదించెను.

(i) గాలి ఉష్ణబంధకము మరియు

(ii) సంపీడనాలు మరియు విరళీకరణాలు చాలా వేగంగా జరిగే ప్రక్రియ. అందువల్ల

సంపీడనాలు ఏర్పడినపుడు ఉష్ణం పరిసరాలకు బదిలీ కావడం విరళీకరణాలు ఏర్పడినపుడు పరిసరాల నుండి ఉష్ణం గ్రహించడం జరుగును.

స్థిరోష్ణక ప్రక్రియకు, $E = \gamma p, \quad \gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

అయిన $$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

గాలికి $\gamma = 1.4$ అయిన, స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద ధ్వనివేగం

$$v = \sqrt{\frac{1.4 \times 1.01 \times 10^5}{1.29}}$$

$$v = 333\ m.s^{-1}.$$

ఈ విలువ ప్రయోగపూర్వకంగా వచ్చిన ధ్వనివేగానికి సమానము.

4. వాయువులలో ధ్వని వేగము వేటిపై ఆధారపడుతుంది.

జ. వాయువులలో ధ్వనివేగం ఆధారపడే అంశాలు

(i) ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం :

లాప్లాస్ ప్రకారం ధ్వనివేగం $v = \sqrt{\dfrac{\gamma P}{\rho}}$

ప్రమాణ ఘణపరిమాణానికి గల ద్రవ్యరాశిని సాంద్రత అందురు. కావున, పై సమీకరణం క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చును.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma PV}{M}}$$

$PV = nRT$ స్థితి సమీకరణం ప్రకారం, n = m ద్రవ్యరాశి గల వాయువులో గల మోల్‌ల సంఖ్య

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\frac{M}{n}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{m}}$$

m = గ్రామ్ మోలార్ ద్రవ్యరాశిని సూచించును. ఈ ఫలితం $v \propto \sqrt{T}$ అని సూచించును.

$$\Rightarrow \quad v = v_0\left[1 + \frac{t}{2\times 273}\right] + ...$$

$$v \simeq 333 + \frac{333}{546}t$$

$$V \simeq 333 + 0.61t$$

$\therefore$ 1^0C ఉష్ణోగ్రతా భేదానికి, గాలిలో ధ్వనివేగం $0.61\ m.s^{-1}$ చొప్పున పెరుగును అని తెలుసుకొనుము.

(ii) పీడన ప్రభావం :

ఒక వాయువుపై పీడనాన్ని పెంచినపుడు, అది సంపీడనం చెందును. అయిన సాంద్రత కూడా అంతే పరిమాణంలో పెరుగును. అనగా $\frac{P}{\rho}$ = ఎల్లప్పుడు స్థిరము. కావున వాయువులలో ధ్వనివేగంపై పీడన ప్రభావం ఉండదు.

(iii) సాంద్రత ప్రభావం :

ఒక ఉష్ణోగ్రతా పీడనాల వద్ద గల రెండు వాయువులను తీసుకుంటే,

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

ఆక్సిజన్ మరియు హైడ్రోజన్ వాయువులలో ధ్వని వేగాలను పోల్చితే,

$$\frac{v_{oxygen}}{v_{hydrogen}} = \sqrt{\frac{\rho_{hydrogen}}{\rho_{oxygen}}} = \sqrt{\frac{M_{hydrogen}}{M_{oxygen}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$$

ఒకే ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద గల హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులను తీసుకుంటే, హైడ్రోజన్ వాయువులో ధ్వనివేగం ఆక్సిజన్‌లో కంటే 4 రెట్లు ఎక్కువ. ఈ ఫలితము ద్రవపదార్థాలు మరియు ఘనపదార్థాలకు కూడా వర్తించును. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం తరవాత వచ్చే ఉప పాఠ్యాంశంలో మీరు కనుక్కొంటారు.

(iv) గాలిలో ధ్వనివేగంపై తేమ ప్రభావం :

ఉష్ణోగ్రత, పీడనం స్థిరంగా ఉంచి, గాలిలో ఉండే తేమను పెంచితే సాంద్రత తగ్గి, గాలిలో ధ్వనివేగం పెరుగును. కనుక, పొడి గాలిలో కంటె తడి గాలిలో ధ్వనివేగం ఎక్కువ.

5. విస్పందనాలు అనగానేమి?

రెండు శ్రుతి దండాలను కంపింప జేసినపుడు సెకనుకు 5 విస్పందనాలు వెలువడ్డాయి. ఒక శ్రుతిదండం పౌనఃపున్యం 500 Hz రెండవ శ్రుతి దండం పౌనఃపున్యం ఎంత ?

జ. $\nu' = \nu \pm n = 500 \pm 5$

∴ రెండవ శ్రుతిదండం పౌనఃపున్యం 495 Hz లేక 505 Hz.

6. పురోగామి మరియు స్థిరతరంగాల మధ్య గల భేదాలను తెలుపండి. (ఏవేని నాలుగు)

జ. పురోగామి మరియు స్థిరతరంగాల మధ్యగల భేదాలు

పురోగామి మరియు స్థిరతరంగాల మధ్యగల భేదాలు క్రింది పట్టికలో సంగ్రహముగా తెలియజేయడమయినది.

నెం.	పురోగామి తరంగాలు	స్థిరతరంగాలు
1.	యానకంలో ప్రత్యేక పరిస్థితులలో ఉన్నపుడు అనగా శృంగాలు మరియు ద్రోణి లేక సంపీడనం మరియు విరళీకరణం, యానకం స్థితిస్థాపకత (లేక తన్యత) మరియు సాంద్రతలపై ఆధారపడి నిర్దిష్ట వేగముతో ప్రయాణిస్తున్నట్లు కనబడేవి.	యానకంలో అస్పందన స్థానాలుగా పిలువబడే రెండు బిందువుల మధ్య విభాగము ఏకాంతరంగా సంకోచ, వ్యాకోచాలకు లోనైట్లు అగుపించడం మరియు యాన కంలోని కణాలు లోలకం వలె ముందు, వెనుకకు చలిస్తు ఉండేటటువంటివి.
2.	యానకంలోని అన్ని కణాల కంపనాల కంపనపరిమితి సమానము.	అస్పందన స్థానాల వద్ద కంపనపరిమితి శూన్యము. ప్రస్పందన స్థానాల వద్ద కంపన పరిమితి గరిష్టము.
3.	అన్ని కణాలు ఒకదాని తరువాత ఒకటి వాటి మాధ్యమిక స్థానము నుండి గరిష్టవేగముతో ప్రయాణించును.	అస్పందన స్థానాల వద్ద వేగము శూన్యము ప్రస్పందన స్థానాల వద్ద వేగము గరిష్టము.
4.	ఒక కణము నుండి మరొక కణానికి నిర్దిష్ట వడితో శక్తి ప్రసరణ జరుగును.	ఒక విభాగములోని శక్తి ముందుకు, వెనకకు కదులుతుంది తప్ప ఒక బిందువును దాటి శక్తి ప్రసరణ జరుగదు.
5.	ఈ తరంగాలు యానకంలో ప్రయాణిస్తున్నపుడు, యానకంలోని కణాలు ఒక దాని తరువాత మరొ కటి గరిష్టవేగాన్ని చేరును.	వీటిలో వివిధ బిందువుల వద్ద గరిష్ఠ వేగం వేరు వేరుగా ఉండును. అస్పందన స్థానాల వద్ద శూన్యం మరియు ప్రస్పందన స్థానాల వద్ద గరిష్ఠం. కాని కణాలన్నీ ఒకేసారి వాటి గరిష్ఠ వేగాన్ని పొందుతాయి.
6.	ఈ తరంగాలు ప్రయాణించేటపుడు అన్ని కణాలు ఒక దాని తరవాత ఒకటి సమాన వికృతికి లోనగును.	వీటిలో అస్పందన స్థానాల వద్ద వికృతి గరిష్టం, ప్రస్పం దన స్థానాల వద్ద వికృతి శూన్యం.
7.	సాంద్రతలో మార్పు లేని బిందువులు ఉండవు.	అస్పందన స్థానాల వద్ద సాంద్రతలో మార్పు గరిష్టం మరియు ప్రస్పందన స్థానాల వద్ద సాంద్రతలో మార్పు శూన్యం.

7. సంగీత ధ్వని అభిలక్షణాలను తెలుపండి.

జ. సంగీత ధ్వని అభిలక్షణాలు రెండు సంగీత ధ్వనుల మధ్యగల తేడాను గమనించుటకు సహాయపడును. సంగీత ధ్వని ప్రధానమైన అభిలక్షణాలు (i) స్థాయి (pitch) (ii) వినికిడి తీవ్రత (loudness) (iii) ధ్వని గుణము (Quality or timber).

స్థాయి (pitch) : *సంగీత స్వరం యొక్క అభిలక్షణం స్థాయి. దీనిని బట్టి ఒక స్వరం (note) ఎక్కువ లేక తక్కువగా వర్గీకరించవచ్చు.* ఇది మనస్సుకు సంబంధించిన రాశి. ఒక పరికరాన్ని ఉపయోగించి కనుగొనలేము. ఇది పౌనఃపున్యంపై ఆధారపడును. ఇద్దరి మధ్య ఒకరి నుండి మరొకరికి ప్రత్యుత్తరం కావడానికి సాధ్యం కాదు. వినడానికి ఇంపుగా, కీచుదనం మరియు వాడియైన ధ్వని ఎక్కువ స్థాయి కలదు అంటారు. వినడానికి ఇంపుగ లేని, గుళకరాళ్లవలె గల ధ్వని తక్కువ స్థాయి కలదు అంటారు. సింహం గర్జించినప్పుడు తీవ్రత అధికంగా ఉన్నప్పటికి తక్కువ స్థాయి కలిగి ఉండును. దోమల ఝుంకార నాదం తీవ్రత తక్కువగా ఉన్నప్పటికీ అధిక స్థాయి కలిగి ఉండును.

వినికిడి తీవ్రత (Loudness) : పరిశీలకుడి చెవి అధిక తీవ్రత గల ధ్వనిని స్వీకరించినప్పుడు, కలిగే మానసిక ఫలితం వినికిడి తీవ్రత. ఇచ్చిన *బిందువు వద్ద తరంగం ఒక సెకనుకు ప్రమాణ వైశాల్యం నుండి ఉపరితలానికి లంబంగా సరఫరా చేసే సరాసరి శక్తియే తరంగ తీవ్రత.* మనకు చాలా అవధిగల తీవ్రతలు కలవు, వీటిలో చాలా వరకు మన చెవి గ్రహించగలదు.

ధ్వని గుణం (Quality or timber) : *ధ్వనిగుణం ధ్వనితరంగాల లక్షణం. దీనిని బట్టి రెండు వేరు వేరు పరికరాల నుండి ఒకే స్థాయి మరియు ఒకే తీవ్రత గల ధ్వని విడుదలయినప్పటికి, ఆ ధ్వనిని బట్టి ఆ పరికరాన్ని గుర్తించగలము.* కావున ధ్వనిగుణం ధ్వనిజనకాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. స్థాయి మరియు వినికిడి తీవ్రత వలె ధ్వని గుణం కూడా మనస్సుకు సంబంధించిన రాశి. ఇది ఫలిత తరంగ రూపంపై ఆధారపడును.

8. విద్యుత్ అయస్కాంత వర్ణపటాన్ని వివరించండి. (ఏ రెండింటి గురించి అయిన అడగవచ్చును)

జ. ద్యుదయస్కాంత వర్ణపటము : విద్యుదయస్కాంత తరంగాల భౌతిక ధర్మాలను వాటి పౌనఃపున్యం మరియు తరంగదైర్ఘ్యాన్ని బట్టి నిర్ణయిస్తాం. కాని అవి ఉత్పత్తి చేసే పద్ధతిని బట్టి కాదు.

వివిధ రకాల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను వాటి తరంగ దైర్ఘ్యం లేదా పౌనఃపున్యాల ఆరోహణ లేదా అవరోహణ క్రమంలో అమర్చిన విధానాన్ని విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం అందురు.

వర్ణపటంలోని వివిధ విభాగాలను ఖచ్చితమైన విలువలతో వేరుచేయలేము. వివిధ విభాగాలను కింద తెలియజేయడమైంది.

(i) **తక్కువ పౌనఃపున్యం కలిగిన వికిరణాలు :** $\upsilon = 60$ Hz నుండి 50 Hz; $\lambda = 5 \times 10^6$ m నుండి 6×10^6 m. తక్కువ పౌనఃపున్యం కలిగిన ఈ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు a.c విద్యుత్ వలయాల నుండి ఉత్పత్తి అగును. ఈ తరంగాలు చాలా తక్కువ పౌనఃపున్యం కలిగి ఉంటాయి.

(ii) **రేడియో తరంగాలు :** $\nu = 10^9$ Hz నుండి 300 Hz; $\lambda = 0.3$ m నుంచి 10^6 m విద్యుత్ వాహక తీగల గుండా విద్యుదావేశాలు త్వరణీకృతం చెందుట వలన ఇవి జనిస్తాయి. రేడియో, టెలివిజన్ ప్రసారాలకు ఉపయోగిస్తారు.

(iii) **సూక్ష్మతరంగాలు :** $\upsilon = 10^{11}$ Hz నుండి 10^9 Hz; $\lambda = 10^{-3}$ m నుండి 0.3 m. ప్రత్యేకమయిన శూన్య గొట్టాలలో కంపిస్తున్న విద్యుత్ ప్రవాహాల వలన ఇవి ఏర్పడతాయి. ఇవి తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం కలిగి ఉండడం వలన వీటిని RADAR వ్యవస్థలో ఉపయోగిస్తారు. పదార్థాల అణువు, పరమాణువుల ధర్మాలను అధ్యయనం చేయడానికి మరియు టి.వి. ప్రసారాలకు ఉపయోగిస్తారు. మైక్రోవేవ్ ఓవెన్‌లో ఉష్ణతరంగాలుగా ఉపయోగిస్తాం. అంతరాళంలో సౌరసేకరిణి నుండి ఈ కిరణాలను భూమిపైకి ప్రకాశింపచేస్తే, భూమికి కవచంగ పనిచేయును అని సూచించడమైంది.

(iv) **పరారుణ తరంగాలు :** $\upsilon = 4.3 \times 10^{14}$ Hz నుండి 3×10^{11} Hz మరియు $\lambda = 7 \times 10^{-7}$ m నుండి 10^{-3} m. వీటిని ఉష్ణతరంగాలు అని కూడా అంటారు. ఇవి వేడి వస్తువులు మరియు అణువుల నుండి ఉత్పత్తి అగును. చాలా పదార్థాలు వీటిని త్వరితంగా శోషించుకొనును. వీటిని శోషించుకున్నప్పుడు ఆ వస్తువుల ఉష్ణోగ్రత పెరుగును. వీటిని వైజ్ఞానిక రంగంలో, భౌతిక రోగనిర్ధారణకు మరియు పరారుణ ఛాయాచిత్ర శాస్త్రంలో ఉపయోగిస్తారు.

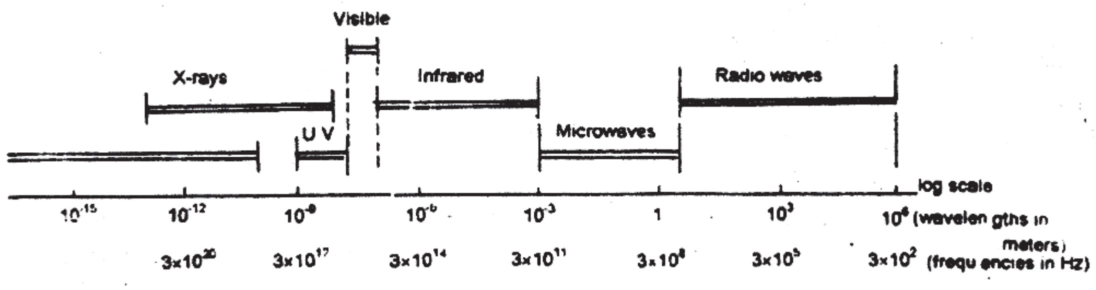
(v) **దృశ్యకాంతి :** $\upsilon = 7.5 \times 10^{14}$ Hz నుండి 4.3×10^{14} Hz; $\lambda = 4 \times 10^{-7}$ m నుండి 7×10^{-7} m మానవుని కన్ను గుర్తించే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను దృశ్యకాంతి అందురు. వర్ణపటంలో వీటి భాగం చాలా తక్కువ. అణువు, పరమాణువులోని ఎలక్ట్రానుల పునర్నిర్మాణం వలన ఇది ఉత్పత్తి అగును. మనచుట్టు ఉండే ప్రపంచాన్ని చూడడానికి దృశ్యకాంతి ఒక రవాణా సాధనంగా పనిచేయును.

(vi) **అతినీలలోహిత కిరణాలు :** $\upsilon = 10^{-17}$ Hz నుండి 7.5×10^{14} Hz; $\lambda = 3 \times 10^{-9}$ m నుండి 4×10^{-7} m. అతినీలలోహిత కిరణాలు సూర్యుని నుండి వెలువడుతాయి. ఇవి సౌరవర్ణపటం యొక్క విభాగము. వీటిని త్రాగే నీటిలోని బాక్టీరియా చంపడానికి, ఆపరేషన్ థియేటర్‌లో క్రిములను తొలగించుటకు మరియు తప్పుల దస్తావేజులను గుర్తించుటకు ఉపయోగిస్తారు.

(vii) **X-కిరణాలు :** $\upsilon = 7.5 \times 10^{20}$ Hz నుండి 7.5×10^{15} Hz; $\lambda = 4 \times 10^{-13}$ m నుండి 4×10^{-8} m. అత్యధిక వేగముతో చలించే ఎలక్ట్రాన్‌లు టంగ్‌స్టన్ వంటి (అధిక ద్రవీభవనస్థానము) లోహాలతో

తాడనం చెందించినప్పుడు X-కిరణాలు వెలువడును. కిరణాలును వైద్యరంగంలో రోగ నిర్ధారణకు మరియు కొన్ని రూపాల క్యాన్సర్ వ్యాధులు నయం చేయడానికి ఉపయోగిస్తారు.

(viii) **గామా కిరణాలు :** $\upsilon = 5 \times 10^{24}$ Hz నుండి 3×10^{18} Hz; $\lambda = 6 \times 10^{-17}$ m నుండి 10^{-10} m ఇవి సీసియం (Z=137) మరియు కోబాల్ట్ (Z = 60) వంటి రేడియోధార్మిక మూలక కేంద్రాల నుండి విడుదలగును మరియు కేంద్రక రియాక్టర్‌లో శృంఖల చర్య జరిగినప్పుడు కూడా విడుదలనుగును.



పటం విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం

9. విస్పందనాలు అనగానేమి? అవి ఏర్పడే విధానాన్ని తెలుపండి.

జ. విస్పందనాలను ఉత్పత్తి చేయడం :

A మరియు B అనే రెండు శ్రుతి దండాలు తీసుకొందాము. A పౌనఃపున్యం 'N' మరియు B పౌనఃపున్యం N + n అనుకుందాం. n విలువ 10 కంటె తక్కువ. ఒక సెకనులో A, N కంపనాలను చేస్తే, B, (N + n) కంపనాలను చేయును. అనగా ఒక సెకనులో A కంటే, B చే అదనపు కంపనాల సంఖ్య n. ఇంకోవిధంగా చెప్పాలంటే $\frac{1}{n}$sec కాలంలో B ఒక కంపనాన్ని (A కంటే) ఎక్కువ చేయును మరియు $\left(\frac{1}{2n}\right)$sec కాలంలో A కంటే అర్ధ కంపనాన్ని ఎక్కువ చేయును.

(a) t = 0 సెకనులు అయినపుడు, రెండు శ్రుతిదండాలు ఒకే దశతో కంపిస్తాయి.

(b) $t = \left[\frac{1}{2n}\right]$ సెకనుల తరువాత, B శ్రుతిదండం A కంటె అర్ధ కంపనాన్ని ఎక్కువగా చేయును అనగా రెండు శ్రుతి దండాలు కంపించే దశ వ్యతిరేకంగా ఉండును. ఇపుడు మనకు A నుండి సంపీడనం, B నుండి విరళీకరణం పరిశీలకుడిని చేరును. అపుడు మన చెవిని చేరే ఫలిత తరంగం తీవ్రత శూన్యం.

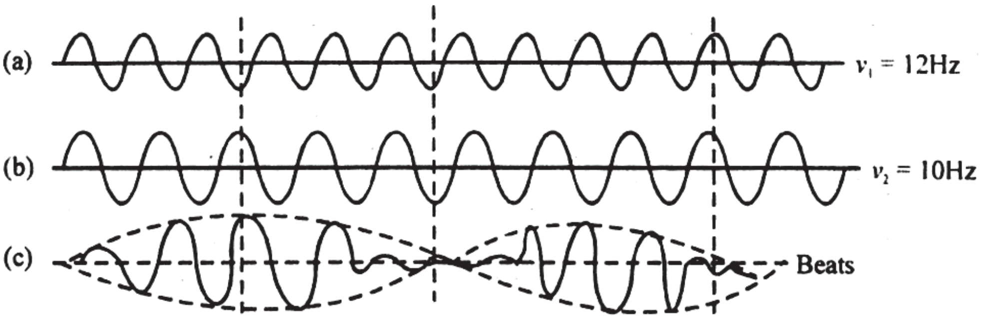
(c) $t = \left[\frac{1}{n}\right]$ సెకనుల తరువాత, B శ్రుతిదండం A కంటె ఒక కంపనాన్ని ఎక్కువగా చేయును. ఇపుడు రెండు శ్రుతిదండాల నుండి సంపీడనాలు పరిశీలకుడిని చేరును. అతని చెవి గ్రహించే ఫలిత తరంగం తీవ్రత మళ్లీ గరిష్టమగును.

(d) $t = \left[\frac{3}{2}n\right]$ సెకనుల తరువాత, తిరిగి రెండు శ్రుతి దండాలను కంపించే దశ వ్యతిరేకంగా ఉండి, ఫలితతరంగాల తీవ్రత మళ్లీ శూన్యమగును.

పై విధముగా $\frac{1}{n}$sec కాలంలో ఒక విస్పందనము వినగలడు మరియు ఒక సెకనులో *n* విస్పందనాలు వినగలడు.

ఒక సెకనులో వినబడే విస్పందనాల సంఖ్య రెండు శ్రుతిదండాల పౌనఃపున్యాల భేదానికి సమానము. ఒక సెకనులో 10 కంటె ఎక్కువ విస్పందనాలు ఏర్పడితే మన చెవికి ప్రత్యేకంగా వినబడవు.

విస్పందన పౌనఃపున్యం *n* అనుకుంటే, విస్పందన ఆవర్తనకాలం $\frac{1}{n}$sec.



పటం (a) 12 Hz పౌనఃపున్యానికి స్థానభ్రంశం-కాలం గ్రాఫ్ (b) 10 Hz పౌనఃపున్యానికి స్దానభ్రంశం - కాలం గ్రాఫ్ (c) తరంగాల అధ్యారోవణం వలన సెకనుకు రెండు విస్పందనాలు ఉత్పత్తి చేస్తాయి.

$$\frac{I_{\text{గరిష్ట}}}{I_{\text{కనిష్ట}}} = \left[\frac{a_1 + a_2}{a_1 - a_2}\right]^2 \Rightarrow 9 = \left[\frac{1+r}{1-r}\right]^2$$

ఇచట $r = \frac{a_2}{a_1}$;

పై సమీకరణమును, $\frac{1+r}{1-r} = 3$ గా వ్రాయవచ్చు.

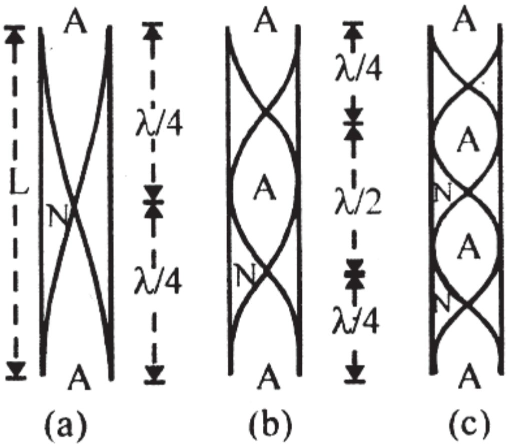
పై విలువను సూక్ష్మీకరిస్తే, $r = \frac{1}{2}$ అగును.

∴ ఒక తరంగం కంపన పరిమితి మరొక తరంగం కంపన పరిమితికి రెట్టింపు.

10. సమాన పొడవు గల తెరచిన, మూసిన గొట్టాల పౌనఃపున్యాల నిష్పత్తిని కనుగొనండి.

జ. తెరిచిన గొట్టాలు (open pipes) :

(i) పటం (a)లో చూపినట్లు గాలి స్తంభం సామాన్య విధానంతో కంపిస్తున్నపుడు ప్రాథమిక విధానము అందురు. రెండు తెరచిన కొనల వద్ద ప్రస్పందన స్థానాలు, మధ్యలో కనీసం ఒక అస్పందన స్థానం ఏర్పడును. ప్రస్పందన స్థానానికి, దాని ప్రక్క నున్న మరొక అస్పందన స్థానానికి మధ్యగల దూరం $\frac{\lambda}{4}$.



పటం తెరచిన గొట్టాలలో అనుస్వరాలు. వక్రము అనుధైర్ఘ్య స్థిర తరంగాలను తెలియజేయును.

గొట్టం పొడవు $l = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$ లేక $\lambda = 2l$

కంపన పౌనఃపున్యం $n_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$.

ఈ కంపన పౌనఃపున్యంను ప్రాథమిక పౌనఃపున్యం లేదా మొదటి హరాత్మకం అందురు.

(ii) తరువాత పటం (b) లో చూపినట్లు, అదే పొడవులో మూడు ప్రస్పందన స్థానాలు మరియు కనీసం రెండు అస్పందన స్థానాలు ఏర్పడును. ఈ సందర్భంలో గాలి స్తంభం కంపన పౌనఃపున్యంను మొదటి అతిస్వరం లేదా రెండవ హరాత్మకం అందురు.

గొట్టం పొడవు $l = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} = \frac{2\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{2} = l$

$\therefore$ మొదటి అతి స్వరం పౌనఃపున్యం $n_2 = \frac{v}{\lambda} = \frac{\upsilon}{l} = \frac{2\upsilon}{2l}$. $\quad \therefore \lambda = \frac{2l}{2}$

$$n_2 = \frac{2\upsilon}{2l}$$

$$\therefore n_2 = 2n_1$$

(iii) గాలిస్తంభాన్ని గట్టిగా కంపిపజేస్తే, పటం (c) లో చూపినట్లు, అదే పొడవులో 4 ప్రస్పందన, 3 అస్పందనా స్థానాలు ఏర్పడును. ఇపుడు కంపన పౌనఃపున్యంను రెండవ అతి స్వరం లేదా మూడవ హరాత్మకం అందురు.

గొట్టం పొడవు $l = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{3}$

రెండవ అతిస్వర పౌనఃపున్యం $n_3 = \frac{v}{\lambda} = \frac{3v}{2l}$.

$$\therefore n_3 = 3n_1$$

మూసిన గొట్టాలు (Closed pipes) :

(i) మూసిన గొట్టంలోని గాలిస్తంభం కనీస పౌనఃపున్యంతో పటం (a) లో చూపినట్లు కంపిస్తే, తెరచిన కొనవద్ద ప్రస్పందన స్థానము, మూసిన కొన వద్ద అస్పందన స్థానము ఏర్పడును.

గొట్టం పొడవు $l = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4l$

కంపన పౌనఃపున్యం $n_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4l}.$

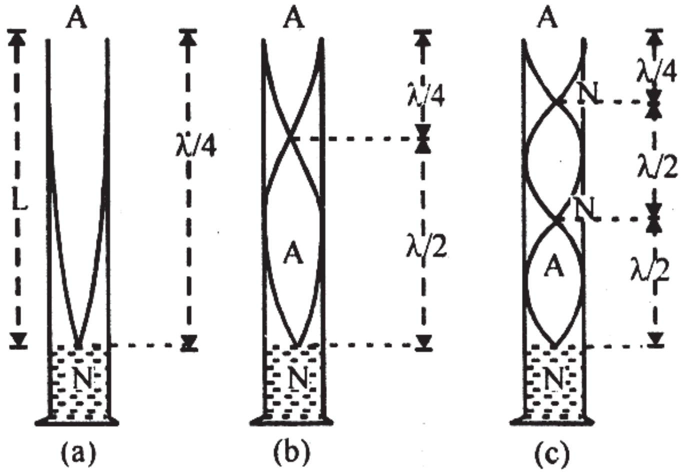
ఈ కంపన పౌనఃపున్యంను ప్రాథమిక పౌనఃపున్యం లేదా మొదటి హరాత్మకం అందురు.

(ii) తరువాత, గాలిస్తంభం పటం (b) లో చూపినట్లు రెండు ప్రస్పందనస్థానాలు, రెండు అస్పందన స్థానాలు ఏర్పడును గాలిస్తంభం కంపన పౌనఃపున్యంను మొదటి అతిస్వరం లేదా మూడవ హరాత్మకం అందురు.

గొట్టం పొడవు $l = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{2} = \frac{3\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4l}{3}$

మూడవ హరాత్మక పౌనఃపున్యం $n_2 = \frac{v}{\lambda} = \frac{3v}{4l}.$

$\therefore n_2 = 3n_1.$



పటం మూసిన గొట్టాలలో అనుస్వరాలు వక్రము అనుదైర్ఘ్య స్థిరతరంగాలను తెలియజేయును.

(iii) పటం (c) లో చూపినట్లు. 3 ప్రస్పందన, 3 అస్పందన స్థానాలు ఏర్పడితే, గాలి స్తంభం పౌనఃపున్యంను రెండవ అతిస్వరం లేదా అయిదవ హరాత్మకం అందురు.

గొట్టం పొడవు $l = \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{5\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4l}{5}$

మూడవ హరాత్మక పౌనఃపున్యం $n_3 = \frac{v}{\lambda} = \frac{5v}{4l}$.

$$\therefore n_3 = 5n_1.$$

తెరచిన, మూసిన గొట్టాల్లో ఏర్పడే అతి స్వరాలను పోల్చితే, తెరచిన గొట్టం అధిక గుణం గల అతి స్వరాలను కలిగి ఉండును. మూసిన గొట్టాలలో సరిసంఖ్యలో గల హరాత్మకాలు కనబడవు.

11. ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్ద గాలిలో ధ్వనివేగం దాని స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద గల ధ్వనివేగం కంటె రెట్టింపు అగును.

జ : $\frac{v}{v_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$ అని మనకు తెలుసు.

$$2 = \sqrt{\frac{T'}{273}}$$

ఇరువైపుల వర్గం చేసి, పదాలు మార్పు చేసి వ్రాయగా,

$T' = 4 \times 273 = 1092$ K వచ్చును.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. డాప్లర్ ఫలితాన్ని వివరించి, దృశ్య పౌనఃపున్యానికి సమీకరణం ఉత్పాదించండి.

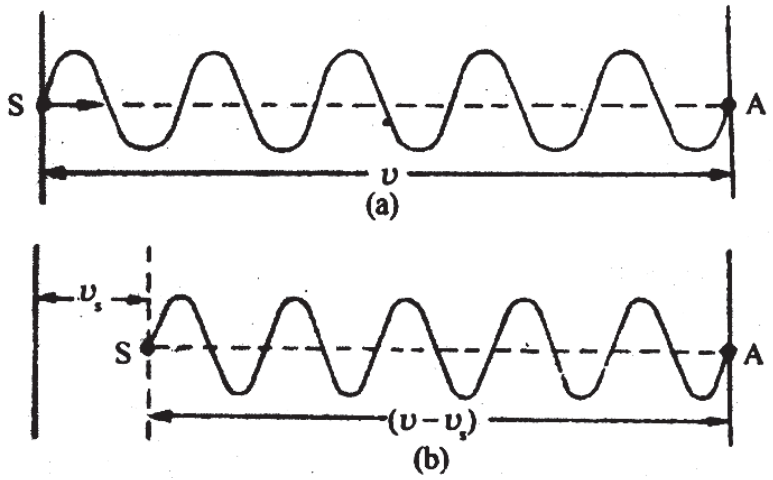
జ. "ధ్వని జనకానికి, పరిశీలకుడికి మధ్య సాపేక్ష చలనం ఉన్నప్పుడు దృశ్య పౌనఃపున్యంలో మార్పును గమనిస్తే, దీనినే డాప్లర్ ఫలితం అంటారు."

(i) v = యానకం పరంగా ధ్వని తరంగాల వేగం, v_s = ధ్వని జనకం వేగము v_0 = పరిశీలకుడి వేగం. **ధ్వని వేగంపై ధ్వనిజనక ప్రభావం ఉండదు.** ధ్వనివేగము v యానక ధర్మము.

(ii) **చలనంలో గల ధ్వని జనకం ప్రభావం :** ధ్వనిజనకం, పరిశీలకుడు మరియు ధ్వని తరంగాలు ఎడమ నుండి కుడివైపు ప్రయాణిస్తున్నాయి అని అనుకుందాం. తరంగం విడుదలయిన తరువాత, విడుదలయిన తరంగానికి, జనకానికి సంబంధం ఉండదు.

ధ్వనిజనకం నుండి విడుదల అయిన ధ్వని ఒక సెకను కాలం తరువాత A బిందువును చేరును. అట్టి దూరం SA = v. ఇదే సమయంలో ధ్వనిజనకం ప్రయాణించిన దూరం v_S. అయిన ఒక సెకను కాలంలో ధ్వని జనకం విడుదల చేసిన n తరంగాలు $x = v - v_s$ దూరంలో ఇమిడి ఉంటాయి. ఇప్పుడు ప్రతీ తరంగం పొడవు.

$$\lambda' = \frac{v - v_S}{n} \quad \text{కు తగ్గును}$$

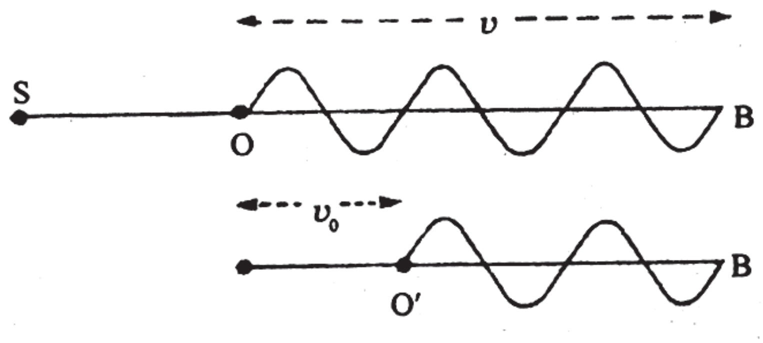


పటం ధ్వని జనకం చలనంలో ఉన్నప్పుడు తరంగాలు గుంపుకూడు.

(iii) **చలనంలో పరిశీలకుడి ప్రభావం :** బిందువును చేరిన ఒక ప్రత్యేకమయిన తరంగం, ప్రత్యేక సమయంలో O బిందువును చేరిన, ఒక సెకను కాలం తరువాత అది B వద్దకు చేరగలదు. అట్టి దూరం OB = v అయిన, ఈ సమయంలో పరిశీలకుడు O నుండి O' కు ప్రయాణించును. అనగా ఒక సెకను కాలంలో $O'B$ దూరంలో ఇమిడి ఉన్న తరంగాలు మాత్రమే పరిశీలకుడి ఒక ప్రక్క నుండి మరొక ప్రక్కకు దాటి పోగలవు. ఒక సెకను కాలంలో పరిశీలకుడిని దాటి వెళ్లే తరంగాల సంఖ్య

$$n' = \frac{v - v_0}{\lambda'}$$

సమీకరణము (14.22) నుండి λ' విలువ ప్రతిక్షేపించిన



పటం చలనంలో గల పరిశీలకుడు గ్రహించే తరంగాలు

$$n' = \frac{v - v_0}{v - v_S} n$$ పొందుతాము.

n' = ధ్వని జనకం నుండి పరిశీలకుడివైపు, ధ్వనిజనకం మరియు పరిశీలకుడు ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు పరిశీలకుడు వినే దృశ్య పౌనఃపున్యం.

ధ్వని జనకం నుండి పరిశీలకుడి వైపు ధ్వని ప్రయాణిస్తే, పై సమీకరణంలో ధ్వనివేగము ధనాత్మకం. ఇదే విధంగా v_0 మరియు v_S లు v దిశలో ప్రయాణించిన మరియు v_0 మరియు v_s దిశలో ప్రయాణించిన, సమీకరణంలో v_0, v_s లు ధనాత్మకంగా తీసుకొనుము.

డాప్లర్ ఫలితము ధ్వని తరంగాలకు మరియు కాంతి తరంగాలకు కూడా వర్తిస్తుంది. కావున వాటిని ఉపయోగించుకనే ఆవశ్యకతను తెలియచేయును. ముఖ్యంగా డాప్లర్ ఫలితము విశ్వవ్యాకోచ భావనను తెలియజేయును.

ఉదాహరణకు : నక్షత్రం నుండి విడుదలయిన కాంతి, వర్ణపట రేఖల విశ్లేషణను బట్టి అది వర్ణ పటంలోని ఎరుపు వర్ణపట రేఖ వైపు విస్థాపనం (Shift) చెందును. ఈ విస్థాపనాన్ని ఎరుపు విస్థాపనం అందురు. దీని విలువ 0.32% అయిన నక్షత్రము ఎంత వేగంతో దూరంగా పోవును?

సాధన : ఈ సందర్భంలో తరంగ జనకం నక్షత్రం. పరిశీలకుడు భూమిపై విరామస్థితిలో కలదు. తరంగం పొడవులో కలిగే తగ్గుదల

$$\lambda' = \frac{v - v_S}{n}$$

$n = \frac{v}{\lambda}$ కావున $$\lambda' = \frac{v - v_S}{\frac{v}{\lambda}} \Rightarrow \lambda' = \lambda\left(\frac{v - v_S}{V}\right)$$

$$\lambda' = \lambda\left[1 - \frac{v_S}{v}\right]$$

పై విలువలను మార్చి రాయగా

$$\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} = -\frac{v_S}{v}$$

$$-\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_S}{v}$$

కాని, $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.032}{100}$; $v = c = 3\times10^8$ m/s అనుకుంటే

$$v_S = v.\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$

$$v_S = -3\times10^8\times\frac{0.032}{100}$$

$$v_S = -9.6\times10^4\ ms^{-1}$$

రుణ గుర్తు నక్షత్రం దూరంగా పోతుందని అని తెలియజేస్తుంది. దీన్ని బట్టి ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వం వ్యాకోచ స్థితిలో ఉన్నది అని తీర్మానించెను.

మాడ్యూల్ - 5

15 విద్యుత్ ఆవేశం మరియు విద్యుత్‌క్షేత్రం

ఇప్పటి వరకు మీరు యాంత్రిక, ఉష్ణ మరియు దృశా వ్యవస్థల గురించి, అవి చూపించే వివిధ దృగ్విషయములను చదువుకున్నారు. మన నిత్యజీవితంలో విద్యుత్తు యొక్క ప్రాముఖ్యత గురించి కూడా మనకు తెలుసు. ప్రతినిత్యం మనం వాడే వివిధ పరికరాలన్నీ విద్యుత్తు శక్తి లభ్యత పైన ఆధారపడి యున్నవి. విద్యుత్తు మరియు అయస్కాంత దృగ్విషయాలపై మనం ఎంతగా ఆధారపడి యున్నామో విద్యుత్తు శక్తి సరఫరా లేనప్పుడు తెలుస్తుంది. విద్యుత్తు శక్తి సరఫరా ఆగిపోయినపుడు, విద్యుత్తు దీపాలు వెలగవు, ఎండాకాలంలో కూలర్లు, ఎయిర్ కండీషనర్లు మరియు శీతాకాలంలో హీటర్లు, గీజర్లు పనిచేయక ఆగిపోతాయి. ఆలాగే రేడియో టీ.వి, కంప్యూటర్లు, మైక్రోవేవ్ ఓవెన్‌లు కూడా పనిచేయవు. మోటారు పంపులు పనిచేయక పోవడం వల్ల పొలంలో పంటలు పండించలేము. విద్యుత్తు శక్తి సరఫరా నిలిచిపోతే రైళ్ళ రాకపోకలకు కూడా అంతరాయం కలుగుతుంది. పరిశ్రమలలో యంత్రాలు పనిచేయవు. క్లుప్తంగా చెప్పాలంటే మన జీవనం నిశ్చలమైనట్లు అనిపిస్తుంది. ఒక్కోసారి ప్రజలు అసహనానికి గురవుతారు. కాబట్టి విద్యుత్తు మరియు అయస్కాంత దృగ్విషయాల గురించి తెలుసుకోవలసిన ప్రాముఖ్యత ఎంతైనా ఉంది.

ఈ పాఠ్యభాగములో మీరు రెండు రకాల విద్యుదావేశాల గురించి, వివిధ పరిస్థితులలో వాటి ప్రవర్తన, వాటి మధ్య పనిచేయు బలాల గురించి, వాటి చుట్టూ ఉన్న స్థల ప్రవర్తన గురించి తెలుసుకుంటారు. స్థూలంగా చెప్పాలంటే స్థిర విద్యుదావేశాల గురించి తెలియచెప్పే భౌతికశాస్త్ర శాఖను చదువబోతున్నాము. ఈ శాఖనే స్థిర విద్యుత్ అని అంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ఈ కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- విద్యుదావేశాల ప్రాథమిక ధర్మాలను చెప్పడం

- విద్యుదావేశాల నిత్యత్వం మరియు క్వాంటీకరణ భావనలు వివరించడం
- విద్యుదావేశాల మధ్యగల బలాన్ని కూలూంబ్ నియమం ద్వారా వివరించడం
- స్థిర ఆవేశం వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రంను నిర్వచించడం, విద్యుత్ బలరేఖలు గీయడం
- విద్యుత్ ద్విధ్రువము (డైపోల్), ద్విధ్రువ భ్రామకము మరియు ద్విధ్రువము వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రాలను నిర్వచించడం
- గాస్ సిద్ధాంతమును నిర్వచించి, బిందు ఆవేశం వల్ల మరియు పొడవైన ఆవేశిత తీగ వల్ల కలిగే విద్యుత్ క్షేత్రంకు సమాసములు రాబట్టడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వస్తువును ఆవేశపూరితం చేసేటప్పుడు వస్తువు గ్రహించే ఆవేశం ఎంత విలువైనా పొందవచ్చునా?

జ. వస్తువును ఆవేశపూరితం చేసినప్పుడు, వస్తువు గ్రహించే ఆవేశం ఎలక్ట్రాను ఆవేశానికి (e) పూర్ణాంక గుణిజాలుగా మాత్రమే ఉంటుంది. n పూర్ణాంకమైతే ne ఆవేశం అవుతుంది.

2. రెండు ఆవేశాలు 4 సెం.మీ. దూరంలో ఉన్నప్పుడు వాటి మధ్య బలం F న్యూటన్లు. వాటి మధ్య దూరం 5 సెం.మీ. అయితే వాటి మధ్య బలం ఎంత?

జ. $$F = \frac{9\times10^9 q_1q_2}{r^2} = 9\times10^9 \frac{q_1q_2}{16\times10^{-4}}$$

$$F_1 = 9\times10^9 \frac{q_1q_2}{25\times10^{-4}}$$

$$\frac{F_1}{F} = \frac{16\times10^{-4}}{25\times10^{-4}} \qquad \therefore F_1 = \frac{16F}{25}$$ న్యూటన్లు.

3. రెండు సర్వసమానమైన ఆవేశాలను సమతలంపై d దూరంలో ఉంచిన ఫలిత క్షేత్రం ఎక్కడ శూన్యం అవుతుంది.

జ. రెండు సర్వసమానమైన ఆవేశాలను సమతలంపై d దూరంలో ఉంచినప్పుడు ఆవేశాల మధ్య బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం సున్నా.

4. విద్యుత్ బలరేఖలు ఖండించుకోవు. ఎందువల్ల?

జ. విద్యుత్ బలరేఖలు ఒకదానికొకటి పరస్పరం ఖండించుకోవు. అవి ఏ బిందువు వద్దనయినా, ఒకవేళ, ఖండించుకోవడం జరిగితే, ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రానికి రెండు వేరు వేరు దిశలు ఉండాలి. ఇది అసాధ్యం. అందువల్ల బలరేఖలు ఖండించుకోవు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. స్థిర విద్యుత్‌లోని కులూంబ్ నియమం రాసి వివరించండి?

జ. కులూంబ్ నియమం : q_1 మరియు q_2 లు రెండు స్థిర బిందు ఆవేశాలు. వాటి మధ్య దూరం r అయిన, రెండు ఆవేశాల మధ్య గల బలం

- వాటి పరిమాణాల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలోను
- వాటి మధ్యగల దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలోను,
- రెండు ఆవేశాలను కలిపే సరళరేఖ దిశలో ఉండి,
- సజాతి ఆవేశాల మధ్య వికర్షణ బలంగాను, విజాతి ఆవేశాల మధ్య ఆకర్షణ బలంగాను పనిచేస్తుంది.

బలపరిమాణం F ను కింది విధంగా రాయవచ్చును.

$$F = k\frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

k అనుపాత స్థిరాంకం. k విలువ రెండు ఆవేశాల మధ్య ఉండే యానకం మీద; q_1, q_2, r లు ఏ ప్రమాణాలలో చెబుతున్నామో ఆ ప్రమాణాల వ్యవస్థ మీద ఆధారపడి వుంటుంది. గాలి లేదా శూన్య యానకంలో

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

ఇక్కడ అనుపాత స్థిరాంకం $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$. ε_0 ని స్వేచ్ఛా అంతరాళం (గాలి లేక శూన్యం) యొక్క పెర్మిటివిటి అంటారు. గాలి కాక మరొక యానకంలో $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon}$. ε ని యానకం యొక్క పెర్మిటివిటి అంటారు. అపుడు బలం

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$ గా రాయవచ్చు.

అంటే యానకంలో ఉన్న ఆవేశాల వ్యవస్థలో ఆవేశాలపై పని చేసే బలపరిమాణం, అదే వ్యవస్థ గాలి లేక శూన్యంలో ఉన్నప్పుడు పనిచేసే బలపరిమాణం రెండూ వేరువేరుగా వుంటాయి.

SI వ్యవస్థలో ఆవేశం ప్రమాణం కూలూంబ్ (C). కూలూంబ్‌ను విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రమాణం ఆంపియర్‌తో నిర్వచించవచ్చు.

SI వ్యవస్థలో గాలి లేదా శూన్యంలో k విలువ

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

కులూంబ్ నియమం విలోమ వర్గ నియమంగా కూడా పిలువబడుతుంది. కులూంబ్ నియమంలో తీసుకున్న ఆవేశాలు బిందు ఆవేశాలు మాత్రమే.

2. విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఒక బిందువు వద్ద బిందు ఆవేశాన్ని $8.5\times10^{-4}N$ ఉంచినపుడు దాని మీద $q = 3.5\mu C$ బలం పనిచేసినది, విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను లెక్కించండి.

జ: సమీకరణం నుంచి

$$E = \frac{F}{q} = \frac{8.5\times10^{-4}N}{3.5\times10^{-6}C} = 2.43\times10^{2}NC^{-1}$$

3. విద్యుత్ బలరేఖల ధర్మాలను వివరించండి.

జ. విద్యుత్ బలరేఖల ధర్మాలు :

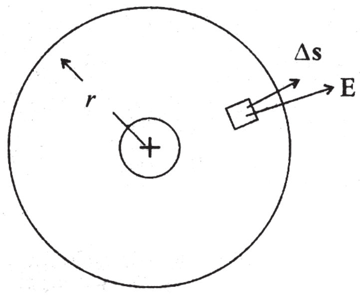
1. బలరేఖలు ధనావేశం నుండి ఉత్పన్నమయ్యి, అనంతంలో అంతమవుతాయి.
2. అనంతంలో ఉత్పన్నమయిన బలరేఖలు రుణావేశం మీద అంతమవుతాయి.
3. విద్యుత్ డైపోల్‌కు బలరేఖలు ధనావేశం నుంచి మొదలయ్యి రుణావేశం వద్ద అంతమవుతాయి.
4. బలరేఖపైన ఏ బిందువు వద్దనైన గీచిన స్పర్శరేఖ ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర దిశను తెలుపుతుంది.
5. ఏ బిందువు వద్ద అయినా, ఏకాంక అడ్డుకోత వైశాల్యానికి గల విద్యుత్ బలరేఖల సంఖ్య, ఆ బిందువు వద్ద గల విద్యుత్ క్షేత్రానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
6. ఏ రెండు విద్యుత్ బల రేఖలూ ఒకదానికొకటి పరస్పరం ఖండించుకోవు.

4. గాస్ సూత్రాన్ని వివరించండి.

జ. వ్యాసార్థం గల ఒక గోళాన్ని తీసుకుందాం. దాని కేంద్రం వద్ద ష వి ఆవేశంను ఉంచామనుకుందాం. గోళం ఉపరితలంపై ప్రతి బిందువు వద్ద గల విద్యుత్ క్షేత్ర పరిమాణం.

$$E = k\times\frac{q}{r^2}$$

విద్యుత్ క్షేత్ర దిశ ఉపరితలానికి లంబంగా బయట వైపుకు ఉంటుంది. గోళాకార తలంపై Δs వైశాల్యం కలిగిన అల్పాంశంను తీసుకుందాము. ఇక్కడ $\mathbf{\Delta s}$ అనేది ఒక సదిశ. దీని పరిమాణం అల్పాంశం వైశాల్యం Δs కు సమానం, దిశ అల్పాంశంకు లంబంగా ఉంటుంది. (పటం)



పటం

విద్యుత్ అభివాహం $\Delta\phi$ ను $\mathbf{\Delta}$s మరియు **E** ల అదిశా లబ్ధంగా నిర్వచించవచ్చు.

$$\Delta\phi = \mathbf{E} \cdot \mathbf{\Delta s}$$

మొత్తం గోళాకార తలం గుండా పోయే విద్యుత్ అభివాహం ϕ కావలెనంటే అటువంటి అన్ని అంశదానములను కలపాలి.

$$\phi_E = \sum_{\Delta s_i \to 0} \mathbf{E}_i \cdot \Delta s_i$$

E మరియు $\mathbf{\Delta}$s ల మధ్యకోణం శూన్యం. కాబట్టి గోళాకార తలం గుండా పోయే మొత్తం అభివాహం

$$\phi_E = k \times \frac{q}{r^2} \sum \Delta s$$

గోళాకార తలంపై అన్ని అల్పాంశాల మొత్తం వైశాల్యం విలువ $4\pi r^2$. కాబట్టి గోళాకార తలం గుండా పోయే నికర విద్యుత్ అభివాహం

$$\phi_E = k \times \frac{q}{r^2} \times 4\pi r^2$$

$$= 4\pi k \times q$$

$$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$$ ను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$\phi_E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \times 4\pi q$$

$$= \frac{q}{\epsilon_0}$$

గోళంలోని గోళాకార తలాన్ని గాసియన్ తలం అంటారు. సమీకరణంను గాస్ నియమం అని అంటారు. గాస్ నియమం ఈ విధంగా ప్రవచిస్తుంది. *ఏదైనా ఒక మూసిన గాసియన్ తలం గుండా వెలువడే నికర విద్యుత్ అభివాహం ϕ ఆ తలం లోపల ఉన్న మొత్తం విద్యుదావేశం q కి $\frac{1}{\epsilon_0}$ రెట్లు ఉంటుంది.*

5. గాస్ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి బిందు విద్యదావేశం వల్ల కలిగే విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని కనుగొనండి.

జ. గాస్ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి బిందు విద్యుదావేశం వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని కనుక్కుందాం. r వ్యాసార్ధం కలిగి, కేంద్రం వద్ద ఒక బిందు విద్యుదావేశం గల గోళాకార గాసియన్ తలాన్ని పటంలో చూపినట్లు ఊహిద్దాం. గోళాకార సౌష్టవరిత్యా ఈ తలంపై ఏ బిందువు వద్దనైనా తలానికి లంబదిశలో బయటకు విద్యుత్ క్షేత్రం E ఉంటుంది. వైశాల్య అల్పాంశం Δs కు గీసిన లంబం, **E** కు సమాంతరంగా ఉంది. గాస్ సూత్రం ప్రకారం

పటం. $+q$ ఆవేశం కేంద్రం వద్ద గల గోళాకార తలంపై విద్యుత్ క్షేత్రం

$$\phi_E = \sum_i \mathbf{E}_i \,.\, \Delta \boldsymbol{s}_i = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$\cos\theta = 1$ మరియు తలంపై అన్ని బిందువుల వద్ద **E** సమానం కాబట్టి

$$\phi_E = E \times 4\pi r^2$$

లేదా $$\frac{q}{\epsilon_0} = E \times 4\pi r^2$$

$$\Rightarrow E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

గోళాకార తలంపై E ని గణించిన బిందువు వద్ద రెండవ ఆవేశం q_0 ఉంటే విద్యుత్ క్షేత్రం వల్ల q_0 ఆవేశంపై కలిగే బల పరిమాణం

$$F = q_0 \times E$$

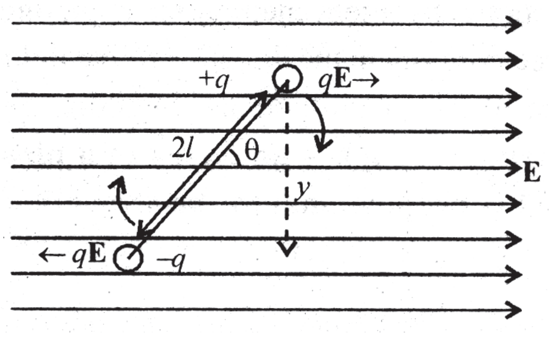
అపుడు $$F = \frac{q_0 q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

ఇది రెండు స్థిర బిందు ఆవేశాల మధ్యగల కూలూంబ్ బలానికి సమాసం.

6. ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రంలో డైపోల్ ఉంచినప్పుడు అది ఏవిధంగా ప్రవరిస్తుందో తెలపండి.

జ. ఏక (సమ) రీతి విద్యుత్ క్షేత్రంలో డైపోల్

విద్యుత్ క్షేత్రం పరిమాణం, దిశలలో మారకుండా ఉంటే దానిని ఏకరీతి లేదా సమరీతి విద్యుత్‌క్షేత్రం అంటారు. ఆవేశిత సమాంతర ఫలక కండెన్సర్‌లో ఫలకల మధ్య ఇటువంటి క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. సమదూరంలో ఉన్న సమాంతర రేఖల ద్వారా దీన్ని పటంలో చూపించాం.



పటం. సమ విద్యుత్ క్షేత్రంలో డైపోల్. డైపోల్‌పై పనిచేసే బలాలు కలిసి ఒక బలయుగ్మమవుతుంది. ఈ బలయుగ్మం డైపోల్‌ను తిప్పడానికి ప్రయత్నిస్తుంది.

విద్యుత్‌క్షేత్రం x- అక్షం దిశలో ఉందనుకుందాం. క్షేత్రదిశతో డైపోల్ అక్షం θ కోణం చేస్తుందనుకుందాం. +q ఆవేశంపై q**E** అనే బలాన్ని + x దిశలోను, దానికి సమానమైన బలాన్ని - q ఆవేశంపై - x దిశలోను విద్యుత్ క్షేత్రం కలిగిస్తుంది. ఈ బలాలు రెండూ కలిసి ఒక బలయుగ్మమవుతుంది. ఈ బలయుగ్మం డైపోల్‌ని తిప్పి క్షేత్రదిశకు సమాంతరంగా నిశ్చలస్థితికి తీసుకురావడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. బలయుగ్మ భ్రామకం లేదా టార్క్ పరిమాణం

τ = టార్క్ బలం$\times$ బల యుగ్మంలోని బలాల మధ్యగల లంబదూరం

$$\tau = \text{qE} \times \text{y}$$

$$= \text{qE} \times 2\text{l} \sin\theta$$

$$= p\text{E} \sin\theta$$

సదిశారూపంలో $\tau = \boldsymbol{p} \times \mathbf{E}$

పై సమీకరణం నుండి

$\theta = 0$ అయినపుడు, బలయుగ్మ భ్రామకం τ సున్నా అవుతుంది.

$\theta = 90^0$ అయితే, డైపోల్‌పై బలయుగ్మ భ్రామకం τ గరిష్ఠంగా ఉండి pE కి సమానం అవుతుంది.

దీన్ని బట్టి విద్యుత్ క్షేత్రం డైపోల్‌ను తిప్పి క్షేత్రదిశకు సమాంతరంగా తీసుకురావడానికి ప్రయత్నిస్తుంది.

7. విద్యుత్ డైపోల్‌లోని విద్యుదావేశాలు $+6.0 \times 10^{-6}$ C, -6.0×10^{-6} C. ఈ ఆవేశాల మధ్య దూరం 4×10^{-10} m అయితే డైపోల్ భ్రామకంను కనుక్కోండి. ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రం $E = 3.0\times10^{2}\,NC^{-1}$ లో ఈ డైపోల్‌ను క్షేత్రదిశకు 30^0 ల కోణంలో ఉంచినపుడు దానిపై కలిగే బలయుగ్మ భ్రామకాన్ని కనుక్కోండి.

జ. డైపోల్ భ్రామకం $p = qd$

$$= (6.0\times10^{-6}\,C)(4.0\times10^{-10}\,m)$$

$$= 24\times10^{-16}\,C-m.$$

బలయుగ్మ భ్రామకం $\tau = pE\sin\theta$ కాబట్టి

$$\tau = (24\times10^{-16}\,C-m)\times(3.0\times10^{2}\,NC^{-1})\sin 30^0$$

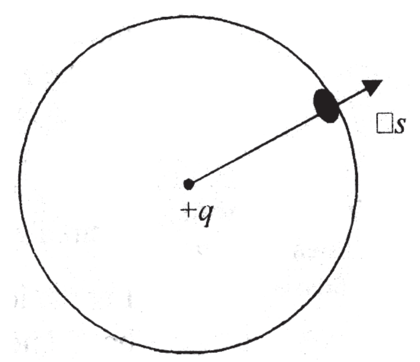
$$= \frac{72}{2}\times10^{-14}\,N-m$$

$$= 36\times10^{-14}\,N-m$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఒక బిందు విద్యుదావేశం నుంచి కొంత దూరంలో ఉన్న బిందువు వద్ద ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రానికి సమీకరణం ఉత్పాదించండి?

జ. గాస్ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి బిందు విద్యుదావేశం వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని కనుక్కోవచ్చు. r వ్యాసార్థం కలిగి, కేంద్రం వద్ద ఒక బిందు విద్యుదావేశం గల గోళాకార గాసియన్ తలాన్ని పటంలో చూపినట్లు ఊహించాలి. గోళాకార సౌష్టవరిత్యా ఈ తలంపై ఏ బిందువు వద్దనైనా తలానికి లంబదిశలో బయటకు విద్యుత్ క్షేత్రం E ఉంటుంది. వైశాల్య అల్పాంశం Δs కు గీసిన లంబం, E కు సమాంతరంగా ఉంది. గాస్ సూత్రం ప్రకారం



పటం $+q$ ఆవేశం కేంద్రం వద్ద గల గోళాకార తలంపై విద్యుత్ క్షేత్రం

$$\phi_E = \sum_i \mathbf{E}_i \,.\, \Delta s_i = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$\cos\theta = 1$ మరియు తలంపై అన్ని బిందువుల వద్ద **E** సమానం కాబట్టి

$$\phi_E = E \times 4\pi r^2$$

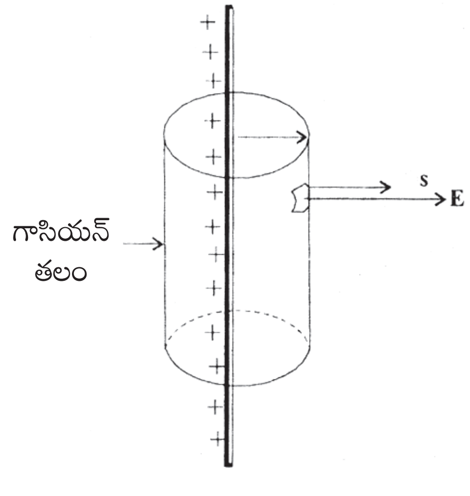
లేదా $\dfrac{q}{\epsilon_0} = E \times 4\pi r^2$

$$\Rightarrow E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

బిందు విద్యుదావేశం 'q' వల్ల ఒక బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం, $E = \dfrac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$.

2. ఆవేశితమైన తిన్నని తీగ వల్ల కలిగే విద్యుత్ క్షేత్రానికి సమీకరణం రాబట్టండి ?

జ. సమదైర్ఘ్య ఆవేశ సాంద్రత σ_l (ప్రమాణ పొడవుకు గల ఆవేశం) ఉన్న ఒక అనంతమైన పొడవు కలిగిన తిన్నని ఆవేశితమైన తీగను తీసుకుందాం. +q ఆవేశం ఈ తీగపై ఉందనుకుందాం. r దూరంలో ఉన్న P అనే బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని లెక్కించాలి. ఇప్పుడు మనం ఆవేశిత తీగ చుట్టూ తీగను ఆవరిస్తూ తీగతో సహాక్షంగా ఉండే ఒక స్తూపంను గీయాలి. ఈ స్తూపం రెండు చివరలు మూసి ఉండాలి. ఈ స్తూపాకార గాసియన్ తలాన్ని కింది పటంలో చూపించాం.



పటం: సమ దైర్ఘ్య ఆవేశ సాంద్రత గల ఆవేశితమైన తిన్నని తీగ వల్ల కలిగే విద్యుత్ క్షేత్రం. గాసియన్ తలం ఒక సమకోణ వృత్తాకార స్తూపం.

ఆవేశిత తీగ నుంచి అన్ని బిందువులు సమాన దూరంలో ఉన్నాయి కాబట్టి స్తూప వక్రతలంపై ఏ బిందువు వద్దనైనా విద్యుత్ క్షేత్ర పరిమాణం E స్థిరంగా ఉంటుంది. విద్యుత్ క్షేత్ర దిశ, అల్పాంశ వైశాల్యానికి (Δs) గీసిన లంబం సమాంతరంగా ఉన్నాయి. గాసియన్ స్తూపం పొడవు l అనుకుందాం. గాసియన్ స్తూపం చేత ఆవరింపబడిన మొత్తం ఆవేశం $q = \sigma_l l$. స్తూపం వక్రతల వైశాల్యం $2\pi rl$

స్థూపంకు పైన, కింద గల చదునైన తలాల సదిశా వైశాల్యాలు విద్యుత్ క్షేత్రానికి లంబంగా ఉంటాయి $(\cos 90^0 = 0)$ కాబట్టి ఈ తలాల గుండా విద్యుత్ అభివాహం సున్నా అవుతుంది. అపుడు

$$\phi_E = \sum \mathbf{E} \,.\, \Delta \mathbf{s}$$

$$= E \times 2\pi \, rl$$

గాస్ సూత్రం ప్రకారం $\phi_E = \frac{q}{\in_0}$ కాబట్టి

$$E \times 2\pi \, rl = \frac{q}{\in_0} = \frac{\sigma_l l}{\in_0}$$

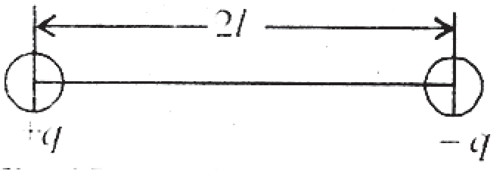
లేదా $$E = \frac{\sigma_l}{2\pi \in_0 r}$$

పై సమీకరణం, విద్యుత్ క్షేత్రం విలువ తీగ నుంచి బిందువు వరకు గల దూరానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుందని తెలుపుతుంది.

3. విద్యుత్ డైపోల్ వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని వివరించండి.

జ. విద్యుల్ డైపోల్ (ద్విధ్రువం) వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రం

సమాన పరిమాణాలు గల రెండు విజాతి విద్యుదావేశాలను స్వల్ప దూరంలో ఉంచిన అమరికను విద్యుత్ డైపోల్ అంటారు. ఉదాహరణ H_2O. పటంలో చూపినట్లుగా + q మరియు - q ఆవేశాల మధ్య దూరం 2l అనుకుందాం.



పటం: సమాన పరిమాణాలు గల రెండు విజాతి ఆవేశాలను స్వల్ప దూరంలో ఉంచిన డైపోల్ (ద్విధ్రువం) ఏర్పడుతుంది.

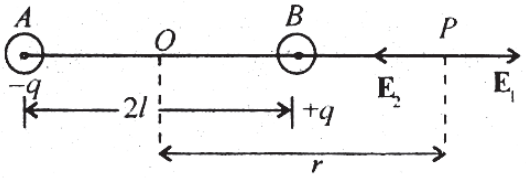
డైపోల్‌లోని ఆవేశాల ఒకదాని పరిమాణం మరియు ఆవేశాల మధ్య దూరంల లబ్ధాన్ని **డైపోల్ భ్రామకం** p అంటారు.

$$p = q \times 2l \qquad \ldots(1)$$

SI పద్ధతిలో దీని ప్రమాణం కూలూంబ్-మీటరు డైపోల్ భ్రామకం ఒక సదిశరాశి. దీని పరిమాణాన్ని సమీకరణం(1) ఇస్తుంది. దిశను రుణావేశం నుంచి ధనావేశం దిశగా డైపోల్ అక్షం మీద తీసుకుంటాం. డైపోల్‌లోని ఆవేశాలను కలిపే రేఖను డైపోల్ అక్షం అంటారు. డైపోల్, డైపోల్ భ్రామకంలను నిర్వచించిన మనం ఇపుడు డైపోల్ వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రంను కనుక్కొందాం. ఈ కింది సందర్భాలలో విద్యుత్ క్షేత్రంను సులభంగా కనుక్కోవచ్చు.

మొదటి సందర్భము : *డైపోల్ (ద్విధ్రువం) అక్షంపై గల బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం :*

డైపోల్ అక్షీయ రేఖపై P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రానికి సమాసము రాబట్టడానికి ఈ క్రింది పటంను చూడండి.



పటం : డైపోల్ అక్షంపై గల బిందువు P వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం

దీనిని end - on స్థానం అంటారు. A, B బిందువుల వద్ద $-q, +q$ అనే ఆవేశాలు 2l దూరంలో ఉన్నాయనుకుందాం. డైపోల్ AB మధ్య బిందువు O. దాని నుండి r దూరంలో P అనే బిందువు ఉందనుకుందాం. ఇపుడు P బిందువు వద్ద B వద్ద గల $+q$ ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రం.

$\mathbf{E}_1 = \mathrm{k} \times \dfrac{q}{(r-l)^2}$ ఇది AP దిశలో ఉంటుంది.

అలాగే P బిందువు వద్ద $-q$ వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రం

$\mathbf{E}_2 = \mathrm{k} \times \dfrac{q}{(r+l)^2}$ ఇది PA దిశలో ఉంటుంది.

[$\mathbf{E}_1$, $\mathbf{E}_2$ కంటే ఎక్కువగా ఉన్నందున P వద్ద ఫలిత క్షేత్రం $\mathbf{E}$, $\mathbf{E}_1$ దిశలో ఉంటుంది.] [$(r-\mathrm{l})$, $(r+\mathrm{l})$ కన్నా తక్కువ కాబట్టి]

$$\mathbf{E} = \frac{kq}{(r-l)^2} - \frac{kq}{(r+l)^2} = kq\left[\frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2}\right]$$

$$= kq\left[\frac{(r+l)^2 - (r-l)^2}{(r^2-l^2)^2}\right] = kq \times \frac{4lr}{(r^2-l^2)^2}$$

$$= k\left[\frac{(2lq)2r}{(r^2-l^2)^2}\right] = k\frac{2\boldsymbol{p}r}{(r^2-l^2)^2}$$

ఇక్కడ డైపోల్ భ్రామకం $\boldsymbol{p} = 2\mathrm{lq}$. $k = \dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}$ కావున

$$\mathbf{E} = \frac{2\boldsymbol{p}}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{r}{r^4\left(1-\dfrac{l^2}{r^2}\right)^2}$$

$r >> l$ అయితే, $\frac{l^2}{r^2}$ విలువ 1 కంటే చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి పై సమీకరణంలో $\frac{l^2}{r^2}$ ను వదిలివేయవచ్చు. అపుడు విద్యుత్ క్షేత్రంను

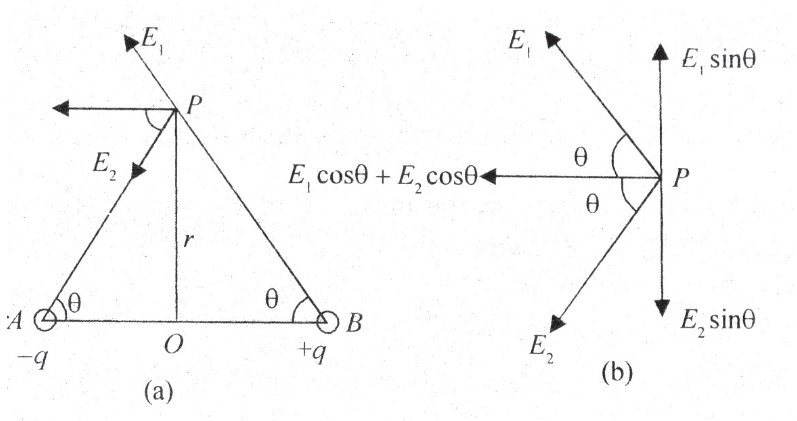
$$\mathbf{E} = \frac{2\boldsymbol{p}}{4\pi \in_0 r^3}$$ ..... (2) గా రాయవచ్చు.

దీన్నిబట్టి విద్యుత్ క్షేత్రం $\boldsymbol{p}$ దిశలో ఉందని చెప్పవచ్చు. క్షేత్ర పరిమాణం డైపోల్ కేంద్రం మరియు బిందువుకు మధ్యగల దూర మూడవ ఘాతానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

రెండవ సందర్భము : *డైపోల్ మధ్యలంబ రేఖపై గల బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం (Broad - on స్థానం) :*

డైపోల్ మధ్య బిందువు O నుండి దాని మధ్యలంబ రేఖపైన r దూరంలో P బిందువు పటం(ఎ)లో చూపినట్లు ఉందనుకుందాం.

AB = 2l, OP = r మరియు AO = OB = l అని గమనించండి. పటం(ఎ) లో θ కోణం చూపబడింది.



పటం(ఎ) డైపోల్ మధ్యలంబ రేఖపై ఉన్న బిందువు P వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం, (బి) క్షేత్రాన్ని అంశాలుగా విభజించడం

లంబకోణ త్రిభుజాలు ΔPAO మరియు ΔPBO నుండి

$$AP = BP = \sqrt{l^2 + r^2}$$

P బిందువు వద్ద + q ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రం

$$\mathbf{E}_1 = k\frac{q}{l^2 + r^2}$$ ఇది BP దిశలో ఉంటుంది.

అలాగే P బిందువు వద్ద, - q ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రం

$$\mathbf{E}_2 = k\frac{q}{l^2 + r^2}$$ ఇది PA దిశలో ఉంటుంది.

పై సమీకరణాల నుండి $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2$ ల పరిమాణాలు సమానం అనే విషయాన్ని గమనించవచ్చు.

AB కి సమాంతరంగా మరియు లంబంగా $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2$ క్షేత్రాలను విభజనం చేశామనుకుందాం. AB కి సమాంతరంగా ఉన్న అంశాలు $\mathbf{E}_1 \cos\theta$ మరియు $\mathbf{E}_2 \cos\theta$. ఈ రెండూ ఒకే దిశలో ఉన్నాయి. AB కి లంబంగా ఉన్న అంశాలు $\mathbf{E}_1 \sin\theta$ మరియు $\mathbf{E}_2 \sin\theta$. ఇవి పరిమాణంలో సమానంగా ఉండి, దిశలలో వ్యతిరేకంగా ఉండడం వల్ల కొట్టుకొనిపోతాయి. కాబట్టి P బిందువు వద్ద ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర పరిమాణం

$$E = E_1 \cos\theta + E_2 \cos\theta$$

$$= k\frac{q}{l^2 + r^2}\cos\theta + k\frac{q}{l^2 + r^2}\cos\theta$$

కాని $\cos\theta \frac{l}{\sqrt{(l^2 + r^2)}}$. పై ఫలితంలో ఈ సమీకరణంను ఉపయోగించిన P వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం

$$E = \frac{kq}{(l^2 + r^2)} \times \frac{2l}{\sqrt{(l^2 + r^2)}}$$

$$E = k\frac{2lq}{\left(l^2 + r^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= k\frac{2lq}{r^3\left(1 + \frac{l^2}{r^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

కాని $p = 2lq$ మరియు $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. $r^2 >> 1^2$ అయితే $\frac{l^2}{r^2}$ విలువను 1 తో పోల్చినపుడు వదిలి వేయవచ్చును. అపుడు

$$E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} \qquad \dots(3)$$

డైపోల్ మధ్య లంబ రేఖపై P బిందువు వద్ద గల విద్యుత్ క్షేత్రం ఆ బిందువుకు మరియు ఆవేశాలను కలిపే రేఖకు మధ్యగల లంబ దూర మూడవ ఘాతానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. సమీకరణాలు (2) మరియు (3) లను పోల్చినపుడు విద్యుత్ క్షేత్రం రెండు సందర్భాలలోను $\frac{1}{r^3}$ కు అనులోమానుపాతంలో ఉందని గమనించవచ్చు. కాని కొన్ని తేడాలు ఉన్నాయి.

16 విద్యుత్ పొటెన్షియల్ మరియు కెపాసిటర్స్

ప్రవాహి, ఉష్ణశక్తి ప్రవహించే దిశల గురించి మీరు రెండవ, మూడవ పాఠంలో తెలుసుకున్నారు. వేరు వేరు నీటి మట్టాలున్న రెండు పాత్రలను ఒక గొట్టంతో అడుగు భాగంలో కలిపితే పాత్రలలో గల నీటి పరిమాణానికి సంబంధం లేకుండా ఎక్కువ మట్టం ఉన్న పాత్ర నుండి నీరు తక్కు మట్టం గల పాత్రలోకి, మట్టాలు సమానం అయ్యేంతవరకు ప్రవహిస్తుంది. నీటి మట్టం నీటి పీడనాన్ని తెలియచేస్తుంది. అట్లాగే రెండు వస్తువుల ఉష్ణశక్తి ఎల్లప్పుడూ ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత గల వస్తువు నుంచి తక్కువ ఉష్ణోగ్రత గల వస్తువులోకి ప్రవహిస్తుంది. ఇక్కడ కూడ ఉష్ణశక్తి ప్రవాహ దిశ, వస్తువులోని ఉష్ణశక్తి పరిమాణం పైన ఆధారపడదు.

ఇదే విధంగా రెండు బిందువుల మధ్య విద్యుదావేశ ప్రవాహాన్ని విద్యుత్ పొటెన్షియల్ నిర్ణయిస్తుంది. ఒక ధనావేశం ఎప్పుడూ ఎక్కువ పొటెన్షియల్ వద్ద ఉన్న బిందువు నుంచి తక్కువ పొటెన్షియల్ ఉన్న బిందువు దిశగా ప్రవహిస్తుంది. విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఒక శోధన ధనావేశంను స్వేచ్ఛగా వదిలినపుడు అది విద్యుత్ క్షేత్ర దిశలో ప్రవహిస్తుంది. దీన్ని బట్టి **విద్యుత్ క్షేత్రం (E)**, **విద్యుత్ పొటెన్షియల్ (V)** అనే భౌతిక రాశులు ఒకదానికొకటి అత్యంత సన్నిహితమైనవిగా చెప్పవచ్చు. ఈ పాఠంలో విద్యుత్ క్షేత్రం, విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అనే భౌతికరాశుల మధ్యగల సంబంధం గురించి నేర్చుకుంటారు. విద్యుదావేశాలను నిల్వ ఉంచే పరికరం కెపాసిటర్ గురించి కూడ ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు. విద్యుద్వలయాలలో పలుచోట్ల కెపాసిటర్‌లను ఉపయోగిస్తారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తర్వాత మీరు కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- ఒక బిందువు వద్ద గల విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను, పొటెన్షియల్ తేడాను వివరించగలడం.
- ఒక బిందు ఆవేశం వల్ల కలిగే విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు, డైపోల్ వల్ల ఒక బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్‌కు సమాసాలు రాబట్టడం.

- కెపాసిటర్ పని చేసే విధానం లేక సూత్రం వివరించి, వాటి ఉపయోగాలు చెప్పగలడం.
- సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ – కెపాసిటెన్స్‌కు సూత్రం రాబట్టడం.
- కెపాసిటర్లను సంధానం చేసి తుల్య (ఫలిత) కెపాసిటెన్స్‌ను రాబట్టడం.
- కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉండే శక్తిని లెక్కించడం.
- విద్యుత్ క్షేత్రంలో విద్యుత్‌రోధక ధ్రువణంను వివరించడం.

2 మార్కులు ప్రశ్నలు

1. ఈ క్రింది వాటికి ప్రమాణాలు రాయండి.

(ఎ) విద్యుత్ క్షేత్రం (బి) కెపాసిటెన్స్

జ. (ఎ) విద్యుత్ క్షేత్రం ప్రమాణం, S.I వ్యవస్థలో న్యూటన్/కూలుంబ్ (NC^{-1})

(బి) కెపాసిటెన్స్ ప్రమాణం, S.I వ్యవస్థలో ఫారడ్ (F).

2. ఒక విద్యుత్ క్షేత్రంలో 'q' ఆవేశంపై పనిచేసే బలం F అయితే విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత ఎంత?

జ. $E = \frac{F}{q}$

3. ఒక లోహ గోళానికి 6.4×10^{-7} C ధనావేశం కలిగించడానికి ఎన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు దాని నుంచి తీసివేయాలి?

జ. $q = ne$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{6.4\times10^{-7}}{1.6\times10^{-19}} = \frac{\cancel{64}^{\,4}}{\cancel{16}_{\,1}}\times10^{+12}$$

$$= 4\times10^{+12} \text{ ఎలక్ట్రాన్లు.}$$

4. బిందు ఆవేశం q చుట్టూ r వ్యాసార్థం గల వృత్తం గుండా ఒక బిందు ఆవేశాన్ని కదిలించడానికి చేయవలసిన పనిని లెక్కించండి?

జ. బిందు ఆవేశం చుట్టూ ఉన్న క్షేత్రం, గోళాకార సౌష్ఠవాన్ని కలిగి ఉంటుంది. కాబట్టి గోళ తలంపై ఉన్న ప్రతి బిందువు మీద సమ పొటెన్షియల్ ఉంటుంది. సమ పొటెన్షియల్ తలంపై ఆవేశాన్ని జరపడానికి చేయవలసిన పని సున్నా అవుతుంది.

5. ఒక బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రం సున్నా అయితే, ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ ఖచ్చితంగా సున్నా అవుతుందా?

జ. ఖచ్చితంగా కాదు. $E = 0$ అయినప్పుడు, పొటెన్షియల్ స్థిరంగా అయినా లేదా శూన్యం అయినా అవుతుంది.

6. కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధక పలకనుంచితే కెపాసిటి ఏమగును?

జ. రోధక స్థిరాంకం k అయిన, కెపాసిటీ k రెట్లు పెరుగును.

7. కెపాసిటర్ పొటెన్షియల్‌ను రెట్టింపు చేసిన నిలువ ఉన్న శక్తి ఎట్లు మారును?

జ. $U = \frac{1}{2}CV^2$

$U = \frac{1}{2}C(2V)^2$

$U_1 = \frac{1}{2} \times C \times 4 \times V^2 = 4U$

అనగా కెపాసిటర్ పొటెన్షియల్‌ను రెట్టింపు చేసిన, నిలువ ఉన్న శక్తి 4 రెట్లగును.

8. పలకల మధ్య గాలి కల కెపాసిటర్ C = 8 mF ను 12 V బ్యాటరీకి కలిపారు. కెపాసిటర్ ఆవేశితమైనప్పుడు గల ఆవేశం Q ఎంత?

జ. $C = \frac{Q}{V}$,

$Q = CV = 8 \times 10^{-3} \times 12$

$= 96 \times 10^{-3}\ C = 96\ mC.$

9. కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధకాన్ని ఉంచి కెపాసిటర్ యొక్క కెపాసిటిని తగ్గించవచ్చునా?

జ. k విలువ 1 కంటే ఎక్కువ కాబట్టి కెపాసిటి పెరుగుతుంది కాని తగ్గదు. అందువల్ల కెపాసిటిని తగ్గించలేము.

10. కెపాసిటర్లను ఏ పద్ధతిలో కలిపితే ఫలిత కెపాసిటీ చాలా తక్కువగా ఉంటుంది?

జ. శ్రేణి పద్ధతి

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

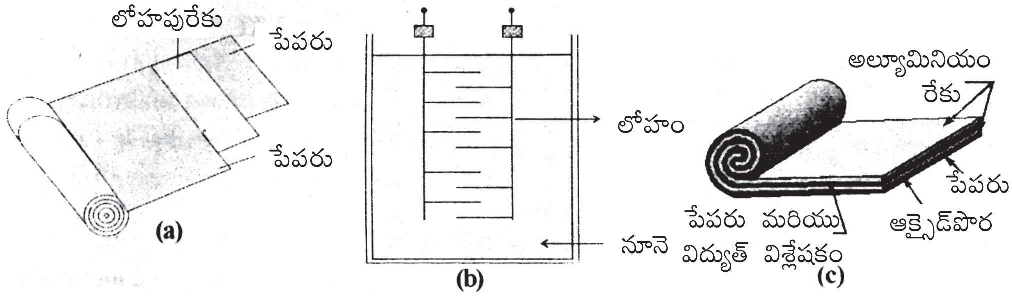
1. వేరు వేరు రకాల కెపాసిటర్ల గురించి వ్రాయండి?

జ. వేరు వేరు అనువర్తనాల కోసం వేరు వేరు రకాల కెపాసిటర్లను వాడతాం. అయితే వ్యాపార పరంగా మూడు రకాలైన కెపాసిటర్లను ఎక్కువగా వాడతాం. వాటిని పటంలో చూపించాం. కొన్ని ప్రత్యేక రకం కెపాసిటర్ల గురించి ఈ కింద వివరించడం జరిగింది.

1) **పేపర్ కెపాసిటర్ :** పేపర్ కెపాసిటర్‌లో నూనెలో గాని, మైనంలో గాని తడిపిన పేపరును రోధకంగా వాడతారు. ఈ పేపరును తగిన పరిమాణంలో తీసుకోవాలి. అదే పరిమాణం కలిగిన లోహపు రేకులు తీసుకుని ఈ పేపరుని లోహపు రేకుల మధ్య ఉంచుతారు. లోహపు రేకులు కెపాసిటర్ పలకలుగా పనిచేస్తాయి. అనేక

లోహపు రేకులను మైనంలో తడిపిన కాగితాలను ఏకాంతరంగా అమర్చి పటం(a) లో మాదిరిగా రూపొందిస్తారు. ఈ మొత్తం అమరికను చట్టగా చుట్టి ఒక స్థూపంలో ఉంచి మూసివేస్తారు. ఈ రకం కెపాసిటర్లు తక్కువ స్థలాన్ని ఆక్రమిస్తాయి. వీటిని ప్రయోగశాలలోను, రేడియో వలయాలలోను విరివిగా వాడతారు.

2) **వాహక పలక కెపాసిటర్లు (చర కెపాసిటర్లు) :** ఈ రకం కెపాసిటర్‌లో పలకల మధ్య ఉండే ప్రభావక వైశాల్యాన్ని మార్చడం ద్వారా కెపాసిటెన్స్‌ని మార్చవచ్చు. పటం(b) లో చూపినట్లు రెండు లోహపు కడ్డీలకు ఏకాంతరంగా అనేక లోహ పలకలను కలుపుతారు. మొత్తం పలకల వ్యవస్థను సిలికాన్ నూనెలో ముంచుతారు. పలకల మధ్య సిలికాన్ నూనె రోధక యానకం లాగా పనిచేస్తుంది. హెచ్చు వోల్టేజి కెపాసిటర్లు ఈ రకానికి చెందినవే. చర కెపాసిటర్‌లో పలకల జతలు రెండు ఉంటాయి. ఒక పలకల జత కదలకుండా స్థిరంగా ఉంటుంది. రెండవ పలకల జతను తిప్పవచ్చు. ఈ పలకల జతను తిప్పినపుడు పలకల మధ్య ఉమ్మడిగా ఉండే ప్రభావక వైశాల్యం మారుతుంది. పర్యవసానంగా కెపాసిటెన్స్ మారుతుంది. రేడియో టివీలలోని గ్రాహకాలలో అమర్చిన శృతి వలయాలలో ఈ చర కెపాసిటర్లను విరివిగా వాడతారు. వివిధ రేడియో కేంద్రాలను శృతి చేయడంలో ఈ చర కెపాసిటర్లు సహాయపడతాయి.



పటం పలు రకాల కెపాసిటర్లు : a) పేపరు కెపాసిటర్ b) చర కెపాసిటర్ c) విద్యుద్విశ్లేషక కెపాసిటర్

3) **విద్యుద్విశ్లేషక కెపాసిటర్ :** విద్యుద్విశ్లేషక కెపాసిటర్‌ను పటం(c)లో చూపించాం. ఒక లోహపు రేకును పెరుగుతున్న వ్యాసం గల స్థూపాకారంలో చుట్టి, ఆ అమరికను ద్రావణ రూపంలో ఉన్న ఒక విద్యుద్విశ్లేషకంలో ముంచాలి. ద్రావణంలోని అయానుల కారణంగా ద్రావణం వహనం చెందుతుంది. లోహపు రేకుకు, విద్యుద్విశ్లేకంకు మధ్య వోల్టేజిని అనువర్తించాలి. విద్యుద్విశ్లేషకం వహన గుణం కారణంగా, ఒక అతి పలుచని ఆక్సైడ్ పొర రేకుపై ఏర్పడుతుంది. ఈ పొర రోధక యానకంలా పని చేస్తుంది. రోధకం మందం చాలా తక్కువ అయినందు వల్ల ఈ రకం కెపాసిటర్ కెపాసిటెన్స్ చాలా ఎక్కువ. ఒక వలయంలో ఈ కెపాసిటర్‌ను కలిపేటప్పుడు ఆనోడ్ (A), కాథోడ్ (C) లను బ్యాటరీకి సక్రమంగా కలపాలి. లేకపోతే, ఆక్సైడ్ పొర బద్దలయిపోతుంది. (కెపాసిటర్ వహనం చెందడం మొదలు పెడుతుంది) ఈ కారణం వల్లనే, విద్యుత్ విశ్లేషక కెపాసిటర్‌లలో పైన ఆనోడ్‌ని, కాథోడ్‌ని విడివిడిగా స్పష్టంగా గుర్తిస్తారు. తక్కువ వోల్టేజి వద్ద అత్యధికంగా ఆవేశాన్ని నిలవ చేయడానికి ఈ రకం కెపాసిటర్లను వాడతారు.

2. కెపాసిటెన్స్‌ను నిర్వచించి, కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉండే శక్తికి సమీకరణం రాబట్టండి?

జ. రెండు వాహకాలలో ఏదైనా వాహకంపై గల ఆవేశ పరిమాణంకి, వాటి మధ్య గల పొటెన్షియల్ తేడా V కి గల నిష్పత్తిని కెపాసిటెన్స్ అని నిర్వచిస్తారు.

కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉండే శక్తి :

అనావేశితంగా ఉన్న ఒక కెపాసిటర్‌ను తీసుకుని బ్యాటరీకి కలిపి ఆవేశితం చేయాలి. అపుడు కెపాసిటర్ మీద చేరిన ఆవేశం తుది విలువ q అనుకుందాం. కెపాసిటర్ పలకల మధ్య తొలి పొటెన్షియల్ తేడా సున్నా. కెపాసిటర్ ఆవేశితం అయిన తరువాత పలకల మధ్య తుది పొటెన్షియల్ తేడా V.

కెపాసిటర్‌ను ఆవేశితం చేసే ప్రక్రియలో, సగటు పొటెన్షియల్ తేడా

$$\frac{0+V}{2}=\frac{V}{2}$$

$$=\frac{q}{2C}$$

ఆవేశితం అయ్యేప్పుడూ జరిగిన పని, W = ఆవేశం × పొటెన్షియల్ తేడా

$$=q\times\frac{q}{2C}=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

ఇదే కెపాసిటర్‌లో నిల్వ ఉండే శక్తి U.

కాబట్టి స్థితిశక్తి $U=\frac{1}{2}qV=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}=\frac{1}{2}CV^2$

విద్యుత్ క్షేత్రంలో పలకల మధ్య ఈ శక్తి నిలవ ఉంటుంది.

3. విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E, రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా V లను నిర్వచించి, వాటి మధ్య సంబంధానికి సమీకరణం రాబట్టండి.

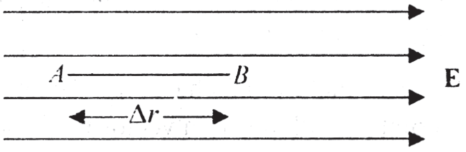
జ. ఒక బిందువు వద్ద ఉంచిన శోధన ధనావేశం q_0 మీద పనిచేసే బలానికి, శోధన ధనావేశ పరిమాణానికి గల నిష్పత్తిని ఆ బిందువు వద్ద గల విద్యుత్ క్షేత్రం అంటారు.

$$\bar{\mathbf{E}}=\frac{\bar{\mathbf{F}}}{q_0}$$

ఒక విద్యుత్ క్షేత్రంలో ప్రమాణ ధన ఆవేశాన్ని విద్యుత్ క్షేత్రానికి వ్యతిరేకంగా ఒక బిందువు నుంచి మరొక బిందువుకు కదల్చడానికి చేయవలసిన పనే ఆ రెండు బిందువుల మధ్య గల పొటెన్షియల్ తేడాగా నిర్వచిస్తారు.

ఒక ఏకరీతి (సమ) విద్యుత్ క్షేత్రం **E** లో Δr దూరం ఎడంగా ఉన్న A, B అనే రెండు బిందువులను తీసుకుందాం.

నిర్వచనం ప్రకారం A, B ల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా ΔV, ప్రమాణ ధన శోధనావేశాన్ని A నుంచి B కి కదల్చడానికి చేయవలసిన పనికి సమానం.



$$\Delta V = (\text{ప్రమాణ ధనావేశంపై గల బలం}) \times (AB)$$

$$= \mathbf{E} . \Delta \mathbf{r} = E(\Delta r)\cos 180^0$$

$$= -E\,\Delta r$$

లేదా $\mathbf{E} = -\dfrac{\Delta V}{\Delta r}$

పై సంబంధం నుంచి ఒక ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రంకు ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

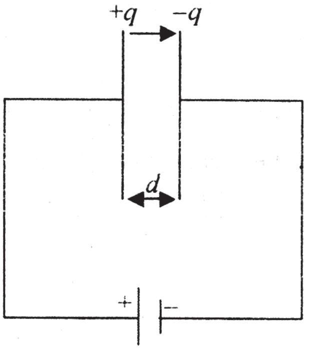
$$E = \frac{V_A - V_B}{d}$$

ఇక్కడ V_A, V_B లు వరసగా d దూరంలో ఉన్న A, B బిందువుల వద్ద గల పొటెన్షియల్‌లు.

4. సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటికి సమీకరణం ఉత్పాదించుము.

జ. సమాంతర పలకల కెపాసిటర్

కెపాసిటర్ రూపాలన్నింటిలోను అత్యంత సరళమైన సమాంతర పలకల కెపాసిటర్‌లో రెండు సమాంతర (వాహక) లోహపు పలకలుంటాయి. ఒక్కొక్క పలక వైశాల్యం A, రెండు పలకలను d దూరంలో ఉంచాలి. పలకల మధ్య గల ప్రదేశాన్ని గాలి, పేపరు, మైకా, గాజు మొదలగు పదార్థాలతో నింపవచ్చు. పటంలో చూపినట్లుగా ఈ పలకలను ఒక విద్యుత్‌ఘటానికి (battery) కలపాలి. కెపాసిటర్ పూర్తిగా ఆవేశితమైనపుడు పలకలు + q ఆవేశం, − q ఆవేశంను పొందాయనుకుందాం. ఈ ఆవేశాల వల్ల పలకల మధ్య ఏకరీతి (సమ) విద్యుత్ క్షేత్రం **E** నెలకొంటుంది. పలకల పరిమాణంతో పోల్చినపుడు d స్వల్పమైతే, అంచుల వద్ద కొద్దిగా విచలనం పొందిన విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని ఉపేక్షింపవచ్చు.



పటం: సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ సూత్రం

ఏదైనా పలకలపై ఉపరితల ఆవేశ సాంద్రత σ అయితే, పలకల మధ్య విద్యుత్ క్షేత్ర పరిమాణం

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 A}$$

మరియు పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా $V = Ed$.

కాబట్టి d దూరంలో వేరు చేయబడిన రెండు సమాంతర పలకల మధ్య ప్రదేశాన్ని గాలితో నింపినప్పుడు ఆ సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ యొక్క కెపాసిటెన్స్

$$C_0 = \frac{q}{V} = \frac{q}{\frac{qd}{\epsilon_0 A}} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

దీన్ని బట్టి సమాంతర పలకల కెపాసిటెన్స్ పలకల వైశాల్యానికి అనులోమానుపాతంలోను, వాటి మధ్య గల దూరానికి విలోమానుపాతంలోను ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. హెచ్చు కెపాసిటెన్స్ కావలెనంటే, పలకల వైశాల్యం ఎక్కువగా వాటి మధ్య దూరం తక్కువగా ఉండాలి.

కెపాసిటర్ పలకల మధ్య గాలి లేదా శూన్యం కాకుండా రోధకాన్ని ఉంచినపుడు, సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ యొక్క కెపాసిటెన్స్

$$C = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{k \epsilon_0 A}{d}$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

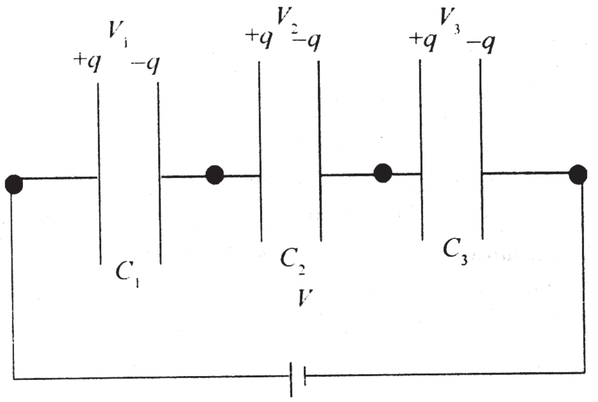
1. కెపాసిటర్ల శ్రేణి, సంధానాన్ని వివరించండి. శ్రేణి సంధానంలోని తుల్య (ఫలిత) కెపాసిటెన్స్‌కి సూత్రాన్ని ఉత్పాదించండి?

$6\mu F$, $3\mu F$ కెపాసిటర్లను శ్రేణి సంధానంలో కలిపినారు. వాటి తుల్య కెపాసిటెన్స్‌ను లెక్కించండి.

జ. కెపాసిటర్ల శ్రేణీ సంధానం

కెపాసిటర్ల శ్రేణీ సంధానంలో మొదటి కెపాసిటర్ యొక్క రెండవ పలకను రెండవ కెపాసిటర్ యొక్క మొదటి పలకకు, రెండవ కెపాసిటర్ యొక్క రెండవ పలకను మూడవ కెపాసిటర్ యొక్క మొదటి పలకకు .... ఈ విధంగా కలుపుకుంటూ పోవాలి. చివరికి మొదటి కెపాసిటర్ యొక్క మొదటి పలకను, ఆఖరి కెపాసిటర్ యొక్క రెండవ పలకను ఒక బ్యాటరీ ధన, రుణ ధ్రువాలకు పటంలో చూపినట్లుగా కలుపుతారు. శ్రేణీ సంధానం చివరల మధ్య బ్యాటరీ వల్ల కలిగే పొటెన్షియల్ తేడా V. C_1 కెపాసిటర్‌లో మొదటి పలకకు +q ఆవేశాన్ని ఇస్తే ప్రేరణ వల్ల మిగిలిన కెపాసిటర్లలో q ఆవేశాలు పటంలో చూపినట్లు ఏర్పడతాయి. కాబట్టి శ్రేణీ సంధానంలో ప్రతి కెపాసిటర్ పలకల మీద ఒకే పరిమాణంలో ఆవేశం q ఉంటుంది. కాని వేరు వేరు కెపాసిటర్ల పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడాలు వేరు వేరుగా ఉంటాయి. శ్రేణిలో ఉన్న మూడు కెపాసిటర్ల పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడాలు వరసగా V_1, V_2, V_3 అనుకుందాం. అపుడు

$$V_1 = \frac{q}{C_1}, V_2 = \frac{q_2}{C_2}, V_3 = \frac{q_3}{C_3}$$



పటం : కెపాసిటర్ల శ్రేణీ సంధానం. ప్రతి కెపాసిటర్ పలక మీద ఒకే పరిమాణంలో ఆవేశం ఉంటుంది.

కెపాసిటర్లను శ్రేణిలో కలిపినపుడు తుల్య (ఫలిత) కెపాసిటెన్స్ C_S అనుకుంటే అపుడు

$$V = \frac{q}{C_S}$$

మరియు $V = V_1 + V_2 + V_3$

కాబట్టి $$\frac{q}{C_S} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

లేదా $$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

n కెపాసిటర్లను శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు తుల్య లేదా ఫలిత కెపాసిటెన్స్ C_S అయితే

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ... + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_i}$$

కాబట్టి శ్రేణి సంధానంలో తుల్య కెపాసిటెన్స్ ఉత్క్రమం, శ్రేణిలోని కెపాసిటెన్స్ ఉత్క్రమాల మొత్తానికి సమానం.

సాధన: $C_1 = 6\mu F,\ C_2 = 3\mu F$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_2 + C_1}{C_1 C_2}$$

$$\therefore\ C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2\mu F.$$

2. మూడు కెపాసిటర్లను సమాంతరంగా సంధానం చేసినపుడు, ఫలిత కెపాసిటెన్స్‌కు సమీకరణం రాబట్టండి. రెండు కెపాసిటర్లు 6μF, 9μF సమాంతరంగా కలపబడి ఉన్నాయి. వాటి ఫలిత కెపాసిటెన్స్‌ను కనుక్కోండి.

జ. $C_1 = 6\mu F,\ C_2 = 9\mu F$

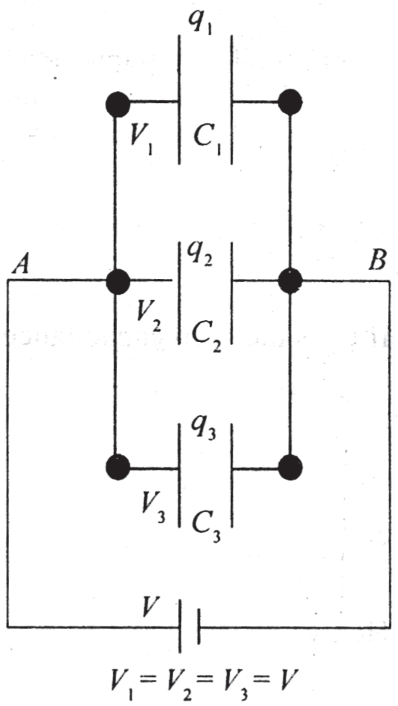
ఫలిత కెపాసిటెన్స్, $C = C_1 + C_2$

$= (6 + 9)\ \mu F$

$= 15 \mu F.$

కెపాసిటర్ల సమాంతర సంధానం

సమాంతర సంధానంలో ప్రతి కెపాసిటర్‌లోని మొదటి పలకను ఒక బ్యాటరీ ధ్రువానికి, రెండవ పలకను బ్యాటరీ మరొక ధ్రువానికి పటంలో చూపినట్లు కలుపుతారు. సంధానానికి అనువర్తించిన పొటెన్షియల్ తేడా V అనుకుందాం. కెపాసిటర్ల సమాంతర సంధానంలో ప్రతి ఒక్క కెపాసిటర్ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడాకు ఒకే విలువ ఉంటుంది కాని ఆవేశం మాత్రం వేరు వేరు కెపాసిటర్లకు వేరు వేరు పరిమాణాలలో వితరణ చెంది ఉంటుంది.



పటం. కెపాసిటర్ల సమాంతర సంధానం

కెపాసిటర్లపై ఏర్పడే విద్యుదావేశాలను q_1, q_2, q_3 అనుకుంటే

$$q_1 = C_1 V$$

$$q_2 = C_2 V$$

$$q_3 = C_3 V$$

సంధానం యొక్క అన్ని కెపాసిటర్ల మీద గల మొత్తం విద్యుదావేశం q అయితే

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$= (C_1 + C_2 + C_3)\ V$$

కెపాసిటర్‌ల సమాంతర సంధానంలో తుల్య (ఫలిత) కెపాసిటెన్స్ C_p అనుకుంటే అపుడు

$$q = C_P\ V$$

పై సమీకరణాల నుంచి

$$q = C_p V = (C_1 + C_2 + C_3)\ V$$

$$\therefore C_P = C_1 + C_2 + C_3$$

n కెపాసిటర్లను సమాంతరంగా కలిపితే అపుడు ఫలిత కెపాసిటెన్స్

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_n = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

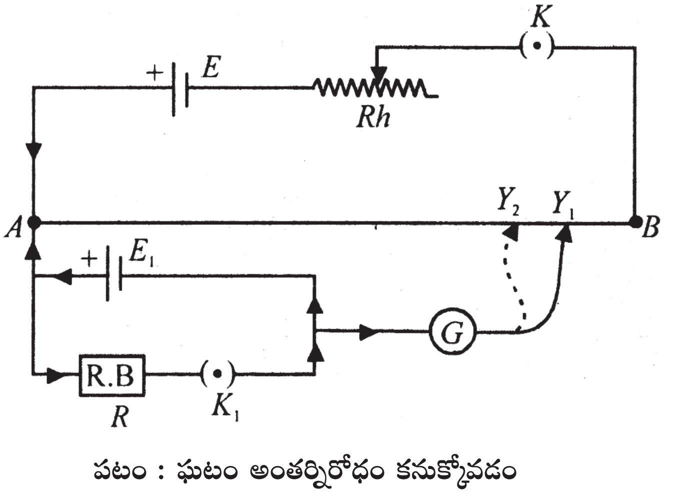
కాబట్టి తుల్య కెపాసిటెన్స్, సమాంతర సంధానంలోని కెపాసిటీల మొత్తానికి సమానం.

3. విద్యుద్ఘటం అంతర్ నిరోధం ఏమిటి? విద్యుదర్ఘటం అంతర్‌నిరోధాన్ని పొటెన్షియా మీటర్‌తో కనుగొనే ప్రయోగాన్ని వర్ణించండి?

జ. ఘటాలు ఎప్పుడూ విద్యుత్ ప్రవాహానికి నిరోధం కలగచేస్తాయని, ఈ నిరోధం సాధారణంగా అతి స్వల్పంగా ఉంటుంది. దీనినే ఆ ఘటం అంతర్నిరోధం అంటారు. ఇది ఘటం పరిమాణం పైన ఆధారపడి ఉంటుంది. అనగా ఘటం నిరోధం ద్రవంలో ముంచిన పలకల వైశాల్యం పైన, పలకల మధ్య దూరం మీద, విద్యుద్విశ్లేష్యకం గాఢత మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

ఇపుడు పొటెన్షియామీటరును ఉపయోగించి ఘటం అంతర్నిరోధంను కనుక్కుందాం. విచాబ E_1 కలిగిన ఘటం అంతర్నిరోధం r ను కనుక్కోవడానికి అవసరమైన వలయాన్ని పటంలో చూపించాం. ఘటానికి సమాంతరంగా నిరోధాల పెట్టె R ను, ఒక కీ K_1 ను కలపాలి. ప్రాథమిక వలయంలో ప్రామాణిక ఘటం, కీ K, రెయోస్టాట్ లు ఉంటాయి. కీ K ని మూయగానే, తీగ AB గుండా విద్యుత్ I ప్రవహించడం మొదలుపెడుతుంది. కీ K_1 ని తెరచి ఉంచి గాల్వానామీటరు లో సున్నా అపవర్తనం వచ్చేటట్లుగా జాకీ ని సర్దుబాటు చేస్తాము. ఘటం E_1 తో, Y_1 బిందువు వద్ద సంతులన బిందువు వచ్చిందనుకుంటే, $AY_1 = l_1$. అపుడు

$$E_1 = kl_1 \qquad .... (1a)$$



పటం : ఘటం అంతర్నిరోధం కనుక్కోవడం

తరువాత K_1 కీ ని మూస్తాము. దీని వల్ల ఘటం లో కొంత నిరోధం ఏర్పడుతుంది. ఘటం E కారణంగా, వలయం $E_1 R K_1 E_1$ లో I విద్యుత్ ప్రవహిస్తుందని అనుకుందాం. ఓమ్ నియమం ప్రకారం,

$$I_1 = \frac{E_1}{R + r}$$

ఇక్కడ r ఘటం అంతర్నిరోధం. ఘటం యొక్క టెర్మినల్ పొటెన్షియల్ తేడా V_1,

E_1 కంటే, $I_1 r$ అంత తక్కువగా వుంది అని అర్థం. V_1 విలువ

$$V_1 = I_1 R = \left(\frac{E_1}{R + r}\right) R$$

అపుడు పొటెన్షియల్ తేడా V_1, పొటెన్షియామీటరు తీగ మీద, విద్యుత్ ప్రవాహం I లో ఎటువంటి మార్పు రాకుండా సంతులనం అవుతుంది. Y_2 బిందువు వద్ద సంతులన బిందువు వచ్చిందనుకుంటే,

$AY_2 = l_2$. అపుడు

$$V_1 = kl_2 \qquad \text{...... (1 b)}$$

సమీకరణాలు (1 a, b) లను ఉపయోగించి

$$\frac{E_1}{V_1} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{R + r}{R}$$

లేదా $$r = R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right] \qquad \text{............ (2)}$$

R_1, l_1, l_2 విలువలు తెలిస్తే, r విలువను సులభంగా కనుక్కోవచ్చు.

17 ప్రవాహ విద్యుత్తు

నిత్య జీవితంలో మనం విద్యుత్ శక్తిని అనేక విధాలుగా వాడుతూ ఉంటాం. మన ఇళ్ళలో బల్బులు, ట్యూబులైట్లు వెలగడానికి, రేడియో, టేప్‌రికార్డర్ లో సంగీతం వినడానికి, T.V. లో అనేక కార్యక్రమాలను చూడడానికి, కూలర్, ఫ్యాన్స్ నుంచి చల్లని గాలిని పొందడానికి, పొలాలను పండించడానికి వాడే విద్యుత్తు పంపులలో మనం విద్యుత్ శక్తిని వాడుతుంటాం. నిజానికి, విజ్ఞాన శాస్త్రం మానవ జాతికి ఇచ్చిన ఒక విలక్షణమైన బహుమతి విద్యుత్‌శక్తి. ఆధునిక ప్రపంచంలో విద్యుత్ శక్తి లేకుండా మన జీవితాలను ఊహించలేము. ఇంటిలో మీరు స్విచ్ వేయగానే బల్బు వెలగడం గమనించి ఉంటారు. ఇది ఎందువల్ల జరుగుతుంది. ఇక్కడ స్విచ్ యొక్క విధి ఏమిటి ?

స్థిర విద్యుత్ ఆవేశాలు, వాటి మధ్య గల బలాల గురించి మీరు ఇంతకు ముందు పాఠంలో చదువుకున్నారు. ఈ పాఠంలో చలనంలో ఉన్న ఆవేశాల గురించి తెలుసుకుంటారు. వాహకం గుండా జరిగే విద్యుదావేశ ప్రవాహ రేటు, దాని చివరల గల పొటెన్షియల్ తేడా పై ఆధారపడుతుందని తెలుసుకుంటారు. విద్యుద్వలయాలలో విద్యుత్ ప్రవాహ వితరణను, దాన్ని నియంత్రణ చేసే కిర్కాఫ్ నియమాలను కూడా మీరు తెలుసుకుంటారు.

భౌతిక శాస్త్రం ఒక ప్రయోగాత్మక విజ్ఞాన శాస్త్రం. దీని పురోగతి ప్రకృతి నియమాలను వెలుగులోకి తెచ్చింది. సైద్ధాంతిక ఊహనలు రుజువు చేసుకోవడంలో మనకుండే ప్రజ్ఞ వల్ల లేదా ప్రయోగాల ఫలితాలు పునరావృతం అవడం వలన ఇది సాధ్యమైంది. పరికరాలు, సాంకేతికత లో నిరంతర అభివృద్ధికి దారి తీసింది. ఈ పాఠంలో ఒక సునిశిత పరికరం అయిన పొటెన్షియా మీటరు గురించి తెలుసుకుంటారు. ఒక ఘటం అంతర్నిరోధం కనుక్కోవడానికి ఘటాల విద్యుత్ చాలక బలాలను (విచాబలను) పోల్చడానికి, ఇది ఉపయోగపడుతుంది.

లక్ష్యాలు

- ఓమ్ నియమాన్ని, ఓమిక్, నాన్ ఓమిక్ నిరోధాల మధ్య భేదాలు వివరించగలడం.
- నిరోధాలను శ్రేణిలో, సమాంతరంగా కలిపినపుడు తుల్య నిరోధాన్ని రాబట్టడం.
- విద్యుద్వలయాలకు కిర్కాఫ్ నియమాలను అనువర్తించగలడం.
- వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి సంతులన నియమం ను అనువర్తించి, తెలియని నిరోధం విలువను లెక్కించడం
- పొటెన్షియామీటరు సూత్రాన్ని వివరించి, దానిని ఉపయోగించి ఘటం విద్యుత్ చాలక బలం (e.m.f) ను, అంతర్నిరోధకం ను కనుక్కోవడం

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఓమ్ నియమాన్ని నిర్వచించండి. వాహక నిరోధం ఏయే అంశాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది?

జ. ఉష్ణోగ్రత, పీడనంల వంటి భౌతిక పరిస్థితులు స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు, ఒక వాహకంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం దాని చివరల మధ్య అనువర్తించిన పొటెన్షియల్ తేడాకి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

వాహక నిరోధం R, దాని పొడవు l కి అనులోమానుపాతంలోను, అడ్డుకోత వైశాల్యం A కి విలోమానుపాతంలోను ఉంటుంది. అనగా $R \propto \frac{l}{A}$.

2. 2, 3, 4 ఓముల నిరోధాలు శ్రేణిలో ఉంటే, ఆ విద్యుద్వాహకాలపై పొటెన్షియల్ తేడాల నిష్పత్తి ఎంత?

జ. $V_1 = IR_1, \quad V_2 = IR_2, \quad V_3 = IR_3$

$V_1 = 2I, \quad V_2 = 3I, \quad V_3 = 4I$

$\therefore \; V_1 : V_2 : V_3 = 2 : 3 : 4.$

3. మీ పడక గదిలో రెండు బల్బులు, ఒక ఫ్యాన్ ఉన్నాయి. అవి శ్రేణిలో కలిపారా లేక సమాంతరంగా కలపబడి ఉన్నాయా తెలపండి. ఎందుకు ఆవిధంగా కలిపారో తెలపండి?

జ. సమాంతరంగా ఉంటాయి. అవి పనిచేయడానికి వేరు వేరు విద్యుత్తులను తీసుకుంటాయి. వాటిని పని చేయించడానికి వేరు వేరు స్విచ్‌లను వాడతాం.

4. కిర్‌ఖాఫ్ రెండవ నియమం ఏ నియమము నుండి రాబట్టబడినట్లు చెప్పవచ్చు?

జ. ఓమ్ నియమం.

5. వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జిలో P = 3Ω, Q = 4Ω, R = 6Ω అయిన S విలువ ఎంత?

జ. $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \quad \frac{3}{4} = \frac{6}{S}$

$S = \frac{6 \times 4}{3} = 8\Omega.$

6. ప్రామాణిక నిరోధాల తయారీలో మాంగనిన్ వాడతారు. ఎందువల్ల?

జ. మాంగనిన్ ఉష్ణోగ్రతా నిరోధకత గుణకం అతి తక్కువగా ఉంటుంది. దీని నిరోధకత చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి దీనిని ప్రామాణిక నిరోధాలను తయారు చేయడానికి వాడతారు.

7. విచాబ, పొటెన్షియల్ తేడాల మధ్య రెండు భేదాలు రాయండి.

జ. విచాబ అనేది విచాబ జనకానికి లేదా విద్యుత్ జనకానికి సంబంధించినది. పొటెన్షియల్ తేడా అనేది వలయంలో కొంత భాగానికి పరిమితమయినది.

విచాబ వలయంలోని నిరోధం, ఘటం అంతర్నిరోధం మీద ఆధారపడదు.

పొటెన్షియల్ తేడా నిరోధం, ఘటం అంతర్నిరోధం మీద ఆధారపడుతుంది.

8. ఘటం నుండి ప్రవహించే విద్యుత్ పెరిగినప్పుడు, దాని ధ్రువాల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా ఎందుకు తగ్గుతుంది?

జ. $V = E - Ir$

I పెరిగితే, V తగ్గుతుంది.

9. ఘటం అంతర్నిరోధంను నిర్వచించండి?

జ. ఘటాలు ఎప్పుడూ విద్యుత్ ప్రవాహానికి నిరోధం కలగచేస్తాయి. ఈ నిరోధం సాధారణంగా అతి స్వల్పంగా ఉంటుంది. దీనినే ఆ ఘటం అంతర్నిరోధం అంటారు.

10. వాహకత్వం అంటే ఏమిటి? దాని ప్రమాణాలు రాయండి?

జ. విశిష్ట నిరోధం యొక్క విలోమాన్నే వాహకత్వం అంటారు. $\sigma = \frac{1}{\rho}$ వాహకత్వం ప్రమాణం ఓమ్$^{-1}$ మీటరు$^{-1}$.

11. పొటెన్షియాల్ మీటరు ఉపయోగాలేమిటి?

జ. పొటెన్షియల్ మీటరును

(ఎ) రెండు విద్యుద్ఘటముల విద్యుచ్ఛాలక బలాలను పోల్చుటకు

(బి) నిరోధాన్ని కొలుచుటకు

(సి) విద్యుత్ప్రవాహాన్ని కొలుచుటకు

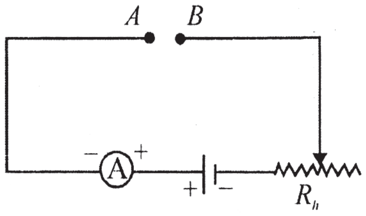
(డి) అమ్మీటరు, వోల్టుమీటరును క్రమాంకనము చేయుటకు ఉపయోగిస్తారు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వాహకం యొక్క నిరోధం ఏ అంశాల మీద ఆధారపడుతుంది? వివరించండి?

జ. వాహకం యొక్క నిరోధం దాని పదార్థ స్వభావం మీద, దాని పొడవు మరియు అడ్డుకోత వైశాల్యం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

l_1, l_2, l_3 పొడవు గలిగి, సమఅడ్డుకోత వైశాల్యం గలిగిన మూడు తీగ ముక్కలను తీసుకోవాలి. కింద చూపబడిన విద్యుద్వలయంలో A, B ల మధ్య l_1 ను కలిపి ఈ తీగ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌ను గుర్తించాలి. ఈ విద్యుత్తును I_1, అనుకొందాం. ఇదే విధంగా ఈ ప్రయోగాన్ని l_2, l_3 తీగ ముక్కలతో ఒకదాని తరువాత మరొకదానితో చేసినప్పుడు తీగ ముక్కల గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ వరుసగా I_2, I_3, అనుకుందాం. పొడవు తీగలు తమ గుండా అతి తక్కువ విద్యుత్‌ను ప్రవహింప చేస్తాయని గమనిస్తాం. అంటే పొడవు తీగలు ఎక్కువ నిరోధాన్ని కలిగిస్తాయి. గణితంలో దీన్ని ఈ విధంగా తెలుపుతాం.



పటం: వాహకం నిరోధంను ప్రభావితం చేసే కారకాలను అధ్యయనం చేయడానికి విద్యుద్వలయం.

$$R \propto l$$

తరువాత సమాన పొడవు కలిగి వేరు వేరు అడ్డుకోత వైశాల్యాలు A_1, A_2, A_3 గల తీగలను తీసుకొందాం. A, B ల మధ్య వీటిని ఒకదాని తరువాత ఒకటి కలిపి, ప్రతి సందర్భంలోను విద్యుత్ ప్రవాహాలను I_1, I_2, I_3 గుర్తించాలి. ఎక్కువ అడ్డుకోత వైశాల్యం కలిగిన తీగలు తమ గుండా ఎక్కువ విద్యుత్తును ప్రవహింపచేస్తాయి. అంటే ఎక్కువ అడ్డుకోత వైశాల్యం కలిగిన వాహకం తీగలు తక్కువ నిరోధాన్ని కలిగిస్తాయని గమనిస్తాం. గణితంలో దీనిని ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$R \propto \frac{l}{A}$$

అనగా

$$R \propto \frac{l}{A} \quad \text{లేదా} \quad R = \rho\frac{l}{A}$$

ρ అనేది అనుపాత స్థిరాంకం. దీనిని విశిష్ట నిరోధం లేదా నిరోధకత అంటాం.

2. పదార్థం నిరోధకత అంటే ఏమిటి? దానిని నిర్వచించండి. దాని ప్రమాణాలు రాయండి?

జ. పదార్థం యొక్క నిరోధకత ఆ పదార్థంతో తయారైన ఒక మీటరు పొడవు మరియు ఒక చదరపు మీటరు అడ్డుకోత వైశాల్యం కలిగిన తీగ నిరోధానికి సంఖ్యాత్మకంగా సమానం.

విశిష్ట నిరోధం ప్రమాణం ఓమ్ – మీటరు ($\Omega - m$)

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

$l = 1$ m, $A = 1\ m^2$ అయితే, $\rho = R$ ఓమ్ – మీటరు.

నిరోధకత పదార్థ కొలతల పైన కాకుండా దాని స్వభావం పైన ఆధారపడుతుంది.

3. నిరోధకత మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావాన్ని వివరించండి.

జ. వాహకాల నిరోధకత ఉష్ణోగ్రత పై ఆధారపడుతుంది. లోహ వాహకాలు అన్నింటి యొక్క నిరోధకతలు ఉష్ణోగ్రత తో పాటు పెరుగుతాయి. కొంత తక్కువ పరిమితి గల ఉష్ణోగ్రతా వ్యాప్తిలో, ఒక లోహ వాహకం యొక్క నిరోధకత విలువ ఉష్ణోగ్రతతో పాటు రేఖీయంగా పెరుగుతుంది.

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

ఇక్కడ T, T_0 ఉష్ణోగ్రతల వద్ద పదార్థ నిరోధకతలు వరుసగా ρ, ρ_0. ఉష్ణోగ్రతలను ^0C లో తీసుకున్నారు. α ను పదార్థం యొక్క ఉష్ణోగ్రతా నిరోధకత గుణకం అంటారు. α యొక్క ప్రమాణాలు $(^0C)^{-1}$ లేదా K^{-1}.

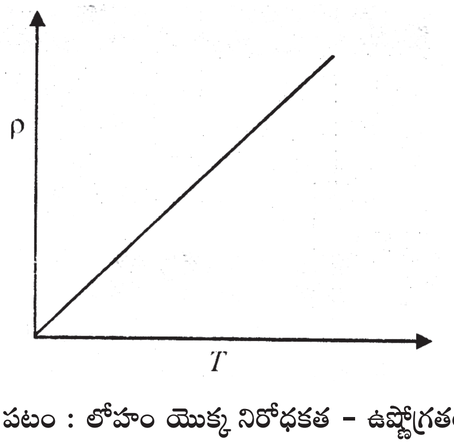
సమీకరణంలోని పదాలను సరి చేసి ఉష్ణోగ్రతా నిరోధకత గుణకం కు సమాసం ను రాబట్టవచ్చు.

$$\rho = \rho_0 + \rho_0\alpha(T - T_0)$$

లేదా $$\alpha = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0(T - T_0)} = \frac{1}{\rho}\frac{\Delta\rho}{\Delta t}$$

ఇక్కడ $\Delta\rho = \rho - \rho_0,\ \Delta T = T - T_0$

రాగి వంటి లోహంకు ఉష్ణోగ్రత T తో పాటుగా నిరోధకత మారే విధానాన్ని పటంలో చూపించాం. ఎక్కువ పరిమితి గల ఉష్ణోగ్రతా వ్యాప్తిలో ఈ గ్రాఫ్ రేఖీయంగా ఉంటుంది.



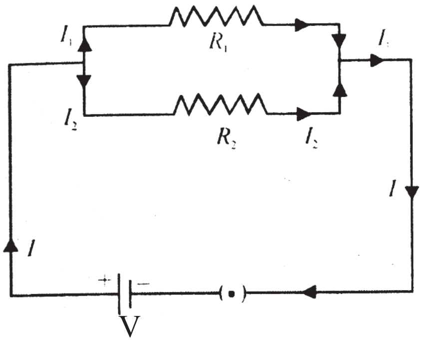
పటం : లోహం యొక్క నిరోధకత – ఉష్ణోగ్రతల గ్రాఫ్

4. నిరోధాలను సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు ఫలిత నిరోధానికి సమాసమును రాబట్టండి?

జ. అనేక నిరోధాల మొదటి చివరలు ఒక బిందువు వద్ద, రెండవ చివరలు మరొక బిందువు వద్ద కలిపితే ఆ నిరోధాలు సమాంతర సంధానంలో ఉన్నాయి అంటారు. సమాంతర సంధానంలో నిరోధాల అన్నింటి పైన ఒకే పొటెన్షియల్

తేడా ఉంటుంది. R_1, R_2 నిరోధాల సమాంతర సంధానం పటం చూపిస్తుంది. V వోల్టేజి గల బ్యాటరీకి ఈ సంయోగాన్ని కలిపితే ప్రవహించే విద్యుత్తు I. ఈ విద్యుత్తు రెండు భాగాలుగా విభజింపబడుతుంది. R_1, R_2 నిరోధాల గుండా ప్రవహించే విద్యుత్‌లు వరసగా I_1, I_2. అపుడు

$$I_1 = \frac{V}{R_1},\ I_2 = \frac{V}{R_2}$$



పటం. సమాంతరంగా కలపబడిన రెండు నిరోధాలు. రెండు నిరోధాల కు ఒకే వోల్టేజిని బ్యాటరీ సరఫరా చేస్తుంది.

విద్యుత్తులు I_1, I_2 లమొత్తం I కి సమానం.

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

సంయోగం తుల్య నిరోధం R అయితే, V = IR లేదా $I = \frac{V}{R}$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

$$\therefore \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

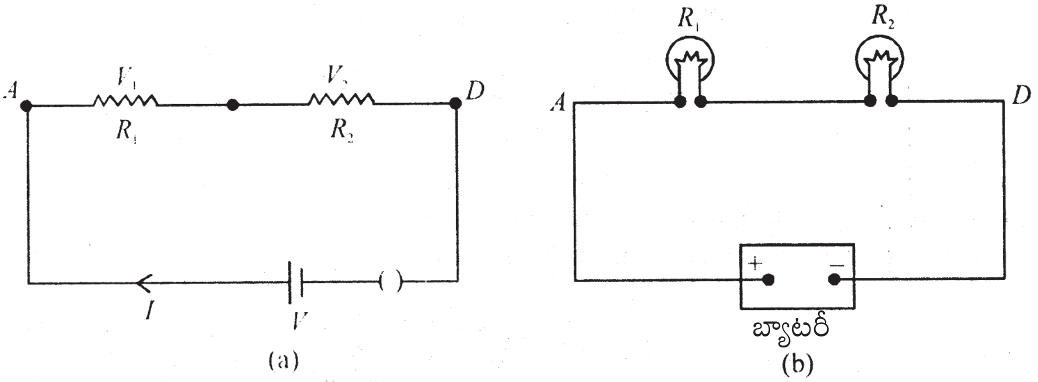
పై సమీకరణం నుంచి **నిరోధాల సమాంతర సంధానంలో వేరు వేరు నిరోధాల విలోమాల మొత్తం వాటి తుల్య నిరోధం విలోమానికి సమానం** అని గమనిస్తాము. అనేక నిరోధాలను సమాంతరంగా కలిపినపుడు,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \ \cdots\cdots\cdots$$

సమాంతర సంధానం లోని అతి చిన్న నిరోధం విలువ కంటే తుల్య నిరోధం విలువ తక్కువగా ఉంటుంది.

5. అనేక నిరోధాలను శ్రేణిలో కలిపితే ఫలిత నిరోధానికి సమాసము రాబట్టండి ?

జ. అనేక నిరోధాలను, మొదటి నిరోధం రెండవ చివర, రెండవ నిరోధం మొదటి చివరకు, ఆ విధంగా అన్ని నిరోధాలను ఒక దాని వెంబడి ఒకటి కలిపితే ఆ నిరోధాలు శ్రేణిలో ఉన్నాయి అంటారు. వాటన్నిటి గుండా ఒకే విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది. పటంలో R_1, R_2 అనే రెండు నిరోధాలను శ్రేణీ సంధానం లో కలిపారు. ఈ సంయోగాన్ని బ్యాటరీ కొనలు A, D లకు కలపాలి. V వోల్టేజి గల బ్యాటరీకి శ్రేణీ సంధానాన్ని కలిపితే దాని గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ I అనుకుందాం. R_1, R_2 ల మధ్య వరుసగా V_1, V_2 పొటెన్షియల్ తేడాలు ఏర్పడతాయి. ఓమ్ నియమం ప్రకారం, $V_1 = IR_1$, $V_2 = IR_2$. కాని V_1, V_2 ల మొత్తం V కి సమానం.



పటం : (a) బ్యాటరీకి కలిపిన రెండు నిరోధాల శ్రేణీ సంధానం

(b) ఏక ముఖ విద్యుత్ జనకానికి (dc source) కలిపిన రెండు బల్బుల శ్రేణీ సంధానం.

$\Rightarrow V = V_1 + V_2 = IR_1 + IR_2$

ఈ శ్రేణీ సంధానం తుల్య నిరోధం R అయితే, అప్పుడు

$V = IR = I(R_1 + R_2)$

$\therefore R = R_1 + R_2$

అనేక నిరోధాలను శ్రేణిలో కలిపినపుడు,

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + ...$$

అంటే, అనేక నిరోధాలను శ్రేణిలో కలిపినపుడు, ఫలిత లేదా తుల్య నిరోధం వాటి నిరోధాల మొత్తానికి సమానమవుతుంది.

6. రెండు తీగ చుట్టలను శ్రేణిలో కలిపితే ఫలిత నిరోధం 12Ω. సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు $\frac{5}{3}\Omega$. ఆ తీగ చుట్టల నిరోధాలు కనుక్కోండి.

జ. తీగ చుట్టల నిరోధాలు R_1, R_2 అనుకుందాం.

శ్రేణిలో కలిపినప్పుడు, $R_1 + R_2 = 12\Omega$ ...(1)

సమాంతరంగా కలిపినప్పుడు, ఫలిత నిరోధం $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$R=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

అనగా $\frac{5}{3}=\frac{R_1R_2}{12} \Rightarrow R_1R_2=\frac{5}{3}\times 12=20\Omega$ ...(2)

$$(R_1+R_2)^2-4R_1R_2=(R_1-R_2)^2$$

సమీకరణాలు (1), (2) నుంచి,

$$(12)^2-4\times 20 = (R_1-R_2)^2$$

$$144 - 80 = (R_1-R_2)^2$$

$$\Rightarrow 64 = (R_1-R_2)^2 \Rightarrow R_1-R_2=8.$$

ఇప్పుడు $R_1+R_2=12$

$R_1-R_2=8$

$2R_1=20$

$$R_1=\frac{20}{2}=10\Omega$$

$$R_2=\frac{20}{10}=2\Omega$$

$\therefore R_1=10\Omega,\ R_2=2\Omega.$

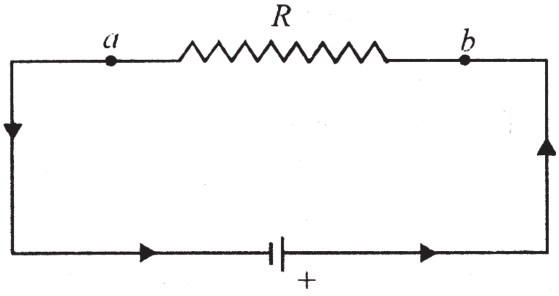
7. విద్యుత్ వలయంలో వినియోగించిన సామర్థ్యంకు సమీకరణం ఉత్పాదించండి ?

జ. ఒక బ్యాటరీని, నిరోధం R కు కలిపిన వలయాన్ని పటంలో చూపించాం. ధన ఆవేశాలు అలా చేసినపుడు నిరోధంలో విద్యుత్ ప్రవాహం దిశలో, బ్యాటరీ లోపల రుణ ధ్రువం నుంచి ధన ధ్రువం వైపు ప్రవహిస్తాయి. రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా, ఆవేశాలకు గతి శక్తిని ఇస్తుంది. నిరోధంలోని పరమాణువుల (అయానుల)తో ఈ చలించే ఆవేశాలు అభిఘాతం జరిపి, తమ గతిశక్తి లోని కొంత భాగాన్ని కోల్పోతాయి. ఈ శక్తి నిరోధం యొక్క ఉష్ణోగ్రత తో పాటు పెరుగుతుంది.

నిరోధం గుండా పంపిస్తున్నపుడు, చలించే ఆవేశం ΔQ కోల్పోయిన స్థితి శక్తి రేటు

$$\frac{\Delta U}{\Delta t}=V\frac{\Delta Q}{\Delta t}=VI$$

ఇక్కడ, I వలయంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం, V నిరోధకం చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా.



పటం : బ్యాటరీ, నిరోధం గల వలయం. a, b బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా పై, నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ పై వినియోగింపబడిన సామర్థ్యం ఆధారపడుతుంది.

సంధాన తీగల యొక్క నిరోధం ను ఉపేక్షించామనుకుందాం. మొత్తం కోల్పోయినది నిరోధం R లో మాత్రమే. కోల్పోయిన లేదా నష్టపోయిన శక్తి రేటునే సామర్థ్యం అని నిర్వచిస్తారు.

$P = VI$

$V = IR$ కాబట్టి, మనం $P = I^2R = \frac{V^2}{R}$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

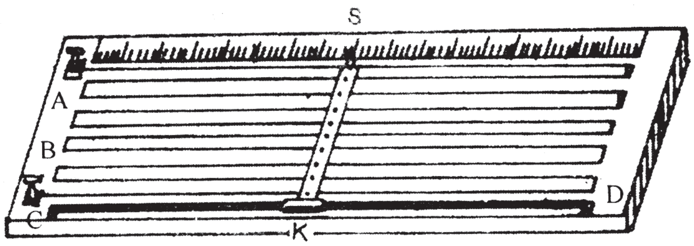
1. పొటెన్షియల్ మీటరు నిర్మాణం వివరించండి? రెండు ఘటముల విద్యుచ్ఛాలక బలాలను పోల్చుటకు ప్రయోగాన్ని వర్ణించండి?

పొటెన్షియా మీటరు ప్రయోగంలో గౌణ వలయంలో బ్యాటరీని ఉంచినప్పుడు సంతులన పొడవు సెం.మీ. విద్యుచ్ఛాలక బలం కల లెక్లాంచీ ఘటమును గౌణవలయములో కలిపతే, అదే చివర నుండి సంతులన పొడవును కనుక్కోండి?

జ. పొటెన్షియా మీటరు నిర్మాణం

ఒక చెక్క బల్ల మీద సమాంతరంగా సాగదీసి బిగించిన ఏకరీతి నిరోధపు తీగల (సాధారణంగా పది) ను పొటెన్షియామీటరు కలిగి ఉంటుంది. ఈ తీగ మాంగనీన్ లేదా నైక్రోమ్ తో చేయబడినది. ఈ తీగలన్నింటిని శ్రేణిలో మందమైన రాగి ముక్కలతో కలుపుతారు. అందువల్ల అన్ని తీగలూ కలిసి ఒకే పొడవైన తీగగా పనిచేస్తుంది. ఈ తీగ చివరలకు బైండింగు స్క్రూళ్లు ఉంటాయి.

చెక్క బల్ల మీద ఒక వైపుగా మీటరు స్కేలు తీగలకు సమాంతరంగా బిగించబడి ఉంటుంది. జాకీ సహాయంతో తీగ మీద కావలసిన బిందువు వద్ద తాకవచ్చు. పటంలో 10 తీగల పొటెన్షియామీటరును చూపించాం. A, B లు తీగ యొక్క చివరలు. K అనేది జాకి, S స్కేలును సూచిస్తుంది. జాకీ CD కడ్డీ పై జారుతుంది.



పటం : పొటెన్షియామీటరు

పొటెన్షియామీటరును ఉపయోగించి, రెండు ఘటాల విచాబలను పోల్చడానికి డేనియల్ ఘటం, లెక్లాన్చ్ ఘటం లను తీసుకుందాం. వీటి విచాబలు వరసగా E_1, E_2 అనుకుందాం.

పటంను గమనించండి. ప్లగ్ కీ K_1, 1 మరియు 3 చివరలకు విచాబ E_1 కలిగిన ఘటంను కలపాలి. ఇంతకు ముందు వివరించినట్లు, జాకీని తీగ వెంబడి జరుపుకుంటూ పోతే సంతులన బిందువు వస్తుంది. ఘటం E యొక్క విచాబ, E_1, E_2 ఘటాల విచాబల కంటే ఎక్కువగా వుండాలని గుర్తించండి. (లేకపోతే సంతులన బిందువు రాదు). పొటెన్సియామీటరు మీద Y_1 బిందువు వద్ద సంతులన బిందువు వచ్చిందనుకుంటే, పొడవు $AY_1 = l_1$. వలయంలో ప్లగ్ కీ K_2 2 మరియు 3 చివరలకు విచాబ E_2 కలిగిన ఘటాన్ని కలపాలి. Y_2 వద్ద సంతులన బిందువు వచ్చిందనుకుంటే, పొడవు $AY_2 = l_2$.

పటం : రెండు ఘటాల విచాబలు E_1, E_2 లను పోల్చడానికి వలయం.

పొటెన్షియామీటరు సూత్రాన్ని అనుసరించి,

$E_1 = kl_1$ మరియు $E_2 = kl_2$

ఇక్కడ k అనేది AB తీగ వెంబడి పొటెన్షియల్ నతిక్రమం (Potential grandient)

పై సమీకరణాల నుంచి,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

సాధన. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$

$$\frac{2}{1.4} = \frac{5}{l_2}$$

$$l_2 = \frac{5 \times 1.4}{2} = \frac{5 \times 7}{10}$$

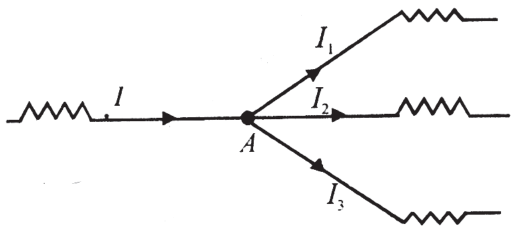
= 3.5 మీ.

= 350 సెం.మీ.

2. విద్యుత్తులో కిర్కాఫ్ నియమాలను వివరించండి. ఆ నియమాలను వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జికి అనువర్తింప చేయండి.

జ. కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం (సంధి సిద్ధాంతం)

విద్యుద్వలయంలో ఒక సంధి (బిందువు) వైపు ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తం, ఆ సంధి నుంచి దూరంగా పోయే ప్రవాహాల మొత్తానికి సమానం అని కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం తెలుపుతుంది.



పటం : కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం : ఒక సంధిలోకి ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాల మొత్తం, ఆ సంధి నుంచి బయటకు పోయే ప్రవాహాల మొత్తానికి సమానం.

పటంను గమనించండి. ఇక్కడ సంప్రదాయం ప్రకారం, సంధిలోకి ప్రవేశించే ప్రవాహాలను ధనాత్మకంగాను, సంధి నుంచి బయటకు పోయే ప్రవాహాలను రుణాత్మకంగాను తీసుకుంటాం. అంటే A బిందువు వైపు ప్రవాహాలను ధనాత్మకంగా, A ను విడిచే ప్రవాహాలను రుణాత్మకంగా తీసుకుంటే,

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

లేదా $I - (I_1 + I_2 + I_3) = 0$

కిర్కాఫ్ మొదటి నియమాన్ని కింది విధంగా కూడా చెప్పవచ్చు. వలయంలో ఏదైనా సంధి వద్ద కలిసే విద్యుత్ ప్రవాహాల బీజీయ మొత్తం శూన్యం లేదా సున్నా.

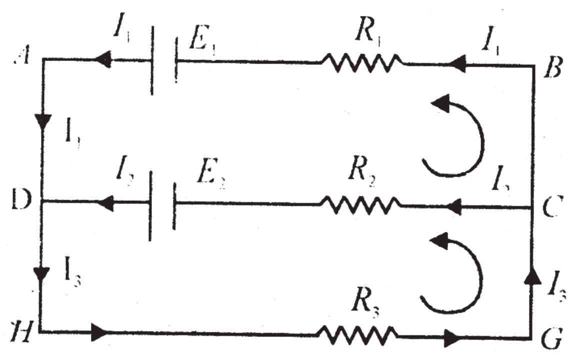
ఒక వలయంలో నిలకడ ప్రవాహం ఉంటే, వలయం లోని ఏ బిందువు వద్దనయినా సరే ఆవేశం పోగుపడి ఉండటం జరగదు అని కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం చెపుతుంది. కొంత కాలంలో ఒక బిందువు వైపు వచ్చే నికర ఆవేశం, అంతే కాలంలో ఆ బిందువును విడిచే నికర ఆవేశానికి సమానం. విద్యుదావేశ నిత్యత్వ నియమం యొక్క ఫలితమే ఈ కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం.

(ii) **కిర్కాఫ్ రెండవ నియమం (వలయ సిద్ధాంతం)**

కిర్కాఫ్ రెండవ నియమం అనేది, శక్తి నిత్యత్వ నియమం యొక్క ఫలితము. *విద్యుద్వలయంలో ఏదైనా సంవృత భాగంలో వేరు వేరు శాఖలలో ప్రవాహాలు మరియు నిరోధాల లబ్దముల బీజీయ మొత్తం, ఆ సంవృత భాగంలోని విద్యుత్ చాలక బలాల బీజీయ మొత్తానికి సమానం* అని కిర్కాఫ్ రెండవ నియమం తెలుపుతుంది.

కిర్కాఫ్ రెండవ నియమాన్ని అనువర్తింపచేసేటపుడు, వలయంలో ఒక బిందువు వద్ద మొదలు పెట్టి, వలయం చుట్టూ సవ్య దిశలో గాని లేదా అపసవ్యదిశలో గాని పోతూ మళ్ళీ అదే బిందువు వద్దకు రావాలి. విద్యుత్ ప్రవాహ దిశలో మనం ప్రయాణిస్తే ప్రవాహాల మరియు నిరోధాల లబ్దము ధనాత్మకంగా తీసుకుంటాం. ఘటం గుండా రుణ ఎలక్ట్రోడు నుంచి ధన ఎలక్ట్రోడు కు మనం ప్రయాణిస్తే, విచాబ (e.m.f.) ను ధనాత్మకంగా తీసుకుంటాం. గణిత శాస్త్ర ప్రకారం, మనం ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$\sum IR = \sum E$$



పటం : కిర్కాఫ్ రెండవ నియమం ను ఉదాహరించుటకు విద్యుత్ జాలము.

పటంలో చూపిన విద్యుత్ జాలము (Electrical network) ను తీసుకుందాం. A D C B A సంవృత వలయానికి,

$$I_1R_1 - I_2R_2 = E_1 - E_2$$

D H G C D సంవృత వలయానికి,

$$I_2R_2 + (I_1 + I_2)\, R_3 = E_2$$

మరియు A H G B A వలయానికి,

$$I_1R_1 + I_3R_3 = E_1$$

D బిందువు వద్ద, $I_1 + I_2 = I_3$.

కిర్కాఫ్ రెండవ నియమం ను ఈ కింది విధంగా కూడా చెప్పవచ్చు. సంవృత వలయంలో పొటెన్షియల్ తేడాల బీజీయ మొత్తం శూన్యం లేదా సున్నా.

వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి అనేది, నిరోధాలను పోల్చడానికి లేదా ఒక తెలియని నిరోధం విలువ లెక్కించడానికి వాడే విద్యుద్వలయం. ఇందులో నాలుగు నిరోధాలు, ఒక బ్యాటరీ మరియు ఒక గాల్వానామీటరు ఉంటాయి.

పటంలో చూపిన విద్యుత్ వలయంను తీసుకుందాం. ఇక్కడ

(i) P, Q అనే రెండు నిరోధాలను AB, BC భుజాల మధ్య కలపాలి.

(ii) R అనేది ఒక తెలిసిన నిరోధం.

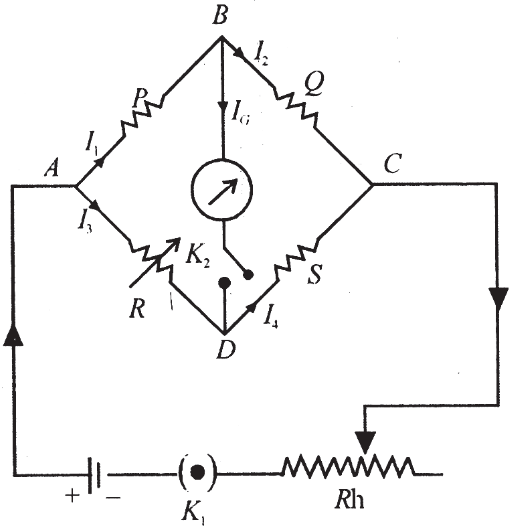
(iii) S, ఒక తెలియని నిరోధం. దీని విలువను కనుక్కోవాలి.

(iv) భుజం BD లో ప్లగ్ కీ (K_2) తో పాటు ఒక గాల్వానామీటరు G ని కలపాలి.

(v) భుజం AC లో ప్లగ్ కీ (K_1) తో పాటు బ్యాటరీ E ని కలపాలి.

సాధారణంగా ప్లగ్‌లలో రెండు కీ లను (K_1, K_2) పెట్టగానే గాల్వానామీటరు G గుండా కొంత విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. దీని వల్ల గాల్వానామీటరు లో అపవర్తనం వస్తుంది. B, D బిందువుల మధ్య కొంత పొటెన్షియల్ తేడా ఉందని ఇది సూచిస్తుంది. ఈ కింది మూడు సాధ్యాలను తీసుకుందాం.

(i) **బిందువు D కంటే, B బిందువు ఎక్కువ పొటెన్షియల్ వద్ద ఉన్నపుడు :** విద్యుత్ B నుంచి D వైపు ప్రవహిస్తుంది. గాల్వానామీటరు ఏదో ఒక దిశలో అపవర్తనం చూపిస్తుంది, అది కుడి వైపు అనుకుందాం.



పటం : వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి

(ii) **D బిందువు కంటే B బిందువు తక్కువ పొటెన్షియల్ వద్ద ఉన్నపుడు :** విద్యుత్ D బిందువు నుంచి B బిందువు వైపు ప్రవహిస్తుంది, మరియు గాల్వానామీటరు వ్యతిరేక దిశలో అపవర్తనం ను చూపిస్తుంది.

(iii) **B, D రెండు బిందువులు సమ పొటెన్షియల్ వద్ద ఉన్నపుడు :** ఈ సందర్భంలో గాల్వానామీటరు గుండా ఏ విద్యుత్ ప్రవాహం ఉండదు. అపుడు అది శూన్య అపవర్తనాన్ని చూపిస్తుంది. అనగా గాల్వానామీటరు శూన్య పరిస్థితిలో ఉంది అని అర్థం. ఈ పరిస్థితిలో వీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి సంతులన స్థితిలో ఉందని అంటారు.

P గుండా పొటెన్షియల్ పాతం, R గుండా పొటెన్షియల్ పాతంకు సమానం అయితే, B, D బిందువులు సమ పొటెన్షియల్ వద్ద ఉంటాయి. కాబట్టి

$$I_1P = I_3R \quad \text{....... (1)}$$

కాని $$I_1 = I_2 + I_G$$

మరియు $$I_4 = I_3 + I_G \quad \text{...... (2)}$$

శూన్య పరిస్థితిలో B, D సంధుల వద్ద కిర్కాఫ్ మొదటి నియమంను అనువర్తిస్తే ($I_G = 0$)

$$I_1 = I_2$$

మరియు $$I_3 = I_4 \quad \text{...... (3)}$$

అలాగే, Q గుండా పొటెన్షియల్ పాతం, S గుండా పొటెన్షియల్ పాతం కు సమానం. కాబట్టి

$$I_2Q = I_4S \quad \text{....... (4)}$$

(2) సమీకరణం ను , (4) సమీకరణం తో భాగిస్తే,

$$\frac{I_1P}{I_2Q} = \frac{I_3R}{I_4S} \quad \text{..... (5)}$$

సమీకరణం (3) నుంచి, మనకు

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \quad \text{..... (6)}$$

అని వస్తుంది.

18 అయస్కాంతత్వం మరియు విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల అయస్కాంత ఫలితం

ఆవేశిత కడ్డీలు ఒకదానికొకటి లేదా చిన్న కాగితపు ముక్కలను ఏ విధంగా ఆకర్షించుకుంటాయో పాఠం 15లో తెలుసుకున్నారు. బహుశా మీరు అయస్కాంతంతో ఆడుకొనే వుంటారు – ఇనుప ముక్కలను ఆకర్షించే ధర్మాన్ని కలిగి ఉన్న పదార్థం. కాని మీరు ఎపుడయినా విద్యుచ్ఛక్తికి, అయస్కాంతత్వానికి గల సంబంధం గురించి ఆలోచించారా? 1820 సంవత్సరంలో ఆయర్‌స్టెడ్ అనే శాస్త్రవేత్త వీటి మధ్య గల సంబంధాన్ని కనుగొన్నారు. ప్రస్తుతం అయస్కాంతత్వం, విద్యుచ్ఛక్తి ఒకదానికొకటి ఎంత సన్నిహితంగా సంబంధించి ఉన్నాయో మనకు తెలుసు.

ఈ పాఠంలో అయస్కాంతాల ప్రవర్తన, వాటి ఉపయోగాలను, విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల ఏర్పడే అయస్కాంత క్షేత్రాల గురించి తెలుసుకుంటారు. అయస్కాంత క్షేత్రంలో చలించే ఆవేశాల మరియు విద్యుత్ ప్రవాహం కలిగిన వాహకాల ప్రవర్తన గురించి కూడ వివరించాం. ఈ సూత్రాల ఆధారంగా మోటారు (Motor) వంటి విద్యుత్ పరికరాలు, అమ్మీటరు, వోల్టు మీటరు, గాల్వనామీటరు వంటి కొలిచే సాధనాలు పని చేయు విధానం ను వివరించాం.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు

- అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని నిర్వచించి, SI ప్రమాణాలు తెలుపుట
- భూ అయస్కాంత క్షేత్రం యొక్క మూలరాశులను తెలిపి, వాటి మధ్య గల సంబంధాన్ని రాయడం
- విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల ఏర్పడే అయస్కాంత క్షేత్రాలు – ఆయర్‌స్టెడ్ ప్రయోగం ను వివరించడం
- బయోట్ – సవర్ట్ సూత్రం లేదా నియమం ను నిర్వచించి, దాని అనువర్తనాలను తెలపడం

- ఆంపియర్ వలయ నియమంను, దాని అనువర్తనాన్ని వివరించడం
- ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో, ఆవేశిత కణం యొక్క చలనాన్ని వివరించడం
- ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచిన విద్యుత్ ప్రవహించే వాహకం మీద పనిచేసే బలంకు సమాసాన్ని రాబట్టడం
- విద్యుత్ ప్రవహించే రెండు తిన్నని సమాంతర వాహకాల మధ్య పని చేసే బలంకు సమాసాన్ని రాబట్టడం
- గాల్వనామీటరు, అమ్మీటరు, వోల్టుమీటరు – ఏ సూత్రం పై ఆధారపడి పని చేస్తాయో వివరించడం

2 మార్కులు ప్రశ్నలు

1. ఆంపియర్ నియమాన్ని తెలపండి.

జ. ఆంపియర్ వలయ నియమం ఒక సంవృత వలయం చుట్టూ గల అయస్కాంత క్షేత్రము $\bar{B}$ యొక్క రేఖీయ సమాకలనం మొత్తం విద్యుత్తు I కి μ_0 రెట్లు ఉంటుందని చెపుతుంది.

$$\oint \bar{B}.d\bar{l} = \mu_0 I$$

2. బయోట్ – సవర్ట్ సూత్రం, ఆంపియర్ వలయ నియమం నుండి తెలుసుకునే ఉమ్మడి విషయం ఏమిటి?

జ. రెండు సూత్రాలు, విద్యుత్ ప్రవాహం ఉన్న వాహకాల వల్ల ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని సూచిస్తాయి.

3. కదిలే తీగ చుట్ట గాల్వనామీటరులో మెత్తని ఇనుము అంతర్భాగం యొక్క ముఖ్య విధి ఏమిటి?

జ. మెత్తటి ఇనుము అంతర్భాగం గుండా అయస్కాంత క్షేత్ర బలరేఖలు గుమికూడడం వల్ల అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రత పెరిగి, గాల్వానామీటరు సూక్ష్మగ్రాహ్యతను పెంచుతుంది.

4. అమ్మీటరు, వోల్టుమీటరు, గాల్వానామీటరు వీటిలో దేనికి అతి తక్కువ నిరోధం ఉంటుంది. వివరణ ఇవ్వండి?

జ. అమ్మీటరు తక్కువ నిరోధాన్ని కలిగి ఉంటుంది. వోల్టుమీటరు ఎక్కువ నిరోధాన్ని కలిగి ఉంటుంది. అమ్మీటరులో గాల్వానామీటరు తీగచుట్టకు తక్కువ నిరోధాన్ని సమాంతరంగా కలుపుతారు. అదే వోల్టుమీటరులో అయితే గాల్వానామీటరుకు ఎక్కువ నిరోధాన్ని శ్రేణిలో కలుపుతారు.

5. ఫ్లెమింగ్ ఎడమచేతి నిబంధనను రాయుము?

జ. ఫ్లెమింగ్ ఎడమచేతి నిబంధన ఈ విధంగా చెబుతుంది. ఎడమచేతి బొటనవేలు, చూపుడు వేలు, మధ్యవేలు పరస్పరం లంబంగా ఉండేట్లు, మన ఎడమ చేతిని చాచినప్పుడు, చూపుడు వేలు అయస్కాంత క్షేత్రం దిశను, మధ్య వేలు క్షేత్రంలోని ధనావేశ వేగం దిశను సూచిస్తే, లోరెంట్జ్ బలం దిశను బొటన వేలు సూచిస్తుంది.

6. అయస్కాంత మరియు విద్యుత్ క్షేత్రాలు రెండూ ఎలక్ట్రానుని అపవర్తనం చెందిస్తాయి. వాటి మధ్య తేడా ఏమిటి?

జ. అయస్కాంత క్షేత్రంలో చలనంలో ఉండే ఆవేశం పై పనిచేసే బలం, ఆవేశ చలనానికి లంబంగా ఉండడం వల్ల ఆవేశం మీద ఉన్న బలం చేసే పని శూన్యం. అందువల్ల ఆవేశం గతిజ శక్తిలో మార్పురాదు. విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఆవేశం క్షేత్ర దిశలో అపవర్తనం చెందుతుంది. కాబట్టి క్షేత్రం ఆవేశానికి బలరేఖల దిశలో త్వరణాన్ని కలిగిస్తుంది.

7. విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న తీగ చుట్ట అయస్కాంత క్షేత్రంలో అపవర్తనం చూపకుండా ఎప్పుడుంటుంది?

జ. తీగ చుట్ట తలం అయస్కాంత క్షేత్రానికి లంబంగా ఉన్నప్పుడు దానిపై పనిచేసే బలయుగ్మం శూన్యం. అందుచే అపవర్తనం చెందదు.

8. ఆదర్శ అమ్మీటరు, ఆదర్శ వోల్టుమీటరు నిరోధాలు ఎంత?

జ. శూన్యము, అనంతము

9. కదిలే తీగచుట్ట గాల్వనామీటరును అమ్మీటరుగా మార్చుట ఎట్లు?

జ. గాల్వానామీటరునకు షంటు నిరోధాన్ని సమాంతరంగా కలిపి, స్కేలును $\frac{C}{C_g} = \frac{G+S}{S}$ సమీకరణం నుండి గణించిన C విలువలతో క్రమాంకనం చేయాలి.

10. కదిలే తీగ చుట్ట గాల్వానామీటరుతో కొలిచే కనిష్ఠ విద్యుత్ ఎంత?

జ. 10^{-9} ఆంపియర్

11. l పొడవు గల వాహకంలో 'i' విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నది. దీనిని 'B' ప్రేరణ గల అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచినప్పుడు దానిపై పనిచేసే బలం ఎంత? ఆ బలం ఎప్పుడు గరిష్టంగా ఉంటుంది?

జ. $F = i\,Bl \sin\theta$

$\theta = 90^0$ అయినప్పుడు, B, l లు పరస్పరం లంబంగా ఉంటాయి, బలం F గరిష్ఠంగా ఉంటుంది.

అంటే $F = B\,i\,l$.

12. అయస్కాంత క్షేత్రంలో గమనంలో గల ఆవేశంపై పనిచేసే బలదిశను సూచించే నిబంధన ఏది?

జ. ఫ్లెమింగ్ ఎడమచేతి నియమం.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. గాల్వానామీటరును అమ్మీటరుగా మార్చే విధానం వివరించండి?

జ. తగినట్లు షంట్ చేయబడిన గాల్వనామీటరే, అమ్మీటరు. వలయంలో ప్రవహించే విద్యుత్‌ను ఇవ్వడానికి దాని స్కేలు క్రమాంకనం చేయబడింది. గాల్వనామీటరును అమ్మీటరుగా మార్చడానికి, తక్కువ నిరోధం కల తీగను గాల్వానామీటరుకు సమాంతరంగా కలపాలి. షంట్ నిరోధం, అమ్మీటరు వ్యాప్తి మీద ఆధారపడుతుంది. ఈ కింది విధంగా దానిని కనుక్కోవచ్చు.

గాల్వనామీటరు నిరోధం G, గాల్వనామీటరు లో స్కేలు విభాగాల సంఖ్య N అని అనుకుందాం. k అనేది దక్షతాంకం లేదా గాల్వనామీటరు లోని స్కేలులో ఒక విభాగం అపవర్తనానికి కావలసిన విద్యుత్ ప్రవాహం. గాల్వనామీటరు లో పూర్తి అపవర్తనం రావడానికి ప్రవహించాల్సిన విద్యుత్ $I_g = Nk$.

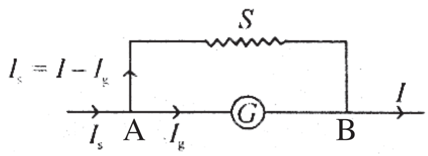
గాల్వానామీటరు కొలవాల్సిన గరిష్ట విద్యుత్ ప్రవాహం I అనుకుందాం.

పటంలో A, B బిందువుల మధ్య వోల్టేజి,

$$V_{AB} = I_g G = (I - I_g)S$$

$$\therefore S = \frac{I_g G}{I - I_g}$$

ఇక్కడ S అనేది షంట్ నిరోధం.



పటం : షంట్ చేయబడిన గాల్వనామీటరు, అమ్మీటరుగా పనిచేస్తుంది.

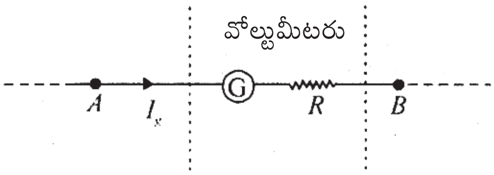
G, S లు సమాంతరంగా ఉండడం వల్ల, అమ్మీటరు ఫలిత నిరోధం R ను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$R = \frac{GS}{G + S}$$

షంట్ నిరోధం తక్కువగా ఉండడం వల్ల, గాల్వనామీటరు, షంట్ ల ఫలిత నిరోధం అతి తక్కువగా ఉంటుంది. ఫలితంగా అమ్మీటరు నిరోధం గాల్వనామీటరు నిరోధం కంటే తక్కువగా ఉంటుంది.

2. గాల్వానామీటరును వోల్టుమీటరుగా మార్చే విధానం వివరించండి?

జ. పటంలో చూపినట్లు గాల్వనామీటరును వోల్టుమీటరుగా మార్చడానికి అధిక విలువ ఉన్న నిరోధం ను, గాల్వనామీటరుకు శ్రేణిలో కలపాలి. నిరోధం విలువ, వోల్టుమీటరు వ్యాప్తి (Range) పై ఆధారపడుతుంది. దీనిని ఈ విధంగా కనుక్కోవచ్చు.



పటం : గాల్వనామీటరు ను వోల్టుమీటరుగా మార్చటం.

అధిక విలువ వున్న నిరోధాన్ని R అనుకుందాం. ఈ నిరోధాన్ని గాల్వనామీటరు కు శ్రేణిలో కలపాలి. A, B బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా V వోల్టు అయితే, అపుడు వోల్టు మీటరు మొత్తం నిరోధం $G+R$ అవుతుంది. ఓమ్ నియమం నుంచి,

$$I_g(G+R) = V$$

లేదా $$G+R = \frac{V}{I_g}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I_g} - G$$

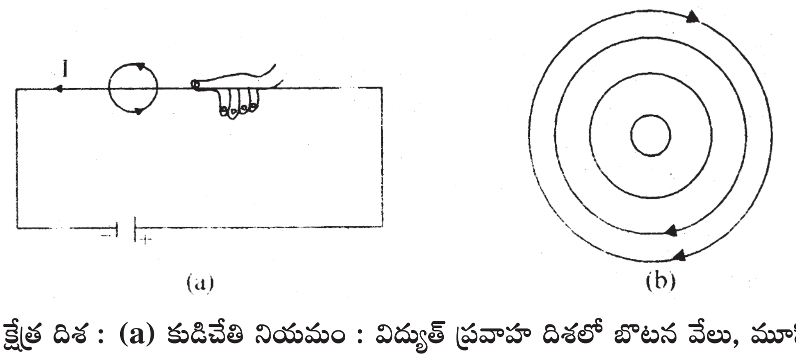
అనగా, R నిరోధం ను, గాల్వనామీటరుకు శ్రేణిలో కలపడం వల్ల, అది, O - V వోల్టు వ్యాప్తి లేదా రేంజి గల వోల్టు మీటరుగా పనిచేస్తుంది. గాల్వనామీటరును మార్చక ముందు, గరిష్ట పొటెన్షియల్‌ను $(I_g \times G)$ నమోదు చేసిన స్కేలు, దాన్ని వోల్టుమీటరుగా మార్చిన తరువాత అదే స్కేలు పొటెన్షియల్ V ను నమోదు చేస్తుంది. దాని ప్రకారంగా స్కేలు క్రమాంకనం చేయబడుతుంది. వోల్టుమీటరు నిరోధం, గాల్వనామీటరు నిరోధం కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది. వోల్టుమీటరు ఫలిత నిరోధం.

$$R_V = R + G$$

ఆదర్శ వోల్టుమీటరు నిరోధం అనంతంగా ఉంటుంది.

3. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తీగచుట్ట కేంద్రం వద్ద ఏర్పడే అయస్కాంత క్షేత్రంకు సమీకరణం రాబట్టండి ?

జ.



పటం : అయస్కాంత క్షేత్ర దిశ : (a) కుడిచేతి నియమం : విద్యుత్ ప్రవాహ దిశలో బొటన వేలు, మూసి ఉన్న మిగతా వేళ్ళ దిశలో అయస్కాంత క్షేత్ర బల రేఖలు. (b) కుడి చేతి నియమం ప్రకారం, విద్యుత్ ప్రవాహం కాగితం తలం లోపలికి ఉన్నపుడు, అయస్కాంత క్షేత్ర బలరేఖలు కాగితం తలంలో ఉంటాయి.

$$|\Delta \mathbf{B}| = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\Delta l}{r^2} \sin 90^0$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\Delta l}{r^2} \quad (\sin 90^0 = 1 \text{ కాబట్టి})$$

$\Delta\mathbf{B}$ దిశ తీగచుట్ట తలానికి లంబంగా ఉంటుంది. తీగచుట్టలోని ప్రతి అల్పాంశం వల్ల ఏర్పడిన క్షేత్రాలు అన్నీ ఒకే దిశలో ఉంటాయి కాబట్టి, వాటన్నింటినీ కలిపితే కేంద్రం వద్ద ఫలిత క్షేత్రం వస్తుంది.

$$|\mathbf{B}| = \sum |\Delta\mathbf{B}| = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \sum \Delta l = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} . 2\pi r$$

విద్యుత్ I ప్రవహిస్తున్న, r వ్యాసార్ధం గల తీగ చుట్ట కేంద్రం వద్ద ఏర్పడే అయస్కాంత క్షేత్రంను ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$|\mathbf{B}| = \frac{\mu_0}{2r} I$$

తీసుకున్న తీగచుట్టలో ఒకటి కంటే ఎక్కువ చుట్లు ఉన్నపుడు (n చుట్లు ఉన్నట్లయితే), అయస్కాంత క్షేత్రం విలువ

$$|\mathbf{B}| = \frac{\mu_0 n I}{2r}$$

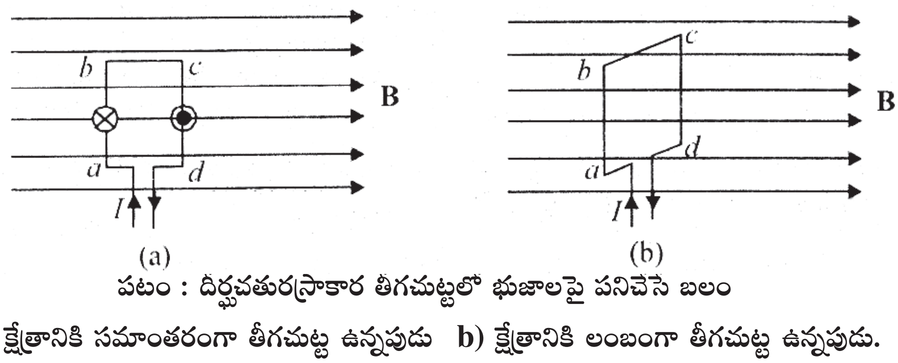
8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉన్న విద్యుత్ ప్రవాహ వాహకం చుట్టపై పనిచేసే టార్క్‌కు సమీకరణం రాబట్టండి?

6 సెం.మీ నిడివి 4 ఆంపియర్ల విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తీగను 0.5 టెస్లా అయస్కాంత అభివాహ క్షేత్రానికి లంబంగా ఉంచితే దానిపై పనిచేసే బలం ఎంత?

జ. ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రం **B** లో ఉంచిన విద్యుత్ ప్రవాహమున్న తీగచుట్ట పై నికర బలం కాకుండా, టార్క్ పనిచేస్తుంది. ఈ టార్క్ తీగచుట్టను తిప్పి క్షేత్రదిశకు లంబంగా తీగ తలాన్ని తీసుకురావడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. ఈ సూత్రం ఆధారంగానే విద్యుత్ మోటారులు, మీటరులు మొదలగునవి పని చేస్తాయి. ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రం **B** కి సమాంతర తలంలో గల దీర్ఘ చతురస్రాకార తీగచుట్టలో ప్రతి భుజం పై పనిచేసే బలాన్ని కనుక్కుందా (పటం ఎ)

వలయం భుజాలు ad, bc **B** కి సమాంతరంగా ఉన్నాయి. కాబట్టి వాటిపై బలం పనిచేయదు. కాని ab, cd భుజాలు **B** కి లంబంగా ఉన్నాయి. కాబట్టి వాటిపై బలం గరిష్టంగా ఉంటుంది. ab, cd లపై పనిచేసే బలదిశను మనం సులభంగా కనుక్కోవచ్చు.



పటం : దీర్ఘచతురస్రాకార తీగచుట్టలో భుజాలపై పనిచేసే బలం

a) క్షేత్రానికి సమాంతరంగా తీగచుట్ట ఉన్నపుడు b) క్షేత్రానికి లంబంగా తీగచుట్ట ఉన్నపుడు.

బలాలకు $|\mathbf{F}_{ab}|=|\mathbf{F}_{cd}|$ మరియు అవి వ్యతిరేక దిశలలో ఉన్నాయి. కాబట్టి తీగచుట్ట పై నికర బలం ఏదీ ఉండదు $\mathbf{F}_{ab},\mathbf{F}_{cd}$ లు ఒకే సరళరేఖలో పనిచేయడం లేదు. ఇవి బలయుగ్మంగా మారి టార్క్‌ను కలుగచేసి, తీగచుట్టను తిప్పడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. అయస్కాంత క్షేత్రంలో తీగచుట్ట ఏ ఆకారంలో ఉన్నా ఇది వర్తిస్తుంది. ఒక వేళ తీగచుట్ట తలం అయస్కాంత క్షేత్రానికి లంబంగా ఉంటే, అప్పుడు నికర బలం లేదా టార్క్ ఏదీ ఉండదు. (పటం (బి)).

టార్క్ = బలం × రెండు బలాల మధ్య లంబదూరం $= \mathrm{BIL}\cdot \mathrm{b}\sin\theta$

పటం, PQRS అను దీర్ఘ చతురస్రాకార తీగచుట్టను చూపిస్తుంది. దీనిలో I విద్యుత్ ప్రవహిస్తుందని అనుకుందాం. అయస్కాంత క్షేత్రం **B** కి, తీగచుట్ట n తలానికి గీసిన లంబానికి మధ్యకోణం θ. అప్పుడు టార్క్ $\tau = \mathrm{NBILb}\sin\theta$

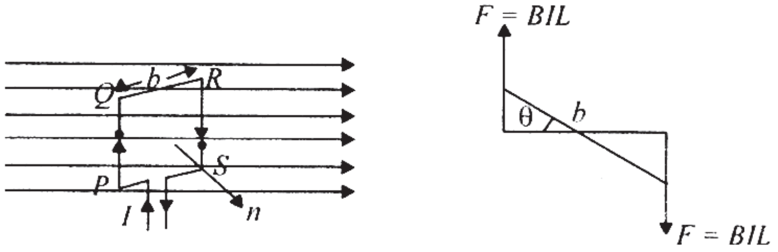
ఇక్కడ N అనేది తీగచుట్టలోని చుట్ల సంఖ్య. పై సమీకరణాన్ని ఈ విధంగా కూడ రాయవచ్చు.

$$|\tau| = \mathrm{NBIA}\sin\theta$$

A అనేది తీగచుట్ట వైశాల్యం $= \mathrm{L} \times \mathrm{b}$

$$|\tau| = |\mathbf{B}||\mathbf{M}|\sin\theta$$

ఇక్కడ $\mathbf{M} = \mathrm{NI}\mathbf{A}$ ను విద్యుత్ ప్రవాహమున్న తీగచుట్ట అయస్కాంత భ్రామకం అంటారు.



పటం : విద్యుత్ ప్రవాహమున్న తీగచుట్ట పై పనిచేసే టార్క్

కాబట్టి టార్క్, B, A, I, N, θ లపై ఆధారపడుతుందని తెలుస్తుంది.

సాధన: $B = 0.5T$

$I = 4A$

$A = 6\ cm = 0.06m.$

$\tau = ?$

$\tau = BIA\sin\theta = 0.5 \times 4 \times 0.06 \qquad (\because\ \theta = 90\ \sin 90 = 1)$

$= 2 \times 0.06 = 0.12N.$

2. కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానామీటరు నిర్మాణాన్ని పనిచేసే విధానాన్ని వ్రాయండి? అపవర్తనానికి, విద్యుత్‌కి గల సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

జ. విద్యుత్ ప్రవాహమున్న తీగచుట్టను అయస్కాంత క్షేత్రం లో ఉంచినప్పుడు, తీగచుట్ట పై టార్క్ పనిచేస్తుంది అనే సూత్రం పై గాల్వనామీటరు పనిచేస్తుంది.

గాల్వనామీటరు, అనయస్కాంత ఫ్రేముపై (frame) చుట్టిన తీగచుట్టను కలిగి ఉంటుంది. తీగచుట్ట లోపల ఒక మెత్తటి ఇనుప స్తూపం ఉంటుంది. స్ప్రింగ్‌లకు కలిపిన రెండు కీలకాల పై, సూచిక తో ఈ అమరిక ఆధారపడి ఉంటుంది. దీనిని గుర్రపు నాడా ఆకారపు అయస్కాంత ధ్రువాల మధ్య ఉంచాలి. ఈ ధ్రువాలు రేడియల్ క్షేత్రాన్ని ఇస్తాయి

కదిలే తీగచుట్ట గాల్వనామీటరు పనిచేసే విధానంను అర్థం చేసుకోవడానికి, విద్యుత్ ప్రవాహమున్న తీగచుట్టను అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచినపుడు, తీగచుట్ట పై టార్క్ పనిచేయడం వల్ల తీగ చుట్ట భ్రమణం చెందుతుంది అని మనం గుర్తు చేసుకుందాం. స్ప్రింగ్‌లో పునఃస్థాపక బలం ఏర్పడుతుంది. ఫలితంగా పునఃస్థాపక టార్క్ కలుగుతుంది. తీగచుట్టలో అపవర్తనం α, ప్రమాణ అపవర్తనానికి తీగకు కావలసిన టార్క్ (భ్రామకం) లేదా వియోటన స్థిరాంకం k అయితే, మనం

$\mathrm{NBIA}\sin\theta = \mathrm{k}\alpha$ గా రాయవచ్చు.

$\theta = 90^0$ కు, $\sin\theta = 1$ కాబట్టి

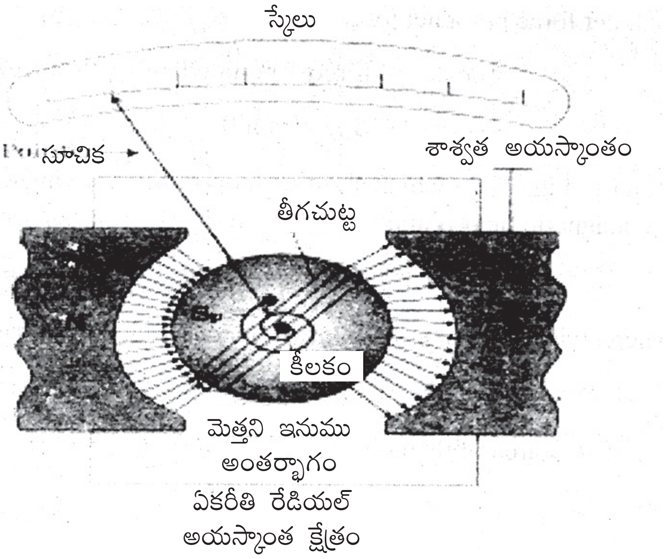
$\mathrm{NBIA} = \mathrm{k}\alpha$

లేదా $\dfrac{\mathrm{INBA}}{\mathrm{k}} = \alpha$

అనగా $\mathrm{I} = \dfrac{\mathrm{k}\alpha}{\mathrm{NBA}}$

ఇక్కడ $\dfrac{k}{\mathrm{NBA}}$ ను గాల్వనామీటరు స్థిరాంకం (

దీని నుంచి మనం



పటం : కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానామీటరు.

$\alpha \propto \mathrm{I}$ అని చెప్పవచ్చు.

అనగా N, B, A, k లు స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు గాల్వనామీటరులో వచ్చిన అపవర్తనం, దాని గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహానికి అనులోమానుపాతం లో ఉంటుంది. $\dfrac{\alpha}{\mathrm{I}}$ నిష్పత్తిని గాల్వనామీటరు యొక్క విద్యుత్ సూక్ష్మ గ్రాహ్యత (sensitivity) అంటారు. దీనిని ప్రమాణ విద్యుత్ ప్రవాహానికి గల తీగచుట్ట అపవర్తనంగా నిర్వచిస్తారు.

విద్యుత్ ప్రవాహం ఎక్కువగా ఉంటే, టార్క్ బలంగా ఉండి, తీగచుట్ట ఎక్కువగా తిరుగుతుంది. అతిచిన్న విద్యుత్ ప్రవాహాలను $(0.1\mu A)$ దీనిని ఉపయోగించి కొలవవచ్చు.

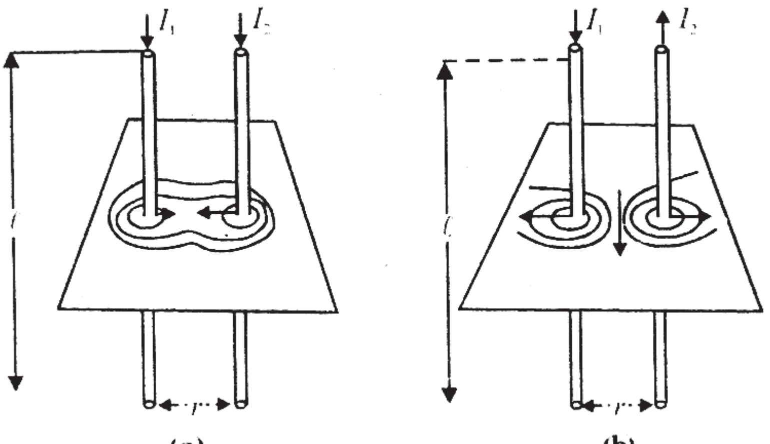
3. ఆంపియర్ సూత్రాన్ని రాయండి ? విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న రెండు సమాంతరంగా ఉన్న వాహకాల మధ్యగల బలాలేవి? ఆంపియర్‌ను నిర్వచించుము.

జ. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న వాహకం చుట్టూ ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రంను మరొక పద్ధతిలో లెక్కించడానికి ఆంపియర్ వలయ నియమం ను ఉపయోగిస్తారు.

ఆంపియర్ వలయ నియమం ఒక సంవృత వలయం చుట్టూ గల అయస్కాంత క్షేత్రం **B** యొక్క రేఖీయ సమాకలనం, మొత్తం విద్యుత్తు I కి μ_0 రెట్లు ఉంటుందని చెపుతుంది. గణితశాస్త్రంలో దీనిని మనం ఈ కింది విధంగా రాస్తాం.

$$\oint \mathbf{B}.\mathbf{dl} = \mu_0 I$$

విద్యుత్ ప్రవహించే రెండు తిన్నని సమాంతర వాహకాల మధ్య పని చేసే బలం అన్యోన్యమయినది మరియు అయస్కాంతం నుంచి ఉత్పత్తి అయినది. విద్యుత్ ప్రవాహం కల తీగ నికర ఆవేశం ను కలిగి ఉండదు. కావున విద్యుత్ పరంగా దాని మాదిరిగా ఉండే మరొక తీగ తో అన్యోన్య చర్య జరపదు.



పట : విద్యుత్ ప్రవాహమున్న రెండు సమాంతర తీగల మధ్య పని చేసే బలాన్ని ప్రయోగ పూర్వకంగా నిరూపణ చేయుట

రెండు సమాంతర తీగలు (పటం) లో చూపినట్లు r దూరంలో ఎడంగా ఉన్నాయి. వీటిలో వరసగా I_1, I_2 విద్యుత్ ప్రవాహాలు ప్రవహిస్తున్నాయి అనుకుందాం. మొదటి తీగ వల్ల, r దూరంలో గల అయస్కాంత క్షేత్రం, $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$.

అదే విధంగా రెండవ తీగ వల్ల, దాని నుంచి r దూరంలో గల అయస్కాంత క్షేత్రం, $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r}$. ఈ క్షేత్రాలు, తీగల పొడవుకు లంబంగా ఉంటాయి. పొడవు l కలిగిన వేరొక విద్యుత్ ప్రవాహమున్న వాహకం పై పనిచేసే బలం.

$$F = BIl = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} I_2 l$$

లేదా ఏకాంక పొడవు పై పనిచేసే బలం

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

విద్యుత్ ప్రవాహాలు ఒకే దిశలో ఉంటే బలాలు. ఆకర్షిత బలాలు మరియు విద్యుత్ ప్రవాహాలు వ్యతిరేక దిశలో ఉంటే అవి వికర్షిత బలాలు. పై సమీకరణంను, విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రమాణాన్ని నిర్వచించటానికి ఉపయోగిస్తాం. $I_1 = I_2 = 1A, l = 1m, r = 1m$ అయితే, అపుడు

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} = 2\times10^{-7} N.$$

తిన్నగా ఉన్న రెండు సమాంతర తీగలు తమ గుండా ఒకే విలువ గల విద్యుత్ ప్రవాహాలను కొనిపోతూ శూన్యంలో 1 m. ఎడంగా ఉన్నప్పుడు వాటి మధ్య ప్రతి మీటరు పొడవుకు $2\times10^{-7} Nm^{-1}$ బలం ఉత్పాదించడానికి ఆ రెండు తీగలలో ఒక్కొక్క దానిలో ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహ విలువను ఒక ఆంపియర్ అంటారు.

19 విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ మరియు ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహం

మనకు లభ్యమవుతున్న శక్తి రూపాలన్నింటిలో విద్యుచ్ఛక్తి చాలా అనుకూలమైనది. ఇది మన ఇంట్లో దీపాల్ని వెలిగిస్తుంది. రైళ్ళను నడుపుతుంది. ప్రసార సాధనాలను పనిచేయిస్తుంది. మొత్తం మీద మన జీవితాన్ని సుఖమయం చేస్తుంది. అలాగే మన ఇంట్లో ఉపయోగించే విద్యుత్ ఉపకరణాల చిట్టా కూడా చాలా పెద్దది. విద్యుత్ శక్తి ఎలా ఉత్పత్తి అవుతుందని మీరెప్పుడైనా ఆలోచించారా? నీటికి ఉండే శక్తి నుపయోగించుకొని టర్బైన్ ద్వారా నడుపబడే జనరేటర్ జలవిద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. బొగ్గు, వాయువు, న్యూక్లియర్ ఇంధన ఆధార విద్యుత్ కేంద్రాలలో టర్బైన్ ఆవిరిని ఉపయోగించుకొని జనరేటర్‌ను పనిచేయిస్తుంది. పట్టణ విద్యుత్ ఉపకేంద్రాల నుండి కేబుల్ ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి మన ఇళ్ళకు చేరుతుంది. నీవెప్పుడైనా విద్యుత్ ఉపకేంద్రాన్ని సందర్శించావా? అక్కడ ప్రతిష్ఠాపితమైన పెద్ద యంత్రాలు ఏమిటో తెలుసా? ఆ యంత్రాలను పరివర్తకాలు అంటారు. విద్యుచ్ఛక్తిని మనకందు బాటులోకి తెచ్చే ముఖ్యమైన సాధనాలు జనరేటర్, పరివర్తకాలు. ఈ పరికరాలు విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ ఆధారంగా పనిచేస్తాయి.

విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ, దీనిని నియంత్రించే నియమాలు, వీటి ఆధారంగా పనిచేసే పరికరాలు గురించి ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు. విద్యుత్ జనరేటర్లు, పరివర్తకాల నిర్మాణం, పనిచేసే విధానం గురించి, విద్యుచ్ఛక్తిని మనకందించడంలో వాటి పాత్రను గురించి కూడా చదువుతారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ఈ కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- ప్రయోగాల ద్వారా విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ దృగ్విషయం ను గురించిన వివరణ.
- విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణలోని లెంజ్ నియమం, ఫారడే నియమంల వివరణ
- స్వయం ప్రేరణ, అన్యోన్య ప్రేరణ ల గురించిన వర్ణన
- ac మరియు dc జనరేటర్లు పనిచేసే విధానం వర్ణన

- ac వలయాలు (i) నిరోధం (ii) ప్రేరకం లేదా (iii) కెపాసిటర్ ను కలిగి ఉన్నప్పుడు వోల్టేజ్ మరియు విద్యుత్ ప్రవాహంల మధ్య సంబంధం ను రాబట్టుట.
- LCR ఏకాంతశ్రేణీ వలయం విశ్లేషణ
- పరివర్తకాలు పనిచేసే విధానం, దాని దక్షతను మెరుగుపరిచే మార్గాల వివరణ.

2 మార్కులు ప్రశ్నలు

1. లెంజ్ నియమం శక్తి నిత్యత్వ సూత్రమును వ్యతిరేకిస్తుందా?

జ. లెంజ్ నియమం శక్తి నిత్యత్వ సూత్రమును వ్యతిరేకించదు. దానిని అనుసరిస్తుంది.

2. ac ప్రవాహం, వోల్టేజిల వర్గ సరాసరి వర్గ మూల (rms) విలువలను ఎందుకు లెక్కించవలసిన అవసరం ఉంది?

జ. ac ప్రవాహం సైనుసోయిడల్‌గా మారుతుంది. కనుక ఒక పూర్తి ఆవర్తనంకు దాని సరాసరి విలువ శూన్యం. కాని rms విలువ పరిమితం.

3. ac జనరేటర్‌కు కలిపిన కెపాసిటర్‌లోని ప్రవాహం కెపాసిటెన్స్‌తో ఎందుకు పెరుగుతుంది?

జ. కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం $X_C = \frac{1}{2\pi\gamma C}$, C పెరిగితే X_C తగ్గుతుంది, I పెరుగుతుంది.

4. ఆదర్శ ప్రేరకంను ac జనరేటర్‌కు కలిపినప్పుడు లెంజ్ నియమం పాత్రను వర్ణించండి.

జ. లెంజ్ నియమం ప్రకారం ప్రేరకం గుండా ac ప్రవహించినపుడు దానిలో తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరితమవుతుంది.

తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం $e = -L\frac{dI}{dt}$

5. పౌనఃపున్యంతో కెపాసిటివ్ రియాక్టన్సు ఎలా మారుతుంది?

జ. పౌనఃపున్యం పెరిగితే, కెపాసిటివ్ రియాక్టన్సు తగ్గుతుంది.

6. లెంజ్ నియమం తెల్పండి?

జ. వాహకంలో విద్యుత్ ప్రేరేపితమయినప్పుడు, ఏ మార్పు వల్ల విద్యుత్ ప్రేరేపితమయ్యిందో ఆ మార్పును వ్యతిరేకించేటట్లుగా అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడేలా విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ ఉంటుంది.

7. ac మరియు dc జనరేటర్‌ల మధ్య భేదాలను తెల్పండి?

జ. (i) ac జనరేటర్‌లో స్లిప్ రింగులుంటే, dc జనరేటర్‌లో స్ప్లిట్ రింగు కామ్యుటేటర్ ఉంటుంది.

(ii) ac జనరేటర్ ప్రవాహ వోల్టేజిని సైనుసోయిడల్ రూపంలో ఏర్పరిస్తే, dc జనరేటర్ ఒకే దిశలో ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.

8. జనరేటర్‌లో కామ్యుటేటర్‌ను ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు?

జ. కామ్యుటేటర్ ac తరంగ రూపాన్ని, dc తరంగ రూపంలోకి మారుస్తుంది.

9. dc తో పరివర్తకం పనిచేస్తుందా? మీ సమాధానాన్ని సమర్ధించండి?

జ. పనిచేయదు. పరివర్తకం, విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ సూత్రం మీద ఆధారపడి పనిచేస్తుంది. కనుక దీనికి కాలంతో మారే ప్రవాహం అవసరమవుతుంది.

10. ఆరోహణ పరివర్తకం గౌణ తీగచుట్టలో ప్రాథమిక తీగచుట్టలో కన్నా ఎక్కువ చుట్లు ఎందుకుంటాయి?

జ. ప్రాథమిక, గౌణ తీగచుట్టలలోని వోల్టేజి నిష్పత్తి, వాటి చుట్ల సంఖ్య నిష్పత్తికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

11. రెండు తీగ చుట్టల మధ్య అన్యోన్య ప్రేరణ వేటిపై ఆధారపడి ఉంటుంది?

జ. తీగ చుట్టలలోని చుట్ల సంఖ్య మీద, తీగ చుట్టల మధ్య దూరంపైన మరియు తీగ చుట్టల జ్యామితీయ ఆకారం మీద వాటి మధ్య అన్యోన్య ప్రేరణ ఆధారపడి ఉంటుంది.

12. పరివర్తకం పనిచేసేటప్పుడు ఏ దృగ్విషయాన్ని అనుసరిస్తుంది?

జ. అన్యోన్య ప్రేరణ.

13. పరివర్తక నిష్పత్తి అనగానేమి?

జ. పరివర్తక నిష్పత్తి $= \dfrac{\text{నిర్గమ విద్యుచ్ఛాలక బలం}}{\text{అనువర్తిత విద్యుచ్ఛాలక బలం}}$

$= \dfrac{\text{గౌణ తీగ చుట్టలోని చుట్ల సంఖ్య}}{\text{ప్రాథమిక తీగ చుట్టలోని చుట్ల సంఖ్య}}$

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. పరివర్తకము అనగా నేమి? అవి ఎన్ని రకాలు, వివరించండి?

జ. విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ దృగ్విషయం ఆధారంగా ఏకాంతర వోల్టేజి లేదా ప్రవాహం పరిమాణాన్ని మార్చే పరికరాన్ని పరివర్తకం అంటారు.

ప్రాథమికంగా పరివర్తకాలు రెండురకాలు

1. ఆరోహణ పరవర్తకం: (Step up transformer) గౌణ వైండింగ్ లో వోల్టేజిని పెంచుతుంది. (విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తగ్గిస్తుంది.) ఈ పరివర్తకాలలో (పటం (a)) గౌణ వైండింగ్ లో చుట్ల సంఖ్య, ప్రాథమికవైండింగ్ లో కన్నా ఎక్కువగా ఉంటాయి.

నిర్గమ నిర్గమ

(a) (b)

పటం : ఇనుప కోర్ గల (a) ఆరోహణ (b) అవరోహణ పరివర్తకాలు

2. అవరోహణ పరివర్తకం : గౌణ వైండింగ్ లో వోల్టేజిని తగ్గిస్తుంది. (ప్రవాహాన్ని పెంచుతుంది.) ఈ పరివర్తకాలలో (పటం(b)) గౌణ వైండింగ్ లోని చుట్ల సంఖ్య, ప్రాథమిక వైండింగ్ లోని చుట్ల సంఖ్య కన్నా తక్కువ.

2. 35mm వ్యాసార్థం గల, 75 చుట్లు గల తీగచుట్ట అక్షం, ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రానికి సమాంతరంగా ఉంది. 250 మిల్లీ సెకను లలో క్షేత్ర పరిమాణం 25 mT నుండి 50 mT వరకు స్థిర రేటుతో మారుతూ ఉంది. ఈ కాల వ్యవధిలో తీగచుట్టలోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలాల పరిమాణాన్ని నిర్ధారించండి.

జ: క్షేత్రం, తీగచుట్ట అక్షానికి సమాంతరంగా, ఏకరీతిగా ఉంది కనుక ఒక్కొక్క చుట్టలో ఉన్న అభివాహం

$$\phi = B\pi R^2$$

ఇక్కడ Rతీగ చుట్ట వ్యాసార్థం. సమీ (19.4) నుండి ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం

$$|\varepsilon_r| = N\frac{d\phi_B}{dt} = N\frac{d(B\pi R^2)}{dt} = N\pi R^2\frac{dB}{dt}$$

$$= N\pi R^2\left(\frac{B_2 - B_1}{t}\right)$$

తీగచుట్టలోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం పరిమాణం

$$|\varepsilon_r| = 75\pi(0.035\text{ మీ})^2\,(0.10\text{T సె}^{-1}) = 0.030\text{ V}$$

$$= 30\text{ mV}$$

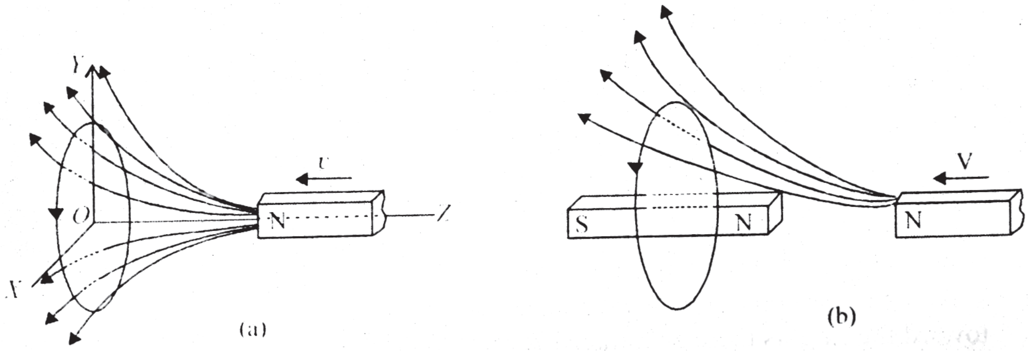
కాలంతో పాటు మారే క్షేత్రం ద్వారా ఏర్పడే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలకబలం భావనను పై ఉదాహరణ వివరిస్తుంది.

3. లెంజ్ నియమాన్ని వివరించండి.

జ: లెంజ్ నియమం

వాహక రింగును సమీపిస్తున్న దండాయస్కాంతాన్ని తీసుకోండి (పటం a). ఫారడే నియమాన్ని అనువర్తింప చేయుటకు మొదట మనం రింగు దృష్ట్యా ధన దిశను ఎంపిక చేసుకోవాలి. 0 నుండి Z వైపు ధన దిశగా తీసుకుందాం. (మనకు అనుకూలంగా ఉండే ఇంకేదైన ఎంపిక కూడా మంచిదే) ఈ ఆకృతి (Configuration) లో తీగ చుట్ట వైశాల్యానికి ధనాత్మక లంబం z − దిశలో ఉంటుంది మరియు అయస్కాంత అభివాహం రుణాత్మకం. దండాయస్కాంతం N − ధ్రువం మరియు వాహక రింగుల మధ్య దూరం తగ్గినపుడు రింగు గుండాఎక్కువ క్షేత్ర

రేఖలు వెళ్ళి అభివాహం ను మరింత రుణాత్మకం చేస్తాయి. అప్పుడు $\frac{d\phi_B}{dt}$ రుణాత్మకం. మనం ఎంపిక చేసుకున్న దిశను బట్టి, ఫారడే నియమం ప్రకారం ε ధనాత్మకం. విద్యుత్ ప్రవాహం I దిశ పటంలో చూపినవిధంగా ఉంటుంది.



పటం (a) లోహపు రింగును సమీపిస్తున్న దండాయస్కాంతం

(b) ప్రేరిత ప్రవాహం యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రం రింగును సమీపిస్తున్న దండాయస్కాంతం ను వ్యతిరేకించుట.

రింగులోని ప్రేరణ ప్రవాహం, గౌణ అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. పటం(b) లో చూపిన విధంగా ప్రేరణ అయస్కాంత క్షేత్రంను దండాయస్కాంతం ఉత్పత్తి చేసే అయస్కాంత క్షేత్రంలాగానే భావించవచ్చు. ప్రేరణ అయస్కాంత క్షేత్రం, సహజ అయస్కాంత క్షేత్రం ను ఆకర్షించడం, వికర్షించడం జరుగుతుంది. ఈ వ్యతిరేకత శక్తి నిత్యత్వ నియమం పర్యవసానమే, దానిని లెంజ్ నియమంగా సూత్రీకరించారు. **వాహకంలో విద్యుత్ ప్రేరేపిత మయినపుడు, ఏ మార్పు వల్ల విద్యుత్ ప్రేరేపితమయ్యిందో ఆ మార్పును వ్యతిరేకించేటట్లుగా అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడేలా విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ ఉంటుంది.**

ఏమి లేనపుడు, మనమేమి పొందబోవడం లేదని ఈ నిర్వచనంలోని పదం “వ్యతిరేకత” తెలియజేస్తుంది. దండాయస్కాంతంను రింగు వైపుకు తోసినపుడు, రింగులోని ప్రేరణ ప్రవాహం ఏర్పరచే అయస్కాంత క్షేత్రం, అభివాహంలోని మార్పును వ్యతిరేకిస్తుంది. ప్రేరణ ప్రవాహం ఉత్పత్తి చేసిన అయస్కాంతక్షేత్రం ముందుకు వస్తున్న అయస్కాంతాన్ని వికర్షిస్తుంది. మనం అయస్కాంతాన్ని ముందుకు జరపాలి అనుకొంటే అయస్కాంతంమీద కొంత పనిచేయాలి. ఈ పని రింగులో విద్యుచ్ఛక్తి గా కనిపిస్తుంది. లెంజ్‌నియమం, శక్తి నిత్యత్వ నియమాన్ని అనుసరిస్తుంది. ఫారడే మరియు లెంజ్ నియమాల ఉమ్మడి సమాసాన్ని ఈ కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

కారణానికి వ్యతిరేకతను రుణ సంజ్ఞ తెలుపుతుంది.

4. సోలినాయిడ్ వల్ల కలిగే స్వయం ప్రేరణను గుణించండి.

జ: A అడ్డుకోత వైశాల్యం గల, l పొడవుతో, N చుట్లు గల పొడవైన సోలినాయిడ్ ను తీసుకోండి. దాని ప్రేరణను కనుక్కొవడానికి సోలినాయిడ్ లోని ప్రవాహాన్ని, దాని ద్వారా ఉన్న అయస్కాంత అభివాహానికి సంబంధాన్ని తీసుకురావాలి. ఇంతకుముందు పాఠంలో పొడవైన సోలినాయిడ్ యొక్క అయస్కాంత అభివాహనికి ఆంపియర్ నియమాన్ని ఉపయోగించాం.

$$|B| = \mu_0 n I$$

ఇక్కడ $n = N/l$ ఏకాంక పొడవుకు ఉన్న చుట్ల సంఖ్యను సూచిస్తుంది. I సోలినాయిడ్ గుండా పోయే ప్రవాహం.

సోలినాయిడ్ N చుట్ల గుండా పోయే మొత్తం అభివాహం

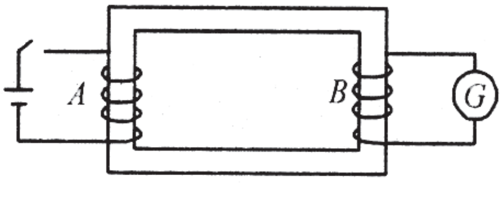
$$\phi = N|\mathbf{B}|A = \frac{\mu_0 N^2 AI}{l}$$

సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరణ

$$L = \frac{\phi}{I} = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}.$$

5. అన్యోన్య ప్రేరణ అనగానేమి?

జ: తీగచుట్టలోని ప్రవాహం మారినపుడు దాని చుట్టు మారుతున్న అయస్కాంత అభివాహం ఏర్పడి, అది దాని సమీపంలో ఉన్న తీగ చుట్టలో ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. B తీగ చుట్టలో ప్రతీ చుట్టలోని అయస్కాంత అభివాహం, A తీగచుట్టలోని ప్రవాహం యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రం వల్ల ఏర్పడినది. (పటం) తీగచుట్టలోని ప్రవాహ మార్పువల్ల వేరొక తీగ చుట్టలో విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరేపితమవుతుంది.



పటం : రెండు తీగచుట్ల స్వయంప్రేరణ

$$\phi_2 \propto \phi_1 \propto I_1 \Rightarrow \phi_2 = MI_1$$

ఇక్కడ M ను రెండు తీగ చుట్టల అన్యోన్య ప్రేరణ అంటారు. రెండవ తీగచుట్టలో తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరేపిత వుతుంది.

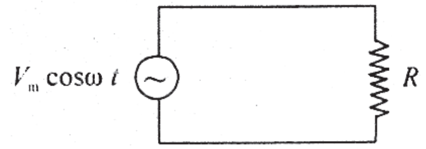
$$e_2 = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$= -M\frac{dI}{dt} = -M\left(\frac{I_2 - I_1}{t}\right)$$

A తీగ చుట్టలో t సెకన్లలో, విద్యుత్‌ప్రవాహం I_1 నుండి I_2 కు మారుతుంది. అయస్కాంత పదార్థాలు సమీపంలో లేనపుడు అన్యోన్య ప్రేరణ రెండు తీగచుట్టల జ్యామితి మీద ఆధారపడుతుంది. అన్యోన్య ప్రేరణ SI ప్రమాణం, స్వయం ప్రేరణ ప్రమాణం లాగానే హెన్రీ (H).

6. నిరోధానికి కలిపిన ఏకాంతర ప్రవాహ జనకం ప్రవర్తనను వివరించండి.

జ: వలయంలో నిరోధకాన్ని పటల 19.13 చూపిస్తుంది. విద్యుత్ ప్రవాహ తక్షణ విలువను, నిరోధకం వద్ద తక్షణ పొటెన్షియల్ తేడాను నిరోధంతో భాగించగా వచ్చిన విలువ ప్రవాహ తక్షణ విలువను ఇస్తుంది.



పటం : నిరోధాన్ని కలిగి ఉన్న ac వలయం

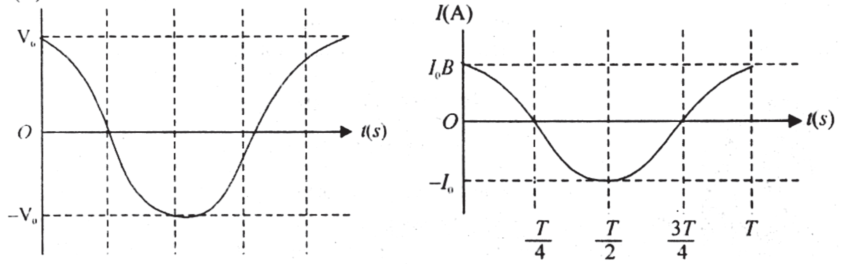
$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{V_m \text{ Cos } \omega t}{R}$$

$\frac{V_m}{R}$ రాశి, వోల్టు /ఓమ్ ప్రమాణాలను కలిగి ఉంది. (అంటే ఆంపియర్) ఇది వలయంలోని గరిష్ఠ ప్రవాహాన్ని తెలుపుతుంది. కాలంతో పాటు ప్రవాహం దిశ మారుతుంది కనుక సాధ్యమయ్యే రెండు ప్రవాహ దిశలను తెలియజేయడానికి ప్రవాహానికి రుణ, ధన విలువలను ఉపయోగిద్దాం. సమీకరణంలో $\frac{V_m}{R}$ కు, వలయం గరిష్ట ప్రవాహం I_m ను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$I_m = I_m \text{ Cos}\omega \, t$$

కాలంతోపాటు నిరోధకం చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం మరియు నిరోధకంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం కాల మార్పును పటం చూపిస్తుంది. పొటెన్షియల్ భేదం, ప్రవాహాలు ఒకే దిశలో ఉన్నాయని గమనించండి. అంటే ఒకే కాలంలో శిఖరాలు, లోయలు ఏర్పడతాయి.



పటం : శుద్ధ నిరోధక వలయంలో కాలంతో విద్యుత్ ప్రవాహం, వోల్టేజీలలో మార్పు.

భారతదేశంలో $V_m = 310$ V, $v = 50$ Hg, R = 10

$$V = 310 \, Cos\,(2\pi 50\, t)$$

$$I = \frac{310}{10} Cos\,(100\pi t)$$

$$= 31 \, Cos\,(100\pi t)\, A$$

V, I లు cos (100 πt) కు అనులోమాను పాతంలో ఉన్నాయి కనుక, పూర్ణాంక సంఖ్య ఆవర్తాలకు గణించిన సరాసరి ప్రవాహం సున్న.

తక్షణ ప్రవాహం వర్గం విలువ ఎల్లప్పుడూ ధనాత్మకం కనుక నిరోధంలో ఏర్పడిన సరాసరి సామర్థ్యం $P = I^2 R$ శూన్యం కాదు. I^2 విలువ సున్నా నుండి I^2 వరకు ఆవర్తకంగా మారుతుంది కనుక, ఒక ఆవర్తం (Cycle) కు సరాసరి సామర్థ్యం P_{avg} ను గణించవచ్చు.

$$P_{avg} = (I^2 R)_{avg} = R(I^2)_{avg} = R\left(\frac{I_m + 0}{2}\right)$$

$$P_{avg} = R\left(\frac{I_m^2}{2}\right) = R I_{rms}^2$$

నిరోధకంలో $\left(\frac{I_m}{\sqrt{2}}\right)$ విలువగల స్థిర dc విద్యుత్తు ఇదే సామర్థ్యాన్ని ఏర్పరుస్తుందని గమనించండి. $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$ స్థిర విలువను కలిగి ఉన్న పొటెన్షియల్ తేడాను నిరోధకానికి కలిపినట్లయితే ఇదే ఫలితం వస్తుంది. $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ మరియు $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$ రాశులను ప్రవాహం మరియు పొటెన్షియల్ తేడాల వర్గ మధ్యమ వర్గమూల విలువ (rms విలువలు) అంటారు.

7. పరివర్తకాల పనిచేయు విధానాన్ని వివరించండి.

జ: విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ దృగ్విషయం ఆధారంగా ఏకాంతర వోల్టేజి లేదా ప్రవాహం పరిమాణాన్ని మార్చే (పెంచడం లేదా తగ్గించడం) పరికరాన్ని పరివర్తకం అంటారు. పరివర్తకంలో ఉమ్మడి అయస్కాంత అభివాహం గల బంధిత రాగితీగతో చేయబడిన కనీసం రెండు వైండింగులు ఉంటాయి. కాని ఈ వైండింగులు ఒకదానితో ఒకటి విద్యుత్ బంధకంగా ఉంటాయి.

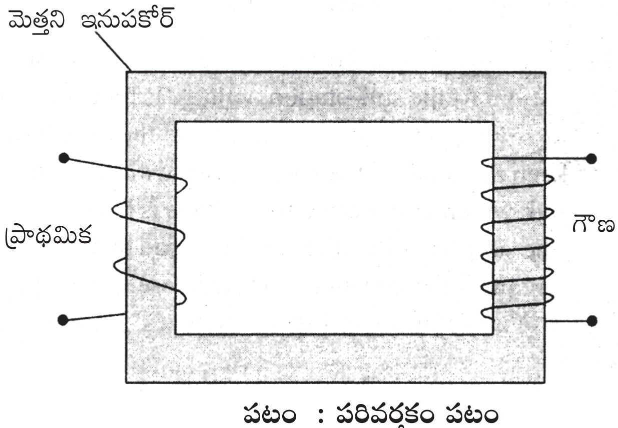
పరివర్తకం వైండిగ్స్‌ను సరఫరా జనకానికి ac మెయిన్ లేదా జనరేటర్ నిర్గమంకు కలుపుతారు. దీనిని ప్రాథమిక వైండింగ్ అంటారు. లోడ్ R_L కు కలిపిన పరివర్తకం వైండింగ్ ను గౌణ వైండింగ్ అంటారు. ప్రాథమిక వైండింగ్ లో acని పంపించినపుడు గౌణ వైండింగ్ లో విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరిపించబడుతుంది. ప్రాథమిక మరియు గౌణ

వైండింగులు విద్యుత్ పరంగా ఒకదానికొకటి వేరువేరుగా ఉన్ననూ, అయస్కాంత పరంగా ఒకదానికొకటి సంధానం చెంది ఉంటాయి.

ప్రాథమిక వైండింగ్ నుండి గౌణ వైండింగ్ కు విద్యుచ్ఛక్తి (లేదా పవర్) ని బదిలీ చేసే పరికరాన్ని పరివర్తకం అంటారు. ప్రాథమిక వైండింగ్ మారుతున్న విద్యుచ్ఛక్తిని, అయస్కాంత శక్తిగా మారుస్తుంది. గౌణ వైండింగ్ అయస్కాంత శక్తిని మరలా విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుస్తుంది.

ఒక ఆదర్శ పరివర్తకం కింది విధంగా ఉంటుంది.

పటం ఒక విలక్షణ పరివర్తకం ఆకృతిని చూపిస్తుంది. కోర్ (పరివర్తకం) మీద చుట్టబడిన రెండు తీగచుట్టల (ప్రాథమిక మరియు గౌణ) ను కలిగి ఉంటుంది. ఘనకోర్‌కు బదులుగా లామినేట్ చేసిన ఒంటరి ఫలకంతో చేసిన ఇనుపరింగు చుట్టూ బంధక రాగి తీగతో చుట్టి తీగ చుట్టలను తయారుచేస్తారు. లామినేషన్ చేయడం ద్వారా ఇనుములోని ఎడ్డేప్రవాహాలను కనిష్టం చేయవచ్చు. లామినేట్ చేసిన మెత్తని ఇనుమును కోర్‌గా వాడడం ద్వారా మరియు హెచ్చు వాహకత్వం గల మందమైన తీగలను ప్రాథమిక మరియు గౌణ వైండింగులలో వాడడం ద్వారా పరివర్తకంలో శక్తినష్టాన్ని తగ్గించవచ్చు.



పటం : పరివర్తకం పటం

పరివర్తకం రెండు రకాలుగా పని చేస్తుంది.

(a) తెరచిఉంచిన గౌణ వలయం : ప్రాథమిక తీగచుట్ట లో విద్యుత్ ప్రవాహం కోర్ ద్వారా అయస్కాంత అభివాహాన్ని $\frac{d\phi}{dt}$ రేటుతో మారుస్తుందనుకుందాం. N_P చుట్లుగల ప్రాథమిక తీగచుట్ట విద్యుచ్ఛాలక బలం (తిరో)

$$E_p = -N_p \frac{d\phi}{dt}$$

N_S చుట్లు గల గౌణ తీగచుట్టలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం

$$E_s = -N_s \frac{d\phi}{dt}$$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

(b) తెరచి ఉంచని గౌణవలయం : గౌణ విద్యుత్ ప్రవాహం I_S, ప్రాథమిక విద్యుత్ ప్రవాహం I_P ఉండే విధంగా లోడ్ నిరోధం R_L ను గౌణ తీగ చుట్టకు కలిపామనుకుందాం. వ్యవస్థ నుండి శక్తి నష్టం లేనపుడు

నివేశ సామర్థ్యం = నిర్గమ సామర్థ్యం

$$E_pI_p = E_s I_s$$

$$\frac{I_p}{I_S} = \frac{E_S}{E_P} = \frac{N_p}{NS} = K$$

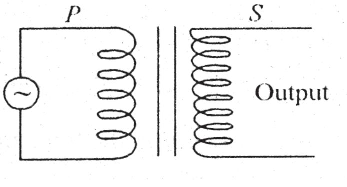
అంటే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం, అనువర్తిత విద్యుచ్ఛాలక బలంకు K రెట్లు ఉంటే, ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం, మూల విద్యుత్ ప్రవాహానికి $\frac{1}{K}$ రెట్లు ఉంటుంది. ఇంకొక విధంగా చెప్పాలంటే వోల్టేజి లో ఎంత వృద్ధి ఉంటే విద్యుత్ ప్రవాహంలో అంత క్షీణత ఉంటుంది.

7. పరివర్తకాలలో రకాలను తెలపండి.

జ: పరివర్తకాలలో రకాలు

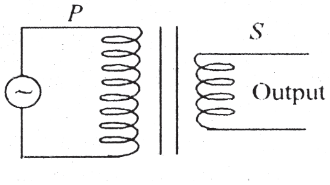
ప్రాథమికంగా పరివర్తకాలు రెండురకాలు

1. **ఆరోహణ పరవర్తకం:** (Step up transformer) గౌణ వైండింగ్ లో వోల్టేజిని పెంచుతుంది. (విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తగ్గిస్తుంది.) ఈ పరివర్తకాలలో (పటం (a)) గౌణ వైండింగ్ లో చుట్ల సంఖ్య, ప్రాథమికవైండింగ్ లో కన్నా ఎక్కువగా ఉంటాయి.



నిర్గమ

(a)



నిర్గమ

(b)

పటం ఇనుప కోర్ గల (a) ఆరోహణ (b) అవరోహణ పరివర్తకాలు

(ii) అవరోహణ పరివర్తకం, గౌణ వైండింగ్ లో వోల్టేజిని తగ్గిస్తుంది. (ప్రవాహాన్ని పెంచుతుంది.) ఈ పరివర్తకాలలో (పటం (b)) గౌణ వైండింగ్ లోని చుట్ల సంఖ్య, ప్రాథమిక వైండింగ్ లోని చుట్ల సంఖ్య కన్నా తక్కువ.

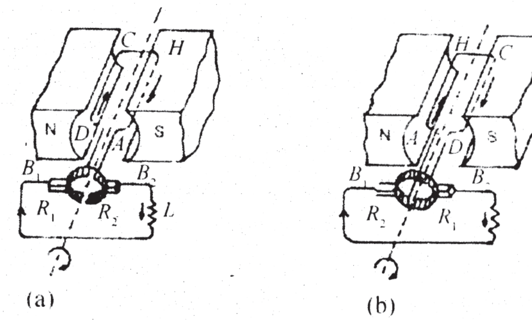
8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. dc జనరేటర్ లేదా డైనమా పనిచేయు విధానంను వివరించండి?

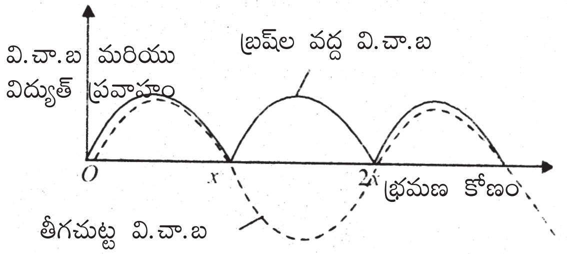
జ. ఏకముఖ ప్రవాహంలో యాంత్రికశక్తిని విద్యుత్ శక్తిగా మార్చే యంత్రాన్ని డైనమో అంటారు.

డైనమో లో ఉండే ముఖ్యమైన భాగాలు (i) క్షేత్రఅయస్కాంతం (ii) ఆర్మేచర్ (iii) కామ్యుటేటర్ స్ప్లిట్ రింగ్‌లు (iv) బ్రష్‌లు.

డైనమోలో ఉండే ఆర్మేచర్, క్షేత్రఅయస్కాంతంలు, ac జనరేటర్ లో ఉండే వాటికన్నా వేరుగా ఉంటాయి. డైనమోలో క్షేత్ర అయస్కాంతం స్థిరంగా ఉంటుంది. ఆర్మేచర్ భ్రమణంలో ఉంటుంది. కాని ఏకాంతరకం (ac జనరేటర్) లో ఆర్మేచర్ స్థిరంగా (స్థిరకారి) ఉండి, క్షేత్రం అయస్కాంత భ్రమణంలో (భ్రమణకారి) ఉంటుంది.

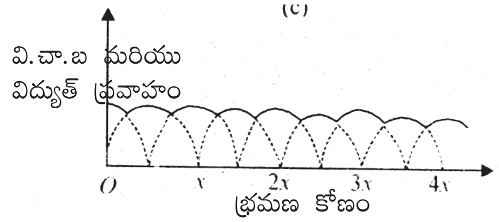


డైనమో స్ప్లిట్ రింగ్ కామ్యుటేటర్ ద్వారా ac జనరేటర్ ఉత్పత్తి చేసిన ac తరంగం లేదా సైను తరంగం dc ను రూపంలోకి మారుస్తుంది. కామ్యుటేటర్ ప్రతీ సగభాగం పరిపథం ఒక చివరకు శాశ్వతంగా కలపబడి, పరిపథంతో కామ్యుటేటర్ భ్రమణం లో ఉంటుంది. ప్రతీ బ్రష్, కామ్యుటేటర్ ఒక భాగాన్ని వత్తుతూ ఉంటుంది. బ్రష్ లు స్థిరంగా ఉంటాయి. కాని కామ్యుటేటర్ తిరుగుతూ ఉంటుంది. కామ్యుటేటర్‌లోని వ్యతిరేక భాగాలను బ్రష్‌లు వత్తుతూ ఉంటాయి. ప్రతీసారీ వోల్టేజ్ ధృవణత (polarity)ని మారుస్తుంది. స్ప్లిట్ రింగులు స్థానాన్ని మార్చు కొంటాయి. అంటే ఒక బ్రష్ ఎల్లప్పుడు ధనాత్మకంగా ఉంటూ వేరొక బ్రష్ రుణాత్మకం అవుతుంది. బ్రష్‌ల వద్ద చాంచల్య (fluctuating) వోల్టేజిని పొందవచ్చు.



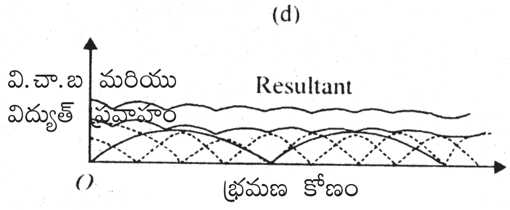
(c)

dc జనరేటర్, ac డైనమో లాగానే చాలా వరకు అన్ని భాగాలను కలిగి ఉంటుంది. కాని ac డైనమో ఒక విషయంలో వేరుగా ఉంటుంది. అది స్లిప్‌రింగ్ బదులు పటం(a) లో చూపినట్లు ఒకే రింగులోని రెండు సగాలైన R_1, R_2 స్ప్లిట్ రింగులను వాడతాము. ఆర్మేచర్ తీగచుట్ట చివరలను ఈ రింగులకు కలుపుతారు, రింగు, ఆర్మేచర్ తో బాటు తిరుగుతూ B_1, B_2 బ్రష్ లతో రంగు స్పర్శ మారుతూ ఉంటుంది. డైనమో ఈ భాగాన్ని కామ్యుటేటర్ అంటారు.



(2–తీగచుట్ల జనరేటర్‌లో వి.చా.బ)

(d)



(e)

పటం : DC జనరేటర్

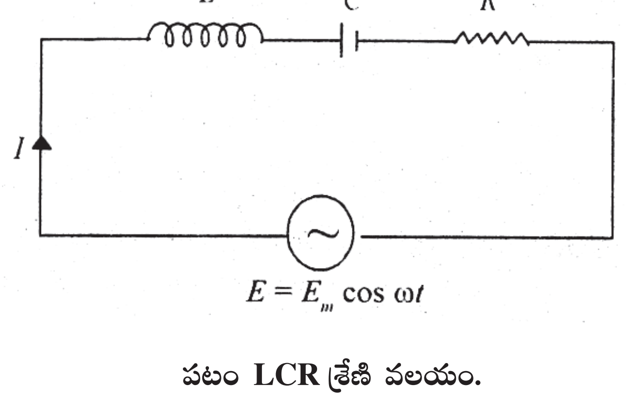
తీగచుట్ట సవ్య దిశలో భ్రమణం చెందినపుడు ఆర్మేచర్ లో ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. కాని కామ్యుటేటర్ దానిని బాహ్యవలయంలో dc గా మారుస్తుంది. మొదటి అర్ధ ఆవర్తం లో పటం(a) విద్యుత్ DCHA వెంబడి ప్రవహిస్తుంది. బాహ్య వలయంలో విద్యుత్ B_1LB_2 వెంబడి ప్రవహిస్తుంది. రెండవ అర్ధ ఆవర్తంలో పటం(b) ఆర్మేచర్ లోని విద్యుత్ ఉత్క్రమితమై AHCD వెంబడి ప్రవహిస్తుంది, R_1 రింగు, B_1, నుండి B_2కు స్పర్శలోకి వస్తుంది. అంటే బాహ్య వలయంలో విద్యుత్ ఎల్లప్పుడూ ఒకే దిశలో ప్రవహిస్తుంది. బాహ్య వలయంలో ఏర్పడే విద్యుత్, రేఖాపట నిరూపణను పటం(c) లో చూపించారు. తీగచుట్ట, నిలువు స్థితి నుండి భ్రమణం చేస్తున్నందున అయస్కాంత బలరేఖలకు లంబంగా ఉంటుంది. ఇటువంటి సరళ dc డైనమో ఉత్పత్తి చేసే విద్యుత్ ఏకదిశాత్మకం (Unidirectional) కాని దీని విలువ ఎక్కువగా మారుతూ ఉంటుంది. తీగచుట్ట ప్రతీ భ్రమణంలో కనీసం రెండు సార్లు శూన్య విలువకు పడిపోతుంది.

పరస్పరం లంబంగా ఉన్న రెండు తీగచుట్టలను ఉపయోగించి, కామ్యుటేటర్ రింగును నాలుగు భాగాలుగా విభజించి తీగచుట్ట చివరలకు కలపడం ద్వారా ఈ మార్పును అధిగమించవచ్చు. ఈ సందర్భంలో రెండు తీగ చుట్టలు దశలో $\pi/2$ భేదం కలిగిన సమాన విద్యుచ్ఛాలక బలాలను ఏర్పరుస్తాయి. పటం(d) లో చూపినట్లు ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహం లేదా విద్యుచ్ఛాలక బలం రెండింటిని అధ్యారోపణం ద్వారా పొందవచ్చు. ఈ విధంగా హెచ్చు, తగ్గులను (fluctuations) బాగా తగ్గించవచ్చు. ఇలాగే నిలకడ, ప్రవాహాన్ని ఎక్కువ సంఖ్యలో చుట్లు గల ఎక్కువ తీగచుట్టలను ఉపయోగించి పొందవచ్చు.

2. LCR శ్రేణి వలయంలో అనునాదాన్ని వివరించండి.

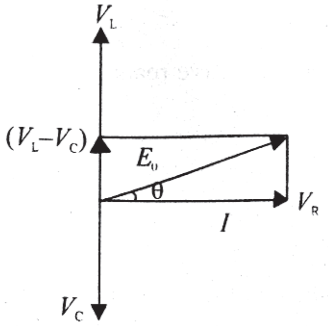
జ. LCR శ్రేణీ వలయం

పటంలో L ప్రేరకం, C కెపాసిటర్, R నిరోధం లను తక్షణ విద్యుచ్ఛాలక బలం $E = E_m \sin \omega t$ ను ఏర్పరచే ac జనకంతో శ్రేణిలో కలిపారు. ఈ మూడు వలయభాగాల్లో ఒకే కంపన పరిమితి, దశలో గల విద్యుత్ ప్రవాహముంది. కాని ముందు చెప్పుకున్నట్లుగా పొటెన్షియల్ తేడాలు వాటిలో ప్రతీదాని వద్దా ఒకే దశలో ఉండవు.



పటం LCR శ్రేణి వలయం.

1. నిరోధకం వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా $V_R = I_0R$, ఇది విద్యుత్‌ప్రవాహంతో ఒకే దశలో ఉంటుంది.
2. కెపాసిటర్ వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా యొక్క కంపనపరిమితి $V_C = I_0X_C$ మరియు ఇది విద్యుత్ ప్రవాహం కన్నా $\pi/2$ కోణంతో వెనకబడి ఉంటుంది.
3. ప్రేరకం V_L వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా యొక్క కంపనపరిమితి $V_L = I_0X_L$. ఇది విద్యుత్ ప్రవాహం కన్నా $\pi/2$ కోణంతో ముందుంటుంది.



పటం : L_1C_1 మరియు R ల వద్ద వోల్టేజి ప్రావస్థ పటం

వేరువేరు దశలలో ఉన్న పొటెన్షియల్ తేడా వల్ల వలయంలో ఫలిత శిఖర వోల్టేజిని పొందటానికి, వివిద దశల వోల్టేజీ లను బీజీయ మొత్తం గా కలపలేము. మూడు వోల్టేజిలను కలపడానికి వాటి మధ్య సరియైన దశా సంబందాన్ని తెలిపే ప్రావస్థ పటం (Phasor diagram) ను గీద్దాం (పటం) ప్రేరకం, కెపాసిటర్‌ల వోల్టేజిలు వ్యతిరేక దశలో ఉన్నాయని పటం నుండి తెలుస్తుంది. అపుడు చర్యాశీల ఘటకాల (reactive components) వద్ద వోల్టేజి $(V_L - V_C)$. వలయం వద్ద ఫలిత శిఖర వోల్టేజి

$$E_0 = \sqrt{(V_L - V_C) + V_R^2}$$

$$= \sqrt{I_0^2\left\{(X_L - X_C)^2 + R^2\right\}}$$

$$\frac{E_0}{I_0} = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$

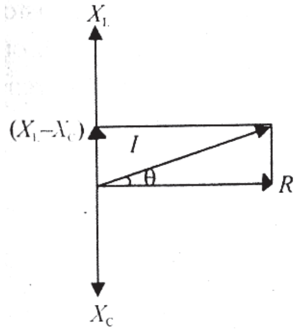
LCR వలయం, ప్రవాహానికి కలుగజేసే వ్యతిరేకతను అవరోధం (impedence) అంటారు. వలయం అవరోధం

$$Z = \frac{E_{rms}}{I_{rms}} = \frac{E_0}{I_0} = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$

$$= \sqrt{\left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2 + R^2}$$

LCR వలయం, rms ప్రవాహం

$$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z}$$



పటం : Z కు ప్రావస్థ పటం

LCR వలయంలో విద్యుచ్ఛాలక బలం, ప్రవాహంకంటే ϕ కోణం ముందుండటం (లేదా వెనుక బడటం) పటం నుండి తెలుసుంది.

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L I_0 - X_C I_0}{R I_0} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

వోల్టేజ్ ప్రావస్థ పటం (Phasor diagram) లాగా

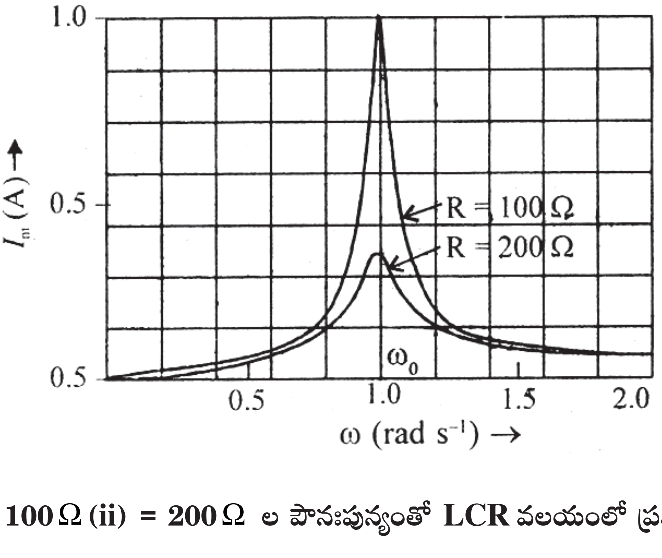
R, X_L, X_C, Z లను కూడా ప్రావస్థ పటంలో చూపించవచ్చు.

అనునాదం: అనువర్తించిన ac జనకం పౌనఃపున్యం పెరిగితే ప్రేరక ప్రతినిరోధం (X_L) పెరుగుతుందని, కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం (X_C) తగ్గుతుందని మీకు తెలుసు. ఇంకా ఇవి వ్యతిరేక దశలో ఉంటాయి. $X_L = X_C$ వద్ద ఒక ప్రత్యేక పౌనఃపున్యం ν_r ఉండవచ్చు.

$$2\pi\nu_r L = \frac{1}{2\pi\nu_r C}$$

$$\nu_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ఈ పౌనఃపున్యాన్ని అనునాద పౌనఃపున్యం అంటారు. ఈ పౌనఃపున్యం వద్ద అవరోధం కనిష్ట విలువను Z_{min} = R కలిగి ఉంటుంది. ఇప్పుడు వలయం, శుద్ధ నిరోధకంగా మారుతుంది. కెపాసిటర్ మరియు ప్రేరకం వద్ద వోల్టేజి సమానంగా ఉండటం వలన రద్దు చేసుకుంటాయి. అనునాదవలయం శుద్ధ నిరోధక వలయం కనుక మొత్తం వోల్టేజి, ప్రవాహం ($\phi = 0$) ఒకే దశ లో ఉండి వలయం గుండా గరిష్ట ప్రవాహం ఉంటుంది. వలయం అనువర్తిత ఏకాంతర ప్రవాహంతో అనునాదంలో ఉందని అంటారు. LCR వలయంలో అనువర్తితజనకం పౌనః పున్యం లోని మార్పుతో ప్రవాహశిఖర విలువ లోని మార్పును పటంలోని గ్రాఫుల ద్వారా చూపించారు. ఇచ్చిన LCR వలయం అనునాద పౌనఃపున్యం, నిరోధం మీద ఆధారపడదు. కాని పటంలో నిరోధం తగ్గితే ప్రవాహ శిఖరవిలువ పెరుగుతుందని చూపించారు.



పటం (i) = 100 Ω (ii) = 200 Ω ల పౌనఃపున్యంతో LCR వలయంలో ప్రవాహ శిఖర విలువమార్పు

LCR వలయంలోని అనునాద దృగ్విషయం, వేరు వేరు స్టేషన్లు ప్రసారం చేసిన పౌనఃపున్యాలను మన రేడియో/టీవి గ్రాహకాలలో ట్యూన్ చేయడానికి ఉపయోగపడుతుంది. ఒక ప్రేరకాన్ని, చర కెపాసిటర్ (Variable Capacitor) ను ట్యూనర్ కలిగి ఉంటుంది. L - C వలయం యొక్క సహజ పౌనఃపున్యాన్ని, కెపాసిటెన్స్‌ను మార్చడం ద్వారా మార్చవచ్చు. ట్యూనర్ వలయం సహజ పౌనఃపున్యం, ప్రసారిణి పౌనఃపున్యంతో సరపడి నపుడు గ్రహించిన రేడియోతరంగం మన గ్రాహక ఆన్టెన్నా గరిష్ఠ ప్రవాహాన్ని ప్రేరేపిస్తుంది. అపుడు మనం ఆ ప్రత్యేక స్టేషన్ రేడియో /టీవి లో ట్యూన్ అయ్యిందని అంటాము.

మాడ్యూల్ - 6

20 కాంతి పరావర్తనం మరియు వక్రీభవనం

వస్తువులను చూడగలిగేలా చేసేది కాంతి. చుట్టూ ఉన్న పరిసరాలతో దృశ్యానుభూతిని కలుగజేస్తుంది. ప్రకృతి మన కందించిన పువ్వులు, మొక్కలు, పక్షులు, జంతువులు మరియు ఇతర జీవజాలాల రమణీయతను ఆస్వాదించేలా చేసేది కూడా కాంతియే. కాంతి లేనట్లయితే మనమేం కోల్పోయే వాళ్ళమో మీరు ఊహించగలరు. వజ్రం యొక్క ధగధగలను మరియు ఇంద్రధనస్సు సొగసును గుర్తించ గలిగే వాళ్ళమా? కాంతి, మనం చూడగలిగేలా ఎలా చేస్తుందన్న విషయం మీరు ఎప్పుడైనా ఆలోచించారా? సూర్యుడు, నక్షత్రాల నుండి కాంతి భూమిని ఎలా చేరుతుంది? అది దేనితో తయారైంది? ఇలాంటి ప్రశ్నలు తొలినాటి నుండి మానవ మేధస్సును తొలిచివేస్తూ ఉన్నాయి. ఇటువంటి కొన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వగలిగే కొన్ని దృగ్విషయాలను మీరు నేర్చుకుంటారు.

గోడకున్న సన్నని రంధ్రం ద్వారా కాంతి గదిలోనికి ప్రవేశించినపుడు పరిశీలించండి. ధూళికణాల గమనం కాంతి సరళరేఖ మార్గంలో ప్రయాణిస్తుందన్న దానికి రుజువు అని మీరు తెలుసుకుంటారు. సరళరేఖ మధ్యలో బాణపు గుర్తు ($\longrightarrow$) కాంతి ప్రసరణ దిశను సూచిస్తుంది. దీనిని **కిరణం** అంటారు. కిరణాల సమూహాన్ని పుంజం అంటారు. ఈ కిరణ భావనే **జ్యామితీయ దృశాశాస్త్రంకు** మూలం. 22వ పాఠంలో మీరు కాంతి, తరంగంలా ప్రవర్తిస్తుందని నేర్చుకుంటారు. కాని తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యంగల తరంగాన్ని సుమారుగా కిరణంగానే భావించవచ్చు. కాంతి కిరణం అద్దం మీద పడినప్పుడు దాని దిశ మారుతుంది. ఈ పద్ధతిని పరావర్తనం అంటారు. కాని రెండు విభిన్న ఉపరితలాల సరిహద్దు వద్ద కాంతి పతనమైనపుడు అది వంగుతుంది. ఈ పద్ధతిని వక్రీభవనం అంటారు. ఈ పాఠంలో మీరు అద్దాల నుండి పరావర్తనం, కటకాల నుండి వక్రీభవనం నేర్చుకుంటారు. అలాగే సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం కూడా నేర్చుకుంటారు. ఈ దృగ్విషయాలన్నీ మనదైనందిన జీవితంలో అనేక అనువర్తనాలను కలిగి ఉన్నాయి.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు ఈ కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- వక్రీభవన తలాల వద్ద పరావర్తనం గురించి మరియు గోళాకార దర్పణాల నాభ్యంతరం, వక్రతా వ్యాసార్థాల మధ్య సంబంధాన్ని గురించి తెలుసుకుంటారు.
- వృత్తాకార తలాలకు సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని తెల్పుట.
- వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం మరియు నాభ్యంతరంల మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టుట.
- వక్రీభవన నియమాలను వివరించుట.
- సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం, నిత్య జీవితంలో దాని అనువర్తనాలను వివరించుట.
- ఒక దానికొకటి తాకునట్లుగా అమర్చిన కటకసంయోగం యొక్క నాభ్యంతరానికి సమాసం రాబట్టుట.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. నక్షత్రాలెందుకు మెరుస్తాయి?

జ: గాలిలోని వాతావరణంలో వివిధ పొరలలోని సాంద్రత మార్పు కారణంగా μ నిరంతరం మారుతూ ఉంటుంది. అందువలన వాతావరణంలో గాలి వక్రీభవన గుణకం వివిధ స్థాయిలలో మారుతూ ఉంటుంది. గాలి ప్రవాహం వెంబడి ఈ మార్పు నక్షత్రాల మెరుపుకు కారణం.

2. కటక సామర్థ్యం అంటే ఏమిటి? కటక తయారీదారు సూత్రంను కటక సామర్థ్యం పరంగా రాయండి.

జ: కటక నాభ్యంతరం (మీటర్లలో) విలోమాన్ని కటక సామర్థ్యం (P) అంటారు.

$$P = \frac{1}{f}$$

కటక తయారీదారు సూత్రం

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$P = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

3. రెండు కటకాలను తాకునట్లుగా అమర్చడం ద్వారా శూన్యసామర్థ్యాన్ని పొందవచ్చా?

జ: పొందవచ్చు. కుంభాకార, పుటాకార కటకాలను తాకుతూ ఉన్నట్లుగా అమర్చినప్పుడు సంయోగ సామర్థ్యం శూన్యమవుతుంది.

4. నీరు గాజు అంతర ఫలకం వద్ద కాంతికిరణం 30^0 కోణంతో పతనమైంది. వక్రీభవనగుణకాన్ని గణించండి. ($\mu_{ag} = 1.5, \mu_{aw} = 1.3$ గా ఇచ్చారు)

జ: సమీకరణం నుండి

$$\frac{\text{Sin } i_w}{\text{Sin } i_g} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}}$$

$$\frac{\text{Sin}30^0}{\text{Sin } i_g} = \frac{1.5}{1.3}$$

$$\text{Sin } i_g = \left(\frac{1.3}{1.5}\right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 0.4446$$

$$i_g = 25^0 41$$

5. సంపూర్ణాంతర పరావర్తనను నిర్వచించి సందిగ్ధకోణం, వక్రీభవన గుణకంల మధ్య సంబంధాన్ని రాయండి.

జ: కాంతి కిరణం సాంద్రతయానకం నుండి విరళయానకం లోకి ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు, సాంద్రత యానకంలోని పతన కోణం, రెండు యానకాల సందిగ్ధకోణం కంటే ఎక్కువగా ఉంటే ఆ కాంతికిరణం అదే యానకంలోకి వెనుకకు పరావర్తనం చెందటాన్ని సంపూర్ణాంతర వర్తనం అంటారు.

సందిగ్ధకోణం (i_C) మరియు వక్రీభవనగుణకంల (μ) మధ్య సంబంధం

$$\mu = \frac{1}{\sin i_C}$$

6. ఉపాక్షీయ మరియు ఉపాంతకిరణాలంటే ఏమిటి?

జ. ప్రధానాక్షానికి దగ్గరగా ఉండే కాంతికిరణాలను ఉపాక్షీయకిరణాలని ఉపాక్షీయ కిరణాలంటారు. ప్రధానాక్షానికి దూరంగా ఉండే కాంతి కిరణాలను ఉపాంత కిరణాలంటారు.

7. స్నెల్ నియమాన్ని తెలపండి.

జ. ఇచ్చిన రెండు యానకాల పతనకోణం యొక్క సైను విలువకు మరియు వక్రీభవన కోణం యొక్క సైను విలువకు మధ్యగల నిష్పత్తి స్థిరం. దీనినే సైను నియమం అంటారు.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \mu_{12}.$$

8. నీరు, గాజుల వక్రీభవన గుణకాలు వరుసగా 1.33, 1.52, నీటి దృష్ట్యా గాజు వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుక్కోండి.

జ. $\mu_{ag} = 1.52 \quad \mu_{aw} = 1.33$

$$\mu_{wg} = \frac{\mu_{ag}}{\mu_{aw}} = \frac{1.52}{1.33} = 1.14$$

9. నీటి తలంపై 50^0 కోణంతో కాంతి పతనమైనప్పుడు వక్రీభవన కోణాన్ని కనుక్కోండి. $\mu = \frac{4}{3}$ గా తీసుకోండి.

జ. $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$

$i = 52^0, \ \sin 52^0 = 0.788$ (సంవర్గమాన పట్టిక నుండి)

$$\mu = \frac{4}{3}, \ \frac{4}{3} = \frac{0.788}{\sin r} \Rightarrow \sin r = \frac{.788}{\frac{4}{3}} = 0.591 \ r = 36.2^0$$

10. కాంతి కిరణం విరళయానకం నుండి సాంద్రతర యానకంలోనికి ప్రయాణించునప్పుడు సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం ఎందుకు జరగదు?

జ. విరళయానకం నుండి కిరణం సాంద్రతర యానకం లోకి ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు వక్రీభవన కోణం పతన కోణం కంటే తక్కువగా ఉండటం వల్ల సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరగదు.

11. కటక తయారీ దారు సూత్రాన్ని తెలిపి, అది ఏయే రాశుల మధ్య సంబంధాన్ని తెలుపుతుందో రాయండి. కటక తయారీదారు సూత్రం.

జ. $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

ఇక్కడ f = నాభ్యంతరం, μ = కటక పదార్థ వక్రీభవన గుణకం, R_1, R_2 = కటకం రెండు తలాల వక్రతా వ్యాసార్ధాలు వీటి మధ్య సంబంధాన్ని తెలుపుతుంది.

12. కటక అక్షంపై ఉంచిన వస్తువు ప్రతిబింబానేర్పరుచటకు వేరు వేరు వక్రతా వ్యాసార్థాలు కలిగిన కటకాన్ని ఉపయోగించారు. వస్తువు వైపు ఉన్న కటక తలాన్ని ఉత్క్రమం చేస్తే ప్రతిబింబస్థానం మారుతుందా?

జ. మారదు. కటక తయారీదారు సూత్రంలో స్థానాలను మార్చడం వల్ల f విలువలో మార్పురాదు. అందువల్ల ప్రతిబింబం అదే స్థానంలో ఏర్పడుతుంది.

13. ప్రధాననాభి మరియు దర్పణ నాభ్యంతరం లను నిర్వచించండి.

జ. ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ఉన్న కాంతికిరణ పుంజం వృత్తాకార దర్పణం మీద పతనమై ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకృతమవడం లేదా వికేంద్రీకరణం అయినట్టుగా గాని అనిపిస్తుంది. ఆ బిందువును దర్పణానికి ప్రధాన నాభి అంటారు.

ధృవం, నాభ్యంతరంల మధ్యదూరం దర్పణ నాభ్యంతరం.

14. వృత్తాకార దర్పణం వక్రతా వ్యాసార్థం 30 సెం.మీ.

(i) లోపలి తలం పూతపూయబడినపుడు

(ii) బయటి తలం పూతపూయబడినపుడు దాని నాభ్యంతరం ఎంత ఉంటుంది.

జ. $R = 30\,cm$

$$R = 2f \Rightarrow f = \frac{30}{2} = 15 \text{ సెం.మీ.}$$

(i) లోపలి తలం పూతపూయబడినపుడు, అంటే కుంభాకార దర్పణం, అపుడు $f = 15$ సెం.మీ.

(ii) బయటి తలం పూతపూయబడినపుడు అంటే పుటాకార దర్పణం కనుక $f = -15$ సెం.మీ.

15. ఒక గాజు వక్రీభవన గుణకం 1.5 అయిన సందిగ్ధ కోణం ఎంత ?

జ. $$\mu = \frac{1}{\sin C}$$

$$\sin C = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{1.5} = 0.667$$

$$C = 41^0\,49^1.$$

16. దృశాతంతువుల ఉపయోగాలను తెల్పండి.

జ. తేలికైన, వంచడానికి వీలుగా ఉన్న దృశాతంతువులను శరీరంలోపలి భాగాలను చూడడానికి ఉపయోగిస్తున్నారు. న్యూరోసర్జరీ, ఊపిరితిత్తుల పరిశీలన, దృశాతంతువు యొక్క ఇతర వైద్యపరమైన అనువర్తనాలు, తీవ్రతలో నష్టం లేకుండా ఒక దృశాతంతువుతో 10,000 టెలిఫోన్ సంభాషణలను సుదూరప్రాంతాలకు పంపవచ్చు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. నీటితో పోల్చినపుడు గాజు వక్రీభవనగుణకం 1.125 గాజులో కాంతి వేగం 2×10^8 m/sec అయితే నీటిలో కాంతి వేగం ఎంత?

జ: ${}_{\omega}\mu_g = 1.125, \quad V_g = 2 \times 10^8$ m/sec

$\lambda_g = 4000\ \mathring{A}, \quad V_w = \ ? \qquad \lambda_\omega = \ ?$

గాజు వక్రీభవన గుణకం నీటితో పోల్చినప్పుడు

$${}_{\omega}\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{V_w}{V_g} \quad \left(\because \mu = \frac{C}{v}\right)$$

${}_{\omega}\mu_g$ మరియు V_g విలువలను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$1.125 = \frac{V_w}{2\times10^8}\ ;\ V_\omega = \frac{9\times2\times10^8}{8} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/sec}$$

2. సంపూర్ణంతర పరావర్తనం, అనువర్తనాలు రెండింటిని తెలపండి.

జ: సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం అనువర్తనాలు

మన నిత్య జీవితంలో ఈ దృగ్విషయానికి అనేక ఉదాహరణలున్నాయి.

(a) ఎండమావులు

ఎండమావులు ఒక దృశ్య భ్రాంతి. వీటిని ఎడారులలో లేదా తారురోడ్డుమీద మండు వేసవి రోజులలో ఏర్పడతాయి. నీరు లేకపోయినా ఉన్నట్లు కనిపించటం.

ఎక్కువ వేడిమి వలన రోడ్డు వేడెక్కి దానిని తాకి ఉన్న గాలి కూడా వేడేక్కుతుంది. సమీపంలోని గాలి పొరల సాంద్రత, వక్రీభవనగుణకంల విలువలు రోడ్డుకు దూరంగా ఉన్న చల్లటి పొరల కన్నా తక్కువగా ఉంటాయి. సుదూరంలో ఉన్న వస్తువు (చెట్టులాంటిది) నుండి వచ్చేకాంతికిరణం ఈ పొరల గుండా ప్రయాణించి అకస్మాత్తుగా యానక మార్పువల్ల ఎక్కువగా వంగుతుంది. రెండు వరుసపొరల సంధిగ్ధకోణాల కంటే ఎక్కువ కోణంతో ఈ కిరణం ఒక పొరమీద పతనమైనపుడు సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరుగుతుంది. ఇది తలక్రిందులైన చెట్టు ప్రతిబింబానేర్పరచి జలాశయంలోని నీటిలోని పరావర్తనం వలే భ్రమను కల్పిస్తుంది.

చల్లనిగాలి

వెచ్చని గాలి

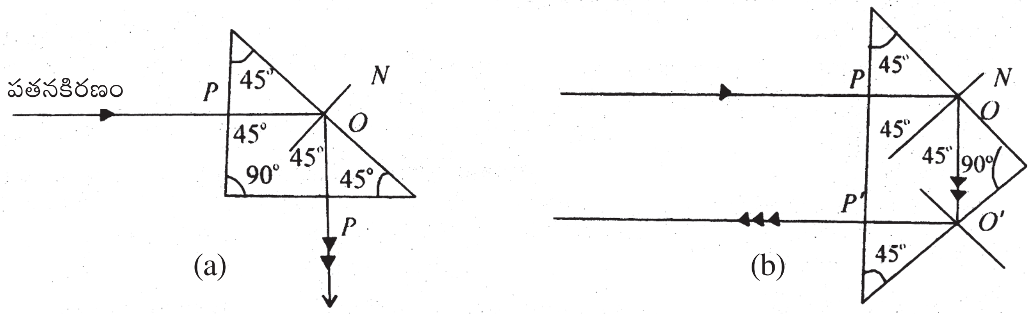
వేడి గాలి

రోడ్డు

పటం : ఎండమావులు ఏర్పడుట

(b) సంపూర్ణ పరావర్తన పట్టకాలు

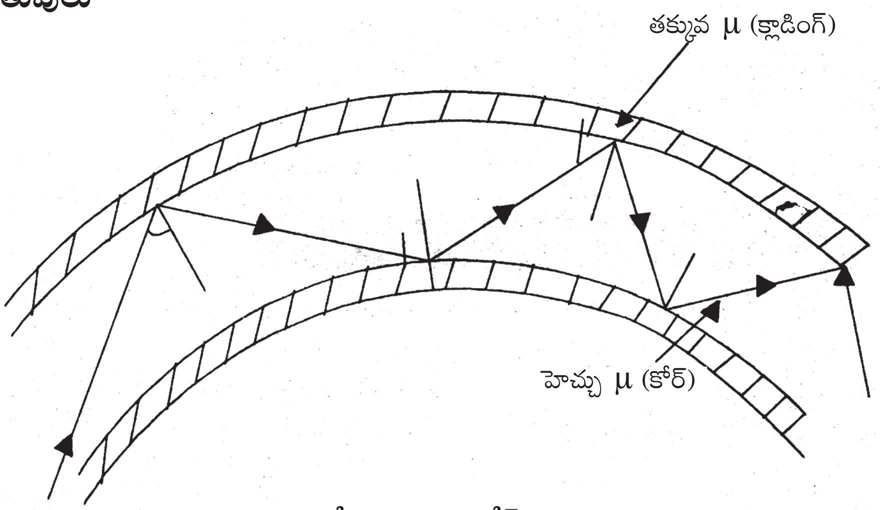
లంబకోణ సమద్విబాహు త్రిభుజాకారపు ఆధారంతో కూడిన పట్టకం లేదా 90^0, 45^0, 45^0 కోణాలు కలిగిన సంపూర్ణపరావర్తన పట్టకం, కాంతి పరావర్తనంకు ఉపయోగకరమైన పరికరం. పటం(a) లో చూడండి. పట్టక సౌష్టవ నిర్మాణం కాంతి O బిందువు వద్ద 45^0 కోణంతో పతనమయ్యేలా చేస్తుంది. ఇది గాజు సందిగ్ధకోణం 42^0 కంటే ఎక్కువ. దీని ఫలితంగా కాంతి సంపూరాంతర పరావరనం చెంది 90^0 లో విచలనం చెందుతుంది



పటం : (a) సంపూర్ణ పరావర్తన పట్టకాలు

పట్టం(b) లో చూపినట్లుగా వేరొక తలం మీద కిరణం పతన మైనపుడు O మరియు O^1 వద్ద రెండు వరుస అనుక్రమ సంపూర్ణ పరావర్తనంలు జరిగి కిరణం 180^0 విచలనం చెందుతుంది.

(c) దృశాతంతువులు



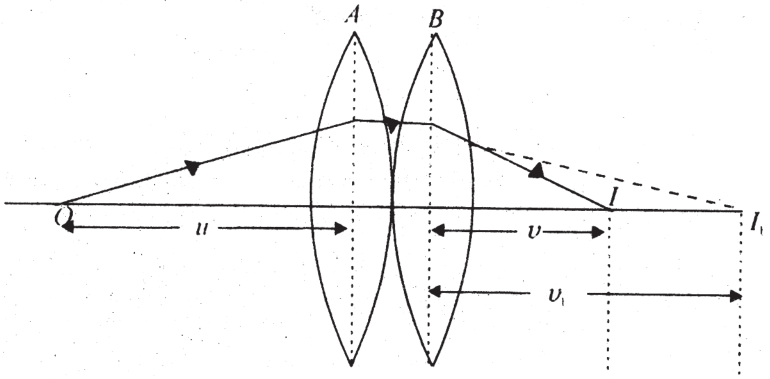
పటం : దృశాతంతువులో హెచ్చు μ (కోర్) బహుళ పరావర్తనాలు

గాజు లేదా క్వార్ట్జ్‌తో తయారుచేసిన వెంట్రుక పరిమాణపునిర్మాణంను దృశాతంతువు అంటారు. లోపలి కోర్ తక్కువ వక్రీభవన గుణకం గల పదార్థాలతో చేసిన పలుచని పొరతో కప్పబడి ఉంటుంది. దీనిని **క్లాడింగ్** అంటారు. కోర్ వక్రీభవనగుణకం 1.7 ఉన్నపుడు క్లాడింగ్ వక్రీభవన గుణకం 1.5 ఉంటుంది. ఈ ఏర్పాట్లు సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరిగేలా చేస్తాయి.

తంతువు ఒక చివర తక్కువ కోణంతో కాంతి పతనమైనపుడు తంతువు వెంబడి అది అనేకసార్లు సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం చెందుతుంది. కాంతి తీవ్రతలో నష్టం లేకుండా వేరొక చివరి నుండి బహిర్గతమవుతుంది. తంతువు వంగి ఉన్నాకూడా ఈ పద్ధతి ప్రభావితం కాదు. ఈరోజులలో దృశాతంతువులను విరివిగా వాడుతున్నారు. తేలికైన, వంచడానికి వీలుగా ఉన్న దృశాంతంతువును శరీరంలోపలి భాగాలను చూడటానికి ఉపయోగిస్తున్నారు. ఉదాహరణకు ఉదరం మూత్రాశయం మొదలైన (urinary bladder) వాటి లాప్రోస్కోపిక్ పరిశీలనకు వాడుతారు. న్యూరోసర్జరి, ఊపరితిత్తుల పరిశీలన, దృశాతంతువు యొక్క ఇతర వైద్య పరమైన అనువర్తనాలు. ఇవేకాక సమాచార వ్యవస్థలో దృశాతంతువు విప్లవాత్మకమైన మార్పులు తీసు కొచ్చింది. తీవ్రతలో నష్టం లేకుండా ఒక దృశాతంతువుతో 10,000 టెలిఫోన్ సంభాషణలను సుదూర ప్రాంతాలకు పంపవచ్చు. ఖండాంతరాల్లో ఉన్న అనేక మంది ప్రజలు ఒకేసారి దృశాతంతువు జాలం ద్వారా మాట్లాడుకోగలుగుతున్నారు.

3. ఒకదానికొకటి తాకుతూ ఉన్న కటకాల సంయోగం యొక్క సంయోగ నాభ్యంతరానికి సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: f_1 మరియు f_2 నాభ్యంతరాలు కలిగిన A మరియుB అనే రెండు పలుచని కుంభాకార కటకాలను ఒక దానితో ఒకటి తాకేవిధంగా అమర్చారు. వాటి ఉమ్మడి ప్రధానాక్షంపై A అనే బిందురూప వస్తువునుంచారు.



పటం : ఒకదానికొకటి తాకునట్లు ఉన్న రెండు పలుచని కుంభాకారకటకాలు.

వస్తువు ప్రతిబింబాన్ని A కటకం I_1వద్ద ఏర్పరుస్తుంది. ఈ ప్రతిబింబం B కటకానికి మిథ్యా వస్తువుగా పనిచేసి తుది ప్రతిబింబంను I వద్ద ఏర్పడుతుంది. u వస్తుదూరంమైతే A కటకానికి v_1 ప్రతిబింబదూరం. కటకసూత్రాన్ని

ఉపయోగించి ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1} \quad \dots (1)$$

B కటకానికి v_1 తుది ప్రతిబింబ దూరమైతే

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{v_1}=\frac{1}{f_2} \quad \dots (2)$$

పై సమీకరణం రాసేటప్పుడు B కటకానికి v_1 ను వస్తు దూరంగా తీసుకున్నాం.

సమీ (1), (2)లను కలుపగా

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \quad \dots (3)$$

O వస్తువు ప్రతిబింబాన్ని I వద్దే ఏర్పరచే విధంగా సంయోగకటకాలకు బదులు F నాభ్యంతరంగాగల ఏకకటకాన్ని ఉంచితే ఆ కటకాన్ని రెండు కటకాల తల్య కటకం అంటారు. తుల్యకటకానికి కటక సమీకరణం.

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{F} \quad \dots. (4)$$

ఇక్కడ $$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \quad \dots. (5)$$

తుల్యకటక సామర్థ్యం P అయితే, లు P_1P_2 లువరుసగా రెండు వైయుక్తిక కటకాల సామర్థ్యాలు

$$P=P_1+P_2 \quad \dots. (6)$$

సమీ (3), (4) లను ఒకదానికొకటి తాకునట్లుగా ఉన్న రెండు పలుచని కుంభాకార కటకాలను ఊహించి సాధించాము. ఇది ఏరెండు తాకునట్లుగా ఉన్న పలుచనికటక సంయోగానికైనా సరిపోతుంది. (రెండు కుంభాకారకటకాలైనా లేదా రెండు పుటాకార కటకాలైనా లేదా ఒకటి కుంభాకార, ఒకటి పుటాకారకటకమైనా సరే).

4. 20 సెం.మీ 40 సెం.మీ నాభ్యంతరాలుగాగల రెండు కుంభాకారకటకాలు ఒక దానికొకటి తాకునట్లుగా ఉన్నాయి. తుల్యకటక నాభ్యంతరం, సామర్థ్యంలను కనుక్కోండి.

జ: కటక సంయోగ నాభ్యంతరానికి సూత్రం $\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{20}+\frac{1}{40}$$

$$= \frac{3}{40}$$

$$F = \frac{40}{3} = 13.3 \text{ సెం.మీ} = 0.133\text{మీ.}$$

తుల్యకటక సామర్థ్యం $P = \frac{1}{F} = \frac{1}{0.133} = +7.5$ డయాప్టరు

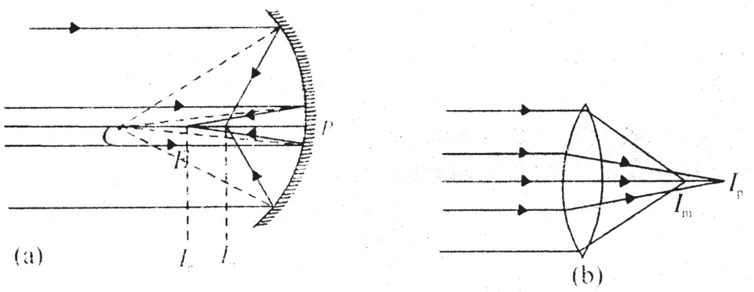
5. గోళీయ, వర్ణ విపథాలను వివరించి, ఈ విపథనాలను తొలగించే పద్ధతులను తెలపండి.

జ: ప్రతిబింబాన్నేర్పరుచుటలోని దోషాలనే విపథనాలు అంటారు ఈ విపథనాలు (i) కటక లేదా దర్పణ స్వభావం మీద (ii) ఉపయోగించిన కాంతి మీద ఆధారపడతాయి.

కటకాలు, దర్పణాలలో గల రెండు ప్రధాన విపథనాలు(a) గోళాయ విపథనం (b) వర్ణ విపథనం. కెమెరా, దూరదర్శిని, సూక్ష్మదర్శిని ఏర్పరచే ప్రతిబింబాలలో ఈ విపథనాలు అనేక దోషాలను ఏర్పరుస్తున్నాయి.

గోళీయ విపథనం

ఇది ప్రతిబింబంలో ఏర్పడే ఏకవర్ణ విపథనం. పరావర్తన లేదా వక్రీభవనతలాల వృత్తాకారం వల్ల లేదా కంత పరిమాణం వల్ల ఈ విపథనం ఏర్పడుతుంది. ఉపాక్షీయ కిరణాలు, ఉపాంతకిరణాలు వేరు వేరు బిందువులు వరుసగా I_p, I_mల వద్ద ప్రతిబింబాలను ఏర్పరుస్తాయి. (పటం (b))



పటం గోళీయ విపథనం (a) గోళాకార దర్పణంలో (b) కటకంలో ఉపాక్షీయ కిరణాలు ఏర్పరచే ప్రతిబింబం I_p ఉపాంత కిరణాలు ఏర్పరచే ప్రతిబింబం I_m

ఉపాక్షీయ కిరణాలు మాత్రమే కటకతలం మీద పతన మయ్యే విధంగా చేసి దర్పణాలలో, కటకాలలో గోళీయ విపథనాన్ని తగ్గించవచ్చు దీనిని స్టాప్‌లనుపయోగించి సాధించవచ్చు. కటక మధ్య భాగాన్ని మూసివేసి ఉపాక్షీయ కిరణాలను ఆపి, ఉపాంత కిరణాలు మాత్రమే ప్రతిబింబాన్నేర్పరచేలా చేయవచ్చు. కాని స్టాప్‌లనుపయోగించడం వలన ప్రతిబింబతీవ్రత తగ్గుతుంది.

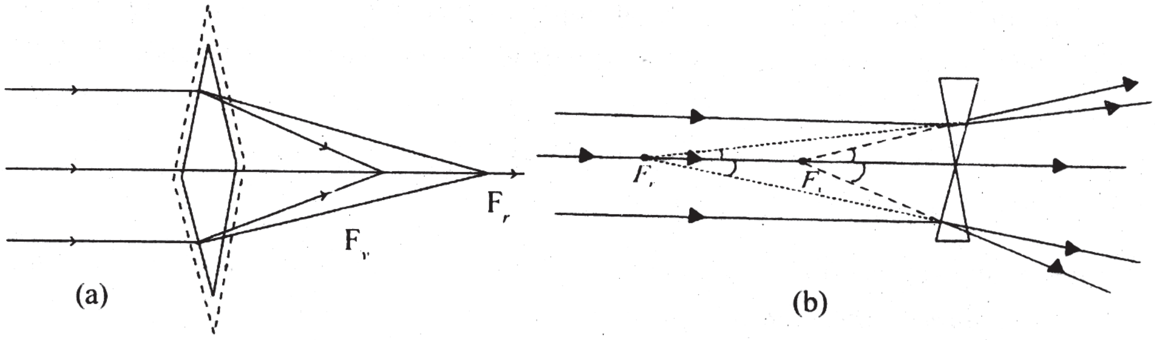
దీర్ఘ వృత్తకార లేదా పరావలయ దర్పణాలనుపయోగించడం మంచి పద్ధతి.

గోళాకార విపథనం తగ్గించడానికి ఇతర పద్ధతులు.

1. సమతల కుంభాకార కటకాన్ని ఉపయోగించటం లేదా సరియైన కుంభాకార, పుటాకార కటకాల సంయోగాన్ని ఉపయోగించడం.

వర్ణ విపథనం

సమాంతర కాంతిపుంజంలోని విభిన్న రంగులు వక్రీభవనం తరువాత వివిధ నాభుల వద్ద కేంద్రీకృత మవుతాయి. గోళాకారకటకం ఏర్పరచే ఈ ప్రతిబింబ దోషాన్ని వర్ణవిపథనం అంటారు. పతన బహువర్ణ కాంతిపుంజం విక్షేపణం వల్ల వర్ణవిపథనం ఏర్పడుతుంది. ఎరుపురంగు కటకం నుండి దూరంగా, నీలంరంగు కటకానికి దగ్గరగా కేంద్రకృతమవుతాయి. ఇదేవిధంగా పుటాకార కటకంలో ఎరుపు మరియు నీలంరంగులు కటకానికి అవతలి ప్రక్క కేంద్రీకృతమవుతాయి.



పటం వర్ణ విపథనం

ఈ విపథనాన్ని తొలగించడానికి సరైన పదార్థం నాభ్యంతరంలు గల అభిసారికటకం మరియు సరైన పదార్థం, నాభ్యంతరం గల అపసారికటక సంయోగాన్ని ఉపయోగిస్తారు. అటువంటి సంయోగాన్ని అవర్ణక యుగ్మం అంటారు. అవర్ణతకు పాటించ వలసిన నియమం నుండి పుటాకారకటకం యొక్క నాభ్యంతరాన్ని కనుక్కోవచ్చు.

$$\frac{\omega_1}{f_1} + \frac{\omega_2}{f_2} = 0$$

6. విక్షేపక సామర్థ్యాలు 0.018 మరియు 0.027 గల పదార్థాలతో తయారుచేసిన రెండు కటకాల సంయోగం వలన ఆవర్ణయుగ్మాన్ని ఏర్పరిచారు. ఆ కటక సంసయోగం నాభ్యంతరం 150 సెం.మీ అయితే దానిలోని కటకాల నాభ్యంతరాలెంత ?

జ. ఆవర్ణక యుగ్మంలో కటకాల నాభ్యంతరాలు f, మరియు f_2. అవి రెండు ఒక దానికొకటి తాకుతూ ఉన్నపుడు సంయోగ నాభ్యంతరం F అయితే

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{150} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\omega_1 = 0.018, \quad \omega_2 = 0.027.$$

$$\frac{\omega_1}{f_1} + \frac{\omega_2}{f_2} = 0.$$

$$\frac{0.018}{f_1} + \frac{0.027}{f_2} = 0.$$

$$\frac{2}{f_1} = \frac{-3}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{-3f_1}{2}$$

$$\frac{1}{150} = \frac{1}{f_1} \frac{-2}{3f_1} = \frac{1}{-3f_1} \Rightarrow f_1 = 50 \text{ cm}.$$

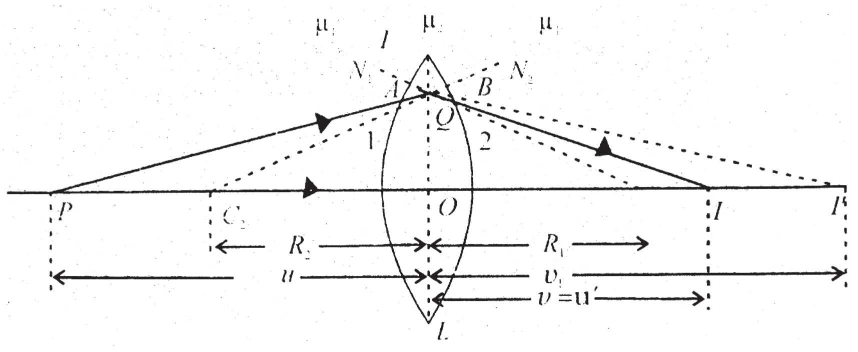
$$f_2 = \frac{-3}{2} f_1 = \frac{-3}{2} \times 50 = -75.$$

$\therefore f_1 = 50\text{cm}$ మరియు $f_2 = -75\text{cm}$.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కటక తయారీదారు సూత్రంను ఉత్పాదించండి. రెండు సమాన వక్రతావ్యాసార్థాలున్న ద్వికుంభాకర కటకం $\mu = 1.5$ గల గాజుతో తయారైంది. $+2.75$ డయాప్టర్ కటక సామర్థ్యాన్ని పొందటానికి కావలసిన వక్రతా వ్యాసార్థాన్ని గణించండి.

జ: పలుచని కుంభాకారకటకం L ను పటంలో చూపినట్లు ఆప్టికల్ బెంచ్‌పై ఉంచారు. కటక పదార్థపు వక్రీభవగుణకం గాలి పరంగా μ మరియు కటకం రెండు తలాల వక్రతావ్యాసార్థాలు వరుసగా R_1, R_2. ప్రధానాక్షం పై P వద్ద బిందురూప వస్తువు నుంచారు. 1 వ మరియు 2 వ వక్రతలాల వక్రతాకేంద్రాలు వరుసగా C_1, C_2



పటం : ద్వి కుంభాకారకటకం ఏర్పరచే బిందు రూపవస్తువు యొక్క బిందురూప ప్రతిబింబం

P బిందువు నుండి బయలు దేరిన కిరణం మొదటి తలాన్ని A వద్ద తాకుతుంది. C_1N_1 మొదటి తలానికి A బిందువువద్ద లంబంగా ఉంటుంది. PA కిరణం విరళయానకం (గాలి) నుండి సాంద్రతర యానకం (గాజు)లోకి ప్రయాణించి లంబంవైపుకు వంగి AB దిశలో ముందుకు సాగుతుంది. AB కిరణం 2వ తలం లేకపోతే ప్రధానాక్షంను I వద్ద తాకి ఉండేది. అలాగే P నుండి ఇంకొక కిరణం దృశాకేంద్రం గుండా పోయి I బిందువు గుండా పోతుంది. P వస్తువు మిథ్యాప్రతిబింబం I^1.

అపుడు OP వస్తుదూరం $= u, OI^1$ ప్రతిబింబదూరం $= v_1$ (అనుకోండి) సమీకరణం నుండి

$$\frac{\mu}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R_1} \quad \ldots 1$$

2వ తలం ఉండటం వల్ల AB కిరణం తలాన్ని B వద్ద తాకుతుంది. B బిందువుకి C_2N_2లంబం. AB కిరణం సాంద్రతరయానకం (గాజు) నుండి విరళ యానకం (గాలి) లోకి ప్రయాణిస్తుంది కనుక అది లంబం నుండి దూరంగా వంగిBI దిశలో ముందుకు ప్రయాణించి B నుండి వచ్చే వేరొక కిరణాన్ని I వద్ద కలుస్తుంది. కటకం వల్ల ఏర్పడిన P వస్తువు ప్రతిబింబం I. OI ప్రతిబింబ దూరం $= v$. O బిందురూప వస్తువు, O యొక్క మిథ్యా ప్రతిబింబం I^1 (మొదటి తలం వల్ల) తుది ప్రతిబింబం I అవుతుంది. రెండవ తలానికి I^1 మిథ్యా వస్తువు. I దాని తుది ప్రతిబింబం. మిథ్యా వస్తువుకు తుది ప్రతిబింబం I. అపుడు వస్తుదూరం $OI^1 = u^1 = v_1$, ప్రతిబింబదూరం $OI = v$

సమీకరణం నుండి AB కిరణం గాజు నుండి గాలిలోకి ప్రయాణిస్తుందనుకుంటే

$$\frac{\left(\frac{1}{\mu}\right)}{v} + \frac{1}{v_1} = \frac{\left(\frac{1}{\mu}\right) - 1}{R_2}$$

లేదా $$\frac{1}{\mu v} - \frac{1}{v_1} = \frac{1 - \mu}{\mu R_2}$$

రెండు వైపులా μ తో గుణించగా

$$\frac{1}{v}-\frac{\mu}{v_1}=\frac{\mu-1}{R_2} \qquad \ldots(2)$$

సమీ (1), సమీ (2) లను కలుపగా

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=(\mu-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) \qquad \ldots(3)$$

$u=\infty$ అయితే, అంటే వస్తువు అనంత దూరంలో ఉంటే వస్తువు నుండి వచ్చే కిరణాలు సమాంతరంగా ఉంటూ, వక్రీభవనం తరవాత అవి నాభి $(v=f)$ వద్ద కేంద్రీకృతం అవుతాయి. అపుడు సమీ (3) ఈ కింది విధంగా ఉంటుంది.

$$\frac{1}{f}=(\mu-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right) \qquad \ldots(4)$$

దీనిని కటక తయారీదారు సూత్రం అంటారు.

(బి) **రెండు సమాన వక్రతావ్యాసార్ధాలున్న ద్వికుంభాకారకటకం $\mu=1.5$ గల గాజుతో తయారైంది $+2.75$ డయాప్టర్ కటక సామర్థ్యాన్ని పొందటానికి కావలసిన వక్రతా వ్యాసార్ధాన్ని గణించండి.**

సాధన. $$P=(\mu-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

$P=+2.75$ డయాప్టరు

$\mu=1.54$

$R_1=R$

$R_2=-R$

పై దత్తాంశాన్ని కటక తయారీదారు సూత్రంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$2.75=0.54\left(\frac{2}{R}\right)$$

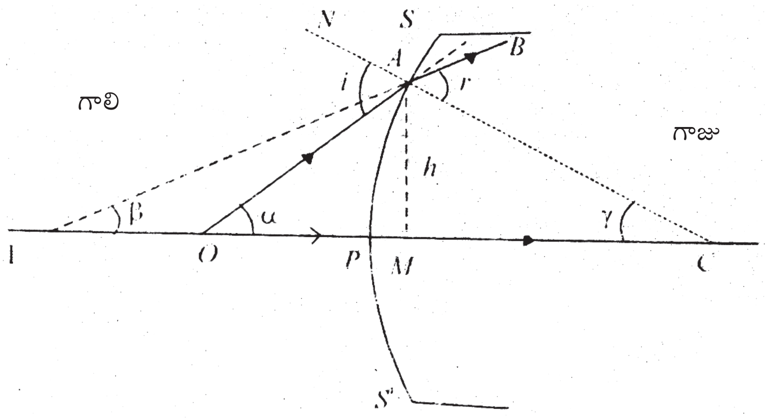
$$R=\frac{0.54\times 2}{2.75}$$

$=0.39$ మీ

$=39$ మీ

2. వృత్తాకార తలాల వద్ద వక్రీభవనంలో వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం, వక్రీభవన గుణకం మరియు వక్రతా వ్యాసార్థాల మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

జ. SPS^1 కుంభాకార వక్రీభవన తలం గాజు, గాలి యానకాలను వేరుచేస్తుంది. C దాని వక్రతా వ్యాసార్థం. సౌష్టవంగా అమర్చిన SPS^1 మీద P ఒక బిందువు. దీనిని ధృవం అంటారు. CP ప్రధానాక్షం అవుతుంది. O బిందురూపవస్తువు. OA పతనకిరణం AB వక్రీభవనకిరణం. వేరొక కిరణం OP తలం మీద లంబంగా పతనమై వక్రీభవనం తరువాత విచలనం చెందకుండా బహిర్గతమవుతుంది. PC మరియు AB లు I నుండి వచ్చినట్టుగా కనిపిస్తాయి. I,O యొక్క మిథ్యాప్రతిబింబం.



పటం వృత్తాకారతలాల వద్ద వక్రీభవనం

$\angle OAN = i$ పతనకోణం అనుకోండి

$\angle CAB = r$ వక్రీభవనకోణం, సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ననుసరించి

$PO = -\mu \; PI = -v, PC = +R$

α, β మరియు γ లు వరుసగా ప్రధానాక్షంతో OA, IA మరియు CA ల వద్ద కోణాలు. A నుండి ప్రధానాక్షం మీదికి గీసిన లంబం ఎత్తు h. ΔOCA, ΔICA ల నుండి

$$i = \alpha + \gamma \text{ (i బహిర్గామికోణం)} \qquad \ldots(1)$$

$$r = \beta + \gamma \text{ (r బహిర్గామికోణం)} \qquad \ldots(2)$$

స్నెల్ నియమం నుండి

$$\frac{\text{Sin}\, i}{\text{Sin}\, r} = \mu$$

ఇక్కడ గాలిపరంగా గాజుతలం వక్రీభవనగుణం μ తక్కువ కంత కలిగిన తలానికి P బిందువు A కు దగ్గరగా ఉంటుంది అపుడు i, r విలువలు చాలా స్వల్పం $(\text{Sin}\, i \simeq i, \; \text{Sin}\, r \simeq r)$

అపుడు పై సమీకరణం

$$i = \mu r \qquad \ldots.\ (3)$$

సమీ (1), సమీ (2) లనుండి

i, r విలువలను సమీ (3)లో ప్రతిక్షేపించగా

$\alpha+\gamma=\mu(\beta+\gamma)$

$$\alpha-\mu\beta=\gamma(\mu-1) \quad \text{.... (4)}$$

α,β మరియు γ లు చాలా స్వల్పం కనుక $\tan\alpha\simeq\alpha,\ \tan\beta\simeq\beta,\ \tan\gamma\simeq\gamma$ గా తీసుకోవచ్చు. పటం (2)లో

ΔOAM నుండి

$\alpha\approx\tan\alpha=\frac{AM}{MO}=\frac{AP}{PO}=\frac{h}{-u}$ (M బిందువుకు P బిందువు సమీపంలో ఉంటే)

$$\beta\approx\tan\beta=\frac{AM}{MI}=\frac{AM}{PI}=\frac{h}{-v}$$

$$\gamma\approx\tan\gamma=\frac{AM}{MC}=\frac{AM}{PC}=\frac{h}{R}$$

α,β మరియు γ విలువలను సమీ 4లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{h}{-u}+\frac{\mu h}{v}=(\mu-1)\frac{h}{R}$$

$$\frac{\mu}{v}-\frac{1}{u}=\frac{\mu-1}{R} \quad \text{...(5)}$$

పై సమీకరణం వక్రీభవనతలం యొక్క వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం, వక్రీభవగుణకం μ, వక్రతా వ్యాసార్ధం ల మధ్య సంబంధాన్ని తెలియజేస్తుంది.

21 కాంతివిక్షేపణం మరియు పరిక్షేపణం

మీరు ఇంతకు ముందు పాఠంలో కాంతి పరావర్తనం, వక్రీభవనం, సంపూర్ణాంతర పరావర్తనంల గురించి నేర్చుకున్నారు. దర్పణాలు, కటకాలతో ప్రతిబింబం ఏర్పడటం, నిత్యజీవితంలో వాటి ఉపయోగాలు గురించి కూడా నేర్చుకున్నారు. సన్నని సాధారణ కాంతి పుంజం, పట్టకం ద్వారా వక్రీభవనం చెందినపుడు రంగుల పట్టీ ఏర్పరడం చూస్తాం. ఇది పరావర్తనం, వక్రీభవనం కాక మరింకేదైనా దృగ్విషయం అయివుండాలి. ఒక యానకం వల్ల తెల్లని కాంతి దాని ఆంగిక అంశాలైన రంగులుగా లేదా తరంగ దైర్ఘ్యాలుగా విడిపోవడాన్ని **విక్షేపణం** అంటారు. ఈ పాఠంలో ఈ దృగ్విషయం గురించి నేర్చుకుందాం. ప్రకృతిలో దీనికి అందమైన ప్రత్యక్ష ఉదాహరణ ఇంద్రధనస్సు రూపంలో ఉంది. ఆకాశం నీలంగా, సూర్యోదయ, సూర్యాస్తమయాలలో సూర్యుడు ఎర్రగా కనిపించడానికి కారణమైన కాంతి పరిక్షేపణం గురించి కూడా ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ఈ కింది విషయాలను తెలుసుకుంటారు.

- కాంతివిక్షేపణం గురించి వివరణ
- విచలన కోణం (δ), పట్టక కోణం (A), పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకం (μ) ల మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టుట.
- తరంగదైర్ఘ్యంతో వక్రీభవన గుణకంకు సంబంధమేర్పరచి పట్టకం ద్వారా ఏర్పడే విక్షేపణ గురించి వివరణ.
- ప్రాథమిక మరియు గౌణ ఇంద్రధనస్సులు ఏర్పడుట గురించి వివరణ
- కాంతి పరిక్షేపణ వివరణ మరియు దాని అనువర్తనాల జాబితా

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కోణీయ విక్షేపణం, విక్షేపణ సామర్థ్యాలను నిర్వచించండి.

జ: రెండు తరంగ దైర్ఘ్యాల (రంగుల) విచలనకోణాల మధ్య తేడాలను ఆ రెండు తరంగ దైర్ఘ్యాలకు కోణీయ విక్షేపణం అంటారు.

కోణీయ విక్షేణానికి, సరాసరి విచలనానికి మధ్యగల నిష్పత్తిని పట్టక పదార్థ విక్షేపక సామర్థ్యం అంటారు.

2. చిమ్నిపొగలోని సన్నని పొర మీద సూర్యకాంతి పడినపుడు పరిక్షేపిత పుంజం 3934 ^{0}A, 5890 ^{0}A మరియు 6867 ^{0}A తరంగదైర్ఘ్యాలను కలిగి ఉంది. వీటిలో ఏది ఎక్కువ తీవ్రతతో పరిక్షేపణం చెందింది.

జ: పరిక్షేపిత కాంతి తీవ్రత $I \propto \frac{1}{\lambda^4}$ కనుక మూడు తరంగాలలో 3934 ^{0}A తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం కనుక అది ఎక్కువ తీవ్రతతో పరిక్షేపణం చెందుతుంది.

ఆకాశం నీలంగా, మేఘాలు తెల్లగా, సూర్యోదయ. సూర్యాస్తమయాల్లో సూర్యుడు ఎర్రగా కనిపించడానికి కాంతి పరిక్షేపణం ద్వారా వివరించవచ్చు.

3. ఉపగ్రహం నుండి తీసిన ఫోటోగ్రాఫ్‌లలో ఆకాశం నల్లగా ఎందుకు ఉంటుంది.

జ. ఎక్కువ ఎత్తులో కాంతి పరిక్షేపణంకు కావలసిన కణాలు ఉండవు కనక ఆకాశం నల్లగా కనిపిస్తుంది.

4. వర్షం కురిసిన తరవాత నిర్మలమైన ఆకాశం ఎందుకు నీలం రంగులో కనిపిస్తుంది ?

జ. వర్షం కురిసిన తరవాత నిర్మలమైన ఆకాశంలో పరిక్షేపణం ర్యాలీనియమం ప్రకారం జరుగుతుంది. అంటే పరిక్షేపిత కాంతి తీవ్రత (I) తరంగదైర్ఘ్యం నాల్గవ ఘాతానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

అంటే నీలంరంగు ఎక్కువగా పరిక్షేపణం చెందటం వల్ల ఆకాశం నీలంరంగులో కనిపిస్తుంది.

5. ర్యాలీ పరిక్షేపణ నియమాన్ని తెల్పండి.

జ. పరిక్షేపిత కాంతి తీవ్రత (I) తరంగదైర్ఘ్యం (λ) నాల్గవ ఘాతానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

6. సమబాహుపట్టకం కనిష్టా తిక్రమణ కోణం 48^0 అయిన పతన కోణమెంత?

జ: $i = \dfrac{A + D_m}{2}$

$= \dfrac{60 + 48}{2} = 54^0$

7. కనిష్ట విచలనం కోణం, పట్టక కోణానికి సమానమైనప్పుడు సమబాహు పట్టక పదార్థ వక్రీభన గుణకాన్ని కనుక్కోండి.

జ: $\mu = \dfrac{\sin\left(\dfrac{A+D_m}{2}\right)}{\sin\dfrac{A}{2}}$

ఇక్కడ $A = D_m = 60^0 \Rightarrow \mu = \dfrac{\sin 60^0}{\sin 30^0} = \sqrt{3} = 1.732$

8. పట్టక పదార్థ వక్రీభవనం గుణకం 1.6, దాని పట్టకకోణం 30, పట్టకం కలుగచేసే విచలనాన్ని కనుక్కోండి.

సాధన : $\delta = (\mu - 1)\ \angle A$

ఇచ్చిన దత్తాంశంను ప్రతిక్షేపించగా

$\delta = (1.6 - 1)\ \dfrac{1^0}{2} = \dfrac{0.6}{2} = 0.3^0 = 18'$

9. చాలా వరకు సాధారణ వాయువులు దృశ్యకాంతితో విక్షేపణాన్ని చూపించవు. ఎందుకు?

జ. సాధారణ వాయువులలో వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాలు గల దృగ్గోచర కాంతి తరంగవ్యాపన వేగం దాదాపు సమానం. కనుక వాయువులు దృగ్గోచరకాంతిని విక్షేపణం చెందించవు. వాటి వక్రీభవనగుణకం 1కి దగ్గరగా ఉంటుంది.

10. మీకు తెలిసిన తెల్లని కాంతి అంశరంగుల λ విలువలతో ఏ రంగు దాని మార్గం నుండి ఎక్కువ విచలనం చెందుతుంది.

జ. ఊదారంగు, దృశ్యసాంద్రతర యానకంలో $\lambda_r > \lambda_v$ కనుక ఎరుపురంగు కాంతి వేగం, ఊదా రంగు కాంతి వేగం కన్నా ఎక్కువ.

11. పట్టక కోణం మరియు పట్టక పరిమాణం మీద విక్షేపణం ఆధారపడుతుందా?

జ. $\mu = \dfrac{\sin\left(\dfrac{60^o + 60^o}{2}\right)}{\sin\dfrac{60^o}{2}} = \dfrac{\sin 60^0}{\sin 30^0} = \sqrt{3} = 1.732$

12. కాంతికిరణం ఎప్పుడు విచలనం చెందకుండా ఉంటుంది?

జ. కాంతికిరణం ఒకే యానకంలో ప్రయాణం చేస్తున్నప్పుడు, లేదా రెండు యానకాలను వేరుచేసే తలం మీద లంబంగా పడినపుడు కాంతి విచనలం చెందదు.

13. ఒక పట్టకం కనిష్ఠ విచలన స్థితిలో ఉన్నప్పుడు వక్రీభవన కిరణం ఎలా ఉంటుంది.

జ. పట్టక పీఠానికి సమాంతరంగా వక్రీభవన కిరణం ఉంటుంది. కారణం $r_1 = r_2 = r$.

14. ఒక పట్టకం కనిష్ఠ విచలన స్థితిలో ఉన్నపుడు పతన మరియు బహిర్గామి కిరణాలు పట్టక పీఠంతో సౌష్టవంగా ఉంటాయా? కారణం తెల్పండి.

జ. సౌష్టవంగా ఉంటాయి. కారణం $i_1 = i_2 = i$ మరియు పతనకిరణం వక్రీభవన తలంతో చేసే కోణం$(90^o - i)$ అదే విధంగా బహిర్గామికిరణం కూడా వక్రీభవన తలంతో చేసే కోణం కూడా $(90 - i)$.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. A, B అనే రెండు చిన్న పట్టక కోణాలు గల పట్టకాలు నీలం రంగు కిరణాలను వరుసగా 6^0, 8^0 కోణాలతో విచలనం చెందిస్తాయి. ఎరుపు కిరణాలను 4^0, 6^0 కోణాలతో విచలనం చెందిస్తాయి. ఏ పట్టకం విక్షేపక సామర్థ్యం ఎక్కువ.

జ. A కోణీయ విక్షేపణం $= \delta_B - \delta_R = 6^o - 4^o = 2^o$.

A యొక్క సరాసరి విచలనం $= \left(\dfrac{\delta_B + \delta_R}{2}\right) = \dfrac{6^o + 4^o}{2} = 5^o$

A విక్షేపక సామర్థ్యం $= \dfrac{\text{కోణీయ విక్షేపణం}}{\text{సరాసరి విచలనం}} = \dfrac{2^o}{5^o} = 0.4$

B కోణీయ విక్షేపణం $= \delta_B - \delta_R = 8^o - 6^o = 2^o$.

B సరాసరి విచలనం $= \left(\dfrac{\delta_B + \delta_R}{2}\right) = \left(\dfrac{8^o + 6^o}{2}\right) = 7^o$

B విక్షేపణ సామర్థ్యం $\frac{\text{కోణీయ విక్షేపణం}}{\text{సరాసరి విచలనం}} = \frac{2^o}{7^o} = 0.2857.$

A యొక్క విక్షేపణ సామర్థ్యం B కంటే ఎక్కువ.

2. కాంతి పుంజం సరాసరి తరంగధైర్ఘ్యం 600 nm అది గాజుపలకలో ప్రవేశించిన తరువాత తరంగధైర్ఘ్యాలు 384 nm, 589 nm, 760 nm గా గల మూడు రంగుల పుంజాలుగా విడిపోయింది. ఈ తరంగ ధైర్ఘ్యాలకు పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుక్కోండి.

సాధన : పట్టక పథార్థ వక్రీభవన గుణకం

$$\mu = \frac{C}{v}$$

ఇక్కడ C శూన్యంలో కాంతివేగం, v యానకం (పట్టకం)లో కాంతి వేగం.

పౌనఃపున్యం, తరంగధైర్ఘ్యంల లబ్ధం తరంగవేగం కనుక మనం

$C = \upsilon\lambda_a, \quad v = \upsilon\lambda_m$ అని రాయవచ్చు.

ఇక్కడ λ_a, λ_m లు వరసగా గాలి, యానకం తరంగధైర్ఘ్యాలు, υ కాంతి తరంగ పౌనఃపున్యం అంటే

$$\mu = \frac{\upsilon\lambda_a}{\upsilon\lambda_m} = \frac{\lambda_a}{\lambda_m}$$

తరంగధైర్ఘ్యం 384 nm కు వక్రీభవనగుణకం

$$\mu_1 = \frac{600\times10^{-9}m}{384\times10^{-9}m} = 1.56$$

తరంగధైర్ఘ్యం 589 nm కు

$$\mu_2 = \frac{600\times10^{-9}m}{589\times10^{-9}m} = 1.02$$

తరంగధైర్ఘ్యం 760 nm కు

$$\mu_3 = \frac{600\times10^{-9}m}{760\times10^{-9}m} = 0.8$$

పదార్థ వక్రీభవన గుణకం

(a) పదార్థ స్వభావం మీద

(b) కాంతి తరంగ ధైర్ఘ్యం మీద

ఆధారపడుతుందని మనం చూశాం.

పై ఉదాహరణ నుండి ఆసక్తికర విషయమేమిటంటే, తరంగధైర్ఘ్యంలో మార్పు ($\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$) వక్రీభవన గుణకంలో మార్పు ($\Delta\mu = \mu_2 - \mu_1$) ను కలుగచేస్తుంది. వీటి నిష్పత్తి $\frac{\Delta\mu}{\Delta\lambda}$ ని **పట్టక పదార్థ విక్షేపక సామర్థ్యం** అంటారు.

3. 60^0 పట్టకకోణం గల పట్టకం కనిష్ట విచలన కోణం 40^0 అయితే, పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకం ఎంత ?

జ. $A = 60^0,\ \delta_m = 40^0,\ \mu = ?$

పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకం $\mu = \dfrac{\sin\left(\dfrac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin\dfrac{A}{2}}$

$$\mu = \frac{\sin\left(\dfrac{60^o + 40^o}{2}\right)}{\sin\dfrac{30^o}{2}} = \frac{\sin 50^o}{\sin 30^o}$$

$$= 0.7660 \times \frac{2}{1} = 1.532.$$

4. ఆకాశం నీలంగా ఎందుకుంటుందో దానికి కారణమైన దృశ్య దృగ్విషయాన్ని తెలిపి వివరించండి. చంద్రుడి మీద కూడా ఆకాశం నీలంగా ఉంటుందా?

జ: ఆకాశం నీలంగా ఉండటానికి కారణం కాంతి పరిక్షేపణం.

నీలాకాశం

వాతావరణంలో ఉన్న గాలి అణువులు, నీటి బిందువులు లేదా ధూళికణాల వల్ల కాంతి పరిక్షేపణాన్ని రాలీస్ నియమంతో వివరించవచ్చునని మనకు తెలుసు. ఎక్కువ తరంగధైర్ఘ్యాల కన్నా, తక్కువ తరంగధైర్ఘ్యాలు ఎక్కువ పరిక్షేపణం చెందుతాయి. నీలి కాంతి తరంగధైర్ఘ్యం ఎరుపు రంగు కాంతి తరంగధైర్ఘ్యం కన్నా సుమారుగా 0.7 రెట్లు ఎక్కువగా ఉండటం వలన ఇది ఆరు రెట్లు ఎక్కువ పరిక్షేపణం చెందుతుంది. తక్కువ తరంగ ధైర్ఘ్యాలైన ఊదా, నీలం, ఆకుపచ్చ రంగుల్లో పరిక్షేపణం ఎక్కువగా ఉంటుంది. మరింత పరిక్షేపణం చెందిన తరువాత

మనకన్ను నీలం, దాని పక్క తరంగదైర్ఘ్యాలకు ప్రతిస్పందించినంతగా ఊదారంగుకు ప్రతిస్పందించదు. అందువల్ల ఊదారంగు కాంతి పరిశీలకుడి కన్నును చేరదు. కనుక దూరం నుండి మనం ఆకాశంను చూసినపుడు అది నీలంరంగులో కనబడుతుంది.

చంద్రుడి మీద కాంతి పరిక్షేపణంకు కావలసిన కణాలు ఉండవు కనుక ఆకాశం నల్లగా కనిపిస్తుంది.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకంకు సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: విచలనకోణం

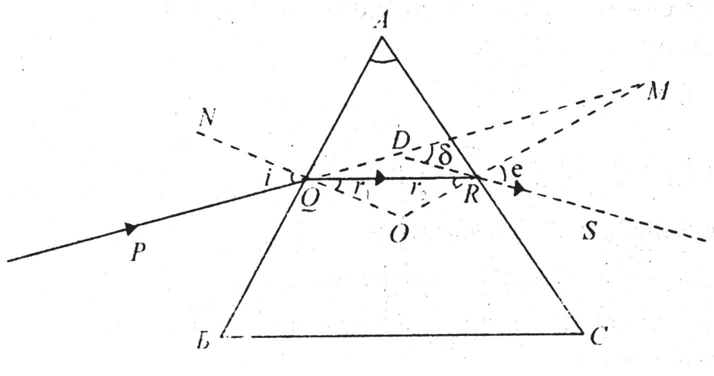
పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకానికి సమీకరణం పటంలో ABC పట్టకం ప్రధానచ్ఛేదం, AB తలం మీద ఏకవర్ణకాంతి పుంజం PQ తలం మీద పతనమైనదనుకుందాం. వక్రీభవనం చెందిన తరువాత పట్టకం లోపల QR వెంబడి ప్రయాణించి తలం AC నుండి RS గుండా బహిర్గతమవుతుంది. $\angle A = \angle BAC$ ను పట్టక వక్రీభవన కోణమనుకుందాం. తలంలు AB, AC ల మీద గీసిన లంబరేఖలు వరసగా NQ, MR లను వెనుకకు పొడిగించగా అవి O వద్ద కలుస్తాయి. అపుడు మీకు $\angle NQP = \angle i$, $\angle MRS = \angle e$, $\angle RQO = \angle r_1$, $\angle QRO = \angle r_2$ లు వరుసగా పతనకోణం, బహిర్గతకోణం, తలం AB, తలం AC ల వద్ద వక్రీభవన కోణాలు పతనకిరణం PQ, బహిర్గత కిరణం RS ల మధ్యకోణం D ను విచలన కోణం (δ) అంటారు.

$\angle MDR = \angle\delta$ కాబట్టి, త్రిభుజం QDR కు ఇది బహిర్గామి కోణం

అప్పుడు $\angle\delta = \angle DQR + \angle DRQ$

$= (\angle i - \angle r_1) + (\angle e - \angle r_2)$

లేదా $\angle\delta = (\angle i - \angle e) + (\angle r_1 + \angle r_2)$ ... (1)



పటం : పట్టకం గుండా వక్రీభవనం

చతుర్భుజంలో అంతరాభిముఖ కోణాల మొత్తం 360^0 చతుర్భుజం AQOR లో $\angle AQO = \angle ARO = 90^0$, NQ, MR లు వరుసగా తలం AB తలం AC వద్ద గీసిన లంబాలు కనుక అపుడు

$$\angle QAR + \angle QOR = 180^0$$

$$\angle A + \angle QOR = 180^0 \quad \ldots (2)$$

కాని ΔQOR లో

$$\angle OQR + \angle QRO + \angle QOR = 180^0$$

లేదా $\angle r_1 + \angle r_2 + \angle QOR = 180^0 \quad \ldots(3)$

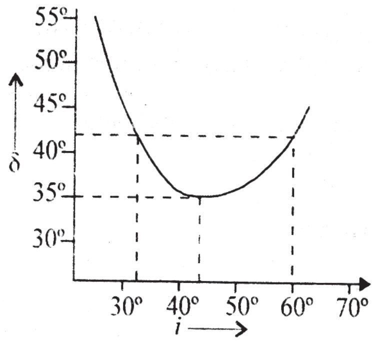
సమీ (2) సమీ(3)లను పోల్చి చూడగా మనకు

$$\angle r_1 + \angle r_2 = \angle A \quad \ldots(4)$$

పై ఫలితాన్ని సమీ 21.1లో కలపగా

$$\angle \delta = (\angle i + \angle e) - \angle A$$

లేదా $\angle i + \angle e = \angle A + \angle \delta \quad \ldots(5)$



పటం : పతనకోణం *i* మరియు విచలన కోణం δ ల మధ్య వక్రం

కనిష్ట విచలనకోణం

పతనకోణం, i విలువను మార్చినపుడు, విచలన కోణం δ కూడా మారుతుంది. అది i యొక్క ఒక నిర్ధిష్ట విలువ వద్ద కనిష్టమై మరల i విలువతో పాటు పెరుగుతుంది. (పటం 4) విచలనకోణం యొక్క కనిష్ట విలువనే **కనిష్ట విచలనకోణం** అంటారు. (δ_m). ఇది పట్టక పదార్థం మరియు పతనకాంతి తరంగధైర్ఘ్యంల మీద ఆధారపడుతుంది. నిజానికి రెండు పతనకోణాల విలువలకు ఒకటే విచలన కోణం ఉంటుంది. కాంతి ఉత్క్రమణీయ సూత్రం ఆధారంగా పతనకోణం రెండవ విలువకు ఆనురూపంగా బహిర్గత కోణం (e) అవుతుంది. కనిష్ట విచలన కోణస్థితిలో ఒకే ఒక పతనకోణం ఉంటుంది. అపుడు $\angle e = \angle i$ అవుతుంది.

విలువను సమీ (5)లో ఉపయోగించి δ బదులు δ_m పెట్టగా

$$\angle i = \frac{\angle A + \angle \delta_m}{2} \text{ అవుతుంది.} \quad \ldots(6)$$

కాంతి ఉత్క్రమణీయ సూత్రం మరియు $\angle e = \angle i$ అనే నిబంధనలనుపయోగించి

$$\angle r_1 = \angle r_2 = \angle r \quad \text{(అనుకొందాం)}$$

పై ఫలితాన్ని సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\angle r = \frac{\angle A}{2} \qquad \ldots(7)$$

కనిష్ఠ విచలన స్థితిలో పట్టకం లోపల కాంతికిరణం ఆధారంకు సమాంతరంగా మరియు సౌష్టవంగా ప్రయాణిస్తుంది. అపుడు పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకం

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin A/2} \qquad \ldots(8)$$

ఒకగాజు పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకం 1.6 దాని పట్టక కోణం 30^0, పట్టకం కలుగుచేసే విచలనాన్ని కనుక్కోండి.

సాధన: $\delta = (\mu - 1)A$

ఇక్కడ $A = 30'$, $\mu = 1.6$.

$$\delta = (1.6-1)\frac{1^0}{2} = \frac{0.6}{2} = 0.3^0 = 18'$$

2. కాంతివిక్షేపణంను వివరించి, వాతావరణంలో కాంతి విక్షేపణ అనువర్తనాలను రాయండి.

జ. వాతావరణంలో కాంతి పరిక్షేపణం

ఆకాశం నిర్మలంగా ఉన్నప్పుడు అది నీలంరంగులో కనిపిస్తుంది. కాని మేఘాలు తెల్లగా కనిపిస్తాయి. అలాగే నగలు లేదా స్ఫటికముల మీద సూర్యకాంతి పడినప్పుడు ఏర్పడే ప్రకాశవంతమైన రంగులు వీటన్నింటికి కారణం.

కాంతి పరిక్షేపణం

ఈ దృగ్విషయంలో వికిరణం పదార్థంతో అన్యోన్యచర్య నొందటం ఇమిడి ఉంది, భూవాతావరణంలో అతి చిన్న ధూళిక కణాలు ఉంటాయి. సూర్యకాంతి వాటి మీద పడినపుడు అవి అన్ని దిశలలోకి వ్యాప్తి చెందుతుంది అందువల్ల కాంతి, జనక స్థానం నుండి తిన్నగా చేరలేని ప్రదేశాలకు కూడా చేరుతుంది.

పరిక్షేపణం రెండంచెల పద్ధతి : మొదటగా పరిక్షేపకకణం కాంతిని శోషించుకొనుట, రెండవది తక్షణమే అన్ని దిశలలోకి ఉద్గారం చేయుటం. కనుక ఈ పద్ధతి పరావర్తనం నుండి వేరుగా ఉంటుంది. పరిక్షేపిత కాంతి, పరావర్తన నియమాలను పాటించదు. కణపరిమాణం పతన కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం కన్నా తక్కువగా ఉండాలి. ఎక్కువ పరిమాణం కల కణం అన్ని తరంగదైర్ఘ్యాలను సమానంగా పరిక్షేపణం చేస్తుంది. పరిక్షేపిత కాంతి తీవ్రతను రాలీస్ పరిక్షేపణ నియమం ఇస్తుంది. ఈ నియమం ప్రకారం **పరిక్షేపిత కాంతి తీవ్రత, తరంగ దైర్ఘ్యం నాల్గవ ఘాతానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.**

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

ఇక్కడ I పరిక్షేపిత కాంతి తీవ్రత, λ తరంగదైర్ఘ్యం అంటే పరిక్షేపణ కణం మీద తెల్లని కాంతి పతనమైనపుడు నీలరంగు ఎక్కువగా ఎరుపురంగు తక్కువగా పరిక్షేపణం చెందుతాయి.

నీలాకాశం

వాతావరణంలో ఉన్న గాలి అణువులు, నీటి బిందువులు లేదా ధూళికణాల వల్ల కాంతి పరిక్షేపణాన్ని రాలీస్ నియమంతో వివరించవచ్చునని మనకు తెలుసు. ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యాల కన్నా, తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యాలు ఎక్కువ పరిక్షేపణం చెందుతాయి. నీలి కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం ఎరుపు రంగు కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం కన్నా సుమారుగా 0.7 రెట్లు ఎక్కువగా ఉండటం వలన ఇది ఆరు రెట్లు ఎక్కువ పరిక్షేపణం చెందుతుంది. తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యాలైన ఊదా, నీలం, ఆకుపచ్చ రంగుల్లో పరిక్షేపణం ఎక్కువగా ఉంటుంది. మరింత పరిక్షేపణం చెందిన తరువాత మనకన్ను నీలం, దాని పక్క తరంగదైర్ఘ్యాలకు ప్రతిస్పందించినంతగా ఊదారంగుకు ప్రతిస్పందించదు. అందువల్ల ఊదారంగు కాంతి పరిశీలకుడి కన్నును చేరదు. కనుక దూరం నుండి మనం ఆకాశంను చూసినపుడు అది నీలంరంగులో కనబడుతుంది.

తెల్లని మేఘాలు

చిన్న చిన్న నీటి బిందువుల సమూహం మేఘాలుగా ఏర్పడతాయి. ఆ నీటి బిందువుల పరిమాణం దృశ్యకాంతి సరాసరి తరంగదైర్ఘ్యం (5000 ^{0}A) కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ బిందువులు అన్ని తరంగదైర్ఘ్యాలను సమానతీవ్రతతో పరిక్షేపణం చేస్తాయి. ఫలిత పరిక్షేపిత కాంతి తెల్లగా ఉంటుంది. అందువల్ల మేఘాల పలుచని పొర తెల్లగా కనిపిస్తుంది.

(సి) సూర్యోదయ, సూర్యాస్తమయ సమయాల్లో ఎర్రని సూర్యుడు.

మనం ఇపుడు సూర్యోదయ, సూర్యాస్తమయంల్లో సూర్యుడు ఎర్రగా కనిపించడానికి గల కారణం కాంతిపరిక్షేపణం. ఉదయం, సాయంత్ర సమయాల్లో సూర్యుడు క్షితిజానికి దగ్గరగా ఉన్నపుడు వాతావరణంలో కాంతి చాలా దూరం ప్రయాణించవలసి ఉంటుంది. గాలి అణువులు, ధూళికణాల నుండి ఊదా, నీలం రంగు తరంగదైర్ఘ్యాలు సుమారుగా 90^0 కోణంతో పరిక్షేపణం చెందుతాయి. తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యాలు లేకుండా, ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యమైన ఎరువురంగు పరిక్షేపిత సూర్యకాంతి పరిశీలకుడిని చేరుతుంది. (పటం) అందువల్ల మనకు సూర్యుడు ఎర్రగా కనిపిస్తాడు.

మిట్టమధ్యాహ్నం సూర్యుడు నడినెత్తిన ఉంటాడు. కనుక దానికి, పరిశీలకుడికి మధ్య దూరం తక్కువ. నీలంరంగు కూడా తక్కువగా పరిక్షేపితమవుతుంది. ఇది మధ్యాహ్నసమయంలో సూర్యుడు తెల్లగా కనిపించడానికి కారణం.

మిట్టమధ్యాహ్నం సూర్యుడు

వాతావరణ కణాలు

తక్కువ పరిక్షేపిత నీలంరంగు

పరిశీలకుడు

భూమి

సూర్యాస్తమయంలో సూర్యుడు

క్షితిజానికి దగ్గర

ఎక్కువ పరిక్షేపిత నీలంరంగు

పటం : సూర్యోదయ, సూర్యాస్తమయ సమయాల్లో ఎర్రని సూర్యుడు (పరిక్షేపణం చెందిన నీలం రంగు కిరణాలు)

22 కాంతి తరంగ స్వభావం

దీనికి ముందు అధ్యాయంలో కాంతి పరావర్తనం, వక్రీభవనం, విక్షేపణం, పరిక్షేపణంల గురించి చదివారు. వీటిని అర్థంచేసుకోవడానికి కాంతి ఋజుమార్గంలో ప్రయాణిస్తుందనే ధర్మాన్ని ఉపయోగించుకున్నాము. రెండు కాంతి తరంగాలు అధ్యారోపణం చెందినపుడు లేదా అంచుల వద్ద వంగినపుడు జరిగే శక్తి పునర్విభజనను పైభావన వివరించలేక పోయింది. కాంతి తరంగ స్వభావం ఆధారంగా మాత్రమే ఈ దృగ్విషయాలను వివరించగలం. న్యూటన్ సమకాలీకుడైన క్రిస్టియన్ హైగన్స్ కాంతి ఒక తరంగం అని ప్రతిపాదించాడు. వ్యతికరణం, వివర్తనాల ప్రయోగాల పరిశీలనల ద్వారా కాంతి తరంగ సిద్ధాంతాన్ని సంశయంలేని విధంగా స్థిరీకరించాడు. కాంతికి తిర్యక తరంగ స్వభావముందని నిరూపించే ధ్రువణం గురించి కూడా మీరు ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు ఈ కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- హైగన్స్ సూత్రాన్ని తెలిపి, దానిని తరంగ ప్రసరణకు అనువర్తించుట.
- వ్యతికరణం, వివర్తనాలను వివరించుట.
- ఒక చీలిక ద్వారా కాంతి వివర్తనాన్ని వివరించుట.
- ధ్రువణం కాంతి తరంగ స్వభావాన్ని స్థిరీకరించిందని చూపించుట
- బ్రూస్టర్ నియమాన్ని సాధించుట.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కాంతి తరంగాగ్రం సమతల తరంగాగ్రం లంటే ఏమిటి?

జ. ఏదేని క్షణ మందు ఒకేదశలో కంపనం చేస్తున్న బిందువల పథంను తరంగాగ్రం అంటారు. సమదైశిక యానకంలో బిందురూప జనకం నుండి వచ్చే కాంతిలో ఒకే దశలో ఉన్న తరంగాల బిందుపథంను గోళాకార తరంగాగ్రం అంటారు. కాంతి జనక స్థానం నుండి దూరంగా ఉండే తరంగాగ్రంలోని చిన్న భాగాన్ని సమతల తరంగాగ్రంగా భావించవచ్చు.

2. రెండు తరంగాలు అధ్యారోపణం జరిగిన ప్రదేశంలో ఏదేని బిందువు వద్ద ఫలిత స్థానభ్రంశం ఏ విషయాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

జ: తరంగ కంపన పరిమితి మీద, రెండింటి మధ్య దశాభేదం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

3. యంగ్‌జంట చీలికల ప్రయోగంలో చీకటి పట్టీలు ఏర్పడినప్పుడు శక్తి నష్టమున్నదా? వివరించు.

జ: చీకటి పట్టీల వద్ద శక్తి నష్టం లేదు. వ్యతికరణంలో చీకటి పట్టీల వద్ద గల శక్తి వెలుగు పట్టీల వద్దకు సరఫారా అగును.

4. వ్యతికరణం, వివర్తనాల మధ్య భేదాన్ని తెలపండి.

జ: రెండు వేరు వేరు గౌణ జనకస్థానముల నుండి బహిర్గతమైన గౌణతరంగాల అధ్యారోపణం వల్ల వ్యతికరణం జరుగుతుంది.

ఒకే తరంగాగ్రంలోని వేరు వేరు భాగాల నుండి వెలువడిన గౌణతరంగాలు అధ్యారోపణం వల్ల వివర్తనం జరుగుతుంది.

5. సంబద్ధ కాంతి జనకాలంటే ఏమిటి?

జ. ఒకే పౌనఃపున్యం మరియు తరంగ దైర్ఘ్యం గల రెండు కాంతి తరంగాల మధ్య దశాభేదం శూన్యం లేదా కాలంతోపాటు మార్పు చెందకుండా ఉంటే ఆ తరంగాలను సంబద్ధ కాంతి తరంగాలు అంటారు. సంబద్ధ కాంతి తరంగాలను వెలువరించే జనకాలను సంబద్ధ కాంతి జనకాలంటారు.

6. వ్యతికరణం అంటే ఏమిటి?

జ. రెండు సంబద్ధకాంతి జనకాల నుండి వచ్చే కాంతి తరంగాల అధ్యారోపణం వలన జరిగే కాంతి తీవ్రతలోని మార్పును వ్యతికిరణం అంటారు.

7. రెండు తరంగాలు అధ్యారోపణం జరిగిన ప్రదేశంలో ఏదేని బిందువు వద్ద ఫలిత స్థానభ్రంశం ఏ విషయాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

జ. ఏదేని తరంగాలు అధ్యారోపణం జరిగిన ప్రదేశంలో ఏదేని బిందువు వద్ద ఫలిత స్థానభ్రంశం ఆ రెండు తరంగాల మధ్య దశాభేదం మీద ఆధారపడుతుంది. ఆ దశాభేదం 2π కు పూర్ణాంక గుణిజాలైతే ఆ బిందువు వద్ద నిర్మాణాత్మక వ్యతికరణం జరుగుతుంది. π కు బేసిసంఖ్య గుణిజాలైతే వినాశతిక వ్యతికరణం జరుగుతుంది.

8. యంగ్ ప్రయోగంలో తెరమీద నిర్మాణాత్మక వ్యతికరణం ఎలా ఏర్పడుతుంది.

జ. రెండు అధ్యారోపణ పుంజాల మధ్య దశాభేదం 2πకు పూర్ణాంక గుణిజలైతే, నిర్మాణాత్మక వ్యతికరణం జరుగుతుంది.

9. ఒంటి చీలిక వివర్తనంలో కేంద్రిక గరిష్టం, గౌణ గరిష్టంల తీవ్రత సమానంగా ఎందుకుండవు?

జ. తరంగికల మధ్య పెరుగుతున్న పథభేదం కారణంగా తీవ్రతలో భేదం ఉంటుంది.

10. రెండు పోలరాయిడ్‌ల అమరికపై అధృవితకాంతి పతనమైందనుకుందాం. వీటిని ఉపయోగించే కాంతిని పూర్తిగా బహిర్గతం కాకుండా నిరోధించాలను కున్నపుడు ఆ రెండు పోలరాయిడ్‌ల ప్రసార అక్షాల మధ్య కోణం ఎంత ఉండాలి?

జ. 90^0 లేదా 270^0

11. వివిధ తరంగ దైర్ఘ్య విలువలు గల తరంగాలను ఉద్గారం చేసే కాంతి జనకాలను సంబద్ధ కాంతి జనకాలు అవుతాయా ?

జ. అవ్వవు. వేరువేరు తరంగదైర్ఘ్యాలున్న తరంగాలు సంబంద్ధతను కలిగి ఉండవు.

12. వ్యతికరణ పట్టీల వెడల్పు ఎరుపు, ఆకుపచ్చ కాంతి జనకాలు వాడినపుడు ఎలా మారుతుంది.

జ. ఎరుపురంగు జనకం వాడినపుడు పట్టికా వెడల్పు ఆకుపచ్చని రంగు జనకం వాడినప్పటికంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఎందువల్ల నంటే పట్టికా వెడల్పు $x = \frac{\lambda L}{d}$ కనుక.

13. జంట చీలికా ప్రయోగంలో ద్యుతిహీనపట్టీ ఏర్పడిన చోట కనపడని కాంతి ఏమవుతుంది.

జ. వ్యతికరణ ఫలితంగా శక్తి తెరపై పునర్వితరణ చెందుతుంది. తెరపై ద్యుతి మయ పట్టీ వద్ద కనిపించని సరాసరి కాంతి తీవ్రత ద్యుతిమయ పట్టీ వద్ద సర్దుబాటు అవుతుంది. ఇలా శక్తిని తౌత్వసూత్రాన్ననుసరించి శక్తి పునర్వితరణ చెందుతుంది.

14. నిర్మాణాత్మక, వినాశాత్మక వ్యతికరణం ఏర్పాడాలంటే కాంతి తరంగాలమధ్య ఉండలసిన దశాభేదం ఎంత?

జ. నిర్మాణాత్మక వ్యతికరణానికి దశాభేదం $\Delta = 2n\pi$

వినాశాత్మక వ్యతికరణానికి దశాభేదం $\Delta = (2n+1)\pi$

15. కాంతి వివర్తనం, ధృవణం లను నిర్వచించండి.

జ. కాంతివర్తనం : అవరోధం లేదా కంత అంచుల వద్ద కాంతి వంగి ప్రయాణించడాన్ని కాంతి వివర్తనం అంటారు.

ధృవణం : కాంతి కంపనాలు కాంతిప్రసరణ దిశను కలిగి ఉన్ని ఒక ప్రత్యేకతలానికి బద్ధమై ఉంటే ఆ దృగ్విషయాన్ని కాంతి ధృవణం అంటారు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. యంగ్ జంటచీలికల ప్రయోగంలో చీలికల మధ్య దూరం 0.05 సెం.మీ. చీలికల నుండి తెర వరకు గల దూరం 40 సెం.మీ. 5893 $\overset{o}{A}$ తరంగదైర్ఘ్యం గల ఏక వర్ణకాంతి నుపయోగించినచో ఏర్పడు పట్టీలలో ఒక్కొక్క పట్టీ వెడల్పు ఎంత ?

జ. చీలికల మధ్య దూరం d = 0.05 సెం.మీ.

తరంగదైర్ఘ్యం $\lambda = 5893 \times 10^{-8}$ సెం.మీ

పట్టీ వెడల్పు λ = ?

చీలికలకు తెరకు గల దూరము D = 40 సెం.మీ.

$$\beta = \frac{\lambda D}{d}$$

$$\beta = \frac{5893 \times 10^{-8} \times 40}{0.05} = 0.04714 \text{ సెం.మీ.}$$

2. సంబద్ధ కాంతి జనకాల మధ్య దూరం 0.02 సెం.మీ. మధ్య వెలుగు పట్టీ నుండి 6వ వెలుగు పట్టీ 1.2 సెం.మీ. దూరంలో ఏర్పడింది. ఉపయోగించిన కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం ఎంత? కాంతి జనకాల నుండి తెర 100 సెం.మీ దూరంలో ఉంది ?

జ. సంబద్ధ కాంతి జనకాల మధ్య దూరం d = 0.02 సెం.మీ.

తరంగదైర్ఘ్యం n = 6

6వ పట్టీ మధ్య పట్టీ నుండి దూరం $x = 1.2$ సెం.మీ.

తెరదూరం d = 100 సెం.మీ

కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం λ = ?

$$x = \frac{n\lambda D}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{xd}{nD}$$

$$\lambda = \frac{1.2 \times 0.02}{6 \times 100} = 0.00004 \text{ సెం.మీ.}$$

$$\lambda = 4000\ \overset{o}{A}.$$

3. హైగన్స్ సూత్రాన్ని వివరించండి.

జ. సమదైశిక యానకంలో బిందురూప జనకం నుండి వచ్చే కాంతిలో ఒకే దశలో ఉన్న తరంగాల బిందు పథం గోళాకారంగా ఉంటుంది. అంటే బిందురూప కాంతి జనక స్థానం **గోళాకార తరంగాగ్రంలను** ఉద్గారిస్తుంది. **స్తూపాకార కాంతిజనకం** స్తూపాకార తరంగాగ్రాన్ని ఉద్గారిస్తుంది. ఒక బిందువు వద్ద తరంగాగ్రానికి లంబంగా ఉన్న గీత ఆ బిందువు వద్ద తరంగాగ్ర గమన దిశను తెలియజేస్తుంది. ఈ గీతను కాంతి కిరణం అని, కొన్ని కిరణాల సమూహాన్ని కాంతిపుంజం అని అంటారు. కాంతి జనకస్థానం దూరంగా ఉంటే తరంగాగ్రంలోని చిన్న భాగాన్ని **సమతల తరంగాగ్రంగా** భావించవచ్చు.

హైగన్స్ సూత్రం ప్రకారం.

- తరంగాగ్రంలోని ప్రతి బిందువు గౌణ తరంగాగ్ర జనకంగా ప్రవర్తించి, గౌణ తరంగాలను యానకంలో అన్ని వైపులకు వ్యాపింపచేస్తాయి.
- ఏదేని తరువాతి క్షణంలో తరంగాగ్ర స్థానాన్ని ఆ క్షణంలో అన్ని గౌణ తరంగికలకు ముందుకు గీసిన ఉమ్మడి ఆచ్ఛాదన నుండి పొందవచ్చు.
- సమదైశిక యానకంలో తరంగాలు శక్తిని అన్ని దిశలకు సమానంగా ప్రసారం చేస్తాయి.

తరంగాగ్రం తొలి ఆకారం, స్థానం, గమనదిశ, వేగం తెలిసినపుడు తరువాతి క్షణంలో దాని స్థానాన్ని, జ్యామితీయ నిర్మాణం ద్వారా తెలుసుకోవచ్చు. తరంగాగ్రం వెనుకకు ప్రయాణించదని గమనించండి.

హైగన్స్ తరంగాగ్ర నిర్మాణం కోసం గుల్లగోళం కేంద్రం వద్ద ఒక బిందువును ఊహించండి. దీని బాహ్య ఉపరితలం ప్రాథమిక తరంగాగ్రంగా పనిచేస్తుంది. ఈ గోళం కంటే పెద్దదైన వ్యాసార్థం గల వేరొక గుల్ల గోళంలో ఆవరించి ఉన్నపుడు, రెండవగుల్ల గోళం యొక్క బాహ్య ఉపరితలం గౌణ తరంగాగ్రంగా పనిచేస్తుంది. (ఈ అమరికకు సమీప పోలిక పుట్‌బాల్) రెండవ గుల్ల గోళం ఇంకా పెద్దదైన వ్యాసార్థంగల ఇంకొక గుల్ల గోళంతో ఆవరిపంపబడినపుడు (మూడవ) గోళం బాహ్య ఉపరితలం గౌణ తరంగాగ్రంగా రెండవగోళం బాహ్య ఉపరితలం ప్రాథమిక తరంగాగ్రంగా పనిచేస్తాయి. ద్విమితీయంలో ప్రాథమిక, గౌణ తరంగాగ్రాలు ఏక కేంద్రవృత్తాలుగా అగుపిస్తాయి.

4. S_1, S_2 సూదిమొనంత రంధ్రాలను రెండు విద్యుత్ బల్బులతో పూరిస్తే తెరమీద ఇంకా మనం వెలుగు, చీకటి పట్టీలను చూస్తామా?

జ. చెయ్యలేము. రెండు స్వతంత్ర కాంతి జనకాలు వేరువేరు తరంగ దైర్ఘ్యాలు, కంపన పరిమితి గల తరంగాలను వెలువరిస్తాయి. ఆ రెండు కాంతి జనకాల నుండి వచ్చే తరంగాలు స్థిరమైన దశాభేదంను కలిగి ఉండవు. అటువంటి కాంతిజనకాలను అసంబద్ధ కాంతి జనకాలు అంటారు. వ్యతికరణంను పరిశీలించడానికి కాంతి జనకాలు తప్పనిసరిగా సంబద్ధతను కలిగి ఉండాలి. అసంబద్ధ కాంతి జనకాల నుండి కాంతి తరంగాలు వస్తున్నపుడు తెరపై ఒక బిందువు వద్ద ఒకక్షణంలో రెండు తరంగాల శృంగాలు లేదా రెండు ద్రోణులు అధ్యారోపణం వల్ల ఆ

బిందువు ద్యుతిమయమవుతుంది. అదే బిందువు వద్ద మరియొక క్షణంలో ఒక కాంతి జనకం నుండి వచ్చే తరంగంలోని శృంగం, రెండవ తరంగంలోని ద్రోణితో అధ్యారోపణం చెందటం వల్ల ఆ బిందువు ద్యుతి హీనమవుతుంది. ఈ విధంగా S_1, S_2 లస్థానంలో రెండు విద్యుత్ బల్బులను అమర్చినపుడు తెరమొత్తం ఏకరీతిగా ప్రకాశవంతమవుతుంది.

5. కాంతి వివర్తనం చెందడానికి కావలసిన నియమాలను తెలపండి.

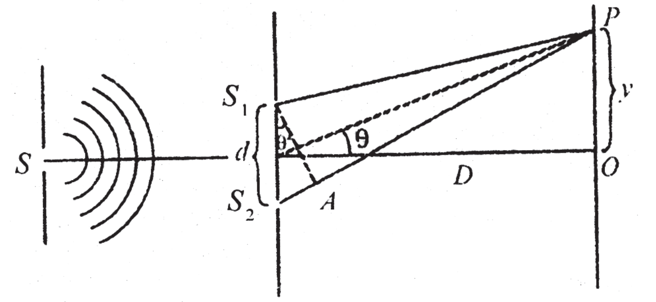
జ. (a) అవరోధం లేదా కంత పరిమాణం, పతన తరంగం తరంగ దైర్ఘ్యం క్రమంతో ఉండాలి (పోల్చదగినంత చిన్నదిగా ఉండాలి)

(b) అవరోధం లేదా కంతకు, తెరకు మధ్య దూరం చాలా ఎక్కువగా అంటే అవరోధం లేదా కంత పరిమాణంకు కొన్ని వేలరెట్లు ఎక్కువగా ఉండాలి.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వ్యతికరణం అంటే ఏమిటి? యంగ్ జంట చీలికల ప్రయోగాన్ని వర్ణించండి. ఏర్పడిన వ్యతికరణ వ్యూహంలో పట్టీ వెడల్పుకు సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: రెండు సంబద్ధ కాంతి జనకాల నుండి వచ్చే కాంతి తరంగాల అధ్యారోహణం వలన జరిగే కాంతి పునర్విభజనంను వ్యతికరణం అంటారు. యంగ్ జంట చీలికల ప్రయోగంలో λ తరంగదైర్ఘ్యం గల ఏకవర్ణకాంతి జనకస్థానంలో S, d దూరంలో సన్నని చీలికలు S_1S_2. S నుండి S_1S_2 లు సమాన దూరంలో ఉంటాయి. S_1S_2 లు రెండు సంబద్ధ కాంతి జనక స్థానాలుగా ఉంటాయి. చీలికల నుండి D దూరంలో OP అనే తెర ఉంటుంది.



పటం : యంగ్ జంటచీలిక ప్రయోగం జ్యామితి

సమాన కాంపన పరిమితి కలిగి, ఒకే దశలో ఉన్న తరంగాలు ఈ జనకాల నుండి వెలువడి అధ్యారోపణం చెందుతాయి. ఈ అధ్యారోపణ ఫలితంగా(S_1, S_2ల నుండి వెలువడే రెండు సర్వ సమానమైన తరంగాలు) శక్తి పునర్విభజనం జరిగి C వద్ద ఉంచిన తెరమీద వరుస ద్యుతిమయ, ద్యుతి హీనపట్టీలు ఏర్పడతాయి.

(a) **నిర్మాణాత్మక వ్యతికరణం :** అధ్యారోపణ సూత్రాన్ని గుర్తుకు తెచ్చుకుంటే ఒక తరంగంలోని శృంగం, రెండవ తరంగలోని శృంగంతో ఏకీ భవించడం వల్ల గరిష్ట స్థానభ్రంశం (లేదా కంపన పరిమితి) గల కొన్ని బిందువులు C తెరమీద ఏర్పడతాయి. ఈ బిందువుల వద్ద తరంగాలు ఒకే దశ వద్ద ఉంటాయి. కనుక మొత్తం కంపన పరిమితి వాటి వైయుక్తిక కంపన పరిమితి కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇదే విధంగా మొదటి తరంగంలోని ద్రోణి రెండవతరంగంలోని ద్రోణితో ఏకీభవించినపుడు కూడా ఇదే విధంగా జరిగి తీవ్రత కంపన పరిమితి వర్గానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. కనుక ఆ బిందువులన్ని ప్రకాశవంతంగా ఉంటాయి.

(b) **వినాశాత్మక వ్యతికరణం :** తెర మీద కొన్ని బిందువుల వద్ద ఒక తరంగంలోని శృంగం రెండవ తరంగంలోని ద్రోణితో ఏకీభవించి మొత్తం కంపన పరిమితి సున్న అవుతుంది. ఈ బిందువుల వద్దకు చేరే తరంగాలు ఒకే దశలో లేకపోవడమే దీనికి కారణం. ఈ బిందువులు ప్రకాశరహితంగా ఉంటాయి. ఇక్కడ జరిగే అధ్యారోపణాన్ని **వినాశాత్మక వ్యతికరణం** అంటారు.

S_1, S_2 నుండి వెలువడి ఒకే దశలో ఉన్న తరంగాలు విభిన్న పథాల వెంబడి ప్రయాణించి పరిశీలన బిందువు P ను చేరతాయి. కనుక వాటి మధ్య ఎంతో కొంత దశాభేదం ఉంటుంది. పటం నుండి వాటి మధ్య పథభేదం.

$$\Delta = S_2P - S_1P \qquad \text{... (1)}$$

ఒక తరంగ దైర్ఘ్యం పథభేదం, 2π దశాభేదానికి సమానం. అపుడు దశాభేదం. δ ,పథభేదం Δ లమధ్య గల సంబంధం.

$$\Delta = \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)\delta \qquad \text{... (2)}$$

సమీ (1) నుండి దశా భేదం $2n\pi$ ఉన్నపుడు ద్యుతిమయ పట్టీ (నిర్మాణాత్మాక వ్యతికరణం మూలంగా) ఏర్పడుతుందని మనకు తెలుసు. సమీ (2)నుపయోగించి పరిశీలించిన వెలుగుపట్టీకి పథభేదం.

$$(\Delta)_{\text{వెలుగు}} = \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)2n\lambda = n\lambda;\ n = 0, 1, 2, ... \qquad \text{... (3)}$$

అలాగే చీకటి పట్టీకి

$$(\Delta)_{\text{చీకటి}} = \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)(2n+1)\pi$$

$$= (2n+1)\frac{\lambda}{2};\ n = 0, 1, 2, ... \qquad \text{... (4)}$$

పథభేదం, ఉపయోగించిన కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యంల మధ్య సంబంధాన్ని పథభేదం పరంగా వెలుగు, చీకటి పట్టీలకు సమాసాలను పొందాం కనుక ఇపుడు పథభేదంను ప్రయోగ జ్యామితితో సంబంధాన్ని ఏర్పరుద్దాం అంటే

Δ తో జనకస్థానం, తెరకు మధ్య దూరం D సూది మొనంత రంధ్రాల మధ్యదూరం (d), P బిందువు స్థానానికి గల సంబంధాన్ని ఏర్పరచడం పటం 22.5 నుండి

$$\Delta = S_2P - S_1P = S_2A = dSin\theta$$

θ చాలా తక్కువ అనుకొంటే,

$$Sin\theta \simeq \tan\theta \simeq \theta$$

$$Sin\theta \simeq \frac{x}{d}$$

అపుడు పథభేదానికి సమాసాన్ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\Delta = dSin\theta = x\frac{d}{D} \qquad \text{... (5)}$$

సమీ (5) ను సమీ (2) సమీ (3) లలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{d}{D}(x_n)_{\text{వెలుగు}} = n\lambda$$

$$(x_n)_{\text{వెలుగు}} = \frac{n\lambda D}{d};\ n = 0,1,2.... \qquad \text{... (6)}$$

మరియు $$\frac{d}{D}(x_n)_{\text{చీకటి}} = \left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$(x_n)_{\text{చీకటి}} = \left(n+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{d},\ n = 0,1,2,.... \qquad \text{... (7)}$$

సమీ (6), (7)లు తెరమీద వెలుగు, చీకటి పట్టీల స్థానాలను తెలుపుతాయి.

(e) **పట్టీ వెడల్పు**

వెలుగు లేదా చీకటి పట్టీ వెడల్పు ఎంత ఉంటుందని మీరు అడగవచ్చు? దీనికి సమాధానం కోసం మొదట రెండు వరుస వెలుగు (లేదా చీకటి) పట్టీలను గుర్తిద్దాం. మొదట వెలుగు పట్టీ వెడల్పు కనుగొందాం. సమీ(22.6) నుండి మూడవ మరియు రెండవ వెలుగు పట్టీలకు

$$(x_3)_{\text{వెలుగు}} = 3\frac{\lambda D}{d}$$

$$(x_2)_{\text{వెలుగు}} = \left(2\frac{\lambda D}{d}\right)$$

$\therefore$ పట్టీ వెడల్పు

$$\beta = (x_3)_{\text{వెలుగు}} - (x_2)_{\text{వెలుగు}} = \frac{\lambda D}{d} \qquad \text{... (8)}$$

దీనిని బట్టి వ్యతికరణ వ్యూహంలో ఏ రెండు వరుస n విలువల పట్టీలకైనా పట్టీ వెడల్పు సమానంగా ఉంటుంది. పట్టీ వెడల్పు, తరంగదైర్ఘ్యం రేఖీయ సామర్థ్యం, జనకస్థానం మరియు తెరకు మధ్య దూరంకు అనులోమానుపాతంలోను రెండు చీలికల మధ్య దూరానికి విలోమానుపాతంలోను ఉంటుంది.

2. ధృవణం అంటే ఏమిటి? బ్రూస్టర్ నియమాన్ని వివరించండి.

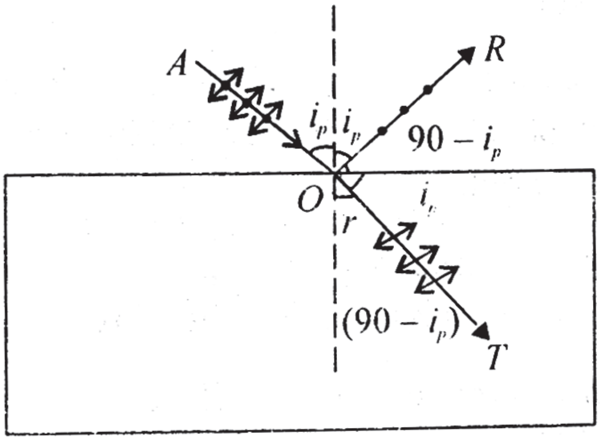
జ: కాంతి తరంగం కంపనాలు కాంతి ప్రసరణ దిశను కలిగి ఉన్న ఒక ప్రత్యేక తలానికి బద్ధమై ఉంటే ఆ దృగ్విషయాన్ని కాంతి ధృవణం అంటారు.

గాజు, నీరు, మరేదైన పారదర్శక పధార్థం మీద అధృవిత కాంతి పతనమైనపుడు, పరావర్తన కాంతి సాధారణంగా పాక్షిక సమతల ధృవిత కాంతిగా మారుతుంది. పటం లో గాజు పలకమీద అధృవిత కాంతి AO పతనమైంది. పరావర్తనకిరణాన్ని OR గా, ప్రసారిత కిరణాన్ని OT గా చూపించారు. ధృవణకోణం వద్ద కాంతి పతనమైనపుడు కాంతి పూర్తి ధృవణం చెందుతుంది. ఈ కోణం వద్ద పరావర్తన, ప్రసారిత కిరణాలు ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉంటాయి.

అధృవిత కాంతి పతనమైన గాజు పధార్ధ వక్రీభవన గుణకం మీద ధృవణకోణం ఆధారపడుతుంది. r మరియు i_p ల మధ్య సంబంధాన్ని స్నెల్‌నియమం నుండి రాబట్టవచ్చు.

$$\mu = \frac{\sin i_p}{\sin r} = \frac{\sin i_p}{\sin (90 - i_p)}$$

$$= \frac{\text{Sin} i_p}{\cos i_p} = \tan i_p$$



పటం : పరావర్తన, వక్రీభవన కాంతితో ధృవణం

అధృవితకాంతిపతనమైన గాజు పదార్ధ వక్రీభవన గుణకం యొక్క విలువ ధృవణకోణం యొక్క టాంజెంట్ విలువకు సమానం. దీనిని **బ్రూస్టర్ నియమం** అంటారు.

23 దృక్‌సాధనాలు

సుదూరంలో ఉన్న నక్షత్రాలు, గ్రహాలు మొదలైనవి చాలా చిన్నవిగా కనిపిస్తాయి కనుక వాటిని పూర్తిగా చూడలేము. అంటే చాలా చిన్న వస్తువులైన ఉదా: పుప్పొడి, బ్యాక్టీరియా, వైరస్ మొదలగునవి కూడా మామూలు కంటికి కనిపించవు. మనం జ్ఞప్తికి ఉంచుకున్న విషయాలు తప్ప మనకళ్ళు చూసినదంతటిని శాశ్వతంగా నిక్షిప్తపరచుకోవు. అతి చిన్న మరియు సుదూరంలో ఉన్న వస్తువులను మనం ఎలా చూడగలం అని మీరు అడగవచ్చు? ఈ ప్రయోజనం కొరకు ఉపయోగించే కొన్ని ప్రత్యేక పరికరాలను **దృక్ సాధనాలు** అంటారు.

ఈ పాఠంలో రెండు ముఖ్యమైన దృక్ సాధనాలు సూక్ష్మదర్శిని దూరదర్శినుల గురించి చదువుతారు. సూక్ష్మదర్శిని చిన్న వస్తువులను పెద్దవిగా కనబడేలా చేస్తుందని, దూరంలో ఉన్న వస్తువులను చూడటానికి దూరదర్శినిని ఉపయోగిస్తామని మీకు తెలుసు. ఈ ఉపకరణాలను మన అవసరాలకు తగినట్లుగా నిర్మిస్తారు. (కటకాలు, దర్పణాల ద్వారా ప్రతిబింబం ఏర్పడుట గురించి 20 వ పాఠంలో మీరు గ్రహించిన పరిజ్ఞానం ఈ దృక్ సాధనాల పని తీరును అర్థం చేసుకోవడానికి ఉపయోగపడుతుంది.) సూక్ష్మదర్శిని ఉపయోగాన్ని దాని ఆవర్ధన సామర్థ్యం ద్వారా, దూరదర్శిని ఉపయోగాన్ని దాని పృథక్కర సామర్థ్యం ద్వారా గణిస్తారు. మీరు హబుల్ టెలిస్కోప్ గురించి చదివే ఉంటారు. శాస్త్రవేత్తలు దీనిని గేలాక్సీల వివరాలు తెలుసుకోవడానికి, సౌరవ్యవస్థ ఆవల మానవ నివాసయోగ్యమైన గ్రహాల ఉనికిని కనుగొనడానికి ఉపయోగిస్తున్నారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ఈ కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- సరళ మరియు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శినులు పనిచేయు సూత్రం వివరణ.
- సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యంకు సమాసమును ఉత్పాదించుట.
- రేఖీయ, కోణీయ ఆవర్ధనంల మధ్య భేదం.

- వక్రీభవన, పరావర్తన దూరదర్శినులు పనిచేయు సూత్రం వివరణ.
- కన్ను మరియు దూరదర్శినుల పృథక్కరణ సామర్థ్యంలను గణించుట.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. దృశాతంతువు అంటే ఏమిటి? వాటిని ఎక్కడ ఉపయోగిస్తున్నాడు?

జ: దృశాసంకేతాన్ని ఒక చోట నుండి మరియొకచోటుకి కాంతి తీవ్రతలో నష్టం లేకుండా ప్రసారం చేయడానికి ఉపయోగపడే మాధ్యమంను దృశాతంతువు అంటారు.

వీటిని వైద్యరంగంలో, సమాచార రంగంలో విరివిరిగా ఉపయోగిస్తున్నారు.

2. దృక్‌సాధనం పృథక్కరణ సాధనం అంటే ఏమిటి? (i) సూక్ష్మదర్శిని (ii) దూరదర్శినుల పృథక్కరణ సామర్థ్యంకు సూత్రాన్ని రాయండి.

జ: ఒకదానికొకటి దగ్గరగా ఉన్న రెండు వస్తువుల ప్రతిబింబాలను ఒకదృక్ సాధనం (వేరు వేరుగా) పృథక్కరణ చేసి చూపించగలిగే సామర్థ్యాన్ని ఆ దృక్ సాధనం పృథక్కరణ సామర్థ్యం అంటారు.

(i) సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం

$$= \frac{2n\sin\theta}{\lambda}$$

ఇక్కడ n యానకం వక్రీభవన గుణకం

λ - తరంగ దైర్ఘ్యం

(ii) దూరదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం

$$\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$$

ఇక్కడ θ = వస్తుకటకం వద్ద బిందు రూపం వస్తువు చేసే కోణం,

λ = తరంగ దైర్ఘ్యం

D = దూరదర్శిని వస్తుకటకం వ్యాసం

3. దూరదర్శిని వస్తుకటక నాభ్యంతరం 50 cm. అక్షికటక నాభ్యంతరం 2 cm. దాని ఆవర్ధనం ఎంత?

జ: ఆవర్ధనం $m = \frac{f_0}{f_e} = \frac{50\,\text{cm}}{2\,\text{cm}} = 25$

4. సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని వస్తు, అక్షికటక నాభ్యంతరాలు ఎందుకు తక్కువగా ఉంటాయి.

జ: సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం

$$m = \frac{L}{f_0}\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

f_0, f_e విలువలు తక్కువగా ఉంటే μ విలువ ఎక్కువగా ఉంటుంది.

5. సరళసూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం 11. దాని నాభ్యంతరమెంత?

జ. m = 11

$$m = 1 + \frac{D}{f}, \quad D = 25 \text{ cm}$$

$$11 = 1 + \frac{25}{f} \Rightarrow f = 2.5\text{cm}$$

6. 100 cm, 4 cm నాభ్యంతరాలు గల రెండు కటకాలు నీ దగ్గర ఉంటే సంయుక్త సూక్ష్మదర్శినిలో అక్షికటకంగా ఏకటకాన్ని ఉపయోగిస్తావు. ఎందుకు?

జ. 4 సెం.మీ. నాభ్యంతరం గల కటకాన్ని ఎంచుకుంటే ఆవర్ధన సామర్థ్యం ఎక్కువగా ఉంటుంది. $m = \frac{f_0}{f_e}$ కనుక

7. సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని అక్షికటక, వస్తుకట నాభ్యంతరాలు తక్కువగా ఎందుకుండాలి ?

జ. ఆవర్ధన సామర్థ్యం ఎక్కువగా ఉండటం కొరకు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధ సామర్థ్యం $M = \frac{L}{f_0}\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$

f_0 మరియు f_e విలువలు తక్కువైతే M విలువ ఎక్కువ ఉంటుంది.

8. సహజ సర్దుబాటు అంటే ఏమిటి?

జ. తుదిప్రతిబింబం అనంత దూరంలో ఏర్పడితే ఆ దూరదర్శిని సహజ సర్దుబాటులో ఉంది అంటారు.

9. దూరదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యాన్ని ఏవిధంగా మెరుగుపర్చవచ్చు.

జ. ఎక్కువ కంత కలిగిన కటకాన్ని తీసుకోవడం ద్వారా, లేదా తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం గల కాంతినుపయోగించడం ద్వారా.

10. వస్తువును ప్రకాశింపచేసే కాంతి తరంగదైర్ఘ్యాన్ని పెంచినప్పుడు, సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ అవధి మీద దీని ప్రభావమేమిటి?

జ. దూరదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం = $\frac{D}{1.22\lambda}$

కనుక కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం λ విలువ పెరిగితే దూరదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం పెరుగుతుంది.

11. i) సరళసూక్ష్మదర్శిని ii) సంయుక్తసూక్ష్మదర్శినిలు ఏర్పరచే ప్రతిబింబాల స్వభావం ఏమిటి?

జ. సరళ సూక్ష్మదర్శిని ఏర్పరచే ప్రతిబింబం, మిథ్యా, నిటారు, పెద్దదైనది. సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని ఏర్పరచే ప్రతిబింబం, నిజ, తలక్రిందులు, పెద్దదైనది.

12. ఆవర్ధన సామర్థ్యంకు ఆవర్ధనం కు మధ్యగల తేడా ఏమిటి?

జ. సమీప దూరంలో ఉంచిన వస్తువు కంటి వద్ద చేసే కోణానికి, ప్రతిబింబం కంటి వద్ద చేసే కోణానికి మధ్య గల నిష్పత్తిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం అంటారు. ప్రతిబింబ పరిమాణానికి, వస్తు పరిమాణానికి మధ్యగల నిష్పత్తిని ఆవర్ధనం అంటారు.

13. ఒక అభిసారికటకం నాభ్యంతరం 8 సెం.మీ. దాని నుపయోగించి ప్రతిబింబం సమీప బిందువు వద్ద ఏర్పరచినపుడు ఆ వర్ధన సామర్థ్యం ఎంత?

జ. సమీపబిందువు వద్ద సరళసూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం

$$m = 1 + \frac{D}{f}$$

$$f = 8\text{ cm},\ D = 25\text{ cm}$$

$$m = 1 + \frac{25}{8} = 1 + 3.125 = 4.125$$

14. సరళసూక్ష్మదర్శినిని నీటిలో ముంచితే దాని ఆవర్ధనం ఏవిధంగా మారుతుంది?

జ. నీటిలో కటకాన్ని ముంచితే దాని నాభ్యంతరం పెరుగుతుంది కనుక సరళసూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధనం తగ్గుతుంది.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సూక్ష్మదర్శిని, దూరదర్శినుల మధ్య తేడాలను తెల్పండి.

	సూక్ష్మదర్శిని	దూరదర్శిని
1.	దగ్గరగా ఉన్న చిన్న వస్తువులను చూడటానికి ఉపయోగిస్తారు.	దూరంగా ఉన్న వస్తువుల ప్రతిబింబాలను చూడటానికి ఉపయోగిస్తారు.
2.	వస్తుకటకనాభ్యంతరం f_0 కంటే అక్షికటక నాభ్యంతరం f_e ఎక్కువ.	వస్తుకటక నాభ్యంతరం కంటే అక్షికటక నాభ్యంతరం తక్కువ.
3.	వస్తువు కటక ముఖద్వారపు వ్యాసం కంటే అక్షిక ముఖద్వారపు వ్యాసం ఎక్కువ.	వస్తుకటక ముఖ ద్వారపు వ్యాసం కంటే అక్షిక కటక ముఖ ద్వారపు వ్యాసం తక్కువ.

4.	ప్రతిబింబ పరిమాణం వస్తుపరిమాణం కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది.	ప్రతిబింబం పరిమాణం వస్తుపరిమాణం కంటే చిన్నదిగా ఉంటుంది.
5.	నియమిత ఆవర్ధనానికి వస్తు కటకకానికి అక్షి కటకానికి మధ్య దూరం స్థిరం.	వస్తుకటకం అక్షికటకంల మధ్యదూరాన్ని మార్చవచ్చును.

2. దూరదర్శిని వస్తుకటకాల నాభ్యంతరాలు వరసగా 60 సెం.మీ. మరియు 5 సెం.మీ దాని ఆవర్ధన సామర్థ్యం (i) సహజసర్దుబాటుకు మరియు (ii) సమీపబిందువు వద్ద ప్రతిబింబం ఏర్పడటానికి రాబట్టండి.

జ. $f_o = 60$ cm, $f_e = 5$cm, $D = 25$ cm.

(i) సహజ సర్దుబాటుకు ఆవర్ధన సామర్థ్యం

$$= \frac{-f_0}{f_e} = \frac{-60}{5} = -12.$$

(ii) సమీపబిందువు వద్ద ప్రతిబింబం ఏర్పడినపుడు

$$\text{ఆవర్ధన సామర్థ్యం} = \frac{-f_0}{f_e}\left(1+\frac{f_e}{D}\right)$$

$$= \frac{-60}{5}\left(1+\frac{5}{25}\right) = -14.4.$$

3. ఒక ఖగోళ దూరదర్శినిలో, రెండు పలుచని కటకాలు 50 సెం.మీ దూరంలోఉన్నాయి. సహజ సర్దుబాటులో ఆవర్ధన సామర్థ్యం 25, ఆ కటకాల నాభ్యంతరాలను కనుక్కోండి.

జ. ఖగోళదూరదర్శినిలో రెండు కటకాల మధ్య దూరం

$$= f_0 + f_e = 52\text{cm} \qquad ...(1)$$

ఆవర్ధన సామర్థ్యం $m = -25$, ఖగోళదూరదర్శినిలో ఆవర్ధన సామర్థ్యం రుణాత్మకంగా ఉంటుంది.

$$m = \frac{-f_0}{f_e} = -25$$

$$f_0 = 2f_e.$$

సమీకరణం (1)లో ప్రతిక్షేపిస్తే

$$25f_e + f_e = 52 \text{ cm}$$

$$26f_e = 52 \text{ cm} \Rightarrow f_e = \frac{52}{26} = 2\text{cm}.$$

$$f_0 = 25f_e = 25 \times 2 = 50 \text{ cm}.$$

4. సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యంను తెలిపి ఏ విధంగా పెంచవచ్చు.

జ: సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం :

ఒకదానికొకటి దగ్గరగా ఉన్న రెండు వస్తువుల ప్రతిబింబాలను విడివిడిగా ఏర్పరచగలిగే సామర్థ్యాన్ని సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం అంటారు. సూక్ష్మదర్శిని రెండు వస్తువులను విడివిడిగా చూపించినపుడు ఆ రెండు వస్తువుల మధ్య ఉండే అతి స్వల్ప రేఖీయ అంతరం పరంగా ఆ సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యాన్ని కనుక్కోవచ్చు. రెండు వస్తువుల మధ్య ఉండే ఈ అతి స్వల్ప రేఖీయ అంతరాన్ని **సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ అవధి** అంటారు.

రేఖీయ అంతరం ఎంత తక్కువ ఉంటే సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. **పృథక్కరణ అవధి విలోమం సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యాన్ని ఇస్తుంది.**

వస్తువును ప్రకాశింపచేసిన కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యం λ, బిందురూప వస్తువు నుండి వెలువడి కంటి వద్దకు చేరే కాంతి శంఖం యొక్క సగం కోణం θ, వస్తువుకు, వస్తు కటకానికి మధ్య గల యానకం వక్రీభవన గుణకం n అయితే, సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ అవధి.

$$d = \frac{\lambda}{2n\sin\theta} \quad \ldots (1)$$

సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యం

$$(\text{పృ.సా})_{\text{సూ.ద}} = = \frac{2n\sin\theta}{\lambda} \quad \ldots (2)$$

పైసమాసంలో $2n\sin\theta$ ను సంఖ్యాత్మక కంత (Numerical Aperture) అంటారు. ప్రస్తుతం అందుబాటులో ఉన్న అత్యంత ఎక్కువ N.A. విలువ 1.6, ఇది మన కంటికి 0.004

సంఖ్యాత్మక కంత (N.A.) పరిమాణంను పెంచడం లేదా వస్తువును ప్రకాశింపచేసే తరంగదైర్ఘ్యం λ విలువను తగ్గించడం ద్వారా సూక్ష్మదర్శిని పృథక్కరణ సామర్థ్యంను పెంచవచ్చు

5. పరావర్తన దూరదర్శిని వక్రీభవన దూరదర్శిని కన్నా ఎన్నో లాభాలను కలిగి ఉంది. దీనిని సమర్థించండి.

జ: పరావర్తన దూరదర్శిని, వక్రీభవన దూరదర్శిని కన్నా ఎన్నో లాభాలను కలిగి ఉంది.

- పరావర్తన దూరదర్శినిలో వస్తు కటకం స్థానంలో దర్పణం ఉంటుంది. కనుక వర్ణవిపథనం ఉండదు. దూరంగా ఉన్న నక్షత్రం నుండి విభిన్న రంగుల కిరణాలు వస్తు దర్పణం పై పడి ఒకే బిందువు వద్ద కేంద్రీకృతమవుతాయి.
- గోళాకార దర్పణాలు పరావలయాత్మక దర్పణాలు కనుక గోళీయ విపథనం ఉండదు. అవి చాలా నిశితమైన, స్పష్టమైన ప్రతిబింబాన్నేర్పరుస్తాయి.

- పరావర్తన దూరదర్శిని ఎక్కువ కంత పరిమాణం, ఎక్కువ కాంతిని సంగ్రహించే సామర్థ్యం కలిగి ఉన్నందున దీని ద్వారా తక్కువ మంద (faint) నక్షత్రమును కూడా చూడవచ్చు. ప్రతిబింబ ద్యుతి, వస్తుకటక వైశాల్యానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$B\alpha \frac{\pi D^2}{4}$$

D దూరదర్శిని వస్తుదర్పణం వ్యాసం, d కంటి పాప వ్యాసమయితే, దూరదర్శిని ద్యుతి B ని, దూరదర్శిని ప్రోగు చేసిన కాంతికి, ఏ పరికరం సహాయం లేని కన్ను ప్రోగు చేసిన కాంతికి మధ్య గల నిష్పత్తి గా నిర్వచించవచ్చు.

$$B = \frac{\pi D^2/4}{\pi d^2/4} = \frac{D^2}{d^2}$$

- పరావర్తన దూరదర్శినులలో కాంతి శోషణం చాలా తక్కువ.
- పరావర్తన దూరదర్శినిలో ఉండే ఎక్కువ పరిమాణం గల కంత వల్ల, దూరంగా ఉన్న నక్షత్రాలలోని సూక్ష్మమైన వివరాలను కూడా చూడగలిగేలా చేస్తుంది. ఆకాశంలో లోతుగా పరిశోధన చేయడానికి కూడా ఉపయోగపడుతుంది..

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సరళ సూక్ష్మదర్శిని అనగానేమి? అది పనిచేసే విధానాన్ని వివరించి, ఆవర్ధనానికి సమీకరణాన్ని ప్రతిబింబం (i)స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పడినప్పుడు (ii) అనంతదూరంలో ఏర్పడినప్పుడు ఉత్పాదించండి.

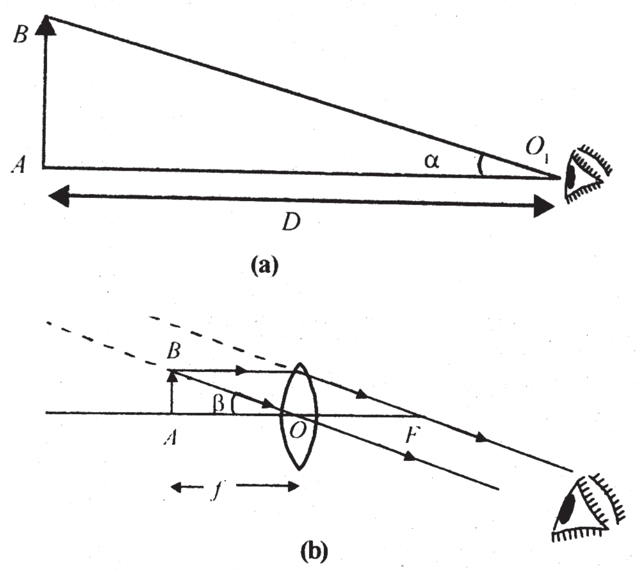
జ. తక్కువ నాభ్యంతరం గల కుంభాకార కటకాన్ని చిన్న వస్తువు యొక్క వృద్ధీకృత ప్రతిబింబాన్ని చూడడానికి ఉపయోగిస్తే దానిని సరళ సూక్ష్మదర్శిని అంటారు.

కుంభాకార కటకం యొక్క కటక కేంద్రానికి, నాభికి మధ్యలో వస్తువు నుంచినపుడు, మిథ్యా, నిట్టనిలువు, వృద్ధీకృత ప్రతిబింబాన్ని వస్తువు ఉన్న వైపునే అది ఏర్పరుస్తుంది. అటువంటి కటకాన్ని కంటికి సమీపంలో ఉంచుకొని ప్రతిబింబం స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పడేవరకు వస్తుదూరాన్ని సర్దుబాటు చేయాలి. పటంలో AB వస్తువును F మరియు O ల మధ్య ఉంచారు. వస్తువు ఉన్న వైపునే దాని మిథ్యా ప్రతిబింబం A^1B^1 ఏర్పడుతుంది. ప్రతిబింబం స్పష్టదృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పడే విధంగా వస్తువు స్థానాన్ని సర్దుబాటు చేయాలి.

సరళ సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం

వస్తువు, ప్రతిబింబం రెండూ స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరంలో లేదా సమీప బిందువు వద్ద ఉన్నపుడు ప్రతిబింబం కంటి వద్ద చేసే కోణానికి, వస్తువును తిన్నగా చూసినపుడు వస్తువు కంటి చేసే కోణానికి మధ్యగల నిష్పత్తిని సరళసూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం అంటారు. దీనిని కోణీయ ఆవర్ధనం అని కూడా అంటారు. దీనిని M తో సూచిస్తారు. పటం

(ఎ), (బి)ల నుండి సరళ సూక్ష్మదర్శిని కోణీయ ఆవర్ధనం $M = \frac{\angle A^1OB^1}{\angle AOB} = \frac{\beta}{\alpha}$



పటం : సరళ సూక్ష్మదర్శిని కోణీయ ఆవర్ధనం

వాస్తవానికి α, β కోణాలు చాలా స్వల్పం. కనుక ఆ కోణాలకు బదులు టాంజెంట్‌లను తీసుకోవచ్చు.

$$M = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} \qquad \ldots(1)$$

త్రిభుజాలు A^1OB^1, AOB ల నుండి

$$\tan\beta = \frac{A^1B^1}{A^1O} = \frac{A^1B^1}{D}$$

$$\tan\alpha = \frac{A^1B^{11}}{A^1O} = \frac{AB}{D}$$

సమీకరణం (1) లో $\tan\alpha$, $\tan\beta$ విలువలు ప్రతిక్షేపించగా

$$M = \frac{A^1B^1}{D} \Big/ \frac{AB}{D} = \frac{A^1B^1}{AB}$$

పటం 1(b)లో త్రిభుజాలు AOB, A^1OB^1 లు సరూపాలు కనుక

$$\frac{A^1B^1}{AB} = \frac{A^1O}{AO} \qquad \ldots(2)$$

సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని అనుసరించి

$$A^1O = -D$$

$$AO = -x$$

సమీకరణం (2) నుండి

$$\frac{A^1B^1}{AB} = \frac{D}{u} \qquad \ldots(3)$$

సరళ సూక్ష్మదర్శినిగా పనిచేస్తున్న కటక నాభ్యంతరం f అయితే కటక సూత్రాన్ని $\left(\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}\right)$ ఉపయోగించి

$$v = -D, u = -u, \ f = f$$

$$\frac{1}{-D} - \frac{1}{-u} = \frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{D} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

రెండు వైపులా D తో గుణించి, పదాలు సర్దుబాటుచేయగా

$$\frac{D}{u} = 1 + \frac{D}{f} \qquad \ldots(4)$$

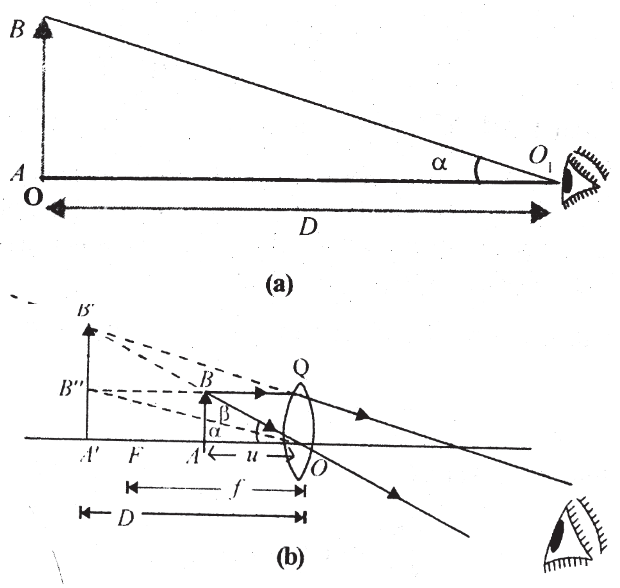
సమీకరణం (23.3), (23.4) ల నుండి

$$\frac{A^1B^1}{AB} = 1 + \frac{D}{f}$$

$$M = 1 + \frac{D}{f} \qquad \ldots(5)$$

కుంభాకార కటక నాభ్యంతరం తక్కువగా ఉంటే సరళ సూక్ష్మదర్శిని కోణీయ లేదా ఆవర్ధన సామర్థ్యం ఎక్కువగా ఉంటుందని పై సమీకరణం నుండి తెలుస్తుంది.

(ii) ప్రతిబింబం అనంతదూరంలో ఏర్పడినప్పుడు ఆవర్ధనానికి సమీకరణం కుంభాకార కటకం యొక్క నాభివద్ద వస్తువు నుంచినపుడు ప్రతిబింబం అనంతదూరంలో ఏర్పడుతుంది. దీనిని సహజ సర్దుబాటు అంటారు. ప్రతిబింబం కంటి వద్ద చేసే కోణానికి, వస్తువును ఈ వద్ద ఉంచినపుడు వస్తువు కంటి వద్ద చేసే కోణానికి మధ్య గల నిష్పత్తిని సూక్ష్మదర్శిని వృద్ధీకరణ సామర్థ్యం అంటారు. పటం 2(ఎ)లో వస్తువును స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరం ఈ వద్ద ఉంచారు.



పటం : సహజ సర్దుబాటుతో ప్రతిబింబం ఏర్పడుట

వస్తువు, ప్రతిబింబం మామూలు కంటి వద్ద చేసే కోణాలు వరుసగా α, β. ఆవర్ధన సామర్థ్యం

$$M = \frac{\beta}{\alpha}$$ గా నిర్వచించవచ్చు.

వాస్తవానికి α, β కోణాలు స్వల్పం కనుక ఇంతకు ముందులాగానే వీటిని టాంజెంట్‌లతో రాయగా

$$M = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$$

$$= \frac{AB}{AO} \Big/ \frac{AB}{AO_1}$$

$$= \frac{AO_1}{AO} = \frac{D}{f}$$

$$M = \frac{d}{f} \qquad \text{..... (6)}$$

సహజ సర్దుబాటులో ప్రతిబింబాన్ని కంటికి శ్రమ కలుగకుండా చూడవచ్చు.

సమస్య : నాభ్యంతరం 2.5 సెం.మీ. గల సరళ సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యాన్ని కనుక్కోండి.

$$M = 1 + \frac{D}{f}$$

D = 25 సెం.మీ., f = 2.5సెం.మీ. పెట్టగా

$$M = 1 + \frac{25}{2.5} = 1 + 10 = 11$$

2. పటం సహాయంతో సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని నిర్మాణాన్ని, పనిచేసే విధానాన్ని వివరించి ఆవర్ధనానికి సమీకరణాన్ని రాబట్టండి.

సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని వస్తు కటక నాభ్యంతరం 2 సెం.మీ. అక్షికటక నాభ్యంతరం 5 సెం.మీ. రెండు కటకాల మధ్యబిందువుల మధ్య దూరం 20 సెం.మీ అక్షికటకం నుండి 30 సెం.మీ దూరంలో ప్రతిబింబం ఏర్పడితే సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధనాన్ని కనుక్కోండి.

జ. సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని రెండు కటకాలను కలిగి ఉంటుంది. తక్కువ నాభ్యంతరం తక్కువ కంత కలిగిన కటకం వస్తువు వైపుకు ఉంటుంది. దీనిని వస్తు కటకం అంటారు. తక్కువ నాభ్యంతరం ఎక్కువ కంత కలిగిన మరియొక కటకం కంటి వైపు ఉంటుంది. దీనిని అక్షి కటకం అంటారు. ఒక గొట్టం రెండు చివరలలో సహాక్షంగా వస్తు కటకం, అక్షి కటకంలను అమర్చుతారు.

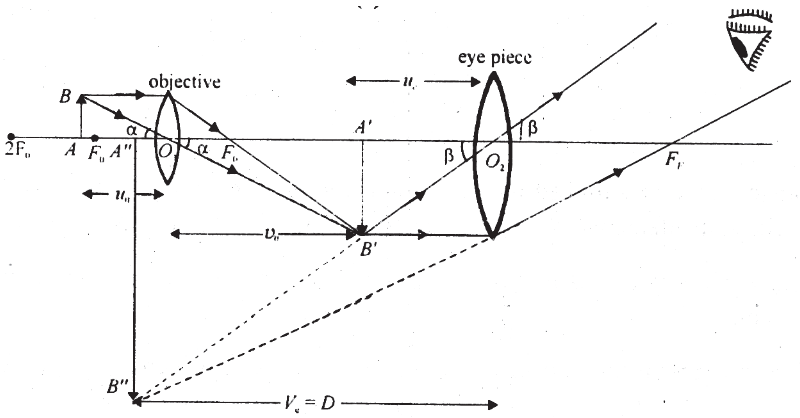
వస్తు కటకం F, 2F ల మధ్యలో వస్తువు నుంచినపుడు నిజ, తలక్రిందులైన వృద్ధీకృత ప్రతిబింబం 2F కు ఆవల, వస్తు కటకం మరియొక వైపున ఏర్పడుతుంది. సరళ సూక్ష్మదర్శినిగా పనిచేసే అక్షికటకానికి పై ప్రతిబింబం వస్తువుగా పనిచేస్తుంది. అక్షికటకం నాభి, కటకకేంద్రంల మధ్యలో పై ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధంగా అక్షికటకాన్ని సర్దుబాటు చేస్తే అది సరళ సూక్ష్మదర్శినిగా పనిచేసి వృద్ధీకృత ప్రతిబింబాన్ని అక్షి కటకం నుండి స్పష్టదృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పడేలా చేస్తుంది.

సంయుక్త సూక్ష్మ దర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం : వస్తువు, దానితుది ప్రతిబింబం, రెండూ స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఉన్నపుడు తుది ప్రతిబింబం కంటి వద్ద చేసే కోణానికి, వస్తువు ఏ పరికరం సహాయం లేని కంటి వద్ద చేసే కోణానికి మధ్యగల నిష్పత్తిని సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం అంటారు. దీనిని M తో సూచిస్తారు. పటం నుండి

$$M = \frac{\beta}{\alpha}$$

α, β కోణాలు చాలా స్వల్పం కనుక వీటిని వాటి టాంజెంట్‌లతో రాయగా

$$M = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$$



పటం.తుది ప్రతిబింబం స్పష్ట దృష్టి కనిష్ఠ దూరంలో ఏర్పడినపుడు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శినిలో ప్రతిబింబం ఏర్పడుట.

$$M = \frac{A^{11}B^{11}}{D} \bigg/ \frac{AB}{D}$$

$$M = \frac{A^{11}B^{11}}{AB} = \frac{A^{11}B^{11}}{A^1B^1} \cdot \frac{A^1B^1}{AB}$$

సరూప త్రిభుజాలైన $A^{11}B^1O_2, A^1B^1O_2$ ల నుండి

$$\frac{A^{11}B^{11}}{A^1B^1} = \frac{A^{11}O_2}{A^1O_2} = \frac{D}{u}$$

అలాగే సరూప త్రిభుజాలైన $A^1B^1O_1$, ABO ల నుండి

$$\frac{A^1B^1}{AB} = \frac{v_0}{u_0}$$

అక్షి కటకం యొక్క ఆవర్ధనం

$$m_e = \frac{A^{11}B^{11}}{A^1B^1}$$

వస్తు కటకం యొక్క ఆవర్ధనం $m_0 = \frac{A^1B^1}{AB}$

అపుడు $M = \frac{D}{u_e} \cdot \frac{v_0}{u_0} = m_e \times m_0$ ...(1)

కటక సూత్రంను తీసుకొని దానిని అక్షి కటకానికి రాయగా

$$\frac{1}{v_e} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$$

రెండు వైపులా v_e తో గుణించగా

$$\frac{v_e}{v_e}-\frac{v_e}{u_e}=\frac{v_e}{f_e}$$

$$\frac{v_e}{u_e}=1-\frac{v_e}{f_e}$$

f_e ధనాత్మకం కనుక, సంజ్ఞా సాంప్రదాయం ప్రకారం $v_e=-D$

$$m_e=\frac{v_e}{u_e}=1+\frac{D}{f_e} \qquad ...(2)$$

సమీకరణం (23.7), (23.8)లను కలపగా

$$M=\frac{v_0}{u_0}\left(1+\frac{D}{f_e}\right) \qquad ...(3)$$

వాస్తవానికి వస్తు కటకం నాభ్యంతరం చాలా తక్కువ, AB వస్తువును వస్తు కటకం నాభికి కొద్దిగా ఆవలి వైపున ఉంచారు కనుక

$$u_0 \approx f_0$$

అక్షి కటకం నాభ్యంతరం కూడా చాలా తక్కువ, వస్తు కటకం నుంచి A^1B^1 ప్రతిబింబ దూరం, సూక్ష్మదర్శిని పొడవుకు సమానం అంటే

$$v_0 \approx L$$

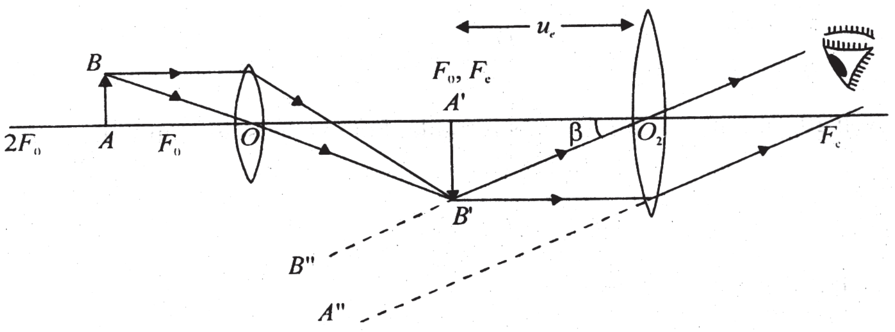
సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం

$$M=\frac{L}{f_0}\left(1+\frac{D}{f_e}\right) \qquad ...(4)$$

సహజ సర్దుబాటు వద్ద ఆవర్ధన సామర్థ్యం : ఈ సందర్భంలో ప్రతిబింబం అనంతదూరంలో ఏర్పడుతుంది. ఇంతకు ముందు చేసినట్లుగా చేసిన, సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం.

$$M=m_0 \times m_e$$

$$M=\frac{v_0}{u_0}\left(\frac{D}{f_e}\right)$$



పటం : సహజ సర్దుబాటు వద్ద సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని

సాధన : వస్తు కటకానికి $f_0 = 2$ సెం.మీ $v_0 = 20$ సెం.మీ అక్షి కటకాలనికి $f_e = 5$ సెం.మీ $v_e = -30$ సెం.మీ

కటక సూత్రంను ఉపయోగించి v_e విలువను కనుగోనవచ్చు

$$\frac{1}{v_e} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$$

విలువలు ప్రతిక్షేపించి, సాధించగా $u_e = -\frac{30}{7}$ సెం.మీ

వస్తు కటకానికి $v_0 = 20 - \frac{30}{7} = \frac{110}{7}\text{cm}$

$\frac{1}{v_0} - \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0}$ ను ఉపయోగించి

$$\frac{1}{\frac{110}{7}} - \frac{1}{u_0} = \frac{1}{2}$$

$$u_0 = -\frac{110}{48}\text{cm}$$

వస్తు కటకం ఆవర్ధనం $m_0 = \frac{v_0}{u_0} = \frac{110/7}{-110/48} = -\frac{48}{7}$

అక్షికటకం ఆవర్ధనం $m_e = \frac{v_e}{u_e} = \frac{-30/1}{-30/7} = 7$

సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధనం $M = (m_0)(m_e)$

$$= \left(\frac{-48}{7}\right)(7) = -48$$

3. ఖగోళ దూరదర్శిని పనిచేయు విధానాన్ని వివరించండి. (i) తుది ప్రతిబింబం అనంతదూరంలో ఏర్పడినపుడు (ii) తుది ప్రతిబింబం స్పష్ట దృష్టి కనిష్టదూరంలో ఏర్పడినపుడు దాని ఆవర్ధనంకు సమీకరణంలను రాబట్టిండి.

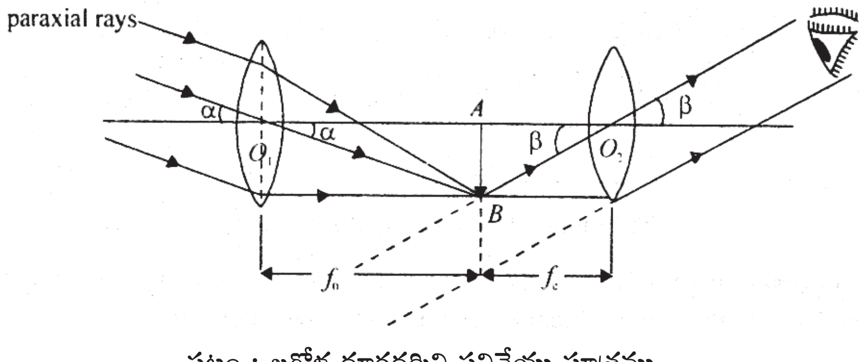
ఖగోళ దూరదర్శిని వస్తుకటక నాభ్యంతరం 75 సెం.మీ. అక్షికటక నాభ్యంతరం 5 సెం.మీ. తుది ప్రతిబింబం కంటి నుండి స్పష్టదృష్టి కనిష్ట దూరం లో ఏర్పడితే దూరదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యాన్ని కనుక్కోండి.

జ. **భూగోళ దూరదర్శిని :** భూమి మీద ఉండే సుదూర వస్తువులను చూడటానికి ఉపయోగిస్తారు. ఇందులో ఏర్పడే ప్రతిబింబం నిట్టనిలువుగా ఉండాలి. గెలిలియో దూరదర్శిని ని కూడా భూమి మీద ఉండే వస్తువులను చూడటానికే ఉపయోగిస్తారు.

ఖగోళ దూరదర్శిని మిథ్యా మరియు తలక్రిందులైన ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ఖగోళ వస్తువులు గుండ్రంగా ఉంటాయి తలక్రిందులైన ప్రతిబింబం ఏర్పడినా కనుక వీటిని గమనించుటలో ఏమీ ఇబ్బందికరం కాదు. దూరదర్శిని రెండు కటకాల వ్యవస్థను కలిగి ఉంటుంది. ఎక్కువ కంత పరిమాణము ఎక్కువ నాభ్యంతరం (f_0) ను కలిగి వస్తువువైపు ఉండే కటకాన్ని వస్తుకటకం అంటారు. కంటివైపు ఉండే ఇంకొక కటకాన్ని అక్షికటకం అంటారు. ఇది తక్కువ కంత పరిమాణాన్ని, తక్కువ నాభ్యంతరాన్ని కలిగి ఉంటుంది. వస్తు కటకం, అక్షికటకాలను లోహపు గొట్టాలలో సహాక్షంగా అమర్చుతారు.

సుదూరంలో ఉన్న వస్తువు యొక్క నిజ మరియు తలక్రిందులైన ప్రతిబింబాన్ని తన నాభీయతలంలో ఏర్పరుస్తుంది. కటకస్థానాన్ని సర్దుబాటు చేసి తుది ప్రతి బింబాన్ని అనంతదూరంలో ఏర్పడేటట్లు చేస్తారు. (ఈ సర్దుబాటును సహజ సర్దుబాటు అంటారు). అక్షికటక స్థానాన్ని సర్దుబాటు చేసి తుది ప్రతిబింబాన్ని స్పష్టదృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పడేలా చేస్తారు.

(a) తుది ప్రతిబింబం అనంత దూరంలో ఏర్పడినప్పుడు : (సహజ సర్దుబాటు) ఖగోళ వస్తువుల నుండి వచ్చే ఉపాక్షీయ కిరణాలు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉండి ప్రధానాక్షంతో α కోణం చేస్తాయి. ఈ కిరణాలు వస్తు కటకం గుండా ప్రయాణించిన తరువాత నిజ, తలక్రిందులైన ప్రతిబింబాన్ని వస్తుకటకం నాభీయతలంలో ఏర్పరుస్తాయి. ఈ సందర్భంలో అక్షికటక స్థానాన్ని సర్దుబాటు చేసి తుది ప్రతిబింబం అనంత దూరంలో ఏర్పడేటట్లు చేస్తారు.



పటం : ఖగోళ దూరదర్శిని పనిచేయు సూత్రము

దూరదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం : వస్తువు, ప్రతిబింబం రెండూ అనంత దూరంలో ఉన్నపుడు దూరదర్శిని గుండా చూసే ప్రతిబింబం కంటి వద్ద చేయు కోణం, వస్తువు వస్తు కటకం వద్ద చేయు కోణం ల నిష్పత్తిని **దూరదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం** అంటారు. దీనిని **కోణీయ ఆవర్ధనం** అని కూడా అంటారు. M తో సూచిస్తారు. నిర్వచనం ద్వారా

$$M = \frac{\beta}{\alpha}$$

α, β లు చాలా స్వల్పం కనుక వాటిని టాంజెంట్‌లలో రాయగా

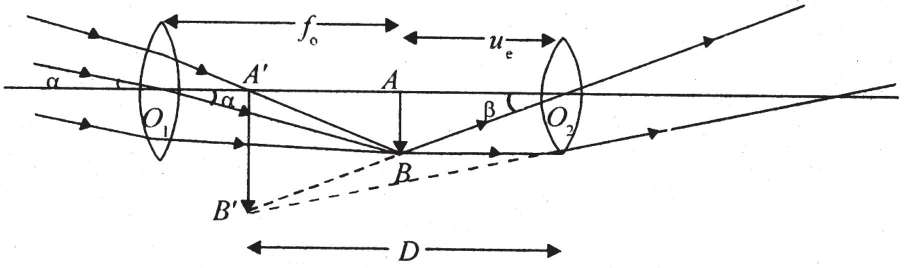
$$M = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$$

$$M = \frac{AB/AO_2}{AB/AO_1} = \frac{AO_1}{AO_2}$$

$$= \frac{f_0}{f_e}$$

దీని నుండి వస్తు కటక నాభ్యంతరం ఎక్కువగా ఉండి, అక్షి కటక నాభ్యంతరం తక్కువగా ఉంటే సహజ సర్దుబాటులో దూరదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం ఎక్కువగా ఉంటుంది. సహజ సర్దుబాటు లో దూరదర్శిని పొడవు $(f_0 + f_e)$

(b) తుది ప్రతిబింబం స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పడినపుడు: ఖగోళ వస్తువు నుండి వచ్చే ఉపాక్షీయ కిరణాలు ప్రధానాక్షంతో α కోణం చేస్తాయి. వస్తు కటకం గుండా ప్రయాణించి దానికి ఇంకోక వైపున నిజ, తలక్రిందులైన ప్రతిబింబం AB ను ఏర్పరుస్తాయి. అక్షికటక స్థానాన్ని సర్దుబాటు చేసి తుది ప్రతిబింబాన్ని స్పష్ట దృష్టి కనిష్ట దూరంలో ఏర్పరచవచ్చు.



పటం : దూరదర్శిని D వద్ద ప్రతిబింబమును ఏర్పరుచుట

ఆవర్ధన సామర్థ్యం : D వద్ద ఏర్పడిన ప్రతిబింబం కంటి వద్ద చేసే కోణానికి, అనంతదూరంలో ఉన్న వస్తువు కంటి వద్ద చేసే కోణానికి, మధ్య గల నిష్పత్తిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం అంటారు.

$$M = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$= \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$$

$$= \frac{AB/AO_2}{AB/AO_1} = \frac{AO_1}{AO_2}$$

$$= \frac{f_0}{u_e}$$

అక్షి కటకానికి $\frac{1}{v_e} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$

$$\frac{1}{u_e} = \frac{1}{v_e} - \frac{1}{f_e}$$

$$= -\frac{1}{f_e}\left(1 - \frac{f_e}{v_e}\right)$$

$$M = \frac{f_0}{u_e} = -\frac{f_0}{f_e}\left(1 - \frac{f_e}{v_e}\right)$$

కార్టీజియన్ సంజ్ఞా సాంప్రదాయానాన్ని అనువర్తింప చేస్తే

$$f_0 = +f_0, v_e = -D, f_e = +f_e$$

$$M = -\frac{f_0}{f_e}\left(1 + \frac{f_e}{D}\right)$$

దూరదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యంలో రుణ సంజ్ఞ తుది ప్రతిబింబం తలక్రిందులైన, నిజ ప్రతిబింబాన్ని సూచిస్తుంది. దూరదర్శిని ఆవర్ధన సామర్థ్యం, సహజ సర్దుబాటు లోని ఆవర్ధన సామర్థ్యం కంటే స్పష్టదృష్టి కనిష్ట దూరం కు చేసిన సర్దుబాటు లోని ఆవర్ధన సామర్థ్యం ఎక్కువ అని పై సమాసం నుండి తెలుస్తుంది.

సాధన : f_0= 75 సెం.మీ., f_e = 5 సెం.మీ., D = 25 సెం.మీ.

$$M = -\frac{f_0}{f_e}\left(1 + \frac{f_e}{D}\right) = \frac{-75}{5}\left(1 + \frac{5}{25}\right) = -18$$

4. 3 సెం.మీ. కంత పరిమాణం గల దూరదర్శినిని, 2 మీ.మీ. అంతరం కలిగిన వైర్‌మెష్ బిగింపబడి 80 మీ. దూరంలో ఉన్న కిటికి వైపుకు కేంద్రీకరించారు. ఆ దూరదర్శిని వైర్‌మెష్ ను పరిశీలించగలదా? సరాసరి తరంగదైర్ఘ్యం $\lambda = 5.5\times10^{-7}\,m$

జ: $\lambda = 5.5\times10^{-7}\,m$, ఈ వ 3సెం.మీ.= 3 × 10^{-2} మీ.

పృథక్కరణ సామర్థ్యం $\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$

$$= \frac{1.22\times5.5\times10^{-7}\,m}{3\times10^{-2}\,m}$$

$$= 2.236\times10^{-5}\,radian$$

వైర్‌మెష్, వస్తు కటకం వద్ద చేసే కోణం θ, పృథక్కర అవధికి సమానం లేదా ఎక్కువైతే దూరదర్శిని వైర్‌మెష్ ను పృథక్కరణం చెందించగలదు. వైర్‌మెష్, వస్తు కటకం వద్ద చేసే కోణం

$$\alpha = \frac{\text{వైర్‌మెష్ అంతరం}}{\text{వస్తు కటకం నుండి వైర్‌మెష్ దూరం}}$$

$$= \frac{2mm}{80m}$$

$$= \frac{2\times10^{-3}\,m}{80m} = 2.5\times10^{-5}\,redian$$

ఈ కోణం 2.5 × 10^{-5} రేడియన్ పృథక్కరణ అవధి (2.236 × 10^{-5} రేడియన్) కన్నా ఎక్కువ కనుక దూరదర్శిని వైర్‌మెష్ ను పరిశీలించగలదు.

మాడ్యూల్ - 7

24 పరమాణు నిర్మాణం

ఇంత వరకు మనం పదార్థాల యాంత్రిక, ఉష్ణ, విద్యుత్ అయస్కాంత ధర్మాలను చదువుకున్నాము. వివిధ పదార్థాలు వేరు వేరు ధర్మాలను ఎందుకు కలిగి ఉంటాయో ఆలోచించారా? సుద్ధ ముక్క విరిగినంత సులువుగా అల్యూమినియం ముక్క ఎందుకు విరగదు? కాంతి పడినంతనే కొన్ని లోహాలు విద్యుత్తును ఎందుకు ప్రసారం చేస్తాయి? ఇలాంటి పదార్థ ధర్మాలను అర్థం చేసుకోవడానికి, అన్ని పదార్థాలు పరమాణువు పలకలతో నిర్మితమవుతాయన్న విషయాన్ని గుర్తుకు తెచ్చుకోవాలి. అంటే పదార్థాలు అవిచ్ఛిన్నంగా కనిపించినప్పటికీ సూక్ష్మస్థాయిలో స్థిరమైన నిర్మాణం కలిగి ఉంటాయి. దీనిని కంటి చూపుతో కనిపెట్టలేము. కనుక పై ప్రశ్నలకు సమాధానం కావాలంటే మనం పరమాణు నిర్మాణం గురించి తెలిసికోవాలి.

పరమాణు నిర్మాణం గురించిన ప్రస్తుత అవగాహన కొన్ని సంవత్సరాల కృషి ఫలితం. ఈ పాఠంలో మనం వివిధ పరమాణు నమూనాల గురించి చర్చిస్తాం. సాంప్రదాయ పరిక్షేపణ ప్రయోగంపై ఆధారపడ్డ రూథర్‌ఫోర్డు నమూనాతో మొదలు పెట్టి, ఎలక్ట్రాన్ నిర్మాణం గురించి వివరించే బోర్ నమూనా వరకు ఈ పాఠంలో చర్చించాము. బోర్ సిద్ధాంతము హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటమును వివరించడానికి కూడా దోహద పడుతుంది.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు :

- రూథర్‌ఫోర్డ్ పరిక్షేపణ ప్రయోగాన్ని, దానివల్ల గ్రహించిన విషయాలను వర్ణించగలగాలి.
- రూథర్‌ఫోర్డ్ పరమాణు నమూనాను, దానిలోని లోపాలను వివరించగలగాలి.
- బోర్ మొదటి కక్ష్యయొక్క వ్యాసార్థము, దానిలో తిరుగుతున్న ఎలక్ట్రాన్ వేగాన్ని కనుగొనగలగాలి.
- హైడ్రోజన్ పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ శక్తికి సమాసాన్ని రాబట్టాలి మరియు
- హైడ్రోజన్ పరమాణు శక్తిస్థాయిల పటం గీసి, దాని వర్ణ పటాన్ని వివరించగలగాలి.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. రూథర్‌ఫోర్డ్ నమూనా వివరించలేక పోయిన రెండు ప్రయోగాత్మక పరిశీలనలను పేర్కొనుము.

జ: రూథర్‌ఫోర్డ్ కేంద్రక నమూనా పరమాణు స్థిరత్వమును, పరమాణువు వెలువరించే రేఖా వర్ణ పటాన్ని వివరించలేక పోయింది.

2. ఎక్కువ కోణంతో కణాలు పరిక్షేపణం చెందడం దేని ఉనికిని సూచిస్తుంది ?

జ: ఎక్కువ కోణంతో కణాలు పరిక్షేపణం చెందడం ధనాత్మకమైన కఠిన అంతర్భాగము గల పరమాణువులను సూచిస్తుంది.

3. Z పరమాణు సంఖ్యగల ఒక పరమాణువులో n వ కక్ష్యలో ఎలక్ట్రాన్ వేగానికి, స్థితిజ శక్తికి సమాసాలను రాయండి ?

జ: n వ కక్ష్యలోని ఎలక్ట్రాన్ వేగం, $V_n = \frac{1}{2}\frac{Ze^2}{\epsilon_0 nh}$

n వ కక్ష్యలోని ఎలక్ట్రాన్ స్థితిజ శక్తి, $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Ze^2}{r_n}$

4. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో 2వ, 5వ కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్ శక్తుల విలువలను తెలపండి ?

జ: హైడ్రోజన్ పరమాణువులో 2వ కక్ష్యలో ఎలక్ట్రాన్ శక్తి,

$$E_2 = \frac{-13.6}{2^2} = \frac{-13.6}{4} = -3.4\text{eV}.$$

5వ కక్ష్యలో ఎలక్ట్రాన్ శక్తి, $E_5 = \frac{-13.6}{25} = -0.54\text{eV}.$

5. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో కక్ష్యలో ఎలక్ట్రాన్ వ్యాసార్థం దేనికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది?

జ. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ఒక కక్ష్యలోని ఎలక్ట్రాన్ వ్యాసార్థం ఆ కక్ష్య సంఖ్య వర్గానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

6. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ సంక్రమణల ద్వారా ఏర్పడే లేమన్ మరియు పాశ్చన్ శ్రేణులు ఏఏ విద్యుదయస్కాంత వర్ణపట ప్రాంతాలలో ఉంటాయి ?

జ. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ సంక్రమణల ద్వారా ఏర్పడే లేమన్ శ్రేణి విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో అతినీల లోహిత ప్రాంతంలో, పాశ్చన్ శ్రేణి పరారుణ ప్రాంతంలో ఉంటాయి.

7. ఒక ఎలక్ట్రాన్ మూడవ కక్ష్య నుండి మొదటి కక్ష్యలోకి దూకినప్పుడు ఎలక్ట్రాన్ కోణీయ ద్రవ్యవేగంలో తేడాను కనుగొనుము.

జ. $L_1 = \frac{n_1 h}{2\pi}, L_2 = \frac{n_2 h}{2\pi}, L_1 - L_2 = \frac{4}{2\pi}(n_1 - n_2) = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{2 \times 3.14}(3-1)$

$= \frac{6.62 \times 10^{-34}}{6.28} = 1.05414 \times 10^{-34}$

8. బోర్ వ్యాసార్థం అంటే ఏమిటి? దాని పరిమాణం ఎంత ?

జ. హైడ్రోజన్ పరమాణువు ($Z = 1$) లోని లోపలి కక్ష్య వ్యాసార్థమును బోర్ వ్యాసార్థం అని అంటారు. దీనిని a_0 తో సూచిస్తారు. దీని పరిమాణం 5.3×10^{-11}m.

9. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో బామర్ శ్రేణి ఎలక్ట్రానుల ఏ సంక్రమణాల ద్వారా ఏర్పడుతుంది? ఈ శ్రేణి విద్యుదయస్కాంత వర్ణ పటంలోని ఏ ప్రాంత తరంగ దైర్ఘ్యాలను కలిగి ఉంటుంది?

జ. బామర్ శ్రేణి ఎలక్ట్రాన్ n = 3, 4, 5, 6, 7 ...... కక్ష్యల నుండి $n = 2$ కక్ష్యలోకి దూకినప్పుడు ఏర్పడుతుంది. ఇది దృగ్గోచర ప్రాంతంలో గల తరంగ దైర్ఘ్యాలను కలిగి ఉంటుంది.

10. ఒక పరమాణువు భూశక్తి స్థాయి స్థితి E_0 నుండి మొదటి శక్తి స్థాయి E_1 కు ఉత్తేజితం చెందినప్పుడు ఉద్గార వికిరణం యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యం ఎంత ?

జ. $h\gamma = E_1 = E_0 \quad \Rightarrow \gamma = \frac{E_1 - E_0}{h}$

$c = \gamma\lambda$

$\gamma = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{E_1 - E_0}{h} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_1 - E_0}$

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. బోర్ పరమాణు నమూనాలోని ఉపపాదనలు తెలపండి?

జ. రూథర్‌ఫోర్డ్ నమూనాలోని అడ్డంకులను అధిమించడానికి బోర్ అనేక ఊహలను చేశాడు. వీటిని బోర్ ఉపపాదనలు అంటారు. అవి నాలుగు.

(i) ఎలక్ట్రాన్ మరియు కేంద్రకము మధ్యగల కులూంబ్ ఆకర్షణ బలం వలన లభించే అభికేంద్ర బలంతో పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్‌లు, వృత్తాకార కక్ష్యలో కేంద్రకము చుట్టూ తిరుగుతాయి. దీనిని గణితాత్మకంగా ఈ

కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi \in_0} \frac{ze^2}{r^2}$$

ఇక్కడ z కేంద్రకములో ఉన్న ధనావేశాల సంఖ్యను సూచిస్తుంది

(ii) సాధ్యమయ్యే అనంతమైన వృత్తాకార కక్షలలో ఏ కక్షలలో అయితే ఎలక్ట్రాన్ కోణీయ ద్రవ్యవేగము విలువ $\frac{h}{2\pi}$ కి పూర్ణాంక గుణిజాలుగా ఉంటుందో అవి మాత్రమే అనుమతింపబడతాయి. అనగా

$$|L| = mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

L కక్ష్య యొక్క కోణీయ ద్రవ్యవేగం. వృత్తాకార కక్ష్యకు ఇది mvr. ఇక్కడ h ప్లాంక్ స్థిరాంకం, n పూర్ణాంకం.

(iii) అనుమతించిన కక్ష్యలో తిరిగే ఎలక్ట్రాన్ శక్తి వికిరణం చేయదు. ఈ కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్ శక్తి స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ కక్ష్యలను స్థిర కక్ష్యలు అంటారు. ఎలక్ట్రాన్ స్థిరకక్ష్యలో తిరుగుతుంది. కాని దాని శక్తి స్థిరంగా ఉంటుంది.

(iv) ఎలక్ట్రాన్ అనుమతించిన అధిక శక్తి (E_f) స్థాయి నుండి తక్కువ శక్తి స్థాయి (E_i) కి పడిపోయినపుడు మాత్రమే పరమాణువు నుండి శక్తి విడుదల అవుతుంది.

ఈ శక్తిలో గల తేడాయే ఉద్గారం చెందే ఫోటాన్ శక్తి. అదే విధంగా, ఎలక్ట్రాన్ తక్కువ స్థాయి నుండి ఎక్కువ శక్తిస్థాయికి దూకినప్పుడు మాత్రమే శక్తి శోషణము చెందుతుంది. ఈ ఎలక్ట్రాన్ శక్తిలో మార్పు ఉద్గారం లేదా శోషణం చెందిన ఫోటాన్ పౌనఃపున్యము లేదా తరంగ దైర్ఘ్యంపై ఆధారపడుతుంది.

ఉద్గారానికి

$$\Delta E = E_i - E_f = hv$$

శోషణానికి

$$\Delta E = E_f - E_i = hv$$

ఇక్కడ v ఉద్గార ఫోటాన్ పౌనఃపున్యము.

శక్తిస్థాయిలు

r_n వ్యాసార్థం గల n వ కక్ష్యలోని ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని కనుగొనుటకు 24.1 సమీకరణాన్ని ఈ విధంగా రాస్తాము.

$$\frac{mv_n^2}{r} = \frac{1}{4\pi \in_0} \frac{ze^2}{r_n^2}$$

ఇక్కడ v_n ఎలక్ట్రాన్ వేగం.

సమీకరణం రెండు వైపుల mr_n^3 తో గుణించగా

$$m^2v_n^2r_n^2 = \frac{1}{4\pi\in_0}mze^2r_n$$

ఈ ఫలితాన్ని (24.2) సమీకరణంతో కలుపగా

$$m^2v_n^2r_n^2 = n^2\frac{h^2}{4\pi^2} = \frac{m}{4\pi\in_0}ze^2r_n$$

n వ కక్ష్యలో వ్యాసార్ధాన్ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

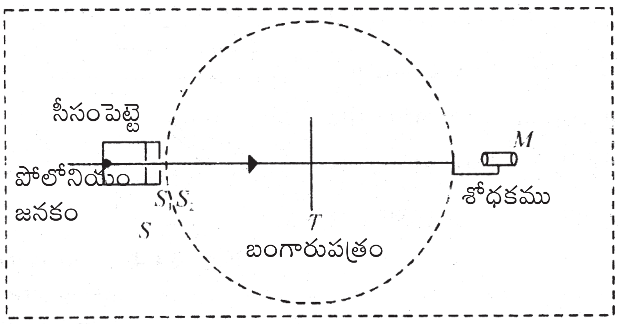
$$r_n = 4\pi\in_0\frac{n^2h^2}{4\pi^2mze^2}$$

$$= \frac{n^2h^2\in_0}{ze^2m\pi}\ n = 1, 2, 3, ...$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

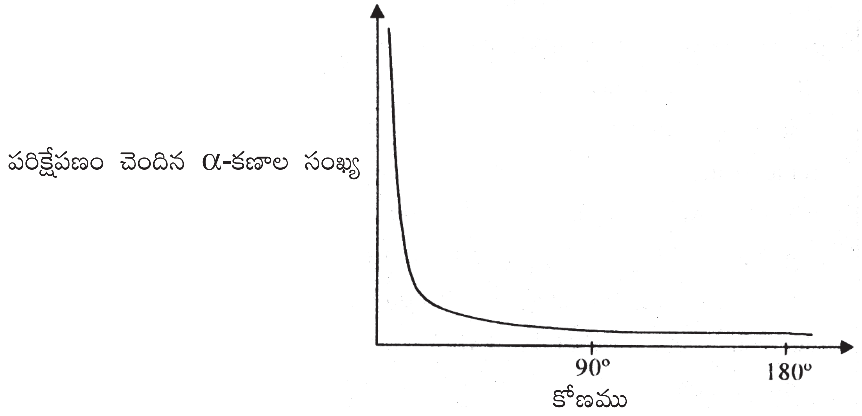
1. రూథర్‌ఫోర్డ్ పరిక్షేపణ ప్రయోగమును వివరించుము, దాని ఆవిష్కరణలు మరియు పరిమితులను చర్చించండి ? కేంద్రక పరమాణు అభిలక్షణాలను వివరించండి.

జ. రూథర్‌ఫోర్డ్ సలహాపై అతని శిష్యులు గైగర్, మార్స్‌డెన్‌లు పలుచని బంగారు లోహపు పత్రాలపై ఆల్ఫా కణాలతో తాడనం చేసారు. పటం ప్రయోగ నమూనాను సూచిస్తుంది.



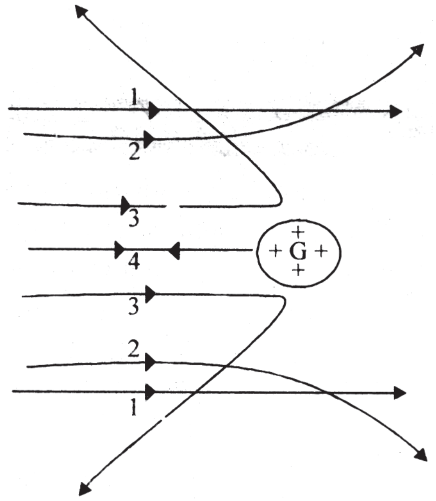
పటం. α – కణాల పరిక్షేపణానికి ఉపయోగించే ప్రయోగ అమరిక

బాగా సమాంతీకరించిన α-కణాల కిరణశకలను (Pencil Rays) జనకం నుండి పలుచని బంగారు పత్రం (T) (Gold foil) పై పడేలా చేసారు. పరిక్షేపణము చెందిన α-కణాలను ZnS ప్రతి దీప్తయవనిక (Flourescent) గ్రహించినపుడు α-కణం పడిన చోట మెరుపులాంటి కాంతి కనిపిస్తుంది. (ఇది శోధకంగా పనిచేస్తుంది). దీనిని మైక్రోస్కోపు (M) ద్వారా చూడవచ్చు. ఈ శోధకం T కేంద్రంగా వృత్తాకార స్కేలుపై తిరగ గలదు. α-కణాలను గాలిలోని కణాలతో అభిఘాతం చెందకుండా, ఈ మొత్తం ప్రయోగాన్ని శూన్యపరచిన అరలో చేస్తారు. థామస్ నమూన సరియైనదైన దాదాపు అన్ని కణాలు వాటి మార్గం నుండి కొద్ది తేడాతో తిన్నగా బంగారు పత్రం గుండా ప్రయాణిస్తాయి.



పటం. రూథర్‌ఫోర్డ్ ప్రయోగం యొక్క ఫలితం

గైగర్, మర్స్‌డెన్‌లు ఈ కణాల అపవర్తనము తక్కువగా ఉన్నట్లు గమనించగా, మరి కొందరు ఎక్కువ (90^0 కన్న ఎక్కువ) ఉన్నట్లుగా, మరియు కొందరు (8000లలో ఒకరు) ఈ అపవర్తనం 180^0 గా గుర్తించారు. పటం ప్రయోగ ఫలితాలను వివరిస్తుంది. థామస్ పరమాణు నమూనా ప్రకారం α-కణాల అధిక కోణాల పరిక్షేపణను వివరించలేము. అధిక కోణాల α-కణ పరిక్షేపణాన్ని వివరించడానికి రూథర్‌ఫోర్డ్ కేంద్రక పరమాణు నమూనాను సూచించాడు. ఇతని ప్రకారం కేంద్రకం నుండి అత్యధిక దూరంగా ప్రయాణించే α-కణాలు విస్మరించేంత తక్కువ **కులుంబ్** వికర్షణ బలాన్ని అనుభవిస్తాయి. కావున అవి అపవర్తనం చెందకుండా ప్రయాణిస్తాయి. అదే విధంగా కేంద్రమునకు దగ్గరగా వచ్చిన α- కణాలు అత్యధిక వికర్షణ బలాన్ని అనుభూతి చెందుతాయి. అందువలన ఎక్కువ కోణాలలో అపవర్తనం చెందుతాయి. కొన్ని α- కణాలు కేంద్రముతో సరాసరి అభిఘాతం చెంది 180^0 పరిక్షేపణతో అదే మార్గములో వెనుకకు వస్తాయి. దీనిని పటంలో 4వ సంఖ్యగల కణంలో చూపబడినది.



పటం. బంగారు పత్రం వల్ల పరిక్షేపణం చెందిన కణాల పత్రం

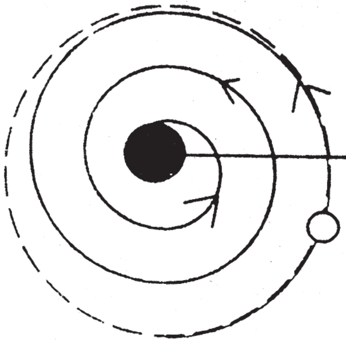
α-కణాలు ఎక్కువ కోణంతో పరిక్షేపణం చెందడానికి కారణం ధనావేశితమైన కఠిన అంతర్భాగం గల పరమాణువుల ద్వారానే సాధ్యమవుతుందని రూథర్‌పోర్డ్ వాదించాడు. ఈ కింది అభిలక్షణాలు కలిగిన కేంద్రక నమూనాను సూచించారు.

కేంద్రక పరమాణు అభిలక్షణాలు

- పరమాణువులోని ధనావేశం మొత్తం మరియు పరమాణు ద్రవ్యరాశిలో ఎక్కువభాగం పరమాణు కేంద్రం వద్ద అత్యల్ప వ్యాసార్థం (సుమారు 10^{-5}మీ.) కల ప్రాంతములో కేంద్రీకృతమయి ఉంటుంది. దీనినే కేంద్రకము అంటారు.
- విద్యుదావేశ రీత్యా పరమాణువును స్థిరంగా ఉంచే విధంగా రుణావేశ ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రము చుట్టూ దూరంగా తిరుగుతూ ఉంటాయి.

రూథర్‌ఫోర్డ్ కేంద్రక నమూనా వల్ల కలిగే కొన్ని పరిణామాలు ప్రయోగం వల్ల గమనించిన కొన్ని విషయాలను వ్యతిరేకించాయి. అందువల్ల ఇది కొంత వ్యతిరేకతని ఎదుర్కొంది. అవి ఏమనగా

1. **పరమాణు స్థిరత్వం :** ఎలక్ట్రాన్‌లు రుణ విద్యుదావేశ కణాలని మనకు తెలుసు. ఇవి కేంద్రకము వల్ల ఆకర్షించబడి త్వరణము చెందుతాయి. కక్ష్యాగమనం వల్ల వీటికి అభికేంద్ర త్వరణం ఉంటుంది. సాంప్రదాయ తరంగ సిద్ధాంతం ప్రకారం త్వరణం చెందిన ఆవేశపూరిత కణం విద్యుదయస్కాంత వికిరణాన్ని వెలువరిస్తుంది. అందువల్ల పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్‌లు అవిచ్ఛిన్నంగా శక్తిని వికిరణం చేస్తూ ఉండాలి. పర్యవసానంగా ఎలక్ట్రాన్ తన శక్తిని కోల్పోతూ సర్పిలాకార మార్గంలో కేంద్రకములోకి పడిపోతుంది. దీనిని పటంలో చూపారు. తత్ఫలితముగ పరమాణువు జీవితకాలం తగ్గి, పదార్ద స్థిరత్వం ప్రశ్నార్ధకమగును.



పటం : రూథర్‌ఫోర్డ్ కేంద్రక పరమాణు నమూనాలో ఎలక్ట్రాన్ గమనం

2. **విద్యుదయస్కాంత వికిరణ వర్ణపటపౌనఃపున్యము :** సర్పికార మార్గంలో కేంద్రమువైపు వచ్చు ఎలక్ట్రాన్ అన్ని పౌనః పున్యములతో విద్యుదయస్కాంత వికిరణము చేస్తూ అవిచ్ఛిన్న వర్ణపటాన్ని ఇస్తుంది. కాని కొన్ని బాగా నిర్వచించపబడ్డ పౌనఃపున్యాల వద్ద మాత్రమే వికిరణాలు వెలువడుచున్నట్లు ప్రయోగాలద్వారా తెలుస్తుంది (రేఖావర్ణ పటం)

పై చర్చ వల్ల రూథర్‌ఫోర్డ్ కేంద్రక నమూనా కూడా పరమాణు స్థిరత్వమును కాని, పరమాణువు వెలువరించే రేఖా వర్ణ పటాన్ని కాని వివరించలేక పోయిందని తెలుస్తుంది.

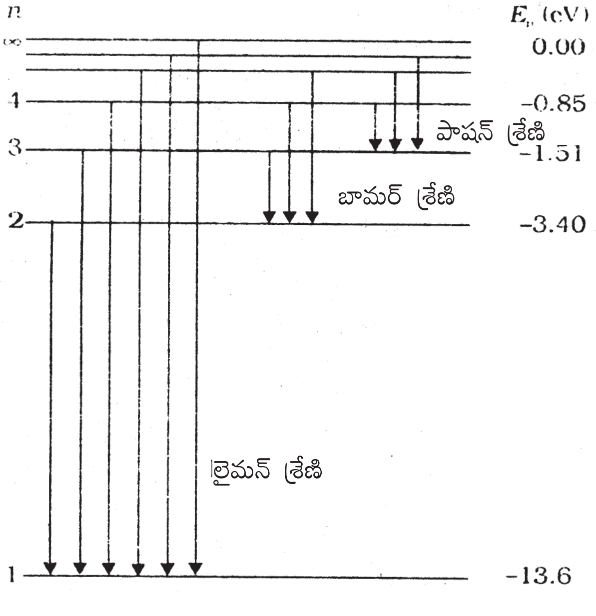
3. హైడ్రోజన్ వర్ణపటంను వివరించండి.

జ. పటం హైడ్రోజన్ పరమాణువు పౌనఃపున్య వర్ణపటమును సూచిస్తుంది. దీనిని పరిశీలించి చూస్తే హైడ్రోజన్ రేఖీయ వర్ణపటంలో చాలా రేఖలు వర్ణపటంలోని వివిధ ప్రదేశాలలో కనిపిస్తాయి. ఒక ప్రదేశములోని వివిధ రేఖలు ఒక పద్ధతిలో ఉండి, ఒకే సూత్రము ద్వారా వాటిని తెలియజేయవచ్చు. ఇవి ఒక శ్రేణిగా ఏర్పడతాయి. ఈ శ్రేణులను గూర్చి తెలుసుకుందాము.

లైమన్ శ్రేణి : దీనిని 1906లో కనుగొన్నారు. బోర్ ప్రకారం ఎలక్ట్రాన్ మొదటి కక్ష్య (m = 1) లోకి పైకక్ష్య (n = 2, 3, 4, ...) నుండి దూకినప్పుడు ఈ శ్రేణి ఏర్పడుతుంది. ఈ శ్రేణిలో వివిధ వర్ణపట రేఖల పౌనః పుణ్యములను కింది విధముగా రాయవచ్చు.

$$V_{1n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

ఇక్కడ n ఒకటి కంటే ఎక్కువ గల సహజ సంఖ్య



పటం : హైడ్రజన్ లోని వివిధ ఉద్గార వర్ణపటశ్రేణుల శక్తిస్థాయి పటం.

బామర్ శ్రేణి : దీనిని 1885 లో దృగ్గోచర ప్రాంతములో కనుగొన్నారు. బోర్ సిద్ధాంతం ప్రకారం ఈ శ్రేణి ఎలక్ట్రాన్ పై కక్ష్య (n = 3, 4, 5, ...) నుండి రెండవ కక్ష్యలోకి దూకినప్పుడు ఏర్పడుతుంది. ఈ శ్రేణిలోని వర్ణపట రేఖల పౌనఃపున్యాలను కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$V_{2n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) : n > 2$$

పాశ్చన్ శ్రేణి : దీనిని 1908లో అతినీల లోహిత ప్రాంతములో కనుగొన్నారు. ఎలక్ట్రాన్‌పై కక్ష్యల (n = 4, 5, 6, ...) నుండి మూడవ కక్ష్య (m = 3) లోకి దూకినప్పుడు ఈ శ్రేణి ఏర్పడుతుంది. ఈ శ్రేణిలోని వివిధ వర్ణపట రేఖల పౌనఃపున్యమును కింది విధముగా రాయవచ్చు.

$$V_{3n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right) \; : n_2 > 3$$

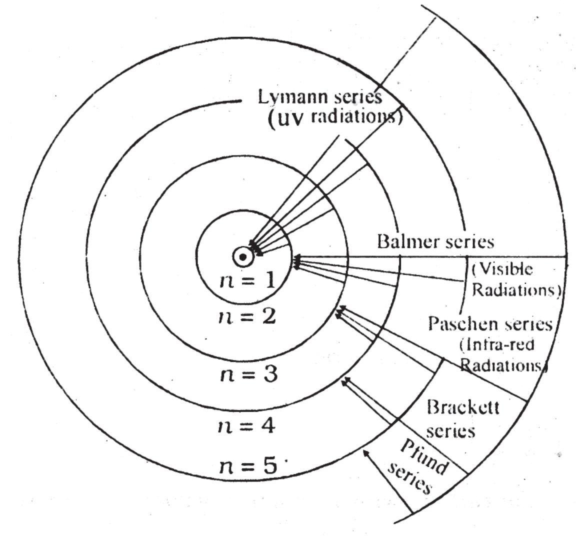
బ్రాకెట్ శ్రేణి : దీనిని మధ్య అతినీల లోహిత ప్రాంతములో కనుగొన్నారు. ఎలక్ట్రాన్ పై కక్ష్యల (n = 5, 6, ...) నుండి నాల్గవ కక్ష్యలోకి (n = 4) లోకి దూకినప్పుడు ఈ శ్రేణి ఏర్పడుతుంది. ఈ శ్రేణిలో వివిధ వర్ణపట రేఖల పౌనఃపున్యాలను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$V_{4n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right) \; : n > 4$$

ఫండ్ శ్రేణి : దూరంగా ఉండే అతినీల లోహిత ప్రాంతములో కనుగొన్నారు. బోర్ సిద్ధాంతము ప్రకారం ఎలక్ట్రాన్‌పై కక్ష్యల (n = 6, 7, 8, ...) నుండి ఐదవ కక్ష్య (n = 5) లోకి దూకినప్పుడు ఏర్పడతాయి. ఈ శ్రేణిలోని వర్ణపట రేఖల పౌనఃపున్యమును కింది విధముగా రాయవచ్చు.

$$V_{5n} = \frac{R}{h}\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right) \; : n > 5$$

బోర్ నమూనా వర్ణపట నిర్మాణాల ఏర్పాటు గురించి తెలుసుకోవటమేకాక వాటిలోగల అనేక శ్రేణులను తెలిసికొనుటకు ఉపయోగపడినది. ఇది భౌతిక శాస్త్రంలో ఒక కొత్త భాగానికి పునాది అయ్యింది. పటంలో ఎలక్ట్రాన్ పై కక్ష్య నుండి కింది కక్ష్యలోకి సంక్రమణం జరిగినపుడు, ఏర్పడే వర్ణపటరేఖల వివిధ శ్రేణులను చూడవచ్చు.



పటం. హైడ్రోజన్ పరమాణువులో అనుమతించబడిన కక్ష్యలు మరియు సంక్రమణల ద్వారా వివిధ శ్రేణుల వర్ణపట రేఖలు

25 వికిరణ మరియు ద్రవ్యముల ద్వంద్వ స్వభావం

మీరందరూ సినిమా చూసే ఉంటారు. సన్నివేశాలను రికార్డు చేసిన ఫిల్మ్ గుండా కాంతిని ప్రసారం చేసినప్పుడు తెరపై సినిమా కనిపిస్తుంది. కాని ధ్వని ఎలా వినిపిస్తుందో ఎప్పుడయినా ఆలోచించారా? ధ్వనిని ఫిల్మ్ పక్క భాగంలో రికార్డ్ చేస్తారు. కాంతి కిరణం ధ్వనిగల పట్టీ ద్వారా ఒక కాంతి ఘటంపై పడినప్పుడు అది విద్యుత్ స్పందనగా (pulse) మారుతుంది. ఈ విద్యుత్ స్పందనలను ధ్వనిగా మారుస్తారు. ఈ పాఠంలో మీరు కాంతి ఘటం (photo cell) పనిచేయడం వెనక ఉన్న ఫలితాన్ని గురించి చదువుతారు. దీన్ని కాంతి విద్యుత్ ఫలితం (photo electric effect) అంటారు. దీన్ని చోరబాట్లను గుర్తించే బర్గులర్ అలారంల (Burglar alarm) లో వాడతారు. ఐన్‌స్టీన్ వివరించిన కాంతి విద్యుత్ ఫలితం, డి బ్రోగ్లీ తన తరంగ-కణ ద్వంద్వ ప్రవృత్తి అనగా ద్రవ్యం తరంగంగాను, కణంగానూ ఉండే ధర్మాన్ని గుర్తించడానికి ఉపయోగపడింది.

ఒక కణ లక్షణాలను దాని దిశ, పరిమాణం, వేగం, ద్రవ్యవేగం మొదలైన వాటి ఆధారంగా వివరిస్తాం అని మీకు తెలుసు. దీని చలనాన్ని న్యూటన్ సూత్రాల ఆధారంగా వివరిస్తారు. మరోవైపు తరంగ లక్షణాలను వాటి దేశ కాలాల (space-time) లో ఆవర్తకం, తరంగదైర్ఘ్యం, కంపన పరిమితి, పౌనఃపున్యం, తరంగ వేగం మొదలైన వాటి ఆధారంగా వివరిస్తాము. ఇది ద్రవ్యాన్ని కాక శక్తిని మాత్రమే అభిగమనం చేస్తుంది. తరగం, కణంలా ఒకే చోట ఉండదు. ఇది అంతరాళంలో విస్తరించి ఉంటుంది. వివిధ పరిస్థితులలో ఒకే పదార్థం కణంగానూ, తరంగంగానూ ప్రవర్తించే గుణాన్ని తరంగ-కణ ద్వంద్వ స్వభావం అంటారు. డి బ్రోగ్లీ వాదన సరళమైంది. ప్రకృతి సరళత్వాన్ని, సౌష్ఠవాన్ని ఇష్టపడుతుంది. కొన్నిసార్లు తరంగంగాను, మరి కొన్నిసార్లు కణంగాను ఉంటుంది కాబట్టి ద్రవ్యం కూడా అలాగే ఉండాలి. మీరు ద్రవ్య తరంగాల గురించి 25.4 విభాగంలో తెలుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

- కాంతి విద్యుత్ ఫలిత వివరణ
- కాంతి విద్యుత్ ఫలితాన్ని వివరించే ప్రయోగ అమరిక
- కాంతి విద్యుత్ ఉద్గార నియమాల వివరణ
- వికిరణ పౌనఃపున్యం మరియు మందక శక్మం (retarding potential) ల మధ్య గ్రాఫ్ అర్థ వివరణ.
- p ద్రవ్యవేగం గల కణ సహచర్యంలో ఉన్న డి బ్రోగ్లీ ద్రవ్య తరంగం యొక్క తరంగదైర్ఘ్యాన్ని వ్రాయడం.
- ద్రవ్య తరంగాలను సరిచూసే ప్రయోగ అమరిక.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. V_0 నిరోధక పొటెన్షియల్ అయితే, ఆపబడిన ఎలక్ట్రానుల వేగం V తో అది ఏ విధంగా సంబంధం కలిగి ఉంటుంది ?

జ: $\frac{1}{2}mV^2 = eV_0$

ఇక్కడ e = ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశం

m = ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి

2. లోహపు తలం నుండి ఎలక్ట్రాన్‌ని తీసివేయుటకు కావలసిన శక్తిని ఏమంటారు?

జ: లోహపు తలం నుండి ఎలక్ట్రాన్‌ని తీసివేయుటకు కావలసిన శక్తిని పని ప్రమేయం అంటారు.

3. నిరోధక పొటెన్షియల్ అంటే ఏమిటి?

జ: ఏదేని ఒక పౌనఃపున్యంతో కాంతి పతనమైనప్పుడు ఏ కనిష్ఠ మందశక్మము వద్ద కాంతి విద్యుత్ శూన్యం అవుతుందో, ఆ శక్మాన్ని, ఆ పౌనఃపున్యం నిరోధక పొటెన్షియల్ V_0 అంటారు.

4. ఫోటో ఎలక్ట్రానుల ఆరంభ పౌనఃపున్యం ఏమిటి?

జ: లోహ ఉపరితలం నుంచి ఎలక్ట్రాన్ బయటకు రావడానికి పతన వికిరణానికి ఉండవలసిన కనీస పౌనఃపున్యాన్ని ఆరంభ పౌనఃపున్యం అంటారు.

5. పతన కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం పెరిగితే ఫోటో కాంతి ఎలక్ట్రాన్ వేగం ఏమవుతుంది ?

జ. పతన కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం పెరిగితే ఫోటో కాంతి ఎలక్ట్రాన్ వేగం తగ్గుతుంది.

6. కాంతి – విద్యుత్ ఫలితం అంటే ఏమిటి?

జ. అభిలక్షణ పౌఃపున్యం కంటే ఎక్కువ పౌనఃపున్యం ఉన్న కాంతితో లోహాలను వికిరణం చెందించినప్పుడు వాటి నుండి ఎలక్ట్రానులు ఉద్గారం చెందడాన్ని కాంతి విద్యుత్ ఫలితం అంటారు.

7. డీబ్రోగ్లీ తరంగాలు అంటే ఏమిటి?

జ. ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటానులు, న్యూట్రాన్‌లు వంటి కణాలు ద్వంద్వ స్వభావాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. అంటే కణ స్వభావాన్ని, తరంగ స్వభావాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. కణాలతో సాహచర్యం గల తరంగాలను ద్రవ్య తరంగాలు అంటారు. డీబ్రోగ్లీ ద్రవ్య తరంగాల తరంగదైర్ఘ్యం $\lambda = \frac{h}{P}$ ఉంటుందని కనుక్కొన్నాడు. h ప్లాంక్ స్థిరాంకం మరియు P కణం ద్రవ్యవేగం.

8. డీబ్రోగ్లీ తరంగ స్వభావం నిత్య జీవితంలో ఎందుకు కనిపించదు ?

జ. డీబ్రోగ్లీ తరంగదైర్ఘ్యం $\lambda = 6.63 \times 10^{-34}$ మీ. ఈ చిన్న తరంగదైర్ఘ్యం గల తరంగాలలో వివర్తన ఫలితాలను పొందడం చాల కష్టం. అనగా λ విలువ అతి స్వల్పం. అందువల్ల తరంగదైర్ఘ్యం చూడనలవి కాదు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కాంతి – విద్యుత్ ఫలితము నియమాలను తెలపండి ?

జ.
- ఫోటో ఎలక్ట్రాన్ గరిష్ఠవేగం, పతన కాంతి పౌనఃపున్యంతో పెరుగుతుంది. ఇది ఉద్గారమయ్యే లోహపు ధర్మాలపై అధారపడి ఉంటుంది.
- ఫోటో ఎలక్ట్రాన్ గరిష్ఠవేగం పతనకాంతి తీవ్రతపై ఆధారపడదు.
- ప్రతి లోహానికి ఒక ఆరంభ పౌనఃపున్యం ఉంటుంది. దీని కంటె తక్కువ పౌనఃపున్యంలో ఫోటో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉద్గారమవవు.
- ఒక నిర్దిష్ట పౌనఃపున్యానికి ఏక ప్రమాణ వైశాల్యాలు గల తలం నుండి ఉద్గారమయ్యే ఫోటో ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య, పతన కాంతి తీవ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
- పతనకాంతి లోహంపై పడటం మరియు దాని నుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉద్గారమవ్వడంలో కాల విలంబన ఉండదు $(-10^{-9}\ s)$. ఇంకో విధంగా చెప్పాలంటే ఫోటో విద్యుత్ ఉద్గారమనేది తత్కాలమైన ప్రక్రియ.

2. ఫోటో – విద్యుత్ ఘటం అనువర్తనాలు రాయండి?

జ. కాంతి శక్తిని విద్యుత్‌గా మార్చే అన్ని ప్రక్రియల్లో ఫోటో విద్యుత్ ఘటం యొక్క అనువర్తనాలు ఉంటాయి.

i) **సినిమాటోగ్రాఫిలో ధ్వనిని ప్రత్యుత్పాదన చేయడంలో** సినిమా ఫిల్మ్‌లో ధ్వనిని ప్రత్యుత్పత్తి చేయడం ఫోటో విద్యుత్ ఘటం యొక్క ముఖ్య ఉపయోగాల్లో ఒకటి. ఫిల్మ్‌పై ధ్వని పట్టీ, ఏకరీతి వెడల్పుతో, ధ్వని పౌనఃపున్యంలో మార్పుల కనుగుణంగా మారుతున్న తీవ్రతగల పట్టీ. కాంతి ఈ పట్టీ గుండా ప్రసరించి ఫోటో విద్యుత్ ఘటంలోని కాథోడ్ మీద పడుతుంది. శ్రావ్యత పౌనఃపున్యాల మార్పులపైన వలయంలో ఏర్పడే విద్యుత్‌లో కలిగే మార్పులు ఆధారపడి ఉంటాయి. ఈ విద్యుత్‌ను నిరోధకం ద్వారా ప్రవహించేలా చేస్తారు. నిరోధకం మీది వోల్టేజిని వర్ధనం చేసి దాన్ని లౌడ్ స్పీకర్ (loud speaker) కు అనుసంధానం చేస్తారు. ధ్వని పట్టిపై రికార్డు చేసిన ధ్వనిని లౌడ్‌స్పీకర్ ప్రత్యుత్పాదన చేస్తుంది. దీని గురించి మరికొంత ఫోటోగ్రఫి, వీడియో రికార్డింగుల పాఠంలో తెలుసుకొంటారు.

ii) **చిత్రాలను దూర ప్రాంతాలకు ప్రసారం చేయుటకు:** ఫోటో విద్యుత్ నాళాలను చిత్రాలను దూర ప్రాంతాలకు ప్రసారం చేసే వ్యవస్థలో వాడతారు. దీన్ని ఫోటో టెలిగ్రఫీ (photo telegraphy) అంటారు.

iii) **వేరే ఉపయోగాలు:** వస్తువులను, జీవాలను గణించే వ్యవస్థల్లో ఫోటో విద్యుత్ నాళాలను వాడతారు. వీటిని బర్‌గులర్ అలారం (Burglar alaram) ఫైర్ అలారం (Fire alarm) ట్రాఫిక్ నియమాలను ఉల్లంఘించే వారిని పట్టుకొను పరికరాల్లో, టెలివిజన్ కెమెరాల్లో స్కానింగ్ కోసం, సన్నివేశాలను ప్రసారం చేయుటకు, పరిశ్రమల్లో లోహాల్లో లోపాలను కనుగొనుటకు వాడతారు.

3. డీబ్రోగ్లీ సిద్ధాంతాన్ని వివరించండి.

జ. సాధారణ కణాలైన ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్‌లు కూడా కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భాల్లో తరంగ స్వభావాన్ని వ్యక్తపరుస్తాయి.

కాంతి అనేది విద్యుదయస్కాంత వికిరణం. అది తరంగ కణ ద్వంద్వ స్వభావం కలిగి ఉంటుంది. అందువల్ల ఐన్‌స్టీన్ ప్రతిపాదించిన ద్రవ్యరాశి – శక్తి ($E = mc^2$) సమీకరణం కాంతిని క్వాంటీకరించిన ఫోటాన్ కణంగా భావిస్తుంది. ఈ సమీకరణం నిజం అవ్వాలంటే కణం కూడా తరంగ రూపం కలిగి ఉండాలి. అందువల్ల ద్రవ్య తరంగాల తరంగదైర్ఘ్యం, పౌనఃపున్యాలను, ద్రవ్యవేగాన్ని, శక్తిని కనుగొనడం ద్వారా (ఫోటాన్‌లలో మాదిరిగానే) కనుగొనచవచ్చు అని డీబ్రోగ్లీ ప్రతిపాదించాడు. P కణ ద్రవ్యవేగం λ తరంగదైర్ఘ్యం, $E = Pc$ అయిన

$$\lambda = \frac{h}{P}$$

అటువంటి కణ ద్రవ్యవేగం $P = mv$ కాబట్టి

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

λ ను డీ బ్రోగ్లీ తరంగదైర్ఘ్యం అంటారు తరంగ కణ ద్వంద్వ స్వభావాలను తెలిపే పూర్తి సమీకరణం. అంటే P ద్రవ్యవేగం గల కణం తరంగ ధర్మాలను కలిగి ఉంటుంది. మరియు దానితో కలిసి ఉన్న తరంగదైర్ఘ్యం $\frac{h}{P}$. దీని విలోమం కూడా సత్యమే.

4. $h\gamma = E_0 + K_{max}$ అనే ఐన్‌స్టీన్ సంబంధం వివరించండి ?

జ. 1905 సంవత్సరంలో ఐన్‌స్టీన్ కాంతి విద్యుత్ ఫలితానికి సరళమైన, విప్లవాత్మకమైన వివరణ ఇచ్చాడు. కాంతి చాలా శక్తిగల ఫోటాన్‌ల సమూహం అని ఊహించాడు. కట్టివేసిన ఎలక్ట్రాన్ మరియు ఫోటాన్‌ల మధ్య అభిఘాతాలవల్ల కాంతి విద్యుత్ ఫలితం జరుగుతుందని భావించాడు.

ఏకమాత్ర ఫోటాన్ శక్తి

$E = h\nu$

ఇక్కడ ν పతన కిరణ పౌనఃపున్యం మరియు h ప్లాంక్ స్థిరాంకం.

$h\nu$ శక్తిగల ఫోటాన్ ఒక లోహపు ఉపరితలంపై పతనమైనది అనుకుందాం. లోహం నుండి ఎలక్ట్రాన్ బయటకు వచ్చుటకు కావలసిన శక్తి E_0. దీన్ని వాహకం యొక్క పని ప్రమేయం (work function) అంటారు. వాహక పని ప్రమేయం అనేది, ఆ వాహక ఉపరితలం నుండి ఎలక్ట్రాన్ బయటికి వచ్చుటకు అవసరమైన కనిష్ఠ శక్తి.

ఒక ఫోటాన్ కొంత శక్తి $(E > E_0)$తో లోహ ఉపరితలాన్ని తాకినప్పుడు మొత్తం శక్తి E లో E_0 భాగం శక్తి లోహపు ఉపరితలం నుండి ఎలక్ట్రాన్‌ను బయటకు రావడానికి ఉపయోగపడుతుందని అనుకుందాం. ఈ శక్తిలో తేడా $(E - E_0)$ అనగా మిగిలిన శక్తి ఎలక్ట్రాన్‌కు గతిజశక్తి రూపంలో ఇవ్వబడుతుంది. (అభిఘాతాల వల్ల ఎలక్ట్రాన్ లోహ ఉపరితలం నుండి బయటికి వచ్చునప్పుడు కొంత శక్తిని కోల్పోతుంది). దీన్ని కింది సమీకరణంలో వ్రాయవచ్చు.

$$h\nu = E_0 + k_{max}$$

5. ఒక లోహ పని ప్రమేయం 2.5 eV. 3000Å తరంగదైర్ఘ్యం గల వికిరణం ఆ లోహంపై పతనమయినప్పుడు ఉద్గారమయిన ఎలక్ట్రానుల గరిష్ఠ గతిశక్తి ఎంత?

$(h = 6.63 \times 10^{-34} J, \quad C = 3 \times 10^{8} ms^{-1})$

జ. $W_0 = 2.5eV = 2.5 \times 1.6 \times 10^{-19} = 4.0 \times 10^{-19}$ J

$\lambda = 3000Å = 3000 \times 10^{-19}$m.

$h\gamma - W_0 = K_{max}$

$$\frac{hc}{\lambda} - W_0 = K_{max}$$

$$\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3000\times10^{-10}}-4.0\times10^{-19}=K_{max}$$

$$6.63\times10^{-19}-4.0\times10^{-19}=K_{max}\Rightarrow K_{max}=2.23\times10^{-19}\text{ J.}$$

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కాంతి విద్యుత్ ఫలితం అంటే ఏమిటి? కాంతి విద్యుత్ ఫలితం నియమాలను తెలపండి ? ఐన్‌స్టీన్ కాంతి విద్యుత్ సమీకరణం రాబట్టండి ?

జ. అభిలక్షణ పౌనఃపున్యం కంటే ఎక్కువ పౌనఃపున్యం ఉన్న కాంతితో లోహాలను వికిరణం చెందించినప్పుడు వాటి నుండి ఎలక్ట్రానులు ఉద్గారం చెందడాన్ని కాంతి విద్యుత్ ఫలితం అంటారు.

కాంతి విద్యుత్ ఫలితం నియమాలు

కాంతి విద్యుత్ ఫలితం యొక్క నియమాలు కింద తెలపబడినాయి.

i) ఎంచుకున్న లోహ ఉపరితలానికి ఒక నిర్ధిష్ట విలక్షణ ఆరంభ పౌనఃపున్యం (γ_0) ఉంటుంది. పతన వికిరణం పౌనఃపున్యం విలువ (γ), γ_0 కంటే తక్కువయినప్పుడు పతన కాంతి తీవ్రత ఎంత ఉన్నా కాంతి విద్యుత్ ప్రభావముండదు.

ii) కాంతి ఎలక్ట్రాన్‌ల గతిశక్తి (వేగం) పతన కాంతి పౌనఃపున్యంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కాని పతన కాంతి తీవ్రతపై ఆధారపడి ఉండదు. అంతేకాక కాంతి ఎలక్ట్రాన్‌ల గతిశక్తి పతన కాంతి పౌనఃపున్యానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

iii) ఎంచుకున్న పతనకాంతి పౌనఃపున్యానికి, కాంతి విద్యుత్ ప్రవాహం విలువ పతన కాంతి తీవ్రతతో కొంతవరకు పెరుగుతుంది. కాని విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పతన కాంతి పౌనఃపున్యంపై ఆధారపడి ఉండదు.

కాంతి విద్యుత్ ప్రభావాన్ని విద్యుదయస్కాంత తరంగ సిద్ధాంతంతో వివరించలెం కాని క్వాంటమ్ సిద్ధాంతంను ఉపయోగించి వివరించవచ్చు. క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం ప్రకారం శక్తి క్వాంటమ్ ($h\gamma$) లలో విడుదలవుతుంది. γ పౌనఃపున్యం గల పతనకాంతి వికిరణం $h\gamma$ శక్తిగల ఫోటాన్‌లను కలిగి ఉంటుంది. ఈ కాంతి లోహతలంపై పతనమయినప్పుడు దానిలోని స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు అభిఘాతం చెందుతాయి. ఈ ప్రక్రియలో ఒక ఫోటాన్ తన మొత్తం శక్తిని లోహ ఉపరితలం మీద ఎలక్ట్రానుకు ఇస్తుంది. ఆ ఎలక్ట్రాన్ ఆ మొత్తం శక్తిని ఫోటాన్ నుంచి శోషించి W_0 పని చేసి లోహ ఉపరితలం నుంచి బయటకు వస్తుంది. మిగిలిన శక్తి ($h\gamma - W_0$) బయటకు విడుదలయిన ఎలక్ట్రాన్ గరిష్ఠ గతిశక్తిగా మారుతుంది.

ఫోటో ఎలక్ట్రాను యొక్క గరిష్ఠ శక్తి, $K_{max} = h\gamma - W_0$.

ఫోటో ఎలక్ట్రాను గరిష్ఠ వేగం V_{max}, ద్రవ్యరాశి m అయితే

$$\frac{1}{2} mV_{max}^2 = h\gamma - W_0$$

పై సమీకరణంలో W_0 ను పని ప్రమేయం అంటారు. పై సమీకరణంను ఐన్‌స్టీన్ కాంతి విద్యుత్ సమీకరణం అంటారు.

2. ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోపులో సాధారణంగా వాడబడే పరిజ్ఞానం ఏమిటి? ప్రసార ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోపు పనిచేసే విధానమును వివరించండి.

జ. ఎలక్ట్రాన్‌లకు సంబంధించిన డిబ్రోగ్లీ తరంగదైర్ఘ్యాన్ని తగ్గించిన పృథక్కరణం మరియు ఆవర్ధకాన్ని గరిష్ఠంగా సాధించవచ్చు. ఈ పరిజ్ఞానాన్ని ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్‌లో వాడతారు.

ప్రసార ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ (Transmission Electron Microscope - TEM) మొదటి ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్. ఇది కాంతి బదులుగా ఎలక్ట్రాన్ పుంజాన్ని వాడడం తప్ప దృశా మైక్రోస్కోప్ లాగానే పనిచేస్తుంది. దీనిని 1931 సంవత్సరంలో మాక్స్‌వెల్ (Maxwell) మరియు ఎర్నెస్ట్ రుసుకా (Ernst Ruska) జర్మనీలో ఆవిష్కరించారు.

TEM స్లైడ్ ప్రొజెక్టర్ (projector) లాగా పనిచేస్తుంది. ప్రొజెక్టర్ కాంతిపుంజాన్ని స్లైడ్‌పైకి పంపిస్తుంది. స్లైడ్‌పై ఉన్న నిర్మాణాలు మరియు వస్తువులవల్ల కాంతిలో కొంత భాగం నిరోధించబడి మిగతా కాంతిలో కొంత భాగం స్లైడ్‌వల్ల నిరోధించబడి, మిగిలిన కాంతి మాత్రమే ప్రసారమవుతుంది. దీన్ని తెరపై ప్రసరింపచేయడం ద్వారా స్లైడ్ యొక్క పెద్దదైన ప్రతిబింబాన్ని చూడవచ్చు.

TEM లు ఎలక్ట్రాన్‌లను నమూనా గుండా ప్రకాశింపచేయడం తప్ప పై విధంగానే పనిచేస్తాయి. స్లైడ్ ద్వారా బయటికి ప్రసారమైన ఎలక్ట్రాన్‌లను ఫాస్ఫరస్ తెరపై ప్రక్షేపకం చేసి చూపిస్తారు.

ఎలక్ట్రాన్ గన్ ఏకవర్ణ ఎలక్ట్రాన్ ధారను ఏర్పరుస్తుంది. ఈ ధారను రెండు సంగ్రహ కటకాల సహాయంతో చిన్నని, సన్నని, సంబద్ధ పుంజంగా మారుస్తారు. మొదటి కటకం (బిందు రూపంలో ఉన్న స్క్రూతో మారుస్తారు) బిందు పరిమాణాన్ని నిర్ధారిస్తుంది. రెండవ కటకం (తీవ్రత లేదా ద్యుతి స్క్రూతో మారుస్తారు) నమూనాపై బిందు పరిమాణాన్ని మారుస్తుంది. విక్షిప్త ధారను సన్నని చుక్కలాంటి బిందువుగా మారుస్తుంది. దృశాక్షానికి దూరంగా ఎక్కువ కోణంతో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లను కండెన్సర్ అపర్చర్‌ను (condenser aperture) వాడడం ద్వారా కట్టుబాటు చేస్తారు. ఈ ధార నమూనాను తాకే కొంత భాగం వెలువడుతుంది.

వస్తు కటకంలో ప్రసారిత భాగాన్ని కేంద్రీకరిస్తారు. selected area metal aperture ద్వారా ధారను కట్టుబాటు చేస్తారు. ఎక్కువ కోణాల్లోని ఎలక్ట్రాన్‌ల వివర్తనాన్ని ఆపుట ద్వారా వస్తుకటక అపర్చర్ ద్యుతిని పెంచుతుంది. లోహ అపర్చర్ నమూనాలోని అణువుల అమరికవల్ల జరిగే ఆవర్తన వివర్తనాన్ని పరిశీలించడానికి ఉపయోగపడుతుంది. మాధ్యమిక మరియు ప్రక్షేపక కటకాల ద్వారా పోతూ ప్రతిబింబం వృద్ధి చెందుతుంది.

ప్రతిబింబం ఫాస్ఫరస్ తెరను తాకిన చోట కాంతి ఉత్పత్తి అవుతుంది. తద్వారా మనం ప్రతిబింబాన్ని చూడవచ్చు. చీకటి ప్రాంతంగల ప్రతిబింబ భాగం తక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రసారమును, కాంతివంతమైన ప్రాంతంగల భాగం ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రసారాన్ని సూచిస్తుంది.

26 కేంద్రకాలు మరియు రేడియోధార్మికత

ద్రవ్య నిర్మాణంలో వాడిన అతిచిన్న పలక పరమాణువు అని మనం తెలుసుకొన్నాం. పరమాణువు న్యూక్లియస్ అనడే చిన్న అంతర్భాగం (కేంద్రకం) ను కలిగి ఉంటుంది. దాని చుట్టూ కొన్ని నిర్ణీత కక్ష్యల్లో ఎలక్ట్రాన్‌లు తిరుగుతుంటాయి. చిన్నదైనా కేంద్రకం సంక్లిష్టమైనది. దీని గురించి మీరు మరింత తెలుసుకోవాలనుకుంటున్నారు కదా! 19 శతాబ్దం చివరలో సహజ రేడియో ధార్మికతను కనుగొనే ప్రయత్నంలో నుండి న్యూక్లియస్‌ల భౌతికశాస్త్రాన్ని అర్థంచేసుకోవడం ప్రారంభమైంది. స్థిరత్వాన్ని పొందడానికి పరమాణు కేంద్రకం విఘటనం చెందడాన్ని సహజ రేడియో ధార్మికత అంటారు. ఈ ఆవిష్కరణ కేంద్రక నిర్మాణాన్ని కనుక్కోవడానికి కావలసిన పరిజ్ఞానాన్ని అందించింది. దాని పరిమాణం, ద్రవ్యరాశి ఎంత? దీనిలో ఏముంటుంది? ఇది తయారుకావడానికి వాడిన కణాలను ఏ బలాలు కట్టి ఉంచాయి?ఎందుకు? లాంటి ప్రశ్నలకు సమాధానాలు కనుక్కుందాం.

పరమాణువులో ఏముందో చూడడానికి గిగల్ మరియు మార్స్‌డెన్ వాడిన $\alpha-$కణాలను $^{214}B_i$ అనే సహజ రేడియో మూలకం నుండి పొందారు. ఈ పరిశోధనలు చాలా ఫలవంతమయి కొత్త పరిశోధనలకు దారితీసాయి. కొద్ది కాలంలోనే కొత్త పరమాణు భౌతికశాస్త్రం ఆవిర్భవించి శాస్త్ర పురోగతిని మార్చివేసింది. వీటి గురించి ఇప్పుడు తెలుసుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠాన్ని చదివిన తరవాత కింది విషయాలను మీరు తెలుసుకొంటారు.

- వివిధ పరమాణువులలో ఉన్న న్యూట్రాన్లు మరియు ప్రోటాన్ల సంఖ్య కనుక్కోవడం.
- పరమాణు పరిమాణాన్ని కనుక్కోవడం.
- నూక్లియాన్‌ల మధ్య ఉండే బలాల స్వభావాన్ని వివరించడం.

- ద్రవ్యరాశి లోపం మరియు బంధన శక్తులను వివరించడం.
- రేడియో ధార్మికత దృగ్విషయాన్ని వివరించడం మరియు మూడు రకాలైన రేడియోధార్మిక వికిరణాలను గుర్తించడం.
- ఒక నమూనాలో రేడియోధార్మికత వృద్ధి మరియు క్షయం నియమాలను వివరించండం.
- రేడియో ధార్మిక పదార్థం యొక్క అర్ధ జీవితకాలం మరియు క్షయ స్థిరాంకాలను కనుక్కోవడం.
- వివిధ రంగాల్లో రేడియోధార్మికత అనువర్తనాలను వివరించడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఐసోబార్‌లు, ఐసోటోప్‌లు అంటే ఏమిటి?

జ: ఒకే ద్రవ్యరాశి సంఖ్య (A) విలువ కలిగి వేరువేరు పరమాణు సంఖ్య (Z) విలువలు గల పరమాణువులను ఐసోబార్‌లు అంటారు.

ఒకే పరమాణు సంఖ్య (Z) విలువ కలిగి వేరువేరు ద్రవ్యరాశి సంఖ్య (A) విలువలు గల పరమాణువులను ఐసోటోప్‌లు అంటారు.

2. $^{238}_{92}U$ పరమాణులోని ప్రోటాను, న్యూట్రాను మరియు న్యూక్లియాన్‌ల సంఖ్యను కనుక్కోండి.

జ: $^{238}_{92}U$ యురేనియంకు సంకేతం. దీనిలో 92 ప్రోటాన్లు, 238 న్యూక్లియాన్‌లు ఉన్నాయి.

పరమాణు సంఖ్య, $Z = 92$ = ప్రోటాన్ల సంఖ్య

ద్రవ్యరాశి సంఖ్య, $A = 238$ = ప్రోటాన్లు + న్యూట్రాన్లు

= న్యూక్లియాన్‌ల సంఖ్య.

న్యూట్రాన్ల సంఖ్య = $A - Z = 238 - 92 = 146$.

3. ఒక న్యూక్లియాన్ బంధనశక్తి – ద్రవ్యరాశి సంఖ్య వక్రం ఏఏ దృగ్విషయాలను వివరించడంలో ఉపయోగపడుతుంది?

జ: కేంద్రక విచ్ఛిత్తి, కేంద్రక సంలీనాలనే దృగ్విషయాలను వివరించడంలో ఒక న్యూక్లియాన్ బంధన శక్తి ద్రవ్యరాశి సంఖ్య వక్రం ఎంతో ఉపయోగపడుతుంది.

4. రేడియో ధార్మిక క్షయం నియమంను తెలపండి ?

జ: ఒక సెకనుకు విఘటనం చెందే రేడియో ధార్మిక పరమాణువుల సంఖ్య ఆ క్షణంలో ఉన్న రేడియోధార్మిక పరమాణువుల సంఖ్యకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. దీనినే రేడియోధార్మిక క్షయం నియమం అంటారు.

5. అర్ధజీవిత కాలంను నిర్వచించండి ?

జ. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం యొక్క రేడియో ధార్మిక కేంద్రకాలు తమ తొలి కేంద్రకాల సంఖ్యలో సగం కావడానికి పట్టే కాలాన్ని ఆ రేడియో ధార్మిక పదార్థం యొక్క అర్ధజీవిత కాలం ($T_{\frac{1}{2}}$) అంటారు.

6. కేంద్రక బలాల రెండు ప్రధానమైన లక్షణాలను పేర్కొనండి ?

జ. (i) కేంద్రక బలం ఒక ఆకర్షణ బలం మరియు ఈ బలం ప్రకృతిలోని ప్రాథమిక బలాలన్నింటిలో కెల్లా బలమైంది.

(ii) కేంద్రక బలం అల్పవ్యాప్తి బలం.

7. ఒక మూలకం యొక్క వివిధ ఐసోటోపులు ఒకే రసాయనిక ధర్మాలను ఎందుకు కలిగి ఉంటుంది ?

జ. ఒక మూలకం యొక్క ఐసోటోపులు, ఎలక్ట్రానులను సమాన సంఖ్యలో కలిగి ఉంటాయి. రసాయనిక ధర్మాలు ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యపైనే ఆధారపడి ఉంటాయి. కనుక, ఐసోటోపులు ఒకే రసాయనిక ధర్మాలను కలిగి ఉంటాయి.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ద్రవ్యరాశిలోపం, బంధన శక్తులంటే ఏమిటి? వాటి మధ్య సంబంధాన్ని తెలపండి ?

జ. ఏదైనా మూలకంలో కేంద్రకంలోని విడివిడి ప్రోటాన్ల, న్యూట్రాన్ల మొత్తం ద్రవ్యరాశి కంటే కేంద్రకం ద్రవ్యరాశి ఎప్పుడూ తక్కువగానే ఉంటుందని కనుగొన్నారు. ఒక కేంద్రకంలోని అన్ని న్యూక్లియాన్‌ల మొత్తం ద్రవ్యరాశి, కేంద్రకం యొక్క వాస్తవ ద్రవ్యరాశికి మధ్యబేధాన్ని ద్రవ్యరాశి లోపం అంటారు. దీనిని Δm తో సూచిస్తారు. ఐన్‌స్టీన్ ద్రవ్య–శక్తి తుల్యతా నియమం ప్రకారం ద్రవ్యరాశిలోపానికి తుల్యమైన శక్తి విడుదలవుతుంది. ఈ శక్తినే కేంద్రక బంధన శక్తి అంటారు. కాబట్టి ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు కలిపి ఒక కేంద్రకంగా ఏర్పడటంలో విడుదలయ్యే శక్తిని బంధనశక్తిగా నిర్వచించవచ్చు. బంధన శక్తిని ΔEతో సూచిస్తారు. గణిత శాస్త్ర పరంగా $^{A}_{Z}X$ గా సూచింపబడ్డ పరమాణువుకు న్యూక్లియాన్‌ల ద్రవ్యరాశుల మొత్తం

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)\, m_n] - M$$

ఇక్కడ M కేంద్రకం వాస్తవ ద్రవ్యరాశి.

ద్రవ్యరాశి లోపానికి తుల్యమైన శక్తిని ద్రవ్య – శక్తి తుల్యతా నియమాన్ని ఉపయోగించి కనుక్కోవచ్చు.

$$\Delta E = \Delta m\, C^2 \text{ J.}$$

2. కేంద్రక బలాల అభిలక్షణ ధర్మాలను నాలుగింటిని రాయండి.

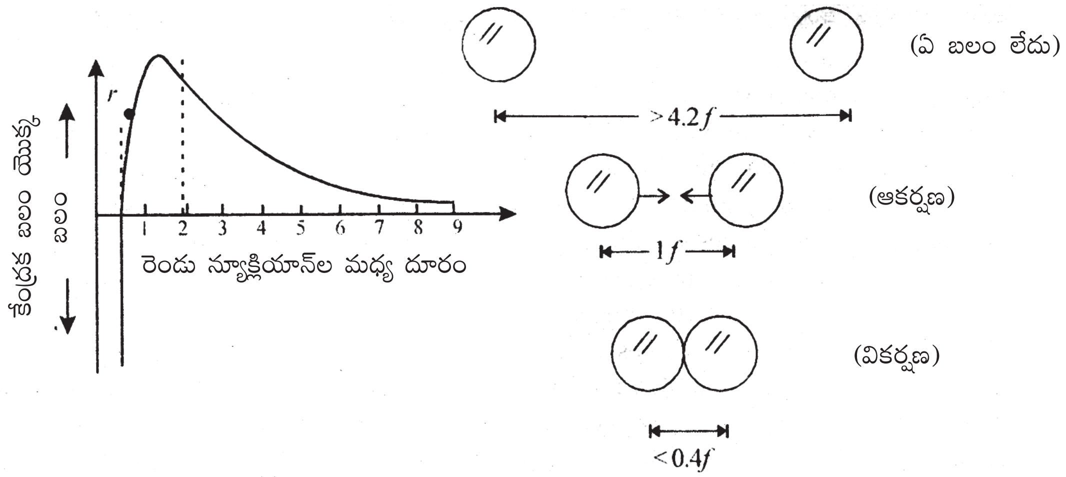
జ. కేంద్రకంలో న్యూక్లియాన్లను కలిపి ఉంచే బలాన్ని కేంద్రక బలం అంటారు. ఈ బలం ఆకర్షణ బలం.

(i) కేంద్రక బలం ఆకర్షణ బలం మరియు ప్రకృతిలోని ప్రాథమిక బలాలన్నింటిలో కెల్లా బలమయినది.

(ii) కేంద్రక బలం అల్ప వ్యాప్తి బలం. న్యూక్లియన్ల మధ్యదూరం పెరిగే కొద్దీ వాటి మధ్య పనిచేసే కేంద్రక బలం త్వరితంగా పడిపోతుంది.

(iii) కేంద్రక బలం న్యూక్లియాన్ల విద్యుదావేశంపై ఆధారపడదు.

(iv) కేంద్రక బలం పూర్తి కేంద్రీయ బలం కాదు కేంద్రక బలం ఒక టెన్సార్ బలం.



(a) (b)

3. ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు 8 మరియు 64 కలిగిన కేంద్రకాల వ్యాసార్థాలను పోల్చండి ?

జ. $R = r_0\ A^{\frac{1}{3}}$

$R_1 = r_0\ (8)^{\frac{1}{3}},\ \ R_2 = r_0\ (64)^{\frac{1}{3}}$

$$\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{8}{64}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

కేంద్రకాల వ్యాసార్థాల నిష్పత్తి 1:2.

4. α - కిరణాల ధర్మాలను రాయండి ?

జ. α కణాలు (^4_2He) హీలియం కేంద్రకాలు. ఇది ద్విగుణ అయనీకృత (doubly ionised) హీలియం పరమాణువుకు సమానం. ఇది రెండు ప్రోటాన్లు, రెండు న్యూట్రాన్లను కలిగి ఉంటుంది. ఈ కణాల వివరణాత్మకమైన అభ్యాసం ద్వారా ఈ కింది ధర్మాలను చెప్పవచ్చు.

- ఆవేశ పూరిత కణాలు కావడంవల్ల ఇవి విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్రాల్లో అపవర్తనం చెందుతాయి.
- జింక్ సల్ఫైడ్ (Zinc sulphide) బేరియం ప్లాటినో సైనైడ్ (Barium platino cyanide) లాంటి పదార్థాలలో ప్రతిదీప్తిని కలగచేస్తాయి. ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్‌ను ప్రభావితం చేస్తాయి. కొన్ని మూలకాల్లో రేడియోధార్మికతను ప్రేరితంచేసి, కేంద్రక చర్యలను కలగచేస్తాయి.

- వీటి అయనీకరణ సామర్థ్యం చాలా ఎక్కువ. గాలిలో ప్రయాణిస్తున్న ఒక α కణం శోషణం చెందుటకు పూర్వం ఎన్నోవేల వాయు పరమాణువులను అయనీకరణం చేస్తాయి.
- వీటికి ఘనపదార్థాల్లో చొచ్చుకుపోయే శక్తి తక్కువ. ఇవి పలుచని లోహ పట్టికల చేత పరిక్షేపణ చెందుతాయి. 0.02 mm మందం గల అల్యూమినియం రేకులతో వీటిని ఆపవచ్చు.
- రేడియో ధార్మిక పదార్థాల నుండి వెలువడిన α కిరణాల శక్తి ఉద్గార కేంద్రకం అభిలక్షణం. ఇది 1.4×10^7 ms^{-1} నుండి 2.05×10^7 ms^{-1} మారుతున్న వేగాలకు అనురూపంగా ఉంటుంది.

5. β - కిరణాల ధర్మాలను పేర్కొనండి ?

జ. β కణాలు రుణ మరియు ధనావేశాలు కలిగి ఉంటాయి. న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్‌గా, ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్‌గా మారే ప్రక్రియలో కేంద్రకం నుండి ఉత్పన్న మవుతాయి. మరింత అభ్యాసం ద్వారా ఈ కింది ధర్మాలను చెప్పవచ్చు.

- ఆవేశపూరిత కణాలు కావడంవల్ల ఇవి విద్యుత్, ఆయస్కాంత క్షేత్రాల్లో ఆవర్తనం చెందుతాయి.
- జింక్ సల్ఫైడ్, బేరియం ప్లాటినో సైనైడ్ లాంటి పదార్థాల్లో ప్రతిదీప్తిని కలగచేస్తాయి. ఫోటోగ్రఫిక్ ప్లేటును ప్రభావితం చేస్తాయి.
- α కణాలకంటే చాలా తక్కువగా వాయు పరమాణువులను అయనీకరణం చేందిస్తాయి.
- రుణావేశిత β కణాలు కొన్ని మి.మీ. అల్యూమినియం పలకల గుండా చొచ్చుకుపోతాయి. ఇది α కణాలకన్నా 100 రెట్లు ఎక్కువ చొచ్చుకుపోయే శక్తిని కలిగి ఉంటాయి.
- రుణ β కణాల సగటు శక్తులు 2 MeV నుండి 3 MeV లమధ్య ఉంటాయి. తక్కువ ద్రవ్యరాశి వల్ల వీటి వేగాలు 0.33 c నుండి 0.988 c మధ్య ఉంటాయి. ఇక్కడ c కాంతి వేగం.

6. γ - కిరణాల ధర్మాలను పేర్కొనండి ?

జ. γ –కిరణాలు ఎక్కువ పౌనఃపున్యంగల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు, ఇవి విద్యుదయస్కాంత తరంగాల శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. కింది ధర్మాల ఆధారంగా వీటి అభిలక్షణాలను తెలపవచ్చు.

- ఇవి విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాల్లో అపవర్తనం చెందవు. స్వేచ్ఛాంతరాళంలో (free space) ఇవి కాంతి వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి.
- వీటి చొచ్చుకు పోయే శక్తి α, β కణాలు కన్నా ఎక్కువ. ఇవి కొన్ని సె.మీ మందంగల ఇనుము మరియు సీసం పలకల గుండా చొచ్చుకుపోగలవు.
- α, β కణాల కన్నా వీటి అయనీకరణ సామర్థ్యం తక్కువ.
- ఇవి పదార్థాలతో ప్రతిదీప్తిని కలగచేస్తాయి మరియు ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్లను ప్రభావితం చేస్తాయి.
- α –కిరణాలు లోహ తలంపై పడినప్పుడు ఆ తలం నుండి ఎలక్ట్రాన్‌లను వెలువరిస్తాయి. మరియు తలాన్ని వేడిచేస్తాయి. దృఢ γ –కిరణాలు (ఎక్కువ శక్తి γ –కిరణాలు)ను రేడియో థెరపీలో వాడతారు.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం యొక్క విఘటన స్థిరాంకం అనే పదాన్ని అర్థజీవితకాలాన్ని నిర్వచించండి. విఘటన స్థిరాంకం అర్థజీవిత కాలాల మధ్యగల సంబంధాన్ని ఉత్పాదించండి ?

జ. తక్షణ విఘటన రేటుకు, ఆ క్షణంలో ఉన్న రేడియోధార్మిక పరమాణువుల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తినే విఘటన స్థిరాంకం 'λ' అంటారు.

ఒక రేడియోధార్మి పదార్థం యొక్క రేడియోధార్మిక కేంద్రకాలు తమ తొలి కేంద్రకాల సంఖ్యలో సగం కావడానికి పట్టే కాలాన్ని ఆ రేడియో ధార్మిక పదార్థం యొక్క అర్థజీవిత కాలం ($T_{1/2}$) అంటారు.

నిర్వచనం ప్రకారం $t = T_{\frac{1}{2}}$ వద్ద

$$N = \frac{N_0}{2}$$

కనుక సమీకరణం $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$ ను ఉపయోగించి

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \exp(-\lambda T_{1/2})$$

$$-\lambda T_{1/2} = \log_e^2$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\log_e^2}{\lambda} = \frac{2.303 \times \log_{10}^2}{\lambda} = \frac{2.303 \times 0.3010}{\lambda}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}.$$

2. రేడియోధార్మిక అనువర్తనాలను వివరించండి.

జ. నిత్యజీవితంలో రేడియోధార్మికతకు ఎన్నో ఉపయోగాలున్నాయి. వాటిలో కొన్ని కింద ఇవ్వబడ్డాయి.

i) <u>వైద్యరంగంలో:</u> కాన్సర్ చికిత్సలో రేడియోధార్మిక కోబాల్ట్ (cobalt) జనకం ఉద్గారం చేసిన $\alpha-$కిరణాలను కాన్సర్ కణాలను ధ్వంసం చేయడానికి (రేడియోథెరపి) వాడతారు. రేడియోధార్మిక పరమాణు ఒక్క వికిరణాన్ని కూడా పసిగట్టే పరికరాన్ని పదార్థాన్ని ఉంచిన పెట్టె వెలుపల చాలా దూరంగా ఉంచుతారు. సూక్ష్మగ్రాహ్యతగల ఈ ట్రెసార్ టెక్నిక్ (Tracer technique) రోగ నిర్ధారణ పరీక్షల్లో ముఖ్యమైన సాధనం. ఉదాహరణకు శరీర భాగంలోని అల్సర్‌ను గుర్తించడంలో హాని చేయని రేడియోధార్మిక మూలకాల $\left({}^{24}_{11}\text{Na}\right)$ను రోగి శరీరంలోకి ఇంజక్షన్ ద్వార పంపించి దాని కదలికలను రికార్డు చేస్తారు. రోగగ్రస్తమైన భాగం రేడియోధార్మిక పరమాణువును శోషణం చేసుకొంటుంది. తద్వారా దాని కదలిక తగ్గిపోతుంది. దీన్ని బట్టి రోగగ్రస్తమైన భాగాన్ని సులభంగా గుర్తించవచ్చు.

ii) వ్యవసాయ రంగంలో: విత్తనాలను నియంత్రిత γ వికిరణానికి గురిచేయడం ద్వారా పంటల, ఫలాల, కూరగాయల నాణ్యతను, దిగుబడిని పెంచవచ్చు. వీటిని నిలువ ఉంచుటకు ముందు వికిరణానికి గురిచేసిన అవి త్వరగా పాడవవు.

iii) భూ విజ్ఞానశాస్త్రంలో: పురాతన శిలాజాల వయస్సును నిర్ధారించడంలో కార్బన్ కలిగి ప్రాణమున్న జీవాల్లో అది 15 క్షయాలు/నిమిషం/గ్రాము సాధారణ క్రియాశీలత కలిగి ఉంటుంది. సాధారణ కార్బన్ (^{12}C) తో బాటు వాతావరణంలో ఉండే రేడియోధార్మికత ^{14}C వల్ల క్రియాశీలత సంభవిస్తుంది. ఈ ^{14}C ఐసోటోప్‌ను వాతావరణం నుండి మొక్కలు గ్రహిస్తాయి. మొక్కలను తిన్న జంతుజాలాల్లోకి ఇది ప్రవేశిస్తుంది. 10^8లో ఒక భాగం రేడియోధార్మిక కార్బన్ అన్ని జీవజాలల్లో (జంతువులు, మొక్కలు) ఉంటుంది. జీవి చనిపోగానే వాతావరణంలో అన్యోన్యచర్య తగ్గిపోయి, ^{12}C ను శోషణం చేయడం ఆగిపోయి పోతుంది. క్రియాశీలత నెమ్మదిగా తగ్గిపోతుంది. దీన్నిబట్టి నమూనా వయస్సును సుమారుగా అంచనావేయగలం. భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులు శిలాజాలాల వయస్సు కనుగొనే ఈ సూత్రాన్ని కార్బన్ డేటింగ్ (carbon-dating) అంటారు.

ఇదే సూత్రం ఆధారంగా, యురేనియం ఖనిజం నమూనాల్లోని ^{238}U, ^{200}Pb సాపేక్ష మొత్తాలను కొలవడం ద్వారా భూమి వయస్సును కూడా అంచనా వేయవచ్చు. భూమి జన్మించినప్పుడు యురేనియం నమూనాలో సీసం (lead) లేదు అనుకోండి. కాలం గడిచిన కొద్దీ యురేనియం క్షయం చెంది సీసంగా మారిపోతుందనుకొంటె, నమూనాలో ఉన్న సీసం మొత్తం దాని వయస్సును సూచిస్తుంది. ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి ప్రస్తుత భూ వయస్సును 4 బిలియన్

27 కేంద్రక విచ్ఛిత్తి మరియు సంలీనం

సూర్యుడు భూమి మీద మానవకోటికి కావలసిన శక్తిని నిరంతరాయంగా అందిస్తూ వాటి మనుగడకు కారణమవుతున్నాడు. ఇది అనేక బిలియన్ సంవత్సరాలుగా జరుగుతూ ఉంది, ఇక ముందు కూడా జరుగుతుంది. సూర్యుడి నుండి ఇంత పెద్ద పరిమాణంలో శక్తి ఎక్కడ నుండి వెలువడుతుంది? ఈ ప్రశ్న మానవ మదిని తొలిచివేసే ప్రశ్న. హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద హైడ్రోజన్ పరమాణువులు సంలీనం చెంది హీలియంగా మారినప్పుడు వెలువడే శక్తి సూర్య కేంద్రంలోని శక్తికి కారణమని మనకు తెలుసు. ఇతర నక్షత్రాలలో కూడా ఇదే విధంగా జరుగుతుంది. పై పరిస్థితులను అనుసరించి సంలీన రియాక్టర్‌లు మన భవిష్యత్ శక్తి అవసరాలను తీర్చగలుగుతాయి.

తారాపూర్, కోట, కైగా, నారోరా, కల్పకం, కాక్రపార న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ల విద్యుత్ ఉత్పత్తి ప్రక్రియలో న్యూక్లియర్ శక్తి యొక్క పాత్ర మరియు శక్తి భద్రత గురించి మీరు చదివే ఉంటారు. అలాగే 1945 ఆగస్టు 6న జపాన్‌లోని హిరోషిమా మీద అణుబాంబు వేసిన కొన్ని సెకన్లలోనే పట్టణాన్ని సర్వనాశనంచేసి అనేక లక్షల మంది ప్రాణాలు కోల్పోయిన విషయం మీరు వార్తా పత్రికల్లో చదివి ఉంటారు. అది మానవ చరిత్రలోనే ముందెన్నడు చూడనిది. అది విడుదల చేసిన శక్తి 20,000 టన్నుల TNT (tri nitro toulene) బాంబు విడుదల చేసిన శక్తికి సమానం. దాని తరువాత అంతకన్నా శక్తివంతమైన కొన్ని మెగాటన్నుల TNT విస్ఫోటక సామర్థ్యం కలిగిన అణు, హైడ్రోజన్, న్యూట్రాన్ బాంబులను తయారుచేశారు. సూపర్ పవర్‌లు ఇటువంటి బాంబులను నిల్వచేసినట్లుగా చెబుతారు. వారు నిల్వచేసిన బాంబుల విస్ఫోటక శక్తి ఎంత ఎక్కువ అంటే ఈ భూమినంతటిని అనేకసార్లు నాశనం చేయగలవు. కేంద్రక సంలీనం అనే భౌతికచర్య ఇంత పెద్ద శక్తికి కారణం. ఈ చర్యలన్నింటి గురించి మీరిప్పుడు నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠాన్ని చదివిన మీరు తరువాత కింది విషయాలను తెలుసుకొంటారు.

- కేంద్రక చర్యల నిత్యత్వ నియమాలను తెలపడం.
- కేంద్రక శృంఖలాచర్య, నియంత్రిత, అనియంత్రిత విచ్ఛిత్తి, శృంఖలా చర్యల వివరణ.
- న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ పనిచేసే విధానం వర్ణన.
- నక్షత్రాల్లో శక్తి ఉత్పత్తి ప్రక్రియను వివరించడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఉష్ణమోచక చర్య, ఉష్ణగ్రాహక చర్య అనగా నేమి?

జ: ఒక రసాయనిక చర్యలో ఉష్ణం వెలువడితే ఆ చర్యను ఉష్ణమోచక చర్య అంటారు.

రసాయనిక చర్య ప్రారంభం కావడానికి శక్తి పంపిణీ అవసరమైతే దాన్ని ఉష్ణగ్రాహక చర్య అంటారు.

2. మూలక పరివర్తనం అనగా నేమి?

జ: కేంద్రక చర్యల్లో చర్యాకారకాల ఎలక్ట్రానులు కాక కేంద్రకాలు ఒకదానికొకటి చర్యలో పాల్గొని కొత్త మూలకాలను ఏర్పరుస్తాయి. ఈ పద్ధతిని మూలక పరివన్తనం (transmutation) అంటారు.

3. కేంద్రక చర్యలను మనం దైనందిన జీవితంలో సాధారణ ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద గమనించలేము. ఎందువల్ల?

జ: కేంద్రక చర్యలు ఎక్కువ పరిమాణంలో గల శక్తితో కూడి ఉంటాయి. కనుక దైనందిన జీవితంలో సాధారణ ఉష్ణోత, పీడనాల వద్ద మనం ఈ చర్యలను గమనించలేము.

4. విచ్ఛిత్తి రియాక్టర్‌లో మితకారి (moderator), శీలకారి (coolant) ల ఉపయోగం ఏమిటి?

జ: విచ్ఛిత్తి రియాక్టర్ లో మితకారిని ఉపయోగించి న్యూట్రాన్లను పరిక్షేపక అభిఘాతాలకు గురిచేసి వాటి వేగాన్ని తగ్గిస్తారు. మితమైన వేగం కలిగిన న్యూట్రాన్లు మరిన్ని విచ్ఛిత్తి సంఘటనలను ప్రేరేపిస్తాయి.

ఇంధన కడ్డీలు ఉత్పత్తి చేసే అత్యధిక ఉష్ణాన్ని తగ్గించడానికి శీతలకారిని ఉపయోగిస్తారు.

5. కేంద్రక విచ్ఛిత్తిని నిర్వచించండి ?

జ. ఒక భారతర మూలకం యొక్క కేంద్రకాన్ని న్యూట్రాన్లతో తాడించినపుడు అది రేండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ సంఖ్యలో గల స్వల్ప భారం గల కేంద్రకాలుగా విడిపోతుంది. ఈ ప్రక్రియనే కేంద్రక విచ్ఛిత్తి అంటారు.

6. కేంద్రక సంలీన చర్యలను ఉష్ణకేంద్రక చర్యలు అని ఎందుకంటారు ?

జ. సంలీన ప్రక్రియ అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంభవిస్తుంది. కాబట్టి సంలీన చర్యలను ఉష్ణకేంద్రక చర్యలు అని అంటారు.

7. కేంద్రక సంలీనం జరగడానికి అవసరమయ్యే పరిస్థితులను తెలపండి.

జ. కేంద్రకాలు సంలీనం చెందాలంటే వాటిలోని ప్రోటాన్ల మధ్య ఉండే వికర్షణ బలాల్ని అధిగమించి చాలా దగ్గరకు రావాల్సి ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రత దాదాపు 10^7K ఉన్నప్పుడు మాత్రమే ఇది సాధ్యపడుతుంది. ఈ సంలీన ప్రక్రియ ఒకసారి మొదలైతే వెలువడే శక్తి, ఆ తరువాత కూడా సంలీన ప్రక్రియ కొనసాగడానికి కావలసిన కనీసమైన ఉష్ణోగ్రతను అందించగలుగుతుంది.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

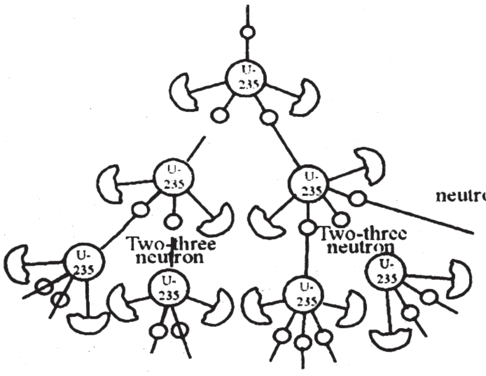
1. కేంద్రక చర్యల నిత్యత్వ నియమాలను తెలపండి ?

జ. ● క్రియాజనకాల ద్రవ్యరాశి సంఖ్య మొత్తం క్రియాజన్యాల ద్రవ్యరాశి సంఖ్యల మొత్తానికి సమానం.

- క్రియాజనకాల పరమాణు సంఖ్య మొత్తం, క్రియాజన్యాల పరమాణు సంఖ్యల మొత్తానికి సమానం.
- కేంద్రక చర్యలు శక్తి నిత్యత్వ నియమాన్ని పాటిస్తాయి. శక్తి యొక్క సాంద్రీకృత రూపమే ద్రవ్యరాశి అని మనకు తెలుసు. కనుక నివేశ గతిజశక్తి మరియు క్రియాజనకాల ద్రవ్యరాశి మొత్తం, ఉత్పాదన గతిజశక్తి మరియు క్రియాజన్యాల ద్రవ్యరాశుల మొత్తంకు సమానం.
- కేంద్రక చర్యలు ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమాన్ని పాటిస్తాయి. కనుక క్రియాజన్యాల కేంద్రకాల్లో గతిజశక్తి వితరణ జరుగుతుంది.

2. కేంద్రక శృంఖల చర్యను వివరించండి ?

జ. ${}^{235}_{92}U$, ఒక న్యూట్రాన్‌ను శోషణం చేసుకుంటే అది రెండు శకలాలుగా విడిపోతాయి. 2–3 న్యూట్రాన్లు విడుదలవుతాయని మనకు తెలుసు. ఈ న్యూట్రాన్లు మరిన్ని కేంద్రకాల విచ్ఛిత్తికి కారణమవుతాయి. ఒక న్యూట్రాన్‌ను తొలగించి దాని స్థానంలో రెండుకన్నా ఎక్కువ న్యూట్రాన్లను ప్రతిక్షేపించే ప్రతీ విచ్ఛిత్తిచర్య ద్వారా సంభవించే శృంఖలాచర్య అవిచ్ఛిన్నంగా జరుగుతుంది. ఉత్పత్తి అయ్యే న్యూట్రాన్ల రేటు, నశించిపోయే న్యూట్రాన్ల రేటుకు సమానమైతే ఆ చర్యను స్వయం పరిపోషిత చర్య అంటారు. నియంత్రిత శృంఖాల చర్య మరియు స్వయం పరిపోషితచర్య జరిగేలా చేసే సాధనాన్ని కేంద్రక రియాక్టర్ అంటారు.



పటం: కేంద్రక శృంఖల చర్య

3. కేంద్రక శక్తి అనువర్తనాలను వివరించండి ?

జ. సాంప్రదాయ ఇంధన వనరులను మితిమీరి ఉపయోగించడం వలన వాటి నిల్వలు తగ్గిపోయి కొన్ని వందల సంవత్సరాలలో అడుగంటిపోయే ప్రమాదం ఉంది. భవిష్యత్ శక్తి అవసరాలకు కేంద్రక శక్తిని ఉపయోగించుకోవడం ఒక మంచి ప్రత్నామ్నాయం.

కేంద్రక శక్తి యొక్క శాంతియుత అనువర్తనాలలో ముఖ్యమైనది విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పాదన. న్యూక్లియర్ పవర్ ప్లాంట్‌లో ముఖ్యమైన లాభమేమిటంటే థర్మల్ పవర్ ప్లాంట్‌లాగా వాయువు, బొగ్గు లాంటి ఇంధనాలను నిరంతరం సరఫరా చేయవలసిన పనిలేదు. శిలాజ ఇంధన పవర్ ప్లాంట్‌ల నుండి వచ్చే దుమ్ము, పొగల వంటి వాటితో పర్యావరణాన్ని కలుషితం చేయదు. 6 నెలలకొకసారి రియాక్టర్‌లో ఇంధనాన్ని నింపితే సరిపోతుంది. ఈ కారణంగానే కేంద్రక పవర్ ప్లాంట్‌లను పెద్ద ఓడలను, జలాంతర్గాములను నడపడానికి ఉపయోగిస్తున్నారు.

రేడియో ఐసోటోప్‌లు ఎక్కువ సంఖ్యలో రియాక్టర్‌లో ఉపయోగించిన ఇంధనంలో ఉంటాయి కనుక ఎక్కువ రేడియోధార్మికతను కలిగి ఉంటుంది. ఉపయోగించిన ఇంధనం నుండి రేడియో ఐసోటోప్‌లను వెలికితీసి వాటిని వ్యవసాయ, వైద్య, పారిశ్రామిక, పరిశోధన రంగాలలో వాడగలిగే సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని భారతదేశం స్వయంగా అభివృద్ధిచేసుకుంది.

రేడియో ధార్మిక వ్యర్థ పదార్థాల నుండి వచ్చే రేడియోధార్మిక వికిరణాలు వ్యాప్తిచెందకుండా వాటిని మందపాటి స్టీలు డబ్బాలలో పెట్టి ఉప్పుగనుల్లో లోతుగా పూడ్చిపెడతారు.

4. న్యూక్లియర్ వికిరణం వల్ల చెడు ప్రభావాన్ని తగ్గించే విధానాలను తెలపండి ?

జ. ప్రకృతి సిద్ధంగా లభించే వికిరణాలపై ఏవిధమైన నియంత్రణ లేదు. కాని మానవుని చేత ఉత్పత్తి చేయబడే వికిరణాల ప్రభావాన్ని తగ్గించవచ్చు.

వీటిలో కొన్ని

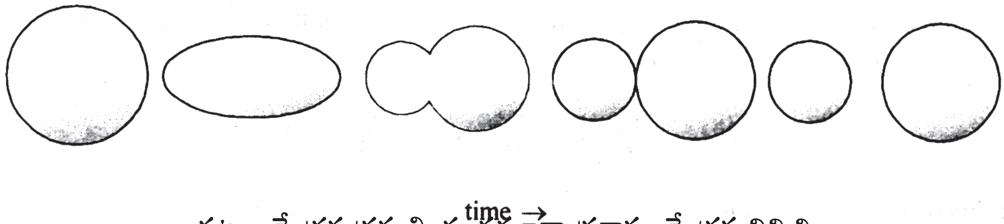
- న్యూక్లియర్ విస్ఫోటాన్ని నివారించడం.
- రేడియో ఐసోటోప్‌ల ఉత్పత్తిని తగ్గించడం
- రేడియో – కేంద్రకాలుగల పారిశ్రామిక వ్యర్థ పదార్థాలను పారవేసే ముందు జాగ్రత్తలు తీసుకోవడం.
- అత్యవసరమైనప్పుడే రేడియో థెరపీ వైద్యాన్ని ఉపయోగించడం మరియు తక్కువ మోతాదులో ఉపయోగించడం.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కేంద్రక విచ్ఛిత్తి అనగానేమి? ఒక ఉదాహరణనిస్తూ మీ సమాధాన్ని వివరించండి.

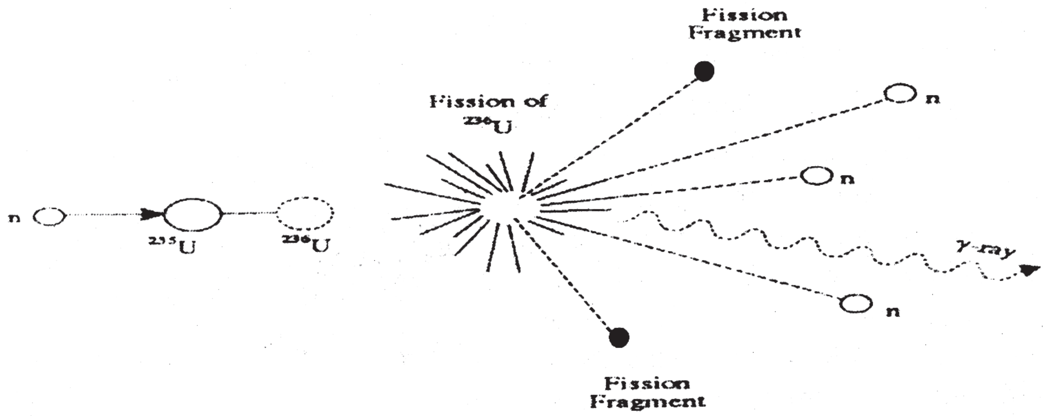
జ. కేంద్రక బలాలు మరియు ద్రవ్యంలోని అణువులను పట్టి ఉంచే బలాల మధ్యగల సారూప్యతను ఉపయోగించి బోర్ మరియు వీలర్‌లు కేంద్రకవిచ్ఛిత్తి సిద్ధాంతాన్ని 1939 వ సంవత్సరంలో అభివృద్ధి చేశారు. ${}^{235}_{92}U$, ${}^{237}_{92}U$ కన్నా హెచ్చు విచ్ఛేద్యకారి అని ఊహించారు. ఈ ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌తో ${}^{235}_{92}U$ యొక్క కేంద్రక విచ్ఛిత్తి ఈ సమీకరణం ద్వారా జరుగుతుంది.

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n + Q$$



పటం. కేంద్రక ద్రవ బిందు నమూనా ప్రకారం కేంద్రక విచ్ఛిత్తి

బహిర్గత న్యూట్రాన్‌లు కొన్ని MeV శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. Q = 200 MeV. 10^{-17} సెకన్ల లోపలే న్యూట్రాన్ గ్రహణం మరియు విచ్ఛిత్తి న్యూట్రాన్‌లు ఘటన యొక్క 10^{-14} సెకన్ల లోపలే బహిర్గతమవుతాయి? అంతేకాక విచ్ఛిత్తి శకలాలు అసమాన భారాలు, ఒకటి రెండవ దానికంటె 1.5 నుండి 2 రెట్లు ఎక్కువ భారాన్ని కలిగి ఉంటుంది. $^{235}_{92}U$ కేంద్రకం 40 రకాలుగా విచ్ఛిత్తినొందుతుంది. సమీకరణం వాటిలో ఒక దానిని తెలియచేస్తుంది. అంటే $^{235}_{92}U$ విచ్ఛిత్తిలో మధ్యస్థ ద్రవ్యరాశిగల 80 రకాల కేంద్రకాలు విడుదలవుతాయని తెలుస్తుంది. ఎక్కువ భారం కలిగిన శకలాలు 140 గరిష్ఠం వరకు 125–150 పరిధిలో వాటి ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉంటాయి. అలాగే తక్కువ భారం కలిగిన శకలాలు గరిష్ఠం 95 వరకు 80–110 పరిధిలో వాటి ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉంటాయి. $^{235}_{92}U$ విచ్ఛిత్తిలో సాధారణంగా రెండు లేదా మూడు న్యూట్రాన్లు విడుదలవుతాయి. ప్రతీ విచ్ఛిత్తిలో సరాసరి 2.54 న్యూట్రాన్లు విడుదలవుతాయి.



పటం: కేంద్రక విచ్ఛిత్తి

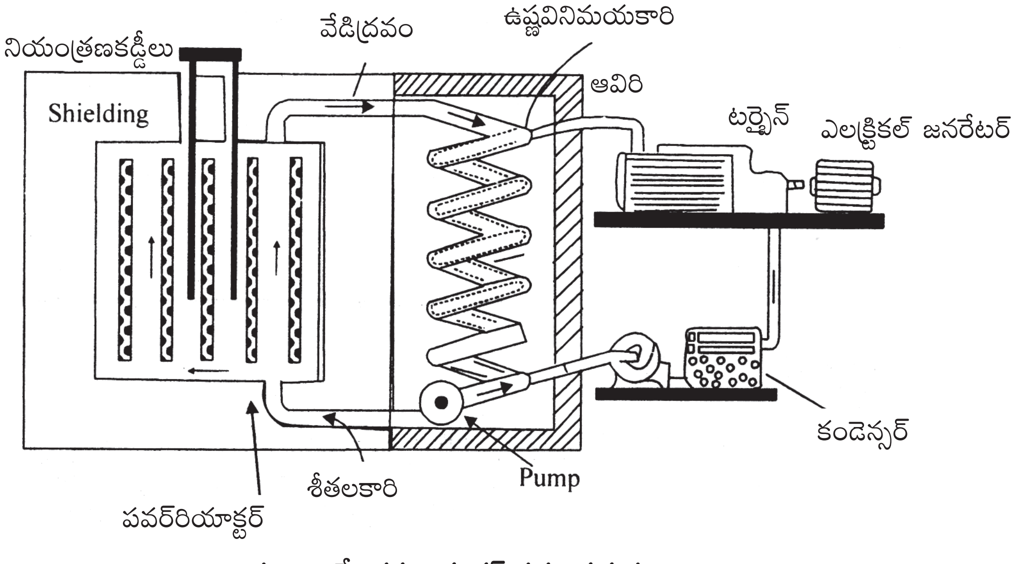
బోర్ మరియు వీలర్‌లు కేంద్రకాన్ని సమతాస్థితి(తక్కువశక్తి)లో ఉన్న ఆవేశపూరిత గోళాకార సౌష్టవ ద్రవబిందువుగా భావించారు. వారి ప్రకారం కేంద్రకం ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌ను శోషణం చేసుకున్నప్పుడు న్యూట్రాన్ బంధనశక్తి (binding energy) విడుదల అవుతుంది. అది ^{235}Uకు న్యూట్రాన్ బంధనశక్తి, పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణంకు 6.8 MeV ఉంటుంది. ఈ శక్తి కేంద్రకాన్ని ఉత్తేజితం చేసి దాని ఆకారాన్ని విరూపణ చేస్తుంది. తలతన్యతాబలం దాని యథారూపాన్ని తీసుకురావడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. కూలూంబ్ బలం కేంద్రకం ఆకారాన్ని ఇంకా విరూపణ చేయడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. దాని ఫలితంగా పటంలో చూపినట్లు ఉత్తేజిత బలం మీద ఆధారపడి గోళాకార మరియు డంబెల్ ఆకారాల మధ్య ఊగిసలాడుతుంది. కేంద్రకం గ్రహించినశక్తి ఎక్కువైతే కంపనాల కంపనపరిమితి న్యూక్లియస్ డంబెల్ ఆకృతిని పొందేలా చేస్తు రెండు ఆవేశ కేంద్రకాల మధ్య దూరం ఒక సందిగ్ధ విలువను దాటితే స్థిర విద్యుత్ వికర్షణ, కేంద్రక తలతన్యతా బలంను ఎదిరించి కేంద్రకాన్ని రెండు భాగాలుగా చేస్తుంది. ఫలితం కేంద్రక విచ్ఛిత్తి.

$^{235}_{92}U$ లాంటి పదార్థాలు ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌లతో విచ్ఛిత్తికి లోనైనప్పుడు వాటిని విచ్ఛేధ్య పదార్థం అంటారు. ఇతర విచ్ఛేద్య పదార్థాలు $^{233}_{92}Th, ^{233}_{92}U, ^{239}_{93}Pu$. ఈ కేంద్రకాలన్నీ బేసి ద్రవ్యరాశి సంఖ్యను కలిగి, సరి పరమాణు సంఖ్యను కలిగి ఉన్నాయని మీరు గమనిస్తారు. ద్రవ్యరాశి లోపంను గణించడం ద్వారా $^{235}_{92}U$ ల విచ్ఛిత్తిలో విడుదలైన శక్తిని కనుగొనవచ్చు.

2. న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ నిర్మాణాన్ని పనిచేసే విధానాన్ని వర్ణించండి ?

జ. న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ అతిపెద్ద నిర్మాణాన్ని కలిగి ఉంటుంది. దాని రూపకల్పనలో అత్యంత శ్రద్ధ తీసుకోవాల్సి ఉంటుంది. న్యూక్లియర్ పవర్ ప్లాంట్‌లోని ప్రాథమిక సూత్రం చాలా సరళమైంది. ఇది అన్ని పవర్ ప్లాంట్‌లతో సారుప్యతను కలిగి ఉంటుంది. విచ్ఛిత్తిలో విడుదలైన ఉష్ణంతో హెచ్చు పీడనం, హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఆవిరిని ఉత్పత్తిచేయడానికి ఇంధనం చుట్టూ చల్లని నీరులాంటి ద్రవాలను ప్రవహింపచేస్తారు. థర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రంలో ఆవిరిని ఉత్పత్తిచేయడానికి బొగ్గును మండిస్తారు. ఒక కార్బన్ అణువును మండించడం ద్వారా విడుదలైన శక్తికి ఒక విచ్ఛిత్తివల్ల విడుదలైన శక్తి సుమారు 7×10^5 రెట్లు ఉంటుంది. కనుక కేంద్రక శక్తిని వాడటం ద్వారా కార్బన్‌ను మండించడంవల్ల విడుదలైన గ్రీన్ హౌస్ వాయువులను నిరోధించవచ్చు. కేంద్రకశక్తి వినియోగాన్ని ప్రపంచ సామాజిక ఆర్థిక పరిస్థితులు ప్రభావితం చేస్తాయి.

టర్బైన్–జనరేటర్ వ్యవస్థను ఆవిరితో పనిచేయించడంవల్ల విద్యుత్ ఉత్పత్తి అవుతుంది.



పటం : కేంద్రక రియాక్టర్ పథకాత్మక పటం

ఒక కేంద్రక రియాక్టర్ యొక్క సాధారణ లక్షణాలను పటంలో ఉదహరించారు. అన్ని కేంద్రక రియాక్టర్లలో ఈవిభాగాలుంటాయి.

- రియాక్టర్ కోర్ ఇక్కడ విచ్ఛిత్తి జరిగి శక్తి విడుదలవుతుంది. ఇది ఇంధన కడ్డీలను (థర్మల్ రియాక్టర్లలో మితికారితో పొదగబడి ఉంటాయి) మరియు శృంఖల చర్యను నియంత్రించడానికి నియంత్రణ కడ్డీలను కలిగి ఉంటుంది.

శీతలకారిని ప్రవహింపచేసి విచ్ఛిత్తిలో ఉత్పత్తి అయిన ఉష్ణాన్ని తీసివేస్తారు. భారజలం లేదా సాధారణ నీరు శీతలకారిగా ఉపయోగిస్తారు. కాడ్మియమ్ లేదా బోరాన్‌లను నియంత్రణ కడ్డీలుగా ఉపయోగిస్తారు.

- కోర్‌కు ప్రక్కనే పరావర్తకాన్ని ఉపయోగించి కోర్ నుండి న్యూట్రాన్ లీకేజిని ఆపుతారు.
- ఈ మొత్తం అమరికను ఒక పాత్ర (vessel) లో (దీనిని పీడన పాత్ర (pressure vessel) అంటారు) అమర్చుతారు.
- రియాక్టర్ కోర్ నుండి వచ్చే వికిరణాల నుండి శాస్త్రవేత్తలకు, రియాక్టర్ చుట్టూ పనిచేసే ఇతర వ్యక్తులకు రక్షణ కల్పించడానికి మందమైన రక్షణ కవచాన్ని వాడతారు.
- ఈ మొత్తం నిర్మాణాన్ని రియాక్టర్ కట్టడంలో ఉంచుతారు. ఈ కట్టడాన్ని గాలి చొరబడని విధంగా వాతావరణ పీడనం కంటే తక్కువ పీడనం వద్ద ఉంచుతారు. దీనివల్ల రియాక్టర్ నుండి ఎటువంటి గాలి బయటికిరాదు.

విచ్ఛిత్తి ద్వారా రియాక్టర్ కోర్‌లో ఉత్పత్తి అయిన వేడిని శీతలకారిని ప్రవహింపచేయడం ద్వారా తొలగిస్తారు. వేడెక్కిన శీతలకారి, ఉష్ణాన్ని వేరొక ద్రవానికి (సాధారణంగా ఉష్ణవినిమయకారిగా నీరు) ఇచ్చేవిధంగా ఏర్పాటు చేస్తారు. ఇది ఆవిరిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

టర్బైన్ – జనరేటర్ వ్యవస్థను తిప్పడానికి ఈ ఆవిరి ఉపయోగపడి పవర్ ప్లాంట్‌లో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. పరిశోధన రియాక్టర్‌లో నది/ చెరువు / సముద్రంలోకి విసర్జించబడుతుంది.

మాడ్యూల్ - 8

28 అర్ధవాహకాలు మరియు అర్ధవాహక సాధనాలు

మానవుడు గుహలో నుండి బయటపడి, నాగరిక సమాజంలో స్థిరపడినప్పుడి నుండి సుఖంగా ఉండడానికి నిరంతర అన్వేషణ జరుగుతూనే ఉంది. నిప్పు మరియు చక్రం కనుగొనడం మానవ చరిత్రలో ముఖ్యమైన మలుపులుగ నిరూపించబడ్డాయి. బహుశా ఆ తరువాత సంభవించిన గుర్తించదగ్గ అభివృద్ధి బూడిద వర్ణ విప్లవం (Grey Rerolution). దీనివల్ల ప్రసార మాధ్యమం, రవాణా, మానవ జీవన విధానం మారాయి. మన గదిలో కూర్చోని సముద్రం ఆవల ఉన్న ఖండాలలోని వారితో కంప్యూటర్‌ను ఉపయోగించి విడియో-కాన్ఫరెన్స్ ద్వారా సంభాషించవచ్చు. మానవుడు ఇతర గ్రహాలకు చేరుకుని సౌరవ్యవస్థ అవతల గ్రహాంతరాలలో జీవి ఆచూకి కనుగొనడానికి ప్రయత్నిస్తూనే ఉన్నాడు.

మన నిత్యజీవితంలో వాడే ట్రాన్సిస్టర్ రేడియో, టి.వి., సెల్ ఫోన్‌లు, కంప్యూటర్‌లను అర్ధవాహక సాధనాలు అని పిలుస్తాము. సిలికాన్ మరియు జెర్మేనియంలు బాగా తెలిసిన అర్ధవాహక పదార్థాలు. సాధారణంగా అర్ధవాహకాల వాహకత్వం లోహాలకు మరియు బంధకాలకు మధ్య ఉంటుంది. అయినప్పటికి, పరమ శూన్యం వద్ద అర్ధవాహకాలు పూర్తిగా బంధకాల వలె పనిచేస్తాయి. కొన్ని మాలిన్య మూలకాలను కలపడాన్నే మాదీకరణం అంటారు. ఇది అర్ధవాహకం యొక్క వాహకత్వంపై ప్రభావం చూపుతుంది. మాదీకరణంలో కలిపిన వాహక రకంపై ఆధారపడి అర్ధవాహకాలను p-రకం లేదా n-రకంగా విభజిస్తారు.

ఒక పరిశుద్ధ అర్ధవాహకం (pure semiconductor) ఒక భాగాన్ని p-రకం మాలిన్యంతో మాదీకరించి మరియు మిగిలిన భాగాన్ని n-రకం మాలిన్యంతో మాదీకరిస్తే ఒక p-n సంధిని పొందుతాము. p-n సంధినే డయోడ్ అని కూడా అంటారు. బాగా ఉపయోకరమైన ఒక అర్ధవాహక సాధనం ద్విధ్రువ సంధి ట్రాన్సిస్టరు (bipolar junction transitor) ఈ పాఠ్యాంశంలో మీరు వివిధ రకాలైన అర్ధవాహకాల గూర్చి, వాటి ప్రవర్తన మరియు వాటిని ఏ విధంగా కలిపితే ఉపయోగకరమైన జీనర్ డయోడ్, సౌర ఘటం (Solar cell) , కాంతి డయోడ్ (Photo diode) కాంతినిచ్చే డయోడ్ (light emitting diode ట్రాన్సిస్టర్ మొదలైనటువంటి సాధనాలు ఏర్పరచవచ్చో తెల్సుకుంటారు. ఈ సరళమైన నిర్మాణాలను వోల్టేజి నియంత్రణకారులలో, డిస్‌ప్లే స్విచ్‌లలో, భద్రపరిచే పరికరాలలో, సమాచార వ్యవస్థలలో, కంప్యూటర్లలో, ఉపగ్రహాలలో, అంతరిక్ష నౌకలలో, మరియు పవర్ వ్యవస్థలలో (power systems) ఉపయోగిస్తారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- *n*-రకం, *p*-రకం అర్ధవాహకాల మధ్య భేదాలు
- *p-n* సంధి డయోడ్‌లో లేమి పొర మరియు అవరోధ పొటెన్షియల్‌లు ఏర్పడటం
- పురోబయాస్ మరియు తిరోబయాస్‌లలో *p-n* సంధి డయోడ్ యొక్క I-V అభి లక్షణాల వర్ణన
- ట్రాన్సిస్టర్ పని చేసే విధానం యొక్క వివరణ
- ఒక ట్రాన్సిస్టర్‌లోని వివిధ ప్రాంతాలలో మాదీకరణ ప్రభావాన్ని, వాటి పరిమాణం మరియు విధులను వివరించడం
- *p-n-p* మరియు *n-p-n* ట్రాన్సిస్టర్‌ల మధ్య భేదాలు
- ట్రాన్సిస్టర్‌ను అనుసంధానం చేయగల వివిధ విన్యాసాలను తెలిపి, వాటి నివేశన మరియు నిర్గమన అభిలక్షణాలను వర్ణించడం.
- ఒక ట్రానిస్టర్ యొక్క వివిధ విన్యాసాలను వాటి నివేశన / నిర్గమన నిరోధం, వృద్ధి పరంగా పోల్చడం మరియు అనువర్తనాలు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. స్వభావజ, అస్వభావజ అర్ధవాహకాలంటే ఏమిటి? ఉదాహరణలిమ్ము.

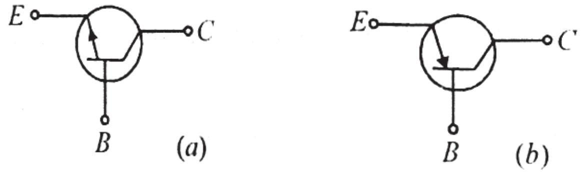
జ. ఏ విధమైన మాలిన్యమూ లేని పరిశుద్ధమైన అర్ధ వాహకాలను స్వభావజ అర్ధవాహకాలు అంటారు. ఉదా: జెర్మేనీయం, సిలికాన్

మాదీకరణం చేసిన అర్ధవాహకాలను అస్వభావజ అర్ధవాహకాలు అంటారు.

ఉదా: *n* రకం అర్ధవాహకం, *p* – రకం అర్ధవాహకం.

2. *n-p-n*, *p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్ల సంకేతాలను గీయండి.

జ.



పటం (a) *n-p-n* మరియు (b) *p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్ల సంకేతాలు

3. *n-p-n, p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్ల సంకేతాలలో బాణపు గుర్తు ఏ విషయాన్ని తెలియజేస్తుందో తెలపండి.

జ. *n-p-n* ట్రాన్సిస్టర్‌లో, ఎలక్ట్రానులు ఉద్గారకం నుండి ఆధారంకు ప్రవహిస్తున్నందున ఉద్గారక ప్రవాహం ఉంటుంది. మరియు సాంప్రదాయ విద్యుత్, ఆధారం నుండి ఉద్గారకానికి ప్రవహిస్తుంది. కనుక బాణపు గుర్తు ఆధారంనుండి బయటి వైపుకు ఉంటుంది. *p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్‌లో, రంధ్రాలు, ఉద్గారకం నుండి ఆధారంకు ప్రవహిస్తున్నందువల్ల ఉద్గారక ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. అంటే సాంప్రదాయ విద్యుత్, ఉద్గారకం నుండి ఆధారంకు ప్రవహిస్తుంది.

4. ఒక *p-n* సంధి డయోడ్‌కి పురోబయాస్‌ను, తిరోబయాస్‌ను అనువర్తించినప్పుడు దానిలోని లేమిపొర ఏవిధంగా మారుతుంది.

జ. *p-n* సంధి డయోడ్‌కు పురోబయాస్‌ను అనువర్తింప చేసినప్పుడు లేమిపొర మందం తగ్గుతుంది. *p-n* సంధి డయోడ్‌కు తిరోబయాస్‌ను అనువర్తింప చేసినప్పుడు లేమిపొర మందం పెరుగుతుంది.

5. (ఎ) వాహకాలలో (బి) అర్ధవాహకాలలో నిరోధకంపై ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం ఏవిధంగా ఉంటుంది ?

జ. వాహకం యొక్క నిరోధం ఉష్ణోగ్రతతో పెరుగుతుంది. అర్ధవాహకం యొక్క నిరోధం ఉష్ణోగ్రతతో పెరుగుతుంది.

6. అవలాంచీ, జీనర్ విచ్ఛేదనంలు ఏయే పరిస్థితుల వద్ద జరుగుతాయి.

జ. అవలాంచీ విచ్ఛేదనం ఎక్కువ వోల్టేజీ వద్ద ఆవేశాల అభిఘాతాల వల్ల జరుగుతుంది. అధిక మాలిన్యీకరకణం చేయడం వల్ల తక్కువ వోల్టేజి వద్దనే ఎక్కువ విద్యుత్‌క్షేత్రం ఏర్పడటం వల్ల జీనర్ విచ్ఛేదనం జరుగుతుంది.

7. ట్రాన్సిస్టర్‌లోని మూడు ప్రధాన భాగాలను తెలపండి.

జ. 1. ఉద్గారకం, 2. ఆధారం, 3. సేకరణి.

8. ట్రాన్సిస్టర్‌లో ఉద్గారకం, ఆధారం మరియు సేకరణిలను ఏవిధంగా మాదీకరణం చేస్తారో తెలపండి.

జ. ఉద్గారకాన్ని అత్యధికంగా మాదీకరణం చేస్తారు. ఆధారాన్ని అతిస్వల్పంగా మాదీకరణం చేస్తారు. సేకరణిని ఒక మోస్తరుగా మాదీకరణం చేస్తారు.

9. ట్రాన్సిస్టర్ విన్యాసాలను తెలపండి?

జ. ట్రాన్సిస్టర్ విన్యాసాలు మూడురకాలు

(1) ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసం (2) ఉమ్మడి ఉద్గార విన్యాసం (3) ఉమ్మడి సేకరణి విన్యాసం

10. *p-n* సంధి డయోడ్‌లో తిరోబయాస్, పురోబయాస్ అంటే ఏమిటి?

జ. *p-n* డయోడ్‌లోని *p*- భాగాన్ని, బ్యాటరీ యొక్క ధనధృవానికి *n*–భాగాన్ని బ్యాటరీ యొక్క ఋణ ధృవానికి కలిపితే డయోడ్ పురోబయాస్‌లో ఉందంటారు.

అలాగే *p-n* సంధి డయోడ్‌లోని *p*- భాగాన్ని బ్యాటరీ యొక్క ఋణధృవానికి, *n*–భాగాన్ని బ్యాటరీ యొక్క ధన ధృవానికి, కలిపితే డయోడ్ తిరోబయాస్‌లో ఉందంటారు.

11. డయోడ్ పురోబయాస్‌లో ఉన్నప్పుడు ఏం జరుగుతుంది.

జ. డయోడ్ పురోబయాస్‌లో ఉన్నప్పుడు లేమిపొర వెడల్పు, అవరోధపొటెన్షియల్ ఎత్తు మరియు నిరోధకం తగ్గుతాయి. అధిక సంఖ్యాక ఆవేశాల వల్ల విసరణ విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది.

12. *n* – రకం మరియు *p* - రకం అస్వభావజ అర్ధవాహకాలలో అధిక సంఖ్యాక మరియు అల్పసంఖ్యాక ఆవేశ వాహకాలను తెలపండి.

జ. *n* – రకం మరియు *p*- రకం అస్వభావజ అర్ధవాహకంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు అధిక సంఖ్యాక వాహకాలు, రంధ్రాలు అల్పసంఖ్యాక ఆవేశవాహకాలు.

p-రకం అస్వభావజ అర్ధవాహకంలో రంధ్రాలు అధిక సంఖ్యాక వాహకాలు, ఎలక్ట్రాన్‌లు అల్పసంఖ్యాక వాహకాలు.

13. పంచసంయోజక మాలిన్యాలేవి?

జ. ఫాస్ఫరస్, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని మొదలైనవి.

14. త్రిసంయోజక మాలిన్యాలేవి ?

జ. బోరాన్, అల్యూమినియం, ఇండియం, గాలియం మొదలైనవి.

15. ట్రాన్సిస్టర్ విన్యాసాలన్నింటిలో ఉత్తమమైనది ఏది? ఎందుకు?

జ. CE విన్యాసం ఎక్కువగా ప్రవాహ వృద్ధిని వోల్టేజి వృద్ధిని కలుగ జేస్తుంది. కనుక అన్ని విన్యాసాలలోని ఇది ఉత్తమమైనది.

16. నివేశన, నిర్గమన అభిలక్షణాలంటే ఏమిటి?

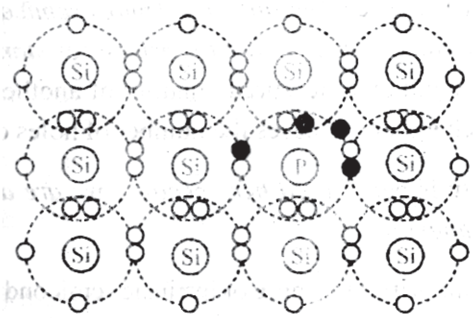
జ. నిర్గమనవోల్టేజిని (V_{CE}) స్థిరంగా ఉంచి, నివేశన వోల్టేజికి (V_{BE}) అనురూపంగా పెరుగుతున్న ఆధార విద్యుత్ I_B ల మధ్య గీసిన గ్రాఫ్‌ను నివేశన అభిలక్షణాలు అంటారు.

ఆధార ప్రవాహాన్ని (I_B) స్థిరంగా ఉంచి, సేకరణి ఉద్గారకాల మధ్య వోల్టేజి పెంచుతూ దానికి అనురూపమైన సేకరణి విద్యుత్తుల మధ్య గీసిన గ్రాఫ్‌నే నిర్గమన అభిలక్షణాలు అంటారు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. *n*–రకం, *p*– రకం అర్ధవాహకాల గురించి రాయండి.

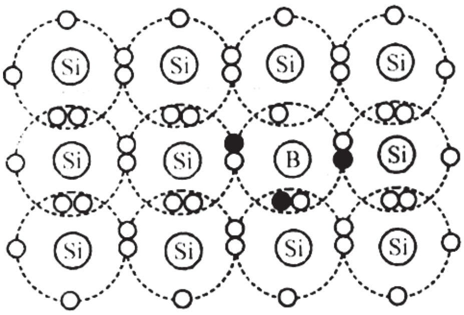
జ. సిలికాన్ (లేదా జెర్మేనియం) పంచ వ్యాలెన్సీ (బాహ్య కక్ష్యలో ఐదు ఎలక్ట్రాన్‌లు) అనగా బాస్వరం, ఆర్సెనిక్, ఆంటీమోని వంటి వాటితో మాదీకరణం చేసినప్పుడు, వాటి చుట్టు ఉండే నాలుగు ఎలక్ట్రాన్‌లు పొరుగున ఉండే నాలుగు Si పరమాణువులతో సమయోజనీయ బంధాలను ఏర్పస్తాయి. కాని ఐదవ (వ్యాలెన్సీ) ఎలక్ట్రాన్ ఆవిధంగ బంధించబడకుండ ఉండి, వహనానికి అందుబాటులో ఉంటుంది. (పటం) అందువల్ల ఒక సిలికాన్ (లేదా జెర్మేనియం) స్ఫటికాన్ని పంచ వ్యాలెన్సీ మూలకంతో మాదీకరణం చేసినపుడు, అది అధికంగ ఒక స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. కాబట్టి దానిని *n*-రకం అర్ధవాహకం అంటారు. ఆ విధమైన మాలిన్యాలను దాత మాలిన్యాలుగ వ్యవహరిస్తారు.



పటం. n-రకం అర్ధవాహకంలో సమయోజనీయ బంధం

n-రకం అర్ధవాహకాలలో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య రంధ్రాల సంఖ్య కన్న చాలా ఎక్కువ మరియు ఆ అక్షరం 'n' రుణావేశాలను తెల్పుతుంది.

సిలికాన్ (లేదా జెర్మేనియం) ను బోరాన్ అల్యూమినియం, గాలియం లేదా ఇండియం వంటి త్రికవ్యాలెన్సీ (బాహ్య కక్ష్యలో మూడు ఎలక్ట్రాన్‌లు) ఉండే పరమాణువులతో మాదీకరణం చేస్తే మూడు వ్యాలెన్సీ ఎలక్ట్రాన్‌లు మూడు సిలికాన్ పరమాణువులతో సమయోజనీయ బంధాన్ని ఏర్పరుస్తూ ఒక ఎలక్ట్రాన్ లోపం ఏర్పడుతుంది. ఈ ఎలక్ట్రాన్ లోపాన్ని రంధ్రం అని వ్యవహరిస్తారు. ఈ విధమైన అర్ధవాహకాన్ని p-రకం అర్ధవాహకం అని, మాలిన్యాలను గ్రాహక మాలిన్యాలని అంటారు. p-రకం అర్ధవాహకంలో రంధ్రాలు అధిక సంఖ్యాక ఆవేశవాహకాలు.



పటం. p-రకం అర్ధవాహకంలో సమయోజనీయ బంధం

2. అవలాంచీ ఫలితం, జీనర్ ఫలితంల గురించి రాయండి.

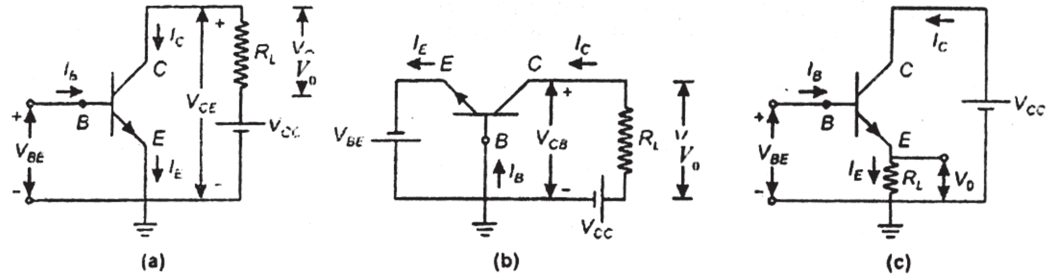
జ. తిరోబయాస్ వోల్టేజ్ కొన్ని వందల వోల్ట్ లలో ఉన్నప్పుడు p-n సంధి గుండా విద్యుత్ త్వరితగతిన పెరిగి ఎక్కువ సామర్థ్యం దుర్వ్యయమవడం వల్ల దానికి నష్టం వాటిల్లుతుంది. ఏ వోల్టేజ్ వద్దయితే డయోడ్ విచ్ఛేదనం చెందుతుందో ఆ వోల్టేజ్‌ను విచ్ఛేదన వోల్టేజ్ (break down voltage) అంటారు. భౌతికంగా దీనిని కింది విధంగా వివరించవచ్చు. తిరోబయాస్ ను అనువర్తింపచేసినపుడు హెచ్చు విద్యుత్ క్షేత్రం సంధి వద్ద ఏర్పడుతుంది. ఈ క్షేత్రం (i) లభ్యమయ్యే అల్ప సంఖ్యాక వాహకాలను త్వరణం చెందిస్తుంది. అవి అర్ధవాహక పరమాణువులతో అభిఘాతం చెంది శక్తి బదిలీతో ఎక్కువ ఎలక్ట్రానులను విడుదల చేస్తాయి (అవలాంచీ ఫలితం) మరియు (ii) బంధాలలో బంధింపబడి ఉన్న ఎలక్ట్రానులపై బలమైన బలాన్ని ప్రయోగించుట వలన సమయోజనీయబంధాలను విచ్ఛేదనం చేస్తాయి. దీని ఫలితంగా అదనపు ఎలక్ట్రాన్ – రంధ్రం జతలు సంధి వద్ద ఏర్పడుతాయి (జీనర్

ఫలితం). ఈ రెండు పద్దతులు, తిరోబయాస్ వోల్టేజ్ లోని కొద్దిపాటి పెరుగుదలకే హెచ్చు తిరోవిద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఇస్తాయి. ఈ పద్ధతిని జీనర్ విచ్ఛేదనం అంటారు.

3. పటాల సహాయంతో వివిధ ట్రాన్సిస్టర్ విన్యాసాలను వివరించండి.

జ. • నివేశ, నిర్గమవలయాలకు ఉద్గారకం ఉమ్మడిగా ఉంటే ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసం(పటం (a)).

- నివేశ, నిర్గమ వలయాలకు ఆధారం ఉమ్మడిగా ఉంటే ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసం(పటం (b)).
- నివేశ, నిర్గమ వలయాలకు సేకరణి ఉమ్మడిగా ఉంటే ఉమ్మడి సేకరిణి విన్యాసం (పటం(c)).



పటం : ట్రాన్సిస్టర్ విన్యాసాలు: **(a) CE (b) CB, (c) C.C.**

4. ట్రాన్సిస్టర్ ప్రవాహ వర్ధన గుణకాలైన α మరియు β లను నిర్వచించి వాటి మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

జ. ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసంలో ట్రాన్సిస్టర్ సేకరణి విద్యుత్‌కు ప్రవాహం మరియు ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహంల నిష్పత్తినే విద్యుత్ ప్రవాహ వర్ధన గుణకం (α) అంటారు.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \qquad \ldots(1)$$

ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసంలో ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహకు, ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహంల నిష్పత్తిని విద్యుత్ ప్రవాహ వర్ధన గుణకం అంటారు.

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \qquad \ldots(2)$$

ఉద్గారక ప్రవాహం, సేకరణి ప్రవాహం మరియు ఆధార ప్రవాహంల మొత్తం కనుక

$$I_E = I_C + I_E$$

అంతటా I_C తో భాగించగా

$$\frac{I_E}{I_C} = I + \frac{I_B}{I_C} \qquad \ldots\ldots(3)$$

α మరియు β ల పరంగా, దీనిని తిరిగి రాయగా

$$\frac{1}{\alpha} = I + \frac{1}{\beta}$$

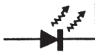
లేదా $$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \qquad \text{..... (4)}$$

5. డయోడ్‌లలోని రకాలను వాటి మధ్య తేడాలను తెల్పండి?

జ. డయోడ్‌లలో రకాలు

p-n సంధి డయోడ్ మాదీకరణ స్థాయి, మాదీకరణ పదార్థం, జ్యామితి (పరిమాణం, వైశాల్యం మొ॥)లను మార్చడం ద్వారా దాని విద్యుత్ మరియు దృశాస్వభావం (optical behaviour) లను మార్చవచ్చు.

ఈ కింది పట్టికలో వేరువేరు డయోడ్‌ల మధ్య పోలికను చూడవచ్చు.

పేరు	సంకేతం	నిర్మాణ పద్ధతి	సూత్రం	ముఖ్యమైన పని	ముఖ్యమైన ఉపయోగం
జీనర్ డయోడ్		ఎక్కువ మాదీకరణం చేసిన *p* మరియు *n* ప్రాంతంలు కలిగి ఉన్న *p-n* సంధి డయోడ్ చాలా పలుచని లేమి పొర (< 10 nm)	జీనర్ విచ్ఛేదన ప్రక్రియ	ఉత్క్రమ విచ్ఛేదన వోల్టేజ్ ప్రాంతంలో పాడై పోకుండా నిరంతర ప్రవాహాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.	వోల్టేజ్ స్టెబిలైజేషన్ లేదా నియంత్రకం
ఫోటో డయోడ్		*p-n* సంధి డయోడ్ కాంతి ఉద్గార అర్థవాహక పదార్థాలను ఉపయోగిస్తారు. ఇది పలుచని *p*-ప్రాంతంను కలిగి ఉంటుంది. దీని మందం కనుగొనవలసిన వికిరణం తరంగ దైర్ఘ్యం పై ఆధారపడి ఉంటుంది.	ఫోటో వోల్టాయిక్ ఫలితం	తిరోశక్మంలో దృశా నివేశనంను విద్యుత్ ప్రవాహంగా మారుస్తుంది.	T.V మరియు VCR రిమోట్ కంట్రోల్ నుండి వచ్చే సంకేతాల గ్రాహకరంగా
LED		పరారుణ లేదా దృగ్గోచర ప్రాంతాలకు సంబంధించిన పట్టీ శక్తులు గల పదార్థాలతో తయారైన *p-n* జంక్షన్ డయోడ్ (GASP లేదా I_n P)	ఎలక్ట్రోల్యూమినియస్	పురోశక్మంలో నివేశన విద్యుత్‌ను కాంతిగా మార్చడం	మల్టీమీటర్లలో, డిజిటల్ గడియారాలలో, పరికరాల డిస్‌ప్లేలలో, క్యాలుక్యులేటర్‌లలో, స్విచ్‌బోరులలో, దొంగతనాలను

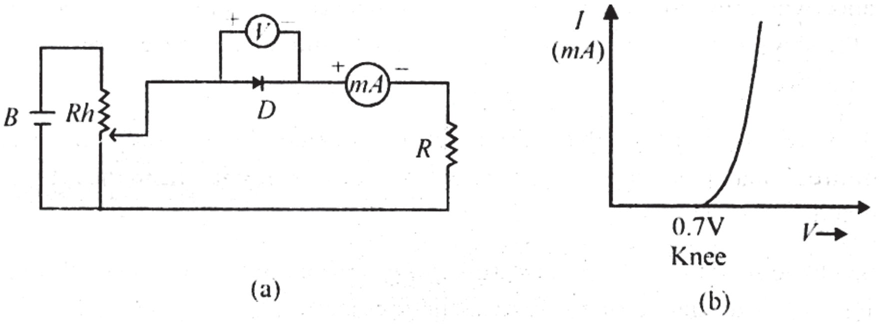
					అరికట్టే అలారములలో, రిమోట్ కంట్రోల్ పరికరాలలో
సోలార్ ఘటము		జంక్షన్‌ను చేరకముందే కాంతి ఎక్కువ శోషణం చెందకుండా ఉండడానికి p లేదా n ప్రాంతాలను తక్కువ మందంతో తయారు చేసిన p-n జంక్షన్ డయోడ్	ఫోటో వోల్టాయిక్ ఫలితం	సూర్యశక్తిని విద్యుత్ శక్తిగా మార్చడం	1. ఉపగ్రహాలకు శక్తిని ఇచ్చే పరికరాలలో 2 బ్యాటరీలను ఆవేశపరచడంలో 3. క్యాలుక్యులేటర్‌లలో

6. p-n సంధిడయోడ్ పురోశక్మం అభిలక్షణాలను తెలపండి.

జ. పురోబయాస్ అభిలక్షణాలు

p-n సంధి డయోడ్‌కు పురోబయాస్ అభిలక్షణాలను గీయడానికి బ్యాటరీ (B) ధన ధృవాన్ని డయోడ్ p-వైపును రియోస్టాట్ ద్వారా కలపాలి. డయోడ్‌కు అనువర్తింపచేసే వోల్టేజ్‌ను రియోస్టాట్ సహాయంతో మార్చవచ్చు. వలయంలోని విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని మిల్లీ అమ్మీటర్ (mA) కొలుస్తుంది. డయోడ్ వద్ద వోల్టేజ్‌ను వోల్టుమీటర్ కొలుస్తుంది. సంప్రదాయ విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ, డయోడ్ బాణపు గుర్తు దిశలోనే ఉంటుంది. పురోబయాస్ లో ఉన్న డయోడ్ విద్యుత్ దాని ప్రవాహానికి కొంత వ్యతిరేకతను ఎదుర్కొంటుంది, వోల్టేజ్‌ను పెంచితే త్వరితంగా పెరుగుతుంది, విద్యుత్ ప్రవాహ విలువను అవధిలో ఉంచడానికి వలయంలో నిరోధం (R) ను కలిపారు.

పురోబయాస్ లో ఉన్న p - n సంధి I - V అభి లక్షణ వక్రాన్ని పటం (b)లో చూపించారు.



పటం (a) పురోబయాస్‌లో ఉన్న p - n సంధి డయోడ్ యొక్క I - V అభిలక్షణ వలయం.

(b) విలక్షణ అభిలక్షణ వక్రం.

అభిలక్షణ వక్రం మూలబిందువు గుండా పోదు. అలాకాక V-అక్షాన్ని సుమారు 0.7 V వద్ద తాకుతుంది. అంటే అవరోధ పొటెన్షియల్‌ను అధిగమించేంతటి బాహ్య వోల్టేజిని అనువర్తింపచేసినపుడే p - n సంధి వహనం చెందదని అర్థమవుతుంది. సంధిని వహనస్థితిలో ఉంచే పురోవోల్టేజిని నీ వోల్టేజ్ (knee voltage) అంటారు. ఇది Si p-n సంధికి సుమారు 0.7V, Ge p-n సంధికి సుమారు 0.3 V ఉంటుంది.

సంధి వద్ద రంధ్రం – ఎలక్ట్రాన్ పునస్సంయోగంను ప్రారంభించడానికి ఈ వోల్టేజ్ అవసరమవుతుంది. అనువర్తిత వోల్టేజ్ నీ వోల్టేజ్ కంటే ఎక్కువైనపుడు డయోడ్ గుండా విద్యుత్ రేఖీయంగా పెరుగుతుంది.

7. p-n సంధిడయోడ్ తిరోశక్మం అభిలక్షణాలను తెలపండి.

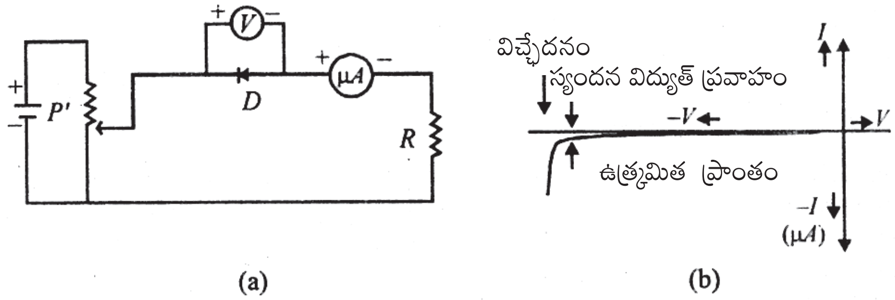
జ. తిరోశక్మం అభిలక్షణాలు

$p - n$ సంధికి తిరోశక్మ అభిలక్షణాలను గీయడానికి పటం (a) లో చూపిన వలయాన్ని ఉపయోగిస్తాం. దీనిని, పురో I-V అభిలక్షణాలకు ఉపయోగించే పటం (a) తో పోల్చి చూసినపుడు ఈ కింద తెలిపిన రెండు మార్పులను గమనిస్తారు.

(i) సంధి టెర్మినల్‌లను ఉత్క్రమితం చేస్తారు.

(ii) మిల్లీఅమ్మీటర్ బదులు మైక్రోఅమ్మీటర్ (μA) ను ఉపయోగిస్తారు.

$p - n$ సంధి పురోశక్మంలో ఒక విలక్షణ I - V అభిలక్షణాల వక్రంను పటం (b) లో చూపించారు.



పటం (a) $p - n$ సంధి పురోశక్మంలో I - V అభిలక్షణాలను పొందటానికి వలయ పటం

(b) పురోశక్మ అభిలక్షణ వక్రం.

తిరోశక్మంలో విచ్ఛేదన వోల్టేజి కన్నా తక్కువ ఉండే అన్నీ వోల్టేజ్‌లకు సంధి ప్రవాహం పోల్చదగినంత తక్కువగా ఉంటుంది. విచ్ఛేదన వోల్టేజి వద్ద వోల్టేజిలోని తక్కువ పెరుగుదలకే ప్రవాహం త్వరగా పెరుగుతుంది.

$p - n$ సంధి డయోడ్, పురోశక్మంలో తక్కువ నిరోధాన్ని తిరోశక్మంలో ఎక్కువ నిరోధాన్ని చూపుతుంది. $p - n$ సంధి డయోడు పురోశక్మంలో విచ్ఛేదన వోల్టేజి వద్ద అకస్మాత్తుగా కలిగే నిరోధంలోని తగ్గుదల వల్ల అకస్మాత్తుగా తిరోవిద్యుత్ ప్రవాహంలో పెరుగుదల ఉంటుంది.

దీని నుండి, $p - n$ డయోడు ఒకే దిశలో వహనం చెందుతుంది. అంటే పురోబయాస్‌లో n-రకం ప్రాంతం నుండి ఎలక్ట్రానులు p-రకం చివరకు ప్రవహిస్తూ, ఒకే దిశలో విద్యుత్తు వహనం ఉంటుంది.

8. ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క వివిధ విన్యాసాలను రాసి, వాటిలో దేనిని ఎక్కడ ఉపయోగిస్తారో తెలపండి.

జ. 1. నివేశ, నిర్గమ వలయాలకు ఉద్గారకం ఉమ్మడిగా ఉంటే ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసం (CE విన్యాసం)

2. నివేశ, నిర్గమ వలయాలకు ఆధారం ఉమ్మడిగా ఉంటే ఆధార విన్యాసం (CB విన్యాసం)

3. నివేశ, నిర్గమ వలయాలకు సేకరణి ఉమ్మడిగా ఉంటే ఉమ్మడి సేకరణి విన్యాసం (CC విన్యాసం)

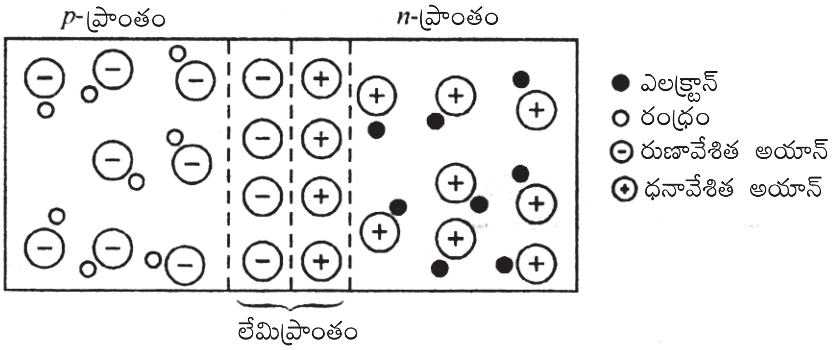
ప్రతీ విన్యాసంలో ట్రాన్సిస్టర్ అభిలక్షణాలు వేటికవే ప్రత్యేకంగా ఉంటాయి. CE విన్యాసం వోల్టేజ్, విద్యుత్ ప్రవాహ మరియు సామర్థ్య వృద్ధిని ఏర్పరుస్తుంది. కనుక దీనిని ఎక్కువగా ఉపయోగిస్తారు. CB విన్యాసంలో ట్రాన్సిస్టర్‌ను స్థిర విద్యుత్ ప్రవాహజనకంగా ఉపయోగిస్తారు. అదే CC విన్యాసాన్ని సాధరణంగా ఇంపిడెన్స్ మ్యాచింగ్‌లో ఉపయోగిస్తారు.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. *p-n* సంధిని ఏర్పరచడం వివరించి, సంధి వద్ద లేమిపొర ఏవిధంగా ఏర్పడుతుందో వివరించండి. పురోశక్మం తిరోశక్మంలో లేమి పొరలో వచ్చే మార్పును వివరించండి.

జ. ***p-n*** సంధిని ఏర్పరచడం

ఒక *p-n* సంధిని ఏర్పరచడానికి పటంలో చూపినట్లు ఒక అర్ధవాహక స్ఫటికం ఒక చివర దాత మాలిన్యాలను మరొక చివర గ్రహీత మాలిన్యాలను ప్రవేశపెట్టడం బాగా అనుకూలమైన పద్ధతి.

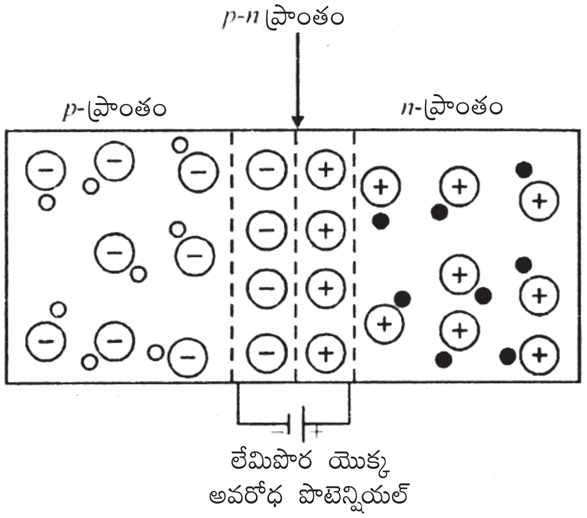


పటం. లేమి ప్రాంతంతో *p-n* సంధి

ఒక స్ఫటికం *n* – ప్రాంతంలో ఎలక్ట్రాన్ల గాఢత అధికంగాను *p*-ప్రాంతంలో రంధ్రాల గాఢత అధికంగాను ఉంటుంది. కనుక ఎలక్ట్రానులు *p*-ప్రాంతంవైపు మరియు రంధ్రాలు *n*-ప్రాంతం వైపు విసరణ (diffuse) చెంది పునస్సంయోగం (recombination) చెందుతాయి. ప్రతి పునస్సంయోగం వల్ల ఒక రంధ్రం మరియు ఒక స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్ తొలగించబడతాయి. దీని ఫలితంగా సంధి వద్ద *n* మరియు *p*-ప్రాంతాలలో వరుసగా ధనావేశిత మరియు ఋణావేశిత అయాన్‌లు ఏర్పడతాయి. ఈ ఆవేశాలన్ని పోగుపడి (accumulate) సంధిని దాటుతూ చలించే ఎలక్ట్రాన్లను

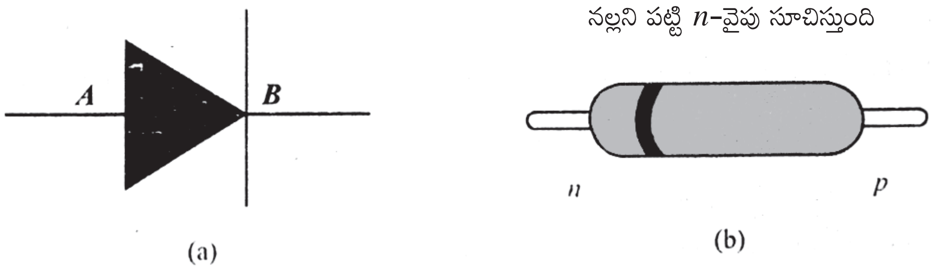
మరియు రంధ్రాలను నిలిపి వేసే తెర వలె పనిచేస్తాయి. అందువల్ల కొన్ని పునస్సంయోగాల (recombinations) తరువాత సంధి వద్ద సన్నని ప్రాంతంలో కదిలే ఆవేశ వాహకాలు లేని ఒక సన్నని ప్రాంతం ఏర్పడుతుంది. ఇది దాదాపు 0.5 μm మందం ఉంటుంది. దీనినే లేమి పొర (depletion layer) లేదా స్థలా ఆవేశ (space - charge) ప్రాంతం అంటారు.

సంధి వద్ద పోగుపడిన ఆవేశాల వల్ల విద్యుత్ క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. ఇది స్థిర విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను ఇస్తుంది. దీనినే అవరోధ పొటెన్షియల్‌గా పిలుస్తారు. పటంలో చూపినట్లుగా ఈ అవరోధం ధృవాలను కలిగి ఉంటుంది. బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రం లేనప్పుడు, సంధి గుండా ఆవేశవాహకాల విసరణను (diffcision) ఈ అవరోధం నిరోధిస్తుంది.



పటం లేమి పొర వల్ల అవరోధ పొటెన్షియల్

అవరోధ పొటెన్షియల్ అనేది అర్ధవాహక పదార్థం యొక్క అభి లక్షణం. ఇది Ge కు సుమారుగ 0.3 eV మరియు Si కు సుమారుగా 0.7 eV ఉంటుంది. ఈ సంధి ఒక డయోడు వలె పనిచేస్తుంది. ఇక్కడ A అనేది *p*-ప్రాంతానికి అనురూపంగా ఉండి ఆనోడ్ వలె పని చేస్తుంది. అదే విధంగా B అనేది *n*- ప్రాంతాన్ని సూచిస్తూ, క్యాథోడ్‌కు అనురూపంగా ఉంటుంది.



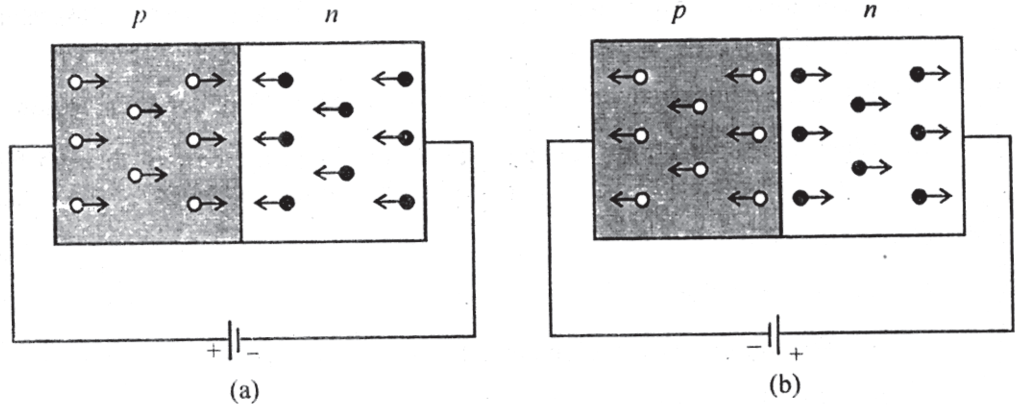
పటం. (a) *p-n* సంధి (డయోడు) సంకేతం. బాణం గుర్తు సంప్రదాయ విద్యుత్ ప్రవాహదిశను తెలియజేస్తుంది. (b) మార్కెట్‌లో లభించే ఒక *p-n* సంధి డయోడు.

***p-n* సంధి పురోశక్మం మరియు తిరోశక్మం**

వోల్టేజ్ అనువర్తనంను శక్మం అంటారు. *p-n* సంధిని వాహకంగా చేయడానికి మనం ఎలక్ట్రానులను *n*-రకం ప్రాంతం నుండి *p*-రకం ప్రాంతానికి కదిలేలా అలాగే రంధ్రాలను ఉత్క్రమ దిశలో కదిలేలా చేయాల్సి వుంది. ఇందు కొరకు సంధి వద్ద అవరోధ పొటెన్షియల్‌ను అధిగమించడానికి *p-n* సంధి చివరల వద్ద బ్యాటరీని కలపాలి. *p-n* సంధికి బ్యాటరీని రెండు విధాలుగా కలపవచ్చు.

- బ్యాటరీ ధనధృవాన్ని *p*-వైపు, రుణధృవాన్ని *n*–వైపు కలిపారు. దీనిని పురోశక్మం (forward bises) అంటారు. (పటం(a))
- బ్యాటరీ ధన ధృవాన్ని *n*- వైపు, రుణధృవాన్ని *p*- వైపుకు కలిపారు. దీనిని తిరోశక్మం (Reverse bias) అంటారు. (పటం (b))

సంధి పురోశక్మంలో ఉన్నప్పుడు, శక్మం అవరోధ పొటెన్షియల్‌ను అతిక్రమించి, రంధ్రాలను బలవంతంగా సంధివైపుకు ప్రయాణించేలా మరియు సంధిని దాటి *p*- ప్రాంతం నుండి, *n*-ప్రాంతంకు కదిలేలా చేస్తుంది. అలాగే ఎలక్ట్రానులను ఉత్క్రమ దిశలో సంధిని దాటేలా చేస్తుంది. డయోడ్‌లో పురోవిద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. వోల్టేజ్‌తో, విద్యుత్ ప్రవాహం కొన్ని మిల్లీ ఆంపియర్ల వరకు పెరుగుతుంది. పురోబయాస్ స్థితిలో సంధి విద్యుత్ ప్రవాహానికి తక్కువ నిరోధాన్ని కలుగ జేస్తుంది. దీనిని పురోనిరోధం అంటారు. సంధి నిరోధం పరిమాణం 10Ω నుండి 30Ω వ్యాప్తిలో ఉంటుంది.



పటం (a) పురోబయాస్ (b) తిరోబయాస్ లో ఉన్న *p - n* సంధి

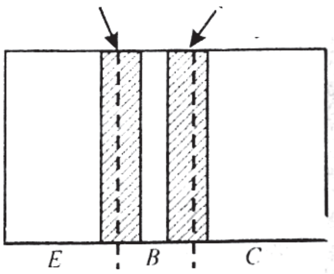
p - n సంధి తిరోబయాస్‌లో ఉన్నప్పుడు, *p*-ప్రాంతంలో ఉన్న రంధ్రాలు, *n*-ప్రాంతంలో ఉన్న ఎలక్ట్రానులు సంధి నుండి దూరంగా జరుగుతాయి. ఉష్ణ ఉత్తేజనం వలన స్వల్ప సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్ – రంధ్రం జతలు ఉత్పత్తి అయినందువల్ల కొద్దిపాటి విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. అల్పసంఖ్యాక వాహకాల వల్ల ఏర్పడిన ఈ విద్యుత్తును తిరో సంతృప్తి విద్యుత్ ప్రవాహం లేదా లీకేజ్ విద్యుత్ ప్రవాహం అంటారు. వాణిజ్యపరంగా లభ్యమయ్యే డయోడ్‌లలో తిరోవిద్యుత్ ప్రవాహం దరిదాపుగా స్థిరంగా ఉంటూ, అనువర్తిత తిరోబయాస్ మీద ఆధారపడదు. దీని పరిమాణం Ge డయోడ్‌లకు కొన్ని మైక్రో ఆంపీయర్లలో, Si డయోడ్‌లకు నానో ఆంపియర్లలో ఉంటుంది.

p - n సంధి డయోడ్ పురోబయాస్‌లో తక్కువ నిరోధాన్ని, తిరోబయాస్‌లో ఎక్కువ నిరోధాన్ని కలుగజేస్తుంది. *p-n* సంధి డయోడ్ యొక్క ఈ ధర్మాన్ని ac నియంత్రకం కు ఉపయోగిస్తారు.

2. *n-p-n* ట్రాన్సిస్టర్‌ను వర్ణించి, అది పనిచేసే విధానాన్ని వివరించండి.

జ. ట్రాన్సిస్టర్ పనిచేయు సూత్రం

పటంలో చూపినట్లు ట్రాన్సిస్టర్‌కు ఏ విధమైన వోల్టేజిని అనువర్తింపచేయనపుడు సంధుల వద్ద స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానుల విసరణ వల్ల రెండు లేమి పొరలు ఏర్పడతాయి. ప్రతీ లేమి పొరకు అవరోధ పొటెన్షియల్ 25^0c వద్ద సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టర్‌కు 0.7V జెర్మేనియం ట్రాన్సిస్టర్‌కు 0.3V. హెచ్చు వోల్టేజ్ రేటింగు, హెచ్చు ప్రవాహ రేటింగు, ఉష్ణోగ్రత మార్పులకు తట్టుకొనే గుణం వల్ల సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టర్లను జర్మేనియం ట్రాన్సిస్టర్ల కన్నా విరివిగా ఉపయోగిస్తారని మీకు తెలుసు. ప్రత్యేకంగా సూచించనంత వరకు మన చర్చలో సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టర్లనే తీసుకుందాం.



పటం : వోల్టేజిని అనువర్తించనపుడు ట్రాన్సిస్టర్‌లోని లేమి పొరలు

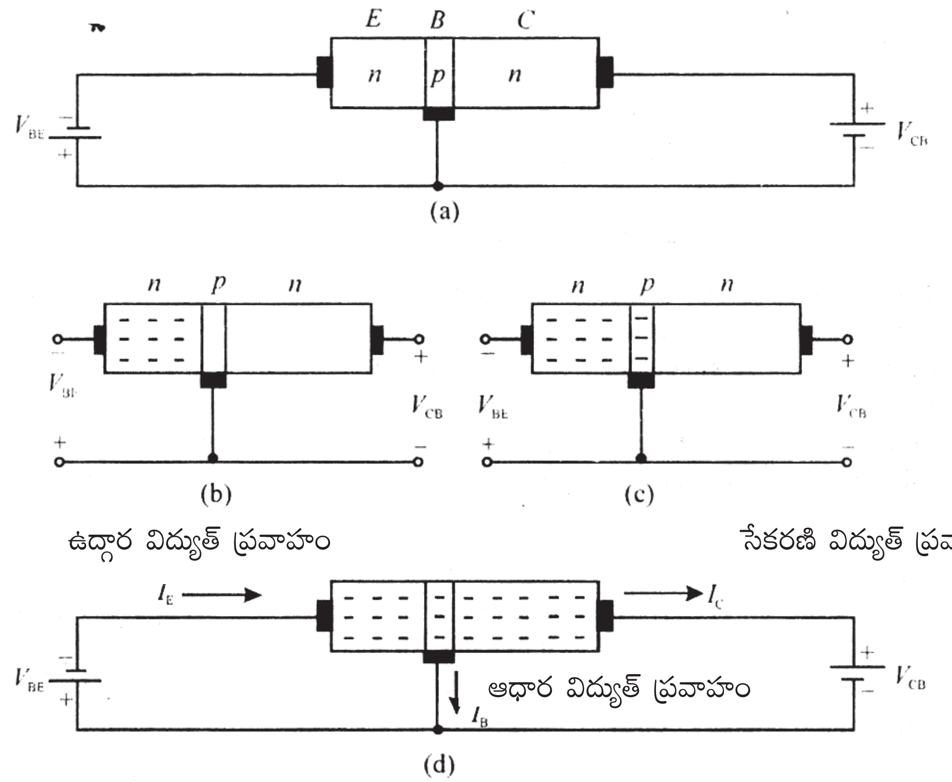
ట్రాన్సిస్టర్ లోని మూడు ప్రాంతాలు వేర్వేరు స్థాయిలలో మాదీకరణం చేయబడినందున లేమిపొరలు వేరువేరు వెడల్పులతో ఉంటాయి. ఒక ప్రాంతం ఎక్కువగా మాదీకరణం చెందినపుడు, సంధి వద్ద అయానుల సాంద్రత కూడా ఎక్కువగా ఉండి, ఫలితంగా పల్చటి లేమిపొర ఏర్పడుతుంది. అలాగే విపర్యయంకూడా. ఆధారంను ఉద్గారకం మరియు సేకరణితో పోల్చినపుడు తక్కువగా మాదీకరణం చెందినందున లేమి పొరలు ఆధారంలోకి ఎక్కువగా పొడిగింపబడి, ఉద్గారకం సేకరిణిలో తక్కువగా పొడిగింపబడి ఉంటాయి. (పటం). ఇంకా ఉద్గారకం లేమి పొర, సేకరణి లేమిపొరతో పోల్చినపుడు సన్నగా ఉంటుంది.

ట్రాన్సిస్టర్ సక్రమంగా పనిచేయాలంటే దాని చివరలకు సరైన వోల్టేజ్ లను అనువర్తంపజేయాలి. దీనిని బయాసింగ్ (biasing)అంటారు.

n-p-n ట్రాన్సిస్టర్

పటం(a) లో ఒక విలక్షణ *n-p-n* ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క విలక్షణ బయాసింగ్ ప్రణాళికను చూపించారు. ఉద్గారక – ఆధార సంధిని పురోశక్మంలో, సేకరణి–ఆధార సంధిని తిరోశక్మంలో ఉంచారు. ఉద్గారకానికి పురోశక్మాన్ని అనువర్తింపచేసినపుడు, ఉద్గారకంలోని స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు, ఆధార ప్రాంతంలోకి ప్రవేశించడానికి అవరోధ పొటెన్షియల్‌ను అధిగమించాల్సి ఉంది. (పటం(b)). V_{BE} అవరోధ పొటెన్షియల్‌ను అతిక్రమించినపుడు (సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టర్ కు 0.6 V

నుండి 0.7V వరకు) ఈ ఎలక్ట్రానులు పటం(c) లో చూపినట్లు ఆధారప్రాంతంలోకి ప్రవేశిస్తాయి. ఒకసారి ఆధారంలోకి వచ్చిన తరువాత , ఈ ఎలక్ట్రానులు పల్చని ఆధారం నుండి బాహ్య ఆధార చలకతంత్రి (lead) కు లేదా సేకరణి సంధి నుండి సేకరణి ప్రాంతంలోకి ప్రవహిస్తాయి. ఆధార ప్రవాహం క్రిందివైపు అంశంను పునస్సంయోగ ప్రవాహం అంటారు. ఆధారం చాలా తక్కువగా మాదీకరణం చెందినందువల్ల తక్కువ రంధ్రాలు లభ్యమవడం వల్ల పునస్సంయోగ ప్రవాహం చాలా తక్కువ. ఆధార ప్రాంతం చాలా పల్చగా ఉండటం వల్ల అది ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రానులు పొందుతుంది, $V_{BE} > 0.7V$ కు చాలావరకు ఎలక్ట్రానులు సేకరణి లేమిపొరలోకి విసరణ చెందుతాయి. ఈ పొరలోని స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు, సేకరణి ప్రాంతంలోకి తోయ (లేమి పొర క్షేత్రంతో) బడతాయి. (పటం(d)) మరియు బాహ్యసేకరణి చాలకతంత్రిలోకి ప్రవహిస్తాయి. అంటే స్థిరధార ఎలక్ట్రానులు రుణజనకం టెర్మినల్‌ను వదిలి



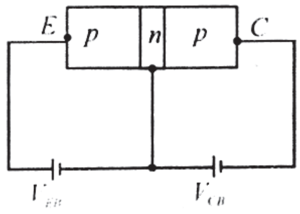
పటం : *n-p-n* ట్రాన్సిస్టర్ (a) ఉద్గారి పురోశక్మంలో, సేకరణి తిరోశక్మంలో ఉన్నప్పుడు (b) ఉద్గారిలో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు (c) స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు ఆధారంలోకి చిమ్మబడినపుడు (d) స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు ఆధారం ద్వారా సేకరణిలోకి ప్రయాణించినపుడు

ఉద్గారక ప్రాంతంలోకి ప్రవేశిస్తాయి. పురోశక్మం ఈ ఎలాక్ట్రానులను ఆధార ప్రాంతంలోకి ప్రవేశించేలా చేస్తుంది. దరిదాపుగా అన్ని ఎలక్ట్రానులు ఆధారం గుండా సేకరణి లేమి పొరలోకి విసరణ చెందుతాయి. లేమిపొరక్షేత్రం, స్థిరధార ఎలక్ట్రానులను సేకరణి ప్రాంతంలోకి తోస్తుంది. చాలా వరకు ట్రాన్సిస్టర్లలో 95 శాతంకన్నా ఎక్కువ ఉద్గారకం చిమ్మిన ఎలక్ట్రానులు సేకరణిలోకి ప్రవహిస్తాయి. 5 శాతం కన్నా తక్కువ ఎలక్ట్రానులు బాహ్య ఆధార చాలకతంత్రిలోనికి ప్రవహిస్తాయి.

ఆధారప్రాంతం కూడా ట్రాన్సిస్టర్‌లోని ఆధార ప్రాంతంలాగ ఉండదు. ట్రాన్సిస్టర్ చర్యకు కారణం, ఎక్కువగా మాదీకరణం చెందిన ఉద్గారకం మరియు మధ్యస్థంగా మాదీకరణం చెందిన సేకరణిల మధ్యనున్న తక్కువగా మాదీకరణం చెందిన ఆధారం. ఆధారం గుండా ప్రయాణించే స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు ఆధారంలో కొద్ది సేపు ఉండి సేకరణి చేరతాయి.

***p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్.**

క్రియాశీల ప్రాంతంలో పనిచేసేలా పురో బయాస్‌లో ఉంచిన *p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్‌ను పటంలో చూపించారు.



పటం: క్రియాశీలకంగా ఉండటానికి బయాస్‌లో ఉంచిన *p-n-p* ట్రాన్సిస్టర్

ఇంతకు ముందు లాగానే, ఉద్గారక ఆధార సంధిని బ్యాటరీ వోల్టేజ్ V_{EB} తో పురోబయాస్‌లోను, సేకరణి. ఆధార సంధిని V_{CB} బ్యాటరీ వోల్టేజ్‌తో తిరోబయాస్‌లో ఉంచారు. సేకరణి – ఆధార సంధి (దీనిని తిరోబయాస్‌లో ఉంచారు) తో పోల్చినపుడు ఉద్గార ఆధార సంధి పురోబయాస్ లో ఉంది కనుక దీని నిరోధం చాలా తక్కువ. ఇందువలన స్వల్ప పురోబయాస్ వోల్టేజ్ 0.6V లను ఉద్గారక – ఆధార సంధికి అనువర్తింప చేసి, సేకరణి – ఆధార సంధికి హెచ్చు తిరోబయాస్ వోల్టేజ్ 9V ను అనువర్తింపచేస్తారు.

ఉద్గారకం (*p* – ప్రాంతం)లో ఉద్గారక–ఆధార సంధి యొక్క పురోబయాస్ అధిక సంఖ్యాక వాహకాలైన రంధ్రాలను ఏర్పరుస్తుంది, ఇవి బ్యాటరీ ధనధృవం చేత వికర్షింపబడి ఆధారం (*n* - ప్రాంతం) లోకి విసరణ చెందుతాయి. ఆధారం యొక్క వెడల్పు చాలా పలుచగా ఉన్నందున మరియు అది తక్కువగా మాదీకరణం చెందినందున చాలా తక్కువ (మొత్తం రంధ్రాలలో రెండు నుండి ఐదు శాతం) రంధ్రాలు, ఆధారంలోకి ప్రవేశించి ఎలక్ట్రానులతో పునస్సంయోగం చెందుతాయి. 95% నుండి 98% ఎలక్ట్రానులు సేకరణి ప్రాంతం చేరతాయి. సేకరణి – ఆధార ప్రాంతం తిరోబయాస్‌లో ఉన్నందున, సేకరణికి అనువర్తించిన రుణపొటెన్షియల్‌కు ఈ ప్రాంతాన్ని చేరే రంధ్రాలు ఆకర్షింపబడతాయి. తద్వారా సేకరణి ప్రవాహం (I_C) పెరుగుతుంది. కనుక ఉద్గారక ప్రవాహం (I_E) లో పెరుగుదల, సేకరణి ప్రవాహాన్ని పెంచుతుంది.

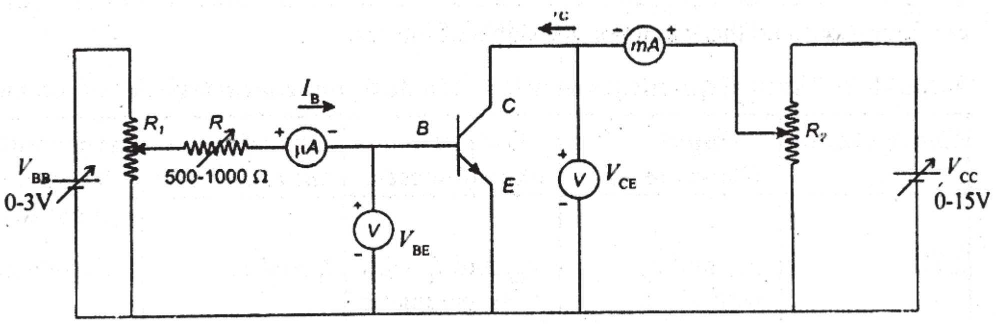
3. *npn* ట్రాన్సిస్టర్ ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసంలో నివేశన అనిర్గమన అభిలక్షణాలు పటాల సహాయంతో వివరించండి.

ట్రాన్సిస్టర్‌లో ఉద్గార ప్రవాహంలో 1mA మార్పు, సేకరణి ప్రవాహంలో 0.99 mA మార్పులను కలుగజేస్తుంది. ac ప్రవాహవృద్ధిని కనుక్కోండి.

జ. ***npn*** ట్రాన్సిస్టర్ ఉమ్మడి ఉద్గారక **(CE)** విన్యాసం

నివేశన మరియు నిర్గమన వలయాలకు ఉద్గారకం ఉమ్మడిగా ఉన్నప్పుడు ట్రాన్సిస్టర్ ఉమ్మడి ఉద్గారక అభిలక్షణాలు వోల్టేడ్ మరియు విద్యుత్ ప్రవాహాల మధ్య సంబంధాన్ని తెలుపుతుంది. పటం, *npn* ట్రాన్సిస్టర్ CE అభిలక్షణాల వలయ రేఖాచిత్రాన్ని చూపిస్తుంది. 0–3V ల V_{BB} చర dc సప్లై, 0–15V ల V_{CC} చర dc సప్లై, R_1 మరియు

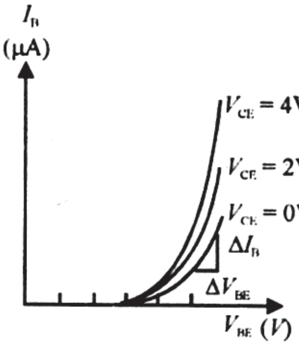
R_2 పొటెన్షియో మీటర్లు. R చరనిరోధకం, దీనిని ఆధారం నుండి ఉద్గారకానికి వోల్టేజ్ V_{BE} ను నియంత్రించడానికి ఉపయోగిస్తారు.



పటం. ట్రాన్సిస్టర్ CE విన్యాసంలో నివేశన మరియు నిర్గమన అభిలక్షణాల వలయ రేఖాచిత్రం.

నివేశన అభిలక్షణాలు

CE విన్యాసంలో, V_{CE} ను స్థిరంగా ఉంచినపుడు నివేశన అభిలక్షణాలు V_{BE} తో I_B మార్పును చూపిస్తుంది. ఈ అభిలక్షణాలను గీయడానికి V_{CB} ను R_1 మరియు R ల సహాయంతో తగిన విలువ వద్ద ఉంచాలి. అపుడు V_{BE} ను దశల వారిగా మారుస్తూ, ఆధారానికి కలపబడిన మైక్రోమీటర్ సహాయంతో అనురూపంగా ఉండే I_B విలువను కొలవాలి. CE విన్యాసంలో విలక్షణ *npn* ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క విలక్షణ నివేశన అభిలక్షణాలను పటం చూపిస్తుంది.



పటం. CE విన్యాసంలో విలక్షణ *npn* ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క విలక్షణ నివేశన అభిలక్షణాలు.

ఇచ్చిన V_{CE} విలువకు, పొందిన వక్రం, పురోబయాస్‌లో ఉన్న *p-n* సంధి దయోడ్ వక్రం లాగ ఉంటుందని గమనించండి. $V_{BE} < 0.5V$ కు కొలవ గలిగినంత ఆధార ప్రవాహం ($I_B = 0$) ఉండదు. అయినప్పటికి $V_{BE} > 0.6V$ కు I_B నిటారు గా పెరుగుతుంది.

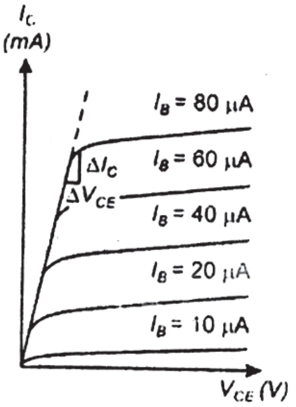
నివేశన అభిలక్షణ వక్రం యొక్క వాలు విపర్యయం నుండి ట్రాన్సిస్టర్ నివేశన నిరోధాన్ని పొందవచ్చు. దీనిని ఆధార–ఉద్గారక వోల్టేజ్‌లోని స్వల్ప మార్పుకు, సేకరణి – ఉద్గారక స్థిర వోల్టేజి వద్ద కలిగే ఆధార ప్రవాహం లోని స్వల్పమార్పుకు మధ్యగల నిష్పత్తి గా నిర్వచిస్తారు.

$$R_{ie} = \left.\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right|_{V_{BE}}$$

సాధారణంగా R_{ie} విలువ 20Ω – 10Ω వ్యాప్తిలో ఉంటుంది. వక్రం రేఖీయంగా లేనందువల్ల నివేశ నిరోధం విలువ, కొలత తీసుకొనే బిందువును బట్టి మారుతుంది. V_{CE} పెరిగిన కొద్దీ వక్రం మరింత నిలువుగా మారుతుంది. R_{ie} విలువ తగ్గుతుంది.

నిర్గమన అభిలక్షణాలు

ఆధార ప్రవాహం I_B ను స్థిరంగా ఉంచి నపుడు V_{CE} తో సేకరణి ప్రవాహం I_C లోని మార్పును నిర్గమన అభిలక్షణ వక్రం తెలియజేస్తుంది. నిర్గమన అభిలక్షణ వక్రాన్ని గీయడానికి R_1 మరియు R లను సర్దుబాటు చేస్తూ I_B ను (10 μA అనుకొందాం). స్థిరంగా ఉంచాలి. R_2 ను మార్చడం ద్వారా V_{CE} ను 0 నుండి 10 VA వరకు 0.5 V చొప్పున పెంచి, దానికి అనురూప I_C విలువలను గమనించాలి. ఇదే విధంగా నిర్గమన అభిలక్షణాలను $I_B = 40\,\mu A$, $60\mu A$, $80\mu A$, వద్ద కూడా పొందవచ్చు. ఎట్టి పరిస్థితులలోను ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క గరిష్ట ఆధార విద్యుత్ రేటింగును అధిగమించరాదు. ఈ విన్యాసం యొక్క నిర్గమన అభిలక్షణాలను పటంలో చూపించారు.



పటం. CE విన్యాసంలో విలక్షణ *npn* ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క నిర్గమన అభిలక్షణాలు.

నిర్గమన అభిలక్షణాల నుండి, ఇచ్చిన I_B విలువకు V_{CE} లోని పెరుగుదల I_C విలువలో మార్పును మరియు ఇచ్చిన V_{CE} విలువకు I_B తో I_C పెరుగుదలను మీరు గమనిస్తారు. ఈ అభిలక్షణాల నుండి

(h_{0c}) ను గణించవచ్చు

$$h_{0e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{CE}}$$

ఇక్కడ Δ స్వల్ప మార్పును సూచిస్తుంది.

సాధన : $\Delta I_E = 1mA = 1 \times 10^{-3}$ A మరియు $\Delta I_C = 0.99$ mA

$$= 0.99 \times 10^{-3}\text{ A}$$

$\therefore$ ట్రాన్సిస్టర్ ac ప్రవాహ వృద్ధి

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{0.99\times10^{-3}\text{A}}{1\times10^{-3}\text{A}} = 0.99.$$

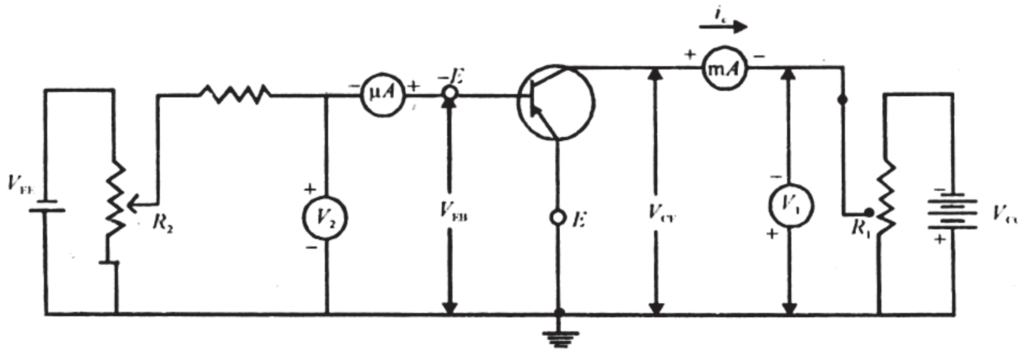
4. *pnp* ట్రాన్సిస్టర్ ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసంలో నివేశన, నిర్గమన అభిలక్షణాలను పటాల సహాయంతో వివరించండి.

ఒక ట్రాన్సిస్టర్‌లో $\beta = 45$ సేకరణి వలయంలో కలిపిన 5KΩ నిరోధం చివరల పొటెన్షియల్‌లో వచ్చే తేడా 5V అయితే, ఆధార ప్రవాహంలో వచ్చే మార్పును లెక్కించండి.

జ. ***pnp*** ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క ఉమ్మడి ఉద్గారక (**CE**) విన్యాసం

ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసంలో *npn* ట్రాన్సిస్టర్ నివేశన మరియు నిర్గమన అభిలక్షణాలను గీయడం నేర్చుకున్నారు.

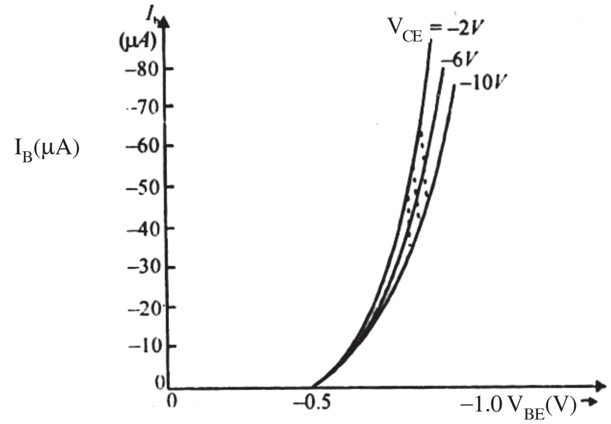
ఇప్పుడు మనం *pnp* ట్రాన్సిస్టర్‌ను తీసుకుందాం. పటం *pnp* ట్రాన్సిస్టర్‌కు CE అభిలక్షణాలకు వలయ రేఖా పటాన్ని చూపిస్తుంది. ట్రాన్సిస్టర్ క్రియాశీల ప్రాంతంలో పనిచేసేలా బయాస్ ఇవ్వబడింది. ఆధార ప్రవాహం (I_B) మరియు ఆధారం మరియు ఉద్గారకం మధ్య వోల్టేజిని కొలవడానికి ఆధార – ఉద్గారక వలయంలో మైక్రోమీటర్ మరియు వోల్ట్ మీటర్లను ఉపయోగిస్తారు. అలాగే సేకరణి ప్రవాహాన్ని (I_C) మరియు సేకరణి, ఉద్గారకంల మధ్య వోల్టేజ్ (V_{CE}) లను కొలవడానికి సేకరణి – ఉద్గారకంల వలయంలో మిల్లీఅమ్మీటర్ మరియు వోల్టుమీటర్ లను కలుపుతారు.



పటం : CE విన్యాసంలో *pnp* ట్రాన్సిస్టర్ నివేశన నిర్గమన అభిలక్షణాలను పొందటానికి వలయంయొక్క రేఖాపటం

నివేశన అభిలక్షణాలు

V_{CE} యొక్క వేరు వేరు స్థిర విలువల వద్ద V_{BE} మరియు I_B ల మధ్య గీసిన గ్రాపులు నివేశన అభిలక్షణాలు. వీటిని గీయడానికి ఉద్గారక సేకరణి వలయంలోని పొటెన్షియోమీటర్ R_1 ను వోల్టుమీటర్ స్థిరవిలువను చూపించేంతవరకు సర్దుబాటు చేస్తారు. ఆధార ఉద్గారక వోల్టేజ్ సున్నా అయ్యే విధంగా ఉద్గారక – ఆధార వలయంలోని పొటెన్షియోమీటర్‌ను సర్దుబాటు చేస్తారు. ఈ విలువకు ఆధార ప్రవాహం కూడా సున్నా అవుతుంది. V_{CE} ను స్థిరంగా ఉంచి, క్రమంగా V_{BE} ను పెంచి, మైక్రోఅమ్మీటర్ సహాయంతో ఆధార ప్రవాహంలోని మార్పును నమోదు చేస్తారు. $V_{CE} = -2V$ (అనుకొందాం) వద్ద నివేశన అభిలక్షణాలను గీయడానికి, ఉద్గారక – సేకరణి వలయంలో పొటెన్షియోమీటర్‌ను, అదే వలయంలో వోల్టుమీటర్ 2V చూపించేంత వరకు సర్దుబాటు చేయాలి. తరువాత V_{BE} ను సున్నా చేయడానికి ఉద్గారక ఆధార వలయంలో పొటెన్షియోమీటర్‌ను సర్దుబాటు చేయాలి. అప్పుడు V_{CE} ను స్థిరంగా ఉంచి V_{BE} ను నెమ్మదిగా పెంచాలి. CE విన్యాసంలో V_{CE} యొక్క వేరు వేరు విలువలకు (ఉదా : $V_{CE} = -6V, -2V, ...$) ట్రాన్సిస్టర్ నివేశన అభిలక్షణాలను గీయవచ్చు. పటం CE విన్యాసం యొక్క విలక్షణ నివేశన అభిలక్షణ స్వభావం, p-n సంధి పురోబియాస్ అభిలక్షణం లాగానే ఉంటుందని గమనించండి. ఆధార వోల్టేజ్, అవరోధ వోల్టేజ్ (సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టర్‌కు ఇది −0.7V) కన్నా తక్కువగా ఉన్నంతవరకు ఆధారప్రవాహం శూన్యంగానే ఉంటుంది. ఆధార వోల్టేజ్, అవరోధ వోల్టేజ్‌ను అధిగమించినపుడు ప్రవాహం నెమ్మదిగా పెరుగుట ప్రారంభమై తరువాత అకస్మాత్తుగా పెరుగుతుంది. ఈ వక్రాలు p-n-p ట్రాన్సిస్టర్ CE విన్యాసంలో ఏర్పడిన వక్రాల లాగానే ఉండటం గుర్తుకు తెచ్చుకోండి.



పటం : CE విన్యాసంలో విలక్షణ pnp ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క నివేశన అభిలక్షణాలు

నివేశన అభిలక్షణ వక్రం యొక్క వాలు (slope) విలోమం నుండి ట్రాన్సిస్టర్ ac నివేశన నిరోధాన్ని కనుక్కోవచ్చు.

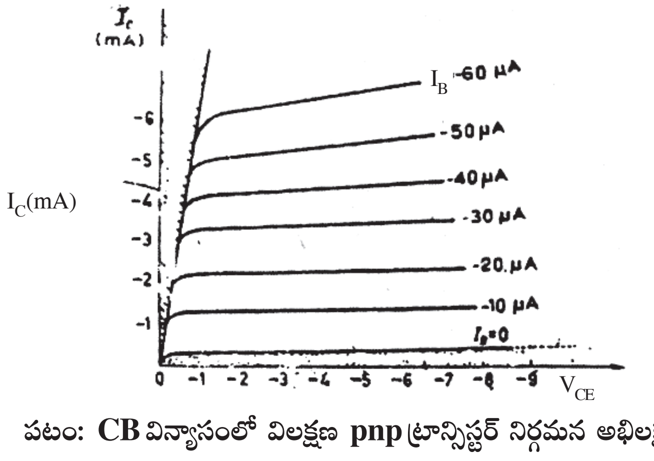
CE విన్యాసంలో ట్రాన్సిస్టర్ ac యొక్క నివేశన నిరోధం

$$R_{in} = \left.\frac{\Delta V_{BC}}{\Delta I_B}\right|_{V_{CE}} = \text{స్థిరాంకం.}$$

ఈ విన్యాసంలో R_{in}, సాధారణంగా kΩ లలో ఉంటుంది.

నిర్గమాన అభిలక్షణాలు

ఆధారక ప్రవాహం (I_B) వేరు వేరు స్థిర విలువల వద్ద సేకరణి ఉద్గార వోల్టేజ్ (V_{CE}), సేకరణి ప్రవాహం (I_C) ల మధ్య గ్రాఫ్‌లు నిర్గమన అభిలక్షణాలు. ఈ గ్రాఫ్‌లను గీయడానికి V_{CE} ను సున్నా చేసి, V_{BE} ఒక స్థిర విలువను చూపించేంతవరకు ఆధార – ఉద్గార వలయంలోని మైక్రోమీటర్‌ను సర్దుబాటు చేయాలి. ఒక ప్రత్యేక విలువ వద్ద I_B ను స్థిరంగా ఉంచడానికి V_{CE} ను సర్దుబాటు చేయాలి. I_B ను స్థిరంగా ఉంచి V_{CE} ను సున్నా నుండి దశల వారీగా పెంచుకుంటూ పోయి, దాని అనురూప సేకరణి ప్రవాహం I_C ను సేకరణితో శ్రేణితో కలపబడిన మిల్లీ అమ్మీటర్ సహాయంతో నమోదు చేయాలి.



పటం: CB విన్యాసంలో విలక్షణ pnp ట్రాన్సిస్టర్ నిర్గమన అభిలక్షణాలు

సాధన: ట్రాన్సిస్టర్ ప్రవాహం వృద్ధి $\beta = 45$

సేకరణి నిరోధం $R_L = 5K\Omega = 5 \times 10^3\Omega$

$5K\Omega$ నిరోధం చివరల వోల్టేజ్ మార్పు = $\Delta V = 5V$

ఆధార ప్రవాహంలో మార్పు = $\Delta I_B = ?$

సేకరణి ప్రవాహంలో మార్పు $\Delta I_C = \frac{\Delta V}{R_L}$

$$\Delta I_C = \frac{5}{5 \times 10^3} = 10^{-3} = 1mA.$$

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

$$\Delta I_B = \frac{\Delta I_C}{\beta} = \frac{10^{-3}}{45} = 0.022\,mA.$$

ఆధార ప్రవాహంలో మార్పు $(\Delta I_B) = 0.022mA.$

29 అర్ధవాహక సాధనాల అనువర్తనాలు

p-n సంధి డయోడు, జీనర్ డయోడు LED, ట్రాన్సిస్టర్లు పనిచేసే సూత్రాలను ఇంతకు ముందు పాఠంలో చదివారు. అర్ధవాహక సాధనాలు చిన్న పరిమాణాన్ని కలిగి ఉండటం మరియు ప్రత్యేకమైన విద్యుత్ ధర్మాలు కలిగి ఉండటం వలన ఇవి అన్ని గృహోపకరణాలలోను ఉపయోగపడుతున్నాయి. వీటిని రక్షణ అలారమ్, రేడియో, టి.వి., టెలిఫోన్, టేప్‌రికార్డర్, సి.డి. ప్లేయర్, కంప్యూటర్, అత్యవసర దీపాలు, విద్యుత్ పంఖా యొక్క వడిని నియంత్రించే (Speed regulator) సాధనాలలో ఎక్కువగా ఉపయోగిస్తున్నారు. అన్ని నియంత్రణ సాధనాలలోను, పెద్ద పరిశ్రమలలోను, విమాన నియంత్రణ సాధనాలలోను, ఉపగ్రహాలలో సామర్థ్య నియంత్రణ సాధనాలలోను అర్ధవాహక సాధనాలను ఉపయోగిస్తున్నారు. ఒక విధంగా చెప్పాలంటే ఈరోజులలో ఈ సాధనాలు లేకుండా జీవితాన్ని ఊహించడం కష్టం.

ఈ పాఠంలో డయోడు మరియు ట్రాన్సిస్టర్ల ఉపయోగాలు కొన్నింటిని మీరు తెలుసుకుంటారు. ఈ చర్చ అనంతరం డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ (Electronics) యొక్క పరిచయం చేయడం జరుగుతుంది. ఎలక్ట్రానిక్స్ యొక్క ఈ విభాగం '0' మరియు 'l' విలువ కలిగిన ప్రత్యేక తరంగాలు లేదా సంకేతాల గూర్చి చెబుతుంది. డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ (Digial electronics) లాజిక్ ద్వారాలు (logic gates) అనే భావనపై ఆధారపడతాయి. ఈ ద్వారాలు నివేశ సంఖ్యా విలువలు తీసుకొని దాని లాజిక్ ప్రక్రియకు అనుగుణమైన నిర్గమ విలువలను ఇస్తాయి. ఈ పాఠంలో లాజిక్ ద్వారాలు వాటి సంకేతాలు మరియు వలయాలలో వాటిని ఉపయోగించే విధానాలను మీరు తెలుసుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం నేర్చుకున్న తరువాత మీరు క్రింది విషయాలను వివరించగలుగుతారు.

- అర్ధతరంగ మరియు పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరిణిలుగా డయోడు యొక్క ఉపయోగం.
- ఓల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడు ఉపయోగం.
- వృద్ధికరణి, స్విచ్ మరియు డోలకం (Orcillator) గా ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క ఉపయోగం.
- లాజిక్ ద్వారాలను వాటి సత్య పట్టికలతో వివరించుట.
- చిన్న చిన్న వలయాలలోని లాజిక్ ద్వారాలను ప్రత్యక్షంగా గ్రహించగల్గుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఏకధిక్కరణం అంటే ఏమిటి?

జ. ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఏకముఖ విద్యుత్ ప్రవాహంగా మార్చే ప్రక్రియనే ఏకధిక్కరణం అంటారు.

2. జీనర్ వోల్టేజి అంటే ఏమిటి?

జ. తిరోబయాస్‌లో గల సంధిడయోడ్‌లో ఏ పొటెన్షియల్ వద్ద విచ్ఛేదనం జరుగుతుందో లేదా ఏ పొటెన్షియల్ వద్ద అత్యధిక విద్యుత్ ప్రవహిస్తుందో ఆ వోల్టేజిని జీనర్ వోల్టేజి అంటారు.

3. వోల్టేజి నియంత్రణం అంటే ఏమిటి? దీనిని ఏ డయోడ్ ద్వారా పొందవచ్చు ?

జ. స్థిరమైన నిర్గమవోల్టేజ్ గల పవర్ సప్లై వలయాన్ని వోల్టేజ్ నియంత్రకం అంటారు. దీనిని పవర్‌సప్లై వలయంలో జీనర్ డయోడ్‌ను ఉపయోగించడం ద్వారా పొందవచ్చు.

4. CE విన్యాసం గల వర్ధకానికి $V_i = 2mV$ మరియు $V_0 = 1$ వోల్టు అయిన ఓల్టేజి వృద్ధిని గణించండి.

జ. $(A_V) = \frac{V_0}{V_i} = \frac{1V}{20mV} = \frac{1}{20\times10^{-3}} = 50.$

5. లాజిక్ ద్వారాలంటే ఏమిటి? మూడు ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారాలను తెలపండి.

జ. ఒకటి లేదా ఎక్కువ నివేశాలు మరియు ఒక నిర్గమం గల సాధనాలను లాజిక్ ద్వారా లంటారు. ప్రాథమిక లాజిక ద్వారాలు.

(i) AND ద్వార

(ii) OR ద్వారం

(iii) NOT ద్వారం

6. OR మరియు NOT ద్వారాలంటే ఏమిటి?

జ. ఒకటి లేదా రెండు నివేశ టెర్మినల్ ON (1) లో ఉన్నట్లయితే నిర్గమంలో ON(1) వచ్చే లాజిక్ వలయాన్ని OR ద్వారం అంటారు. నిర్గమంలో వచ్చే విలువ నివేశన విలువకు విరుద్ధంగా వచ్చే లాజిక్ వలయాన్ని NOT ద్వారం అంటారు.

7. NOT ద్వారాన్ని ఎలా పొందవచ్చు.

జ. OR ద్వారం నిర్గమంలో NOT ద్వారాన్ని కలపడం వల్ల NOR ద్వారాన్ని పొందవచ్చు.

8. NAND ద్వారాన్ని ఎలా పొందవచ్చు.

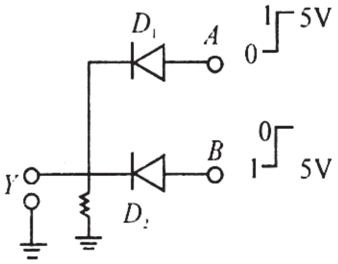
జ. AND ద్వారం నిర్గమంలో NOT ద్వారాన్ని కలపడం వల్ల NAND ద్వారాన్ని పొందవచ్చు.

9. ఏ ద్వారాలను విశ్వద్వారాలు అంటారు. ఎందుకు ?

జ. NOR మరియు NAND ద్వారాలను విశ్వద్వారాలు అంటారు. మనం OR, AND, NOT ద్వారాలను పొందవచ్చు.

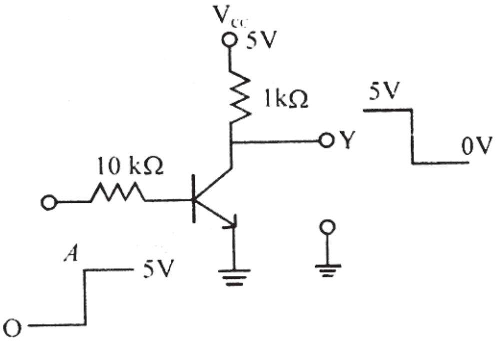
10. డయోడ్ నుపయోగించి ఒక OR ద్వారాన్ని ఎలా పొందవచ్చో వలయ పటం ద్వారా తెలపండి.

జ.



11. ట్రాన్సిస్టర్‌నుపయోగించి ఒక NOT ద్వారాన్ని ఎలా పొందవచ్చో వలయ పటం ద్వారా తెలపండి.

జ.

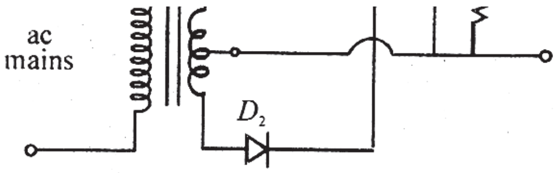


5 మార్కుల ప్రశ్నలు

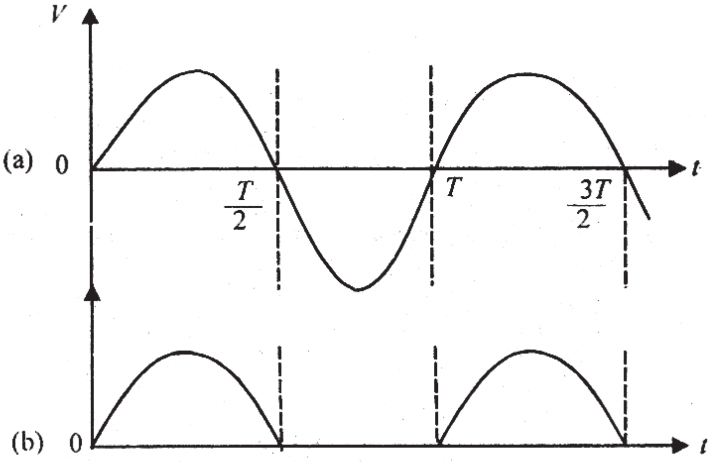
1. ఒక అర్ధవాహక డయోడ్‌ను అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరణిగా ఎలా ఉపయోగిస్తారో వర్ణించండి.

జ. స్థిర పరిమాణం గల A.C. విద్యుత్ సంకేతాలను D.C. విద్యుత్ సంకేతాలుగా మార్చే ప్రక్రియను ఏకధిక్కరణి అంటారు.

(a) అర్ధ తరంగ ఏకధిక్కరిణి (Halfwave rectifier)



పటం : అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరణి వలయం



పటం: **(a)** నివేశ a.c. వోల్టేజి, (b) అర్ధతరంగ ఏక ధిక్కరణి పొందిన నిర్గమం

పటం చూడండి. A.C. మెయిన్స్ సంకేతాలు అవరోహణ పరివర్తకం T కు సమకూర్చబడినవి. ఇది XY టెర్మినల్స్‌కు అందుబాటులో ఉంచుతుంది. భారనిరోధం R_L p-n సంధి డయోడ్ ద్వారా ఈ టెర్మినల్స్ XY లకు సంధానం చేయబడి ఉంటుంది. పెక్కు పరికరాలకు 220V వోల్టేజ్ కన్నా తక్కువ వోల్టేజ్ కావలసి ఉంటుంది. అవరోహణ పరివర్తక నిర్గమం వద్ద అవరోహణ AC సంకేతాలు లభిస్తాయి. Y పరంగా X వద్ద పొటన్షియల్ ఒక సైన్ ప్రమేయంగా కాలంతోపాటు పటం లో చూపినట్లు మారుతూ ఉంటుంది. నివేశ ధన అర్ధతరంగానికి '0' నుండి '$\frac{T}{2}$' కాల వ్యవధిలో డయోడు పురోశక్మంలో ఉండి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని A, B ల మధ్య గల భార నిరోధం (R_L) లోనికి ప్రవహింపజేస్తుంది. '$\frac{T}{2}$' నుండి 'T' కాలవ్యవధిలో గల రుణ అర్ధతరంగానికి డయోడు తిరోశక్మంలో ఉండి విద్యుత్ ను భార నిరోధం లోనికి ప్రవహింపనీయదు. దీనిని పటంలో చూపించారు. p-n డయోడు సైన్ తరంగం లోని ఒక అర్ధ తరంగాన్ని మాత్రమే ప్రవహింపజేస్తుంది. కనుక ఇది అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరణి గా ప్రవర్తిస్తుంది.

డయోడు గుండా ప్రవహించని అర్ధ తరంగ సమయంలో డయోడు చివరల గల గరిష్ట వ్యతిరేక ఓల్టేజి శిఖర ఓల్టేజి 'V_m' కి సమానం. భంజన ఓల్టేజిని శిఖర విలోమ ఓల్టేజి (Peak Inverse Voltage) PV అంటారు. ఏకధిక్కరణిలో డయోడు యొక్క PV విలువ A.C. ఓల్టేజి యొక్క PV కంటే ఎక్కువగా ఉండేలా తీసుకోవాలి. లేనిచో డయోడు చెడిపోతుంది. భారనిరోధం (R_L) చివరల గల D.C. ఓల్టేజి (V_{dc}) ని ఓల్టు మీటరుతో కొలువవచ్చును.

అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరిణి లో, $V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}$

ఇచట V_m = శిఖర ఎ.సి. ఓల్టేజి

భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే d.c. విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కింది సమీకరణంతో చూపవచ్చు.

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{V_m}{\pi R_L}$$

2. స్విచ్‌గా ట్రాన్సిస్టర్ ఎలా పనిచేస్తుందో పటం సహాయంతో వివరించండి.

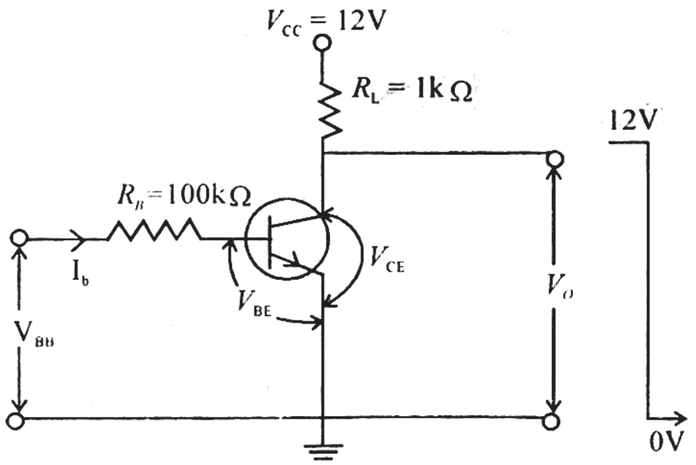
జ. నిత్య జీవితంలో విద్యుత్ ఉపకరణాలయిన విద్యుత్ దీపాలు, ఫంకాలు, ఇంకా యంత్రాలను పని చేయించడానికి మరియు ఆపడానికి 'స్విచ్' (switch) లను ఉపయోగిస్తాం. స్విచ్ లకు ఆన్ (on) మరియు ఆఫ్ (off) అనే రెండు ప్రత్యేక స్థితులు ఉంటాయి. ఎలక్ట్రానిక్స్‌లో వివిధ ఉపకరణాలకు విద్యుత్తును వేరు వేరు ఓల్టేజి స్థాయిలలో ఇవ్వవలసి వస్తుంది. దానినే 'స్విచ్' గా పరిగణిస్తాం. స్విచ్ ను ఆన్‌లో(on) ఉంచినపుడు ఒక ఓల్టేజి స్థాయి మరియు ఆఫ్‌లో (off) ఉంచినపుడు వేరొక ఓల్టేజి స్థాయి అనువర్తించబడతాయి. అట్టి ఓల్టేజిలను కంప్యూటర్లలో ఉపయోగిస్తారు. ఇందులో డిజిటల్ సంకేతాలు వినియోగిస్తారు (saturation) ఇట్టి ప్రక్రియలను చేయడానికి ట్రాన్సిస్టర్ల ను ఉపయోగిస్తారు. పటంలో చూపిన ట్రాన్సిస్టర్ అభిలక్షణాలలో భంజన (cut off) ప్రాంతం మరియు సంతృప్త ప్రాంతం అని రెండు అంత్యప్రాంతాలు చూస్తాము. కింది పటంలో గీతలు గీచిన ప్రాంతం ఆధార విద్యుత్తు శూన్యం ($I_B = 0$) కలిగినదై భంజన (Cut off) ప్రాంతంను సూచిస్తుంది. ఈ స్థితిలో ట్రాన్సిస్టర్ విద్యుత్తును తన గుండా వెళ్లనీయక, నివేశ ఓల్టేజి (V_{CC}) అంతయు ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క సేకరిణి మరియు ఉద్గారిణిల నడుమ(V_{CE}) కన్పిస్తుంది. అనగా సేకరిణి వద్ద నిర్గమ ఓల్టేజి (V_{CC}) అవుతుంది.

సంతృప్త ప్రాంతం

భంజన ప్రాంతం

పటం : ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క నిర్గమ అభిలక్షణాలు

ట్రాన్సిస్టర్ లో ఆధార విద్యుత్తు (I_B) సంతృప్త విలువ కన్నా ఎక్కువగా ఉన్నపుడు ట్రాన్సిస్టరు గుండా పూర్తి విద్యుత్తు ప్రవహించి సేకరిణి, ఉద్గారకాల మధ్య ఓల్టేజి (V_{CE}) దాదాపు శూన్యం అవుతుంది. అట్టి సందర్భంలో సేకరిణి, ఎర్త్‌ల మధ్య నిర్గమ వోల్టేజి శూన్యం అవుతుంది. మొత్తం భార నిరోధం R_L వద్దనే పూర్తి వోల్టేజి డ్రాప్ కనిపిస్తుంది. అనగా సేకరిణి విద్యుత్తు $I_C = \frac{V_{CC}}{R_L}$ అవుతుంది.



ట్రాన్సిస్టర్ స్విచ్ గా పనిచేసే వలయం పటం చూపబడుతుంది. ట్రాన్సిస్టర్ ను స్విచ్ గా పనిచేయించడానికి అదుపు సంకేతాలను V_{BB} రూపంలో అందజేస్తారు. నిర్గమ వలయానికి మనం కింది విధంగా వ్రాయవచ్చును.

$$I_B R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0$$

$V_{BB} = 0$ అయినపుడు కింది విధంగా వస్తుంది.

$$I_B = -\frac{V_{BE}}{R_B}$$

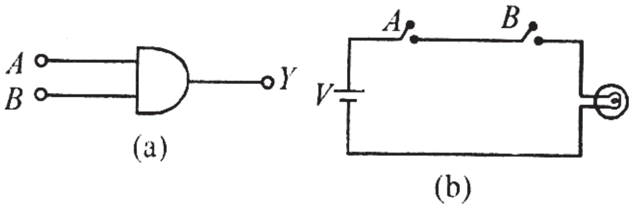
I_B విలువ శూన్యం కంటే తక్కువ కనుక ట్రాన్సిస్టర్ భంజన ప్రాంతంలో పనిచేస్తుంది.

మరియు $V_0 = V_{CC}$ అవుతుంది

3. AND ద్వారాన్ని వర్ణించి సత్యపట్టికను ఇవ్వండి.

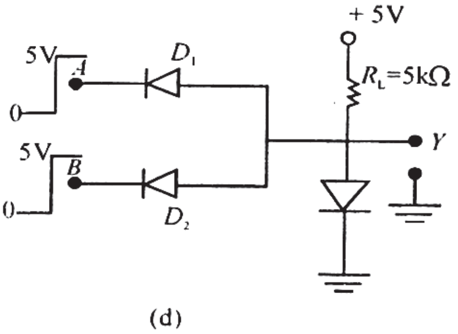
జ. 1. **AND ద్వారం (AND gate)**

AND ద్వారానికి రెండు లేదా ఎక్కువ నివేశాలు ఉండవచ్చు కాని, ఒకే ఒక నిర్గమం ఉంటుంది. రెండు నివేశాలు ఉండే AND ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం పటం(ఎ) లో చూపబడింది. అనేక విద్యుత్ స్విచ్‌లు శ్రేణిలో కలుపబడినవి తీసుకుని AND ద్వారం యొక్క ప్రవర్తనను అర్థం చేసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు A మరియు B స్విచ్‌లు ద్వారం యొక్క రెండు నివేశాలు మరియు Y బల్బు నిర్గమాన్ని ఇచ్చును. నివేశంలో ఆన్ (ON) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '1' ని, మరియు ఆఫ్ (off) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '0' ని తెలియజేస్తుంది. ఈ సందర్భంలో రెండు నివేశాలు ఓల్టేజి కి సంధానం చేసినపుడు మాత్రమే బల్బు వెలుగుతుంది. A మరియు B స్విచ్‌లు రెండు ఆన్‌లో (ON) ఉన్నపుడు (లేదా 1) మాత్రమే ఇది సంభవిస్తుంది. 'A' మరియు 'B' ల యొక్క వేరు వేరు నివేశ విలువలకు నిర్గమం 'Y' యొక్క ప్రవర్తన పటం(సి) లోని పట్టిక తెలియజేస్తుంది. ఈ పట్టికను సత్య పట్టిక అంటారు.



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(c)



పటం : (ఎ) AND ద్వార సంకేతం. (బి) AND ద్వారానికి స్విచ్‌ల అమరిక (సి) AND ద్వారం యొక్క సత్య పట్టిక (డి) AND ద్వారానికి డయోడు రూపకల్పన

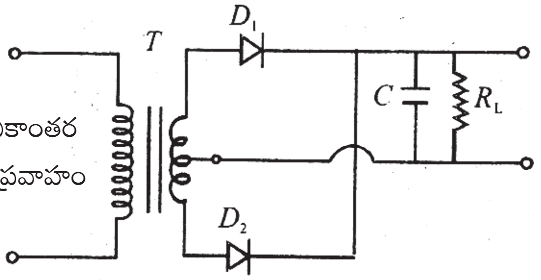
AND ప్రక్రియ బులీన్ సమాసం క్రింది విధంగా చూపవచ్చును.

$$Y = A.B = AB = A \times B.$$

4. నిర్గలిని (filter)గా *p-n* సంధిడయోడ్ ఎలా పనిచేస్తుందో పటసహాయంతో వివరించండి.

జ. నిర్గలిని (**filter**)

A.C. విద్యుత్ ప్రవాహానికి కండెన్సరు కలుగజేసే అవరోధం (Impedance) దాని పౌనఃపున్యం పై ఆధారపడుతుంది. కనుక పటంలో చూపినట్లు భారనిరోధానికి సమాంతరంగా ఒక కండెన్సరు (C) ని సంధానం చేసినచో అధిక పౌనః పుణ్యం గల a.c. అంశాలు నిర్గలిని (ఫిల్టర్) (Filter) అవుతాయి.



పటం : పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణిలో కెపాసిటర్ ఉపయోగించి ఫిల్టర్ చేయుట.

$t = \frac{T}{4}$ కాలంలో డయోడ్ D_1 లో ప్రవహింపజేసిన విద్యుత్ ప్రవాహానికి కండెన్సర్ రమారమి గరిష్ట పొటెన్షియల్ (V_m) కు ఆవేశితం అవుతుంది. విద్యుత్తు తగ్గడం మొదలయ్యే సమయంలో $\frac{T}{4} < t < \frac{T}{2}$ కాలాల మధ్య కండెన్సరు

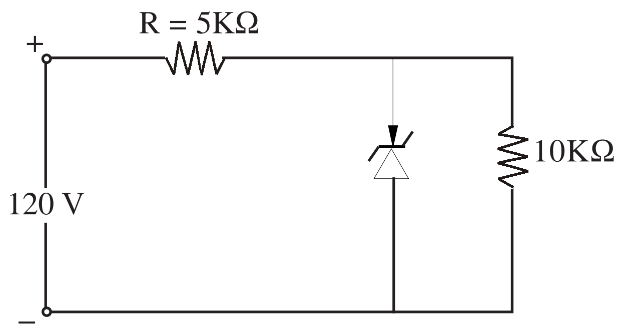
ఆవేశాన్ని ఉత్సర్గం (discharge) చేసి హెచ్చుతగ్గులను తగినంతగా తగ్గించి భార నిరోధం లోని విద్యుత్తు స్థిరంగా ఉండేలా చేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియ పటంలో చూపబడినది. భార నిరోధం మరియు కండెన్సరు విలువలు పెద్దవిగా ఉన్నపుడు ఏకధిక్కరణ జరిగిన dc విద్యుత్తులో హెచ్చుతగ్గులు తక్కువగా ఉంటాయి. హెచ్చుతగ్గులను తగ్గించడానికి భారనిరోధానికి సమాంతరంగా కలిపిన కండెన్సరును "ఫిల్టర్ కండెన్సర్" అంటారు. పవర్ సప్లై లలో మనం A.C అంశాలను తగ్గించడానికి LC మరియు C - L - C (లేదా π) ఫిల్టర్ లను ఉపయోగిస్తాం.

5. ఇచ్చిన వలయానికి ఈ కింది వాటిని కనుక్కోండి.

(i) నిర్గమన వోల్టేజి

(ii) శ్రేణినిరోధం చివరల పొటెన్షియల్‌పాతం

(iii) జీనర్‌డయోడ్ గుండా ప్రవాహం



జ. ఇచ్చిన వలయం నుండి

$R = 5\Omega = 5 \times 10^3\Omega$

నివేశన వోల్టేజి $V_{in} = 120V$

భారనిరోధం $R_L = 10K\Omega = 10 \times 10^3\Omega$

జీనర్ వోల్టేజి $V_Z = 50V$

(i) నిర్గమన వోల్టేజి $V_Z = 50V$

(ii) శ్రేణి నిరోధం R చివరల పొటెన్షియల్ పాతం $V_{in} - V_Z = 120 - 50 = 70V$

(iii) భారప్రవాహం (load current)

$$I_L = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{50}{10\times10^3} = 5\times10^3\,A$$

R గుండా ప్రవాహం $I = \dfrac{\text{R చివరల పొటెన్షియల్ పాతం}}{R}$

$$= \frac{70}{5\times10^3} = 14\times10^3\,A$$

కిర్చాఫ్ మొదటి నియమం నుండి $I = I_L + I_Z$

$$I_Z = I - I_L$$

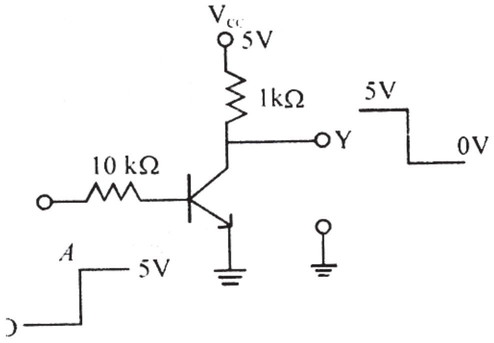
$$= 14 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-3} = 9\ mA.$$

6. లాజిక్ ద్వారాలను జతచేయడం ద్వారా NAND ద్వారాన్ని ఎలా పొందవచ్చో పటసహాయంతో తెలపండి.

జ. **NAND** ద్వారం :-

పటం (a) చూపిన విధంగా AND ద్వారం మరియు NOT ద్వారాలను జతచేయడం వలన NAND ద్వారం పొందవచ్చు. ఇచ్చట AND ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని Y ని NOT ద్వారం తో విలోమం చేసి తుది నిర్గమం Y ని పొందడం జరుగుతుంది. పటం(b) లో NAND ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం పటం(b) లో NAND ద్వారం యొక్క సత్యపట్టికలు ఇవ్వబడినవి. వీటిని AND ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని విలోమం చేయడం ద్వారా పొంద వచ్చును. కనీసం ఒక నివేశ విలువ '0' ఉన్నప్పుడు నిర్గమం విలువ '1' ఇస్తుంది. అనే విషయం NAND ద్వారం యొక్క సత్య పట్టిక చూపుతుంది. NAND ప్రక్రియకు బులెన్ సమాసం కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$$Y = A.B = A \times B = AB$$



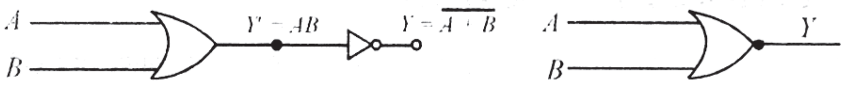
పటం:(a) లాజిక్ ద్వారం జతవల్ల NAND (b) NAND ద్వార సంకేతం (c) NAND ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక

7. లాజిక్ ద్వారాలను జతచేయడం ద్వారా NOR ద్వారాన్ని ఎలా పొందవచ్చో పటసహాయంతో తెలపండి.

జ. **NOR** ద్వారం :

పటం(a) లో చూపినట్లుగా OR ద్వారం మరియు NOT ద్వారాలను జతచేయడం ద్వారా NOR ద్వారాన్ని పొందవచ్చు. ఇచట OR ద్వారం యొక్క నిర్గమం Y, NOT ద్వారం చేత విలోమం చేయబడి తుది నిర్గమం Y ని పొందుతాం. పటం (b) లో NOR ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం ఇవ్వబడింది. NOR ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక పటం (c)లో ఇవ్వబడింది. OR ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని విలోమం చేయటం వలన దీనిని పొందగలం. NOR ద్వారం యొక్క నివేశాలు రెండూ '0' అయినపుడు మాత్రమే నిర్గమం '1' ఇస్తుందని సత్యపట్టిక నుండి తెలుస్తుంది. NOR ద్వారం ప్రక్రియకు బులీన్ సమాసం క్రింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$Y = \overline{A + B}$



(a) (b)

A	B	$Y' = A+B$	$Y = \overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

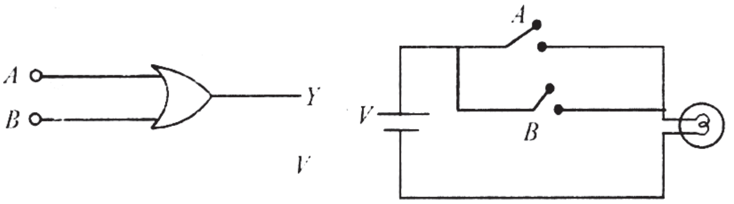
(c)

పటం (a) లాజిక్ ద్వారాలను జతగా NOR ద్వారం (b) NOR ద్వారం యొక్క సంకేతం మరియు (c) NOR ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక

8. OR ద్వారాన్ని వర్ణించి దానిని ఎలా పొందవచ్చో తెలపండి.

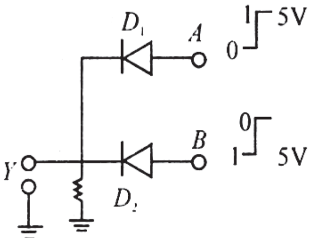
జ. **'OR' ద్వారం (OR gate)**

OR ద్వారానికి రెండు లేదా ఎక్కువ నివేశాలు ఒక నిర్గమం ఉంటాయి. రెండు నివేశాల OR ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం పటం(ఎ) లో చూపబడినది. OR ద్వారం యొక్క ప్రవర్తనను అనేక విద్యుత్ స్విచ్ లను సమాంతరంగా



(a) (b)

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



(c) (d)

పటం: (a) OR ద్వార సంకేతం (b) OR ద్వారాన్ని స్విచ్‌లతో చూపుట (c) OR ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక మరియు (d) డయోడ్ పరంగా OR ద్వారం ఆచరణలో చూపులు

సంధానం చేసి వాటి సహాయంతో వివరించవచ్చు. రెండు నివేశాలు గల OR ద్వారం లో రెండు స్విచ్‌లు పటం (b) లో చూపినట్లు సంధానం చేయబడి ఉంటాయి. A మరియు B లు రెండూ నివేశాలు గాను, విద్యుత్ బల్బు నిర్గమం 'Y' గాను ఉంటుంది. ఆన్ (ON) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '1' ని మరియు ఆఫ్ (off) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '0' ని తెలుపుతాయి. దీప్తినిచ్చే బల్బు నిర్గమ లాజిక్ విలువ '1' ని, దీప్తి నివ్వని బల్బు నిర్గమ లాజిక్ విలువ '0' ని సూచిస్తాయిజ వెలిగే బల్బు లాజిక్ నిర్గమం '1', వెలగని బల్బు లాజిక్ నిర్గమం '0' ని సూచిస్తాయి. ఈ సందర్భంలో A లేదా B లేదా రెండు స్విచ్‌లు ఆన్ (ON) లో ఉన్నపుడు నివేశ ఓల్టేజి నిర్గమాన్ని చేరడంతో బల్బు వెలుగుతుంది. OR ద్వారం యొక్క నివేశ, నిర్గమాల అన్యోన్య సంబంధాన్ని పటం(సి) లో తెలిపిన సత్య పట్టిక చూపుతుంది.

OR ప్రక్రియకు బులీన్ (boolean) సమాసం క్రింది విధంగా చూపవచ్చును.

$Y = A + B$ దీనిని A లేదా B అని చదువుతాం.

OR ద్వారాన్ని పొందడం :- ఆచరణలో డయోడ్‌ల పరంగా రెండు నివేశాలు గల OR ద్వారాన్ని పటం (డి) లో చూపబడింది. D_1 మరియు D_2 డయోడుల కేథోడ్‌లను సమాంతరంగా సంధానం చేసి $5K\Omega$ నిరోధం ద్వారా ఎర్త్ చేయబడ్డాయి. డయోడుల ఆనోడ్‌లు A మరియు B లు నివేశ టెర్మినల్స్‌గాను కేథోడ్‌ను నిర్గమంగాను తీసుకుంటారు. A లేదా B లేదా రెండింటిని 5V బ్యాటరీ యొక్క ధన టెర్మినల్ చివరలకు సంధానం చేసినపుడు, సంబంధిత డయోడు లేదా డయోడులు తమ ద్వారా ప్రవాహాన్ని పోనిచ్చి నిర్గమం వద్ద 5V పొటన్షియల్ వరకు ఉండేటట్లు చేస్తుంది. అనగా లాజిక్ విలువ '1' రెండు స్విచ్‌లు తెరచి ఉన్నప్పుడు అంటే OFF లో ఉంచినపుడు నిర్గమం 'O' V అవుతుంది. అనగా లాజిక్ విలువ '0'.

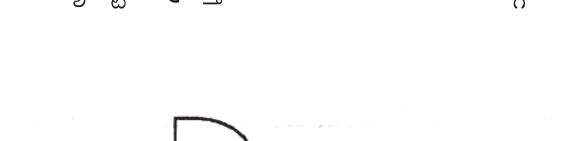
9. NAND ద్వారం నుండి ప్రాథమిక ద్వారాలైన NOT, AND మరియు OR ద్వారాలను ఎలా పొందవచ్చో పటసహాయంతో వివరించండి.

జ. **NAND** ద్వారం నుండి ప్రాథమిక ద్వారాలను రాబట్టడం :

NAND ద్వారం ఉపయోగించి అన్ని ఇతర ద్వారాలను రాబట్టవచ్చు కనుక దీనిని విశ్వ ద్వారంగా భావిస్తాం.

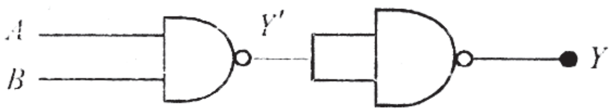
(a) NOT ద్వారం పొందడం : పటంలో చూపినట్లు NAND ద్వారం యొక్క రెండు నివేశన టర్మినల్స్ కలపడం ద్వారా NOT ద్వారం పొందవచ్చు. దీని సత్యపట్టిను వ్రాస్తే దీనిని మీరే అంగీకరించగల్గుతారు.

ఇచట మనకు $A = B$



పటం: NOT ద్వారంగా NAND ద్వారం

b) AND ద్వారాన్ని పొందడం : రెండు NAND ద్వారాలను ఉపయోగించి AND ద్వారాన్ని పొందవచ్చు. పటం (a) లో చూపినట్లు ఒక NAND ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని రెండవ NAND ద్వారంతో తలక్రిందులు చేసి NOT ద్వారం గా ఉపయోగించవచ్చు. పటం(b) లో చూపినట్లు సత్యపట్టిక ఈ జత AND ద్వారం గా పనిచేస్తుందని తెలుస్తుంది.



(a)

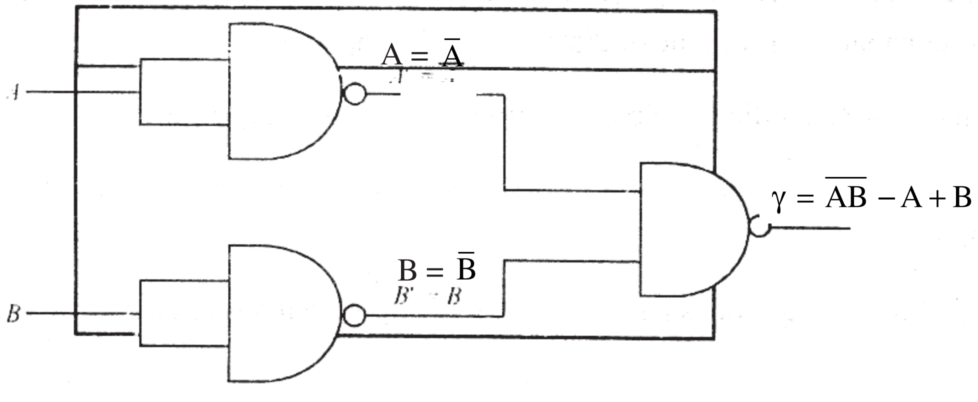
A	B	$Y' = \overline{AB}$	$Y = AB$
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

(b)

పటం: (a) AND ద్వారంగా మార్పుచేయడానికి సంధానం చేసిన NAND ద్వారాలు

(b) NAND ద్వారం ఉపయోగించి AND ద్వారం సత్యపట్టిక

(c) OR ద్వారాన్ని పొందడం : మూడు NAND ద్వారాలను ఉపయోగించి OR ద్వారాన్ని పొందవచ్చు. పటంలో వలె రెండు NAND ద్వారాలను ఇన్వర్టర్‌లుగా కలిపి వాటి నిర్గమాలను మూడవ NAND ద్వారం యొక్క రెండు నివేశాల కు కలపాలి. ఈ జత OR ద్వారం గా పనిచేస్తుంది.



పటం: OR ద్వారంగా మూడు NAND ద్వారాలను సంధానం చేయడం

10. CE వర్ధకానికి R_L = 2000Ω, r_1 = 500Ω మరియు β = 50 అయిన ఓల్టేజి వృద్ధి, సామర్థ్య వృద్ధిలను గణించండి.

జ. $(A_V) = \frac{\beta \times R_L}{r_i} = \frac{50 \times 2000\Omega}{500\Omega} = 200$

$A_p = \beta A_V = 50 \times 200 = 10000$

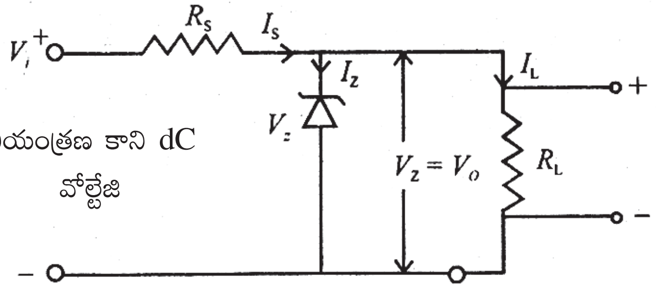
8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వోల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడ్ ఎలా పనిచేస్తుందో తెలపండి.

జ. పవర్ సప్లైలలో జీనర్ డయోడును ఉపయోగించినచో స్థిరమైన నిర్గమ dc ఓల్టేజి పొందవచ్చును. స్థిరమైన నిర్గమ ఓల్టేజి గల పవర్ సప్లై వలయాన్ని ఓల్టేజి నియంత్రక పవర్ సప్లై అంటారు.

పటంలో జీనర్ డయోడు తో ఓల్టేజి నియంత్రక వలయం చూపబడినది. ఈ వలయంలో భంజన ఓల్టేజి 'V_Z' గా గల జీనర్ డయోడు ఉంటుంది. ఇది స్థిరమైన నిర్గమ ఓల్టేజి (V_0) కి సమానం. డయోడు కు తగినంత నిరోధం (R_S) ను వలయంలో శ్రేణిలో సంధానం చేస్తారు. ఇది అధిక విద్యుత్తు మరియు అధిక ఓల్టేజి లను నియంత్రిస్తుంది. జీనర్ డయోడు యొక్క ఆనోడ్ (Anode) ను నివేశ సప్లైలో రుణటెర్మినల్‌కు కలుపుతారు. జీనర్ డయోడు యొక్క కేథోడ్ (cathode) ను 'R_S' నిరోధంతో శ్రేణి లో సంధానం చేసి నివేశ ఓల్టేజిలో ధనటెర్మినల్‌కు కలుపుతారు. అనగా జీనర్ డయోడు తిరోశక్మం లో సంధానం చేయబడినది. జీనర్ డయోడుకు సమాంతరంగా భార నిరోధాన్ని (R_L) సంధానం చేస్తారు. నివేశ ఓల్టేజి (V_i) విలువ జీనర్ డయోడు యొక్క భంజన ఓల్టేజి (V_Z) కంటే ఎక్కువగా ఉన్నపుడు మాత్రమే డయోడు ఓల్టేజిని నియంత్రిస్తుంది. తరువాత జీనర్ డయోడు యొక్క నిర్గమ ఓల్టేజి ఇంచుమించు స్థిరంగా ఉండి దాని గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం పై ఆధారపడకుండా ఉంటుంది. భార నిరోధం (R_L) గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (I_S) కింది సమీకరణంతో చూపవచ్చును.

$$I_S = \frac{V_i - V_z}{R_S}$$



పటం: ఓల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడు

ఈ విద్యుత్తు జీనర్ విద్యుత్తు I_Z మరియు భార నిరోధం నుండి ప్రవహించే విద్యుత్తు (I_L) అనే రెండు భాగాలుగా విడిపోతుంది. కిర్కాఫ్ నియమాలను అనువర్తింపజేసి కింది విధంగా వ్రాయవచ్చును.

$$I_S = I_Z + I_L$$

(లేదా) $$I_Z = I_S - I_L$$

జీనర్ డయోడు పనిచేయడానికి $\left(I_{Zmin}\right)$ అనే కొంత కనిష్ట విద్యుత్తు ఎల్లప్పుడు దాని గుండా ప్రవహించాలి. కనుక భార నిరోధం గుండా పోయే విద్యుత్తు I_L ఎల్లపుడు ప్రధాన విద్యుత్తు (I_S) కన్నా తక్కువగా ఉండాలి. సాధారణంగా $\left(I_{Zmin}\right)$ యొక్క విలక్షణ విలువ 5 మిల్లి ఆంపియర్ల నుండి 20 మిల్లి ఆంపియర్ల మధ్య ఉంటుంది.

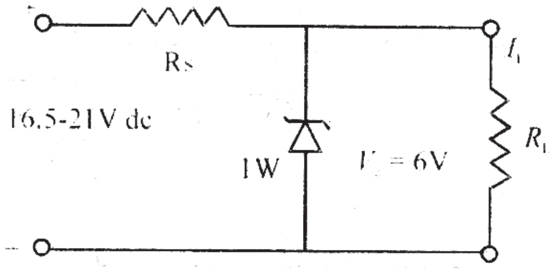
భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం (I_L) శూన్యం అయినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహం మొత్తం (I_S) జీనరు డయోడు గుండా ప్రవహించుట వలన నిర్గమ ఓల్టేజి (V_0), జీనరు ఓల్టేజి (V_Z) కి సమానం అవుతుంది. భార నిరోధం (I_l) అనే కొంత విద్యుత్తును తీసుకున్నపుడు జీనరు డయోడు గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు (I_Z) అదే ప్రమాణములో తగ్గుతుంది. కాని నివేశ ఓల్టేజి మాత్రం V_Z వద్ద స్థిరగా ఉంటుంది. అదేవిధంగా ప్రధాన a.c ఓల్టేజి కొద్దిగా తగ్గినను లేదా పెరిగినను నివేశ ఓల్టేజి V_{iZ} కూడా దాని కనుగుణంగా తగ్గడం కాని పెరగడం కాని చేస్తుంది. అది సమీకరణం ప్రకారం ప్రధాన విద్యుత్తు (I_S) పై ప్రభావం చూపుతుంది. I_S లో మార్పు రావడం వలన V_i లో కూడ మార్పు వచ్చి నిరోధం 'R_S' వద్ద పొటెన్షియల్ తగ్గుతుంది, కాని జీనర్ ఓల్టేజి 'V_Z' మరియు నిర్గమ ఓల్టేజి 'V_0' లలో మార్పు రాకుండా స్థిరంగా ఉంటాయి. ఈ విధంగా నివేశ విద్యుత్తులో మార్పు వచ్చినప్పటికి నిర్గమ ఓల్టేజి మార్పు రాకుండా స్థిరంగా ఉంటుంది.

జీనర్ డయోడులో దుర్వ్యయమయ్యే సామర్థ్యం కింది సమీకరణం తో చూపవచ్చును.

$$P_d = V_z.I_z$$

ఈ దుర్వ్యయం జీనర్ డయోడు తయారీ దారు సిఫార్సు చేసిన గరిష్ట సామర్థ్య దుర్వ్యయంకంటే ఎక్కువ ఉండరాదు. ఇపుడు ఒక ఉదాహరణ తో జీనర్ డయోడు లో ఓల్టేజి నియంత్రణను అర్థం చేసుకుందాం.

ఉదాహరణ : ఒక వలయంలో నివేశ ఓల్టేజి 16.5 V నుండి 21 V ల మధ్య భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు 0 mA నుండి 100 mA ల మధ్య మారుతుంది. నిర్గమ ఓల్టేజి స్థిరంగా 6 V ఉండేలా నియంత్రణ వలయాన్ని తయారుచేయండి.



సాధన : 6 ఓల్టుల జీనర్ డయోడును ఎంచుకోవాలి. $I_{Zmin} = 5mA$ అనుకుందాం. భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు శూన్యం అయినపుడు జీనర్ డయోడు గుండా గరిష్ట విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. గరిష్ట విద్యుత్తు యొక్క పరిమాణం (100 + 5) mA = 0.105 A.

కనిష్ట నివేశ ఓల్టేజి మరియు కావలసిన గరిష్ట విద్యుత్ ల సహాయంతో శ్రేణిలో ఉండే నిరోధం (R_S) విలువ లెక్కిస్తాం.

$$R_S = \frac{V_{Z_{min}} - V_Z}{I_{max}} = \frac{16.5V - 6V}{105\,mA} = 100\,\Omega$$

నివేశ ఓల్టేజి గరిష్టంగా ఉన్నపుడు జీనర్ డయోడ్ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు గరిష్టంగా ఉంటుంది. అనగా 21 V ఉంటుంది. ఇంకా $I_L = 0$ అవుతుంది.

కనుక జీనర్ డయోడు గుండా ప్రవహించే గరిష్ట విద్యుత్తు = $I_{max} = \frac{(21V - 6V)}{100\Omega} = 0.15A$

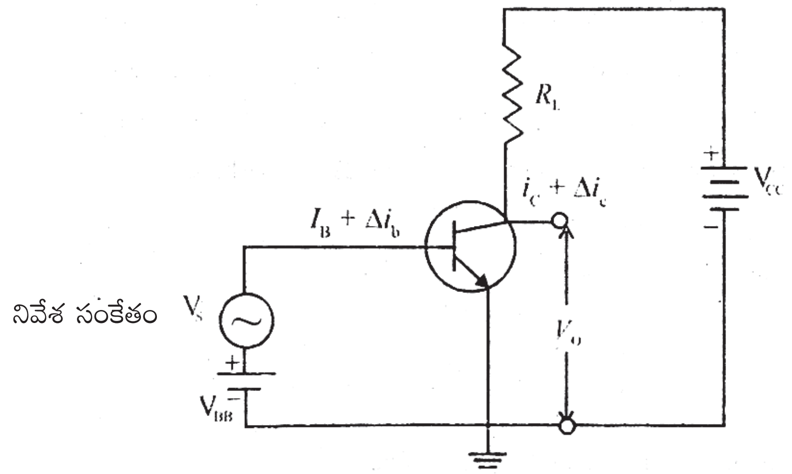
డయోడులో దుర్వ్యయం అయ్యే గరిష్ట శక్తి = 6V × 0.15A = 0.9 వాట్

అనగా 6 V మరియు 1W సామర్థ్యం గల జీనర్ ఉయోడును ఉపయోగించి 100 Ω ల నిరోధాన్ని శ్రేణిలో సంధానం చేయాలి. వలయాన్ని పై పటంలో చూపినట్లు సంధానం చేయాలి. అపుడు పైన తెలిపిన ఓల్టేజి మరియు విద్యుత్తు ల పరిధిలో స్థిరమైన 6 V ల నిర్గమ ఓల్టేజి ఇస్తుంది.

2. ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధకంగా ఎలా పనిచేస్తుందో తెలిపి, వర్ధకం యొక్క ఓల్టేజిలోని వృద్ధి $A_V = -g_m \times R_L$ అని చూపండి. (ఇక్కడ g_m ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క ట్రాన్స్ కండక్టన్స్, R_L భారనిరోధం)

జ. వర్ధకం నివేశ సంకేతాల స్థాయిని పెంచి వృద్ధీకరణం చెందిన నిర్గమ సంకేతాలను ఇస్తుంది. నివేశ ఓల్టేజి 'V_i' మరియు వృద్ధీకరణం చెందిన నిర్గమ ఓల్టేజి 'V_0' అయినపుడు వాటి నిష్పత్తిని 'ఓల్టేజి వృద్ధి' అంటారు.

ఓల్టేజి వృద్ధి $= A_V = \frac{V_0}{V_i}$ ...... (1)



పటం : CE విన్యాసం n - p - n ట్రాన్సిస్టరు యొక్క ఆధార వర్ధక వలయం

ఇదే విధంగా

విద్యుత్తు వృద్ధి $= A_i = \frac{i_0}{i_i}$ ...... (2)

సామర్థ్యం వృద్ధి $= A_P = \frac{P_0}{P_i}$ .... (3)

ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధకంగా పనిచేసే వలయం పటంలో చూపబడినది. ఇచ్చట ఒక n - p - n ట్రాన్సిస్టరు CE విన్యాసంలో సంధానం చేయబడింది. దీని యొక్క సేకరణి, బ్యాటరీ "V_{CE}" వలన భారనిరోధం 'R_L' ద్వారా తిరోబయాస్‌లో కలుపబడింది. ఆధారం గుండా 'I_B' విద్యుత్తు ప్రవహించినపుడు 'I_C' అనే విద్యుత్తు సేకరిణి ద్వారా ప్రవహించడం మొదలవుతుంది. 'I_B' విలువ తగ్గిస్తూ పోతే 'I_C' విలువ ఇంచుమించు శూన్యం అయ్యే స్థితిని చేరుతుంది. ఇదే 'I_B' మార్పు చెందే కనిష్ట అవధి. అదేవిధంగా 'I_B' విలువ పెంచుతూ పోతే 'I_C' విలువ సంతృప్త స్థితికి చేరి పెరగడం ఆగిపోతుంది. ఇది I_B మార్పుదలలో గరిష్ట హద్దుకు అనుగుణంగా ఉంటుంది. నివేశ సంకేతాన్ని విశ్వాసమైన వర్ధక ప్రక్రియ జరుప వలెనన్న ఆధార విద్యుత్తు 'I_B' విలువపై రెండు అవధుల సరాసరిగా ఉండి ఆధారం గుండా పంపాలి. ఇంకా 'V_{BB}' బ్యాటరీతో పురోబయాస్‌లో ఉండేలా చేయాలి. ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క రేఖీయ ప్రక్రియ యొక్క మధ్య బిందువును పనిచేసే బిందువుగా మనం ఎంచుకోవచ్చు. దీనిని ఆధారాన్ని బయాస్ చేయడం అంటారు. నివేశ సంకేతాలను 'V_S' సమకూర్చే సంకేతజనకాన్ని 'V_{BB}' తో శ్రేణిలో సంధానం చేయాలి. 'V_{BB}' కి డోలక సంకేతవోల్టేజి 'V_S' ను కలపడం వలన, ఆధార విద్యుత్ 'I_B' దగ్గరగా 'Δib' మేర పరిమాణంలో మారుతుంది. సంకేత విద్యుత్ 'Δib' ఆధార విద్యుత్ 'I_B' కి కలిపినా లేదా తీసివేసినా ఆధారవిద్యుత్ మార్పు చెందే ఎగువ మరియు దిగువ పరిమితులు దాటిపోకుండా ఉండడానికి సరిపడేలా సాంకేతిక వోల్టేజిని తక్కువగా ఉంచాలి. లేనిచో ట్రాన్సిస్టర్ నిలుపబడిన (cut off) లేదా సంతృప్తి ప్రాంతానికి (saturation region) చేరి వృద్ధికరణం చెందిన నిర్గమ సంకేతాలు హెచ్చుగా విరూపణ చెంది అవాంచిత సంకేతాలు కలిగి ఉంటాయి.

సంకేత విద్యుత్తు $\Delta ib = \frac{V_S}{r_i}$ అవుతుంది. . .... (4)

ఇచట

r_i నివేశ ఇంపిడెన్స్ (impedance). ఆధార విద్యుత్తు లోని మార్పు 'Δib' సేకరిణి విద్యుత్తులో ఎక్కువగా మార్పు కలుగజేస్తుంది. దానిని 'Δic' అనుకుందాం.

సేకరిణి విద్యుత్తు = $\Delta i_C = \beta \Delta i_b = \frac{\beta V_S}{r_i}$ ...... (5)

ఇచట $\beta = ac$ విద్యుత్తు వృద్ధికరణ కారకం

$\beta = \frac{\Delta i_C}{\Delta i_b}$ కి సమానం అవుతుంది.

సమీకరణం (5) ప్రకారం నివేశ ఓల్టేజి $V_S = \frac{\Delta i_C \times r_i}{\beta}$ ...... (6)

పటం 2 లో నిర్గమ వలయానికి కిర్కాఫ్ ఓల్టేజినియమాన్ని అనువర్తించగా

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_L \quad \text{.... (7)}$$

సమీకరణం (7) ను అవకలనం చేయగా క్రింది సమీకరణం వస్తుంది.

$$dV_{CC} = dV_{CE} + dI_C \times R_L \quad \text{...... (8)}$$

V_{CC} స్థిరం కాబట్టి $d\,V_{CC} = 0$ అవుతుంది. కనుక

$$d\,V_{CE} = -d\,I_C \times R_L$$

కాని నిర్గమ ఓల్టేజి ΔV_0 లోని మార్పు dV_{CE} మరియు I_C లోని మార్పు 'dI_C' కాబట్టి

$$\Delta V_0 = -\Delta i_C \cdot R_L$$

వర్ధకం యొక్క ఓల్టేజిలోని వృద్ధి కింది సమీకరణంతో వస్తుంది.

$$A_V = \frac{V_0}{V_S} = \frac{(\Delta i_C \times R_L)}{\left(\Delta i_C \times \frac{r_i}{\beta}\right)}$$

$$= -\beta \cdot \frac{R_L}{r_i} \quad \text{........ (9)}$$

పై సమీకరణంలో $\frac{\beta}{r_i}$ ని ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క transconductance అంటారు. దీనిని 'g_m' తో సూచిస్తారు. కనుక సమీకరణం (9) ను కింది విధంగా వ్రాయవచ్చును.

$$A_V = -g_m \times R_L \quad \text{......... (10)}$$

పై సమీకరణంలో ' – ' గుర్తు నివేశ మరియు నిర్గమాలు దశా పరంగా వ్యతిరేక దిశలో ఉంటాయి అని సూచిస్తుంది. అనగా వాటి దశాబేధం 180^0 ఉంటుంది. ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క సామర్థ్యం లో వృద్ధిని కింది సమీకరణంలో చూపవచ్చును.

$$A_P = A_i \times A_V = \beta \times A_V \quad \text{.......(11)}$$

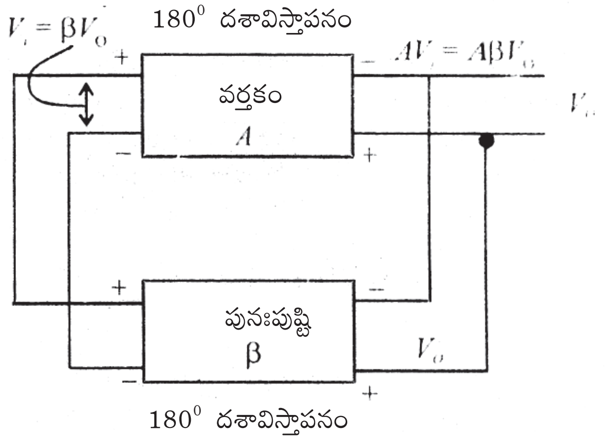
3. డోలకంగా ట్రాన్సిస్టర్ ఎలా పనిచేస్తుందో పటం సహాయంతో వివరించండి. కోల్‌పిట్ డోలకం వలయపటాన్ని గీచి అది ఎలా పనిచేస్తుందో వివరించండి.

జ. డోలకంగా ట్రాన్సిస్టర్

అవిచ్ఛిన్నంగా డోలన విద్యుత్ సంకేతాలు ఇచ్చే పరికరాన్ని విద్యుత్ డోలకం అంటారు. సరళమైన డోలక వలయంలో అనునాద వలయంగా సమాంతర L C వలయాన్ని ఉపయోగిస్తారు. అనువాద వలయానికి శక్తిని ఇవ్వడానికి

వర్ధక వలయాన్ని ఉపయోగిస్తారు. L మరియు C విలువలను బట్టి ఈ వలయం శ్రవణ పౌనఃపున్యాల నుండి రేడియో పౌనఃపున్యాల వ్యాప్తిలో కంపనాలను ఉత్పత్తి చేయగలుగుతుంది.

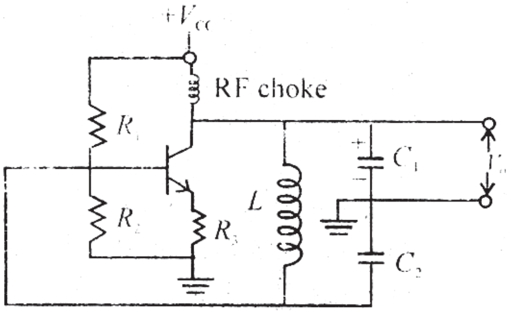
ఆవేశ పరచిన కండెన్సరును ప్రేరకానికి సమాంతరంగా సంధానం చేసినపుడు, ఆవేశం కంపిస్తుంది అని మనకు తెలుసు. కాని వికిరణం మరియు తీగలు వేడెక్కుట వలన శక్తి నష్టం జరిగి కాలంతో పాటు కంపన పరిమితి క్రమంగా క్షీణిస్తుంది. కంపనాల క్షీణించకుండా ఉండి ఒక సినుసాయిడల్ డోలకం నిర్మించాలంటే ధనాత్మక పునఃపుష్టి (feed back) కలిగిన వర్ధకాన్ని ఉపయోగించాలి. దీని ప్రాథమిక ఉద్దేశ్యం నిర్గమ సంకేతాలలో కొంత భాగాన్ని నివేశ సంకేతాలకు అందజేయుట. వలయంలోని వృద్ధిని మరియు వెనుకకు అందించిన సంకేతాల దశను సరి చేయుట ద్వారా ఒక్కొక్క చక్రంలో దుర్వ్యం అయిన శక్తిని సమకూర్చుకుంటూ కావలసిన పౌనఃపున్యంలో డోలకాల కంపన పరిమితి తగ్గకుండా చేయబడును. డోలకాన్ని పథాత్మక చిత్రంగా రెండు ప్రధాన బ్లాక్‌ల ద్వారా చూపవచ్చును. వృద్ధిగల వర్ధకం A గాను, పునఃపుష్టికారకం β తో గల పునఃపుష్టివలయంగా పటంలో చూనిన విధంగా చూపవచ్చును.



పటం: డోలక వలయం యొక్క పథాత్మక చిత్రం

$A\beta < 1$ అయినపుడు 'V_0' నిరంతరం తగ్గుతూ ఉంటుంది. అలా కాకుండా $A\beta > 1$ అయినపుడు 'V_0' విలువ క్రమంగా పెరుగుతుంది. కాని $A\beta = 1$ అయినపుడు V_0 విలువ స్థిరంగా ఉండి స్థిరమైన పౌనఃపున్యంతో నిలకడ డోలనాలు వస్తాయి. CE వర్ధకాన్ని తీసుకుందాం. దానికి నివేశ మరియు నిర్గమాల మధ్య 180^0 దశా బేధం కలిగి ఉంటుంది. అంటే దానికి రుణ వృద్ధి (- A) ఉంటుంది. మొత్తం పునఃపుష్టి వృద్ధి $A\beta = 1$ గా ఉంచేందుకు 'β' కూడా రుణాత్మకంగా ఉండి '$-A^{-1}$' కు సమానంగా ఉండాలి.

అంటే పునఃపుష్టి వలయంలో 180^0 దశావిస్థాపనం కలుగజేయాల్సిన అవసరం ఉంది. పటంలో LC ట్యాంకు వలయం, CE విన్యాసంలో గల ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధకం ఉపయోగించిన డోలక వలయ చిత్రాన్ని చూపినాము. దీనినే కోల్‌పిట్ (Colpitt's) డోలకం అంటారు.



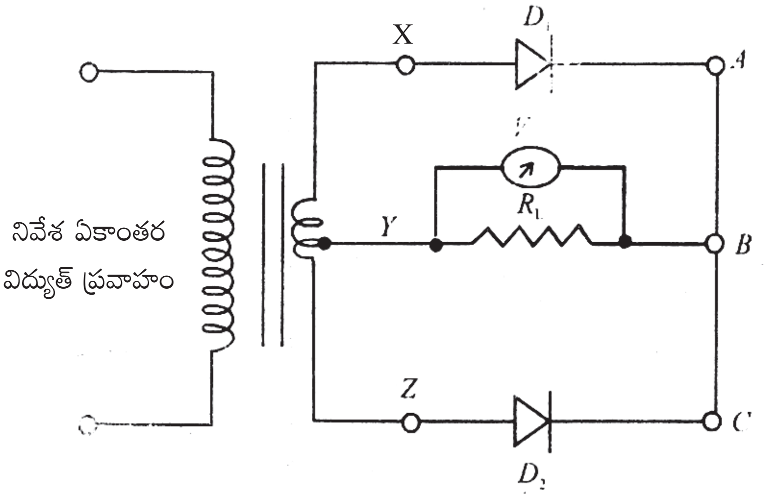
పటం : కోల్‌పిట్ డోలకం

వలయంలో C_1, C_2 మరియు 'L' లు టాంక్ వలయంగా ఉంటాయి. ఈ వలయంలో అనునాద పౌనఃపన్యం తో డోలక విద్యుత్ ప్రవాహం ఉత్పత్తి అవుతుంది. CE విన్యాసంలో సంధానం చేసిన ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధనం యొక్క ఆధారానికి సంధానం చేసిన C_2 కండెన్సర్ వద్ద పునఃపుష్టి (feed back) మరియు C_1 వద్ద నిర్గమాన్ని పొందవచ్చు. ఈ సందర్భంలో వర్ధకం 180^0 దశా విస్తాపాన్ని, మిగిలిన 180^0 దశావిస్తాపాన్ని ట్రాన్సిస్టర్ లో భూమికి మరియు ప్రేరణ వేష్టనం యొక్క రెండవ చివర సంధానం చేసిన 'C_2' కండెన్సరు ఇస్తాయి. కనుక మొత్తం లూప్ వృద్ధి ధనాత్మకం అవుతుంది. అనునాద పౌనఃపున్యం వద్ద ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధనం యొక్క వృద్ధి సరిపడేటంత పెద్దదిగా ఉన్నపుడు నిర్గమంలో స్థిరమైన డోలనాలను పొందవచ్చు.

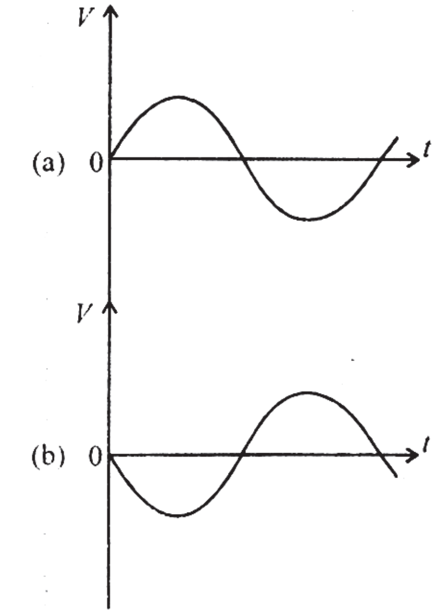
5. p-n సంధిడయోడ్ పూర్ణతరంగ ధిక్కారిగా ఎలా పనిచేస్తుందో పటసహాయంతో తెలపండి.

జ. పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి **(Full wave rectlifier) :**

పూర్ణతరంగ ఏకధిక్కరణిలో నివేశిత సంకేతం అవరోహణ పరివర్తకం యొక్క గౌణ తీగ చుట్ట మధ్యభాగంలో టాప్ చేయబడిన దానికి అందించబడుతుంది. (ఈ గౌణ తీగచుట్టలో రెండు సర్వసమానమయిన గౌణ చుట్టలు శ్రేణి పద్ధతిలో కలుపబడి ఉంటాయి) పటంలో చూపినట్లు D_1 మరియు D_2 లు రెండు p-n సంధి డయోడ్‌లు. భారనిరోధం R_L యొక్క ఒక కొన గౌణ చుట్ట యొక్క మధ్య బిందువయిన Y కి కలుపబడింది. రెండవ కొన D_1 మరియు D_2 డయోడ్‌ల కేథోడ్ టెర్మినల్స్‌కు కలుపబడినది. ఈ డయోడ్‌ల యొక్క ఆనోడ్‌లు గౌణచుట్టల యొక్క కొనలు X మరియు Z లకు వరుసగా కలుపబడి ఉంటాయి. అంటే X యొక్క పొటన్షియల్ ధనాత్మకం అయినపుడు Z యొక్క పొటన్షియల్ రుణాత్మకం అవుతుంది. లేదా X రుణాత్మకం అయితే Z ధనాత్మకం అవుతుంది. దీనిని రేఖాత్మకంగా పటము(ఎ) మరియు (బి) లలో చూపబడినది.

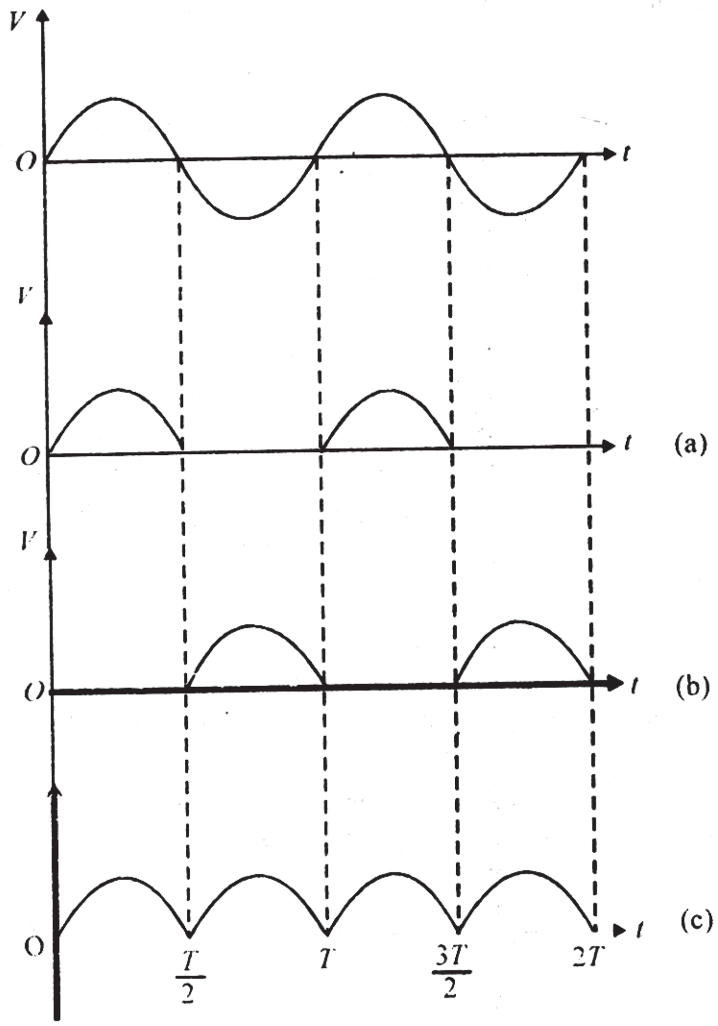


పటం: రెండు డయోడ్‌లనుపయోగించిన పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి వలయం



పటం: (ఎ) Y పరంగా X వద్ద పొటన్షియల్ ధనాత్మకం (బి) Y పరంగా Z వద్ద పొటన్షియల్ రుణాత్మకం

తొలుత Y పరంగా X, ధనాత్మకం మరియు Z రుణాత్మకం గా ఉన్నాయి అనుకుందాం. ఈ సందర్భంలో 'D_1', డయోడు పురోబయాస్‌లో ఉండి విద్యుత్ ను ప్రవహింపజేస్తుంది. 'D_2' డయోడ్ తిరోబయాస్‌లో ఉండి విద్యుత్‌ను ప్రవహింపజేయదు. అనగా విద్యుత్తు 'B' నుండి 'Y' కి భార నిరోధం (R_L) గుండా ప్రవహిస్తుంది. R_L నిరోధం చివరలగల నిర్గమ వోల్టేజ్ పటం(ఎ) లో చూపబడినది. రెండవ అర్ధతరంగానికి Y పరంగా 'X' రుణాత్మకంగాను 'Z' ధనాత్మకంగాను ఉంటాయి. ఈ సందర్భంలో D_2 డయోడు పురోబయాస్ లో ఉండి విద్యుత్ ను ప్రవహింపజేస్తుంది మరియు 'D_1' డయోడు తిరోబయాస్ లో ఉండి విద్యుత్ ప్రవహింపజేయదు. కనుక భార నిరోధం (R_L) లోనికి విద్యుత్తు B నుండి Y కి అదే దిశలో ప్రవహించును. దీనికి సంబంధించిన తరంగాన్ని పటం(b) లో చూపబడినది. భార నిరోధం R_L లోని ఫలిత నిర్గమ తరంగం (Pulsating) వేగంగా మారుతున్నట్లు పటం(c)లో చూపిపట్లు ఉంటుంది.



పటం: R_L చివరల ఓల్టేజి a) D_1 గుండా ప్రవహించినపుడు (b) D_2 గుండా ప్రవహించినపుడు (c) పూర్ణతరంగ ఏకథిక్కారిణి ఫలిత నిర్గమం.

భార నిరోధం గుండా పూర్తి తరంగం, సైన్ తరంగం యొక్క పూర్తి చక్రం గుండా ప్రవహించుచున్నది కనుక దీనిని పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి అంటారు. దీని యందు dc ఓల్టేజి V_{dc} మరియు dc విద్యుత్తు I_{dc} లను కింది విధంగా ఇవ్వవచ్చును.

$$V_{dc} = 2 \times \frac{V_m}{\pi}$$

మరియు $$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{2.V_m}{\pi R_L}$$

మాడ్యూల్ - 9

30A నిత్య జీవితంలో ఎలక్ట్రానిక్స్

ఈ ప్రపంచంలో – మన జీవితాలలో శాశ్వతంగా ఏదైనా ఉంటుందీ అంటే అది మార్పు మాత్రమే. మానవుని శ్రేయస్సుకై తోడ్పడే మార్పు ఏదైనా, ఎప్పుడైనా ఆహ్వానించదగ్గదే! చాలా సందర్భాలలో అటువంటి మార్పు శక్తివంతంగానూ, జీవితాన్ని అత్యంతంగా ప్రభావితం చేసేదిగానూ ఉంటుంది. నిప్పునీ, చక్రాన్నీ కనిపెట్టడం వంటివి మానవ నాగరికతలో మలుపురాళ్ళు. ఇలాంటిదే మరోటి సమాచార వినిమయం కోసం ఏర్పరచుకున్న సంచార వ్యవస్థ ఆవిర్భావం. సర్వసాధారణంగా మాట్లాడడం, వినడం కంటితో చూడడం ద్వారా సమాచార వినిమయం జరుగుతూ ఉంటుంది.

వివిధ రకాలైన ప్రక్రియలు, పరికరాలు ద్వారా సంచార వ్యవస్థలను అభివృద్ధి పరచడానికీ, అర్థం చేసుకోడానికీ ఎన్నో సంవత్సరాలుగా శాస్త్రజ్ఞులు కృషి చేస్తున్నారు. ఈ కృషిలో భాగంగా ఎలక్ట్రానిక్స్‌లో వచ్చిన క్రొత్త పోకడలు సంచారవ్యవస్థ అభివృద్ధికి ఎంతగానో తోడ్పడ్డాయి. ఈ రోజు మనం కంప్యూటర్ ద్వారా టెలిఫోనును సంధానించి సముద్రాలకు ఆవల ఖండాతరాలలో ఉన్న మన వారితో ముఖాముఖీ సంభాషించగలుగుతున్నాము. సుదూరాలలో జరిగే క్రికెట్, ఫుట్‌బాల్, హాకీ, మరేదైనా పోటీలను, కార్యక్రమాలను అక్కడికి వెళ్ళనవసరం లేకుండానే ప్రతిరోజూ చూడగలుగుతున్నాం. కృత్రిమ ఉపగ్రహాలద్వారా ఇలా సాధ్యమవ్వడం నాలుగు దశాబ్దాల క్రితం ఊహకందని విషయం. భూమి, సౌరకుటుంబాలకు ఆవలనున్న జీవం గూర్చి వెదుకుతున్నాం. ఈ ప్రయత్నపు అవధులనూ, అవకాశాలనూ విస్తృత పరచడంలో నానోసాంకేతిక పరిజ్ఞానం ఎంతో తోడ్పడుతోంది. నానో సాంకేతిక అవసరాలకై చేసే కృషిలో సూక్ష్మ ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలు (Miniaturized electronic circutry) అభివృద్ధికై ప్రయత్నాలు చేయవలసిన అవసరం ఉంది.

ఈ రోజు ప్రతి ఇంటిలో ట్రాన్సిస్టర్ రేడియో, టెలివిజన్, క్యాసెట్‌ప్లేయర్, కంపాక్ట్ డిస్క్‌ప్లేయర్, DVD ప్లేయర్, మొబైల్ ఫోను , UPS, మైక్రోఓవెన్, ఇన్వర్టర్ లు సాధారణంగా ఉంటున్నాయి. సర్క్యూట్ బ్రేకర్లు సురక్షిత ఎలక్ట్రిక్ సప్లైకి ఉపయోగపడుతున్నాయి. నిజానికి ఏభై ఏళ్ళ కంటే తక్కువ కాలంలో ఎలక్ట్రానిక్స్ అత్యంత వేగంగా అభివృద్ధి చెందింది. ఎలక్ట్రానిక్ వలయాల సూక్ష్మీకరణ (Miniaturized electronic circutry) పరికరాల ధర, విశ్వసనీయత, శక్తివినియోగం,పరిమాణాలలో విప్లవాత్మక మార్పులకు దోహదం చేసింది.ప్రతిరోజూ ఉపయోగించే కొన్ని ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాల గూర్చి ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం నేర్చుకున్నాక మీరు

- పవర్‌సప్లై , ఇన్వర్టర్, UPS , సర్క్యూట్ బ్రేకర్, టైమర్, బర్గ్లర్ అలార్మ్, ఫైర్ అలార్మ్ ల రూపకల్పనతో అవసరమయ్యే మౌలిక సూత్రాలను వివరించడం, అవి పనిచేసే విధానాన్నివివరించడం వంటివి చేయగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఇన్వర్టర్ ప్రయోజనం ఏమిటి?

జ. మెయిన్ లైన్ ద్వారా విదుత్ప్రవాహం ఆగిపోయినప్పుడు ఇన్వర్టర్ విద్యుత్ప్రవాహాన్ని సమకూర్చుతుంది. dc పవర్ ను స్క్వేర్ తరంగ ac పవర్ గామార్చుతోంది.

2. UPS ప్రయోజనం ఏమిటి?

జ. మెయిన్ లైన్ ఆగిపోయినప్పుడు కంప్యూటర్‌కూ, ఇతర ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలకు నిరంతరంగా పవర్‌ను ఇచ్చేది UPS.

3. UPS ఇన్వర్టర్ కంటే ఏ విధంగా భిన్నమైనది?

జ. 1. ఒక ఇన్వర్టర్ స్క్వేర్‌తరంగ రూపంలో విద్యుత్తును సమకూర్చుతుంది. ఒక UPS సిన్యూసాయిడల్ తరంగ రూపంలో విద్యుత్తును సమకూర్చుతుంది.

2. ఇన్వర్టర్ లో స్విచ్ ఓవర్ టైం మిల్లీసెకండ్లలో ఉంటుంది. UPS లో మైక్రోసెకండ్లలో ఉంటుంది.

4. సర్క్యూట్ బ్రేకర్ పనిచేసే విధానం వివరించండి.

జ. ఒక ప్రమాదరహితవిలువ కంటె ఎక్కువ విలువను విద్యుత్ప్రవాహం చేరినప్పుడు విద్యుద్వలయంను తెరిచివేయడం సర్క్యూట్ బ్రేకర్ విధి.

5. ఒక డిజిటల్ గడియారంలో ఉపయోగించే (మౌలిక)ప్రధాన మూలకం ఏది?

ఫ్లిప్ – ఫ్లాప్ లతో నిర్మింపబడిన డిజిటల్ కౌంటర్లతో డిజిటల్ క్లాక్ ను తయారు చేస్తారు.

6. ఒక టైమర్ యొక్క ఉపయోగం (అనువర్తనం) ఏమిటి?

జ. ఒక ప్రక్రియ ఎంత కాలవ్యవధి పాటు జరగవలసిఉన్నదో ఆ కాలవ్యవధిని టైమర్ ద్వారా సర్దుబాటు చేయవచ్చు.

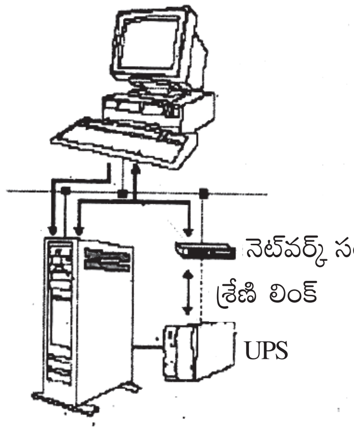
(ఉదా : అలారమ్ క్లాక్)

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. 1. UPS (అనింటరప్టెడ్ పవర్ సప్లై) అనగా నేమి?

కంప్యూటర్లు, కంప్యూటర్లతో నియంత్రింపబడే వ్యవస్థలు – లోకల్ ఏరియా నెట్‌వర్కు (LANS) వంటివి – పనిచేయడానికి కావలసిన పవర్‌సప్లై లో అంతరాయాలూ, హెచ్చుతగ్గులూ లేకుండా ఉండడానికి UPS అవసరమౌతుంది. (పటం) దీనిలో బ్యాటరీ బాక్ అప్ వ్యవస్థ ఉంటుంది. ఈ వ్యవస్థ కొన్ని నిమిషాల నుండి కొన్ని గంటల పాటు, లోడ్‌ననుసరించి, విద్యుత్ సరఫరా చేస్తుంది. మీ కంప్యూటర్ తో పాటు ఒక UPS ను కూడా మీరు సేకరించి ఉంటారు. పవర్ సప్లై నిలిపివేయబడిన వెంటనే UPS పనిచేయడం ప్రారంభించి కంప్యూటర్ మెమోరీని గానీ, దాని పని తనాన్ని గానీ ఏ మాత్రం దెబ్బతీయకుండా కాపాడుతుంది.

ఆన్‌లైన్ UPSలు చాలా ఉపయోగకరంగా ఉంటాయి. వీటికి కావలసిన పవర్ బ్యాటరీ ద్వారానే లభిస్తుంది. పవర్ సప్లై ఆగినా ఏ నష్టం ఉండదు. స్విచ్ ఓవర్ టైం అతి స్వల్పంగా మైక్రోసెకన్లలో (10^{-6} S) ఉంటుంది. ఈ సమయం ఒక ఇన్వర్టర్ స్విచ్‌ఓవర్‌టైం కంటె (10^{-3} S) స్వల్పం. UPS ద్వారా కావలసిన సిన్యూసాయిడల్ అవుట్‌పుట్ ను పొందవచ్చు.



పటం. కంప్యూటర్‌కు వాడిన UPS

2. **LCD పనిచేసే విధానం తెలుపండి ?**

- **కాంతి ధ్రువణం చెందుతుంది.**
- లిక్విడ్ క్రిస్టల్ ధ్రువణం చెందిన కాంతిని తన ద్వారా ప్రసారం చేస్తుంది. దాని ధ్రువణ విన్యాసాన్ని మార్చుతుంది.
- విద్యుత్ప్రవాహంతో లిక్విడ్ క్రిస్టల్ నిర్మాణాన్ని మార్చవచ్చు.
- LCD లు పారదర్శక విద్యుద్వాహక పదార్థాలు.
- LCD లు తయారు చేయడానికి రెండు ధ్రువణ ధర్మంగల గాజు ముక్కలను తీసుకుంటారు. (Pieces of Polarizing glasses) పోలరైజింగ్ ఫిల్మ్‌ని గాజు పలక ఉపరితలంపై ఒక ప్రత్యేకమైన పోలిమర్‌ను పూస్తారు. ఈ పాలిమర్ ఆ తలంపై అత్యంత సూక్ష్మమైన గీతలు (grooves) చేస్తుంది. ఈ కారణంగా ఒక సరియైనదిశలోని ధ్రువణధర్మం డిస్‌ప్లే ని సాధ్యం చేస్తుంది. రెండు భిన్నమైన ధ్రువణఅంశాలలోని వ్యత్యాసం వల్ల డిస్ ప్లే సాధ్యం అవుతుంది.

సాధారణ LCD కి బాహ్యమైన కాంతి జనకం అవసరం. ఎందుకంటే LCD తనకు తానుగా ఏ కాంతినీ ఉద్గారం చెయ్యదు.

3. ట్రాన్స్‌డ్యూసర్ విధులను తెలుపండి.

జ. ఎలక్ట్రానిక్ వ్యవస్థలో ఉన్న ట్రాన్స్‌డ్యూసర్ విధులు రెండు విధాలు.

- భౌతికరాశిని, దాని పరిమాణాన్ని లేదా ఆ పరిమాణంలోని మార్పును గుర్తించడం, మరియు
- దానికి అనుగుణంగా ఒక విద్యుత్ సంకేతాన్ని అవుట్ పుట్‌గా అందించడం. పటం 30.9 చూడండి.

భౌతికరాశి ——— ట్రాన్స్ డ్యూసర్ ——— విద్యుత్ సంకేత అవుట్‌పుట్

పటం: ట్రాన్స్‌డ్యూసర్ విధి

4. కంట్రోల్ సిస్టమ్స్‌లోని రకాలను తెలుపండి.

జ. **ఎ. ఓపెన్ లూప్ రకం :** ఈ రకపు వ్యవస్థలో అవుట్‌పుట్ ప్రభావం నియంత్రణ వ్యవస్థపై ఉండదు. కొన్ని సెన్సర్‌లు అవుట్ పుట్ ను కొలుస్తాయి. సిస్టమ్‌ను ఆన్ / ఆఫ్ చేస్తాయి. ఉదాహరణ వేడి నీటి గీజర్ – ఇది ఒక ఉష్ణోగ్రతనుచేరగానే ఆన్ / ఆఫ్ అవుతుంది. ఇది చాలా చౌక మరియు తక్కువకచ్చితత్వం గలది.

బి. క్లోజ్డ్‌లూప్ : ఇన్‌పుట్ తో అవుట్ పుట్‌ను మొట్టమొదట పోల్చుతుంది మరియు తగిన విధంగా ఇన్‌పుట్‌ను మార్చుతూ అవుట్ పుట్‌ను నియంత్రిస్తుంది. మైక్రో ప్రాసెసర్‌లు గల ఎలక్ట్రానిక్ కొలిమి దీనికి ఒక ఉదాహరణ.

ఈ రకం వ్యవస్థ సంక్లిష్టమైనది, అధికధరగలది.

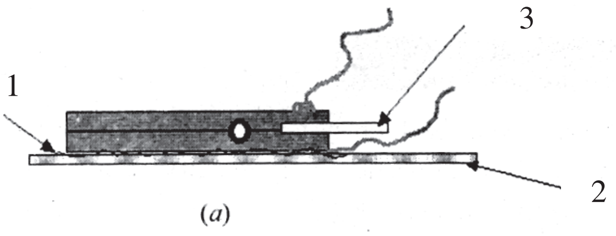
5. బర్‌గ్లర్ అలారమ్‌ను పటంతో వివరించండి.

జ. బంగారం, వజ్రాలు అమ్మే దుకాణాలలోనూ పెద్ద పెద్ద దుకాణసముదాయాలలోనూ (malls) భద్రతకోసం ఈ బర్‌గ్లర్ అలారమ్ ఇప్పుడు అధికంగా వాడబడుతూ ఉంది. ఇప్పుడు గృహాల భద్రతకోసం కూడా వీటిని వాడుతున్నారు. ఎన్నో రకాలైన బర్‌గ్లర్ అలారమ్‌లు మార్కెట్‌లో లభిస్తున్నాయి. అన్ని బర్‌గ్లర్ అలారమ్‌లలోనూ ఒక మౌలికమైన నిర్మాణం ఉంటుంది. ఈ నిర్మాణంలోని భాగాలను పటంలో చూపాం.

అవి – ధ్వని చేసే పరికరం బజర్

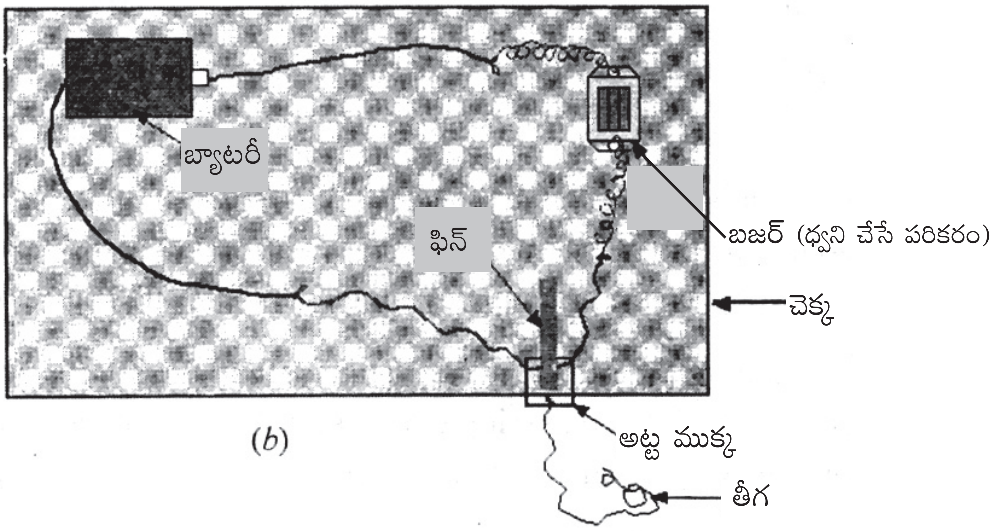
– బ్యాటరీ మరియు

– బజర్‌స్విచ్.



పటం

1. గ్లూ (జిగురు) (Glue) 2. చెక్క (Wood) 3. అట్టముక్క (Card board)



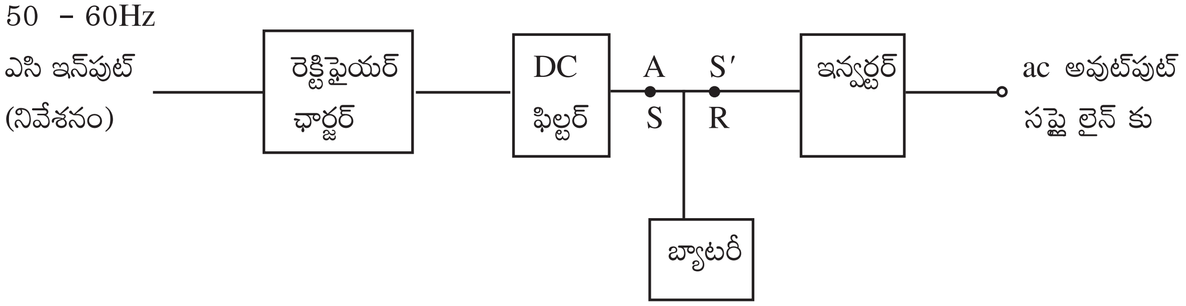
పటం బర్గ్లర్ అలారమ్

ఆగంతకుడు ప్రవేశించినప్పుడు అతని చర్యకు (తలుపు తీయడం, లేదా ముట్టడం, గడియ తీయడానికి ప్రయత్నించడం వంటివి) బ్యాటరీ ఆటోమేటిక్ గా బజర్ తో కనెక్ట్ అయి బజర్ ధ్వని చేయడం లేదా ప్రకాశించడం వంటివి చేస్తుంది.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఇన్వర్టర్ పని చేయు విధానాన్ని తెలుపండి.

జ. ఇండ్లలోనూ, స్కూళ్ళు లేదా ఆపీసులలోనూ ఏదో ఒక మూల సాధారణంగా కనిపిస్తూ ఉంటుంది. ఇన్వర్టర్ dc (direct current) ను 250V, $50H_Z$ ల ac గా (alternatue current) మార్చుతుంది. దానిలో అమర్చిన బ్యాటరీ సామర్థ్యాన్ని బట్టి, విద్యుత్ వినియోగాన్ని బట్టి, ఇన్వర్టర్ కొన్ని గంటలపాటు మన ఎలక్ట్రిక్ / ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలకు విద్యుత్తును సరఫరాచేస్తుంది. 150VA నుండి కొన్ని KVA వరకూ విద్యుత్ శక్తిని సరఫరా చేయగల ఇన్వర్టర్లు మార్కెట్‌లో లభిస్తున్నాయి. హాస్పిటల్స్, ఎయిర్‌పోర్టు ఇతర అత్యవసర సర్వీసులలో వీటి వినియోగము కన్పడుతుంది. పటంలో ఒక ఇన్వర్టర్ నమూనా చూపబడింది.



పటం. ఇన్వర్టర్ రేఖా చిత్రం (నమూనా చిత్రం)

ఇన్వర్టర్ యొక్క బ్యాటరీని మెయిన్స్ (mains) ద్వారా ఛార్జి చేస్తారు, (అతిగా ఛార్జికాకుండా ఒక ఛార్జి రెగ్యులేటర్ ఉంటుంది). బ్యాటరీ అవుట్ పుట్ ను SS′ స్విచ్ ద్వారా ఇన్వర్టర్‌కు చేరవేస్తారు. ఇన్వర్టర్ అవుట్ పుట్‌ను సప్లైలైనుకు కలుపుతారు. మెయిన్స్ పవర్ ఆగిపోయినప్పుడు ఇన్వర్టర్ వలయం మిల్లీ సెకండ్ల కాలాంతరం తర్వాత తనంతతానే (automatic గా), ఆటోమేటిక్ ఛేంజ్ ఓవర్ వలయం 'A' ద్వారా, స్విచ్ ఆన్ అవుతుంది. 220V, $50H_Z$ ల AC విద్యుత్తు సప్లైలైన్ S ద్వారా విద్యుత్ పరికరాలకు తిరిగి సప్లై అవుతుంది. ఓవర్‌లోడ్ మరియు ఇతర ప్రమాదాల నుండి ఇన్వర్టర్‌ను కాపాడడానికి ఆటోమేటిక్ మోడ్‌లో ఉంచకపోవడం మంచిది. సాధారణంగా ఇన్వర్టర్ అవుట్‌పుట్ $50H_Z$ లు గల ఒక స్క్వేర్ స్పందం (square pulse), ఇది సాధారణ మెయిన్స్ అవుట్ పుట్ లా సిన్యూసాయిడల్ (sinusioidal) స్పందంగా ఉండదు. పటం చూడండి.

పటం : స్క్వేయర్ స్పంద వోల్టేజి, డ్యూటీసైకల్/ 25% విలువతో Vrms = 230

TV, ఫ్యాను వంటి పరికరాలు పనిచేయడానికి కావలసిన దాదాపు సిన్యూసాయిడల్ అవుట్ పుట్ కోసం ఇన్వర్టర్లలో సంక్లిష్టమైన ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలు అవసరమౌతాయి. ఇన్వర్టర్లు మీ బ్యాటరీ జీవితాన్ని హరించవు. కాని బ్యాటరీని

తరచుగా పరిశీలిస్తూ దానిలోని నీటిమట్టం తగ్గకుండా తగిన చర్యలు తీసుకుంటే చాలు. ఇప్పుడు ఎలక్ట్రోలైట్‌ను వాడే బ్యాటరీలు వస్తున్నాయి. వీట్లలో నీటిమట్టం సరిచూసే జంజాటం కూడా ఉండదు. ఆధునిక ఇన్వర్టర్లలో MOSFET (మెటల్ ఆక్సైడ్ సెమికండక్టర్ ఫీల్డ్ ఎఫెక్ట్ ట్రాన్సిస్టర్) సాంకేతికతతో రూపొందిన వలయాలు ఉంటున్నాయి. ఇవి అత్యంతసమర్థవంతంగా పనిచేస్తాయి.

30 B ఫోటోగ్రఫీ మరియు కెమెరా

మార్పు ప్రకృతి ధర్మం. మనజీవితాలలో ఎన్నో మార్పులకు మనమే సాక్షులం. అతి సులువుగా గ్రహించగలిగే మార్పుల్లో కాలానుగుణమైన మన శారీరక పెరుగుదల, ఋతువుల్లో మార్పులు, పుష్పాలు వికసించడం, రాత్రి – పగళ్ళ ఆవర్తనము, ఇంకా ఇలాంటివి ఎన్నో! ఆలోచించగలిగే వ్యక్తులుగా మనం – జీవితంలో మనసుపై చెరగని ముద్రవేసే కొన్ని ఘట్టాలనూ, క్షణాలనూ గుర్తించి వాటిని రాబోవు కాలాలకోసం స్థిరపరచాలనీ, భద్రపరచాలనీ కోరుకుంటాం. ఉదాహరణకు – మన పసితనపు ఛాయాచిత్రాలు (photos), కుటుంబసభ్యుల, స్నేహితుల ఛాయాచిత్రాలు, పర్వత సానువుల్లో విహరించిన ఘడియలు మొదలైన వాటిని భద్రపరిస్తే – ఆ మధుర స్మృతుల్లోకి తిరిగి తొంగి చూస్తూ ఆ ఆనందపు ఘడియల్లోని జీవిత మధురిమని మళ్ళీ ఆస్వాదించవచ్చు. గతకాలపు స్మృతులను స్పృశించడం ఛాయాచిత్రణ (photography) ద్వారా సాధ్యమౌతుంది. దాదాపుగా నేటి మానవ సంబంధిత కార్యక్షేత్రాలన్నింటిలోనూ – విద్య, పరిశోధన, ఖగోళశాస్త్రం, పరిశ్రమలు, వైద్యం, వాస్తుశాస్త్రం, పత్రికారంగం దూరగ్రహణ (Remote sensing) రంగాలలో ఛాయాగ్రహణం ఉపయోగకరంగా ఉన్నది.

మానవజాతి చరిత్రలో అత్యధిక ప్రాధాన్యత సంతరించుకున్న ఆవిష్కరణల్లో ఫోటోగ్రఫీ (ఛాయాగ్రహణం) ఒకటి; మానవునికి ప్రపంచదృక్పథాన్ని మార్చడంలో ఫోటోగ్రఫీ నిజంగా ఎంతో తోడ్పడింది. 19వ శతాబ్దపు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడూ, తొలికాలపు ఫోటోగ్రాఫర్ అయిన సర్‌జాన్ హెర్షల్ ఫోటోగ్రఫీ అనేపదాన్ని 1839లో పరిచయం చేశాడు. గ్రీకులో 'ఫోటోస్' (photos), 'గ్రాఫింగ్' (graphing) అనే రెండు పదాల సంయోగం వల్ల 'ఫోటోగ్రఫీ' ఏర్పడింది. ఫోటోస్ అంటే కాంతి అనీ, గ్రాఫింగ్ అంటే వ్రాయడం లేదా చిత్రించడం అని అర్థం. ఫోటోగ్రఫీ అంటే కాంతితో చిత్రీకరించడం (బొమ్మలు గీయడం); కాంతి మరియు రసాయనిక ప్రక్రియల సంయుక్త చర్య ద్వారా బొమ్మలు చిత్రించడం అన్నమాట! ఇక్కడ గ్రహించాల్సిన విషయమేమంటే – ఫోటోలు తీయడం కాంతితో ప్రారంభమై కాంతితోనే ముగుస్తుందని!

ఒక హేతుబద్ధమైన ప్రశ్న : ఫోటో తీయడం ఎలా ?

మన చుట్టూ ఉన్న మనుష్యుల, జంతువుల, అందమైన ప్రకృతి దృశ్యాల, సుందర ప్రదేశాల, మరియు ఇతర వస్తువుల ఛాయా చిత్రాలను (photos) తీయడానికి అవసరమయ్యే మౌలిక నియమాలనూ, వివిధ పరికరాల నిర్మాణం,

అవి పనిచేసే విధానం, ఇతర సాంకేతిక మెళకువల గూర్చి ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు. ఇంకా వివిధ రకాల కెమెరాలు, డిజిటల్ కెమెరాలతో పాటుగా – ఒక నిర్దిష్ట ప్రయోజనం కోసం తగిన కెమెరాను ఎంచుకోవడం ఎలానో – దాని ఖర్చు, ఫోటోను తయారు చేయడంలో ఇమిడి ఉన్న రకరకాల ప్రక్రియల గూర్చి కూడా నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

మీరు ఈ పాఠాన్ని అధ్యయనం చేసిన మీదట

- ఫోటోగ్రఫీ అనేపదాన్ని వివరించడం, ఫోటోగ్రాఫ్‌ను తయారు చేయడంలోని ప్రక్రియల వరుసక్రమాన్ని వివరించడం
- నిత్యజీవితంలో ఫోటోగ్రఫీ ప్రాముఖ్యత
- కెమెరాలోని వివిధ భాగాలు గుర్తించడం
- ఎక్స్‌పోజర్ (exposure) (ఫిల్మ్‌పై కాంతిని ప్రసరింప చేయడం) పదాన్ని వివరించడం. f నెంబర్, షటర్‌స్పీడ్‌ల మధ్య సంబంధం
- రకరకాలైన కెమెరాలు, వాటిలోని కటకాల (lens) విశిష్ట అంశాల ప్రాధాన్యత
- వీడియోకెమెరా పనిచేసే విధానం
- డిజిటల్ కెమెరాలోని ముఖ్య అంశాలను వివరించడం తెలుసుకోగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కెమెరా ఉపయోగాలను వ్రాయండి.

జ. మానవ సంబంధిత కార్యక్షేత్రాలన్నింటిలోనూ, కెమెరా ఉపయోగపడుతుంది. విద్య, పరిశోధన, ఖగోళశాస్త్రం పరిశ్రమలు, వైద్యం, వాస్తుశాస్త్రం, పత్రికారంగం, దూర గ్రహణ రంగాలలో ఛాయాగ్రహణం ఉపయోగపడుతుంది.

2. దృష్టిస్థిరత అనగా నేమి?

జ. వస్తువుపై పతన కాంతి పరావర్తనం చెంది దాని ప్రతిబింబం కంటి రెటీనాపై పడ్డప్పుడు, రెటీనాపై ప్రతిబింబం 1/16 సెకన్‌ల పాటు మాత్రమే కదలిక లేక స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ కాలాన్ని దృష్టి స్థిరత అంటారు.

3. ఫోటోగ్రఫీ పదం అర్థాన్ని వివరించండి.

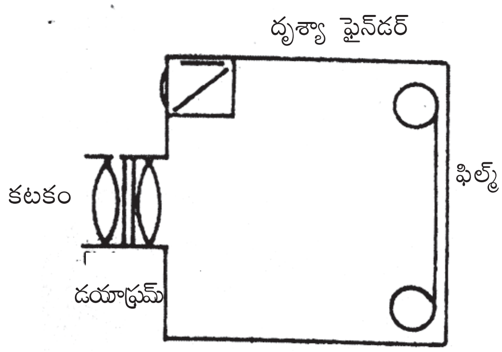
జ. గ్రీకులో ఫోటోస్ (Photos), గ్రాఫింగ్ (graphing) అనే రెండు పదాల సంయోగం వల్ల ఫోటోగ్రఫీ ఏర్పడింది. ఫోటోన్ అంటే కాంతి అని, గ్రాఫింగ్ అంటే వ్రాయడం లేదా చిత్రీకరించడం అని అర్థం. ఫోటోగ్రఫీ అంటే కాంతితో చిత్రించడం అని అర్థం.

4. ఫిల్మ్‌లో రకాలు ఏమి?

జ. ఫిల్మ్‌లలో పాజిటివ్, నెగటివ్ అనే రెండు రకాలు ఉంటాయి.

5. లెన్స్ కెమెరా వ్యూహాత్మక చిత్రాన్ని గీయండి.

జ.



6. కెమెరాలోని ఏవేని నాలుగు ముఖ్యభాగాల పేర్లు వ్రాయండి.

జ. కెమెరాలోని భాగాలు

1. కెమెరాలెన్స్ (కటకం)
2. డయాఫ్రమ్
3. షటర్
4. వ్యూఫైండర్
5. ఫిల్మ్ ట్రాన్స్‌పోర్ట్ మరియు ఫ్రేమ్ కౌంటర్ వ్యవస్థ
6. ఫోకసింగ్ వ్యవస్థ
7. ఫ్లాప్

(ఏవేని నాలుగు)

7. పృథక్కరణ సామర్థ్యం (Resolving power) అనగానేమి?

జ. **పృథక్కరణ సామర్థ్యం (Resolving Power) :** ఒక మిల్లీమీటర్‌లో ఇమిడి ఉన్న రేఖలను ఎంతస్పష్టంగా విడగొట్టి కెమెరా చూపగలుగుతుందో దానిప్రకారం Resolving power ను లెక్కిస్తారు. ఒక మిల్లీ మీటర్‌లోని రేఖలను ఎంత ఎక్కువ సంఖ్యలో చూపగలిగితే అంతగా పృథక్కకరణ సామర్థ్యం ఎక్కువ, లేదా అంతగా కటక సునిశితత్వం ఎక్కువ. అంటే ఎక్కువ సునిశితత్వంతో ప్రతిబింబాలను ఏర్పరుచుతుంది.

8. వర్ణసవరణ (Colour correction) అనగా నేమి?

జ. **వర్ణసవరణ (Colour Correction) :** కటక పదార్థం అన్ని రంగులకూ చెందిన కాంతి కిరణాలను (వివిధ తరంగదైర్ఘ్య విలువగల తరంగాలను) సమానంగా వక్రీభవనం చెందించని కారణంగా ఈ సవరణ చేయవలసి వస్తుంది. ఒక సాధారణ కటకం (కుంభాకార కటకం, లేదా ధనకటకం) ఒక వస్తువు ప్రతిబింబాన్ని తన వెనక ఒకే దూరంలో వేరువేరు వర్ణాలతో ఏర్పరుచుతుంది. అటువంటి కటకాలను కెమెరాలో ఉపయోగిస్తే – నలుపు – తెలుపు ఫోటోగ్రఫీలో స్పష్టంగా లేని, పులిమినట్లుగా ఉండే ఫోటోను చిత్రిస్తుంది. అదే రంగుల ఫోటోగ్రఫీలో వేరువేరు రంగులతో ఉన్న పట్టీలు ఫోటోలో ఏర్పడతాయి. అందుచేత కెమెరాలలో వాడబడే కటకాలు లేదా కటక సముదాయాలన్నీ కొంతమొత్తంలో వర్ణసవరణ చేయబడి ఉంటాయి; వర్ణసవరణ ఎంతగా చేయగలం ? – అనేది కటక నిర్మాణాన్ని బట్టి ఉంటుంది.

9. విరూపణలు (distortion) అనగానేమి ?

జ. **విరూపణలు (Distortions) :** ఈ దోషం ఎక్కువగా వైడ్ యాంగిల్ (అధిక దృష్టికోణం) కలిగి ఉన్న, మరియు (zoom lens) జూమ్‌లెన్స్‌లలో ఉంటుంది. ఫలితంగా సరళరేఖలుగా ఉన్నవి ప్రతిబింబంలో (ఫోటోలో) వక్రరేఖలుగా కనిపిస్తాయి.

రెండు రకాలైన విరూపణలు ఉన్నాయి. 1. Pin- cusion విరూపణ వస్తువు ఆకారం '□' ఇలా ఉంటే ప్రతిబింబం '   ' లా కనిపిస్తుంది. (2) పీపా విరూపణలో (barrel విరూపణ) వస్తు ఆకారం '□' ఇలా ఉన్నది ప్రతిబింబంలో '○' లా కనిపిస్తుంది.

పిన్‌కుషన్ విరూపణలో సరళరేఖగా ఉన్న వస్తువు అంచులు – ప్రతిబింబంలో వస్తువు సరిహద్దులలోనికి వంపు తిరిగిన వక్రరేఖలుగా (పుటాకారంలో) ఏర్పడుతాయి. బ్యారెల్ విరూపణలో వస్తువు సరిహద్దులు దాటి బయటకు వంపుతిరిగిన వక్రరేఖలు (కుంభాకారంలో)గా ఏర్పడుతాయి.

10. కెమెరాలోని ఏ భాగం దానిలోనికి కాంతి మొత్తాన్ని నియంత్రిస్తుంది ?

జ. కటక ద్వారం మరియు షటర్ కాంతి మొత్తాన్ని నియంత్రిస్తుంది.

11. 35 mm కెమెరాలో వాడే కటక నాభ్యంతరం ఎంత?

జ. సుమారు 50 mm ఉంటుంది.

12. పోలరాయిడ్ కెమెరాకు మాములు కెమెరాకు గల బేధం ఏమిటి?

జ. పోలరాయిడ్ కెమెరాలో ఫోటోలు తీసిన వెంబడే పొందవచ్చును. మామూలు కెమారాతో తీసిన ఫోటోను డెవలప్ మరియు ప్రింట్ చేసిన తరువాత కాని పొందలేము.

13. 35 mm కెమెరాలో సామాన్య కటకానికి, వైడ్ యాంగిల్ కటకానికి దృష్టికోణం అవధులను తెలపండి.

జ. సాధారణ కటకానికి దృష్టికోణం కంటి దృష్టి కోణానికి సమానంగా ఉంటుంది. దీని దృష్టి కోణం 45^0 నుండి 50^0 వరకు ఉంటుంది. వైడ్ యాంగిల్ కటకం దృష్టికోణం 60^0 కంటె ఉంటుంది.

14. డిజిటల్ కెమెరాలలో సమాచారం వేటిపైన, ఏ రూపంలో నిక్షిప్తమౌతుంది ?

జ. డిజిటల్ కెమెరాల్లో ప్రతిబింబ సమాచారం '1' మరియు '0' ల రూపంలో నిక్షిప్తమై ఉంటుంది. ఇంది బొడుపులు (dots) లేదా pixels రూపంలో నమోదు అవుతుంది.

15. వర్ణదృశ్యాలను పొందదానికి సెన్సర్‌లలో ఫిల్టర్‌లను ఎందుకు వాడతారు.

జ. వర్ణదృశ్యాలను పొందదానికి చాలా సెన్సర్‌లలో కాంతిని మూడు ప్రాథమిక వర్ణాలు అయిన నీలం, ఆకుపచ్చ ఎరుపు విడగొట్టడానికి ఫిల్టర్‌లను ఉపయోగిస్తారు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. ఫోటోగ్రాఫీ ఆవిష్కరణను వివరించండి.

జ. మానవజాతి చరిత్రలో అత్యధిక ప్రాధాన్యత సంతరించుకున్న ఆవిష్కరణల్లో ఫోటోగ్రాఫీ (ఛాయాగ్రహణం) ఒకటి; మానవునికి ప్రపంచదృక్పథాన్ని మార్చడంలో ఫోటోగ్రాఫీ నిజంగా ఎంతో తోడ్పడింది. 19వ శతాబ్దపు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడూ, తొలికాలపు ఫోటోగ్రాఫర్ అయిన సర్‌జాన్ హెర్షల్ ఫోటోగ్రాఫీ అనేపదాన్ని 1839లో పరిచయం చేశాడు. గ్రీకులో 'ఫోటోస్' (photos), 'గ్రాఫింగ్' (graphing) అనే రెండు పదాల సంయోగం వల్ల 'ఫోటోగ్రాఫీ' ఏర్పడింది. ఫోటోస్ అంటే కాంతి అనీ, గ్రాఫింగ్ అంటే వ్రాయడం లేదా చిత్రించడం అని అర్థం.

2. కంటితో చూడడానికి, ఛాయాగ్రహణానికి కల పోలికను తెలపండి.

జ. వస్తువుపై పతనమైన కాంతి పరావర్తనం చెంది మన కంటి రెటీనాపై పడ్డప్పుడు ఆ వస్తువును చూడగలం అని తెలుసుకున్నారు. రెటీనాపై ఏర్పడిన వస్తువు ప్రతిబింబాన్ని మెదడు అర్థం చేసుకుంటుంది. (రెటీనాపై ప్రతిబింబం 1/16 s పాటు మాత్రమే కదలిక లేక స్థిరంగా ఉంటుంది. (ఈ కాలాన్ని దృష్టిస్థిరత అంటారు.)) నాన్–డిజిటల్ కెమెరాలో (ఫిల్మ్ వాడబడే మామూలు కెమెరాతో) – ఫోటో తీయవలసిన వస్తువు నుండి పరావర్తనమైన కాంతి కటకం (lens) సహాయంతో కాంతికి ప్రతిస్పందించే ఫిల్మ్‌పై పడేట్లు చేస్తారు. (కాంతి పట్ల కటకం ప్రవర్తన చర్య వక్రీభవనం ఆధారంగా ఉంటుంది). ఫిల్మ్ కాంతికి స్పందిస్తుంది ; తనపై పడిన కాంతి తీవ్రతను బట్టి ప్రతిక్రియకు (response) కు లోనౌతుంది. ఎక్స్‌పోజ్ అయిన ఫిల్మ్ (కాంతికి గురి అయిన ఫిల్మ్) పై కాంతి పడిన ప్రాంతాలలోని (ఫిల్మ్ పూతపై ఉన్న) అణువుల మీద కాంతి చర్య వల్ల ఫిల్మ్ పై ఒక అదృశ్య ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. ఫిల్మ్ / ఫిల్మ్ రోల్‌ను డెవలప్‌చేసినప్పుడు (ఫిల్మ్‌ను రసాయనిక ద్రావణంలో కడిగినప్పుడు) అదృశ్య ప్రతిబింబం దృశ్య ప్రతి బింబంగా రూపాంతరం చెందుతుంది. కన్ను, కెమెరా ఒకే విధంగా పనిచేస్తాయి.

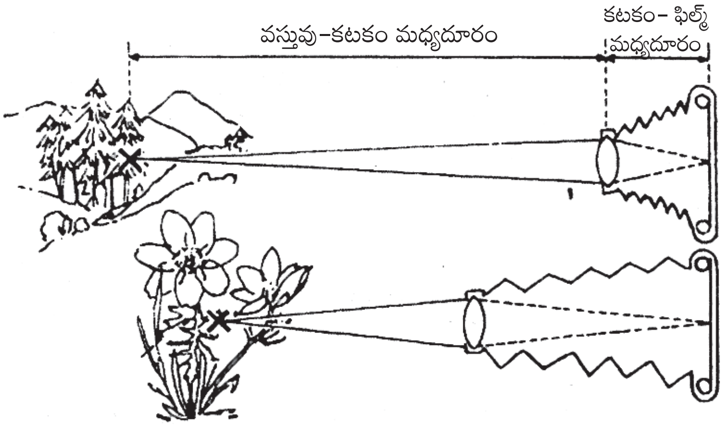
3. ఫోటోగ్రాఫీ వల్ల ఉపయోగాలను వివరించండి.

జ.
- విద్యారంగంలో దృశ్యోపకరణాలుగా ఫోటోలు ఉపయోగపడతాయి.
- అపరాధపరిశోధనా శాస్త్రం మరియు పరిశోధనలో సాక్ష్యాధారాలను రికార్డు చేయడంలోనూ
- వైద్యరంగంలో రోగి స్థితిని అంచనావేయడానికి అవసరమయ్యే నమూనాలను, X–రే, ఎండోస్కోప్‌లు వంటివి పొందడానికి,
- పరిశ్రమల్లో దిగుబడిని పెంచే ప్రక్రియలు రికార్డు చేయడానికి, పరిశీలించడానికి,
- పురావస్తుశాస్త్రంలో – మ్యాప్‌లూ, కొత్త ఆవిష్కరణలకూ, సర్వేలకూ అవసరమయ్యే విధంగా అత్యంత ఎత్తుల నుండి ఫోటోలు తీయడానికి, ఇతర ప్రక్రియల ద్వారా గుర్తించలేని ప్రాంతాలను గుర్తించడానికి దూరసంగ్రహణ (Remote sensing) లోనూ–
- వాస్తుశాస్త్రం మరియు భవన నిర్మాణ పరిశ్రమల్లో పునఃనిర్మాణ పనులకు అవసరమయ్యే సమాచారాన్ని పొందడానికి కావలసిన ఫోటోలనూ, రికార్డులనూ తయారుచేయడానికి

- ఖగోళశాస్త్రంలో సుదూర నక్షత్రాల చిత్రాలను, నక్షత్రాలలోని సంయోగ పదార్థ వర్ణపటవిశ్లేషణ మొదలైన వాటికోసం,
- శాస్త్ర పరిశోధనలో ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్‌లో, అత్యంత వేగవంతమైన ఫోటోగ్రఫీలో, స్ఫటికనిర్మాణ విశ్లేషణలో ఫోటోగ్రఫీ విరివిగా వాడుకలోఉంది.

4. కెమెరాలో గల ఫోకసింగ్ వ్యవస్థ గురించి వివరించండి.

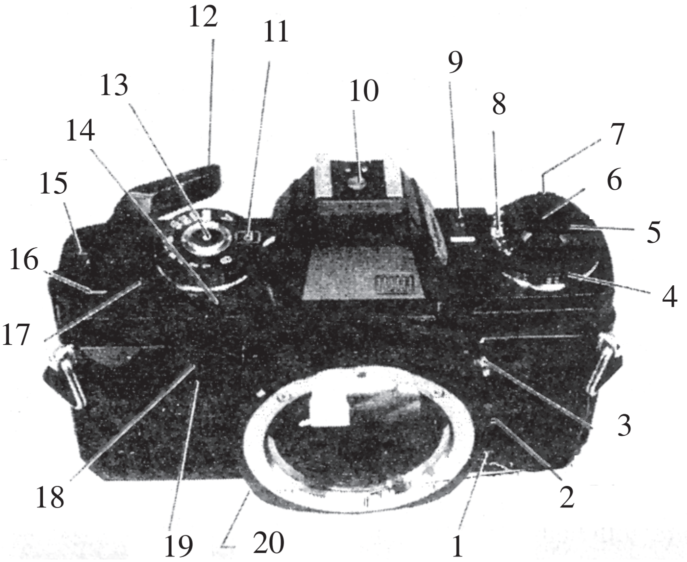
జ. **ఫోకసింగ్ వ్యవస్థ :** ఒక మంచి, సునిశితమైన ఫోటోను తీయడానికి ఈ వ్యవస్థ ఉపయోగపడుతుంది. దాదాపుగా అన్ని కెమెరాలలో 'ఫోకసింగ్ రింగ్' అని ఉంటుంది. దీనిపై అడుగులలో (feet) దూరం తెలపడానికి స్కేలు గుర్తింపబడి ఉంటుంది. (కొన్ని సందర్భాలలో మీటర్లలో కూడా ఈ స్కేలు ఉండవచ్చు). స్కేలుపై ఒక చివర ∞ గుర్తు ఉంటుంది. రెండవ చివర $3\frac{1}{2}$ లేదా 3 నుండి 2 అడుగుల వరకూ దూరాన్ని తెలిపే గుర్తు ఉండొచ్చు. (ఫోకసింగ్ చేయగలిగే అతితక్కువ దూరాన్ని బట్టి). ఈ రింగును త్రిప్పడం వల్ల కెమెరాలెన్స్ ముందుకీ, వెనక్కీ కదులుతుంది, వేరు వేరు దూరాలలో ఉన్న వస్తువులను ఫోకస్ చేస్తుంది (అంటే ప్రతిబింబాలను ఫిల్మ్‌పై ఏర్పరచుతుందని అర్థం). దూరంగా ఉన్న వస్తువుల నుండి వచ్చే కాంతిని కటకం (lens) వెనక భాగంలో తక్కువ దూరంలో (ఫోకస్) కేంద్రీకరిస్తుంది. కాంతి ఫిల్మ్‌పై కేంద్రీకరింపబడి దానిపై ప్రతిబింబం ఏర్పడడానికిగానూ కటకాన్ని ఫిల్మ్‌పై కాక ఫిల్మ్ వెనక కేంద్రీకృతం అవుతుంది. ఫిల్మ్‌పైనే కేంద్రీకృతంఅయి ప్రతిబింబం ఏర్పడడానికి కటకాన్ని ఫిల్మ్ నుండి దూరంగా జరపాల్సి ఉంటుంది. అతి దగ్గరగా ఉన్నట్లుగా వస్తువుల (close up) ఫోటోలు తీయడానికి టెలిఫోటో లెన్స్‌లను వాడతారు.



పటం : వస్తువు నుండి కటకానికీ, కటకం నుండి ఫిల్మ్‌కూ మధ్యదూరం

5. కెమెరాలోని భాగాలను తెలపండి.

జ.



పటం : నాన్ – డిజిటల్ ఆధునిక ఫోటోగ్రాఫిక్ కెమెరా లోని భాగాలు

1.ప్రివ్యూ బటన్ **2.** షటర్ రిలీస్ సాకెట్ **3.** లెన్స్ రిలీస్ బటన్ **4.** ఫిల్మ్ స్పీడ్ రింగ్ **5.** బ్యాక్‌కవర్ రిలీస్‌నాబ్ **6.**రివైండ్ క్రాంక్ **7.** ఫిల్మ్ – స్పీడ్ విండో **8.** ఎక్స్‌పోజర్ అడ్జస్ట్‌మెంట్ స్కేలు **9.** ఎక్స్‌పోజర్ అడ్జస్ట్ మెంట్ కంట్రోల్ రిలీస్ **10.** హాట్‌షూ **11.** మోడ్ / షటర్‌స్పీడ్ సెలెక్టర్ **12.** ఫిల్మ్ అడ్వాన్స్ లీవర్ **13.** ఆపరేటింగ్ బటన్ **14.** మెయిన్ స్విచ్ **15.** ఫ్రేమ్ కౌంటర్ **16.** సేఫ్‌లోడ్ సిగ్నల్ విండో **17.** P/A లాక్ రిలీస్ **18.** AE లాక్ / సెల్ఫ్ టైమర్ స్విచ్ **19.** LED **20.** సింక్రోనైజింగ్ టర్మినల్ (Sync Terminal)

(పై వాటి నుండి ఏవేని 12 భాగాలు)

6. ఫ్లాష్‌తో కలిపి డయాఫ్రమ్ మరియు షటర్ పనిచేయు విధానం తెలుపండి.

జ. ఎంత మొత్తంలో కాంతిని కెమెరాలోనికి ప్రవేశపెట్టాలో నిర్ణయిస్తుంది డయాఫ్రమ్. ఇదే దీని ప్రధాన విధి. సాధారణంగా డయాఫ్రమ్‌లు రెండు రకాలు.

(i) leaf - రకం (leaf type) (ii) ఫోకల్ – ప్లేన్ రకం (focal plane type)

ఎక్స్‌పోజర్ మీటను (exposure - button) నొక్కినప్పుడు షటర్ తెరుచుకుని కాంతి డయాఫ్రమ్ ద్వారా కెమెరాలోనికి ప్రవేశించే విధంగా స్ప్రింగ్‌తో సంధానం చేయబడి ఉంటుంది. సరియైన exposure కోసం ఎంతకాలంపాటు ఫిల్మ్‌పై కాంతి పడాలో షటర్ నిర్ణయిస్తుంది. ఇదంతా exposure చేయడానికి ముందే నిర్ణయించుకున్న షటర్‌స్పీడ్ పై ఆధారపడి ఉంటుంది. షటర్ స్పీడు (వేగం) 1 సెకనులో కొన్ని వంతులు ఉంటుంది. సాంకేతికంగా అభివృద్ధి చెందకుండా ఉన్న సాధారణ కెమెరాలో షటర్‌లో ఒకే ఒక రేక (blade) ఉంటుంది; స్పీడు 1/30 సెకనులు ఉంటుంది.

వేరువేరు విలువలు గలిగి 0.04 సె॥ అంచెలతో (steps) షటర్ స్పీడ్లున్న కెమెరాను మీరు చూసి ఉంటారు. చాలా మటుకు షటర్స్ ఫ్లాష్ లైట్‌తో పాటు synchromize చేయబడి (ఏకకాలీయం అంటే షటర్ ఎంతకాలం పాటు

తెరుచుకుని ఉంటుందో అంతకాలంపాటు ఫ్లాష్ లైట్ వెలిగేట్లు – ఈ రెండూ తక్షణమే జరిగేట్లు) ఉంటాయి. అలా ఏకకాలీయం (synchromize) చేయబడిన షటర్ వేగాలు 'X' అనే సంజ్ఞతో సూచింపబడతాయి. ఇలా ఉండే (దీన్ననుసరించి నిర్మాణం చేయబడ్డ కెమెరాలలో) ఎలక్ట్రానిక్ ఫ్లాష్ ఉంటుంది; కెమెరా షటర్ పూర్తిగా తెరువబడి ఉన్నంత కాలం ఫ్లాష్ ఎలక్ట్రానిక్ వలయం (circuit) పనిచేస్తుంది. ఎలక్ట్రానిక్ ఫ్లాష్ తో సంధానింపబడిన షటర్ స్పీడే అత్యధిక స్పీడ్. ఫ్లాష్ కంటే అధిక స్పీడు గల షటర్‌ను ఉపయోగిస్తే ప్రతిబింబం పాక్షికంగా మరుగుపడిపోతుంది (నల్లబడిపోతుంది)

ఫ్లాష్‌తో ఏకకాలీయం (symchronize) చేయబడిన షటర్‌స్పీడు 2 విధాలు (రకాలు)

1. M(Medium) sync, 2. F(Fast) sync లేదా FP (focal plane) sync

ఈ రకాలకు అనుగుణమైన ఫ్లాష్ బల్బ్‌లతో ఫ్లాష్‌ను ఉపయోగిస్తారు.

ఫ్లాష్‌ను ఏకకాలీయం చేయడం వెనుక రెండు కారణాలున్నాయి.

1. ఫాస్ట్ సింక్రనైజేషన్ చలనాన్ని స్థంబింపజేయడానికి ఉపకరిస్తుంది. ఒక చర్యగమనాన్ని స్థంబింపచేయడానికి 1/500 సె॥లేదా అంతకు ఎక్కువ వేగంతో కెమెరాతో షూట్ (ఎక్స్‌పోజ్) చేస్తాం.
2. బహిరంగ ప్రదేశాలలో (outdoor) షూట్ చేసేప్పుడు తగిన వెలుతురు కోసం చాలినంత పవర్‌తో ఫ్లాష్‌ను వాడుకోవచ్చు.

8. అపర్‌చర్ పనిచేయు విధానంను వివరించండి.

జ. అపర్‌చర్ (కటకద్వారం) కటకం కంటిపాప (lens's iris) ఎంత పరిమాణంలో తెరుచుకుని ఉంటుందో అపర్‌చర్ నిర్ణయిస్తుంది. ఎక్కువ పరిమాణంలో తెరుచుకుని ఉంటే ఎక్కువ కాంతి కెమెరాలోనికి ప్రవేశిస్తుంది. అపర్‌చర్ మనిషి కంటి పాపవలె పనిచేస్తుంది. కాంతి తక్కువైతే/ ఎక్కువగా తెరుచుకుంటుంది. కటకం అపర్‌చర్ ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు వస్తువు ఫోటో తీయడానికోసం, సరియైన exposure కు తక్కువ షటర్ స్పీడు అవసరమైతుంది. అంటే అపర్‌చర్ పరిమాణానికీ, షటర్ స్పీడుకూ (విలోమ) సంబంధం ఉంటుంది.

ఒక కటకం అపర్‌చర్‌ను f సంఖ్య (f number) తో సూచిస్తారు. పెద్ద పరిమాణంలో ఉన్న అపర్‌చర్‌లకు f సంఖ్య చిన్నదిగా ఉంటుంది. చిన్న అపర్‌చర్‌లకు f సంఖ్య పెద్దదిగా ఉంటుంది. ఉదాహరణకు ($f/4$ కంటే $f/16$ అపర్‌చర్ చిన్నది అని తెలుసుకోవాలి) $f/16$ వంటి సంఖ్య గల అపర్‌చర్ (దృశ్యంలో) అన్నింటినీ ఫోకస్ చేస్తుంది.

9. జూమ్ కటకం పని చేయు విధానాన్ని వివరించండి.

జ. నాభ్యాంతరం మార్చుకో వీలున్న కటకమే జూమ్‌లెన్స్ ఈ కటకం అధికదృష్టి కోణం గల కటకంగానూ, లేదా టెలిఫోటో లెన్స్‌గానూ విధులు నిర్వర్తిస్తుంది. దీని నాభ్యాంతరాన్ని అంచెలంచెలుగా కాకుండా (stepwise కాకుండా) అవిచ్ఛిన్నంగా (continuous) – గుర్తించిన రెండు అవధుల మధ్య – మార్చుకోవచ్చు. నాభ్యాంతరంతో సంబంధం లేకుండా స్థిరద్వారం (fixed apurture) కలిగి ఉండి సంతృప్తికరమైన సునిశితత్వంతో ప్రతిబింబం ఏర్పడేట్లు చేస్తుంది. వేరువేరు నాభ్యాంతర విలువలతో మార్చుకోతగిన ఎన్నో కటకాల విధులన్నీ ఒక్క జూమ్‌లెన్స్

నిర్వహించగలిగినందువల్ల ఇది చాలా ప్రాముఖ్యాన్ని సంతరించుకుంది; ప్రాచుర్యాన్ని పొందింది.

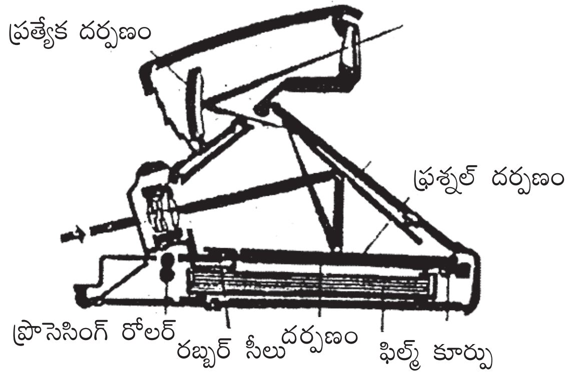
వాస్తవానికి కొన్ని కటకాల సంయోగమే జూమ్‌లెన్స్. దీనిలో రెండు కటకాల సముదాయాలుంటాయి. ఈ రెండు సముదాయాలు ఒక నిర్దిష్ట రీతిలో కదల్చడానికీ, లేదా జరపడానికీ వీలుగా జోడింపబడి ఉంటాయి.

జూమ్‌లెన్స్‌లను అధికంగా SLR (Simple reflex camera) లలో ఉపయోగిస్తారు. ప్రస్తుతం 35mm కెమెరాల కోసం వేరువేరు రేంజ్‌లలో జూమ్‌లెన్స్ లభ్యమవుతున్నాయి. ఈ కటకాలు ప్రియంగానూ, బరువుగానూ ఉంటాయి. స్థిర నాభ్యాంతరాలు గల కటకాల వలె అంత సునిశితం కావు.

10. పొలరాయిడ్ కెమెరా పనిచేయు విధానాన్ని పటం ద్వారా వివరించండి.

జ. ఈ కెమెరాలతో ఫోటోను తీసిన తక్షణమే పొందవచ్చు. వీటిల్లో వాడే ఫిల్మ్‌లోనే రహస్యం దాగి ఉన్నది. సాధారణంగా ప్లేట్ ఫిల్మ్‌ను వాడే కెమెరాలలో కూడా పోలరాయిడ్ ఫిల్మ్‌ను వాడే అవకాశం ఉన్నా, వ్యవహారంలో ప్రత్యేకంగా పోలరాయిడ్ ఫిల్మ్‌ను వాడడానికి ఈ కెమెరాను రూపొందించారు. సాంప్రదాయ ఫోటోను తీసే పద్ధతినే అనుసరిస్తున్నా డెవలపర్, ఫిక్సర్ మరియు ప్రింట్‌కోసం వాడే సరంజామా అంతా ఒక ఫిల్మ్ ప్యాక్‌లో ఇముడ్చబడతాయి. అందుచేత పోలరాయిడ్ ఫోటోల ప్రింట్ కోసం డార్క్‌రూం లేదా ఇంకేవైనా ప్రక్రియలు అవసరం లేదు.

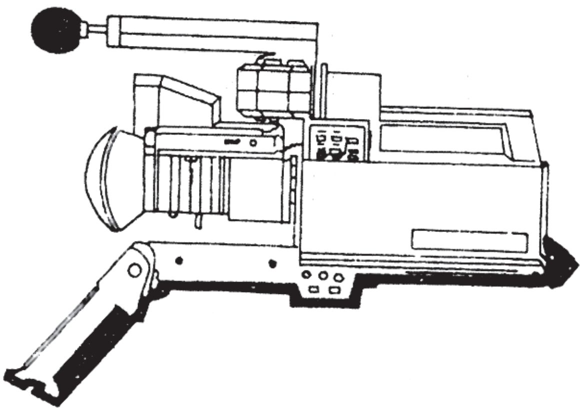
అధికవేగం (అత్యంత స్వల్పకాలంలో కాంతికి స్పందించగల) పొలరాయిడ్ నలుపు – తెలుపు ఫిల్మ్ కొత్త అంశాలను సాధ్యం చేస్తుంది. దగ్గరగానూ, దూరంగానూ ఉన్న అన్నింటినీ ఫోకస్‌లోనికి తెస్తుంది. నెగటివ్ ఫిల్మ్‌తో పోల్చినప్పుడు పరిమితమైన ఉపయోగాలు మరియు ఫిల్మ్‌పాక్‌లు ఉండడంచేత సాంప్రదాయ ఫోటోగ్రఫీకి ప్రత్యామ్నాయం కాదనిపిస్తుంది. పోలరాయిడ్ ఫోటోగ్రఫీ కేవలం తత్కాల ఉపయోగాలకు మాత్రమే అంటే పాస్‌పోర్ట్ ఆఫీసుల్లోనూ, డ్రైవింగ్ లైసెన్స్, మరియు కోర్టుల్లోనూ అవసరమయ్యే తక్షణ ఫోటోలకోసం మాత్రమే ఉపయోగపడుతుంది. దంత చికిత్సలో అవసరమయ్యే ఫోటోలూ, నేరపరిశోధననిమిత్తం, గుర్తింపు కార్డులకు అవసరమయ్యే ఫోటోల కోసం కూడా పోలరాయిడ్ ఫోటోగ్రఫీ ఉపయోగపడుతుంది.



పటం పోలరాయిడ్ కెమెరా

11. మూవీకెమెరా / వీడియోకెమెరా గురించి వివరించండి.

జ. దృష్టిస్థిరత (persistance of vision) 1/16 సెకన్లని మనకు తెలుసు. 1 సెకనుకు 16 దృశ్యాల కంటె ఎక్కువ రేటుతో మనకంటి రెటీనాపై దృశ్యాలు పడితే వాటిని మనకన్ను విడివిడిగా గుర్తించలేదు. అంటే దృష్టిస్థిరత కంటె త్వరితంగా ప్రతిబింబాలు రెటీనాపై పడనప్పుడు అవి క్రమంగా పరిణామం చెందే దృశ్యాలుగా కనిపిస్తాయి. (ఈ కారణంచేతనే ac సప్లైలో(ఏకాంతర విద్యుత్తులో వోల్టేజి మార్పులను మనం కనిపెట్టలేము). ఒక వీడియో లేదా చలన చిత్రాలు తీసే కెమెరాలో లెన్స్ (కటకం) ఒక అయస్కాంతధర్మం గల టేపు లేదా ఫిల్మ్ టేపుపై కాంతిని ప్రసారం (focus) చేస్తుంది. కటకం ముందున్న ఒక అడ్డు (diaphram) కటకద్వారము (lens aparture) ను నియంత్రిస్తుంది. ఒక షటర్ కావలసిన క్షణంలో ఫిల్మ్‌ను ఎక్స్‌పోజ్ (expose) చేస్తుంది. ఈ కెమెరాలలో ఫిల్మ్ గమనాన్ని, షటర్ స్పీడ్‌నూ అత్యంత కచ్చితంగా ఏకకాలీయంగా సమన్వయ పరచి, సమాన కాలవ్యవధులలో ప్రతిబింబాల శ్రేణిని ఫిల్మ్‌పై ఎక్స్‌పోజ్ చేస్తారు. ఈ శ్రేణిలోని ఒక ప్రతిబింబాన్ని ఫ్రేమ్ (frame) అంటారు. పటంలో ఒక వీడియో కెమెరా చూపబడింది. మూవీ కెమెరా (రూపం, పరిమాణం) ఫార్మాట్ (format) దానిలో అమర్చగల ఫిల్మ్ వెడల్పును అనుసరించి నిర్ధారింపబడుతుంది. సర్వసాధారణ ఫార్మాట్‌లు 1. సూపర్ 8 2. 16 mm కెమెరా, 3. 35mm మూవీ కెమెరా.



సూపర్ 8 కెమెరా అంత ప్రాచుర్యంలో లేదు. 16mm మూవీ కెమెరాను ఔత్సాహికులతో పాటుగా, సినిమాను వృత్తిగా చేపట్టినవారు కూడా విరివిగా వాడుతూ ఉన్నారు. సమాచార చిత్రాలు (documentery) మరియు ప్రయోగ పూర్వక సినిమాలు తీయడానికి ఇది ఉపయోగకరం.

35mm మూవీ కెమెరా సినిమాలు చిత్రీకరించడానికి ప్రామాణికమైన ఫార్మాట్. ఇది మార్చడానికి వీలుండే కటకాలు, ఫిల్టర్‌హోల్డర్, వ్యూఫైండర్, ఫిల్మ్ స్పూల్స్ (spools) తో ఎన్నో అవసరాలకనుగుణంగా నిర్మించిన వైవిధ్యం గల పరికరం.

12. వర్ణదృశ్యాలను కెమెరాతో బంధించడం ఎలాగో వివరించండి.

జ. వర్ణదృశ్యాలను (రంగుల దృశ్యాలను) పొందడడానికి, చాలా మటుకు సెన్సర్‌లలో కాంతిని మూడు ప్రాథమిక వర్ణాలలోకి (నీలం, ఆకుపచ్చ, ఎరుపు) విడగొట్టడానికి ఫిల్టర్‌లను ఉపయోగిస్తారు. ఒకసారి ప్రాథమిక వర్ణాలను నమోదు (record) చేసిన తరువాత, వాటిని కలిపి, అన్ని రంగుల చాయలను పొందవచ్చు. డిజిటల్ కెమెరాలో

రంగులను నమోదు చేయడానికి ఎన్నో పద్ధతులున్నాయి. అధిక నాణ్యతగల కెమెరాలలో మూడు సెన్సర్‌లు, ప్రతిదానిపై ఒక ఫిల్టర్‌తో లభిస్తాయి. వేరువేరు సెన్సర్‌లను కాంతితో ప్రకాశింప జేయడానికి కాంతిపుంజాన్ని చీల్చగలిగే (ప్రాథమిక రంగులలోకి) స్ప్లిటర్ (splitter)ను కెమెరాలో అమర్చుతారు. ప్రతిసెన్సరూ దృశ్యాన్ని సర్వసమానంగా గ్రహించగలిగినా వేరువేరు ఫిల్టర్ లుండడం వల్ల ఒక ఫిల్టర్ ప్రాథమిక రంగులలో ఏదో రంగుకు మాత్రమే ప్రతిస్పందిస్తుంది. ఈ విధానంవల్ల కలిగే లాభమేమంటే – ప్రతి పిక్సల్ తన స్థాయిలో ఒక రంగును మాత్రమే నమోదు చేస్తుంది.

13. కెమెరాను ఎంచుకొనునప్పుడు పరిశీలించవలసిన విషయాలను వివరించండి.

జ. ఒక కెమెరాను ఎంచుకోవడానికి స్థూలంగా కొన్ని అంశాలను దృష్టిలో ఉంచుకోవలసి ఉంటుంది.

i) ధర : కెమెరాను ఎంపిక చేసుకునేప్పుడు ధర ముఖ్యమైనది. అతితక్కువ ధరకు లభ్యమయ్యే కెమెరాలు చాలా పరిమితమైన స్థాయిలో సర్దుబాట్లు, పనితనం కలిగి ఉంటాయి. కేవలం సూర్యకాంతి ఉన్నప్పుడు మాత్రమే ఫోటోలు తీయడానికి అనువుగా ఉంటాయి.

వృత్తిపరమైన నైపుణ్యంతో ఫోటోలను తీయడానికి వైవిధ్యం ఉట్టిపడే వస్తువులూ, సందర్భాలలో ఫోటోలను తీయడానికి, మార్చుకొనే వీలుండే కటక ద్వారాలూ, 1/25 సె॥నుండి 1/200 సె॥ వరకూ షటర్ స్పీడ్‌లతో అత్యంత నాణ్యత గల కెమెరాలను ఉపయోగించడం, కలిగి ఉండడం అవసరం. ఈ కెమెరాలు అధిక ధర పలుకుతాయి. మూలసూత్రం ఏమంటే అధిక ధర, అధిక సౌకర్యాలు, అధిక పృథక్కరణంతో నాణ్యమైన ఫోటోలు తీయగలం.

ii) కెమెరా పరిమాణాన్ని పరిగణలోకి తీసుకోవాలి. 35 mm ఫిల్మ్‌ను ఉపయోగించే చిన్ని కెమెరాలు 24×36 mm నెగటివ్‌లను ఇస్తాయి. ఇది ఫోటోగ్రఫీలో ఉపయోగపడే అతితక్కువ పరిమాణము. ఫోటో కెమెరాలలో 6×6cm పరిమాణం గల రోల్ ఫిల్మ్‌ను వాడతారు. నెగటివ్ ఫిల్మ్ పరిమాణం ఎంత పెద్దదైతే అంత సునాయాసంగా నిలువెత్తు (life size) పరిమాణానికి ప్రింట్లను పెద్దవిగా (enlarge) చేయడానికీ, ఉత్తమ ఫలితాలతో నిశితమైన ఫోటోలు పొందడానికీ వీలుంటుంది.

ఏరకమైన ఫోటోగ్రఫీ కోరుకుంటున్నారో దాని బట్టి మీ ఎంపిక ఆధారపడి ఉంటుంది. మీకిష్టమైన రంగుల ఫోటోలను తీయడానికి ఒక 35 mm కెమెరా సరిపోతుంది.

iii) అవసరాన్ని బట్టి డిజిటల్ లేదా రోల్ కెమెరాలను ఎంచుకోవాలి.

iv) ప్రకృతిని ఫోటోలు తీయడానికి నాళకమైన కెమెరా మంచిది.

31 A

సమాచార వ్యవస్థలు
(Communication Systems)

సంచారం (Communication) అనునది ప్రతి జీవికి అవసరమైన అభిలక్షణం. ఒక వ్యక్తి నుండి మరొక వ్యక్తికి లేదా ఒక ప్రదేశం నుండి మరొక ప్రదేశానికి సంచారం కోసం, సమాచారాన్ని ప్రసారం చేయుట, గ్రహించుట అనునది అవసరం. జంతు ప్రపంచంలో సంచారం అనునది యాంత్రికంగా, ధ్వనుల వల్ల మరియు రసాయన సంకేతాల ద్వారా జరుగును. తమ దగ్గరకు వచ్చిన కొత్త వాళ్ళ వల్ల ఏదైనా ప్రాణహాని జరుగుతుందని గమనించినప్పుడు పిచ్చుకలు ఏ విధంగా శబ్దం చేస్తాయో మీరు గమనించే ఉంటారు. అయితే మానవులు మాటలు (Speach) అనే ప్రభావంతమైన సంచారమార్గాన్ని కలిగి యున్నారు. మన చుట్టూ జరుగుతున్న ఎటువంటి విషయాన్నైనా మనం చూడటం ద్వారా ఆలోచించడం ద్వారా మరియు అనుభవించడం ద్వారా తెలియజేయగలుగుతాం. అనగా మనం సంచారం కొరకు యాంత్రిక పద్ధతులు (తట్టడం, చప్పట్లుకొట్టడం), దృశ్యయాంత్రిక సంకేతాలు (optomechamical signal) (తల ఊపడం,శరీరాన్ని కదిలించడం) తో పాటుధ్వనిశ్రవ్య అవధి 20Hz నుండి 20,000Hz) మరియు కాంతిని ద్రశ్య అవధి $4000^0 - 7000^0$A ఉపయోగిస్తాం. మాటల ద్వారా మరియు వ్రాయబడే పదాల ద్వారా సమాచారం తెలిపేటప్పుడు భాషే ప్రత్యేకమైన పాత్ర పోషిస్తుందని మనకు తెల్సు. సంచారం ప్రక్రియ లిఖిత పూర్వకంగా జరగటానికి ముందుగా మాటల (Speach) ద్వారా జరిగేది. ప్రింటింగ్ ప్రెస్ (Printing Press) కనుగొనిన తర్వాత సంచారం ప్రక్రియ యొక్క రెండవ యుగం ప్రారంభమైనది. పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో టెలిగ్రాఫ్ కనుగొనిన తర్వాత సంచార ప్రక్రియ యొక్క మూడవ యుగంప్రారంభమైనది. టెక్నాలజీ రంగంలో వచ్చిన విప్లవాత్మకమైన అభివృద్ధి వల్ల వేగవంతమైన, సామర్థ్యవంతమైన మరియు నమ్మకమైన, సమాచారాన్ని సుదూర ప్రాంతాలకు టెలిగ్రాఫ్,ఫాక్స్, టెలిఫోన్, రేడియో,మొబైల్, ఉపగ్రహాలు మరియు కంప్యూటర్ పరికరాల సహాయంతో పంపగలుగుతున్నాం. సమయంతో సంబంధం లేకుడా, సముద్రాలను పర్వతాల దూరాలను అధిగమిస్తూ సమాచారాన్ని పంపగలుగుతున్నాం. ఇంటర్నెట్ ద్వారా చదువు కొనుట (online learning) (విద్యాభ్యాసం), ప్రచురణ (పరిశోధన) బ్యాంకింగ్ (వర్తకం) అనునవి ఒకప్పుడు అభూత కల్పనగా ఉండేవి.

అవి నేడు నిత్యకృత్యముగా మారినవి. నిజానికి కంప్యూటర్ లను ఎలక్ట్రానిక్ కమ్యూనికేషన్ టెక్నిక్ సహాయంతో ఉపయోగించుకొనుట వలన శక్తివంతమైన సమాచారం మరియు సంచార టెక్నాలజీ (Information and communication Technologies) (ICTs) ప్రగతి సాధించినవి.

టెక్నాలజీ వలన ఇంతగా అభివృద్ధి జరుగుతుందని మీరు ఎప్పుడైనా భావించారా? వీటన్నింటికి సమాధానాలు మీరు ఈ క్రమంలో వచ్చే తదుపరి మూడు పాఠాలలో తెలుసుకుంటారు. ఈ పాఠంలో మీరు సంచార వ్యవస్థ యొక్క నమూనా గూర్చి మరియు విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ఉపయోగం వల్ల సంచార వ్యవస్థ ఏ విధంగా లాభపడిందో నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తర్వాత క్రింది విషయాలు నేర్చుకుంటారు.

- సుదూర ప్రాంతాలకు సంచార వ్యవస్థ కొరకు ఉపయోగించే పరికరాలు గురించి
- అనురూప (Analogue) మరియు డిజిటల్ (Digital) సంకేతాల వివరణ గురించి, మరియు
- విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు సమాచారాన్ని తీసుకువెళ్ళే విధానం గురించి

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సంచార వ్యవస్థలో సమాచారం ఏరూపంలోకి మార్చబడుతుంది.

జ. సంచార వ్యవస్థలో సమాచారం విద్యుత్ సంకేతాల రూపంలోకి (వోల్టేజి లేదా కరెంటు) మార్చబడుతుంది.

2. బ్యాండ్ వెడల్పు (Band width) అనగానేమి ?

జ. సంకేతం ఆక్రమించే పౌనఃపున్య వ్యాప్తిని బ్యాండ్ వెడల్పు అంటారు.

3. సంచార వ్యవస్థయొక్క ముఖ్యభాగాలు ఏవి?

జ. సంచార వ్యవస్థ యొక్క ముఖ్యభాగాలు

1) ప్రసారణి

2) సంకేతాన్ని సుదూర ప్రాంతాలకు మోసుకు వెళ్ళేయానకం

3) సంకేతాన్ని స్వీకరించి, సమాచారాన్ని తిరిగి పొందే సేకరణి.

4. ధ్వని సంకేతాల శ్రవ్య అవధి ఎంత?

జ. 20 Hz నుండి 20,000 Hz

5. రేడియో తరంగాల పౌనఃపున్యవ్యాప్తి ఎంత ?

జ. రేడియోతరంగాల పౌనఃవ్యాప్తి 30 KHz నుండి 300 MHz

6. రేడియో అంటిన్నా పరిమాణం దేనిపై ఆధారపడుతుంది ?

జ. స్వీకరించే లేదా ప్రసారం చేయబడే సంకేతం యొక్క పౌనఃపున్యం మీద ఆధారపడి రేడియో అంటెన్నా పరిమాణం ఉంటుంది.

7. అనురూప మరియు డిజిటల్ సంకేతాల మధ్య భేదమేమి?

జ. అనురూప సంకేతాలు అనునవి భౌతికమైన సంకేతాలు, ఇవి కాలంతోపాటు అవిచ్ఛిన్నంగా మారుతాయి. డిజిటల్ సంకేతాలు అనునవి కాలంతోపాటు విచ్ఛిన్న స్పందనలుగా ఉంటాయి.

8. అనురూప వ్యవస్థల కంటే డిజిటల్ వ్యవస్థలు మేలైనవి. ఎందువల్ల?

జ. అనురూప వ్యవస్థల కంటే డిజిటల్ వ్యవస్థలు మేలైనవి, ఎందుకనగా డిజిటల్ సంచార వ్యవస్థలు ఎక్కువ సమర్థతను, మంచి పనితనాన్ని మరియు సులభంగా మార్చుకొనగల (Flexibility) స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి.

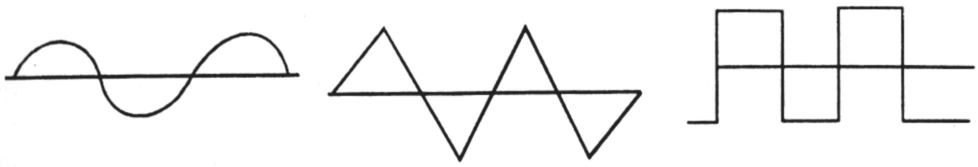
9. బిట్ (Bit) అనగా నేమి ?

జ. డిజిటల్ వ్యవస్థలో ఉపయోగించే '1' లేదా '0' ను బిట్ అంటారు. ఇది ON లేక OFF స్థితిని సూచిస్తాయి.

10. అనురూప బాండ్ వెడల్పుకు, డిజిటల్ బాండ్ వెడల్పుకు గల తేడా ఏమిటి?

జ. అనురూప సంకేతాలకు సంబంధించిన బాండ్ వెడల్పు, ప్రతి సంకేతం ఆక్రమించిన వర్ణపట వ్యాప్తిని తెలియజేస్తుంది. అందువల్ల అనురూప బాండ్ వెడల్పును పౌనఃపున్యపదాలలో తెలియజేస్తాము.

డిజిటల్ బాండ్ వెడల్పు అనునది సమాచారం ఎంతపరిమాణంలో డిజిటల్ సంకేతంలో ఇమిడి ఉన్నదో తెలియజేస్తుంది. అందువల్ల డిజిటల్ బాండ్ వెడల్పును సెకనుకు ఏర్పడే బైట్ పదాలలో (BPS = bits per second) తెలియజేస్తాము.



పటం (a) అవిచ్ఛిన్నంగా (సైన్ తరంగం) (b) విచ్ఛిన్నం తరంగ రూపాలకు ఉదాహరణలు

11. విద్యుదయస్కాంత తరంగం అనగా నేమి?

జ. అంతరాళంలో కాలంతో పాటు మారే విద్యుత్ క్షేత్రం వల్ల అయస్కాంతక్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. తిరిగి కాలంతో పాటు మారే అయస్కాంత క్షేత్రం వల్ల విద్యుత్‌క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. ఈ రెండు క్షేత్రాల పరస్పర సహకారం వల్ల ఏర్పడే తరంగమే, విద్యుదయస్కాంత తరంగం.

12. దృశ్యకాంతి యొక్క పౌనఃపున్యవ్యాప్తి ఎంత ?

జ. దృశ్యకాంతి యొక్క పౌనఃపున్యవ్యాప్తి $10^{14} - 10^{15}$ Hz.

13. మాడ్యులేషన్‌లోని రకాలను తెలుపుము.

జ. మాడ్యులేషన్‌లోని రకాలు మూడు అవి

1) కంపన పరిమితి మాడ్యులేషన్ (Amplitude modulation) (AM)

2) పౌనఃపున్య మాడ్యులేషన్ (Frequency modulation) (FM)

3) దశ మాడ్యులేషన్ (Phase modulation) (PM)

14. రేడియో తరంగ పౌనఃపున్యం 30 MHz అయిన దాని యొక్క తరంగదైర్ఘ్యం కనుగొనండి.

జ. విద్యుదయస్కాంత తరంగవేగం $C = \gamma\lambda$

$$C = 3 \times 10^8 m/S$$

$$\upsilon = 30\ MHz = 30 \times 10^8 m/S$$

$$\lambda = ?$$

$$\lambda = \frac{C}{\upsilon} = \frac{3\times10^8}{30\times10^6} = 10m$$

15. VHF బ్యాండ్ యొక్క రేడియో పౌనఃపున్యవ్యాప్తి 30–300MHz. విద్యుదయస్కాంత తరంగం యొక్క వేగం మరియు పౌనఃపున్య సంబంధంల నుండి VHF తరంగ దైర్ఘ్య వ్యాప్తిని శూన్యంలో కనుగొనండి. (శూన్యంలో కాంతి వేగం $C = 3 \times 10^8 m/S$)

జ. విద్యుదస్కాంత తరంగ వేగం = $C = \gamma\lambda$

మొదటి సందర్భంలో $\lambda_1 = \frac{C}{\upsilon_1} = \frac{3\times10^8}{30\times10^6} = 10m$

రెండవ సందర్భంలో $\lambda_2 = \frac{C}{\upsilon_2} = \frac{3\times10^8}{300\times10^6} = 1m$

$\therefore$ తరంగ దైర్ఘ్యవ్యాప్తి $10m - 1m$.

16. AM రేడియో బ్రాడ్ కాస్టింగ్ ప్రసారాలు జరిగే వివిధ బాండ్‌లను వాటి పౌనఃపున్య అవధులను తెలుపుము.

జ. AM బ్రాడ్‌కాస్ట్ మూడు బాండ్‌లలో ప్రసారితం చెందును.

1. లాంగ్‌వేవ్ 144 – 351KHz పౌనఃపున్యప్రాంతంలో (LF లో)

2. మీడియంవేవ్ 530 – 1,700 KHz పౌనఃపున్యప్రాంతంలో (MF లో)

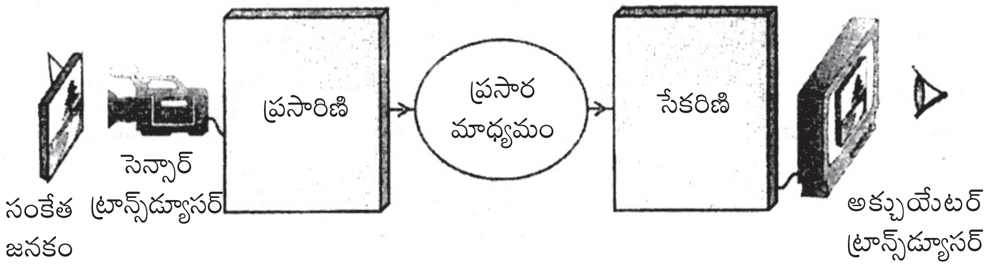
3. షార్ట్‌వేవ్ 3–30MHz పౌనఃపున్యప్రాంతంలో (HF లో) జరుగును.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సంచార వ్యవస్థయొక్క నమూనాను తెలుపండి.

సంచారవ్యవస్థలు సమాచారాన్ని ప్రసారితం చేయు విధానం

- ఒక స్థానం నుండి మరొక స్థానానికి (One to one or point to point)
- ఒక స్థానం నుండి అనేక ప్రదేశాలకు అనగా బ్రాడ్‌కాస్ట్ సంచారం(broad cast communication) మరియు
- అనేక స్థానాల నుండి అనేక స్థానాలకు అనగా పలువురితో కంప్యూటర్ ద్వారా, టెలిఫోన్ ద్వారా ఒకేసారి సమాచారాన్ని పంచుకోవడం (telephone conference or a chat room).



పటం : సంచార వ్యవస్థ యొక్క నమూనా అమరిక

ప్రస్తుత ఆధునిక కాలంలో సంచార వ్యవస్థలో సమాచారం విద్యుత్ సంకేతాల రూపంలో (వోల్టేజి లేదా కరంటు) మార్చబడి కొంత పౌనఃపున్య వ్యాప్తిలో విస్తరించబడి యుంటుంది. సంకేతం ఎంత పౌనఃపున్య వ్యాప్తిని ఆక్రమిస్తుందో దానిని బ్యాండ్ వెడల్పు (band width) అంటారు.

2. సేకరణి ముఖ్య లక్షణాలేవి? వివరించండి.

జ. సేకరిణి యొక్క ముఖ్య లక్షణాలు ఏవనగా అవి నివేశ సంకేతానికి సున్నితత్వాన్ని ప్రదర్శించుట మరియు నిర్గమ సంకేతంగా మార్చబడే నివేశ సంకేతం యొక్క కంపనపరిమితి వ్యాప్తి, నివేశ మరియు నిర్గమ సంకేతాలకు మధ్యయుండే రేఖీయత (linearity) మరియు పౌనఃపున్య రెస్పాన్స్ (Frequency response) లేదా fidelity అనగానివేశ సంకేతాలను తిరిగి రాబట్టగలిగే విశ్వసనీయత సామర్థ్యం.

- సున్నితత్వం (sensitivity) :– సున్నితత్వం అనునది స్థిరమైన నిర్గమ వోల్టేజిసంకేతం (Standard output signal voltage) ఏర్పరచుటకు ఎంత కనీస నివేశ వోల్టేజి కావాలో తెలియజేస్తుంది. సేకరిణి చేయగలవర్ధనం ఎక్కువగాఉంటే సున్నితత్వం కూడా ఎక్కువగా ఉంటుంది. సున్నితత్వం యొక్క అవధి అంటెన్నా స్వీకరించిన రొద (అనవసర శబ్దం) పై ఆధారపడుతుంది. కావున సంకేతానికి మరియు రొదకు మధ్యగల నిష్పత్తిని S/N నిష్పత్తిగా తెలియజేస్తాం. సేకరిణియొక్క సున్నితత్వాన్ని నిర్ణయించడానికి S నిష్పత్తి ముఖ్యమైన పాత్ర పోషిస్తుంది. సంకేతం యొక్క

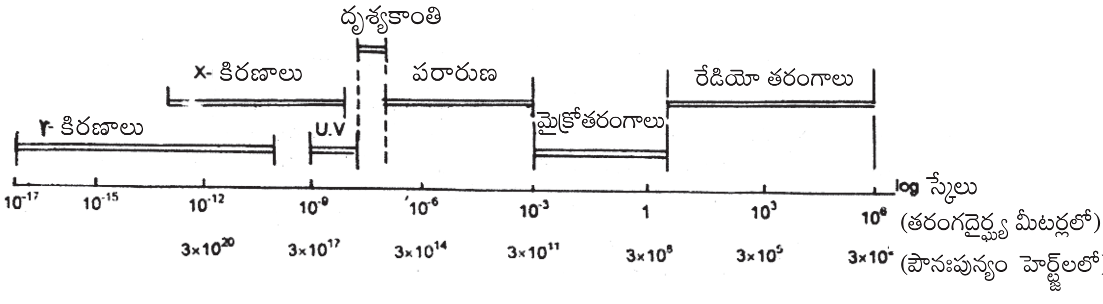
లాభదాయకమైన ఉపయోగం కోసం సంచార వ్యవస్థ ఎటువంటి అంతర్గత రొదను సంకేతంతో కలపకూడదు. ఒకవేళ బాహ్యంగా ఏమైనా అనవసరం శబ్దం సంకేతంతో కలిస్తే సిగ్నల్ ప్రాసెసింగ్ టెక్నిక్ (Signal processing technique) ద్వారా దానిని తొలగించాలి.

2. వరణాత్మకత (Selectivity) :– అవసరమైన పౌనఃపున్యానికి దగ్గరగా ఉన్న అనవసర పౌనఃపున్యాలను కాకుండా కేవలం అవసరమైన ప్రత్యేకమైన పౌనఃపున్యాన్ని మాత్రమేఎన్నుకునే సేకరిణి యొక్క సామర్థ్యాన్ని Selectivity అంటారు. Selectivity అనునదిసేకరిణిలో ఉపయోగించే ట్యూనింగ్ వలయం యొక్క sharpness మీద మరియు అనునాద వక్రాలు (Resonance curves) మీద (మాడ్యుల్5, పాఠం 5 ను చూడుము) ఆధారపడును.

3. ఫెడెలిటీ (Fidelity) : ఫెడెలిటీఅనునది సేకిరణి యొక్క నిర్గమం, మాడ్యులేషన్ పౌనఃపున్యంతో ఏ విధంగా మారునో తెలియజేస్తుంది. మరియు మాడ్యులేషన్ సంకేతం యొక్క తరంగాన్ని సేకరిణి తిరిగి పొందగలిగే సామర్థ్యాన్ని తెలియజేస్తుంది.

3. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంను గీయండి.

జ.



పటం. విద్యుదయస్కాంత వర్ణ పటం: తరంగదైర్ఘ్యం విలువలు శూన్య (లేదా గాలి) యానకం దృష్ట్యా ఇవ్వబడినవి. రెండు ప్రాంతాలకు సంబంధించిన వర్ణపటం సరిహద్దులు తీక్షణముగా (Sharp) యుండవు.

4. AM రేడియో బ్రాడ్ కాస్టింగ్ బ్యాండ్‌లను వివరించండి.

జ. లాంగ్ వేవ్ (Long wave) : 144 – 351KHz (LF ప్రాంతంలో) : మీడియం వేవ్ (medium wave) 530 – 1,700KHz (MF ప్రాంతంలో) : మరియు షార్ట్‌వేవ్ (Short wave) 3 – 30MHz CHF (ప్రాంతంలో) : వ్యాపార సంబంధ రేడియో బ్రాడ్ కాస్టింగ్ కొరకు సాధారణంగా మీడియం వేవ్ (medium wave) ను వాడెదరు. లాంగ్‌వేవ్ (Long wave) ను ఉత్తర మరియు దక్షిణ అమెరికాలలో తప్ప మిగిలిన అన్ని చోట్ల వాడెదరు. (Long wave) ను విమానయాన గమన నియంత్రణను కు ఉపయోగించెదరు. మరియు Long మరియు Medium వేవ్ బాండ్స్‌ను అధిక తరంగ దైర్ఘ్యం ఉండటం వలన ఇవి భూమి యొక్క వాతావరణ వక్రం చేత వివర్తనం చెంది భూతరంగ ప్రసరణ వీలవుతుంది. మరియు దీనివలన రేడియో ప్రసారానికి అధిక వ్యాప్తి ముఖ్యంగా రాత్రిపూట లభిస్తుంది. Short wave లను ఉపయోగించటం వలన ప్రసారితస్టేషన్ నుండి సుదూర ప్రాంతాల వరకు రేడియో ప్రసారాలు జరుగుతాయి. బ్రాడ్ కాస్ట్ యొక్క అధిక వ్యాప్తి అనునది తక్కువ ఆడియో ఫెడిలిటీ (Lower audio fidelity) ఖర్చు ద్వారా సాధ్యమవుతుంది.

31B ఫిల్మ్‌ఎక్స్‌పోజ్ చేయడం మరియు ప్రాసెసింగ్

వైవిధ్యభరిత మానవ జీవితంలో ఫోటోగ్రఫీ ప్రాముఖ్యత, దాని ప్రభావం గూర్చి ఇంతకు ముందు పాఠంలో నేర్చుకున్నారు. ఔత్సాహిక ఫోటోగ్రాఫర్‌లు, వృత్తి ఫోటోగ్రాఫర్‌లు వాడే వివిధ రకాల కెమెరాల గూర్చి తెలుసుకున్నారు. ఇప్పుడు మీరు స్నేహితుని ఫోటోగాని, మీ కుంటుంబసభ్యుల లేదా మీరుండే ఇల్లు, మీ పరిసరాలు లేదా విరబూసిన పూలతోటలూ.... ఇలా దేన్నైనా కెమెరాతో బంధించి జ్ఞాపకాల పుటల్లో శాశ్వతం చేయడానికి ఆరాటపడుతూ ఉండొచ్చు. ఫోటో తీసే ప్రక్రియ ముఖ్యంగా కెమెరాలో తగిన ఫిల్మ్‌ను అమర్చడం (loading the film)తో ప్రారంభం అవుతుంది. కెమెరాలో ఫిల్మ్‌ను లోడ్ (load) చేయడానికి ముందుగా కెమెరా తయారీదారు ఇచ్చే వివరాలపత్రాన్ని (manual) చదవడం చాలా మంచి అలవాటు. దానిలోని సూచనలను జాగ్రత్తగా ఇచ్చిన క్రమంలో పాటించాలి. ఆరవ అధ్యాయంలో కుంభాకార కటకం వల్ల ప్రతిబింబాలు ఏర్పడడాన్ని గూర్చి నేర్చుకున్నారు. అపారదర్శకమైన తెల్లని తెర లేదా తెల్లని గోడపై నిజప్రతిబింబాన్ని చూడగలమని గుర్తుండే వుంటుంది. ఫోటోగ్రఫీలో కెమెరా కటకం (lens) సహాయంతో ఫిల్మ్‌పై నిజప్రతిబింబం ఏర్పడేట్లు చేస్తాం. వస్తువుపై పడిన కాంతి తీవ్రత కనుగుణంగా కాంతివంతమైన ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. సూర్యకాంతి లేదా ఫ్లాష్‌బల్బ్ కాంతి వస్తువుపై పడినప్పుడు ఫిల్మ్ కాంతితో చర్యజరపడం వల్ల ఫిల్మ్ పై ఒక అదృశ్య ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందని గతపాఠంలో నేర్చుకున్నారు. డెవలపింగ్, మరియు ఫిక్సింగ్ అనే ప్రక్రియల ద్వారా అదృశ్య ప్రతిబింబాన్ని ఫిల్మ్‌పై స్థిరపరుస్తారు. డెవలపింగ్, ఫిక్సింగ్‌లను కలిపి ఫిల్మ్ ప్రాసెసింగ్ అని అంటారు.

మీరు ఈ పాఠంలో ఫోటోగ్రఫిక్ ఫిల్మ్ లక్షణాలు, ఫిల్మ్‌ను ఎక్స్‌పోజ్, ప్రాసెస్, ప్రింటింగ్ చేయడంలో అధునాతన పద్ధతులను నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తరువాత మీరు

- ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్ లక్షణాలు తెలుపడం
- ఫిల్మ్ ఎక్స్‌పోజింగ్ ప్రక్రియను వర్ణించడం

- ఫిల్మ్‌ను ప్రాసెస్ చేయడంలో ఫిల్టర్‌ల ప్రాముఖ్యతను వివరించడం
- ఎక్స్‌పోజైన ఫిల్మ్‌ను ప్రాసెస్ చేసే విధానాన్ని వివరించడం
- ఫోటోగ్రాఫిక్ పేపర్‌పై ప్రింట్లను తయారుచేసే పద్ధతిని వివరించడం వంటివి చేయగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. నలుపు – తెలుపు ఫిల్మ్ అడ్డుకోత, కలర్‌ఫిల్మ్ అడ్డుకోత గీయండి.

జ.

జిలాటన్ రక్షణ పొర
కాంతికి స్పందించ
గల ఎమల్షన్

(ఆధారం) ఫిల్మ్‌బేస్

స్పెషల్ కోటింగ్
(ప్రత్యేక పూత)

బ్లూసెన్సిటివ్ (ఎల్లోడై)
ఎల్లోఫిల్టర్
గ్రీన్ సున్సిటివ్ (మాజెంటాడై)
క్లియర్ జిలాటిన్
రెడ్‌సెన్సిటివ్ (సియాన్‌డై)
ఫిల్మ్‌బేస్
యాంటిహాలో బ్యాకింగ్

పటం. ఎ) నలుపు – తెలుపు ఫిల్మ్ అడ్డుకోత బి) కలర్‌ఫిల్మ్ అడ్డుకోత

2. ఫిల్మ్ ప్రత్యేక పూత (special coating) ఉపయోగం తెలపండి.

జ. ఫిల్మ్ యొక్క పలుచని ఆధారం మరియు నమ్యత గుణం కలిగి ఉన్న కారణంగా ఆధారం (ప్లాస్టిక్ లేదా, సెల్యూలోజ్) పైన నున్న జిలాటిన్ ఎండినప్పుడు ఒకవైపు వంగిపోతూ మెలికలు తిరిగే అవకాశం ఉంటుంది. ఇలా ఆధారం వంగి పోకుండా, మెలికలు తిరగకుండా ఉండడానికి ఆధారం వెనుకభాగం కూడా సమానమైన మందంతో జిలాటిన్ పూత పూస్తారు.

3. నెగటివ్ ఫిల్మ్‌ను ఏరకంగా విభజిస్తారు.

జ. నెగటివ్ ఫిల్మ్‌లు i) వేగం ii) వివిధ రంగులకు అవి స్పందించే గుణం iii) గ్రేడేషన్ (gradation) iv) (రసాయన పదార్థపు) రేణువుల పరిమాణం (graininess) v) పృథక్కరణం (resolving power) (పృథక్కరణ సామర్థ్యం) vi) డెవలప్ మెంట్ లక్షణాలు (development characteristics) vii) ఎమల్షన్ భౌతిక లక్షణాలు మరియు viii) ఆధార స్వభావం (Nature of support of Base) లను బట్టి విభజిస్తారు.

4. f సంఖ్య అనగానేమి?

జ. కెమెరాలోని కటక ద్వారాలను f సంఖ్య (f-number) తో సూచిస్తారు. ఒక కటకం f- సంఖ్య నాభ్యాంతరాన్ని బట్టి మారుతుంది.

నాభ్యాంతరానికీ, f – సంఖ్యకూ మధ్య సంబంధానికి సమీకరణం

f- సంఖ్య = నాభ్యాంతరం / క్రియాశీల వ్యాసం

ఎక్కువ నాభ్యంతరం, తక్కువ క్రియాశీల వ్యాసం గల కటకం యొక్క f సంఖ్య ఎక్కువగా ఉంటుంది. కటక ద్వారం చిన్నదైతే f- సంఖ్య విలువ పెద్దదిగా ఉంటుంది. (Zoom lens) జూమ్‌లెన్స్ వాడినప్పుడు తప్ప, ఒక కెమెరాలోని కటకనాభ్యంతరం స్థిరంగా ఉంటుంది.

5. ఫిల్మ్ ఎక్స్‌పోజ్‌కు అవసరమైన కాంతి మొత్తం (కాంతి శక్తి మొత్తం అన్నమాట) లెక్కించడానికి సమీకరణం వ్రాయండి.

జ. అవసరమయ్యే కాంతి మొత్తం లేదా కాంతి రాశి

= కాంతి తీవ్రత × ఎక్స్‌పోజ్‌చేసే కాలం

కెమెరాలెన్స్ ద్వారా కెమెరాలోనికి ఎంతకాలంపాటు కాంతి ప్రవేశించాలో సూచించే కాలమే ఎక్స్‌పోజర్ కాలం (exposure time) ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని షటర్‌స్పీడు నియంత్రిస్తుంది.

6. ఏవేని రెండు రంగు స్లైడ్‌లపై విలక్షణ ఫిల్టర్‌ల ప్రభావాన్ని తెలుపండి.

ఫిల్టర్ (filter)	రంగు (colour)	ప్రభావం (Effect)
అల్ట్రా వయొలెట్ (colour correction filter ultraviolet)	UV శోషణం	అధిక కాంతి తీవ్రత వల్ల నెగటివ్ మసకబారడాన్ని తొలగిస్తుంది (Haze cutting); నీలిచాయను తగ్గిస్తుంది. అన్ని రంగులనూ సరిగా చూపుతుంది.
స్కైలైట్ (sky light)	పింక్ రంగులేనిది	UV ఫిల్టర్ ఫలితాన్నే ఇస్తుంది. కొద్దిగా వేడి ఉంటుంది.
సాధారణ సాంద్రత (Natural density)	బూడిదరంగు (Grey)	రంగులను మార్చకుండా కాంతితీవ్రతను తగ్గిస్తుంది.
పోలరైజింగ్	లేతనీలం (light blue)	ఎఱ్ఱని సూర్యకాంతి తక్కువ తీవ్రతతో ఉన్నప్పుడు వాడడానికి
	మధ్యస్త నీలం (Mid Blue)	పగటి వెలుగులో వాడేఫిల్మ్‌ను ఫ్లాష్ బల్బులతో వాడుటకు
	గాఢనీలం (Deep Blue)	పగటి వెలుగులో వాడే ఫిల్మ్‌ను స్టూడియో ఫ్లడ్స్‌తో ఉపయోగించడానికి
Amber (అంబర్)	లేత అంబర్	పగటి వెలుగులో వాడే ఫిల్మ్‌ను బహిరంగ ప్రదేశాలలో నీలి కాంతి మందంగా ఉన్నప్పుడు
	గాఢ అంబర్	A రకం (టంగ్‌స్టన్ 1 ఫిల్మ్ పగటి వెలుతురులో) వాడినప్పుడు

7. ఎక్స్ పోజర్‌ను ప్రభావితం చేసే అంశాలు ఏవి?

జ. సంవత్సరకాలాలు, రోజులో వేళలు, భౌగోళిక అక్షాంశం, వాతావరణం, వస్తువు లక్షణం, మనం ఉపయోగించే ఫిల్మ్ స్పీడు ఇవన్నీ ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని ప్రభావితం చేసే ముఖ్య అంశాలు. ఫిల్మ్‌ను ప్యాక్‌చేసే డబ్బా (cartridge) మీద ఫిల్మ్‌కి సంబంధించిన రేటింగులు రాయబడి ఉంటాయి.

8. ఒక ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్‌ను ఎక్స్‌ఫోజ్ చేసేప్పుడు పాటించె క్రమాన్ని వ్రాయండి.

జ. 1. కెమెరా వెనక కవర్ తెరిచి, ఫిల్మ్‌ను సరిగా అమర్చండి (load చేయండి)

2. వ్యూఫైండర్‌లోనుండి దృశ్యాన్ని చూస్తూ వస్తువుని లేదా దృశ్యాన్ని ఫోకసింగ్‌లోకి తెండి.

3. కెమెరా (నుండి) కటకం నుండి వస్తువు గల దూరాన్ని సర్దుబాటు చేయండి. (అంటే ఫోకసింగ్ చెయ్యండి అని అర్థం).

4. అందుబాటులో ఉన్న కాంతితీవ్రతను బట్టి కటక ద్వారం (aperture) f – సంఖ్యను సర్దండి,

5. షటర్ క్లిక్ చేయండి.

9. ఒక కెమెరాలోని f సంఖ్యను f/4 నుండి f/8 కు మార్చారు. అప్పుడు అపర్చర్ పెరిగిందా? తగ్గిందా? ఎంతగా పెరిగింది? ఎంతగా తగ్గింది ?

జ. పెరుగుతుంది; రెట్టింపు అవుతుంది.

10. ఒక కెమెరా లెన్స్ t=200s ఎక్స్‌పోజర్ టైమ్‌కి సెట్ చేయబడి ఉంది. దానిని t=100s ఎక్స్‌పోజర్ టైమ్‌కి మార్చారు. కెమెరాలో ప్రవేశించే కాంతి ఎంతగా పెరిగింది? లేదా ఎంతగా తగ్గింది?

జ. నాలుగురెట్లు పెరుగుతుంది.

11. ఒక వస్తువుని ఎక్స్‌పోజ్ చేయడానికి ఎక్స్‌పోజర్ టైమ్ t = 125 మరియు f = 16 గా సెట్ చేశారు. సమాన ఎక్స్‌పోజర్‌కు f = 11 కు విలువను మార్చితే ఎక్స్‌పోజర్ టైమ్ ఎంత ఉండాలి ?

జ. t = 250

12. ఎక్స్‌పోజ్ చేయబడిన ఫిల్మ్ ప్రక్రియలో ఎన్ని అంచెలు ఉన్నాయి.

జ. i) డెవలపింగ్ ii) ఫిక్సింగ్ మరియు iii) వాషింగ్ మరియు డ్రైయింగ్

ఈ ప్రక్రియా విధానం నలుపూ – తెలుపు ఫిల్మ్‌కీ, రంగుల ఫిల్మ్‌కీ వేరువేరుగా ఉంటుంది.

13. ఫిల్మ్ ప్రాసెసింగ్ విధానాలు పేర్లు తెలుపండి.

జ. ఫిల్మ్‌ను ప్రాసెస్ చేసే విధానాలు రెండు.

- ట్రే డెవలప్‌మెంట్
- టాంక్ డెవలప్‌మెంట్

14. కలర్‌ఫిల్మ్‌లోని సిల్వర్‌ను ఎందుకు తొలగించాలి.

జ. కలర్‌ఫిల్మ్‌లలో ఫిల్మ్‌పై సిల్వర్‌ను పూర్తిగా తొలగించడం అత్యంత ఆవశ్యం; ఇది కేవలం రంగులు మాత్రమే ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచేందుకు దోహదపడుతుంది. బ్లీచింగ్ ఏజెంట్ ద్వారా దీన్ని సాధించవచ్చు; బ్లీచింగ్ ఏజెంట్ సిల్వర్ మెటల్‌ను – తిరిగి కరిగే గుణంగల సిల్వర్ హాలైడ్‌గా మార్చుతుంది.

15. ఫిల్మ్ ప్రాసెసింగ్‌లోని అంచెల క్రమాన్ని సరిగా పేర్కొనండి.

జ. డెవలపింగ్, స్టాప్‌బాత్, ఫిక్సింగ్, వాషింగ్ మరియు డ్రైయింగ్.

16. సోడియం థయోసల్ఫేట్ ద్రావణంను సాధారణంగా ఏమని పిలుస్తారు? ఫిల్మ్ ప్రాసెసింగ్‌లో దాని పాత్ర ఏమిటి?

జ. సోడియం థయోసల్ఫేట్‌ను సాధారణంగా హైపోగా వ్యవహరిస్తారు. కాంతికి ప్రభావితం కాకుండా మిగిలిపోయిన రేణువులను ఫిల్మ్ నుండి తొలగించడానికిసోడియం థయోసల్ఫేట్‌ను సాధారణంగా హైపోగా వ్యవహరిస్తారు. కాంతికి ప్రభావితం కాకుండా మిగిలిపోయిన రేణువులను ఫిల్మ్ నుండి తొలగించడానికి వాడతారు.

17. ఫిల్మ్‌స్పీడ్‌ను దేనితో సూచిస్తారు.

జ. వేరువేరు వేగాలతో (speeds) ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్‌లు లభిస్తాయి. ఫిల్మ్ స్పీడ్‌ను ASA సంఖ్యతో సూచిస్తారు.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వస్తు సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి (Depth of field) ($D_2 - D_1$) మరియు దృశ్య వ్యాప్తి (Depth of focus)

జ. కెమెరాలెన్స్‌ను దూరంగా వస్తువుకి ఫోకస్ చేసినప్పుడు వస్తువులోని ఒక తలాన్ని మాత్రమే సుస్పష్టంగా ప్రతిబింబంలో కేంద్రీకృతం చేయగలం. తగిన నాణ్యతతో సుస్పష్టంగా ఫోకస్ చేయగలిగిన వస్తువులోని ముందు (D_1) వెనక (D_2) గల బిందువుల మధ్య దూరాన్ని వస్తు సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి (Depth of field) అంటారు. సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి (Depth of field).

- కటక నాభ్యాంతరం పైనా
- f –సంఖ్య పైనా
- ఫోకస్ చేయబడిన దూరం పైనా మరియు

● అనుమతింపగల అస్పష్టతావృత్త గరిష్ఠ పరిమాణం పైనా ఆధారపడి ఉంటుంది.

ఇతరములైన అంశాలన్ని సరిగా ఉన్నప్పుడు తక్కువ నాభ్యాంతరం గల కటకానికి సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి ఎక్కువగా ఉంటుంది. అంటే సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి (Depth of field) నాభ్యాంతరానికి (focal length) విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. ఈ కారణంగానే 35mm కెమెరాను అధిక అపర్చర్ విలువ గల కటకాలతో – అంటే f/1.4 విలువ గల కటకాలతో కూడా వాడవచ్చు. 35mm కెమెరాలో సాధారణ కటకం (normal lens) నాభ్యాంతరం కేవలం 50 mm అని గుర్తు తెచ్చుకోండి.

కటక ద్వారం (aperture) తక్కువగా ఉంటే సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి (depth of field) ఎక్కువగా ఉంటుంది. అందుచేతనే అపర్చర్‌ను తగ్గించడం వలన f–సంఖ్య పెరిగి – వస్తువు ముందు, వెనుక బిందువులు సుస్పష్టంగా ఫోకస్ చేయబడి సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి పెరుగుతుంది.

ముఖ్యమైన, అతి ఉపయోగకరమైన సూత్రం ఏమంటే – ఒక ప్రతిబింబ పరిమాణానికి, f సంఖ్య సమానంగా అమర్చబడ్డ అన్ని కటకాలూ, సమాన సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి గల ప్రతిబింబాలు ఏర్పరుచుతాయి. 100mm మరియు 50 mm కటకాలతో, f/11 అపర్చర్‌తో, ఒకే పరిమాణం గల ప్రతిబింబం ఏర్పడేట్లు ఒక వ్యక్తి ఫోటోను తీసినప్పుడు సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తిలో ఏమాత్రం భేదం ఉండదు. అయితే ఆ ఫోటోలలోని దృశ్యాలు వేరువేరు దృక్కోణాలు (pespectives) కలిగి ఉంటాయి. కెమెరా సుస్పష్టంగా ఫోకస్ చేయగలిగిన దృశ్యంలోగల సమీప, దూర బిందువుల మధ్య దూరం దృశ్యవ్యాప్తి (Depth of focus)కి కొలత. దృశ్యవ్యాప్తి కేవలం f –సంఖ్యపై మాత్రమే ఆధారపడి ఉంటుంది. కటక నాభ్యాంతరంపై ఆధారపడి ఉండదు. మంచి నాణ్యతగల ప్రింట్‌లూ, ట్రాన్స్‌పెరన్సీలు (స్లైడ్‌లూ మొ॥) పొందడానికి ఎంతకాలం పాటు కాంతిని ఫిల్మ్‌పై పడనివ్వాలో దానికి, షటర్‌కీ మధ్య సంబంధం ఉంటుంది. అందుచేత పాటించవలసిన అత్యుత్తమ ఉపాయం ఎక్స్‌పోజర్ మీటర్‌ను వాడడం. ఈ మీటర్ ఉంటే మామూలు కాంతితో కాంతితీవ్రతనూ, కాంతి అనుగుణతనూ అంచనా వేయవలసిన పనిలేదు. ఎక్స్‌పోజర్ మీటర్‌లోని సెలెనియమ్ సెల్ కాంతి తీవ్రతను పసిగడుతుంది. మీటర్‌లోని సూచిక అపవర్తనాన్ని బట్టి సరియైన ఎక్స్‌పోజర్‌కి తగిన సర్దుబాట్లు చేసుకోవచ్చు. అతి ఖరీదైన కెమెరాలలో ఎక్స్‌పోజర్ మీటర్ కెమెరా అంతర్నిమాణంలోనే ఉంటుంది.

2. ఎక్స్‌పోజర్‌ను ప్రభావితం చేసే అంశాలను వివరించండి.

జ. సంవత్సరకాలాలు, రోజులో వేళలు, భౌగోళిక అక్షాంశం, వాతావరణం, వస్తువు లక్షణం, మనం ఉపయోగించే ఫిల్మ్ స్పీడు ఇవన్నీ ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని ప్రభావితం చేసే ముఖ్య అంశాలు.

ఎ) ఎక్స్‌పోజర్ మీటరు

ఫొటోగ్రాఫర్‌లు ఫోటో తీసే సమయంలో కాంతి తీవ్రతను తెలుసుకోవడానికి ఎక్స్‌పోజర్ మీటరును వాడడానికి ఇష్టపడతారు. ఇది తగిన షటర్ స్పీడుతో, తగిన అపర్చర్‌ను సర్దుబాటు చేయడానికి సహాయపడుతుంది.

పతన మరియు పరావర్తన (Incident and reflected) లైట్ మీటర్లని ఎక్స్‌పోజర్ మీటర్ల రెండు రకాలు.

ఫోటో తీయాల్సిన వస్తువుపై పడే కాంతి తీవ్రతను కొలిచేది పతన కాంతి మీటరు. ఈ మీటరును వస్తువు దగ్గర

– దాని ప్రక్కగానే కెమెరావైపు చూసేట్లుగా ఉంచుతారు. కాంతి తీవ్రత కొలత తీసుకుంటారు. పరావర్తన కాంతి మీటర్లు వస్తువు నుండి పరావర్తనం చెందిన కాంతి తీవ్రతను కొలుస్తాయి. కెమెరా వద్ద ఈ మీటర్ ఉంటుంది. వస్తువు వైపు మీటర్ ఉండేట్లు అమర్చుతారు. వస్తువు నుండి పరావర్తనం చెందిన కాంతి మీటర్ పై పడినప్పుడు మీటర్ కాంతి తీవ్రతను కొలుస్తుంది. సాంకేతిక పరంగా సామాన్యమైన ఎక్స్‌పోజర్ మీటరులో ఒక ఫోటో విద్యుద్ఘటం (photoelectric cell) ఉంటుంది. కాంతి దీనిపై పడగానే విద్యుత్ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. ఈ విద్యుత్ప్రవాహాన్ని సున్నితమైన పరికరం కొలుస్తుంది. ఈ మీటరుకు ఫిల్మ్ స్పీడును సూచించే డయల్ ఉంటుంది. ఈ డయల్‌ను సర్దుబాటు చేయవచ్చు. డయల్‌ను సూచికతో సంధానం చేసినప్పుడు కాంతి తీవ్రతకు సరిపోయే షటర్ స్పీడు, అపర్చర్‌ల విలువలు తెలుస్తాయి. ఈ విలువలను బట్టి తగిన అపర్చరును, షటర్ స్పీడును కెమెరాలో సర్దుబాటు చేయవచ్చు.

3. ఎలక్ట్రానిక్ ఫ్లాష్‌గన్ ఉపయోగం ఏమిటి?

జ. ఉత్తమ రంగులతో కూడిన చిత్రాలను పొందడానికి ఎలక్ట్రానిక్ ఫ్లాష్ తరచుగా అవసరమౌతుంది. కెమెరా నిర్మాణంలోని భాగంగానే చాలా కెమెరాలలో ఫ్లాష్ ఉంటుంది. ఫ్లాష్‌ను ఒక లైట్ సెన్సర్ (light sensor) కు కలుపబడి ఉంటుంది. అవసరమైనప్పుడల్లా ఈ లైట్‌సెన్సర్ ఫ్లాష్‌ను మెరిసేట్లు చేస్తుంది.

రాత్రివేళల్లో లేదా మసక వెలుతురులో ఫోటో తీయవలసిన వస్తువుపై ఫ్లాష్‌గన్ కాంతిని కురిపిస్తుంది. ఫ్లాష్ ఉన్నప్పుడు అది వస్తువుపై కాంతి ప్రసరింప జేసే కాలవ్యవధి $\frac{1}{100}$ సె॥ ఉంటుంది. అందుచేత కదులుతున్న వస్తువుల ఫోటోలను తీయవచ్చు. ఆవేశితమైన కండెన్సర్ ఫ్లాష్‌బల్బ్ ద్వారా డిస్‌ఛార్జి అయినప్పుడు ఫ్లాష్ (మెరుపు) వస్తుంది. ఫ్లాష్ వాడేప్పుడు ఫోకల్ ప్లేన్ షటర్‌తో షటర్ స్పీడు 1/25 సె॥ లేదా 1/30 సె॥కు సర్దుతారు. 35mm కెమెరాల్లో, ఎలక్ట్రానిక్ ఫ్లాష్ వాడుతున్నప్పుడు షటర్ స్పీడును 'X' గుర్తుకు సర్దుబాటు చేయాలి.

4. ఒక ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్‌ను ఎక్స్‌పోజ్ చేసేప్పుడు పాటించవలసిన క్రమం తెలుపండి.

జ. 1. కెమెరా వెనక కవర్ తెరిచి, ఫిల్మ్‌ను సరిగా అమర్చండి (load చేయండి)

2. వ్యూఫైండర్‌లోనుండి దృశ్యాన్ని చూస్తూ వస్తువుని లేదా దృశ్యాన్ని ఫోకసింగ్‌లోకి తెండి.

3. కెమెరా (నుండి) కటకం నుండి వస్తువు గల దూరాన్ని సర్దుబాటు చేయండి. (అంటే ఫోకసింగ్ చెయ్యండి అని అర్థం).

4. అందుబాటులో ఉన్న కాంతితీవ్రతను బట్టి కటక ద్వారం (aperture) f – సంఖ్యను సర్దండి,

5. షటర్‌స్పీడ్‌ను సర్ది లాక్ చేయండి.

6. షటర్ క్లిక్ చేయండి.

7. ఫిల్మ్ అంతా ఎక్స్‌పోజ్ అయిన తరువాత ఫిల్మ్‌ను కెమెరా నుండి తీయండి. (unload చేయండి.)

5. ఎక్స్‌పోజ్ చేయబడిన నలుపు తెలుపు ఫిల్మ్‌ను తరువాతి ప్రక్రియకు గురిచేయడం (ప్రాసెస్ చేయడం)ను వివరించండి.

ఎక్స్‌పోజ్ చేయబడిన ఫిల్మ్ తరువాతి ప్రక్రియలో 3 అంచెలున్నాయి.

i) డెవలపింగ్ ii) ఫిక్సింగ్ మరియు iii) వాషింగ్ మరియు డ్రైయింగ్

a) ఫిల్మ్‌ను డెవలప్ చేయ్యడం.

ఫిల్మ్‌పై ఉన్న సిల్వర్‌హాలైడ్ కాంతితో చర్యజరిపితే అది సిల్వర్‌గా క్షయీకరణం చెంది ఒక (అదృశ్య) దాగి ఉన్న లేదా మరుగుపడి ఉన్న ప్రతిబింబం ఫిల్మ్‌పై ఏర్పడుతుంది. మొదటి అంచెలో ఎక్స్‌పోజ్ అయిన ఫిల్మ్‌ను, చీకటి గదిలో, డెవలపర్ అనే రసాయనిక ద్రవంలో ఉంచుతారు.

ఫిల్మ్‌పై కాంతికి ప్రభావితమైన రేణువులను (grains) డెవలపర్ లోహసిల్వర్ (వెండి)గా మార్చుతుంది. ఈ స్థితిలో ఉన్న సిల్వర్ నల్లగా ఉండి ఫిల్మ్‌పై ప్రతిబింబం దృశ్యమానం కావడాన్ని సాధ్యం చేస్తుంది. అలా డెవలప్ అయిన ఫిల్మ్ మీద మనం చూసే ప్రతీదీ వ్యతిరేక వర్ణంలో – అంటే తెలుపు నలుపుగానూ, నలుపు తెలుపుగానూ ఉన్నట్లు కనిపిస్తుంది. డెవలప్ చేసిన ఫిల్మ్‌లో ప్రతి ఫ్రేమూ నెగటివ్‌గా లభిస్తుంది. డెవలప్ అయి ఉన్న మీదట ఫిల్మ్‌ను డెవలపర్ నుండి తీసి స్టాప్ బాత్‌లో 15–20s పాటు ఉంచాలి. స్టాప్ బాత్‌లో సజల ఎసిటిక్ ఆమ్ల ద్రావణం ఉంటుంది. స్టాప్‌బాత్‌లో ఉంచడం వల్ల ఫిల్మ్‌పై ఉన్న డెవలపర్ ఏమాత్రమైన మిగిలి ఉంటే అది తొలగిపోయి – ఫిక్సర్‌ను కలుషితం చేసే ప్రమాదం తొలుగుతుంది. స్టాప్‌బాత్‌లో ద్రావణాన్ని 20mL ల ఎసిటిక్ ఆమ్లాన్ని 1 లీటరు నీటికి కలిపి తయారు చేస్తారు. 3% పటికను కూడా కలుపుతారు (ఇది ఫిల్మ్‌ల కోసం పనికి వస్తుంది).

వివిధ కంపెనీలకు చెందిన ఫిల్మ్‌లకూ, పేపర్‌లకూ వేరువేరు రకాలకు చెందిన డెవలపర్‌లను వాడతారు.

నలుపు–తెలుపు ఫిల్మ్‌ను డెవలప్ చేయడానికి మూడు రకాల డెవలపర్స్‌ను వాడతారు. అవి

- సాధారణ డెవలపర్
- ఫైన్ గ్రెయిన్ డెవలపర్ మరియు
- మోనో బ్లాస్ట్ డెవలపర్

రెండవ అంచెలో ఫిల్మ్‌ను ఫిక్సింగ్ అనే ప్రక్రియకు గురిచేస్తారు.

ఫిల్మ్‌ను ఎక్స్‌పోజ్ చేసినప్పుడు నిజవస్తువు / దృశ్యం నుండి కెమెరాలోనికి ప్రవేశించి ఫిల్మ్‌పై పడిన కాంతి ఫిల్మ్‌పై ఉన్న కాంతికి ప్రతిస్పందించగల రేణువులన్నింటినీ ప్రభావితం చేయదు. అందుచేత డెవలప్ చేసిన తరువాత కూడా ఈ రేణువులు ఫిల్మ్‌మీద అట్లాగే ఉండిపోతాయి. ఈ రేణువులు కాంతికి ప్రతిస్పందించగలవు కాబట్టి, కాంతికి నలుపు రంగులోనికి మారి నెగటివ్‌ని పాటు చేయగలవు. ఇలా జరగడాన్ని నిరోధించడానికి డెవలప్ చేయబడిన ఫిల్మ్‌ను ఫిక్సర్ అనే ఇంకొక ద్రావణంలో ముంచుతారు. (ఈ ప్రక్రియను ఫిక్సింగ్ అంటారు). ఈ ఫిక్సింగ్ ప్రక్రియ కాంతికి స్పందించని రేణువులను ఫిల్మ్‌పై నుండి తొలగిస్తుంది. ఫలితంగా ఫిల్మ్‌నుండి కాంతికి

స్పందించగల జిలాటిన్ తొలగిపోతుంది. నెగటివ్‌పై గీతలు పడే సంభావ్యత తగ్గుతుంది. సాధారణంగా హైపో అని పిలువబడే సోడియం థయోసల్ఫేట్ ద్రావణాన్ని ఫిక్సర్‌గా ఉపయోగిస్తారు. డెవలపర్ చర్యను నిరోధించడానికి వీలుగా హైపోకు పొటాషియం మెటాబైసల్ఫేట్‌ను కలుపుతారు. ఫిక్సర్ ద్రావణాన్ని తయారు చేయడానికి 200గ్రా॥ హైపోను (సోడియంథయోసల్ఫేట్‌ను) ఒక లీటర్ నీటిలో కరిగించి 20గ్రా॥ పొటాషియం మెటాబైసల్ఫేట్‌ను దానిలో కరిగిస్తారు.

b) ఫిల్మ్‌ను కడగడం (washing), మరియు ఆరబెట్టడం (Drying), మూడవ అంచెలో చివరగా ఫిల్మ్‌ను ప్రవహించే నీటిలో దాదాపు అరగంటసేపు కడిగితే ఫిల్మ్‌పై ఇంకా మిగిలి ఉన్న రసాయనాలు తొలగిపోతాయి. నిలకడగా ఉన్న నీటిలో కూడా ఫిల్మ్‌పై ఇంకా మిగిలి ఉన్న రసాయనాలు తొలగిపోతాయి. నిలకడగా ఉన్న నీటిలో కూడా ఫిల్మ్‌ను కడగవచ్చు. అయితే నీటిని ప్రతి 5నిమిషాలకు మార్చి కొత్త నీటిని వాడాల్సి ఉంటుంది. కడిగి వేసిన తరువాత కూడా ఫిల్మ్‌పై ఉన్న ఎమల్షన్ స్పర్శకు అతిగా స్పందిస్తుంది. అంటే దానిపై వేలిముద్రలూ లేదా ఇతర ధూళికణాలు పడి అలాగే అంటుకుపోతాయి. అందుచేత ఫిల్మ్‌ను క్లిప్‌ల సహాయంతో వెచ్చగా, పొడిగా, ధూళికణాలు లేని గదిలో కనీసం ఒక గంటపాటు వ్రేలాడదీసి ఆరబెట్టవలసి ఉంటుంది.

c) ఫిల్మ్ ప్రాసెసింగ్ విధానం :

ఫిల్మ్‌ను ప్రాసెస్ చేసే విధానాలు రెండు.

- ట్రే డెవలప్‌మెంట్
- టాంక్ డెవలప్‌మెంట్

నలుపూ తెలుపు ఫిల్మ్‌లో కేవలం ఒక కాంతికిస్పందించే పొరను మాత్రమే డెవలప్‌చేస్తారు. ప్రాసెసింగ్ చేయడానికి టాంక్ డెవలప్‌మెంట్ ప్రశస్తం; టాంక్ డెవలప్‌మెంట్ 35mm ఫిల్మ్‌లకు చాలా ఉపయోగకరంగా ఉంటుంది.

6. కలర్‌ఫిల్మ్ (రంగులఫిల్మ్) ఎక్స్‌పోజ్ చేసిన తరువాత ప్రక్రియను వివరించండి.

జ. కలర్‌ఫిల్మ్‌లో కనీసం మూడు ఎమల్షన్ పొరలుంటాయి. ప్రాథమిక రంగులు ఒక ఎమల్షన్ పొరను మాత్రమే ప్రభావితం చేస్తాయి. మిగిలిన రెండు ఎమల్షన్ పొరలను సంపూరక రంగులు ప్రభావితం చేస్తాయి. ఫిల్మ్ రకాన్ని అనుసరించి నెగటివ్ ఫిల్మ్ లేక రివర్సల్ రకమా అన్నదాన్ని బట్టి డెవలపింగ్ ప్రాసెస్ ఉంటుంది.

నెగటివ్ కలర్ ఫిల్మ్‌లో – ప్రాథమిక రంగులు సంపూరక రంగుల్లో ఏర్పడతాయి. అంటే నీలి రంగు కాంతి పడినప్పుడు అది నెగటివ్‌లో పసుపుపచ్చరంగులోనూ, ఆకుపచ్చని రంగు కాంతి మాజెంటా రంగులోనూ, మరియు ఎరుపు రంగు కాంతి సియాన్ రంగులోనూ (నెగటివ్‌లో) కనబడతాయి. అన్ని రంగులూ (ఒక దృశ్యానికిసంబంధించినవి) పసుపుపచ్చ, మాజెంటా మరియు సియాన్ రంగుల వేరేవేరు నిష్పత్తుల సంయోగంలో నెగటివ్ ఫిల్మ్‌పై నమోదు అవుతాయి. రంగుల ఫిల్మ్‌ను డెవలప్ చేయడంలో నాలుగు రసాయనిక సంబంధిత

అంచెలు, రెండు వాష్ (అంటె కడగడానికి సంబంధించిన) ఆవర్తాలు ఉంటాయి. అవి కలర్ డెవలపర్, బ్లీచ్, వాష్, ఫిక్స్ వాష్ మరియు స్టెబిలైజర్. కలర్ డెవలప్‌మెంట్‌లో మొదటి అంచె దాదాపు నలుపు – తెలుపు నెగటివ్‌లోని డెవలప్‌మెంట్ మాదిరిగానే ఉంటుంది. దీని ప్రధానవిధి ఏమంటే – కాంతికి ప్రభావితమైన సిల్వర్ హాలైడ్ స్ఫటికాలను మెటల్ సిల్వర్‌గా మార్చడం, మరియు మెటాలిక్ సిల్వర్ చుట్టూ ఆక్సీకరణ కలర్ డెవలపింగ్ ఏజెంట్ నుపయోగించి, రంగు చాయను ఏర్పరచడం. ప్రాసెసింగ్‌లోని అన్ని అంచెల్లోనూ కలర్ డెవలపర్‌ను తగిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంచడం అత్యంత ప్రాధాన్యమైన అంశం.

సాధారణంగా కలర్ డెవలపర్‌ను 37.8^0C ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంచుతారు. తక్కిన అంచెలలో (ద్రవాలనుపయోగించే అంచెలలో) ద్రవాల ఉష్ణోగ్రత 24^0C నుండి 40^0C వరకూ ఉండవచ్చు. ఏదేమైనా అన్ని ద్రావణాలనూ తగిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్థిరంగా ఉంచడం శ్రేయస్కరం; ఇది తగిన నాణ్యతగల ప్రింట్లను పొందడంలో ఉపయోగకరంగా ఉంటుంది.

కలర్‌ఫిల్మ్‌లలో ఫిల్మ్‌పై సిల్వర్‌ను పూర్తిగా తొలగించడం అత్యంత ఆవశ్యం; ఇది కేవలం రంగులు మాత్రమే ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచేందుకు దోహదపడుతుంది. బ్లీచింగ్ ఏజెంట్ ద్వారా దీన్ని సాధించవచ్చు; బ్లీచింగ్ ఏజెంట్ సిల్వర్ మెటల్‌ను – తిరిగి కరిగే గుణంగల సిల్వర్ హాలైడ్‌గా మార్చుతుంది.

నలుపు–తెలుపు ఫిల్మ్ ప్రాసెసింగ్‌లో పోషించిన ప్రాతనే కలర్ ప్రాసెసింగ్‌లో కూడా ఫిక్సర్ పోషిస్తుంది. ఆమ్లీకృతం చేసిన థయోసల్ఫేట్‌ను ఫిక్సింగ్ ఏజెంట్‌గా ఉపయోగిస్తారు. ఫిక్సింగ్ సరిగ్గా కాక అసంపూర్ణమైతే కాంట్రాస్ట్ లోపిస్తుంది. అదనంగా (రంగుల) సాంద్రత ఎక్కువౌతుంది. అసందర్భ రంగులు ఏర్పడతాయి.

కలర్ నెగటివ్ ప్రాసెసింగ్‌లో చివరి అంచె స్టెబిలైజింగ్. ఫిల్మ్‌పై అనవసర రంగు చాయతో ఏర్పడే మచ్చలను నిరోధించడమే ఈ ప్రక్రియ ప్రధానోద్దేశ్యం.

7. ప్రింటింగ్ ప్రక్రియను వివరించండి.

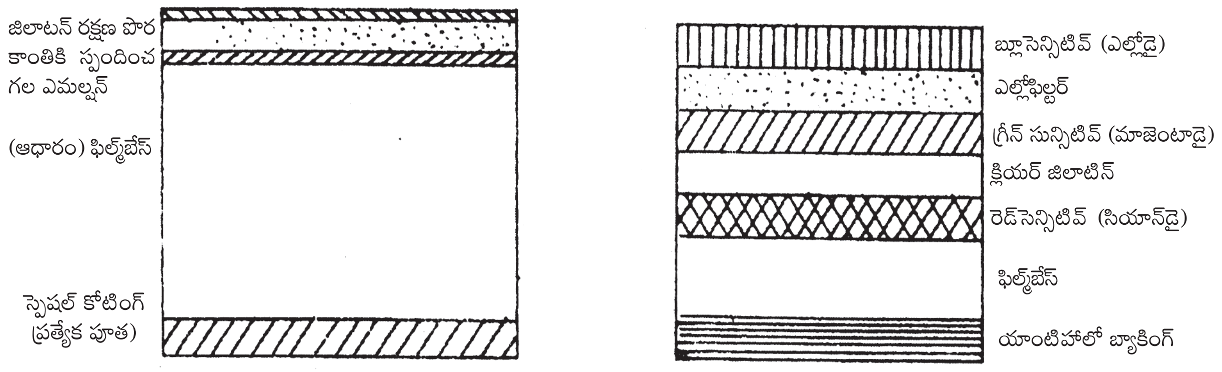
జ. నలుపు–తెలుపు నెగటివ్‌లోనికి చూస్తే – వాస్తవ దృశ్యంలోని తెలుపు నలుపుగానూ, నలుపు తెలుపుగానూ కనిపిస్తుంది. అదేవిధంగా, కలర్ నెగటివ్‌లోనికి చూస్తే – వాస్తవ దృశ్యంలోని అసలు రంగులు వాటి సంపూరక రంగుల్లో కనిపిస్తాయి. వాస్తవ దృశ్యంలో ఉన్న అసలు రంగులను ఫోటోలో ఉన్నది ఉన్నట్లుగా (వాస్తవ దృశ్యంలో ఉన్న రంగులను అలాగే) చూసేందుకు ప్రింటింగ్ అనే మరొక ప్రక్రియను చేపట్టాల్సి ఉంటుంది. నెగటివ్‌నుపయోగించి ఫోటోగ్రాఫిక్ పేపర్‌పై ప్రింటింగ్ చేస్తారు. B/W ప్రింట్ల కోసం క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్ పేపర్లను వాడతారు. ఈ ప్రింటింగ్ పేపర్‌పై సిల్వర్ క్లోరైడ్ మరియు సిల్వర్ బ్రోమైడ్ లతో కూడిన ఎమల్షన్‌ను – వరుసగా అదే క్రమంలో పూస్తారు. ఈ రెండు పదార్థాలు కాంతికి ప్రభావితం అవుతాయి.

నెగటివ్ ఫిల్మ్ ద్వారా కాంతిని పోనిచ్చి ఫోటోగ్రాఫిక్ పేపర్ పైకి ఎక్స్‌పోజ్ చేస్తారు. ఒక అదృశ్య ప్రతిబింబం పేపర్‌పై ఏర్పడుతుంది. ఎక్స్‌పోజైన పేపర్‌ను డెవలప్ చేసిన మీదట గుప్తంగా ఉన్న ప్రతిబింబం దృశ్యమానమౌతుంది. నెగటివ్ ఫిల్మ్ డెవలప్ చేసిన రీతిలోనే ఫోటోగ్రాఫిక్ పేపర్‌ను కూడా డెవలప్ చేస్తారు.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కలర్ మరియు నలుపు – తెలుపు ఫిల్మ్ నిర్మాణాన్ని అడ్డుకోత పటం గీచి వివరించండి. వాటి లక్షణాలను తెలుపండి.

జ. ఒక ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్‌లో నాలుగు భాగాలుంటాయి. i) ఆధారం (Base) ii) ఎమల్షన్ (Emulsion) (జిడ్డుగా ఉండి, సూక్ష్మ కణాలు కలిగి, జిలాటిన్‌తో చేసిన మిశ్రణము) iii) ప్రత్యేకమైన పూత (special coation) మరియు iv) యాంటి హాలేషన్ పూత. పటం



(a) *(b)*

పటం ఎ) నలుపు – తెలుపు ఫిల్మ్ అడ్డుకోత . బి) కలర్‌ఫిల్మ్ అడ్డుకోత

i) ఆధారం (Base) : ఇది ఒక గాజుప్లేటు, లేదా ప్లాస్టిక్ సెల్యూలోజ్ రేకు. వీటి మీద కాంతికి స్పందించగల పదార్థాన్ని పూతగా పూస్తారు.

ii) ఎమల్షన్ : నలుపు – తెలుపు నెగటివ్ ఫిల్మ్‌లలో సిల్వర్ బ్రోమైడ్ లేదా సిల్వర్ అయోడైడ్‌లను జిలాటిన్ మరియు సిల్వర్ నైట్రేట్‌తో మిశ్రమం చేసి ఎమల్షన్‌గా ఉపయోగిస్తారు. ఇతర సిల్వర్ హాలైడ్‌ల కంటే సిల్వర్ అయోడైడ్ కాంతికి అధికంగా స్పందిస్తుంది. కనుక దీని తర్వాతనే సిల్వర్‌బ్రోమైడ్ వస్తుంది. సిల్వర్ క్లోరైడ్ అత్యల్పంగా స్పందిస్తుంది. జిలాటిన్ – పారదర్శకంగా రంగులేని జిగురు లాంటి పదార్థం. జిలాటిన్‌ను ఫిల్మ్ అడుగుభాగంలో పూత పూస్తారు. జిలాటిన్ కుండే జిగురు స్వభావం వల్ల కాంతికి స్పందించగల ఎమల్షన్ బాగా అతుక్కుంటుంది.

ఇక కలర్ ఫిల్మ్‌లో ఎమల్షన్ మూడు పొరలు కలిగి ఉంటుంది. ఆధారంపై ఉన్న మొదటి పొర నీలి రంగుకు స్పందిస్తుంది; రెండవ పొర (మధ్యపొర) ఆకు పచ్చ రంగుకు, మూడవ పొర (ఎమల్షన్‌లో అన్నింటికంటెపై పొర) ఎరుపు రంగుకు స్పందిస్తుంది. మొదటి నీలి పొరకూ, రెండవ ఆకుపచ్చ పొరకూ మధ్య పల్చగా ఉండే పసుపు పచ్చరంగు ఫిల్టర్ పొర ఉంటుంది.

ప్రాథమిక రంగులైన నీలి, ఆకుపచ్చ, ఎరుపు రంగులు ఇతర రంగుల చాయలను ఏర్పరచడానికి ఉపయోగపడతాయి.

iii) ప్రత్యేక పూత (special coating) : ఫిల్మ్ యొక్క పలుచని ఆధారం మరియు నమ్యత గుణం కలిగి ఉన్న కారణంగా ఆధారం (ప్లాస్టిక్ లేదా, సెల్యూలోజ్) పైన నున్న జిలాటిన్ ఎండినప్పుడు ఒకవైపు వంగిపోతూ

మెలికలు తిరిగే అవకాశం ఉంటుంది. ఇలా ఆధారం వంగి పోకుండా, మెలికలు తిరగకుండా ఉండడానికి ఆధారం వెనుకభాగం కూడా సమానమైన మందంతో జిలాటిన్ పూత పూస్తారు.

iv) యాంటి హాలేషన్ పొర (Anti halation coating) : అన్ని నెగటివ్ ఫిల్మ్ ఆధారాలపైనా ఈ పొరను ఏర్పాటు చేస్తారు. హాలేషన్ అంటే కెమెరాలో కాంతి అంతర్గతంగా పరావర్తనం చెందడం. కెమరా కటకం ద్వారా అంతర్‌పరావర్తనం చెందిన కాంతి ఫిల్మ్‌పై పడి ఫోటో అక్కడక్కడా మసక బారుతుంది. అందుచేత హాలేషన్ వల్ల ప్రతిబింబం సునిశితత్వం దెబ్బతింటుంది. ఇలా జరగకుండా ఉండడానికి ఫిల్మ్‌పై యాంటిహాలేషన్ పూత పూస్తారు. ఈ పొర ఫిల్మ్ ద్వారా కాంతి దూసుకు పోవడాన్ని నిరోధిస్తుంది.

నలుపూ – తెలుపు లేదా రంగుల ఫిల్మ్‌లు రెండు రకాలు 1. నెగటివ్ ఫిల్మ్‌లు, 2. పాజిటివ్(slide) ఫిల్మ్/ రివర్స్‌ల్‌ఫిల్మ్.

లక్షణాలు

ఫోటోగ్రాఫర్ కోసం చాలా రకాలైన నెగటివ్ ఫిల్మ్‌లు అందుబాటులో ఉన్నాయి. నెగటివ్ ఫిల్మ్‌లు i) వేగం ii) వివిధ రంగులకు అవి స్పందించే గుణం iii) గ్రేడేషన్ (gradation) iv) (రసాయన పదార్థపు) రేణువుల పరిమాణం (graininess) v) పృథక్కరణం (resolving power) (పృథక్కరణ సామర్థ్యం) vi) డెవలప్ మెంట్ లక్షణాలు (development characteristics) vii) ఎమల్షన్ భౌతిక లక్షణాలు మరియు viii) ఆధార స్వభావం (Nature of support of Base) లను బట్టి ఎన్నో రకాలుగా ఉంటాయి.

ఎమల్షను కాంతికి స్పందించగల వేగాన్ని బట్టి ఫిల్మ్‌స్పీడును పేర్కొంటారు. అమెరికన్ స్టాండర్డ్ అసోసియేషన్ వారు నిర్ధారించిన ప్రమాణాల ననుసరించి ఫిల్మ్‌స్పీడును నిర్ణయిస్తారు. నిర్దిష్ట స్పందన సామర్థ్యం గల ఫిల్మ్ స్పీడును ASA పదాలలో తెలుపుతారు. ఉదాహరణకు 200ASA ఫిల్మ్ 100ASA ఫిల్మ్ కంటె అధిక స్పందన సామర్థ్యం గలిగి ఉంటుంది. వీటి కంటె అధిక స్పందన సామర్థ్యం గల 500ASA మరియు 1000 ASA ఫిల్మ్‌లను ప్రత్యేకమైన అవసరాల కోసం ఉపయోగిస్తారు.

జర్మనీ వారి ప్రమాణాలననుసరించి కూడా ఫిల్మ్ స్పీడును గుర్తిస్తారు. ఈ ప్రమాణాలను DIN (Deutsche Industry Norman) పదాలలో తెలుపుతారు.

2. ఫిల్మ్ ఎక్స్‌పోజింగ్ ప్రక్రియను వివరించండి.

జ. ఫిల్మ్‌ను ఎక్స్‌పోజ్ చేయడం అంటే ఫోటో తీయడం.

కెమెరాలోని కటక ద్వారాలను f సంఖ్య (f-number) తో సూచిస్తారు. ఒక కటకం f- సంఖ్య నాభ్యాంతరాన్ని బట్టి మారుతుంది.

నాభ్యాంతరానికీ, f – సంఖ్యకూ మధ్య సంబంధానికి సమీకరణం

f- సంఖ్య = నాభ్యాంతరం / క్రియాశీల వ్యాసం

ఎక్కువ నాభ్యంతరం, తక్కువ క్రియాశీల వ్యాసం గల కటకం యొక్క f సంఖ్య ఎక్కువగా ఉంటుంది. కటక ద్వారం చిన్నదైతే f– సంఖ్య విలువ పెద్దదిగా ఉంటుంది. (Zoom lens) జూమ్‌లెన్స్ వాడినప్పుడు తప్ప, ఒక కెమెరాలోని కటకనాభ్యంతరం స్థిరంగా ఉంటుంది.

ఒక వస్తువు ఫోటోను తీయడానికి ఉపయోగించే ద్వారం పరిమాణం (aperture) కాంతి తీవ్రతపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కాంతి తీవ్రత అధికంగా ఉంటే తక్కువ మొత్తంలో కాంతి అవసరం అవుతుంది. అప్పుడు ఎక్కువ f– సంఖ్య అంటే f/ 22, f/16 లేదా f/11 ద్వారాలను ఉపయోగించవలసి ఉంటుంది. ఒకవేళ కాంతి తీవ్రత తక్కువగా ఉంటే ఎక్కువ మొత్తంలో కాంతిని కెమెరాలోనికి ప్రవేశపెట్టడానికి ద్వారాన్ని ఎక్కువగా తెరవాల్సి ఉంటుంది. దానికై అనుగుణమైన విలువలు f/5.6, f/4 లేదా f/2.8 అవసరమైన కాంతి మొత్తం లెక్కించడానికి అవసరమయ్యే కాంతి మొత్తం లేదా కాంతి రాశి = కాంతి తీవ్రత × ఎక్స్‌పోజ్‌చేసే కాలం

కెమెరాలెన్స్ ద్వారా కెమెరాలోనికి ఎంతకాలంపాటు కాంతి ప్రవేశించాలో సూచించే కాలమే ఎక్స్‌పోజర్ కాలం (exposure time) ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని షటర్‌స్పీడు నియంత్రిస్తుంది. ఎక్స్‌పోజర్ టైంని నియంత్రించే యంత్రభాగం కెమెరాకే అమర్చబడి ఉంటుంది. ఆ యంత్రభాగంమీద ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని సూచించే గుర్తులుంటాయి. ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని –($\frac{1}{20}$ సె॥, $\frac{1}{100}$ సె॥... లేదా 1, 2, 4s వంటి సంఖ్యలతో) 1 సెకనులో కొన్ని వంతుల కాలం పాటు సర్దుబాటు చేయవచ్చు

అదనంగా B అనే గుర్తు ఉంటుంది. దీన్ని ఉపయోగించి మనం అనుకున్నంత కాలం పాటు షటర్ తెరచు కొని ఉండేలా చేయవచ్చు. దీన్ని రాత్రి సమయాల్లో ఫోటోలు తీయడానికి వాడతారు.

అపర్చర్, షటర్ స్పీడులను నియంత్రించడం ఈ క్రింది అంశాలపైన ఆధారపడి ఉంటుంది.

- వస్తు సునిశిత ఫోకస్ వ్యాప్తి సునిశితంగా ఫోకస్ చేయగలిగిన వస్తువులోని ముందు వెనుక బిందువుల మధ్య దూరం. ఈ వ్యాప్తికనుగుణంగా అపర్చర్‌ను (ద్వారాన్ని) సర్దుబాటు చేయాలి.
- కెమెరా కదలిక ఎక్స్‌పోజ్ చేసే సమయంలో కెమెరా కదలడం వల్ల నెగటివ్‌పై విసరణ చెందిన ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. అందుచేత ఎక్స్‌పోజ్ చేసే సమయంలో (క్లిక్ చేసే సమయంలో) కెమెరా దృడంగా కదలకుండా ఉండేట్లు జాగ్రత్తపడాలి.
- షటర్ స్పీడును సర్దుబాటు చేయడం. కదులుతున్న వస్తువుల ఫోటోలు తీయడానికి షటర్ స్పీడును సర్దుబాటు చేయాలి. వస్తువు వేగంగా కదులుతూ ఉంటే – వేగానికి అనుగుణంగా అంత ఎక్కువగా షటర్‌స్పీడును ఎంచుకుంటే మంచి నాణ్యత గల ప్రతిబింబం (ఫోటో) పొందగలం.

- కాంతి తీవ్రతలోని మార్పులు – వస్తువుపై పడే కాంతి తీవ్రతను బట్టి అపర్చర్, షటర్ స్పీడులను సర్దుబాటు చేయవలసి ఉంటుంది.
- ఫోటో తీయవలసి ఉన్న దృశ్యంలోని వస్తువుల రకాలను బట్టి అపర్చర్‌ను సర్దుబాటు చేయవలసి ఉంటుంది.
- నెగటివ్ ఫిల్మ్ స్పీడు – మనం ఉపయోగించే నెగటివ్ ఫిల్మ్ స్పీడును బట్టి షటర్ స్పీడు, దాని కనుగుణంగా అపర్చర్‌ను సర్దుబాటు చేయాలి.

సరియైన చాయగల రంగులతో కూడిన నెగటివ్‌లను పొందడానికి అవసరమైనంత కాంతి మాత్రమే ఫిల్మ్‌పై పడేట్లు చేయడాన్నే, ఫిల్మ్‌ను సరిగా ఎక్స్‌పోజ్ చేయడం అంటారు. సరియైన ఎక్స్‌పోజర్ కోసం కటకద్వారం మరియు షటర్ స్పీడులను తగినట్లు నియంత్రించాల్సి ఉంటుంది. ఫిల్టర్లు (filters) కాంతిని శోషించుకుంటాయి. అందుచేత ఫిల్టర్‌లను వాడినప్పుడు తగ్గిన కాంతికి పరిహారంగా తగినట్లు ఎక్స్‌పోజర్ కాలాన్ని పెంచవలసి ఉంటుంది.

32A సంచార సాంకేతికత మరియు పరికరాలు

క్రిందటి పాఠంలో మీరు ప్రసార వ్యవస్థ యొక్క నిర్మాణ స్థితుల గురించి తెలుసుకొని యున్నారు. ఈ సమాచార వ్యవస్థలను ఏ విధంగా వర్గీకరిస్తారో మీరు పునఃస్మరణ చేసుకోండి.

- శ్రవణ వ్యవస్థలు, ఇందులో AM మరియు FM రేడియో మరియు వాకీ – టాకీస్ కలిగి వుంటాయి.
- టీ.వి. వంటి దృశా వ్యవస్థలు.
- ల్యాండ్‌లైన్, సెల్యులర్ మొబైల్ ఫోన్స్ వంటి దూర వ్యవస్థలు, మరియు
- ఇ– మెయిల్, చాటింగ్, కంప్యూటర్ – కాన్ఫరెన్స్ వంటి కంప్యూటర్ సమాచార వ్యవస్థలు.

ఈ వ్యవస్థలో సంకేతం ప్రసారం చేయటానికి మనం వేరు వేరు మాధ్యమాలను ఉపయోగిస్తాం. ఇవి ప్రసార తీగలు, తరంగ మార్గదర్శిని, శూన్యఅంతరాళము మరియు దృశాతంతువు మొదలైనవి. వైర్‌లెస్‌లో దృశ్య, మరియు శ్రవణ సమాచార వ్యవస్థల గురించి ఈపాఠంలో నేర్చుకుంటాం.

వైర్‌లెస్ సంచార ప్రసారానికి తొలి అడుగు వేసినవారిలో డా॥ J.C. బోస్ మరియు G. మార్కొని ముఖ్యులు అని మీకు తెలుసు. అప్పటి నుండి విజ్ఞానశాస్త్రం చాలా అభివృద్ధి చెందినది. అయినప్పటికీ వినోదం మరియు విద్యలకు అతి సులభంగా లభిస్తూ ఇంకా కొనసాగుతున్న సాధనం రేడియో, తొలి సంవత్సరాలలో రేడియో ప్రసార వ్యవస్థ కంపన పరిమితి మాడ్యులేషన్ ద్వారా జరిగేది. తరువాత కాలంలో ఇది పౌనఃపున్య మాడ్యులేషన్ (FM) ద్వారా కొనసాగింది. ప్రస్తుత కాలంలో రేడియో సంకేతాలను ఉపగ్రహాల ద్వారా ప్రసరింపచేయడం సాధ్యం అవుతుంది. సరళత కోసం ఎనలాగ్ మరియు డిజిటల్ సంకేతాలను ఉపయోగించడం, AM మరియు FM మాడ్యులేషన్ మరియు డీమాడ్యులేషన్ ప్రక్రియలను పరిమితం అవుదాం. డిజిటల్ సమాచార ప్రసార వ్యవస్థ ఎక్కువ దక్షత కలిగి రొదలేకుండా వుంటుంది. కావున మనం ఎనలాగ్ సంకేతాల నుండి డిజిటల్ సంకేతాలలోకి మారిపోయే ఉద్దేశంలో వున్నాం. దీనిని నమూనా టెక్నిక్ లను ఉపయోగించి పొందవచ్చు. మీరు కొన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానాలను కనుగొంటారు. అవి ఏమిటంటే, ఒక

వాహక తరంగం ఒక సంకేతాన్ని (మాటలు లేదా సంకేతం) ను ఏ విధంగా ఎక్కువ దూరాలకు మోసుకుపోతుంది? గ్రాహకం వద్ద ఈ సంకేతం ఏ విధంగా కనిపెట్టబడుతుంది. అంతేకాకుండా మీరు కొన్ని క్లిష్టతరమైన సమాచార ప్రసార పరికరాలయిన రేడియో, టి.వీ. ఫాక్స్ మరియు కంప్యూటర్‌ల గురించి నేర్చుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీకు కింది విషయాలు తెలుస్తాయి.

- ఒక ఎనలాగ్ సంకేతం డిజిటల్ సంకేతంగా ఏ విధంగా మార్పు చెందుతుంది వివరించగలరు.
- మాడ్యులేషన్ మరియు డీమాడ్యులేషన్ ప్రక్రియల గురించి వర్ణించి, వీటిని ఉపయోగించి సమాచారాన్ని ఎక్కువ దూరం ఏ విధంగా ప్రసారం చేస్తారో వివరించగల్గుతారు.
- సంచార ప్రసార పరికరాలు అయిన రేడియో, టీ.వి, ఫాక్స్ యంత్రం మరియు మోడెం పనిచేసే ప్రాథమిక సూత్రాలను వివరించగలుగుతారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సాంప్లింగ్ అనగా నేమి?

జ. ఒక ఎనలాగ్ సంకేతాన్ని (అనురూప సంకేతం) ఎటువంటి సమాచార నష్టం లేకుండా ఒక డిజిటల్ సంకేతంగా మార్చుక్రమంలో సంకేతాన్ని క్రమబద్ధమైన కాలవ్యవధులలో విలువలను నమోదు చేయడాన్నే సాంప్లింగ్ అంటారు.

2. సాంప్లింగ్ పౌనఃపున్యం (F_s) యొక్క కనీసవిలువ ఎంత?

జ. సాంప్లింగ్ పౌనఃపున్యం , ఎనలాగ్ సంకేతం యొక్క గరిష్ట పౌనఃపున్య అంశానికి (బాండ్ వెడల్పు) కనీసం రెట్టింపు ఉండాలి.

3. ఒక సైన్సుసాయిడల్ (sinusiodial) తరంగానికి గల అభిలక్షణాలు ఏవి?

జ. ఒక సైన్సుసాయిడల్ తరంగానికి కంపన పరిమితి, పౌనఃపున్యం, దశ వంటి అభిలక్షణాలు ఉంటాయి.

4. T.V ప్రసారాలలో ఏ రకమైన మాడ్యులేషన్ ఉంటుంది.

జ. T.V ప్రసారాలలో శ్రవణాల పౌనఃపున్య మాడ్యులేషన్‌గాను, దృశ్య కంపన పరిమితి మాడ్యులేషన్‌గాను చేయబడతాయి.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. మోడెమ్ ఏవిధంగా పనిచేస్తుంది.

జ. మోడమ్ అనుపదం మాడ్యలేటర్, డీమాడ్యులేటర్ అను పదాల నుండి ఉద్భవించింది. మోడెమ్ కంప్యూటర్ టర్మినల్స్‌ను ఫోన్ తీగలకు కలిపే మార్గంగా పనిచేస్తుంది.

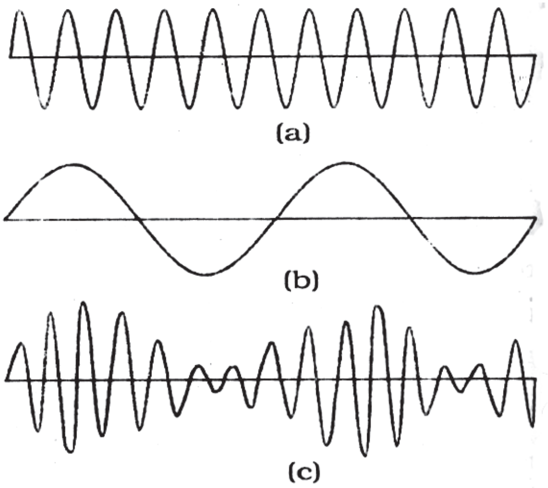
శ్రేణిలోని మోడెమ్ కంప్యూటర్ నందలి డిజిటల్ దత్తాంశాన్ని ఎనలాగ్ ప్రసార ఛానల్‌కు అనుగుణంగా పొసిగే ఎనలాగ్ సంకేతంగా మారుస్తుంది. గ్రహించే మోడెమ్ ఎనలాగ్ సంకేతాన్ని డిజిటల్ దత్తాంశంగా గ్రహించే కంప్యూటర్‌కు వీలుగా మారుస్తుంది. అనగా ఒకే మోడెమ్ సందేశాలను పంపునప్పుడు మాడ్యులేటర్‌గాను, సందేశాలను గ్రహించునప్పుడు డీమాడ్యులేటర్‌గాను పనిచేస్తుంది.

2. మాడ్యులేషన్ అనగా నీకు ఏమి అర్థమయినది? వివరించుము.

జ. తక్కువ పౌనఃపున్యం కలిగిన శ్రవణ సంకేతాలను, ఎక్కువ పౌపఃపున్యం కలిగిన వాహక తరంగంపై ఆద్యారోపణం చెందించే ప్రక్రియను మాడ్యులేషన్ అంటారు.

మంచి దక్షతతో సంకేతాలను ప్రసారం చేయుటకు మరియు గ్రహించుటకు మాడ్యులేషన్ అవసరం. అంతేకాక మాడ్యులేషన్ వల్ల క్రింది ఉపయోగాలు కలవు.

1. అంటెన్నా యొక్క పరిమాణం తగ్గుతుంది.
2. సంకేతాల యొక్క సామర్థ్యం పెరుగుతుంది.
3. వేరువేరు ప్రసారిణుల నుండి (transmitters) వెలువడే సంకేతాలను కలవకుండా నివారించవచ్చు.



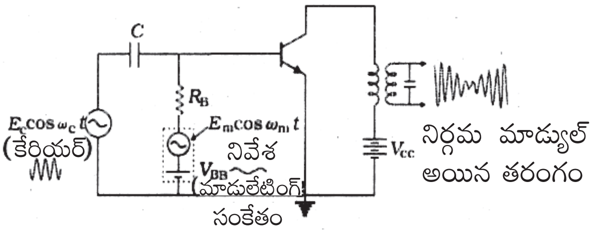
3. డిమాడ్యులేషన్ ప్రక్రియను వివరించండి.

జ. మాడ్యులేషన్ చేసిన సమాచారాన్ని వాహక తరంగాల నుండి వేరు చేయడాన్ని 'డీమాడ్యులేషన్' అంటారు.

సమాచారం కలిగి మాడ్యులేషన్ సంకేతాన్ని ప్రసార ఆంటెన్నా అంతరాళంలోకి ప్రసారం చేస్తుంది. చాలా ప్రసార స్టేషన్లు ఉంటాయి. కాబట్టి, గ్రాహక ఆంటెన్నాను వేలాది సంకేతాలు చేరతాయి. వీటిలో కావలసిన సంకేతాన్ని గ్రాహక ఆంటెన్నా ఎంపిక చేసుకుంటుంది.

ఇలా ఎంపిక చేయబడిన మాడ్యులేషన్ సంకేతం రేడియో లేదా టి.విలో ఉన్న శోధక వలయంలోకి పంపబడుతుంది. శోధక వలయంలో ఉండే ఒక స్థానిక డోలని (Local Oscillator) సమాచారాన్ని వాహక తరంగాల నుండి వేరుచేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియను నిర్వహించే వలయం పటంలో చూపబడింది. (పటం 32.4)

మాడ్యులేటెడ్ సంకేతంలో ధన అర్ధచక్రం ఉన్నప్పుడు డయోడ్ తన గుండా విద్యుత్‌ను అనుమతిస్తుంది. దీనివల్ల నిర్గమ విద్యుచ్ఛాలక బలం వేగంగా మారుతూ డయోడ్ యొక్క పురోనిరోధం ద్వారా శిఖర విలువను చేరుకుంటుంది. లోపాస్ ఫిల్టర్ (Low pass filter C_2 మరియు R లతో తయారైనది) వాహక పౌనఃపున్యాన్ని తొలగిస్తుంది. కెపాసిటర్ మెల్లగా ఉత్సర్గం చెందుతుంది. మరియొక కెపాసిటర్ (C_3) కనుగొన్న సంకేతంలోని dC అంశాన్ని తొలగించేందుకు ఉపయోగిస్తారు.



4. ఫాక్స్ (Fax) యంత్రం పనిచేసే సూత్రాన్ని వివరించండి.

జ. ఫాసిమైల్ లేదా ఫాక్స్ టెలిఫోన్ లైన్‌కు కలుపబడి దూరంలో ఉన్న మరొకరికి మన సందేశాలను ఫాక్స్ ప్రసారం చేయగలుగుతుంది. ఇది దాదాపు తక్షణ ప్రక్రియగా జరుగుతుంది.

ప్రాథమికంగా ఒక ఫాక్స్ యంత్రంలో ఒక స్కానర్, ప్రింటర్ ఉంటాయి. ఈ స్కానర్ డాక్యుమెంట్‌లో ప్రతి లైనును ఒక దాని తర్వాత మరొక దానిని స్కాన్‌చేసి టెలిఫోన్ ద్వారా రవాణా చేస్తుంది. ఈ సందేశాన్ని రెండవ చివర డీకోడ్ చేసి ప్రింటర్ ద్వారా పునరుత్పత్తి చేయడం జరుగుతుంది. ఇచట స్కానర్, ప్రింటర్ ఒకచోట ఉండవు. కాని టెలికామ్ మాధ్యమాల ద్వారా ఇవి కలుపబడి ఉంటాయి. ఒక డాక్యుమెంట్‌ను స్కాన్‌చేయాలంటే ఒక శక్తివంతమైన కాంతిజనకం నుండి కాంతి ఫోకస్ చేయబడుతుంది. ఇది ఎడమ నుండి కుడి వైపుకు ప్రతి లైన్‌లోని చిన్న చిన్న అంశాలను ప్రగతి పథంగా మూల్యాంకనం చేసి పరావర్తనం చెందిస్తుంది.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

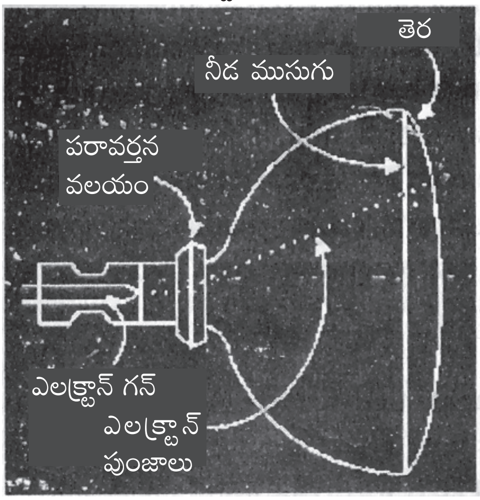
1. TV ఏవిధంగా పనిచేస్తుంది ? తెలుపు – నలుపు TV కి రంగుల TV కి గల ప్రాథమిక తేడాలు తెలియజేయండి.

జ. TV ప్రసారంలో ముందుగా మాడ్యులేషన్ చేయబడిన వీడియో, ఆడియో తరంగాలు రెండింటిని ఒకేసారి ప్రసార ఆంటెన్నా అంతరాళంలోకి ప్రసారం చేస్తుంది.

వేరువేరు TV కేంద్రాలు వేరు వేరు అవధులున్న r.f. వాహక తరంగాలను వాడుకుంటాయి. వీటిని “ఛానల్స్” అంటారు.

వేరువేరు TV కేంద్రాలు మాడ్యులేషన్ చేసి ప్రసారం చేస్తున్న తరంగాల్ని TV గ్రాహక ఆంటెన్నా గ్రహిస్తుంది. “చానల్ సెలక్టర్” అనే శృతివలయం కవాలసిన TV కేంద్ర సంకేతాలని ఎంపిక చేస్తుంది. ఇలా ఎంపిక చేయబడిన విద్యుత్ సంకేతాలను ఆవర్ధనం చేయబడిన తరువాత TV లోని కాథోడ్ కిరణ గొట్టం (CRT)కు అందించబడుతుంది.

సాంప్రదాయ టెలివిజన్‌లు ప్రతిబింబాల ప్రదర్శనకు ఆధునీకరించిన CRT ను (Cathode Ray Tube) ఉపయోగిస్తాయి. ఈ CRT లో 'కాథోడ్' వేడిచేసిన ఒక ఫిలమెంట్. ఇది ఎలక్ట్రాన్ కిరణాలను విడుదల చేస్తుంది. గాజు గొట్టాలలో సృష్టించబడియున్న శూన్యంలోకి ఈ ఎలక్ట్రాన్ కిరణాలు ప్రవహిస్తాయి. ఈ కాథోడ్ కిరణాల ప్రవాహాన్ని ఫోకసింగ్ ఆనోడ్ ఫోకస్ చేసి దగ్గరకు బిగిగా బంధింపబడిన కిరణాల సమూహంగా చేస్తుంది. ఆ తరువాత ఈ కిరణాల సమూహాన్ని ఒక త్వరణీకరణ ఆనోడ్, త్వరణీకరిస్తుంది. ఇది హెచ్చువేగంతో ప్రయాణించే తీక్షణమైన ఎలక్ట్రాన్ పుంజంగా సృష్టించబడి చివరకు గొట్టం యొక్క బల్లపరుపు తెరను ఢీకొంటాయి.



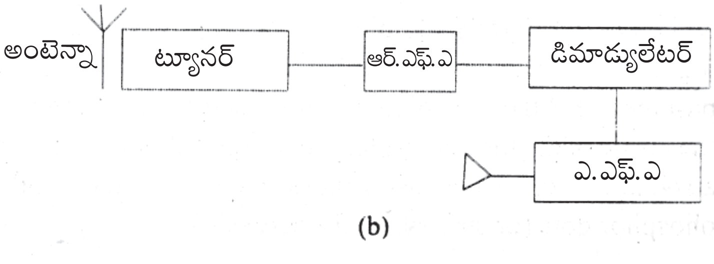
ఈ తెరలోపలి భాగం పాస్ఫర్‌తో పూత పూయబడి ఉంటుంది. దీనిని కిరణ పుంజం ఢీకొనగానే అది కాంతి వంతంగా ప్రకాశిస్తుంది, మరియు సమాచార సంకేతానికి అనురూపంగా ఉండే బొమ్మ తెరమీద ఏర్పడుతుంది.

తెలుపు – నలుపు TV లో ఒకే పాస్ఫర్ ఉంటుంది, మరియు ఒకే ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజం వెలువడుతుంది.

రంగుల TV లో మూడు పాస్ఫర్‌లు ఉండి, మూడు ఎలక్ట్రాన్ కిరణపుంజాలు వెలువడుతాయి.

2. రేడియో పనిచేయు విధానాన్ని తెలుపండి.

జ. 1 రేడియో : రేడియో ప్రసారాల గురించి మీరు ఇదివరకే నేర్చుకొని యున్నారు. ముందుగా ఎక్కువ పౌనః పున్యంగల వాహక తరంగం సమాచార సంకేతంగా మాడ్యులేట్ కాబడుతుంది. (వీడియో లేదా సంకేతం), ఒక ఆంటెన్నా ద్వారా అంతరాళంలోకి ఈ మాడ్యులెటేడ్ వాహక తరంగం ప్రసారం కాబడుతుంది. ఇది ఈ మాడ్యులేట్ కాబడిన వాహకాన్ని శోధించడానికి ఉపయోగించే పరికరాన్ని సాధారణంగా రేడియో లేదా ట్రాన్సిస్టర్ అంటారు. రేడియో తరంగాలను ఆంటెన్నా లేదా ఏరియల్ ద్వారా గ్రహిస్తుంది. LC ట్యూన్ వలయం నుండి అవసరమైన సంకేతాలను గ్రహిస్తుంది. ఇచట వర్తకాలు బలహీన రేడియో తరంగాలను వర్ధనం చేస్తాయి. ఇలా ఆడియో సంకేతాలను డికోడ్ చేసి రేడియో తరంగాలను డిమాడ్యులేషన్ చేస్తాయి. ఈ ఆడియో వర్ధకం నుండి తిరిగి లేడ్స్పికర్లు గ్రహించి అవి నివేశ ఆడియో సంకేతాలను పునరుత్పత్తి చేస్తాయి.



పటం: రేడియో గ్రాహక వలయ దిమ్మె వలయం

32 B ఆడియో మరియు వీడియో రికార్డింగ్

లాంగ్ ప్లే రికార్డుల మీద, టేప్ రికార్డుల్లోనూ, వాహనాల్లో లేదా నడుస్తూ కూడా పోర్టబుల్ టేపురికార్డుల్లో, వాక్‌మన్‌లో సంగీతాన్ని వింటూ ఆనందించే వాళ్ళు కోట్లాదిగా ఉన్నారు. సాటిలైట్‌లు పంపే సమాచారాన్నిగానీ, శబ్ద, దృశ్య సంకేతాలనుగానీ రికార్డుచేయడానికి టేపురికార్డర్లు ఉపయోగపడతాయి. సాధారణంగా శ్రవణ, దృశ్య సంకేతాలను అయస్కాంతమాధ్యమాల (టేపులు) పై రికార్డుచేస్తారు. భౌతికశాస్త్రం మాడ్యూల్ 5లోని 4వ పాఠంలో పదార్థాల అయస్కాంత ధర్మాలను గురించి మీరు నేర్చుకున్నారు. ఈ ధర్మాలను అనుసరించి, ఉపయోగించి శ్రవణ దృశ్య రికార్డింగ్ చేయగలుగుతున్నాము. ఈ పాఠంలో మీరు వివిధ రకాల శ్రవణ దృశ్య రికార్డింగ్ పరికరాలనూ, వాటిలో ఉపయోగించే పదార్థాలనూ గురించి నేర్చుకుంటారు. ముఖ్యంగా అయస్కాంత టేపులపై రికార్డింగ్‌కి ప్రాముఖ్యతనిస్తూన్న విషయాలను విపులంగా నేర్చుకుంటారు.

దృష్టి స్థిరత నియమాన్ని ఆధారంచేసుకుని సినిమా, వీడియో కెమెరాలు పనిచేస్తాయని మీకు తెలుసు. ఒక (వస్తువు/జీవి) కదలికను 16–24 నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న బొమ్మలుగా చిత్రించి వాటిని అదే క్రమంలో వేగంగా చూపితే వస్తువు లేదా జీవి కదులుతున్న భావన మనకు కలుగుతుంది. సినిమా లేదా వీడియోకెమెరాలు కదలికలను నిశ్చలమైన ఫోటోగ్రాఫులుగా (ఫ్రేములుగా) ఒక ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్‌పై లేదా అయస్కాంత టేపుపై ఒక శ్రేణిలో రికార్డు చేస్తాయి. ఈనాడు ఈ సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని క్రీడారంగంలో ఉపయోగించడం మనకు తెలుసు. 100 మీటర్ల పరుగు పందెంలో విజేతను గానీ, క్రికెట్ మాచ్‌లో రనౌట్‌ను నిర్ణయించడంలోగానీ ఈ సాంకేతిక పరిజ్ఞానంతో తీసిన ఫోటోలు వాడడం సర్వసాధారణమైపోయింది. ఈ పరిజ్ఞానంతోనే మొట్టమొదటగా ప్రపంచంలో రనౌట్ చేయబడిన క్రికెటర్ సచిన్ టెండూల్కరనీ, పి.టి ఉష 1 సెకనులో వందోవంతు తేడాతో ఒలింపిక్స్‌లో కంచు పతకంతో మూడవ స్థానంలో విజేతగా నిర్ణయింపబడిందనీ మీకు తెలుసా? ఏ పరికరాన్నీ ఉపయోగించకుండా కేవలం కంటితోటే ఇలాంటి నిర్ణయాలు చేయడం సాధ్యపడుతుందా? మీరు ఇంట్లో VCR తో లేదా సినిమాహాల్లోనో సినిమా చూసి ఉంటారు. చిత్రాలను లేదా శబ్దాన్ని ఎలా రికార్డుచేయగలిగారో, ఎలా తిరిగి చూపి, వినిపించగలుగుతున్నారో ఆలోచించారా? అయస్కాంత మాధ్యమం టేపుపై శ్రవణ దృశ్య (శబ్ద, దృశ్యాలను) వివరాలను రికార్డుచేయడాన్ని గురించి ఈ పాఠ్యభాగంలో నేర్చుకుంటారు. ధూళి, తేమ, మరియు ఉష్ణోగ్రతల్లో వచ్చే మార్పుల నుండి టేపులనూ, LP రికార్డులనూ ఎలా రక్షించాలో కూడా చర్చిద్దాం.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠాన్ని చదివిన తరవాత

- శ్రవణ, దృశ్య అంశాలను రికార్డుచేయడానికి మౌలిక సూత్రాన్ని వివరించడం.
- రికార్డు చేయడానికి ఉపయోగించే పరికరాలను గుర్తించడం మరియు పద్ధతులను తెలుసుకోవడం.
- శ్రవణ, దృశ్య వివరాలను రికార్డు చేయడంలో అనుసరించే మౌలిక సూత్రాల మధ్య తేడాను గుర్తించడం.
- వివిధ దృశ్య ఫార్మాట్‌ల మధ్య సంబంధాన్ని పేర్కొనడం.
- LP మరియు అయస్కాంత టేపులపై శ్రవణ మరియు దృశ్య వివరాలను రికార్డుచేయడంలో తేడాలు గుర్తించడం.
- తేమ, ఉష్ణోగ్రతల్లో మార్పు నుండి అయస్కాంత టేపులను కాపాడేందుకు జాగ్రత్తలు.
- అయస్కాంత టేపు పై దృశ్య వివరాలను (సంకేతాలను) రికార్డుచేయడంలో ఎదురయ్యే సమస్యలు - వాటిని అధిగమించే పద్ధతులు.
- శ్రవణ, దృశ్య వివరాల రికార్డింగ్‌లోని మౌలిక సూత్రాలను ఆచరణలో పెట్టడం మొదలగు వాటి గురించి నేర్చుకుంటారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. శ్రవణ, దృశ్య రికార్డింగ్ లోని వ్యవస్థలను పేర్కొనండి.

జ. 1. అనలాగ్ మరియు 2. డిజిటల్. సంగీత ధ్వని లేదా దృశ్యంలోని కాంతి తీవ్రతలకనుగుణంగా గాడిలోతుల్లో మార్పులు, లేదా టేపుపై అయస్కాంత క్షేత్రంలోని మార్పులను రికార్డుచేస్తారు. ఈ విధమైన రికార్డింగ్ పద్ధతిని అనలాగ్ (analog) పద్ధతి అంటారు. CCD (ఛార్జ్ కపుల్డ్ డిటెక్టర్) డిటెక్టర్లు శ్రవణ, దృశ్య సంకేతాలను వాటి కనుగుణంగా కాలంతోపాటు మార్పు చెందే ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలుగా మార్చుతాయి ఎలక్ట్రిక్ సంకేతాలను స్థిర విలువ లేదా స్థాయి కలిగిన కోడ్ రూపంలో (0,1 అంకెల శ్రేణులలో) రికార్డుచేయడం డిజిటల్ పద్ధతిలో జరుగుతుంది.

2. అనలాగ్ మరియు డిజిటల్ సంకేతాలకు ఒక్కొక్క ఉదాహరణనివ్వండి.

జ. కాలంతోపాటు అవిచ్ఛిన్నంగా మార్పుచెందే పరిమాణంగల శబ్ద లేదా దృశ్య సంకేతాలను అనలాగ్ సంకేతాలంటారు.

అనలాగ్ సంకేతాన్ని స్థిరస్థాయిలు గల (fixed levels) కోడ్ శ్రేణులలోనికి (0 లు / 1 లుగా) మార్చవచ్చు. ఇలా మార్చబడిన సంకేతాన్ని డిజిటల్ సంకేతం అంటారు.

3. శ్రవణ మరియు దృశ్య రికార్డింగుల మూల (ప్రాథమిక) సూత్రాల్లో భేదం ఉన్నదా?

జ. ఆడియో మరియు వీడియో రికార్డింగ్‌లలోని సూత్రాలలో మౌలికమైన భేదం ఏమీలేదు. కేవలం ఈ రెండింటిని వేరువేరు పౌనఃపున్య వ్యాప్తుల్లో రికార్డు చేస్తారు.

4. శ్రవణ, దృశ్య రికార్డింగ్‌లు ఏఏ పౌనఃపున్య వ్యాప్తుల్లో జరుగుతాయో తెలపండి.

జ. ఆడియో రికార్డింగును 20 Hz నుండి 20 kHz వ్యాప్తిలోనూ, వీడియో రికార్డింగ్‌ను 5 MHz కంటె ఎక్కువ పౌనఃపున్యం వద్ద రికార్డు చేస్తారు.

5. ఆడియో రికార్డింగ్‌లోని ధ్వని పరామితులను తెలుపండి?

జ. ఆడియో రికార్డింగ్‌లో అతి ముఖ్యమైన (ధ్వని) భౌతిక పరామితులు మూడు. ఈ పరామితులు (శబ్ద) ధ్వని తరంగ రూపాన్ని తెలుపుతాయి. అవి పౌనఃపున్యం (frequency), డోలనపరిమితి (amplitude) మరియు కాలం (time). పౌనఃపున్యం మరియు డోలనపరిమితులు కూడి ధ్వని గుణకం (టింబర్) ను నిర్దేశిస్తాయి.

6. ఆడియో సంకేతాన్ని విద్యుత్ సంకేతంగా ఎలా మారుస్తారు ?

జ. శబ్దాన్ని రికార్డు చేయడానికి ధ్వని శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చగల మైక్రోఫోనును ఉపయోగిస్తారు. మైక్రోఫోనులో ఒక పల్చని, సమతలమైన, లోహపు పలక ఉంటుంది. దీన్ని డయాఫ్రమ్ అంటారు. అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచిన ఒక చిన్నదైన, కదిలే ప్రేరణ వేష్టనం (induction coil) ను డయాఫ్రమ్‌కు సంధానం చేస్తారు. మైక్రోఫోనును చేరిన శబ్ద తరంగాలు డయాఫ్రమ్ దగ్గర గాలి పీడనాన్ని తదనుగుణంగా మార్చుతాయి. డయాఫ్రమ్ కంపిస్తుంది. డయాఫ్రమ్ కంపనాలు అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పులు తెస్తాయి. ఈ మార్పులు ప్రేరణ వేష్టనంలో ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలను నెలకొల్పుతాయి. ఈ సంకేతాలు శబ్ద తరంగాలకనుగుణంగా ఉంటాయి.

7. ఆడియో/వీడియో రికార్డింగ్ మరియు పునరుత్పాదన (re-production)లోని దశలను రాయండి.

జ. a) ఆడియో లేదా వీడియో సంకేతాలను తగిన ట్రాన్స్‌డ్యూసర్‌ల సహాయంతో విద్యుత్ సంకేతాలుగా మార్చుతారు.

b) విద్యుత్ సంకేతాలు బలహీనంగా ఉండటంవల్ల వాటిని ఆంప్లిఫై అంటే వృద్ధికరణం చేస్తారు.

c) వృద్ధికరణం చేసిన సంకేతాలను డిస్క్ లేదా టేపులపై

i) గాడుల (grooves) రూపంలో ii) అయస్కాంత క్షేత్ర రూపంలో లేదా iii) యాంత్రిక గాడుల రూపంలో రికార్డు చేస్తారు.

d) రికార్డులను రిప్లే చేస్తే మూల సంకేతాలు (శబ్దం లేదా దృశ్యం) తిరిగి పొందడం జరుగుతుంది.

8. కలర్ కెమెరాల్లో నాలుగు వీడికాన్ ట్యూబ్‌లు ఎందుకుంటాయి?

జ. ఒక కలర్ కెమెరాలో 4వీడికాన్ ట్యూబ్‌లు ఉంటాయి. ఒకటి కాంతి తీక్షణతకు మరియు రంగుల నాణ్యతా భేదానికి (chrominance) మరి మూడు ప్రాథమిక రంగుల్లో ప్రతి రంగుకు ఒకటి చొప్పున ఉంటాయి.

9. అనలాగ్ ఆడియో టేపుతో పోల్చితే డిజిటల్ ఆడియోటేపుకు ఉన్న ఒక అదనపు సౌకర్యాన్ని, ఒక అసౌకర్యాన్ని తెలపండి.

జ. సౌకర్యం: డిజిటల్ రికార్డింగ్‌లో అనలాగ్ రికార్డింగ్ కంటె అత్యుత్తమమైన శబ్ద నాణ్యత అతి తక్కువ నేపథ్య చప్పుళ్ళతో (noise తో) మరియు విరూపణతో శబ్ద పునరుత్పత్తి జరుగుతుంది.

అసౌకర్యం: అనలాగ్ ఆడియో టేపులకంటె అతి సులభంగా డిజిటల్ ఆడియోటేపు పాడైపోయే అవకాశం ఉంది.

10. ఆడియో టేపుతో పోల్చితే వీడియోటేపు ఏఏ అంశాల్లో భిన్నంగా ఉంటుంది?

జ. ఆడియో టేపులకంటె వీడియో టేపులు వెడల్పుగా ఉండి అధిక స్పీడుతో కదులుతాయి.

11. శబ్దాన్ని ఏ ఫార్మాట్‌లో రికార్డు చేయవచ్చు?

జ. శబ్దాన్ని రికార్డు చేయడానికీ, ప్లేబాక్ చేయడానికి ఉపయోగించే ఛానల్ లేదా స్ట్రీమ్ (stream) సంఖ్యను ఫార్మాట్ (format) అనే పదం ద్వారా తెలుపుతారు. విరివిగా వాడే ఫార్మాట్ లు రెండు. ఇవి i) మోనో (మోనోఅరల్), ii) స్టీరియోఫోనిక్ (stereo phonic) లేదా స్టీరియో.

12. మోనోరల్, స్టీరియోఫోనిక్ శబ్దాల మధ్య తేడాలను తెలపండి.

జ. స్టీరియోఫోనిక్ ధ్వనిలో అంతరాళ నాణ్యత (spacial quality) ఉంటుంది. ఇది మోనోఅరల్ (mono aural) ధ్వనిలో ఉండదు.

13. రీల్-టు-రీల్ కాసెట్ రికార్డర్, కంపాక్ట్ కాసెట్ రికార్డర్‌లలో ఏది వెడల్పయిన టేపును ఉపయోగిస్తుంది? ప్రతి రికార్డర్‌లో వాడే టేపు వెడల్పును తెలపండి.

జ. రీల్-టు-రీల్ రికార్డరు వెడల్పయిన టేపును ఉపయోగిస్తుంది. దీని వెడల్పు 6.25 mm ఉంటుంది. కంపాక్ట్ కాసెట్ టేపు వెడల్పు 3.81 mm ఉంటుంది.

14. అయస్కాంత టేపుపై రికార్డయ్యే తరంగదైర్ఘ్యం ఏఏ అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది?

జ. అయస్కాంత టేపుపై రికార్డయిన తరంగదైర్ఘ్యం (wavelength) రెండు అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

i) టేపుపై అయస్కాంత కణాల పరిమాణం, ii) రికార్డింగ్ టేపు దాటే వేగం.

15. అధిక నాణ్యతగల అయస్కాంత టేపుల మీద పూతగా పూసే పదార్థాలను రెండింటిని పేర్కొనండి.

జ. i) క్రోమియం డైఆక్సైడ్ ii) సూడో క్రోమ్ (Pseudo chrome).

16. ఫోనోగ్రామ్ నుండి శబ్దాన్ని పునరుత్పత్తి ఎలా చేస్తారు ?

జ. ఒక లోహపు పలుచని రేకుపొర లేదా వినైల్ ప్లేటు మీదగల గాడిగల రేఖలపై ఒక సూదిని ఉంచుతారు. ఈ సూది గాడి లోతులను బట్టి కంపనాలు చేస్తుంది. సూది కంపనాలు ఒక డయాఫ్రమ్‌ను కంపింపచేస్తాయి. ఈ డయాఫ్రమ్ (కంపనాలు) ఒక బూర (horn) ఆకారం గల పరికరం సన్నటి కొన భాగాన ఉండేట్లు అమర్చుతారు. సూది కంపనాలు, దానిననుసరించి డయాఫ్రమ్ కంపనాలు, మొదట రికార్డు చేసిన ధ్వని కంపనాలననుసరించి ఉండటంవల్ల మూల శబ్దం వినిపిస్తుంది.

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. రికార్డింగ్ వ్యవస్థల్లో రకాలను వివరించండి.

జ. శ్రవణ, దృశ్య రికార్డింగ్ వ్యవస్థలు రెండు రకాలు.

1. అనలాగ్ మరియు 2. డిజిటల్.

శబ్దాలను, ప్రతిబింబాలు డిస్క్ లేదా టేపుల మీద సాంప్రదాయ పద్ధతిలో రికార్డుచేయబడుతూ ఉండేవి. ఈ పద్ధతిలో డిస్క్‌పై వేరు వేరు లోతులుగల గాడి గీయబడిగాని (LP రికార్డు ప్లేటుపై) లేదా అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పు రూపంలోగాని శబ్దాన్ని లేదా దృశ్యాన్ని రికార్డు చేసేవారు. సంగీత ధ్వని లేదా దృశ్యంలోని కాంతి తీవ్రతలకనుగుణంగా గాడిలోతుల్లో మార్పులు, లేదా టేపుపై అయస్కాంత క్షేత్రంలోని మార్పులను రికార్డుచేసేవారు. ఈ విధమైన రికార్డింగ్ పద్ధతిని అనలాగ్ (analog) పద్ధతి అంటారు.

డిటెక్టర్లు శ్రవణ, దృశ్య సంకేతాలను వాటి కనుగుణంగా కాలంతోపాటు మార్పు చెందే ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలుగా మార్చుతాయి. ఈ ఎలక్ట్రిక్ సంకేతాలను కాలానుగుణంగా మారే అయస్కాంతక్షేత్రంగా ఒక అయస్కాంత టేపుపై (శబ్దపరమైన సంకేతాలను LP రికార్డుపై గాడీల రూపంలోగానీ) భద్రపరచడం లేదా అలా భద్రపరచిన సంకేతాలను పునరుత్పాదన చేయడం అనలాగ్ పద్ధతిలో జరుగుతుంది. ఎలక్ట్రిక్ సంకేతాలను స్థిర విలువ లేదా స్థాయి కలిగిన కోడ్ రూపంలో (0,1 అంకెల శ్రేణులలో) రికార్డుచేయడం డిజిటల్ పద్ధతిలో జరుగుతుంది. అయస్కాంత టేపు లేదా డిస్క్‌ను శ్రవణ మరియు లేదా దృశ్య సంకేతాలను స్టోర్ చేయడానికి ఉపయోగించవచ్చు.

2. రికార్డింగ్ మూల సూత్రాలను తెలపండి.

జ. మూడు స్థితులలో ఉన్న శబ్దాన్ని రికార్డు చేయవచ్చు.

1. భౌతికంగా ఉనికి కలిగి ఉన్న శబ్దం (భౌతిక పరామితులు గలది)
2. మానవ దృక్కోణంలో శబ్దం మరియు
3. శబ్దం ఒక భావనగా, శ్రవణేంద్రియం శబ్దాన్ని ఒక అనుభూతిగా భావించినప్పుడు

ఆడియో రికార్డింగ్‌లో అతి ముఖ్యమైన (ధ్వని) భౌతిక పరామితులు ఐదు. ఈ పరామితులు (శబ్ద) ధ్వని తరంగ రూపాన్ని తెలుపుతాయి. అవి పౌనఃపున్యం (frequency), డోలనపరిమితి (amplitude) మరియు కాలం (time).

పౌనఃపున్యం మరియు డోలనపరిమితులు కూడి ధ్వని గుణకం (టింబర్) ను నిర్దేశిస్తాయి. శబ్ద జనకం మరియు అది ఉన్న పరిసరాల మధ్య చర్య (interaction) అంతరాళంలో మార్పులకనుగుణంగా శబ్ద తరంగ రూపంలో మార్పులకు కారణం అవుతుంది. శబ్ద తరంగాలను డయాఫ్రమ్ గ్రహించి ఒక పల్చని రేకుపొర మీద గీతను పెట్టే అమరికను కలిగి ఉంటుంది. ఈ గీతలు శబ్ద తరంగాను రేకు పొర మీద ప్రతిబింబిస్తాయి. అంటే శబ్దతరంగాలకు సారూప్యతను (anology) కలిగి ఉంటాయి ఈ గీతలు ఇలా చాలా సులభశైలిలో తరంగాలను యాంత్రికంగా స్టోర్ చేయవచ్చు. ఈ గాడిలో సూది కదులుతూ కంపనాలు చేస్తుంది. ఈ కంపనాలు రికార్డుచేయబడిన శబ్దతరంగాలను ప్రతిబింబిస్తాయి. కంపించే సూది తిరిగి డయాఫ్రమ్‌ను కంపింపచేస్తుంది. అవే శబ్దతరంగాలు (రికార్డు చేయబడినవి) తిరిగి వినబడతాయి.

ఒక సూది, మరియు ఒక డయాఫ్రమ్‌లతో రూపొందించిన యంత్ర పరికరం "గ్రామఫోన్‌ను" చదునుగా ఉండి సర్పిలాకార గాడిగల వినైల్ ప్లేట్లును గ్రామఫోన్‌లో వాడతారు. ఆధునిక ఫోనోగ్రామ్‌ల్లో సంకేతాలను సూది కదలికల ద్వారానే గ్రహించినా, ఆ సంకేతాలను విద్యుత్‌పరంగా వర్ధనం (amplify) చేస్తారు. శబ్దాన్ని రికార్డు చేయడం, మరియు పునరుత్పత్తి చేయడం రెండూ వేరు వేరు ప్రక్రియలు. శబ్దాన్ని రికార్డు చేయడానికి గాలిలోని శబ్ద తరంగాలను మైక్రోఫోను ద్వారా గ్రహిస్తారు. శబ్ద తరంగానికి అనుగుణమైన పీడనంలోని మార్పులను విద్యుత్ తరంగాలు (సంకేతాలూ)గా మార్చుతారు. వీటిని సాంకేతిక సంజ్ఞ (code) ల రూపంలో భవిష్యత్తులో తిరిగిపొందడానికి నిలువ చేస్తారు. శబ్దాన్ని పునరుత్పత్తి లేదా మళ్ళీ వినడానికి (Play back) సమాచారాన్ని విద్యుత్ సంకేతాలుగా మార్చుతాయి. ఈ విద్యుత్ సంకేతాలను లౌడుస్పీకర్‌కు అందిస్తారు. లౌడుస్పీకర్ ఈ సంకేతాలను తిరిగి శబ్ద తరంగాలుగా మార్చుతుంది.

3. ఆడియో సంకేతాన్ని విద్యుత్ సంకేతంగా ఎలా మార్చుతారో తెలపండి.

జ. శబ్దాన్ని రికార్డు చేయడానికి ధ్వని శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చగల మైక్రోఫోనును ఉపయోగిస్తారు. మైక్రోఫోనులో ఒక పల్చని, సమతలమైన, లోహపు పలక ఉంటుంది. దీన్ని డయాఫ్రమ్ అంటారు. అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచిన ఒక చిన్నదైన, కదిలే ప్రేరణ వేష్టనం (induction coil) ను డయాఫ్రమ్‌కు సంధానం చేస్తారు. మైక్రోఫోనును చేరిన శబ్ద తరంగాలు డయాఫ్రమ్ దగ్గర గాలి పీడనాన్ని తదనుగుణంగా మార్చుతాయి. డయాఫ్రమ్ కంపిస్తుంది. డయాఫ్రమ్ కంపనాలు అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పులు తెస్తాయి. ఈ మార్పులు ప్రేరణ వేష్టనంలో ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలను నెలకొల్పుతాయి. ఈ సంకేతాలు శబ్ద తరంగాలకనుగుణంగా ఉంటాయి. ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలను కాసెట్ టేపు, ఫోనోగ్రాఫ్, LP (లాంగ్ ప్లే), కంపాక్ట్ డిస్క్ (CD) మొదలైన వాటిపైకి బదిలీ చేస్తారు.

శబ్దాన్ని తిరిగి పొందడానికి ఒక కాసెట్ ప్లేయర్ లేదా ఒక రికార్డ్ ప్లేయర్ లేదా ఒక సిడి ప్లేయర్ అవసరమవుతుంది. ఈ పరికరాలు నిలువ చేయబడిన సమాచారాన్ని తిరిగి పొందడానికి ఉపయోగపడతాయి. ప్లేయింగ్ పరికరాలలోని అంశాలను ఒక మాగ్నటిక్ హెడ్, లేదా ఒక నీడిల్ స్టైలస్ (needle stylus) లేదా ఒక లేజర్‌ను ఉపయోగించి లేదా ద్వారా చదవవచ్చు పొందవచ్చు. ఈ పరికరాలు నమోదైన ఉన్న సమాచారాన్ని (సంగీతం, ఉపన్యాసం మొదలైనవి) విద్యుత్ స్పందనాలు (pulses) గా (మారుతున్న వోల్టేజి) మార్చుతాయి. ఈ విద్యుత్ స్పందనాలను లౌడుస్పీకర్‌కు అందిస్తారు. లౌడుస్పీకర్ విద్యుత్ స్పందనాలను

4. ఛార్జ్ కపుల్డ్ డివైజ్ (CCD) అనగా నేమి? వివరించండి.

జ. వీడికాన్ ట్యూబ్‌లను ప్రక్కకు నెట్టి ఈ రోజు వాటి స్థానాన్ని CCD లు ఆక్రమించాయి. CCD లు కురచగా పొందికగా, తక్కువ బరువు, కాంతికి అధికంగా ప్రస్పందించే తత్వం కలిగి ఉండి తక్కువ శక్తి వినియోగం చేస్తాయి.

ఛార్జ్ కపుల్డ్ డివైజ్ ఒక అనలాగ్ పరికరం (సదృశ పరికరం). అనలాగ్ సంకేతాలను ఒక చోట నుండి ఇంకొక చోటికి పంపగలుగుతుంది. CCD ప్రతిబింబ సెన్సర్‌లను వివిధ నిర్మాణశైలుల్లో అమలుపరచవచ్చు. అతిసాధారణ శైలులు 1. ఫుల్ ఫ్రేమ్ 2. ఫ్రేమ్ ట్రాన్స్‌ఫర్ మరియు 3. ఇంటర్ లైన్.

పిక్సెల్ అమరిక ఉన్న CCD లను కాంతి స్పందన పరికరాలుగా (light sensing device) డిజిటల్ కెమెరాల్లో, వీడియో కెమెరాల్లో మరియు స్కానర్‌లలో ఉపయోగిస్తారు. 2% పతన కాంతిని పట్టగలిగే ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్లకంటె ఎంతో ఎక్కువ సమర్థవంతమైనది CCD. లెన్స్ ద్వారా ప్రతిబింబం CCD పిక్సెల్ శ్రేణి (capacitor array) పై పడుతుంది. పిక్సెల్ శ్రేణిలో ప్రతి కెపాసిటర్ దానిపై పడిన కాంతి తీవ్రతకనుగుణంగా (అనుపాతంలో) విద్యుదావేశాన్ని ప్రోగుచేస్తుంది. శ్రేణిలోని మొత్తం ఆవేశం కాలంతోపాటు మారే వోల్టేజిగా మార్చబడుతుంది. ఇలా మార్చబడిన వోల్టేజి డిజిటైజ్ (digitize) చేయబడి మెమరీలో (memory) స్టోర్ అవుతుంది. ఇలా స్టోరైన ప్రతిబింబాలు ప్రింటర్‌కు గానీ, మరొక స్టోరేజికి గానీ, లేదా ఒక వీడియో డిస్‌ప్లేకి గానీ బదిలీ చేయబడతాయి. రంగుల మధ్య వేర్పాటును పొందడానికి మూడు CCD లనూ, ఒక ధ్రువణ ద్వివర్ణత (dichoric) గల పట్టకాన్ని ఉపయోగిస్తారు. ఈ ఏర్పాటు ప్రతిబింబాన్ని ఎరుపు, ఆకుపచ్చ మరియు నీలం అంశాలలోకి విడగొడుతుంది.

5. యాంత్రిక వ్యవస్థ (Mechanical system) ద్వారా ధ్వనిని ఎలా రికార్డు మరియు పునరుత్పాదన చేయగలమో తెలుపండి.

జ. ఒక ఫోనోగ్రాఫ్‌ను స్టైలస్ అనే భాగం ఉంటుంది. దీనికి అమర్చిన సూదిని అంతకు ముందే రికార్డుచేసిన గాడిగల గీతలపై అమర్చుతారు. ఆ గీతలు సూదిని కంపింపచేస్తాయి. ఈ కంపనాలను స్టైలస్ ఒక డయాఫ్రమ్‌కు అందచేస్తుంది. డయాఫ్రమ్ కంపనాలను గాలిలోకి ప్రసారం చేస్తుంది.

ఫోనోగ్రాఫ్‌పై వాడే రికార్డులపై (ప్లాస్టిక్ వృత్తాకార ప్లేటుపై) శబ్దతరంగాలను అనలాగ్ పద్ధతిలో (సారూప్యంగా) సర్పిలాకార గాడి (groove) రూపంలో స్టోర్ చేస్తారు. వృత్తాకార ప్లేటును ఫోనోగ్రాఫ్‌పై తిప్పుతూ స్టైలస్ సూదిని గాడిలో ఉంచుతారు. గాడి రూపంలో ఉన్న తరంగాలు స్టైలస్‌ను కంపింపచేస్తాయి. ఈ కంపనాలను విద్యుత్ సంకేతాలుగా మార్చుతారు. ఈ కంపనాలను (విద్యుత్ సంకేతాలను) లౌడుస్పీకర్ ద్వారా తిరిగి శబ్ద తంరంగాలుగా మార్చుతారు. చాలామటుకు ఫోనోగ్రాఫ్ రికార్డులు ప్లాస్టిక్ డిస్క్‌లే. ఇవి 7 లేదా 12 అంగుళాల (18 cm/30 cm) వ్యాసం కలిగి ఉంటాయి. 12 అంగుళాల రికార్డును లాంగ్ ప్లే (LP) అంటారు. దీని ఒకవైపున 30 నిమిషాలపాటు వినగల శబ్దాన్ని రికార్డు చేస్తారు.

పటం: ఫోనోగ్రాఫ్

పనిచేసే విధానం: ఆడియో టేపు రికార్డర్లలో రెండు రీల్స్ ఉంటాయి. ఒకటి సప్లైచేసే రీలు – ఇది నిండుగా ఉంటుంది. ఒకటి టేకప్ రీలు – ఇది ఖాళీగా ఉంటుంది. సప్లైరీలులోని టేపు ఒక కొనను టేకప్ రీలుకు అంతికించబడి ఉంటుంది. రెండు రీళ్ళ మధ్య, ఒక మెత్తని రబ్బర్ పించ్ రోలర్ ఉంటుంది. ఈ రోలర్ టేపుని కాప్‌స్టన్ అనబడే ఒక లోహపు కడ్డీకి అదిమిపట్టి ఉంచుంది. టేపు రికార్డర్ ఆన్ చేసినప్పుడు ఒక మోటర్ కాప్‌స్టన్‌ను తిప్పుతుంది. అప్పుడు టేకప్ రీలు టేపును అతి నెమ్మదిగా లాగుతూ చుడుతుంది. టేపు కాప్‌స్టన్‌ను చేరే లోపల, టేపు టేపు రికార్డర్ హెడ్‌ను దాటుతూ వస్తుంది. టేపురికార్డర్ హెడ్ ఒక విద్యుదయస్కాంతం (electro-magnet). ఈ హెడ్ టేపు మీద సమాచారాన్ని చెరపడం (erase), రికార్డు చేయడం (recording) మరియు ప్లేబాక్ (playback) చేస్తుంది. టేపు హెడ్‌ను ఏ వేగంతో దాటి వస్తుందో అది టేపు రికార్డర్ రకం పై ఆధారపడి ఉంటుంది.

6. టేపు రికార్డర్ పనిచేయు విధానం తెలుపండి.

జ. టేపు రికార్డర్ అయస్కాంత టేపును ఉపయోగిస్తుంది. అయస్కాంత టేపుపై శబ్దం మరియు దృశ్యం, మరి ఇంకేదైనా సమాచారాన్ని రికార్డుచేస్తారు. టేపు రికార్డర్ అయస్కాంత టేపుపై సమాచారాన్ని తిరిగి ప్లేబాక్ చేస్తుంది.

a) ఆడియో టేపు: ఇది ఒక సన్నని పల్చని ప్లాస్టిక్ రిబ్బను. రిబ్బను ఒకవైపు ఐరన్ ఆక్సైడ్ లేదా క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్‌ల పూత ఉంటుంది. ఈ పదార్థ కణాలను సులభంగా అయస్కాంతీకరించవచ్చు. రిబ్బను ఒక వైపు మెరిసేట్లుగానూ (shiny) ఒకవైపు అంతగా మెరవని భాగం (dull) ఉంటాయి. అంతగా మెరవని భాగం రికార్డింగ్‌కి ఉపయోగపడుతుంది. ఆక్సైడ్ పూత ఉండడంవల్ల అది ఉన్న భాగం అంతగా మెరవకుండా ఉంటుంది. ఆడియో రికార్డింగ్‌లో ఉపయోగించే టేపులో వివిధ పదార్థాల పొరలుంటాయి. ఈ పొరలు వాటి ప్రత్యేక అవసరార్థం ఉపయోగపడతాయి. టేపు ఆధార పదార్థం ప్లాస్టిక్ లేదా పోలీ వినైల్ క్లోరైడ్ (PVC). ఈ టేపు మీద అయస్కాంత ధర్మంగల ఆక్సైడ్ పూత ఉంటుంది. ఈ పూతలోని ఆక్సైడ్ అణువులు అయస్కాంత ధర్మం కలిగి ఉండి డొమైన్లుగా ఏర్పడి ఉంటాయి. అయస్కాంతీకరింపబడని టేపులో డొమైన్లు అనియతంగా (random) ఉండడంచేత ఒక డొమైన్

యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఇంకొక డొమైన్‌లోని అయస్కాంత క్షేత్రం శూన్యం చేస్తుంది. ఈ కారణంగా టేప్ రికార్డర్‌లోని రిప్రొడ్యూసింగ్ హెడ్ వద్ద ఏ ఫలిత అయస్కాంత క్షేత్రం ఉండదు. ఫలితంగా ఈ స్థితిలో రికార్డర్ అవుట్‌పుట్ వద్ద ఏ సంకేతం ఉండదు.

ఒక సంకేతం రికార్డు అయ్యే సందర్భంలో, టేపుపై గల ఆక్సైడ్ పొరలోని ప్రతి డొమైన్‌లోని (పరమాణు అయస్కాంతాలను) అయస్కాంత క్షేత్రం అధిక సరాసరి విలువ ఉండే రీతిలో రికార్డు హెడ్‌లోని అయస్కాంత క్షేత్రం సర్దుబాటు చేస్తుంది. ప్లేబాక్ చేసినప్పుడు, రికార్డు చేసిన వేగంతోనే ప్లేబాక్ చేస్తారు. అప్పుడు ఏకాంతర అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని రిప్రొడక్షన్ కోసం ఆంప్లిఫై చేసి తరవాతి ప్రక్రియ కోసం సిద్ధం చేస్తారు. శబ్దాన్ని ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాల రూపంలో గ్రహించి వాటిని మార్పు చెందుతూ ఉండే అయస్కాంత క్షేత్రాలుగా టేపురికార్డర్ మార్చుతుంది. రికార్డింగ్ జరిగేటప్పుడు మార్పు చెందే అయస్కాంత క్షేత్రాలు టేపు మీద ఉన్న కణాలను (అయస్కాంత ధర్మంగల పరమాణువులను) ఒక క్రమమైన పద్ధతిలో (patterns) అమర్చుతాయి. ప్లేబాక్ చేసినప్పుడు – క్రమమైన పద్ధతిలో అమర్చబడిన అయస్కాంత కణాలు అవే ఎలక్ట్రిక్ సంకేతాలను (రికార్డు చేసినప్పుడు ఏ ఎలక్ట్రిక్ సంకేతాలు ఉన్నాయో) తిరిగి జనింపచేసి రికార్డు చేసిన శబ్దాన్ని పునరుత్పత్తి చేస్తాయి.

7. వీడియో టేపురికార్డర్ పనిచేయు విధానం తెలుపండి.

జ. **వీడియో టేపు రికార్డర్:** దృశ్యాన్ని, శబ్దాన్ని అయస్కాంత టేపు మీద రికార్డు చేసే పరికరమే వీడియో టేపు రికార్డర్. ఐరన్ ఆక్సైడ్ పూత పూసిన పొడవైన ప్లాస్టిక్ టేపునే వీడియోటేపు అంటారు. వీడియో టేపు రికార్డర్ TV సంకేతాలను ఎలక్ట్రికల్ విద్యుద్ప్రవాహాలుగా ఆ తరవాత అయస్కాంత క్షేత్రాలుగా మార్చి టేప్‌మీద రికార్డు చేస్తుంది. అయస్కాంతక్షేత్రాలు అయస్కాంత టేపు మీద కొన్ని నమూనాలుగా (pattern) రూపొందుతాయి. ఈ ప్రక్రియనే ప్లేబాక్‌లో విలోమంగా జరుగుతుంది. అయస్కాంత టేపు మీద అయస్కాంత నమూనాలు టెలివిజన్ సంకేతాలుగా టెలివిజన్ సెట్‌లలో మార్చబడతాయి. అనలాగ్ సంకేతాలు, లేదా డిజిటల్ సంకేతాల రూపంలో దృశ్యం మరియు ధ్వనులను వీడియో టేపు రికార్డులు రికార్డుచేస్తాయి.

రికార్డింగ్: హెడ్స్ అని పిలవబడే చిన్న ఎలక్ట్రోమాగ్నెట్స్ ద్వారా పంపబడే TV సంకేతాలను రికార్డర్ విద్యుత్ సంకేతాలుగా మార్చుతుంది. ఒక సన్నని అంతరం (gap) గల లోహపు రింగు హెడ్‌లో ఉంటుంది. అంతరానికి ఎదురుగా రింగుపై ఒక తీగ చుట్టబడి ఉంటుంది. TV సంకేతాలకు సంబంధించిన విద్యుత్తు ఈ తీగచుట్ట ద్వారా ప్రవహిస్తుంది. ఈ విద్యుత్ ప్రవాహం రింగులోనూ, టేపు అంతరంపై కదులుతున్నప్పుడు దీనిలోని అయస్కాంత క్షేత్రం టేపుపై అయస్కాంత నమూనాలను (TV సంకేతాలకనుగుణంగా) ప్రేరేపించడం లేదా ఏర్పాటు చేయడం జరుగుతుంది. ఎరేజర్ హెడ్ ఈ అయస్కాంత నమూనాలను చెరిపివేయగలదు.

అనలాగ్ వీడియో టేపులపై అయస్కాంత నమూనాలు (patterns) మూడు అయస్కాంత కణాలు అమర్చిన వరస రేఖలపై (tracks) రికార్డు అవుతాయి. ఈ మూడు ట్రాక్స్ (tracks) నూ వీడియో, ఆడియో, మరియు కంట్రోల్ ట్రాక్స్ అని అంటారు.

టేపుకదిలేదిశ

ఆడియోట్రాక్

గార్డ్‌బ్యాండ్

వీడియో

గార్డ్‌బ్యాండ్

కంట్రోక్ ట్రాక్

వీడియోట్రాక్ గార్డ్‌బ్యాండ్

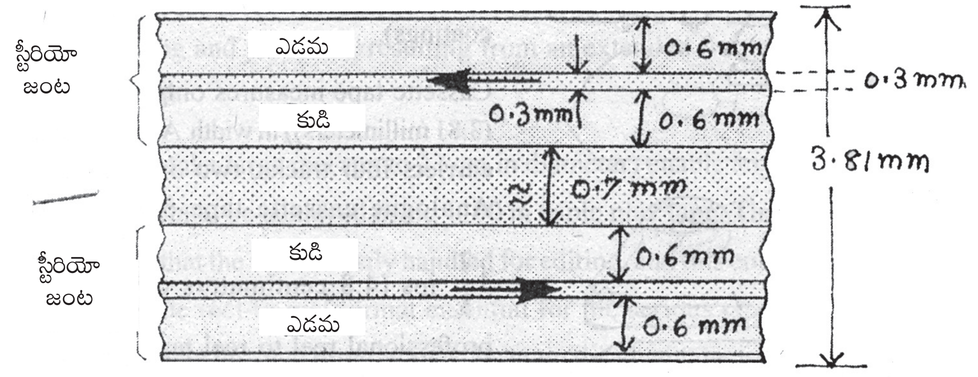
పటం

వీడియో ట్రాక్స్ దృశ్య సంకేతాలను ప్రతిబింబిస్తాయి. వీడియో ట్రాక్స్ సర్పిలాకృతిలో (helically) ట్రాక్‌లో ఒక మూల నుండి రెండవ మూలకు (diagonally) టేపు అంచుల వద్ద రికార్డు అవుతాయి.

అనలాగ్ ఆడియో ట్రాక్ శబ్ద సంకేతాలను కలిగి ఉంటుంది. రికార్డు అయిన దృశ్యం, మరియు ఆడియో సంకేతాలను తగినట్లుగా కలిపి (tilting లేదా merging చేసి) TV తెరపై చూపే విధంగా కంట్రోల్ ట్రాక్స్ చేస్తాయి. టేపుపై ఉన్న అయస్కాంత నమూనా (magnetic pattern) హెడ్‌లో మార్పుచెందే అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరచుతుంది. అయస్కాంత క్షేత్రంవల్ల తీగ చుట్ట (coil) ఈ క్షేత్రాన్ని వోల్టేజి మార్పులుగా మార్చివేస్తుంది. ఈ వోల్టేజ్ మార్పుల సంకేతంలో ఆడియో, వీడియో సంకేతాలుంటాయి. వీటిని TV సెట్‌కు పంపడం జరుగుతుంది. TV వీటిని దృశ్యం, శబ్దంగా మార్చుతుంది.

8. క్యాసెట్ టేపు పటం గీయండి.

జ.



పటం. కంపాక్ట్ క్యాసెట్ టేపు

9. వీడియో క్యాసెట్లు పరిరక్షణకు తీసుకోవలసిన జాగ్రత్తలను తెలుపండి.

జ. క్యాసెట్ల రక్షణకు తీసుకోవలసిన జాగ్రత్తలు

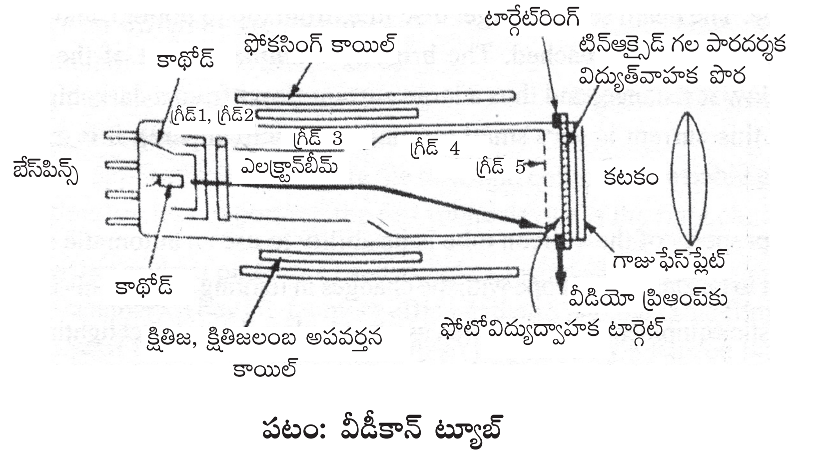
1. సాధారణ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ధూళిలేని ఆవరణల్లో క్యాసెట్‌లను భద్రపరచాలి.
2. ఉపయోగించని సమయాల్లో క్యాసెట్లను తొడుగుల్లో ఉంచాలి. టేపు చివరలను, తొడుగులను తెరచే వైపు నుండి దూరంగా ఉండేట్లు తొడుగుల్లో (cover తో) ఉంచాలి.
3. క్యాసెట్లను నిలువుగా – టేపులు చుట్టుకుపోకుండా ఉండే విధంగా అమర్చాలి.
4. ముడతలవల్ల టేపు చుట్టుకుపోవడం ఉష్ణం వల్ల కూడా అవుతుంది. వేడిగా ఉండే ప్రదేశాల్లో క్యాసెట్‌లను ఉంచరాదు.
5. టేపును వేళ్ళతో తాకరాదు. ఆక్సైడ్ కోటింగ్ మీద గీతలు వీడియో హెడ్‌ను పాడుచేస్తాయి.
6. పాజ్ కంట్రోలను అతి తక్కువగా వాడడం మంచిది. అతిగా వాడితే టేపు పాడయ్యే ప్రమాదం ఉంటుంది.
7. అధిక వేగంతో క్యాసెట్లను వాడేప్పుడు టేపు గీతలు పడకుండా, వదులు కాకుండా (loose), చుట్టుకుపోకుండా ఉండేట్లు జాగ్రత్తపడాలి.
8. అనవసరంగా క్యాసెట్‌ను వాడడం చేయకూడదు. క్యాసెట్‌పై లేబిలింగ్ చేసుకోవాలి.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. వీడియో (దృశ్య) సంకేతాన్ని విద్యుత్ సంకేతంగా ఎలా మారుస్తారో వివరించండి.

జ. వీడియో సంకేతాన్ని విద్యుత్ సంకేతంగా మార్చడానికి మనం వీడియో కెమెరాను లేదా పిక్చర్ ట్యూబ్‌ను ఉపయోగిస్తాం.

వీడియో టెక్నాలజీలో ఒక దృశ్యం వేలాది పిక్సెల్‌గా (picture elements) రికార్డవుతుంది. అదే విధంగా తిరిగి చూపించడం జరుగుతుంది. ఈ పద్ధతిలో ఒక దృశ్యాన్ని రికార్డు చేయడం కోసం వీడికాన్ ట్యూబ్ (Vidicon tube) అనే పరికరాన్ని వాడతారు.



పటం: వీడీకాన్ ట్యూబ్

200mm (8 in) పొడవు, 25 mm (1 in) వ్యాసంగల గొట్టమే ఈ వీడికాన్ ట్యూబ్. ఒక కటకం ద్వారా ట్యూబ్‌లోకి ప్రవేశించిన కాంతి ఒక ఫోటో విద్యుద్వాహక (photo conductive) లక్ష్యం పై పడుతుంది. ఈ లక్ష్యాన్ని ఒక ఎలక్ట్రాన్ పుంజం క్రమ వీక్షణం (scan) చేసి ప్రతిబింబాన్ని ఎలక్ట్రికల్ సిగ్నల్‌గా మార్చుతుంది. ఫోటో విద్యుద్వాహక పొరపై కాంతి పడినచోట ఆ పదార్థపు విద్యున్నిరోధం తగ్గుతుంది. పొరమీద ఉన్న ప్రతి పిక్సెల్ వద్దా అక్కడ పడిన కాంతి తీవ్రతను బట్టి ఒక స్వల్ప ఎలక్ట్రిక్ సంకేతం జనిస్తుంది. ఈ ఎలక్ట్రిక్ సంకేతాలను వర్ధనం చేసి, ఎలక్ట్రాన్ పుంజం (beam) తో క్రమ వీక్షణం (scan) చేస్తారు. వీడికాన్ రెండవ చివర అమర్చిన కాథోడ్‌ను వేడిచేసి ఎలక్ట్రాన్ పుంజాన్ని పొందుతారు. ఈ ఎలక్ట్రాను పుంజాన్ని ఒక అయస్కాంత వేష్టనం (magnetic coil) నుపయోగించి ఫోటో విద్యుద్వాహక లక్ష్య పొరపై పడి క్రమ వీక్షణం చేసేట్లుగా ఫోకస్ చేస్తారు. రంగుల చిత్రాన్ని రికార్డుచేయడానికి, రంగు గాఢత, అలాగే రంగు చాయను గుర్తించాల్సి ఉంటుంది. అందువల్ల వీడియో కెమెరాల్లో ప్రతీ ప్రాథమిక రంగునూ గుర్తించడానికి మూడు వీడికాన్ ట్యూబులు ఉంటాయి. కలర్ టెలివిజన్ కెమెరాలో కూడా మూడు వీడికాన్ ట్యూబ్‌లు ఉంటాయి.

వస్తువు నుండి కాంతి బయలుదేరి కటకం ద్వారా వీడికాన్ ట్యూబ్‌లో ఉన్న కాంతికి ప్రస్పందించగల మూలకంపై పడుతుంది. ఈ మూలకం బాహ్యంగా ఉన్న గాజు ప్లేటు వల్ల రక్షింపబడుతుంది. కాంతికి స్పందించే భాగం, టార్గెట్ డిస్క్‌ను కాంతి స్పృహగల రిజస్టర్‌ల శ్రేణిగా భావించవచ్చు. ఈ రిజిస్టర్‌ల శ్రేణి వీడియో ప్రీ-ఆంప్లిఫైర్‌కు (pre-amplifier) సంధానం చేయబడి ఉంటుంది. వీడికాన్ ట్యూబ్‌లోని ఎలక్ట్రాన్ పుంజంను సంక్లిష్టమైన స్విచింగ్ వ్యవస్థ (complex switching system) రెండవ కాంటాక్ట్ (contact) గా భావించవచ్చు.

టార్గెట్ డిస్క్‌లో రెండు విద్యుత్ పరమైన భాగాలు ఉంటాయి. మొదటిది విద్యుద్వాహక పారదర్శక ఫిల్మ్ (సాధారణంగా టిన్ ఆక్సైడ్). ఇది గ్లాస్ ఫేస్‌ప్లేట్ ఉన్న వైపు టార్గెట్ డిస్క్‌పై ఉంటుంది. రెండవది – ఫోటో విద్యుద్వాహక పదార్థం స్కానింగ్ చేయబడే వైపు ఉంటుంది. ఫోటో విద్యుద్వాహక పదార్థం (ఆంటిమొనీ ట్రైసల్ఫైడ్) నిరోధం కాంతి పడినప్పుడు తగ్గుతుంది. కాంతి తీవ్రతనుబట్టి ఈ పదార్థపు నిరోధంలో మార్పు ఉంటుంది.

నిరోధంలోని ఈ మార్పులు ఎలక్ట్రాన్ పుంజం క్రమ వీక్షణం చేయడంవల్ల ఉపయోగకరమైన ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలుగా మారతాయి. సాంప్రదాయ కాథోడ్ రే ట్యూబ్‌లో ఏవిధంగా ఎలక్ట్రాన్ పుంజం క్రమ వీక్షణం చేస్తుందో సరిగ్గా అదే విధంగా వీడికాన్ ట్యూబ్‌లో కూడా జరుగుతుంది. టార్గెట్ డిస్క్‌పై ఎలక్ట్రానిక్ పుంజం పైనుండి కిందికి గీతలు గీసినట్లుగా స్కాన్‌చేసి, అడుగు భాగానికి రాగానే వెంటనే పై భాగానికి చేరుతుంది. అధిక కాంతి తీవ్రత పడిన లక్ష్యంలోని ప్రాంతాలు సాపేక్షంగా తక్కువ నిరోధాన్ని చూపడంవల్ల తీవ్రత తక్కువ ఉన్న భాగాల నుండి (అధిక నిరోధం కలిగిన భాగాల నుండి) ఎక్కువ విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. ప్రవహించే విద్యుద్ప్రవాహం స్వల్పమైనదే అయినా దాన్ని వర్ధనం చేసి వీడియో సంకేతంగా మార్చుతారు.

33 A సంచార మీడియా

(Communication Media)

ఇంతకుముందు పాఠంలో మీరు సంచార వ్యవస్థల గురించి, సాంకేతిక అంశాల గురించి మరియు వాటి పరికరాల గురించి నేర్చుకున్నారు. ఈ పాఠంలో మీరుసంచార యానకాల (Communication Media) గురించి నేర్చుకుంటారు. విద్యుత్ సంచార ఛానెల్స్ (medium లేదా యానకం) అనునవి తంత్రీ సహిత (Wireline) ఆధారిత యానకం (guided media) లేదా తంత్రీరహిత (Wireless) అనాధారిత యానకం (unguided media)గా ఉంటాయి.

తంత్రీ సహిత ఛానెల్స్ అనునవి భౌతికంగా ప్రసారిణిని మరియు సేకరిణిని ఒక తీగ సహాయంతో కలపబడి ఉంటాయి. వీటిలో ప్రసారిత తీగలు ఒకదానికొకటి చుట్టబడి (twisted), ఒక సహాక్ష కేబుల్ లో కాని దృశాతంతువులో కాని ఉంటాయి. కావున తంత్రీ సహిత ఛానెల్స్ విడిగా ఉంటూ మరియు తంత్రీరహిత ఛానెల్స్ కంటే తక్కువ వ్యతికరణ ప్రభావంను పొందుతాయి. తంత్రీ సహిత ఛానెల్స్ అనునవి ఒక ప్రసారిణి నుండి మరొక సేకరిణికి కలప బడి ఉంటాయి. అనగా ఇవి ఒక బిందువు నుండి మరొక బిందువుకు (Point to point connection) కలపబడి ఉంటుంది. దీనిని ఎక్కువగా టెలిఫోన్ వ్యవస్థలలో చూడగలుగుతాం. వీటిలో ఆధారిత యానకం (guided medium) అనునది కేబుల్ రూపంలో ఉంటూ ఒక టెలిఫోన్ నుండి మరొక టెలిఫోన్‌కు సంకేతాన్ని పరస్పరం మార్చుతుంది. కొన్ని తంత్రి సహితఛానెల్స్ అనునవి బ్రాడ్ కాస్ట్ తరహాలో ప్రసారితం జరుపుతాయి. అనగా ఒకటి లేక అంతకంటే ఎక్కువ ప్రసారిణులు అనేక సేకరణులకు టెలివిజన్ నెట్‌వర్క్ వ్యవస్థలలో వలె కలపబడి ఉంటాయి.

తంత్రి రహిత ఛానెల్స్ అనునవి అందరికి అందుబాటులో ఉండే వ్యవస్థలు. వీటిలో ఒక సేకరిణి యొక్క అంటెన్నా చేత ఉద్గారించబడిన సంకేతం ట్యూన్ చేయబడిన వేరే ఇతర అంటెన్నా చేత స్వీకరించబడుతుంది. రేడియో ప్రసారంలో, రేడియో తరంగాల యొక్క తంత్రీ రహిత లేదా అనాధారిత ప్రసారం (unguided propagation) అనునది, ప్రసారిణి నుండి సేకరిణికి చేరే విద్యుదయస్కాంత తరంగాల యొక్క పౌనఃపున్యం పై ఆధారపడుతుంది. ఈ పాఠంలో మీరు ప్రసారిత తరంగాలు అనునవి భూఉపరితలం తరంగాలుగా, వ్యోమ తరంగాలు (space waves) గా దృష్టి రేఖా మార్గం ద్వారా పెద్ద టవర్ ల ద్వారా కాని లేదా కృత్రిమ ఉపగ్రహాలద్వారా కాని ప్రసరిస్తాయని మీరు నేర్చుకుంటారు. తంత్రీ రహితప్రసారం వల్ల సేకరిణికి ఎటువంటి జనకం నుండి ఐనా సంకేతాలను స్వీకరించే ప్రయోజనం ఉన్నది. దీనివల్ల సేకరిణి వలయాలను ట్యూనింగ్ చేయుట ద్వారా అవసరం లేని సంకేతాలను తొలగించుకుని కావల్సిన సంకేతాలను

మాత్రమే పొందవచ్చు. తంతీ రహితప్రసారంలో ఉన్న ఒకే ఒక నష్టం ఏంటంటే దీనిలో బాహ్యరోధ ఎక్కువగా ఉండును మరియు ఎక్కువ వ్యతికరణం జరిగే అవకాశం కలదు.

విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసారం కోసం మైక్రో తరంగాల పౌనఃపున్యాలను ఉపయోగిస్తారు. పాఠం 30 నుండి మైక్రో తరంగాల పౌనఃపున్యం 1GHz నుండి 300GHz మారుతూ ఉండునని తెలిసికొన్నాము. ఈ పౌనఃపున్య వ్యాప్తినితిరిగి వేర్వేరు బ్యాండ్‌లలో విడగొట్టారు. భారతీయ ఉపగ్రహ INSAT - 4C అనునది C బ్యాండ్ లోను (4 - 8 GHz) మరియు EDUSAT ఉపగ్రహం KU బ్యాండ్ లోను (12 - 18 GHz) పని చేయును.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం చదివిన తర్వాత క్రింది విషయాలు మీరు నేర్చుకుంటారు.

- మైక్రోతరంగప్రాంతంలోని విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగాల ప్రసరణం ప్రసార రేఖల ద్వారా (transmission lines) యానకంలో ఏ విధంగా జరుగునో నేర్చుకుంటారు.
- దృశ్యాతంతువులు గుండావిద్యుదయస్కాంత తరంగాలు దృశ్యాప్రాంతంలో ప్రసరణమవడం గురించి నేర్చుకుంటారు.
- తంతీరహిత భూతరంగ సంచారం, వ్యోమ తరంగ సంచారం, మరియు అంతరిక్ష తరంగ సంచారం రేడియో పౌనః పున్యాలకు ఏ విధంగా జరుగునో నేర్చుకుంటారు.
- సంచార ఉపగ్రహాల పాత్ర గురించి నేర్చుకుంటారు.
- సెల్యులర్ ఫోన్, కంప్యూటర్ నెట్‌వర్క్ మరియు ఇంటర్ నెట్ ల యొక్క ఉపయోగాల గురించి నేర్చుకుంటారు.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సహాక్షకేబుల్ అనగానేమి? దీనిలో ఎంత పౌనఃపున్య వ్యాప్తిగల ప్రసారం జరుగును.

జ. బోలుగా ఉన్న ఒక యానకం యొక్క మధ్యలో పొడవు వెంబడి మరొక యానకాన్ని ఏర్పాటుచేసి వాటి మధ్య ఖాళీని పాలిథీన్‌తో నింపితే దానిని సహాక్ష కేబుల్ అంటారు.

దీనిలో గరిష్టంగా 40 GHz పౌనఃపున్య వ్యాప్తిగల ప్రసారం జరుగుతుంది.

2. దృశాతంతువు ద్వారా కాంతి ప్రసారానికి ప్రాథమిక నియమాలు తెల్పండి.

జ. ● దృశాతంతువు కాంతి "సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం" సూత్రం ఆధారంగా పనిచేస్తుంది.

● దృశాతంతువులో క్లాడింగ్ వక్రీభవన గుణకం 'n_2', కోర్ వక్రీభవణ గుణకం " కంటె తక్కువగా ఉండాలి. అనగా $n_2 < n_1$

● కోర్‌లోనికి ప్రవేశపెట్టే కాంతి కిరణం యొక్క పతన కోణం θ_1 సందిగ్ధకోణం θ_C కంటే ఎక్కువ ఉండాలి.

3. మల్టిప్లెక్సింగ్ అనగా నేమి?

జ. ఒక మార్గంలో అనేకమైన సమాచారాలను వేరు వేరు పౌనఃపున్య బాండ్ వెడల్పులతో పంపిచడాన్ని మల్టిప్లెక్సింగ్ అంటారు.

4. దృశాతంతవు యొక్క కోర్ 1.51 వక్రీభవణ గుణకం గల గాజుతో తయారు చేయబడినది మరియు క్లాడింగ్ వక్రీభవణ గుణకం 1.49. అయిన సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం కొరకు సందిగ్ధకోణాన్ని లెక్కకట్టండి.

జ. ఇచ్చుట $n_1 = 1.51$

$n_2 = 1.49$

సందిగ్ధకోణం $\theta_C = \text{Sin}^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \text{Sin}^{-1}\left(\frac{1.49}{1.51}\right)$

$= \text{Sin}^{-1}[0.9867]$

$\theta_C \approx 80.66^0.$

5. సుదూర ప్రాంతాలకు బ్రాడ్ కాస్ట్ చేయుటకు షార్ట్‌వేవ్ బాండ్‌ను వాడెదరు. వివరించండి.

జ. లాంగ్‌వేవ్ మరియు, మీడియం వేవ్ బాండ్స్‌కు అధిక తరంగదైర్ఘ్యం ఉండడం వల్ల, ఇవి భూమి వాతావరణ వక్రమం చేత వివర్తనం చెంది భూతంగ ప్రసరణ జరుగుతుంది. కావున షార్ట్‌వేవ్ బాండ్‌లను ఉపయోగించడం వల్ల సుదూర ప్రాంతాలకు బ్రాడ్‌కాస్ట్ చేయుటకు వీలవుతుంది.

6. రేడియో తరంగాలను ప్రసారం చేసే పద్ధతులను తెలపండి.

జ. రేడియో తరంగాలను మూడు పద్ధతులలో ప్రసారం చేస్తారు. అవి

1. భూ తరంగప్రసరణ
2. వ్యోమ తరంగం లేదా అయనోస్పియర్ ప్రసరణ
3. అంతరిక్ష తరంగ ప్రసరణ

7. అయనోస్పియర్ అనగానేమి?

జ. భూవాతావరణంలో మిసోస్పియర్‌పై 350 km వరకు ఉన్న ప్రాంతంలో అయనీకరణం చెందిన అణువులు మరియు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉంటాయి. ఈ ప్రాంతాన్ని అయనోస్పియర్ అంటారు.

8. క్రింది పదాలను విస్తరింపుము

(ఎ) LASER **(బి) WWW**

జ. (ఎ) LASER :- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

(బి) WWW : World Wide Web

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సుదూర ప్రాంత ప్రసారాలకు ఉపగ్రహాలను వాడెదరు. దీనిని సమర్థించండి.

జ. సంచార ఛానెల్ యొక్క సామర్థ్యాలను సంచార పౌనఃపున్యంతోబాటు పెంచవచ్చు. కాని దీనికి ఒక గరిష్ఠ పరిమితి ఉంటుంది. ఉదాహరణకు ఐయనోస్ఫియర్ 10 MHz కంటె ఎక్కువ పౌనఃపున్యం గల తరంగాలను పరావర్తనం చెందించదు. కావున అటువంటి ఎక్కువ పౌనఃపున్యాల అంతరిక్ష తరంగ ప్రసరణకు అతిపెద్ద అంటెన్నాలను ఉపయోగిస్తాము. కాని ఈ విధమైన దృశారేఖ ప్రసారం కూడా నిర్దిష్ఠ వ్యాప్తిని మరియు దూరాన్ని కలిగి ఉంటుంది. కావున 30 MHz కంటే ఎక్కువ పౌనఃపున్యం గల తరంగ ప్రసారాలను సుదూర ప్రాంతాలకు ప్రసారం చేయుటకు ఉపగ్రహాలను ఉపయోగిస్తాము.

2. స్వంత కంప్యూటర్ ద్వారా స్థానిక నెట్‌వర్క్‌ను ఏర్పాటు చేసుకుంటే కలిగే కొన్ని లాభాలు రాయండి.

జ. స్వంత కంప్యూటర్ ద్వారా స్థానిక నెట్‌వర్క్‌ను ఏర్పాటు చేసుకుంటే క్రింది సౌకర్యాలు ఏర్పడుతాయి.

1. అన్ని కంప్యూటర్‌లను ఒకే హింట్‌కు కలపవచ్చు.
2. ఒకే ఇంటర్నెట్ కనెక్షన్‌తో అన్ని కంప్యూటర్‌లలో ఇంటర్నెట్‌ను వినియోగించుకొనవచ్చు.
3. ఏ కంప్యూటర్ ద్వారానైనా అన్ని కంప్యూటర్‌లలో ఉన్న ఫైల్స్‌ను మరియు డాక్యుమెంట్స్‌ను పంచుకొనవచ్చును.
4. కంప్యూటర్‌లో games ఆడుతూ వేరే కంప్యూటర్‌లో ఉన్న వ్యక్తులను కూడా ఆటలోకి ఆహ్వానించవచ్చును. మరియు
5. DVD ప్లేయర్‌లోని సమాచారాన్ని వేరొక కంప్యూటర్‌లోనికి పంపవచ్చు.

3. సంచార వ్యవస్థలో కంప్యూటర్ల పాత్రను వివరించండి.

జ. నేడు సంచార వ్యవస్థలో కంప్యూటర్‌లు ప్రముఖ పాత్రను పోషిస్తున్నాయి. ప్రపంచ వ్యాప్తంగా అనేకమైన కంప్యూటర్‌లను కలుపుతున్న పెద్ద నెట్‌వర్క్ ఇంటర్నెట్. ఇది అనేక విధాలైన సంచారాలను కలుపుతుంది. అన్ని రకాల సమాచారాలను అనగా వార్తాపత్రికలు, మాగజైన్‌లు, లైబ్రరీ, కళలు మరియు రిసెర్చ్‌కు సంబంధిచిన అంశాలను కూడా సంచారం చేయవచ్చు.

కంప్యూటర్‌నుండి ప్రపంచ వ్యాప్త వెబ్ (world wide web) ద్వారా ధ్వని, చిత్రపటాలు, డ్రాయింగ్స్, చార్ట్స్, గ్రాఫ్స్ ఏనిమేషన్‌లు మరియు వీడియోలను టెక్స్ట్‌తో సహా అందించవచ్చు.

అంతేకాక దేశంలోని అనేక పాఠశాలలను కంప్యూటర్‌ల ద్వారా ఇంటర్నెట్‌కు సంధానం చేసి విద్యార్థులకు మరింత మెరుగైన విద్యను అందించగలుగుతున్నాము.

4. గైడెడ్ మీడియా మరియు అన్‌గైడెడ్ మీడియా ప్రసారాలను ఉదాహరణలతో వివరించండి.

జ. గైడెడ్ మీడియా ఛానెల్స్ (తంత్రీ సహిత ఛానెల్స్) అనునవి భౌతికంగా ప్రసారిణి మరియు సేకరిణి ఒక తీగ సహాయంతో కలుపబడి ఉంటాయి. వీటిలో ప్రసారిత తీగలు ఒకదానికొకటి చుట్టబడి ఒక సహాక్షకేబుల్‌గాని దృశాతంతువులో కాని ఉంటాయి. వీటిలో సంకేతాల వ్యతికరణ ప్రభావం తక్కువగా ఉంటుంది.

ఉదా: టెలిఫోన్ ప్రసారాలు

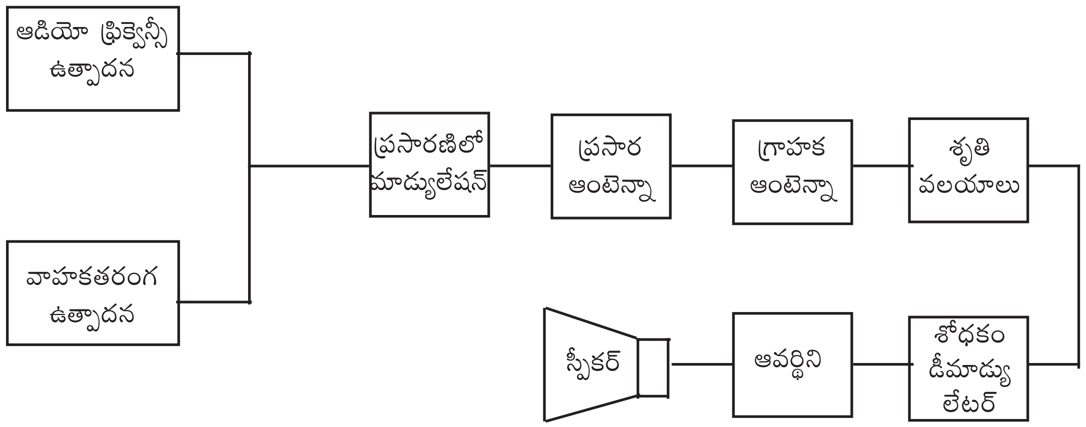
అన్‌గైడెడ్ మీడియా ఛానెల్స్ (తంత్రీ రహిత ఛానెల్స్) లో ఉద్గారి యొక్క ఆంటెన్నా చేత ఉద్గారించబడిన సంకేతం ట్యూన్ చేయబడిన వేరే ఇతర ఆంటెన్నా చేత స్వీకరించబడుతుంది. ఈ సంకేతాలు విద్యుదయస్కాంత రూపంలో ప్రసారం అవుతాయి. ఈ ప్రసార తరంగా భూఉపరితల తరంగాలుగా గాని, వ్యోమతరంగాల దృష్టి రేఖా మార్గంద్వారా పెద్ద టవర్‌ల ద్వారా కాని, కృత్రిమ ఉపగ్రహాల ద్వారా కాని ప్రసారం చేయబడతాయి.

ఈ రకమైన ప్రసారంలో ఉన్న అసౌకర్యం ఏమిటంటే దీనిలో బాహ్యారోద ఎక్కువ ఉంటుంది. మరియు సంకేతాలు ఎక్కువగా వ్యతిరేకరణం జరిగే అవకాశం ఉంది.

ఉదా: రేడియో ప్రసారాలు, TV ప్రసారాలు

5. రేడియో టాన్స్‌మీటర్, రేడియో రిసీవర్ నమూనా చిత్రాలను (Block diagrams) గీయండి.

జ.



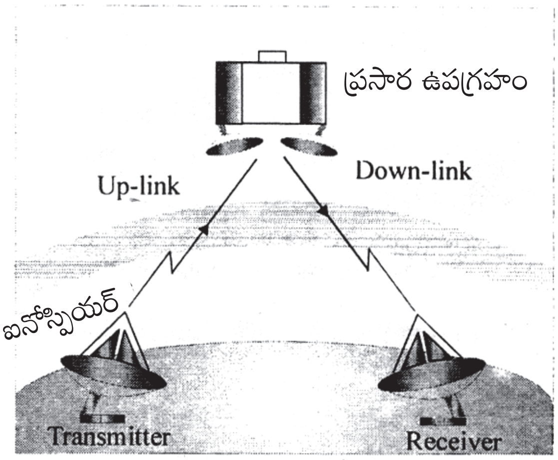
6. ఉపగ్రహ సంచారం (Satelite Communication) గురించి తెలుపండి.

జ. ఉపగ్రహ సంచారానికి కావల్సిన సూత్రాన్ని పటం 33.7 లో చూపటం జరిగింది. మాడ్యులేట్ చేయబడిన కారియర్ తరంగం ను ప్రసారిణి సూటిగా ఉపగ్రహం వైపు ప్రసారం చేస్తుంది. ఉపగ్రహ సేకరిణి వర్ధకం సంకేతాన్ని స్వీకరించి, తిరిగి దానిని వ్యతికరణం చెందకుండా వేరే పౌనఃపున్యంతో భూమికి పంపుతుంది.

ఈ ప్రక్రియలను uplinking అని మరియు downlinking అని అంటారు.

ఇంతకు ముందు మనం కాంతి తరంగాలతో సంచార ప్రక్రియ సంబంధాన్ని నేర్చుకున్నట్లుగా,సంచార ఛానెల్ యొక్క సామర్థ్యంను సంచార పౌనఃపున్యంతో బాటు పెంచవచ్చును... మరి ఎంత గరిష్ట పౌనఃపున్యం వరకు మనం పెంచగలం? ఐయనోస్పియర్ 10MHz కంటే ఎక్కువ పౌనఃపున్యం తరంగాలను పరావర్తనం చెందించదని మనకు తెలుసు. కావున అటువంటి ఎక్కువ పౌనఃపున్యాలను మనం అతిపెద్ద అంటెన్నాల అంతరిక్ష తరంగ ప్రసరణకు ఉపయోగిస్తాము. కాని దృశ్యారేఖా ప్రసారం కూడా నిర్ధిష్ట వ్యాప్తిని మరియు దూరాన్ని కల్గియుంది. కావున 30 MHz పౌనఃపున్యాల కంటే ఎక్కువ పౌనఃపున్యంతో తంత్రి రహిత సుదూర వ్యాప్తి సంచారానికి, ఉదాహరణకు 50 – 1000MHz వ్యాప్తిలోగల ప్రసారాలకు ఉపగ్రహ సంచారాన్ని ఉపయోగిస్తాం.

భూమికి మరియు ఉపగ్రహానికి మధ్యగల గురుత్వాకర్షణ బలం అనునది ఉపగ్రహాన్ని భూమి నుండి సుమారుగా 3600km ఎత్తులో, భూమి చుట్టూ వృత్తాకార కక్ష్యలో విరగటానికి అవసరమైన అభికేంద్రబలాన్ని ఇస్తుంది. భూమిచుట్టూ తిరిగే ఉపగ్ర హం ను స్వేచ్ఛా వస్తువుగా తీసుకొనవచ్చు. ఈ కక్ష్యలో ఉపగ్రహం భూమి చుట్టూ ఒక సారి భూమధ్య రేఖ మీదుగా ఒకసారి తిరగటానికి పట్టుకాలం, భూమి యొక్క ఆత్మపరిభ్రమణ కాలం ఒకరోజుకు సమానం. కావున ఇటువంటి ఉపగ్రహాన్ని భూస్థావర ఉపగ్రహం (Geostationary Satilete) అని, ఆ కక్ష్యను, భూస్థావర కక్ష్య (Geostationary orbit) అని అంటారు. అనగా ఈ కక్ష్యలో ఉపగ్రహం ఉన్నప్పుడు భూపరంగా ఉపగ్రహం నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నట్లుగా అనిపిస్తుంది. భూమిపైన ఉన్న స్టేషన్‌ల నుండి సంకేతాలను ఉపగ్రహాలకు ప్రసారం చేసినపుడు, ఉపగ్రహాలు తిరిగి ఆ సంకేతాలను భూమికి పంపిస్తాయి. ఒకవేళ ఉపగ్రహాలు భూ స్థావర ఉపగ్రహాలు కాకపోతే, వాటి యొక్క చలనానికి అనుగుణంగా సేకరిణి అంటెన్నా యొక్క దిశను క్రమంగా మార్చుతూ ఉండవలెను. సంచారం కొరకు మరొక రెండు కక్ష్యలను కూడా వాడుచున్నారు. అవి (i) వృత్తాకార ధ్రువ కక్ష్య (Polar circular orbit) ఇది ధ్రువాలపైన సుమారుగా 1000 km (వాలు 90^0 తో) ఎత్తున ఉండును (ii) కక్ష్య యొక్క కోణం 63^0 మరియు అధిక దీర్ఘవృత్తాకార వాలు కక్ష్య (Highy elliptical inclined orbit) దీనిని ఎక్కువ ఎత్తులలో ఉన్న ప్రాంతాలలో సంచారం కొరకు ఉపయోగిస్తారు.



పటం 33.7 : ఉపగ్రహ సంచారం.

7. కంప్యూటర్‌లను అనుసంధానించడం వల్ల లాభాలు, వాటికి కావలసిన వ్యవస్థ గురించి తెలుపుము.

జ. అనేక మైన కంప్యూటర్‌లు సంధానించబడినయున్న వ్యవస్థలోఉదాహరణకు ఒక స్టడీ సెంటర్‌లో గల కంప్యూటర్ లు నెట్‌వర్క్ ద్వారా కలపబడి యున్నప్పుడు, ఒకరికొకరు కంప్యూటర్ ద్వారా మాట్లాడుకొనవచ్చును. మరియు

- అన్ని కంప్యూటర్ లను ఒకే ఒక ప్రింటర్ కు కలపవచ్చు.
- ఒకే ఒక ఇంటర్ నెట్ కనెక్షన్‌తో అన్ని కంప్యూటర్‌లలో ఇంటర్నెట్ వినియోగించుకొనవచ్చును.
- ఏ కంప్యూటర్ ద్వారానైనాఅన్ని కంప్యూటర్ ల లో యున్న ఫైల్స్‌ను మరియు డాక్యుమెంట్స్‌ను పంచుకొనవచ్చు.

- కంప్యూటర్ లో games ఆడుతూ,వేరే కంప్యూటర్‌లో ఉన్న వ్యక్తులను కూడా ఆటలోకి ఆహ్వానించవచ్చు మరియు
- DVD ప్లేయర్ లోని సమాచారాన్ని వేరే ఇతర కంప్యూటర్‌లలోనికి పంపవచ్చు.

పైన చెప్పబడిన అంశాలన్నంటినీ మన స్వంత కంప్యూటర్‌లో పొందాలంటే క్రింది తెల్పబడిన మూడుఅంశాలు అవసరం.

1. నెట్‌వర్క్ కావల్సిన టెక్నాలజీని ఎన్నుకోవాలి. ముఖ్యమైన టెక్నాలజీలు Standard Ethenet , phone line based, power line based మరియు. wireless.
2. కంప్యూటర్ హార్డ్‌వేర్ ను కొని ఇన్‌స్టాల్ చేసుకోవాలి.
3. సిస్టమ్‌ను కాన్‌ఫిగర్ చేసిన పిదప అన్నీ సరిగ్గా పనిచేస్తున్నాయో లేదో సరిచూసుకోవాలి.

8. EDUSAT గురించి వివరించండి.

జ. భారతీయ అంతరీక్ష పరిశోధనా సంస్థ (ISRO), అంతరిక్ష విభాగం మన భారతప్రభుత్వం చేతనడుపబడుతున్న మెరుగైన విద్యను అందించుట కోసం ప్రత్యేకంగా (education satelite (EDUSAT) ను సెప్టెంబర్2004సం॥ ప్రయోగించినారు. ఈ ఉపగ్రహం ku బ్యాండ్ లో పనిచేస్తూ దేశం యొక్క నలుమూలలకు ప్రసారాలను పంపుతుంది. ఇది ఏడు సంవత్సరాలు పనిచేయుటకుగాను తయారు చేయబడినది. ఈ ఉపగ్రహం రేడియో మరియు బ్రాడ్ కాస్ట్, ఇంటర్నెట్ ఆధారితవిద్య డాటా బ్రాడ్ కాస్టింగ్ (data broad casting), ఆడియో వీడియో ఇంటరాక్షన్ (audio - video interaction), ఇంటర్నెట్ ద్వారా మాట్లాడుట, వీడియో కాన్ఫరెన్సింగ్ వంటి అనేకమైన ముఖ్యమైన పనులు చేయుటకు సహకరిస్తుంది.

ఇది అనేకమైన పనులకు దోహదపడుతుంది. ఒక సిటీలో గల ఒక ప్రముఖ విద్యా సంస్థలోని అధ్యాపకుడు వీడియో కాన్ఫరెన్స్ సహాయంతో సుదూరంగాఉన్న స్కూల్ లోని విద్యార్థులకు కాని, గ్రామ ప్రాంతంలోచదువు మానేసినవారికి గాని విద్యను అందించగలడు వారిని తిరిగి ప్రస్తుత విద్యా వ్యవస్థలోకి తీసుకురాగలడు. EDUSAT ఉపగ్రహం ఒకేసారి 72 ఛానెల్స్‌ను ప్రసారంచేయగలదు.రాష్ట్ర మరియు జాతీయ ప్రభుత్వ సంస్థలు మరియు NIOS లు అనేకమైన నెట్‌వర్క్‌లను తయారుచేసి ప్రాంతీయ భాషలలో విజయవంతంగా విద్యను అందించగలుగుతున్నాయి.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

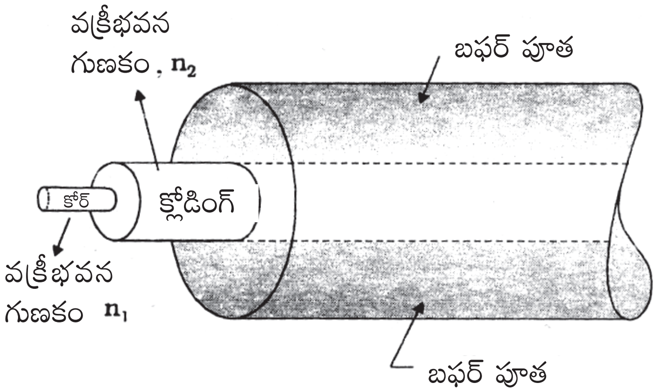
1. అనాధారిత సంచారానికి వినియోగింపబడే వివిధ వాతావరణ పొరలు పోషించే పాత్రలను వివరించండి.

జ. అనాధారిత సంచారానికి ఐదు వాతావరణ పొరలు ముఖ్యమైన పాత్రను పోషిస్తాయి.

1. C పొర భూమి నుండి 60 km ఎత్తులో ఉంటూ, 3 KHz - 300 KHz పౌనఃపున్యవ్యాప్తిలో గల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను పరావర్తనం చెందిస్తుంది. ఈ కారణం చేత సూటి సుదూర సంచార వ్యాపి&తకి ఉపయోగపడుతుంది.
2. D పొర భూమి నుండి 80 km ఎత్తులో ఉంటూ, తక్కువ పౌనఃపున్యం (3KHz - 300 KHz) గల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను పరావర్తనం చేస్తూ అధిక పౌనఃపున్యవ్యాప్తి (3KHz - 300 KHz) గల తరంగాలను శోషించు కుంటుంది.
3. E పొర భూమి నుండి 110 Km ఎత్తులో ఉంటూ, మధ్యస్త పౌనఃపున్యవ్యాప్తిగల విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసరణకు ఉపయోగపడుతుంది. మరియు పగటి వేళలలో అధిక పౌనఃపున్య వ్యాప్తిగల తరంగాలను పరావర్తనం చేస్తుంది.
4. F_1 పొర భూమి నుండి 180 km ఎత్తులో ఉంటూ, ఎక్కువగా అధిక పౌనఃపున్య తరంగాల ప్రసారానికి ఉపయోగపడుతుంది.
5. F_2 పొర (పగటి పూట 300 km ఎత్తు, రాత్రిపూట 350 km ఎత్తు) పౌనఃపున్యం 30 MHz వరకు గల విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగాలను పరావర్తనం చెందిస్తూ అధిక పౌనఃపున్యాలను తన గుండా ప్రసారం చేస్తుంది.

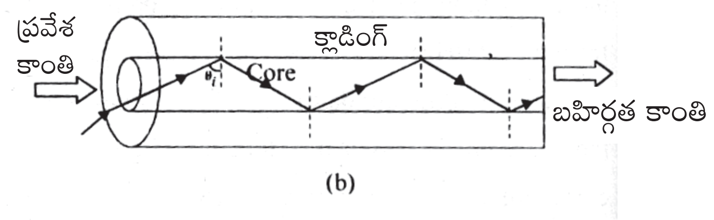
2. తగిన పట సహాయంతో దృశాతంతువు (optical fibre) సంచార వ్యవస్థను వివరించండి.

జ. దృశాతంతువు కాంతి "సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం" అను సూత్రంపై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది. దృశాతంతువు మధ్యభాగాన్ని కోర్ అంటారు. దీనిని గాజు లేదా ప్లాస్టిక్‌తో తయారు చేస్తారు. దీని యొక్క వక్రీభవన గుణకం (n_1) ఎక్కువ. దీని వెలుపలి భాగం అదే పదార్థంతో తయారు చేయబడి తక్కువ వక్రీభవన గుణకం (n_2) కలిగి ఉంటుంది. ఈ భాగాన్ని క్లాడింగ్ అంటారు. వీటికి బాహ్యంగా ఒక ప్లాస్టిక్ పదార్థం (బఫర్) యుండి బయటి వాతావరణం నుండి రక్షణ ఇస్తుంది.



దృశాతంతువు నిర్మాణ పటం

దృశాతంతువులో కోర్ మరియు క్లాడింగ్ ఉమ్మడి తలంవద్ద పతనకోణం (θ_1), సందిగ్ధకోణం (θ_2) కన్న ఎక్కువ అగునట్లుగా ($\theta_1 > \theta_C$) $\left(\theta_C = \text{Sin}^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)\right)$ కాంతిని కోర్‌లో ప్రవేశపెడతారు. కోర్ యొక్క వక్రీభవన గుణకం n_1 క్లాడింగ్ యొక్క వక్రీభవన గుణకం n_2 కంటె ఎక్కువ కావున, కోర్ అంతర్భాగంలో కాంచి అనేక మార్లు సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం చెంది, కాంతి తంతువు యొక్క రెండవ కొన నుండి వెలుపలికి వస్తుంది. ఈప్రసారంలో ఎటువంటి కాంతి నష్టం జరగదు.



దృశాతంతువులో కాంతి ప్రసార విధానం

33 B ఆడియో మరియు వీడియో రికార్డింగ్ కొరకు కంపాక్ట్ డిస్క్

32 వ పాఠంలో – మైక్రోఫోను మరియువీడియో కెమెరా వంటి పరికరాలను ఉపయోగించి విద్యుత్ సంకేతాల రూపంలో ఆడియో, వీడియో రికార్డింగ్‌లను చేస్తారని మీరు చదువుకున్నారు. అయస్కాంత మాధ్యమంపై చేసే ఈ రికార్డింగ్‌ను అనలాగ్ రికార్డింగ్ అంటారు. విద్యుత్ సంకేతాలను కేవలం రెండు స్థాయిలలో – అంకెలను 0,1లను ఉపయోగించి–అంకెల శ్రేణులుగా – మార్చి రికార్డింగ్ చేసే విధానాన్ని డిజిటల్ రికార్డింగ్ అంటారు. ఇప్పుడు ప్రపంచ వ్యాప్తంగా రికార్డింగ్ డిజిటల్‌రూపంలోనే జరుగుతున్నది. సంపూర్ణ యథాతథ్యమైన (fidelity) ధ్వని పునరుత్పత్తికి మరియు బ్రహ్మాండమైన చిత్ర నాణ్యతకు హామీ ఇస్తుంది డిజిటల్ టెక్నాలజీ. CD (కాంపాక్ట్ డిస్క్), డిజిటల్ ఆడియో టేపు (DAT) డిజిటల్ వెర్సటైల్ డిస్క్(DVD) మొదలైనవన్నీ డిజిటల్ టెక్నాలజీపై ఆధారపడినవే! వృత్తి పరమైన ఆసక్తి కలవారిగా మీరు క్రొత్తగా అభివృద్ధి చేయబడిన పరికరాలతో పరిచయం పెంచుకోవాల్సి ఉంటుంది.

ఈ పాఠంలో CD ల, DVD ల నిర్మాణం, పనిచేసే పద్ధతి గూర్చి నేర్చుకుంటారు. ఈ పరికరాలు సంగీతాన్ని డిజిటల్‌గా, కాంతిని పరావర్తనం చెందించే ప్లాస్టిక్ పై రికార్డు చేస్తాయి. DVD లు సాధారణ CD మాదిరిగా అనిపించినా ఇవి సినిమాలనూ, ఇతర చిత్రాలనూ, సంగీతాన్నీ అత్యుత్తమ నాణ్యతతో పునరుత్పత్తి చేస్తాయి.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠాన్ని చదివిన తరవాత కింది విషయాలను మీరు తెలుసుకొంటారు.

- అత్యుత్తమ నాణ్యత గల ఆడియో మరియు వీడియో చిత్రాల కోసం CD ల ధర్మాలను పేర్కొనడం.
- CD మరియు వీడియో డిస్క్ ప్లేయర్ల లాభాలు మరియు
- CDల మరియు DVD ల నిర్మాణం, పనిచేసే పద్ధతిని వివరించడం.

2 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. సంగీతం వినడానికి ఉపయోగించే మూడు పరికరాల పేర్లు తెలపండి?

జ. (1) రేడియో/ట్రాన్సిస్టర్. (2) టేపురికార్డర్/ప్లేయర్ (3) ఫోనోగ్రాఫ్/LP రికార్డు ప్లేయర్.

2. కంపాక్ట్ డిస్క్ వల్ల లాభం ఏమిటి?

జ. గంటకు పైగా నిరాటకంగా మంచి నాణ్యత గల ధ్వనిని కంపాక్ట్ డిస్క్ ద్వారా వినవచ్చు. క్యాసెట్ టేపులలోని దోషాలు (అనవసరమైన చప్పుళ్ళు, (hiss,wow.flutters etc.,) CD ప్లేయర్‌లో ప్లే అయ్యే CD ద్వారా తొలగించబడతాయి.

3. కంపాక్ట్ డిస్క్‌లోని రెండు అసౌకర్యాలను తెలపండి.

జ. ఆడియో టేపులలో సాధ్యమయ్యే విధంగా కంపాక్ట్ డిస్క్‌పై గల సమాచారాన్ని చెరిపివేయడం (తుడిచి వేయడం) లేదా కొత్త సమాచారాన్ని రికార్డు చేయడం సాధ్యం కాదు. కేవలం ముందే రికార్డు చేయబడిన ప్రోగ్రాములను మాత్రమే ప్లే చేయడం సాధ్యమవుతుంది. రెండవ విషయం ఏమంటే ఆడియో క్యాసెట్ల కంటే ఇవి ఖరీదైనవి. అతి పురాతనమైన సంగీతాన్ని (LP రికార్డులపై రికార్డు చేయబడిన) CD ఫార్మాటులో పొందలేము.

4. కంపాక్ట్ డిస్క్ నిర్మాణం పటం గీయండి.

జ.

రక్షణ ప్లాస్టిక్ కవచం

అల్యూమినియం
పరావర్తనతలం

కాంతిపుంజం

పారదర్శకబేస్

పటం. కంపాక్ట్ డిస్క్ అడ్డుకోత

5. CDDA అనగా నేమి?

జ. ఆడియో సిడిని కంపాక్ట్ డిస్క్ డిజిటల్ ఆడియో (CDDA) అంటారు. రెండు ఛానెళ్ళు 16-బిట్ PCM ఎన్‌కోడెడ్ ఆడియో, 44.1 kHz సాంప్లింగ్ రేటు ఫార్మాటు గలది. పూర్తి ఆడిబుల్ ఫ్రీక్వెన్సీ రేంజ్‌లో రిప్రోడక్షన్ పొందడానికి సాంపిల్ రేటును ఎంచుకోవడం జరిగింది.

CDDA స్టాండర్డ్‌ను రెడ్‌బుక్ స్టాండర్డ్ అని పేర్కొంటారు.

6. LASER పూర్తి పేరు ఏమిటి?

జ. LASER అంటే Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. లేజర్ అనేది ఒక ప్రత్యేకమైన, అతి సన్నని సంబద్ధ కాంతి పుంజాన్ని, ఒకే తరంగదైర్ఘ్య విలువ గల దాన్ని ఉద్గారం చేసే కాంతిజనకం.

7. కంపాక్ట్ డిస్క్ వల్ల లాభాలను తెలుపండి.

జ 1. ఒక గంట పాటు నిరాటంకంగా మంచి నాణ్యత గల ధ్వనిని CD ల ద్వారా వినవచ్చు.

2. వినైల్ LP రికార్డు ప్లేట్ల కంటే అత్యధిక మన్నిక గలవి.

3. ఘర్షణలేని కారణంగా CD లు ఎక్కువకాలం మన్నుతాయి.

8. CD ల వల్ల అసౌకర్యాలను తెలపండి.

జ. 1. ముందే రికార్డు చేయబడిన CD లు ఖరీదైనవి.

2. CD పై సమాచారాన్ని చెరిపి గాని దానిపై ఏదైనా ఇతర సమాచారాన్ని రాసి గానీ పాత సమాచారాన్ని తిరిగి పొందలేము.

3. పురాతన సాంప్రదాయ సంగీతం ఇప్పుడున్న CD ఫార్మాట్‌లపై లభ్యం కాదు.

9. అనలాగ్ మరియు డిజిటల్ పదాలభేదాన్ని తెలపండి?

జ. అనలాగ్ అంటే దృశ్య, ధ్వని సంకేతాలను కాలంతో మార్పు చెందే విద్యుద్ప్రవాహాలు/ వోల్టేజిల రూపంలో రికార్డు చేయడం. డిజిటల్ అంటే దృశ్య, ధ్వని సంకేతాలను కేవలం ద్విసంఖ్యామానంలోని '0' లూ, '1' లూ రూపంలోకి మార్చి రికార్డు చేయడం.

10. అనలాగ్ మరియు డిజిటల్ పరికరాలకు రెండు ఉదాహరణలివ్వండి?

జ. టెలిఫోను, మనిషి చెవి, స్పీకర్లు మొదలైనవి అనలాగ్ పరికరాల కోవకు చెందినవి.

డిజిటల్ పరికరాలు – కంప్యూటర్లు, డిజిటల్ ఆడియో టేపులు (DAT) మరియు డిజిటల్ కెమెరాలు.

11. డిజిటల్ ఆడియో రికార్డింగ్‌లోని రెండు లాభాలను తెలపండి?

జ. అనుస్వరాల, మరియు అంతర్ మాడ్యులేషన్ విరూపణలు ఉండవు. అవసరమైన చప్పుళ్ళు (wow,fluttter)లు ఉండవు. హిస్, పాప్స్ మరియు హమ్స్ ఉండవు.

12. కంపాక్ట్ డిస్క్ భ్రమణ వేగ వ్యాప్తిని తెలపండి?

జ. 200 భ్రమణాలు/నిమిషం నుండి 500 భ్రమణాలు/నిమిషం. 500భ్రమణాలు/నిమిషం ప్రారంభంలోనూ, 200 భ్రమణాలు/నిమిషం చివరిలోనూ ఉంటుంది.

13. కంపాక్ట్‌డిస్క్ స్టోరింగ్ కెపాసిటీని ఎలా లెక్కిస్తారు?

జ. 44,100 సాంపిల్స్/(ఛానెల్ x సెకండు) x బైట్స్/సాంపిల్ x 2 ఛానెల్ x 74 నిమషాలు x 60 సెకండులు/నిమిషం = 783,216,000బైట్స్ =783 మెగాబైట్స్ =783MB

14. వీడియో డిస్క్‌లో రకాలను తెలుపండి.

మూడు రకాలైన వీడియో డిస్క్‌లున్నాయి.

a) కాంటాక్ట్ వీడియో డిస్క్ (CVD)

b) ఆప్టికల్ వీడియో డిస్క్(OVD)

c) ఆప్టికల్ డిజిటల్ వీడియో డిస్క్(DVD)

15. DVD పదాన్ని విస్తరించండి?

జ. DVD అంటే డిజిటల్ వీడియో డిస్క్ లేదా డిజిటల్ వెర్సటైల్ డిస్క్

16. డిజిటల్ ఆప్టికల్ డిస్క్‌ను, కంటాక్ట్ మరియు ఆప్టికల్ డిస్క్‌ల (అనలాగ్) కంటే అధికంగా ఎందుకు కోరుకుంటారు?

జ. a) అదనపు సమాచారాన్ని స్టోర్ చేయడానికి ఎక్కువ స్పేస్.

b) మోషన్ పిక్చర్ + సౌండు రెండూ ఏకకాలంలో రికార్డు చేయవచ్చు.

c) దృశ్యం, అక్షరాలు, మరియు ఆడియో సమాచారంను స్టోర్ చేయవచ్చు.

d) అనుస్వర (harmonic) మరియు ఇంటర్ మాడ్యులేషన్ విరూపణలు డిజిటల్ ఎన్‌కోడెడ్ సమాచారంలో తక్కువగా ఉంటాయి.

17. DVD వ్యవస్థ సౌకర్యాలను తెలపండి.

జ. i) సులభంగా వాడవచ్చు, భద్రపరచవచ్చు(టేపు క్యాట్రిడ్జ్ కంటె కూడా)

ii) మ్యూజిక్ మరియు పిక్చర్‌లను ప్లే చేస్తుంది.

iii) అతి నమ్మకమైన ఆడియో పునరుత్పాదన (high-fidelity sound)మరియు స్వచ్ఛమైన స్టీరియో వ్యవస్థ.

iv) అదనపు సమాచారాన్ని స్టోర్ చేయడానికి కావలసినంత స్పేస్.

v) రంగుల వ్యత్యాసం సునిశితంగా, ప్రకాశవంతంగా

vi) అంచులు అతి సునిశితంగా ఉంటాయి.

vii) వివరాలు అత్యంత సునిశితంగా

viii) స్టూడియో నాణ్యతతో వీడియో చిత్రాలు, మరియు ధియేటర్‌లోని శబ్ద అనుభూతి

18. కంపాక్ట్ ఆడియో డిస్క్ మరియు DVD ల ప్రత్యేక వివరాలను పోల్చండి?

జ.

కంపాక్ట్ డిస్క్	DVD
i) 4.75 అంగుII (12cm) వ్యాసం	i) 12 అంగుళాలు(30cm)
ii) ఆడియో స్టోరేజి	ii) ఆడియో మరియు వీడియో స్టోరేజి
iii) ఎక్కువగా సమాచారాన్ని స్టోర్ చేసే కెపాసిటీ తక్కువ	iii) అధిక సమాచారాన్ని స్టోర్ చేసే కెపాసిటీ ఎక్కువ, డిజిటల్ డాటా అధికంగా స్టోర్ చేయవచ్చు.
iv) ఒకేవైపు రికార్డింగ్	iv) రెండు వైపులా రికార్డింగ్

5 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. CD లలో రకాలు తెలుపండి

జ. **ఆడియోసిడి:** ఆడియో సిడిని కంపాక్ట్ డిస్క్ డిజిటల్ ఆడియో (CDDA) అంటారు. రెండు ఛానెళ్ళు 16-బిట్ PCM ఎన్‌కోడెడ్ ఆడియో, 44.1 kHz సాంప్లింగ్ రేటు ఫార్మాటు గలది.

CDDA స్టాండర్డ్‌ను రెడ్‌బుక్ స్టాండర్డ్ అని పేర్కొంటారు.

i) 120 mm వ్యాసం, 74- నిమిషాల ప్లే టైమ్ గల డిస్క్ ఇది. 650 MB డాటాతో CD - ROM లభిస్తుంది.

ii) **CD + గ్రాఫిక్స్**: కంప్యూటర్ +డిస్క్ గ్రాఫిక్స్ (CD+G) ఒక ప్రత్యేకమైన CD; ఆడియోతో బాటు దీనిపై గ్రాఫిక్స్ డాటా ఉంటుంది. సాధారణ CD ప్లేయర్‌పై ఈ డిస్క్‌ను ప్లే చెయ్యవచ్చు, గ్రాఫిక్స్ అవుట్ పుట్‌కి మాత్రం ప్రత్యేక CDTG ప్లేయర్‌ను TV లేదా కంప్యూటర్ మానిటర్‌తో అటాచ్ చేసి వాడాలి.

iii) **CD -ROM :** మొదట్లో CD ని కేవలం ఆడియో ఫార్మట్‌కే పరిమితం చేసారు. CD-ROM డ్రైవ్‌తో రీడ్ చేయబడే ఆడియో CD ఫార్మాట్ వంటి ఫార్మాట్‌ను కలిగి ఉంటుంది.

4) **వీడియో CD :** CD మీద వీడియో రికార్డింగ్ కోసం డిజిటల్ ఫార్మాట్ గలది వీడియో CD. VCDలను కేవలం VCD ప్లేయర్స్ పై మాత్రమే ప్లే చేయగలం; అంతేకాక DVD వీడియో ప్లేయర్‌లపైనా, ఇంకా కొన్ని వీడియో గేమ్స్ కాన్‌సోల్స్ (Consoles) పైన ప్లే చేయవచ్చు.

iv) **ఫోటో CD :** CD లో ఫోటోలను డిజిటైజ్ చేసి స్టోర్ చేయడానికి ఉపయోగించే ఫార్మాట్ ఇది. ఈ డిస్క్‌లో దాదాపు 100 అత్యంత నాణ్యతతో ప్రతిబింబాలను, స్కాన్ చేసిన ప్రింట్లనూ, మరియు స్లైడ్స్‌నూ ప్రత్యేకమైన సంకేతలిపి (encoding)ని ఉపయోగించి స్టోర్ చేయవచ్చు.

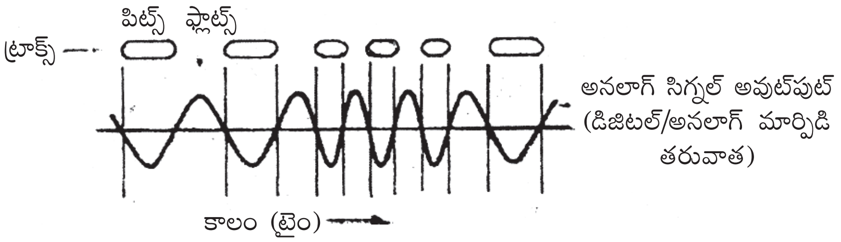
ఇప్పుడు మనం కంపాక్ట్ డిస్క్ నుపయోగించి ఆడియో/వీడియోను రికార్డు చేయడం, రిప్లే చేయడంలో ఇమిడి ఉన్న సాంకేతిక విషయాల గూర్చి తెలుసుకుందాం.

3. అనలాగ్ మరియు డిజిటల్ రికార్డింగ్‌ల మధ్య బేధాలు తెలుపండి.

జ. అనలాగ్ సంకేతాన్ని ఒక అవిచ్ఛిన్న విద్యుత్ (శక్తిగా)–ఒక విద్యుత్ నకలుగా–మార్చుతారు. ఈ నకలు (copy) సంకేతంగా మార్చబడిన సమాచారాన్ని ప్రతిబింబిస్తుంది.

డిజిటల్ ఫార్మాట్‌లో సంకేతాన్ని 0,1 అంకెల వరుస శ్రేణిగా రికార్డు చేస్తారు. '1' ON స్థితిని, '0' OFF స్థితిని తెలుపుతుంది.

కంపాక్ట్ డిస్క్‌పైన 16 బిట్స్ గల డిజిటల్ సంకేత రూపంలో ఆడియోను స్టోర్ చేస్తారు (రికార్డు చేస్తారు). గత పాఠంలో శబ్ద తరంగాలను ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలుగా మార్చే పద్ధతిని గూర్చి తెలుసుకున్నారు. ఈ ఎలక్ట్రికల్ సారూప్య (analog) సంకేతాలను ఉపయోగించి శబ్ద తరంగాల శాశ్వతమైన, భౌతికంగా తుల్యమైన (సమానమైన) నమూనాలను జనింపచేయవచ్చు. శాశ్వతమైన, భౌతికంగా ఉండే నమూనాలు రికార్డు ప్లేటుపై గాడి గల (groove) గీతలుగా కనిపిస్తాయి. ఈ గీతలలో స్టైలస్ సూది అటునుంచి ఇటు మాటిమాటికీ కదులతూ, ఏకాంతరంగా పైకీ కిందికీ కంపనాలు చేస్తూ ఉంటుంది. ఈ కంపనాలను ఆంప్లిఫై చేసి, లౌడుస్పీకరు సహాయంతో రికార్డయిన ధ్వనిని పునరుత్పాదన చేస్తారు.



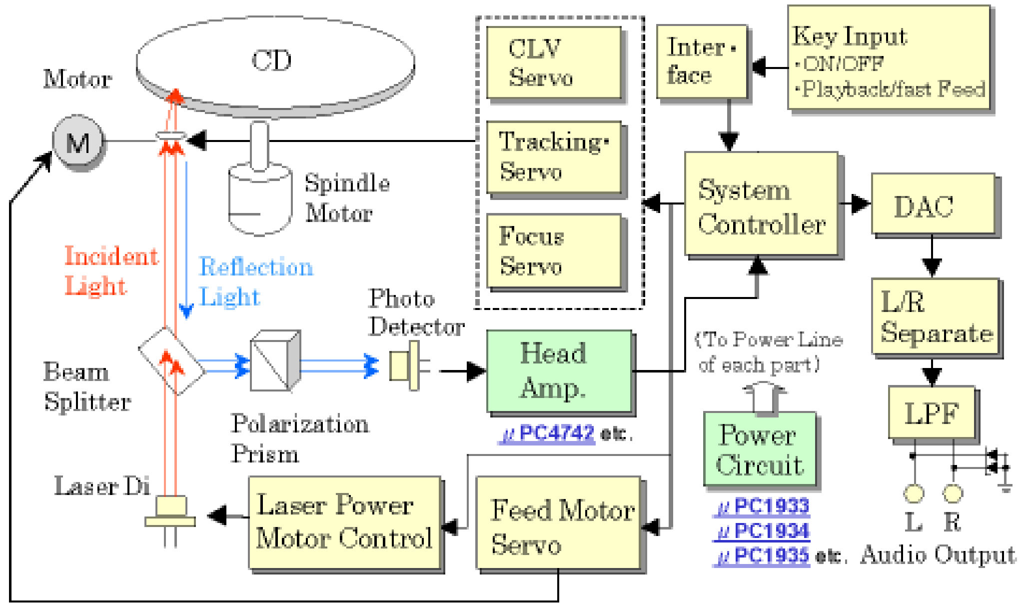
పటం

ఎలక్ట్రికల్ తరంగంలో ఒక బిందువువద్ద 6V వోల్టేజి ఉన్నదనుకోండి. దానిని ద్విసంఖ్యా మానంలో 110గా సంకేతలిపి(encoded) రాస్తారు. 3Vలను 011గానూ, 5Vలను 101గానూ రాస్తారు. ఇలాగే మిగతా విలువలను కూడా రాస్తారు.

ఎక్కువ బిట్స్‌ను ఉపయోగించి సంకేతాన్ని రాసినట్లయితే కొలతలలో సునిశితత్వం, కచ్చితత్వం పెరుగుతుంది. కంపాక్ట్ డిస్క్‌లలో 16 బిట్స్ గల ముక్కను (string) సమాచారాన్ని లిఖించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

4. కంపాక్ట్ డిస్క్‌ప్లేయర్ బ్లాక్ డయాగ్రమ్‌ను గీయండి.

జ.



పటం కంపాక్ట్ డిస్క్ ప్లేయర్ బ్లాక్ డయాగ్రమ్‌ను చూపుతుంది.

5. సాంప్రదాయ వీడియో రికార్డింగ్‌లో పరిమితులను తెలుపండి.

జ. అయస్కాంత టేపు మాధ్యమంపై రికార్డు చేయడంలోని పరిమితులు

1. దృశ్య నాణ్యత అతి తక్కువ మరియు శబ్ద నాణ్యత అంత సంతృప్తికరంగా ఉండదు.
2. టేపుపై గీతలు, మడతల వల్ల రికార్డయిన ధ్వనిలో అంతరాయాలూ, ఫ్లికర్ (దృశ్య తీవ్రతలో మార్పులు మొదలైనవి) మరియు విరూపణలు చాలా సామాన్యం.
3. మాగ్నెటిక్ టేపుకు, వీడియో హెడ్‌కు మధ్య రాపిడి వల్ల దృశ్య నాణ్యత మరియు ధ్వని నాణ్యతలోపించడం వంటివి – టేపు అధిక వాడుకలో – ఏర్పడుతాయి.
4. తరుచుగా హెడ్‌ను శుభ్రం చేయవలసిన అవసరం ఉంటుంది. ఇలా చేయడం టేపుపై గీతలు పడడాన్ని తగ్గిస్తుంది.

6. రికార్డు చేయగల CDల గురించి వివరించండి.

జ. రికార్డబుల్ CD లు ఎన్నో రకాలలో లభ్యమౌతున్నాయి.

i) రికార్డబుల్CD : (CD –R) లపై శాశ్వతంగా రికార్డింగ్ చేయగలిగేటట్లు – వీటిని రూపొందించారు. ఒక CD –R పై 700 మిలియన్ బైట్లు/80ని సమాచారాన్ని స్టోర్ చేయవచ్చు. వేరు వేరు రైటబుల్ స్పీడ్‌లతో – గరిష్టంగా 48x,52x లతో– ఈ CD లు దొరుకుతాయి. రైటబుల్ స్పీడ్ ఎక్కువైతే అంత వేగంగా డాటాను CD లపై రికార్డు చేయవచ్చు.

ఒక CD –R జీవితకాలం 20 నుండి 100 సంవత్సరాలు.

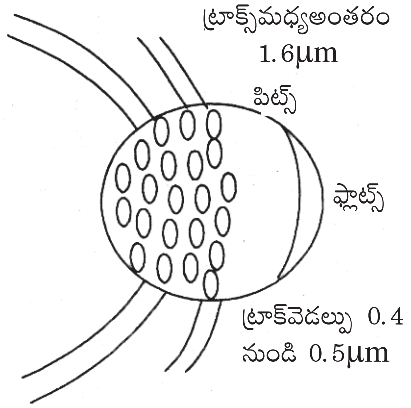
ii) రీ రైటబుల్ CD (CR-RW) ఇది మళ్ళీ రికార్డు చేయగల మాధ్యమం (medium). దీనిలో డై (Dye) కి బదులుగా ఒక లోహ మిశ్రమం పూత ఉంటుంది. రైటర్ లేజర్ నుండి వచ్చే కాంతి పుంజం అదిపడిన చోట ఈ లోహ మిశ్రమాన్ని వేడి చేస్తుంది. దీనివల్ల ఆ బిందువు వద్ద ఈ లోహ మిశ్రమ ధర్మాలు మారతాయి. (అస్ఫటిక పదార్థపు లక్షణం, స్ఫటిక పదార్థ లక్షణంగా మారుతుంది) ఆ కారణంగా ఈ బిందువు వద్ద లోహ మిశ్రమ పరావర్తకత (reflectivity) లో మార్పు వస్తుంది. ఒక CD-RW యొక్క పరావర్తకత సాధారణ CD లేదా CD-R పరావర్తకతతో అంతగా భేదించదు.

iii) హై స్పీడ్ రి రైటబుల్CD: సాంకేతిక పరిమితుల కారణంగా మూల రిరైటబుల్ CD రైటింగ్ స్పీడు 4x కంటె ఏమాత్రం ఎక్కువగా ఉండే వీలులేదు. భిన్నమైన రూపకల్పన కల హైస్పీడ్ రిరైటబుల్CD రైటింగ్ స్పీడు 4x నుండి 12x వరకూ ఉంటుంది.

8 మార్కుల ప్రశ్నలు

1. కంపాక్ట్ డిస్క్ నిర్మాణాన్ని పటం ద్వారా వివరించండి

జ.

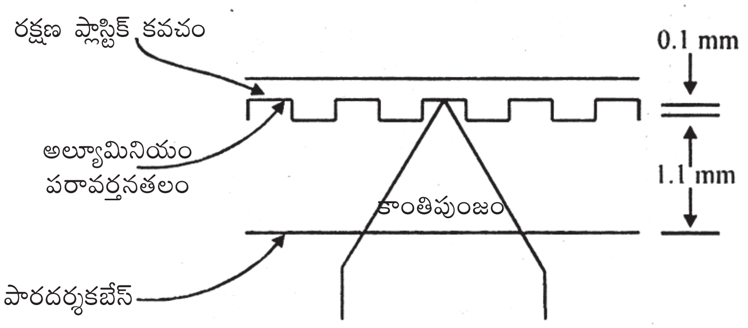


పటం: కంపాక్ట్ డిస్క్ అడ్డుకోత

డిస్క్‌పైన అల్యూమినియం బాష్పపు పొర ఉంటుంది. ఈ పొర పరావర్తన తలంగా ప్రవర్తిస్తుంది. ఈ పొరపై పారదర్శక ప్లాస్టిక్ రక్షణ పొర ఉంటుంది. అల్యూమినియం పరావర్తన తలం అద్దం వలె కాంతిని పరావర్తనం చెందిస్తుంది. ఈ పరావర్తన తలంపైన అత్యంత సూక్ష్మమైన పిట్స్ మరియు ఫ్లాట్స్(అంటే ఎత్తు పల్లాలు) రూపంలో సమాచారాన్ని రికార్డు చేయడం జరుగుతుంది. కనీసం 3 బిలియన్ల పిట్స్ సర్పిలాకారపు ట్రాక్ (spiral track) పై గంటకుపైగా సాగే సంగీతాన్ని రికార్డు చేయవచ్చు. సర్పిలాకారపు ట్రాక్ 5కి.మి పొడవు ఉంటుంది.

పారదర్శక బేస్‌కీ, ప్లాస్టిక్ రక్షణ కవచానికీ మధ్యగా బంధింపబడి (sandwiched) ఉన్న మెరిసే లోహపు పూత పై లేజర్ పుంజంతో సర్పిలాకారం గల ట్రాక్‌పై పిట్స్‌ను చెక్కుతారు (etch చేస్తారు). ఈ పిట్స్ అత్యంత సూక్ష్మమైన

పరిమాణంలో ఉంటాయి. సర్పిలాకారపు రేఖల నడుమ దూరం (వరుస రేఖల మధ్య దూరం) 1.6 మి.మీ. ఉంటుంది.



పటం.: కంపాక్ట్ డిస్క్‌పై ట్రాక్స్ పెద్దవిగా చూపడం జరిగింది.

ట్రాక్ మీద వేలాది వృత్తాకారపు గీతలు (tracks) సర్పిలాకారంలో డిస్క్ మధ్యభాగం నుండి అంచువైపు అవిచ్ఛినంగా గీయబడి ఉంటాయి. CD ట్రాక్స్‌పై సూక్ష్మమైన ఎత్తైన ప్రదేశాలు (pits) (బొడుపులు) ఉంటాయి. ఈ పిట్స్ వెడల్పు 0.4నుండి 0.5 మైక్రోమీటర్లు (μm), లోతు 0.1 μm ఉంటుంది. వరుస సర్పిలాకారపు గీతల మధ్య దూరం 1.6 μm ఉంటుంది. ఈ వరుస గీతల మధ్య దూరాన్ని ట్రాక్ పిచ్ అంటారు. రెండు పిట్‌ల మధ్య భాగాన్ని ఫ్లాట్ అంటారు. పిట్స్ మరియు ఫ్లాట్స్‌ల రూపంలో (పిట్‌కు ఒక విలువ, ఫ్లాట్‌కు ఒక విలువ ఇచ్చినట్లుగా భావించి) డిజిటల్‌గా సమాచారాన్ని రికార్డు చేస్తారు, లేదా పునరుత్పాదన చేస్తారు.

ఆకారం, పరిమాణం మరియు CD లలో రకాలు

సాధారణంగా వాడే CD 120 mm ల వ్యాసం కలిగి ఉంటుంది. 74 లేదా 80 నిమిషాల ఆడియో కెపాసిటీ మరియు 650 లేదా 700 MB డాటా కెపాసిటీ కలిగి ఉంటుంది. CD లు వివిధ ఆకారాలలో మరియు పరిమాణాలలో దొరుకుతాయి. బిజినెస్ కార్డు CD లు, బిజినెస్ కార్డుతో పూర్తిగా పోల్చతగిన పరిమాణంలో ఉంటాయి.

గ్రామఫోను రికార్డు యొక్క పరిణామక్రమమే CD; ఒక డాటా స్టోరేజ్ మీడియంగా రూపొందింది. డాటా స్టోరేజి డివైజ్‌లాగా ఉపయోగపడేటట్లుగా ఉండే ఈ CD ని CD-ROM అని అంటారు.

రికార్డు చేసే సాంకేతిక పరిజ్ఞానం, మరియు అనువర్తనాన్ని బట్టి CD లకు ఎన్నో పేర్లున్నాయి. వీటిల్లో కొన్నింటిని దిగువన వర్ణించడం జరిగింది.

2. వీడియో డిస్క్ ప్లేయర్ పనిచేసే సూత్రంను తెలుపండి. వీడియో డిస్క్‌ల వల్ల సౌకర్యాలు - అసౌకర్యాలను తెలుపండి.

జ. ఆప్టికల్ వీడియో డిస్క్‌ను దాని క్రింది భాగాన ఉంచిన లేజర్ జనకం నుండి వచ్చిన కాంతిపుంజం చదువుతుంది (స్కాన్ చేస్తుంది). కాంతిపుంజం స్కాన్ చేయడాన్ని డిస్క్ మధ్యభాగం నుండి ప్రారంభించి డిస్క్ బయటి అంచువైపుగా చేస్తుంది.

ఒక వస్తు కటకం ద్వారా లేజర్ కాంతిపుంజం, డిస్క్ అడుగుభాగం నుండి, డిస్క్‌పై కేంద్రీకరింపబడుతుంది. కటకాన్ని డిస్క్ అడుగుభాగాన అమర్చుతారు. కటకం వీడియో డిస్క్ మధ్య భాగం నుండి అంచువైపుకు కదులుతూ ఉంటుంది, దానిపై భాగాన డిస్క్ భ్రమణాలు చేస్తుంది. డిస్క్‌లోని పరావర్తన తలంపై గల పల్లాలు, ఎత్తులపై (pits and flats) కాంతిపుంజం పతనమై పరావర్తనం చెందుతుంది. ఈ పల్లాలు, ఎత్తులను, దృశ్య, ధ్వని సమాచారానికి అనుగుణంగా సంజ్ఞా లిపిలో సూచిస్తారు.ఇలాంటి ఆప్టికల్ వ్యవస్థ ఫార్వర్డ్, రివర్స్‌ప్లే, స్లో, ఫాస్ట్‌మోషన్, లేదా స్టిల్‌పిక్చర్ వంటి ప్లే బ్యాక్ అంశాలను సమర్థవంతంగా నిర్వహిస్తుంది.

పిట్స్, ఫ్లాట్స్ నుండి పరావర్తనం చెందిన లేజర్ కాంతిని 'ఆప్టికల్ పికప్' రీడ్ చేస్తుంది(చదువుతుంది). అంటే కోడ్ చేయబడిన పిట్స్, ఫ్లాట్స్ ల సమాచారాన్ని సేకరిస్తుంది. పిట్స్, ఫ్లాట్స్ నుండి పరావర్తనం చెందిన కాంతి స్వభావంలోని మార్పులను ఆప్టికల్ పికప్ గ్రహిస్తుంది. ఆప్టికల్ పికప్, గ్రహించిన పరావర్తన కాంతిని ఒక ఫోటో డిటెక్టర్‌కు అందజేస్తుంది. ఈ ఫోటో డిటెక్టర్ పిట్స్, ఫ్లాట్స్ నుండి పరావర్తనం చెందిన కోడ్ చేయబడిన ఆన్ ఆఫ్ ఎలక్ట్రికల్ సంకేతాలను సున్నాలూ, ఒకట్లుగానూ (అంటే డిజిటల్‌గా) మార్చుతుంది. ఈ డిజిటల్ సమాచారాన్ని ఆడియో, వీడియో అనలాగ్ సంకేతాలుగా మార్చబడతాయి.

ప్రస్తుత సాంకేతిక పరిజ్ఞానం ద్వారా ఒక DVD పై 488 నిమిషాల నిడివి గల పూర్తి చలన దృశ్య సమాచారాన్ని 120 mm వ్యాసం గల డిస్క్‌పై రికార్డు చేయగలుగుతున్నారు. అయతే 15 సంవత్సరాల క్రితం ఇదే 120mm డిస్క్‌పై కేవలం 70 నిమిషాల నిడివి గల ఆడియోను మాత్రమే రికార్డు చేయగలిగేవారు.

. పేపరు, మైక్రో ఫిల్మ్ మరియు అయస్కాంత మాధ్యమం లేదా మాగ్నిటిక్ మీడియాతో పోల్చినప్పుడు వీడియో డిస్క్ వల్ల ఈ క్రింద చెప్పబడిన సౌకర్యాలుంటాయి.

1. డిస్క్ రెండువైపులా స్టోర్ చేయగల కెపాసిటీ అధికం.
2. అతి మన్నిక గల స్టోరేజి మాధ్యమం. హెడ్‌తో స్పర్శ ఉండని కారణంగానూ, లేజర్‌తో స్కాన్ చేయగలగడం వల్లనూ ఇది సాధ్యం.
3. డిస్క్‌పై గీతల వల్లనూ, ధూళి వల్లనూ సమాచారం ప్రభావితం కాదు.
4. తక్కువ ధర గల వీడియో ప్లేయర్‌లు అందుబాటులో ఉండడం వల్లనూ, కంప్యూటర్ కంట్రోలు ద్వారా కావలసిన వీడియో చిత్రాలను అతి త్వరగా ఆక్సెస్ చేయగలం.
5. డిస్క్‌లను తయారుచేయడానికి వాడే పదార్థాలు అతి తక్కువ ఖరీదు గలవి. (VCR లు లేదా సాంప్రదాయక ఫోటోఫిల్మ్‌లు కొంచెం అధిక ఖర్చుతో కూడుకున్నవి)
6. డిస్క్ అతి తేలికైనది, పరిమాణంలో చిన్నది కావడం వల్ల భద్రపరచడం ఎక్కడికైనా తీసుకువెళ్ళడం సులభం.
7. కొన్ని డిస్క్‌లలో ర్యాండమ్ ఆక్సెస్ అదనపు సౌకర్యం ఉంటుంది. డిస్క్‌పై ఏ సమాచారాన్నైనా తక్షణమే పొందవచ్చు.(ఇది టేపులపై వీడియో క్యాసెట్లపై సాధ్యం కాదు)

	# మాదిరి ప్రశ్నాపత్రం	**312 – T (TS)**
ఇంటర్మీడియట్ **(TOSS)**	రిజిస్ట్రేషన్ నం. :.................................	
	భౌతిక శాస్త్రము	
సమయం : 3 గంటలు		గరిష్ఠ మార్కులు : 80

భాగము – ఎ

సూచనలు : i) అన్నీ అతి స్వల్ప సమాధాన తరహా ప్రశ్నలు.
ii) అన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానములు వ్రాయుము.
iii) ప్రతి సరియైన సమాధానమునకు **2** మార్కులు. **(13×2=26 మార్కులు)**

1. ఒక కణం తత్కాల వేగం, సగటు వేగం ఏ విధంగా భేదిస్తాయి ?

2. ఒక వస్తువును ఏకరీతి వృత్తాకార గమనంలో ఉంచే బలం ఏమిటి ? ఆ బలం చేసే పని ఎంత ?

3. పాయిజాన్ నిష్పత్తి అంటే ఏమిటి ? దాని ప్రాయోగిక అవదులు ఏమిటి ?

4. శక్తి సమ విభాజక సూత్రం ప్రకారం ఏక పరమాణుక వాయు మొత్తం గతిజశక్తి $\frac{3}{2}KT$ మరియు ద్విపరమాణుక వాయు మొత్తం గతిజశక్తి $\frac{5}{2}KT$. ఈ భేదానికి కారణం ఏమిటో తెలపండి.

5. విరళయానకం నుండి ప్రయాణిస్తున్న ఒక అనుదైర్ఘ్య తరంగం యొక్క సంపీడనం.
   a) సాంద్రతర యానకం సరిహద్దు వద్ద తాకి పరావర్తనం చెంది
   b) సాపేక్షంగా విరళయానకం సరిహద్దు తలం వద్ద తాకి పరావర్తనం చెందినప్పుడు తరంగం (సంపీడనం) ఎలా వెనుదిరుగుతుంది ?

6. ఒక పదార్థ విశిష్ట నిరోధం అంటే ఏమిటి ?

7. మీ ఇంటి విద్యుత్ సప్లై వోల్టేజి rms విలువ 240 V అయితే శిఖర విలువ ఎంత ?

8. రాలీస్ కాంతి పరిక్షేపణ నియమాన్ని తెలపండి.

9. ఒక వక్రీభవన దూరదర్శిని సహజ సర్దుబాటులో ఉన్నప్పుడు ఆవర్ధన సామర్థ్యం 50. ఆ దూరదర్శిని నేత్రకటక నాభ్యాంతరం 2 cm. దూరదర్శిని పొడవెంత ?

10. ఒక లోహం యొక్క పని ప్రమేయం అంటే ఏమిటి ?

11. ఒక p-n సంధి వద్ద అవరోధ పొటెన్షియల్ అంటే ఏమిటి ? Ge మరియు Si లతో చేసిన p-n జంక్షన్ డయోడ్‌లలో దీని విలువ సుమారు ఎంతెంత ఉంటుంది ?

12. మాడ్యులేషన్ అంటే ఏమిటి ? ఎందుకు అవసరం ?

13. వీడియో కెమెరాలలో మరియు స్కానర్‌లలో ఉపయోగించే CCD పరికరం నామాన్ని విస్తృతపరచండి. దీని ప్రాముఖ్యతను తెలపండి.

P.T.O.

భాగము – బి

సూచనలు : i) అన్నీ స్వల్ప సమాధాన తరహా ప్రశ్నలు.
ii) ఏవేని **6** ప్రశ్నలకు సమాధానాలు వ్రాయండి.
iii) ప్రతి సరియైన సమాధానానికి **5** మార్కులు. **(6×5=30 మార్కులు)**

14. ఒక వస్తువు పై ఒక స్థిర బలం చేసిన పని ఆ వస్తువు గతి శక్తిలో మార్పుకు సమానమని చూపండి.

15. బెర్నౌలీ సూత్రాన్ని తెలపండి. ఈ సూత్రాన్ని అనుసరించి క్రికెట్ బంతిని త్రిప్పుతూ (Spin చేస్తూ) విసిరినప్పుడు అది వక్రపథంలో ప్రయాణించడాన్ని వివరించండి.

16. వాయువులలో ధ్వని వేగానికి న్యూటన్ సూత్రాన్ని తెలపండి. ఈ సూత్రానికి లాప్లాస్ సవరణ ఎందుకు చేయవలసి వచ్చిందో వివరించి, లాప్లాస్ సమీకరణాన్ని వ్రాయండి.

17. 50 mm వ్యాసార్ధం గల 100 చుట్లుగల తీగ చుట్ట తలం ఒక ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రానికి లంబంగా ఉండేట్లు అమర్చి 200 మిల్లీ సెకన్లలో క్షేత్ర పరిమాణం 25 mT నుంచి 50 mT కు స్థిర రేటుతో మారేట్లు అనువర్తించారు. తీగ చుట్ట నిరోధం $0.5\,\Omega$ అయితే తీగ చుట్టలో ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం ఎంత $(\pi = 3.14)$?

18. సరళ సూక్ష్మదర్శిని పనిచేసే విధానాన్ని చక్కని కిరణ పటం సహాయంతో వివరించండి.

19. ఏకదిక్కరణం అంటే ఏమిటి ? పూర్ణ తరంగ ఏక దిక్కరిణిని రెండు సంధి డయోడులతో ఎలా సాధించవచ్చో వివరించండి.

20. ఒక LCD పనిని సాధ్యంచేసే నాలుగు అంశాలను తెలపండి.

21. ఒక వీడియో డిస్క్ యొక్క సౌకర్యాలను అయిదింటిని వ్రాయండి.

భాగము – సి

సూచనలు : i) అన్నీ దీర్ఘ సమాధాన తరహా ప్రశ్నలు.
ii) ఏవేని **మూడు** ప్రశ్నలకు సమాధానాలు వ్రాయండి.
iii) ప్రతి సరియైన సమాధానానికి **8** మార్కులు. **(3×8=24 మార్కులు)**

22. భూమి పై ఒక ప్రదేశంలో 1) ఎత్తు మరియు 2) లోతులతో గురుత్వత్వరణం g విలువలో వచ్చే మార్పులకు సమీకరణాలు రాబట్టండి.

23. సౌరస్థిరాంకం అంటే ఏమిటి ?
భూమి 1 సె॥ నులో గ్రహించే మొత్తం శక్తిని గణించండి.
భూమి మరియు అంగారక గ్రహాల కక్ష్యా వ్యాసార్ధాలు $\left(\frac{1}{1.52}\right)$ నిష్పత్తిలో ఉంటే అంగారక గ్రహం సౌర స్థిరాంకం $6 \times 10^2\,Wm^{-2}$ అని చూపండి. భూమి కక్ష్యా వ్యాసార్ధం ($R = 6.4 \times 10^6$ m, C = సౌరస్థిరాంకం భూమి పై $= 1.36 \times 10^3\,Wm^{-2}$).

24. ఒక ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచిన విద్యుత్ ప్రవాహంగల తీగ చుట్ట పై టార్క్‌కు సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి. కదిలే తీగ చుట్ట గల్వనోమీటర్ పని చేసే సూత్రాన్ని వివరించండి.

25. రేడియోధార్మికత అంటే ఏమిటి ? రేడియో ధార్మికత క్షయం, కాలంపరంగా ఘాతీయ సంబంధం కలిగి ఉంటుందని చూపండి. ఒక రేడియో ధార్మిక పదార్థ అర్ధ జీవితకాలంనకు సమాసాన్ని రాబట్టండి.