2 દ્રવ્ય અવસ્થાઓ

● **વાયુ અવસ્થા**

● **વાયુના નિયમો :**

બૉઇલનો નિયમ : નિશ્ચિત તાપમાને, નિશ્ચિત જથ્થાના વાયુનું દબાણ (P) તેના કદ (V)ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

$$P \alpha \frac{1}{V}$$

$\therefore$ PV = K (T, n નિયત)

બે પરિસ્થિતિઓ માટે, $P_1V_1 = P_2V_2 = K$

ઘનતાના સંદર્ભમાં, $\frac{d_1}{p_1} = \frac{d_2}{p_2}$, $\therefore \frac{d_1}{d_2} = \frac{p_1}{p_2}$

ચાર્લ્સનો નિયમ : અચળ દબાણે, નિશ્ચિત જથ્થાના વાયુનું કદ તેના નિરપેક્ષ તાપમાનના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$V \alpha T$ (P, n અચળ)

$\therefore \quad \frac{V}{T} = K$

બે પરિસ્થિતિઓ માટે, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = K$, $\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

ગેલ્યુસેકનો નિયમ : નિયત કદે, નિશ્ચિત જથ્થાના વાયુનું દબાણ વાયુના નિરપેક્ષ તાપમાનના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$P \alpha T$ (V, n અચળ)

$\therefore \quad \frac{P}{T} = K$

બે પરિસ્થિતિઓ માટે, $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = K$, $\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{T_1}{T_2}$

એવોગેડ્રોનો નિયમ : સમાન તાપમાને અને દબાણે સરખા કદ ધરાવતા બધા જ વાયુઓમાં અણુની સંખ્યા સમાન હોય છે.

$\therefore V \alpha n$ (v, n અચળ)

$V = kn$

$\therefore \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$

● **STP પરિસ્થિતિઓ**

પ્રમાણભૂત તાપમાન : 273 K અથવા $0^\circ C$

પ્રમાણભૂત દબાણ : 1 બાર = 1×10^5 પાસ્કલ

પ્રમાણભૂત મોલર કદ : 22.71 લિટર (આદર્શ વાયુ માટે) 22.4 લિટર

પ્રમાણભૂત કણ-સંખ્યા : 6.022×10^{23} કણ/મોલ

સંયુક્ત વાયુ સમીકરણ :

$V \alpha \frac{1}{P}$ (બૉઇલનો નિયમ) $V \alpha T$ (ચાર્લ્સનો નિયમ)

$\therefore\ V \propto \frac{T}{P}$

$PV \propto T$

$\therefore\ \frac{PV}{T} = K$

બે જુદી-જુદી પરિસ્થિતિઓ માટે $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

- **આદર્શ વાયુ સમીકરણ**

$V \propto \frac{1}{P}$ (બૉઇલનો નિયમ) $V \propto T$ (ચાર્લ્સનો નિયમ) $V \propto n$ (એવોગેડ્રોનો નિયમ)

$\therefore\ V \propto \frac{nT}{P}$

$\therefore\ PV \propto nT$

$\therefore\ PV = nRT$ (R = અચળાંક)

$\therefore\ PV = \frac{mRT}{M}$ $\qquad n = \frac{m}{M}$

$\therefore\ P = \frac{m}{V}\frac{RT}{M}$ $\qquad d = \frac{m}{V}$

$\therefore\ P = \frac{dRT}{M}$

- **વાયુ અચળાંક Rનાં મૂલ્યો**

R = 0.0821 લિટર વાતા. $કે^{-1}$ $મોલ^{-1}$

R = 82.1 મિલિ વાતા. $કે^{-1}$ $મોલ^{-1}$

R = $8.314 \times 10^{+7}$ અર્ગ $કે^{-1}$ $મોલ^{-1}$

R = 1.987 કૅલરી $કે^{-1}$ $મોલ^{-1}$

R = 8.314 જૂલ $કે^{-1}$ $મોલ^{-1}$

R = 0.08314 બાર લિટર $કે^{-1}$ $મોલ^{-1}$

- **દબનીય અવયવ (Z)**

$Z = \frac{PV}{nRT}$

(i) આદર્શ વાયુ માટે, Z = 1

(ii) બિનઆદર્શ વાયુ માટે Z > 1 અથવા Z < 1

જો Z > 1 તો ધન વિચલન PV > nRT

જો Z < 1 તો ઋણ વિચલન PV < nRT

શૂન્ય દબાણે Z = 1 દરેક વાયુ આદર્શ વર્તણૂક દર્શાવે.

● **બિનઆદર્શ વાયુઓ માટે દબાણ અને કદ**

(i) આદર્શ વાયુનું દબાણ $P_{\text{આદર્શ}} = P_{\text{વાસ્તવિક}} + \frac{an^2}{V^2}$

જ્યાં n = વાયુની મોલસંખ્યા, V = કદ લિટરમાં અને a = વાન્ડર-વાલ્સ અચળાંક જે વાયુની લાક્ષણિકતા પર આધાર રાખે છે અને તે આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ બળની પ્રબળતાનું માપ દર્શાવે છે, તેમજ તે તાપમાન અને દબાણથી સ્વતંત્ર છે.

(ii) આદર્શ વાયુનું કદ $V_{\text{આદર્શ}} = V_{\text{વાસ્તવિક}} + nb$

જ્યાં n વાયુની મોલસંખ્યા અને b = વાન્ડર-વાલ્સ અચળાંક

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

વાન્ડર-વાલ્સ સમીકરણ

● **વિવિધ ક્રાંતિક પરિસ્થિતિઓ**

(i) ક્રાંતિક દબાણ $P_C = \frac{a}{27 \times b^2}$

(ii) ક્રાંતિક કદ $V_C = 3b$

(iii) ક્રાંતિક તાપમાન $T_C = \frac{8a}{27 \times R \times b}$

(iv) $\frac{P_C V_C}{T_C} = \frac{3}{8} R$

(v) બૉઇલ તાપમાન $T_b = \frac{a}{R \times b}$

(vi) વ્યસ્ત તાપમાન $T_i = 2 = T_b = \frac{2a}{2b}$

જ્યાં a અને b વાન્ડર-વાલ્સ અચળાંક R = મોલર વાયુ અચળાંક

---

1. નિયત તાપમાને, નિશ્ચિત જથ્થાનો N_2 વાયુ 200 મિલિબાર દબાણે 100 મિલિ કદ ધરાવતી બૉટલમાં ભર્યો છે. જો આ વાયુને 1 લિટર કદની બૉટલમાં ભરવામાં આવે, તો વાયુનું દબાણ કેટલું થશે ?

(A) 20 મિલિબાર (B) 2000 મિલિબાર (C) 200 મિલિબાર (D) 100 મિલિબાર

2. એક વાયુની સમુદ્રની સપાટી ઉપર ઘનતા 2.5 મિલિ/ગ્રામ હોય, તો 0.5 બાર દબાણે આ વાયુની ઘનતા કેટલી ?

(A) 5.0 (B) 2.5 (C) 1.25 (D) 0.5

3. 400 K તાપમાને એક વાયુનું કદ 4 લિટર છે. જો કદ અડધું કરવું હોય, તો તાપમાન કેટલું કરવું પડે ?

(A) -73° C (B) $+73^\circ$ C (C) -173° C (D) 173° C

4. 5 લિટરના બંધપાત્રમાં ભરેલા N_2 વાયુનું 27° C તાપમાને દબાણ 1 બાર છે. જો તેનું તાપમાન 77° C કરવામાં આવે, તો વાયુનું દબાણ કેટલું હશે ?

(A) 0.117 બાર (B) 1.17 બાર (C) 11.7 બાર (D) 2.7 બાર

5. 400 K તાપમાને 5 લિટર કદના બંધપાત્રમાં Cl_2 વાયુનું દબાણ 4 બાર છે. જો તેનું દબાણ 5 બાર કરવું હોય, તો તેનું તાપમાન કેટલા $^\circ$ સે રાખવું પડે ?

(A) 500 (B) 227 (C) 300 (D) 27

6. 300 K તાપમાને 200 મિલિ N_2 વાયુનું દબાણ 1.75 બાર છે, તો N_2 વાયુનું STP એ કદ લગભગ કેટલું થશે ?

(A) 239 મિલિ (B) 139 મિલિ (C) 339 મિલિ (D) 250 મિલિ

7. 2 લિટર કદના પાત્રમાં 300 K તાપમાને SO_3 વાયુના 0.1 મોલ દાખલ કરવાથી પાત્રમાંના SO_3નું દબાણ કેટલું થશે ?

(A) 2.46 બાર (B) 1.23 બાર (C) 1 બાર (D) 2 બાર

8. વાયુ અચળાંક Rનું કૅલરી કે$^{-1}$ મોલ$^{-1}$ એકમમાં મૂલ્ય કેટલું છે ?

(A) 0.0821 (B) 0.08314 (C) 8.314 (D) 1.987

9. 300 K તાપમાને 2 લિટરના પાત્રમાં 10 મોલ Cl_2 વાયુ ભરવાથી, પાત્રમાંના Cl_2 વાયુનું દબાણ કેટલા બાર થશે ?

(A) 6.235 (B) 0.6235 (C) 62.35 (D) 6.325

10. 350 K તાપમાને 500 મિલિ કદના પાત્રમાં કેટલા મોલ Cl_2 વાયુનું દબાણ 125 બાર થાય ?

(A) 2.15 (B) 4.30 (C) 0.43 (D) 0.215

11. 400 K તાપમાને નિયોન વાયુની ઘનતા 0.8 ગ્રામ/લિટર હોય, તો તેનું દબાણ કેટલું થશે ? Ne નું પરમાણ્વિય દળ = 20.

(A) 1.30 (B) 3.10 (C) 3.31 (C) 1.33

12. O_2 વાયુના 6.022×10^{21} અણુઓનું STP એ કદ કેટલું થાય ?

(A) 22.4 લિટર (B) 0.224 લિટર (C) 2.24 લિટર (D) 0.0224 લિટર

13. 50° સે તાપમાન ધરાવતા N_2 વાયુનું તાપમાન 100° સે કરવામાં આવે તો N_2 વાયુનું કદ કેટલું થશે ?

(A) બે ગણું (B) બે ગણા કરતાં વધુ (C) બે ગણા કરતાં ઓછું (D) એટલું જ રહેશે

14. He વાયુ માટે દબનીય અવયવ Zનું મૂલ્ય કેટલું હોય ?

(A) એક (B) એક કરતાં વધારે (C) એક કરતાં ઓછું (D) શૂન્ય

15. કયો વાયુ નીચા દબાણે ધન વિચલન દર્શાવે છે ?

(A) He (B) CO_2 (C) CH_4 (D) N_2

16. સાચું વાસ્તવિક વાયુ-સમીકરણ નીચેના પૈકી કયું છે ?

(A) $\left(P+\frac{av^2}{n^2}\right)(v - nb) = RT$ (B) $\left(P+\frac{an^2}{v^2}\right)(v - nb) = nRT$

(C) $\left(P+\frac{av^2}{n^2}\right)(v + nb) = RT$ (D) $\left(P+\frac{an^2}{v^2}\right)(v - nb) = RT$

17. 1.0 બાર દબાણે રાખેલા વાયુનું કદ ઘટાડી $\frac{1}{4}$ કરવામાં આવતા વાયુનું દબાણ કેટલું થશે ?

(A) 1 વાતા (B) 2 વાતા (C) 4 વાતા (D) $\frac{1}{4}$ વાતા

18. 300 K તાપમાને અને 1 વાતા. દબાણે એક વાયુની ઘનતા d છે, તો કયા તાપમાને આ વાયુની ઘનતા 0.75 થાય ?

(A) 20 $^\circ$C (B) 30 $^\circ$C (C) 400 K (D) 300 K

19. 303 K તાપમાને He વાયુનું કદ દબાણ આપીને અડધું કરવામાં આવે છે. તેનું કદ મૂળ કદથી બે ગણું કદ કરવા માટે કેટલા તાપમાને ગરમ કરવું પડે ?

(A) 303 K (B) 606 K (C) 1212 K (D) 30° C K

20. તાપમાન અને દબાણની સમાન પરિસ્થિતિમાં 14 g N_2 અને 36 g O_3 વાયુઓએ રોકેલું કદ કેટલું થાય ?

(A) $2V_{N_2} = 3V_{O_3}$ (B) $3V_{N_2} = 2V_{O_3}$ (C) $3V_{N_2} = 4V_{O_3}$ (D) $4V_{N_2} = 3V_{O_3}$

21. 10 લિટરના બંધપાત્રમાં 4 વાતા. દબાણે રાખેલો N_2 વાયુપાત્ર લિકેજ થાય છે. લિકેજ રિપેર થાય ત્યાં સુધીમાં પાત્રમાં રહેલો N_2 વાયુ 2.36 વાતા દબાણ 27° C સે તાપમાને બાકી રહે છે, તો લિકેજ થયેલા N_2 વાયુનું વજન કેટલું થાય ?

(A) 18.7 g (B) 0.67 g (C) 52.6 g (D) 10.0 g

22. 27° C તાપમાને અને 2 વાતા. દબાણે CH_4 (આણ્વિય દળ = 16)ની ઘનતા કેટલી થશે ?

(A) 0.13 g/L (B) 0.26 g/L (C) 1.3 g/L (D) 26 g/L

23. આદર્શવાયુ માટે દબનીય અવયવ Zનું મૂલ્ય કેટલું ?

(A) $Z = 1$ (B) $Z > 1$ (C) $Z \leq 1$ (D) $Z \geq 1$

24. 25° C તાપમાને દળથી સમાન મિથેન અને હાઇડ્રોજન વાયુનું મિશ્રણ બંધ પાત્રમાં ભરેલું છે, તો H_2 વાયુ દ્વારા કેટલું દબાણ ઉત્પન્ન થશે ?

(A) $\frac{1}{2}$ P (B) $\frac{8}{9}$ P (C) $\frac{1}{9}$ P (D) $\frac{16}{17}$ P

જવાબો : **1.** (A), **2.** (C), **3.** (A), **4.** (B), **5.** (B), **6.** (A), **7.** (B), **8.** (D), **9.** (C), **10.** (A), **11.** (D), **12.** (B), **13.** (B), **14.** (B), **15.** (A), **16.** (B), **17.** (C), **18.** (C), **19.** (C), **20.** (B), **21.** (A), **22.** (C), **23.** (A), **24.** (B)

ડાલ્ટનનો આંશિક દબાણનો નિયમ : એકબીજા સાથે રાસાયણિક પ્રક્રિયા ન કરતા હોય તેવા વાયુઓના મિશ્રણનું કુલ દબાણ તે દરેક વાયુઓના આંશિક દબાણના સરવાળા જેટલું હોય છે.

$P_{total} = P_A + P_B + P_C$ ....

વાયુનું આંશિક દબાણ :

દળ અને કદના આધારે $P = \frac{nRT}{V} = \frac{WRT}{MV}$

મોલ અંશ અને કુલ દબાણને આધારે :

$$P_{\text{વાયુ}} = X_{\text{વાયુ}} \times P_{\text{કુલ}} = \frac{n_1}{n_{\text{કુલ}}} \times P_{\text{કુલ}}$$

કદ ટકાના આધારે :

$$P_{\text{વાયુ}} = \frac{\text{વાયુના કદથી ટકા} \times P_{\text{કુલ}}}{100}$$

વાયુને પાણીની સપાટી પર એકત્રિત કરેલ હોય ત્યારે :

$$P_{\text{કુલ}} = P_{\text{વાયુ}} + P_{H_2O} \therefore P_{\text{વાયુ}} = P_{\text{કુલ}} - P_{H_2O}$$

ગ્રેહામનો વાયુ-પ્રસરણનો નિયમ : તાપમાન અને દબાણની સમાન પરિસ્થિતિએ જુદા-જુદા વાયુઓના પ્રસરણ-વેગ તેમની ઘનતાના વર્ગમૂળના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$ r = વાયુનો પ્રસરણ-વેગ, d = વાયુની ઘનતા

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

પણ, $d \propto M$ તેથી $\frac{d_2}{d_1} = \frac{M_2}{M_1}$

$$\therefore \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

હવે $r = \frac{V}{t}$

$$\therefore \frac{r_1}{r_2} = \frac{V_1/t_1}{V_2/t_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

જો $V_1 = V_2$ હોય, તો, $\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

જો $t_1 = t_2$ હોય, તો, $\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

---

25. 5 લિટર કદના એક પાત્રમાં 4 મોલ Cl_2, 4 મોલ N_2 અને 2 મોલ O_2 વાયુને 27° C તાપમાને ભરવાથી વાયુમિશ્રણનું કુલ દબાણ કેટલું થશે ?

(A) 100 બાર (B) 50 બાર (C) 5 બાર (D) 10 બાર

26. 27° C તાપમાને 4 મોલ N_2, 3 મોલ Cl_2 અને 3 મોલ O_2 વાયુ ભેગા કરતાં પાત્રનું કુલ દબાણ 50 બાર માલૂમ પડે છે, તો N_2નું આંશિક દબાણ કેટલું થાય ?

(A) 20 બાર (B) 50 બાર (C) 10 બાર (D) 15 બાર

27. H_2, N_2 અને O_2 વાયુના સમાન દળ એક પાત્રમાં ભરવામાં આવતા નિયત તાપમાને કયા વાયુનું આંશિક દબાણ સૌથી વધારે હશે ?

(A) N_2 (B) O_2 (C) H_2 (D) H_2 અને N_2

28. સૂર્યથી પૃથ્વી પર આવતાં O_2 વાયુને 40 સેકન્ડ સમય લાગે, તો He વાયુને કેટલો સમય લાગશે ?

(A) 14.15 સેકન્ડ (B) 28.30 સેકન્ડ (C) 20 સેકન્ડ (D) 40 સેકન્ડ

29. કયા વાયુનો પ્રસરણ-દર સૌથી વધારે હશે ?

(A) CO_2 (B) Cl_2 (C) NO_2 (D) H_2

30. N_2 વાયુ અને અજ્ઞાત વાયુનું એકસરખા સમયમાં પ્રસરણ-કદ અનુક્રમે 50 મિલિ અને 70 મિલિ હોય, તો અજ્ઞાત વાયુનું આણ્વિય દળ કેટલું થશે ?

(A) 14.3 ગ્રામ/મોલ (B) 28 ગ્રામ/મોલ (C) 25 ગ્રામ/મોલ (D) 18.3 ગ્રામ/મોલ

31. વાયુ Xની સાપેક્ષમાં નિયત તાપમાને CH_4 વાયુનો પ્રસરણ-વેગ બે ગણો છે, તો વાયુ CH_4નું આણ્વિય દળ કેટલું ?

(A) 64 (B) 32 (C) 16 (D) 4

32. જો વાયુ પર દબાણ લગાડી તેનું કદ અડધું કરી દેવામાં આવે, તો તે પાત્રમાં વાયુના કેટલા મોલ રહેશે ?

(A) બે ગણા (B) અડધા (C) સમાન રહે. (D) બે ગણાથી વધારે

33. 25° C તાપમાને O_2 અને CH_4ના સમાન દળ બંધપાત્રમાં ભરવામાં આવતા પાત્રમાં O_2 વાયુ કેટલું દબાણ દર્શાવશે ?

(A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{2}{3}$ (C) $\frac{1}{3}$ (D) $\frac{3}{2}$

34. લાંબી નળીમાં એક છેડે NH_3 ધરાવતી શીશી અને બીજા છેડે HCl ધરાવતી ડબ્બી એક જ સમયે જોડતાં NH_4Clના સફેદ ધુમાડાની રિંગ ક્યાં જોવા મળશે ?

(A) નળીની મધ્યમાં (B) HClની ડબ્બીની નજીક (C) NH_3ની શીશી નજીક (D) સમગ્ર નળીમાં

35. 50 ગ્રામ $CaCO_3$માં કુલ પરમાણુઓની સંખ્યા કેટલી ?

(A) 3.011×10^{23} (B) 6.022×10^{23} (C) 12.044×10^{23} (D) 15.055×10^{23}

36. નીચેના પૈકી કયાં સંયોજનમાં કુલ પરમાણુઓની સંખ્યા સૌથી વધારે છે ?

(A) 20 ગ્રામ H_2 (B) 44 ગ્રામ CO_2 (C) 100 ગ્રામ $CaCO_2$ (D) 28 ગ્રામ CO

37. STP એ 2.24 લિટર H_2 વાયુનું દળ કેટલા ગ્રામ થશે ?

(A) 2.24 (B) 0.2 (C) 1 (D) 0.1

38. 14 ગ્રામ N_2 વાયુનું STP એ કદ કેટલું થશે ?

(A) 22.4 લિટર (B) 2.24 લિટર (C) 11.2 લિટર (D) 1.12 લિટર

39. 10 ગ્રામ H_2, 12 ગ્રામ He અને 28 g N_2 ને એક પાત્રમાં નિયત તાપમાને ભરવામાં આવે છે, તો પાત્રમાં કયા વાયુનું આંશિક દબાણ સૌથી વધારે હશે ?

(A) He (B) H_2 (C) N_2 (D) He અને He.

40. નીચેના પૈકી કયા વાયુના 5 ગ્રામ દળનું કદ 298 K તાપમાને 760 mm દબાણે સૌથી ઓછું હશે ?

(A) HCl (B) HF (C) HBr (D) HI

41. SO_2 અને O_2 વાયુના પ્રસરણ-દરનું પ્રમાણ કેટલું છે ?

(A) 1:1 (B) 1:2 (C) 2:1 (D) 1:1.414

42. વાયુનું પ્રવાહીકરણ કયા તાપમાને થાય ?

(A) તેના ક્રાંતિક તાપમાન કરતાં વધુ તાપમાને (B) તેના ક્રાંતિક તાપમાને

(C) તેના ક્રાંતિક તાપમાન કરતાં ઓછા તાપમાને (D) ગમે તે તાપમાને

(A) B (B) D (C) C (D) A

43. H_2, SO_2 અને CH_4 દરેક વાયુના 0.5 મોલ એક પાત્રમાં ભરી તે પાત્રમાં કાણું (છિદ્ર) પાડવામાં આવે છે. થોડાક સમય પછી પાત્રમાં વાયુઓના આંશિક દબાણનો ક્રમ કયો હશે ?

(A) $P_{H_2} > P_{CH_4} > P_{SO_2}$ (B) $P_{SO_2} > P_{CH_4} > P_{H_2}$ (C) $P_{SO_2} > P_{H_2} > P_{CH_4}$ (D) $P_{CH_4} > P_{SO_2} > P_{H_2}$

44. આદર્શ વાયુના 1 લિટર વાયુમાં રહેલા મોલની સંખ્યા કેટલી ?

(A) PT/R (B) PRT (C) P/RT (D) $\frac{RT}{P}$

45. A, B, C અને D વાયુઓના ક્રાંતિક તાપમાન અનુક્રમે 25° C, 10° C, -80° C અને 15° C છે. કયા વાયુનું પ્રવાહીકરણ સહેલાઈથી થશે ?

(A) B (B) C (C) D (D) A

જવાબો : **25.** (B), **26.** (A), **27.** (C), **28.** (A), **29.** (D), **30.** (A)**, 43.** (B), **44.** (C), **45.** (D), **31.** (A), **32.** (C), **33.** (C), **34.** (B), **35.** (D), **36.** (A), **37.** (B), **38.** (C), **39.** (B), **40.** (D), **41.** (D), **42.** (C), **43.** (B), **44.** (C), **45.** (B).

• ઘન-અવસ્થા

• દ્રવ્યની પાંચ અવસ્થાઓ જાણીતી છે, જે નીચે પ્રમાણે છે :

ઘન, પ્રવાહી, વાયુ : જે સામાન્ય તાપમાને અને દબાણે અસ્તિત્વ ધરાવે છે અને આ અવસ્થાઓમાં દ્રવ્યના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે.

પ્લાઝમા : ખૂબ જ ઊંચા તાપમાને પ્રાપ્ત થાય છે. દ્રવ્યની એવી અવસ્થા કે જેમાં પરમાણુના ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રના આકર્ષણથી મુક્ત હોય છે એટલે કે પરમાણુ-રચના અસ્તિત્વ ધરાવે નહિ, ઇલેક્ટ્રોનિય રચના જેવી સ્થિતિ ના હોય. આ અવસ્થામાં મુક્ત ઇલેક્ટ્રૉનનો મોટો જથ્થો પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.

બોઝ-આઈનસ્ટાઈન કન્ડેનસેટ (બી.ઈ.સી.) : ખૂબ જ નીચા તાપમાને પ્રાપ્ત થાય છે. દ્રવ્યની એવી અવસ્થા કે જેમાં બધાં જ તત્ત્વો સમાન ગુણધર્મો ધરાવે છે. તત્ત્વો વચ્ચે કોઈ તફાવત રહેતો નથી.

ઘન પદાર્થ બે અવસ્થામાં જોવા મળે છે : સ્ફટિકમય અવસ્થામાં અને અસ્ફટિકમય અવસ્થામાં.

● સ્ફટિકમય અને અસ્ફટિમય ઘન પદાર્થો વચ્ચેનો તફાવત

ગુણધર્મ	સ્ફટિકમય ઘન	અસ્ફટિકમય ઘન
(1) આકાર	ચોક્કસ ભૌમિતિક આકાર ધરાવે છે.	ચોક્કસ ભૌમિતિક આકાર હોતો નથી.
(2) ગલનબિંદુ	ચોક્કસ ગલનબિંદુ ધરાવે છે.	ચોક્કસ ગલનબિંદુ હોતા નથી. અમુક તાપમાનના ગાળામાં ગરમ થતા ધીમે-ધીમે પોચા પડે છે.
(3) ગલન એન્થાલ્પિ	ચોક્કસ અને નિશ્ચિત મૂલ્ય હોય છે.	ચોક્કસ અને નિશ્ચિત મૂલ્ય હોતું નથી.
(4) ચિરાડ (Cleavage) ગુણધર્મ	ધારદાર સાધનથી કાપતાં મળતી નવી સપાટી મૂળ સપાટી જેવી નિયમિત હોય છે.	ધારદાર સાધનથી કાપતાં મળતી નવી સપાટી મૂળ સપાટી જેવી નિયમિત હોતી નથી પણ અનિયમિત હોય છે.
(5) સ્વભાવ	સાચા ઘન હોય છે.	આભાસી ઘન હોય છે અથવા અતિશય નીચા તાપમાને ઠંડા કરેલા પ્રવાહી હોય છે.
(6) ઘટક કણોની ગોઠવણીનો ક્રમ	લાંબા ગાળા સુધી (સમગ્ર ઘનમાં) નિયમિત ક્રમ જળવાય છે.	ટૂંકા ગાળા સુધી જ ક્રમ જળવાય છે.
(7) તાપમાનની અસર	ગરમ કર્યા પછી ઠંડું પાડતા મળતો આલેખ (તાપમાન $\rightarrow$ સમય) વક્ર મળતો નથી, પણ સીધી રેખા મળે છે. સ્ફટિકીકરણ દરમિયાન તાપમાન નિશ્ચિત રહે છે. (પ્રવાહી કે બાષ્પને ધીમે-ધીમે ઠંડું પાડતા સ્ફટિકમય સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે.)	ગરમ કર્યા પછી ઠંડું પાડતા મળતો આલેખ (તાપમાન $\rightarrow$ સમય) વક્ર મળે છે. ઠારણ દરમિયાન (પ્રવાહી-માંથી ઘનમાં રૂપાંતર થાય તે દરમ્યાન) તાપમાન નિશ્ચિત હોતું નથી, પણ અમુક તાપમાનના ગાળામાં ઘન-અવસ્થા પ્રાપ્ત કરે છે.
(8) અન્ય ગુણધર્મો	વિદ્યુતીયવાહકતા, ઉષ્મીયવાહકતા, યાંત્રિક સામર્થ્ય અને વક્રીભવનાંક જેવા ગુણધર્મો જુદી-જુદી દિશામાં જુદા-જુદા હોય છે.	વિદ્યુતીયવાહકતા, ઉષ્મીયવાહકતા, યાંત્રિક સામર્થ્ય અને વક્રીભવનાંક જેવા ગુણધર્મો બધી જ દિશામાં સમાન હોય છે.

સ્ફટિકમય ઘન પદાર્થોનું વર્ગીકરણ તેમાં રહેલાં આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ બળોને આધારે ચાર વિભાગમાં કરવામાં આવે છે :

ઘનનો પ્રકાર		ઘટક કણ	આકર્ષણ બળો	ભૌતિક સ્વભાવ	ગલનબિંદુ	વિદ્યુતીય વાહકતા	ઉદાહરણ (યોગ્ય તાપમાને અને દબાણે ઘન સ્થિતિ હોય ત્યારે)
(1) આણ્વિય ઘન	બિન-ધ્રુવીય	અણુઓ	વિક્ષેપન અથવા લંડન બળ	મૃદુ	ઘણાં નીચાં	અવાહક	Ar, CCl_4, H_2, I_2,CO_2 P_4, P_8
	ધ્રુવીય	અણુઓ	દ્વિધ્રુવીય-દ્વિધ્રુવીય આકર્ષણ બળ	મૃદુ	નીચાં	અવાહક	HCl, SO_2, NH_3
	હાઈડ્રોજન બંધ ધરાવતા	અણુઓ	હાઈડ્રોજન બંધ	સખત	નીચાં	અવાહક	H_2O
(2) આયનીય ઘન		આયન	કુલંબિક અથવા સ્થિર વિદ્યુતીય આકર્ષણ	સખત પણ બરડ	ઊંચા	ઘન અવસ્થા-માં અવાહક પણ પિગલિત અને જલીય દ્રાવણમાં વાહક	NaCl, MgO, ZnS, $CaCl_2$
(3) ધાત્વિક ઘન		વિસ્થાનિકૃત ઈલેક્ટ્રૉનના સમુદ્રમાં રહેલા પરમાણુ કર્નેલ	ધાત્વિક બંધ	સામાન્ય રીતે સખત પણ આલ્કલી ધાતુઓ અને બીજી અન્ય ધાતુ પોચી હોય છે. ટીપાઉ અને તન્ય હોય છે.	કેટલીક ધાતુઓ માટે ઊંચા (દા.ત., Os), કેટલીક ધાતુઓના મધ્યમ (દા.ત., Ba) અને કેટલીક ધાતુ-ઓના નીચા (દા.ત., Hg, Ga) (લાંબા વિસ્તારમાં)	ઘન અને પિગલિત અવસ્થામાં વાહક	Fe, Au, Na વગેરે
(4) સહસંયોજક ઘન અથવા જાળીદાર ઘન		પરમાણુઓ	સહસંયોજક બંધ	કઠણ	ઘણાં ઊંચાં	અવાહક	ક્વાર્ટ્ઝ (SiO_2) સિલિકોન કાર્બાઇડ (SiC) હીરો, (C) ગ્રેફાઇટ (મૃદુ)

1. SO_2, Ar અને H_2O અનુક્રમે કયા પ્રકારના ઘન છે ? (યોગ્ય તાપમાને અને દબાણે)

(A) બિનધ્રુવીય આણ્વિય ઘન, ધ્રુવીય આણ્વિય ઘન, H-બંધ ધરાવતો આણ્વિય ઘન

(B) ધ્રુવીય આણ્વિય ઘન, બિનધ્રુવીય આણ્વિય ઘન, H-બંધ ધરાવતો આણ્વિય ઘન

(C) બિનધ્રુવીય આણ્વિય ઘન, H-બંધ ધરાવતો આણ્વિય ઘન, ધ્રુવીય આણ્વિય ઘન

(D) H-બંધ ધરાવતો આણ્વિય ઘન, ધ્રુવીય આણ્વિય ઘન, બિનધ્રુવીય આણ્વિય ઘન

2. આપેલમાંથી કયો ગુણધર્મ સ્ફટિકમય ઘન પદાર્થનો નથી ?

(A) સાચા ઘન હોય છે.

(B) ઘટક કણોની ગોઠવણીનો ક્રમ લાંબા ગાળા સુધી જળવાય છે.

(C) ચોક્કસ અને ખાસિયત ધરાવતો ભૌમિતિક આકાર ધરાવે છે.

(D) તેમની વિદ્યુતવાહકતા, ઉષ્મીયવાહકતા, યાંત્રિક સામર્થ્ય અને વક્રીભવનાંક જેવા ગુણધર્મો બધી જ દિશામાં સરખા હોય છે.

3. સમૂહ-1 (ઘનનો પ્રકાર) અને સમૂહ-2 (ઉદાહરણ)ને યોગ્ય રીતે જોડવામાં આવે, તો કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	
(A) આણ્વિય ઘન	(I) SiC	(A) A-II, B-III, C-IV, D-I
(B) આયનીય ઘન	(II) CO_2	(B) A-II, B-IV, C-III, D-I
(C) ધાત્વિક ઘન	(III) CaF_2	(C) A-III, B-I, C-II, D-IV
(D) સહસંયોજક ઘન	(IV) Mg	(D) A-I, B-II, C-IV, D-III

4. સમૂહ-1 (ઘનનો પ્રકાર) અને સમૂહ-2 (ભૌતિક સ્વભાવ)ને યોગ્ય રીતે જોડવામાં આવે, તો કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	
(A) આણ્વિય ઘન	(I) સખત પણ ટીપાઉ અને તન્ય	(A) A-II, B-III, C-IV, D-I
(B) આયનીય ઘન	(II) કઠણ	(B) A-III, B-IV, C-I, D-II
(C) ધાત્વિક ઘન	(III) મૃદુ	(C) A-III, B-I, C-II, D-IV
(D) સહસંયોજક ઘન	(IV) સખત પણ બરડ	(D) A-I, B-II, C-IV, D-III

5. સમૂહ-1 (ઘનનો પ્રકાર), સમૂહ-2 (ભૌતિક સ્વભાવ) અને સમૂહ-3 (વિદ્યુતીય વાહકતા)ને યોગ્ય રીતે જોડવામાં આવે, તો કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	**સમૂહ-3**
(A) ધાત્વિક ઘન	(I) કઠણ	(X) વાહક
(B) સહસંયોજક ઘન	(II) સખત પણ બરડ	(Y) અવાહક
(C) બિનધ્રુવીય આણ્વીય ઘન	(III) મૃદુ	(Z) ઘન અને પિગલિત અવસ્થામાં વાહક
(D) આયનીય ઘન	(IV) સખત પણ ટીપાઉ અને તન્ય	(W) ઘન અવસ્થામાં અવાહક પણ પિગલિત અવસ્થામાં વાહક

(A) A-II-X, B-I-Z, C-III-X, D-II-W (B) A-IV-Z, B-I-Y, C-III-Y, D-II-W

(C) A-III-Y, B-I-Y, C-II-Y, D-IV-W (D) A-II-Z, B-IV-Y, C-III-Y, D-I-Z

6. આપેલ વિધાનો માટે સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો. જ્યાં T = સાચું વિધાન અને F = ખોટું વિધાન.

(i) બિનધ્રુવીય આણ્વિય ધન કરતાં ધ્રુવીય આણ્વિય ઘનના ગલનબિંદુ નીચાં હોય છે.

(ii) આયનીય ઘનમાં ધન અને ઋણ આયનો હોવા છતાં વિદ્યુત અને ઉષ્માનું વહન કરી શકતાં નથી.

(iii) ધાતુઓને ચળકાટ અને કેટલાક કિસ્સાઓમાં રંગ તેમાં રહેલા મુક્ત ઈલેક્ટ્રૉનને કારણે હોય છે.

(iv) ગ્રેફાઈટ જાળીદાર સખત સ્ફટિકમય પદાર્થ છે.

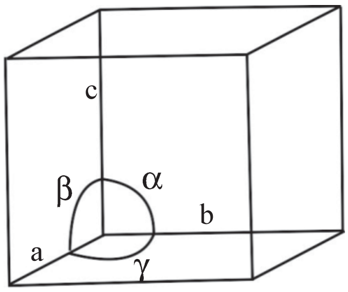
(A) FFTT (B) TFTF (C) TFFT (D) FTTF

જવાબો : 1. (B), **2.** (D), **3.** (A), **4.** (B), **5.** (B) **6.** (D)

સ્ફટિક લૅટિસ : અવકાશમાં ઘટક કણોની નિયમિત ત્રિપરિમાણિય ગોઠવણીને સ્ફટિક લૅટિસ કહે છે.

એકમ કોષ : પદાર્થમાં અણુ, પરમાણુ કે આયનોની નિયમિત ગોઠવણી ધરાવતો નાનામાં નાનો ભાગ કે જેનું ત્રિપરિમાણમાં પુનરાવર્તન કરતાં પદાર્થનો સ્ફટિક રચાય છે. આ નાનામાં નાના ભાગને સ્ફટિકનો એકમ કોષ કહે છે. એકમ કોષ સ્ફટિકની બધી જ લાક્ષણિકતાઓ ધરાવે છે અને સ્ફટિકનો આકાર પણ દર્શાવે છે.

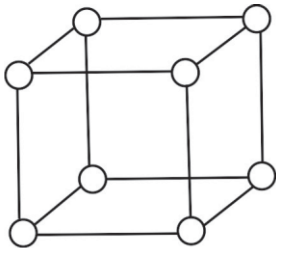
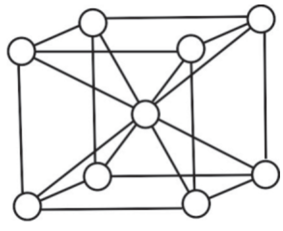
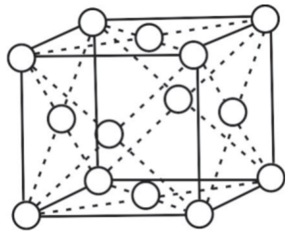
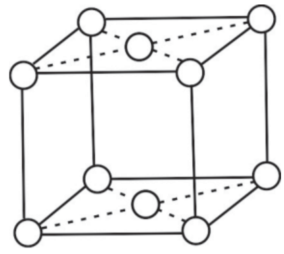
એકમ કોષને છ પેરામિટરથી વર્ણવી શકાય છે : તેની ત્રણ ધારો a, b, c અને આ ત્રણ ધારોથી રચાતા ત્રણ ખૂણા α, β અને γ.



એકમ કોષમાં રહેલા લૅટિસ સ્થાન અને લૅટિસ સ્થાનની સંખ્યા

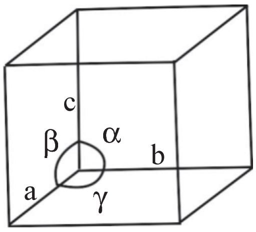
	ખૂણા	**ફલક કેન્દ્ર**	**અંતઃકેન્દ્ર**	**ધારના મધ્યબિંદુ**
સંખ્યા :	8	6	1	12
એકમ કોષમાં ઘટક કણનો સમાયેલો ભાગ :	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{4}$
એકમ કોષ દીઠ ઘટક કણની સંખ્યા :	$\frac{1}{8} \times 8 = 1$	$\frac{1}{2} \times 6 = 3$	$1 \times 1 = 1$	$\frac{1}{4} \times 12 = 3$

એકમ કોષના પ્રકાર

આદિમ એકમ કોષ : ઘટક કણો માત્ર એકમ કોષના ખૂણા પર ગોઠવાયેલા હોય છે.	**કેન્દ્રિત એકમ કોષ :** ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણા પર અને અન્ય લૅટિસ સ્થાન પર પણ ગોઠવાયેલા હોય છે.		
	અંતઃકેન્દ્રિત : ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણા પર અને અંતઃકેન્દ્રમાં ગોઠવાયેલા હોય છે.	**ફલક કેન્દ્રિત :** ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણા પર અને દરેક ફલકના કેન્દ્રમાં ગોઠવાયેલા હોય છે.	**અંત (છેડો) કેન્દ્રિત :** ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણા પર અને સામસામેના કોઈ એક જોડના ફલકની મધ્યમાં ગોઠવાયેલા હોય છે.
			

● **સ્ફટિક પ્રણાલીઓની સંખ્યા નીચે પ્રમાણે સાત છે**

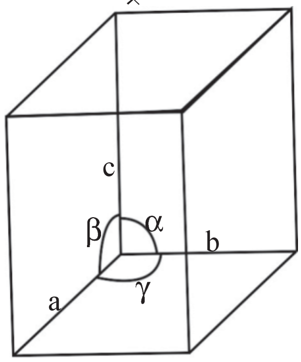
ઘન સ્ફટિક પ્રણાલી



$a = b = c$

$\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

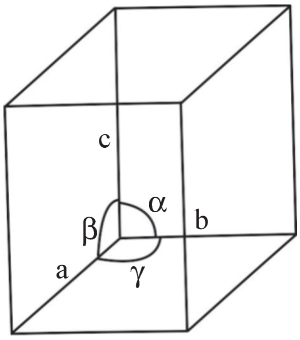
ટેટ્રાગોનલ



$a = b \neq c$

$\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

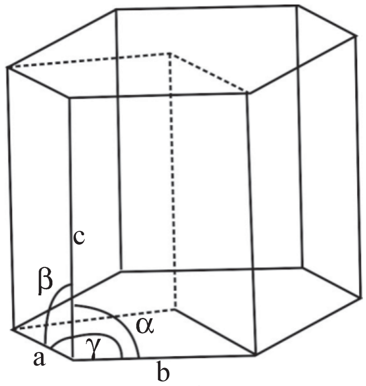
ઓર્થોરહોમ્બિક



$a \neq b \neq c$

$\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

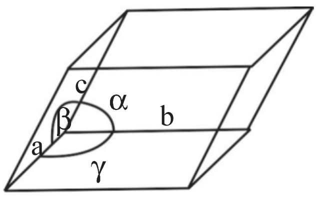
હેક્ઝાગોનલ



$a = b \neq c$

$\alpha = \beta = 90^o, \gamma = 120^o$

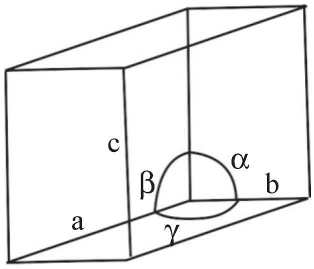
રહોમ્બોહેડ્રલ (ટ્રાયગોનલ)



$a = b = c$

$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^o < 120^o$

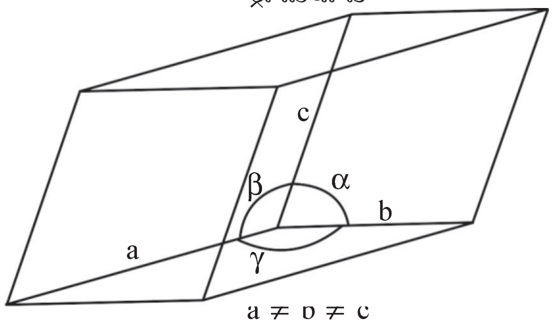
મૉનોક્લિનિક



$a \neq b \neq c$

$\alpha = \gamma = 90^o, \beta \neq 90^o$

ટ્રાયક્લિનિક



$a \neq b \neq c$

$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$

● **સાત સ્ફટિક પ્રણાલીઓ અને તેમના શક્ય વિચલન (બ્રેવિસ લેટિસ)ની સંખ્યા**

ક્રમ	સ્ફટિક પ્રણાલી	શક્ય વિચલન (બ્રેવિસ લૅટિસ)	અક્ષિય અંતર અથવા ધારની લંબાઈ	અક્ષિય ખૂણાઓ	ઉદાહરણ
(1)	ઘન	આદિમ, અંતઃકેન્દ્રિત, ફલક કેન્દ્રિત	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^o$	NaCl, Cu, ZnS (ઝિંક બ્લેન્ડ) Ag
(2)	ટેટ્રાગોનલ	આદિમ, અંતઃકેન્દ્રિત	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^o$	સફેદ ટિન (β-ટિન), SnO_2, TiO_2, $CaSO_4$
(3)	ઓર્થોરહોમ્બિક	આદિમ, અંતઃકેન્દ્રિત, ફલક કેન્દ્રિત, અંત (છેડો) કેન્દ્રિત	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^o$	KNO_3, $BaSO_4$, રહોમ્બિક સલ્ફર
(4)	હેક્ઝાગોનલ	આદિમ	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^o$, $\gamma = 120^o$	ગ્રેફાઇટ, ZnO, CdS
(5)	રહોમ્બોહેડ્રલ (ટ્રાયગોનલ)	આદિમ	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^o$ $< 120^o$	$CaCO_3$ (કેલ્સાઇટ), HgS (સિનાબાર)
(6)	મૉનોક્લિનિક	આદિમ, અંત (છેડો) કેન્દ્રિત	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^o$, $\beta \neq 90^o$	મૉનોક્લિનિક સલ્ફર, Na_2SO_4, $10H_2O_4$
(7)	ટ્રાયક્લિનિક	આદિમ	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$	$K_2Cr_2O_7$, H_3BO_3 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

7. અંતઃકેન્દ્રિત પ્રકારનો એકમ કોષ (બ્રેવિસ લૅટિસ અથવા શક્ય વિચલન) કઈ સ્ફટિક પ્રણાલીમાં જોવા મળે છે ?

(A) રહોમ્બોહેડ્રલ (B) ટેટ્રાગોનલ (C) ટ્રાયક્લિનિક (D) મૉનોક્લિનિક

8. મોનોક્લિનિક સ્ફટિક પ્રણાલીમાં આપેલમાંથી કયા પ્રકારનો એકમ કોષ (બ્રેવિસ લૅટિસ અથવા શક્ય વિચલન) જોવા મળે છે ?

(A) અંતઃકેન્દ્રિત (B) અંત (છેડો) કેન્દ્રિત (C) ફલક કેન્દ્રિત (D) આપેલ ત્રણેય

9. કેલ્સાઇટ ($CaCO_3$) કયા પ્રકારની સ્ફટિક પ્રણાલી ધરાવે છે ?

(A) રહોમ્બોહેડ્રલ (B) ટેટ્રાગોનલ (C) ઓર્થોરહોમ્બિક (D) ટ્રાયક્લિનિક

10. .... સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ માટે અક્ષિય અંતર (ધારનું અંતર) $a \neq b \neq c$ અને અક્ષિય ખૂણા $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$ હોય છે.

(A) ટ્રાયક્લિનિક (B) મૉનોક્લિનિક (C) ઓર્થોરહોમ્બિક (D) ટેટ્રાગોનલ

11. .... સ્ફટિકના એકમ કોષ માટે અક્ષિય અંતર (ધારનું અંતર) $a = b \neq c$ અને અક્ષિય ખૂણા $\alpha = \beta = 90^o$, $\gamma = 120^o$ હોય છે.

(A) KNO_3 (B) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (C) ગ્રેફાઇટ (D) HgS

12. .... સ્ફટિકના એકમ કોષ માટે અક્ષિય અંતર (ધારનું અંતર) $a = b = c$ અને અક્ષિય ખૂણા $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^o$ અને $< 120^o$ નથી હોતા.

(A) સિનાબાર (B) $CaSO_4$ (C) $CaCO_3$ (કેલ્સાઇટ) (D) આપેલ ત્રણેય

13. ટેટ્રાગોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ માટે કયા પેરામિટર સાચાં છે ?

(A) $a = b = c$ અને $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^o$ (B) $a = b = c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

(C) $a = b \neq c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$ (D) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$

14. ટ્રાયક્લિનિક સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ માટે કયા પેરામિટર સાચાં છે ?

(A) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$ (B) $a = b = c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

(C) $a = b \neq c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$ (D) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$

15. ફલક કેન્દ્રિત એકમ કોષ માટે કયા પેરામિટર શક્ય છે ?

(A) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$ (B) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

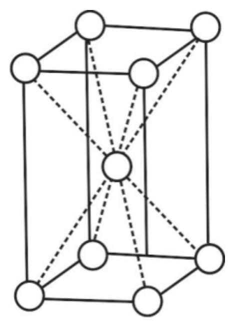
(C) $a = b \neq c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$ (D) $a = b = c$ અને $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^o$

16. $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ સ્ફટિકના એકમ કોષ માટે કયા પેરામિટર સાચાં છે ?

(A) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha = \gamma = 90^o, \beta \neq 90^o$ (B) $a = b = c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

(C) $a = b \neq c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$ (D) $a \neq b \neq c$ અને $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$

17. આપેલ એકમ કોષ માટે કયો વિકલ્પ સાચો છે ?



(A) ઘન અને અંતઃકેન્દ્રિત

(B) ઘન અને આદિમ

(C) ટેટ્રાગોનલ અને અંતઃકેન્દ્રિત

(D) ઓર્થોરહોમ્બિક અને અંતઃકેન્દ્રિત

18. ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીના કોઈ પણ એકમ કોષનો પ્રત્યેક ખૂણો તે એકમ કોષની આજુબાજુના બીજા એકમ કોષોના ખૂણા સાથે સામાન્ય હોય છે, તો આવા એક એકમ કોષના બધા જ ખૂણા મળી તે એકમ કોષ બીજા કુલ કેટલા એકમ કોષો સાથે સંકળાયેલ હોય છે ?

(A) 18 (B) 14 (C) 16 (D) 26

19. સમૂહ-1 (સ્ફટિક પ્રણાલી) અને સમૂહ-2 (અક્ષિય અંતર અને અક્ષિય ખૂણા)ને યોગ્ય રીતે જોડવામાં આવે, તો કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	
(A) ઘન	(I) $a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$	(A) (A)-(IV), (B)-(II), (C)-(III), (D)-(I)
(B) ટેટ્રાગોનલ	(II) $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma \neq 90^o$	(B) (A)-(II), (B)-(I), (C)-(III), (D)-(VI)
(C) ટ્રાયગોનલ	(III) $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^o$	(C) (A)-(IV), (B)-(III), (C)-(II), (D)-(I)
(D) ટ્રાઈક્લિનિક	(IV) $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^o$	(D) (A)-(II), (B)-(IV), (C)-(III), (D)-(I)

20. સમૂહ-1 (સ્ફટિક પ્રણાલી) અને સમૂહ-2 (ઉદાહરણ)ને યોગ્ય રીતે જોડવામાં આવે, તો કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	
(A) ઓર્થોરહોમ્બિક	(I) ZnO	(A) (A)-(IV), (B)-(II), (C)-(III), (D)-(I)
(B) મૉનોક્લિનિક	(II) $BaSO_4$	(B) (A)-(II), (B)-(IV), (C)-(I), (D)-(III)
(C) હેક્ઝાગોનલ	(III) H_3BO_3	(C) (A)-(IV), (B)-(III), (C)-(II), (D)-(I)
(D) ટ્રાઈક્લિનિક	(IV) Na_2SO_4, $10H_2O$	(D) (A)-(II), (B)-(IV), (C)-(III), (D)-(I)

જવાબો : **7.** (B), **8.** (B), **9.** (A), **10.** (A), **11.** (C), **12.** (B), **13.** (C), **14.** (D), **15.** (B), **16.** (A), **17.** (C), **18.** (D), **19.** (C), **20.** (B)

- **ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા**

ક્રમ	એકમ કોષનો પ્રકાર	ખૂણા પર રહેલા પરમાણુઓની સંખ્યા	ફલકના કેન્દ્રમાં રહેલા પરમાણુઓની સંખ્યા	અંતઃકેન્દ્રિત પરમાણુની સંખ્યા	કુલ પરમાણુઓની સંખ્યા (Z)
(1)	આદિમ	$\frac{1}{8} \times 8 = 1$	0	0	1
(2)	ફલક કેન્દ્રિત	$\frac{1}{8} \times 8 = 1$	$\frac{1}{2} \times 6 = 3$	0	4
(3)	અંતઃકેન્દ્રિત	$\frac{1}{8} \times 8 = 1$	0	1	2

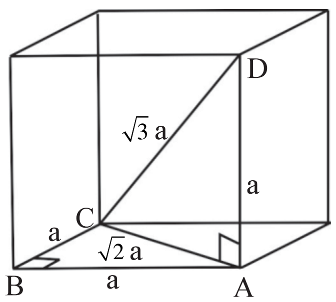
- **ઓર્થોરહોમ્બિક સ્ફટિક પ્રણાલીના અંત (છેડો) કેન્દ્રિત એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા**

($\frac{1}{8} \times 8$ ખૂણા પરના પરમાણુ = 1) + ($\frac{1}{2} \times 2$ (સામસામેના ફલકની એક જોડ) = 1) = 2

- **મૉનોક્લિનિક સ્ફટિક પ્રણાલીના અંત (છેડો) કેન્દ્રિત એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા**

(8 ખૂણા પરના બધા પરમાણુ મળીને 1 પરમાણુ) + ($\frac{1}{2} \times 2$ (સામસામેના ફલકની એક જોડ) = 1) = 2

- **ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ માટે**



ધારની લંબાઈ : $a = b = c$ અને $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

કોઈ પણ ફલકના વિકર્ણની લંબાઈ = કાટકોણ ΔABCમાં કર્ણ $\overline{AC}$ની લંબાઈ

$$= AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2} = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}\,a$$

કોઈ પણ અંતઃવિકર્ણની લંબાઈ = કાટકોણ ΔDACમાં કર્ણ $\overline{CD}$ની લંબાઈ

$$= CD = \sqrt{(AC)^2 + (AD)^2} = \sqrt{2a^2 + a^2} = \sqrt{3}\,a$$

- **ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીની પૅકિંગ-ક્ષમતા**

એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા = Z, એક ઘટક કણનું કદ (ગોળાનું ઘનફળ) = $v = \frac{4 \times \pi r^3}{3}$

એકમ કોષનું કદ = $V = a^3$

$\therefore$ ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીની પૅકિંગ-ક્ષમતા (એકમ કોષની પૅકિંગ-ક્ષમતા)

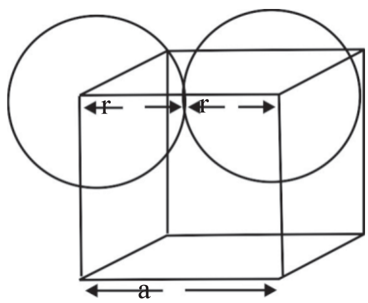
$$= \frac{100 \times Z \times v}{V} = \frac{100 \times Z \times \left(\frac{4 \times \pi r^3}{3}\right)}{a^3} = \frac{100 \times Z \times 4 \times \pi r^3}{3 \times a^3}$$

- **આદિમ એકમ કોષ ધરાવતી સાદી ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીની પૅકિંગ-ક્ષમતા**

અહીં ઘટક કણો માત્ર એકમ કોષના આઠ ખૂણે ગોઠવાયેલા હોય છે અને તે એકમ કોષની ધાર પર પરસ્પર એકબીજાને સ્પર્શે છે.

$\therefore a = 2r$ જ્યાં r = ઘટક કણ (ગોળા)ની ત્રિજ્યા

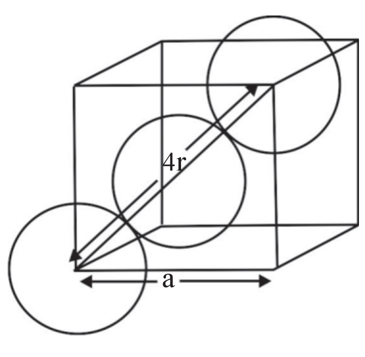
એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા Z = 1



$$\text{પૅકિંગ-ક્ષમતા} = \frac{100 \times Z \times 4 \times \pi r^3}{3 \times a^3} = \frac{100 \times 1 \times 4 \times 3.14 \times r^3}{3 \times (2r)^3} = \frac{314}{6}$$

$$= 52.33 \approx 52\ \%\ (52.36\ \%)$$

- **ફલક કેન્દ્રિત એકમ કોષ ધરાવતી ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીની પૅકિંગ-ક્ષમતા**



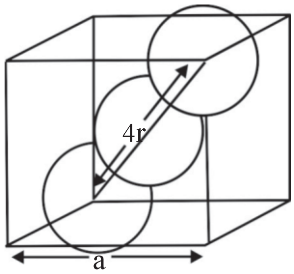
અહીં એકમ કોષના આઠ ખૂણે તથા દરેક ફલકની મધ્યમાં ઘટક કણો ગોઠવાયેલા હોય છે. અને તે ઘટક કણો એકમ કોષના ફલકના વિકર્ણ પર પરસ્પર એકબીજાને સ્પર્શે છે.

$\therefore 4r = \sqrt{2} \cdot a \ \therefore a = 2\sqrt{2} \cdot r$ જ્યાં r = ઘટક કણ(ગોળા)ની ત્રિજ્યા એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા Z = 4

$$\therefore \text{પૅકિંગ-ક્ષમતા} = \frac{100 \times Z \times 4 \times \pi r^3}{3 \times a^3} = \frac{100 \times 4 \times 4 \times 3.14 \times r^3}{3 \times (2\sqrt{2r})^3}$$

$$= \frac{314}{3\sqrt{2}} = 74.0\ \%$$

● **અંતઃકેન્દ્રિત એકમ કોષ ધરાવતી ઘન સ્ફટિક પ્રણાલીની પૅકિંગ-ક્ષમતા**



અહીં એકમ કોષના આઠ ખૂણે તથા એકમ કોષની મધ્યમાં ઘટક કણો ગોઠવાયેલા હોય છે અને તે ઘટક કણો એકમ કોષના અંતઃવિકર્ણ પર પરસ્પર એકબીજાને સ્પર્શે છે.

$\therefore 4r = \sqrt{3} \cdot a \ \therefore \ a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$ જ્યાં r = ઘટક કણ (ગોળા)ની ત્રિજ્યા

એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા Z = 2

$\therefore$ પૅકિંગ-ક્ષમતા $= \frac{100 \times Z \times 4 \times \pi r^3}{3 \times a^3}$

$$= \frac{100 \times 2 \times 4 \times 3.14 \times r^3}{3 \times \left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3} = \frac{314 \times \sqrt{3}}{8} = 67.98 \approx 68 \ \%$$

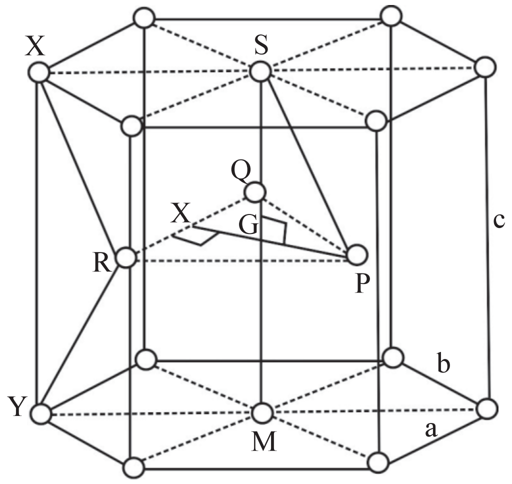
● **હેક્ઝાગોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા અને પૅકિંગ-ક્ષમતા**

હેક્ઝાગોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષની ઊંચાઈ (c) અને એકમ કોષનું ઘનફળ (V) નીચે પ્રમાણે ગણી શકાય :

ગોળાઓ P, Q, R, Sના કેન્દ્રોને જોડવાથી સમચતુષ્ફલક રચાય છે.

ΔPQR સમબાજુ ત્રિકોણ થશે અને PQ = OR = RP = 2r

સમબાજુ ત્રિકોણ ΔPQRની મધ્યગા અને વેધ $\overline{PX}$ છે. G મધ્યકેન્દ્ર છે.



કાટકોણ ΔPQXમાં $m\angle PQR = 60^\circ$

$\therefore PX = PQ\sin 60^\circ = 2r\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot r$

$PG = \frac{2PX}{3} = \frac{2\sqrt{3} \cdot r}{3} = \frac{2 \cdot r}{\sqrt{3}}$

કાટકોણ ΔSGPમાં SP = 2r અને $SG^2 + PG^2 = SP^2$

$\therefore SG^2 = SP^2 - PG^2 = 4r^2 - \left[\frac{2 \cdot r}{\sqrt{3}}\right]^2 = 4r^2 - \frac{4r^2}{3} = \frac{8r^2}{3} \ \therefore \ SG = \frac{2\sqrt{2} \cdot r}{\sqrt{3}}$

હવે, હેક્ઝાગોનલ એકમ કોષ માટે $c = MS = 2SG = 2 \times \frac{2\sqrt{2} \cdot r}{\sqrt{3}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot r$

અથવા

ΔXRYમાં XY = c, XR = YR = 2r અને $m\angle XRY = 109^o 28' = \cos^{-1}\left(-\frac{1}{3}\right)$

Cosine નિયમ પ્રમાણે $\cos(m\angle XRY) = \frac{XR^2 + YR^2 - XY^2}{2 \cdot XR \cdot YR} \ \therefore \cos\left(\cos^{-1}\left(-\frac{1}{3}\right)\right) = \frac{XR^2 + YR^2 - XY^2}{2 \cdot XR \cdot YR}$

$\therefore -\frac{1}{3} = \frac{4r^2 + 4r^2 - c^2}{2 \times 2r \times 2r} \ \therefore -8 \cdot r^2 = 24r^2 - 3c^2 \quad \therefore 3c^2 = 32r^2 \quad \therefore c^2 = \frac{32r^2}{3}$

$\therefore c^2 = 4\sqrt{\frac{2}{3}} r$

હવે હેક્ઝાગોનલ એકમ કોષના પાયાના નિયમિત ષટ્કોણનું ક્ષેત્રફળ = 6 × સમબાજુ ΔPQRનું ક્ષેત્રફળ = $6 \times \sqrt{3}\,r^2$

હેક્ઝાગોનલ એકમ કોષનું ઘનફળ = પાયાના નિયમિત ષટ્કોણનું ક્ષેત્રફળ × હેક્ઝાગોનલ એકમ કોષની ઊંચાઈ (c)

$$V = 6 \times \sqrt{3}\,r^2 \times 4\sqrt{\frac{2}{3}}\cdot r = 24\sqrt{2}\cdot r^3$$

હેક્ઝાગોનલ એકમ કોષના પ્રત્યેક ખૂણા (12 ખૂણા પર રહેલા) પરમાણુ (ગોળા)ના $\frac{1}{6}$ ભાગ એકમ કોષમાં હોય છે. ઉપર અને નીચેના નિયમિત ષટ્કોણ સમતલની મધ્યમાં આવેલા બે પરમાણુઓ (S અને M)નો $\frac{1}{2}$ ભાગ એકમ કોષમાં હોય છે જ્યારે વચ્ચેના સ્તરના ત્રણ પરમાણુઓ (P, Q અને R)ના સંપૂર્ણ કદ એકમ કોષમાં આવેલા હોય છે.

∴ હેક્ઝાગોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા $Z = \left(12\times\frac{1}{6}\right) + \left(2\times\frac{1}{2}\right) + 3 = 6$

હેક્ઝાકોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીની પૅકિંગ-ક્ષમતા = $\dfrac{100\times Z\times\left(\dfrac{4\times\pi r^3}{3}\right)}{V} = \dfrac{100\times 6\times\left(\dfrac{4\times\pi r^3}{3}\right)}{24\sqrt{2}r^3} = \dfrac{314}{3\sqrt{2}} = 74\%$

- સ્ફટિકમય ઘન પદાર્થની ઘનતા : $d = \dfrac{Z\times M}{N\times V}$ Z = એકમ કોષ દીઠ પરમાણુની સંખ્યા, M = પરમાણ્વિય/આણ્વિય ભાર
  $N = 6.022 \times 10^{23}$, V = એકમ કોષનું કદ

ઘન સ્ફટિક પ્રણાલી માટે (a = b = c હોવાથી) ઘનતા $d = \dfrac{Z\times M}{N\times a^3}$

- **કોઈ પણ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષનું ઘનફળ**

$$V = abc\left[1-\cos^2\alpha-\cos^2\beta-\cos^2\gamma+2\cos\alpha\cdot\cos\beta\cdot\cos\gamma\right]^{\frac{1}{2}}$$

- **હેક્ઝાગોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષનું ઘનફળ = 3V**

ઘન એકમ કોષનો પ્રકાર	**a અને r વચ્ચેનો સંબંધ**	**એક ફલકના વિકર્ણની લંબાઈ ($\sqrt{2}a$)**	**એકમના કોષના અંતઃ વિકર્ણની લંબાઈ($\sqrt{3}a$)**	**એક ફલકનું ક્ષેત્રફળ (a^2)**	**કુલ ક્ષેત્રફળ ($6a^2$)**	**એકમ કોષનું ઘનફળ(a^3)**
(1) આદિમ	$a = 2r$	$2\sqrt{2}\,r$	$2\sqrt{3}\,r$	$4r^2$	$24r^2$	$8r^3$
(2) ફલક કેન્દ્રિત	$\sqrt{2}a = 4r$	4r	$2\sqrt{6}\,r$	$8r^2$	$48r^2$	$16\sqrt{2}\,r^3$
(3) અંતઃકેન્દ્રિત	$\sqrt{3}a = 4r$	$\dfrac{4\sqrt{2}r}{\sqrt{3}}$	4r	$\dfrac{16r^2}{3}$	$32r^2$	$\dfrac{64r^3}{3\sqrt{3}}$

21. Agની પરમાણુ ત્રિજ્યા 144 pm છે, તો સંપૂર્ણ સ્ફટિકમય રચના ધરાવતા Ag ધાતુના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ લગભગ કેટલી હશે ?

(A) 288.24 pm (B) 407.35 pm (C) 576.4 pm (D) 432 pm

22. ઘન ફલક કેન્દ્રિત (ccp અથવા fcc) એકમ કોષની પૅકિંગ-ક્ષમતા કેટલી છે ?

(A) $\frac{50\sqrt{3}\pi}{2}\%$ (B) $\frac{25\sqrt{2}\pi}{3}\%$ (C) $\frac{50\sqrt{2}\pi}{3}\%$ (D) $\frac{25\sqrt{3}\pi}{2}\%$

23. ઘન ફલક કેન્દ્રિત (fcc અથવા ccp) એકમ કોષમાં ઘટક કણ (ગોળા)ની ત્રિજ્યા r હોય, તો તેના કોઈ પણ એક ફલકના વિકર્ણની લંબાઈ કેટલી થાય ?

(A) 2r (B) $2\sqrt{2}$ r (C) 4r (D) $\sqrt{2}$ r

24. ઘન અંતઃકેન્દ્રિત (bcc) એકમ કોષમાં ઘટક કણ (ગોળા)ની ત્રિજ્યા r હોય, તો તેના કોઈ પણ એક અંતઃવિકર્ણની લંબાઈ કેટલી થાય ? (એકમ કોષના સામસામેના ખૂણા વચ્ચેનું અંતર કેટલું થાય ?)

(A) 2r (B) $4\sqrt{2}$ r (C) 4r (D) $3\sqrt{6}$ r

25. ફલક કેન્દ્રિત સ્ફટિક રચના (fcc અથવા ccp) ધરાવતી ધાતુ સ્ફટિકમાં પરમાણુ-ત્રિજ્યા (r) અને એકમ કોષની ધારની લંબાઈ (l)નો ગુણોત્તર લગભગ કેટલો હોય છે ?

(A) 0.433 (B) 0.3535 (C) 2.83 (D) 2.309

26. એક ધાતુ સ્ફટિકમાં પરમાણુ-ત્રિજ્યા (r) અને એકમ કોષની ધારની લંબાઈ (l)નો ગુણોત્તર 0.433 છે, તો તેની પૅકિંગ-ક્ષમતા કેટલી હશે ?

(A) 52.36 % (B) 36.52 % (C) 68 % (D) 74 %

27. એક ધાતુ-સ્ફટિકની ઘનતા 19.3 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{ઘન સેમી}}$ છે. જો તે ધાતુનો પરમાણ્વિય ભાર 197 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$ હોય અને તે ધાતુનું સ્ફટિકીકરણ fcc પ્રમાણે થતું હોય, તો તેની પરમાણુ-ત્રિજ્યા આપેલમાંથી કેટલી થાય ?

(A) 110 pm (B) 174 pm (C) 195 pm (D) 144 pm

28. એક તત્ત્વની સ્ફટિક-રચના ઘન અંતઃકેન્દ્રિત (bcc) છે. જો તેની ઘનતા 7.2 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{ઘન સેમી}}$ હોય અને તેના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 208 pm હોય, તો 208 ગ્રામ તત્ત્વમાં કેટલા પરમાણુઓ હાજર હશે ?

(A) 1.208×10^{23} (B) 4.216×10^{24} (C) 2.418×10^{24} (D) 1.208×10^{24}

29. Cu ધાતુના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 360.8 pm છે. જો Cu ધાતુનો પરમાણ્વિય ભાર 63.1$\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$ હોય, તો તેની ઘનતા કેટલી હશે ?

(A) 8.92$\frac{\text{ગ્રામ}}{(\text{સેમી})^3}$ (B) 4.46$\frac{\text{ગ્રામ}}{(\text{સેમી})^3}$ (C) 6.44$\frac{\text{ગ્રામ}}{(\text{સેમી})^3}$ (D) 9.82$\frac{\text{ગ્રામ}}{(\text{સેમી})^3}$

30. fcc સ્ફટિક-રચના ધરાવતી એક ધાતુની ઘનતા 10.5 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{ઘન સેમી}}$ છે. જો તેની પરમાણુ-ત્રિજ્યા 144.44 pm હોય, તો તે ધાતુનો મોલર ભાર કેટલો હશે ?

(A) 197 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$ (B) 63.5 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$ (C) 107.9 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$ (D) 56 $\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$

31. Alના ઘન એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 405 pm છે. તેની ઘનતા 2.7$\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{ઘન સેમી}}$ છે, તો Alનો એકમ કોષ .... છે. (પરમાણ્વિય ભાર Al = 27$\frac{\text{ગ્રામ}}{\text{મોલ}}$)

(A) અંતઃકેન્દ્રિત (B) અંત કેન્દ્રિત (C) આદિમ (D) ફલક કેન્દ્રિત

32. હીરાની સ્ફટિક-રચના fcc છે તથા દરેક કાર્બન બીજા ચાર કાર્બન સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાયેલો છે, C-C બંધ લંબાઈ 154.48 pm હોય, તો તેના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ કેટલી થાય ?

(A) 356.75 pm (B) 178.38 pm (C) 437.0 pm (D) 308.96 pm

33. હીરાની સ્ફટિક રચના fcc છે તથા દરેક કાર્બન બીજા ચાર કાર્બન સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાયેલો છે, તો તેના એકમ કોષ દીઠ કેટલા પરમાણુઓ હોય છે ?

(A) 4 (B) 8 (C) 6 (D) 12

34. રોહમ્બોહેડ્રલ (ટ્રાયગોનલ) સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ a અને $\alpha = \beta = \gamma = 60^o$ હોય, તો તેના એકમ કોષનું ઘનફળ કેટલું થાય ?

(A) a^3 (B) $\frac{a^3}{2}$ (C) $\frac{\sqrt{3}a^3}{2}$ (D) $\frac{a^3}{\sqrt{2}}$

35. હીરાની સ્ફટિક-રચના fcc છે તથા દરેક કાર્બન બીજા ચાર કાર્બન સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાયેલો છે, હીરાની પૅકિંગ-ક્ષમતા લગભગ કેટલી હશે ?

(A) 74 % (B) 34 % (C) 68 % (D) 56.5 %

36. હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના (hcp) ધરાવતા ધાતુની પરમાણુ-ત્રિજ્યા r હોય, તો પ્રચલિત સંજ્ઞા પદ્ધતિ મુજબ તેના એકમ કોષ માટે c નું મૂલ્ય આપેલમાંથી કયું થાય ?

(A) $2\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot r$ (B) $3\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot r$ (C) $4\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot r$ (D) $2\sqrt{3} \cdot r$

37. ઘન ફલક કેન્દ્રિત સ્ફટિક લૅટિસ રચનામાંથી એકમ કોષના અંતઃવિકર્ણનો કેટલા % ભાગ ગોળા (પરમાણુ)ઓ દ્વારા રોકાયેલો હોય છે ?

(A) 50.25 % (B) 30.44 % (C) 48.24 % (D) 40.82 %

38. હેક્ઝાગોનલ સ્ફટિક પ્રણાલીના એકમ કોષનાં અક્ષિય અંતરો માટે a : b : c = ...

(A) $\sqrt{3} : \sqrt{3} : \sqrt{2}$ (B) $\sqrt{2} : \sqrt{2} : \sqrt{3}$ (C) $2\sqrt{3} : \sqrt{3} : \sqrt{5}$ (D) $\sqrt{3} : \sqrt{3} : 2\sqrt{2}$

39. હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના (hcp) ધરાવતા ધાતુની પરમાણુ-ત્રિજ્યા $\sqrt{6}$ Å હોય, તો પ્રચલિત સંજ્ઞા પ્રમાણે તેના એકમ કોષ માટે c = ...

(A) 8 Å (B) 6 Å (C) 5.5 Å (D) 7.5 Å

40. સંપૂર્ણ હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચનામાં ગોઠવાયેલા ગોળાઓની જગ્યાએ જો સંપૂર્ણ હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચનામાં સમાન નળાકાર ગોઠવાયેલા હોય, તો તેની પૅકિંગ-ક્ષમતા કેટલી થાય ?

(A) 65.42 % (B) 80.25 % (C) 74 % (D) 90.64 %

41. r ગોળાની ત્રિજ્યા હોય, તો સમૂહ-1 (એકમ કોષ), સમૂહ-2 (એકમ કોષના ફલકના વિકર્ણની લંબાઈ) અને સમૂહ-3 (એકમ કોષના વિકર્ણની લંબાઈ)ને યોગ્ય રીતે જોડવામાં આવે, તો કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

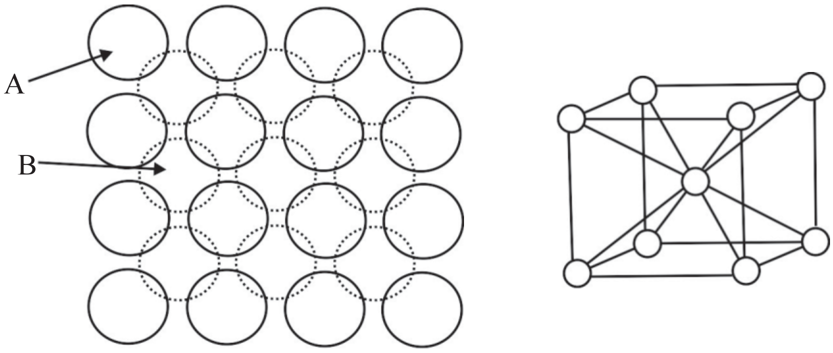
સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	**સમૂહ-3**	
(A) ઘન આદિમ	(I) $\frac{4\sqrt{6}r}{3}$	(X) $2\sqrt{6}\,r$	(A) (A)-(III)-(Z), (B)-(II)-(X), (C)-(I)-(Y)
(B) ઘન ફલક કેન્દ્રિત	(II) $2\sqrt{2}\,r$	(Y) 4r	(B) (A)-(II)-(Z), (B)-(III)-(X), (C)-(I)-(Y)
(C) ઘન અંતઃકેન્દ્રિત	(III) 4r	(Z) $2\sqrt{3}\,r$	(C) (A)-(II)-(X), (B)-(III)-(Z), (C)-(I)-(Y)
			(D) (A)-(I)-(Z), (B)-(III)-(X), (C)-(II)-(Y)

42. ટ્રાયગોનલ સ્ફટિક રચનામાં જો $\alpha = \beta = \gamma = 60^o$ હોય અને તેના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ a હોય, તો તેના સૌથી લાંબા અંતઃવિકર્ણની લંબાઈ કેટલી હશે ?

(A) $2\sqrt{2}\,a$ (B) $\sqrt{3}\,a$ (C) $\sqrt{6}\,a$ (D) $2\sqrt{3}\,a$

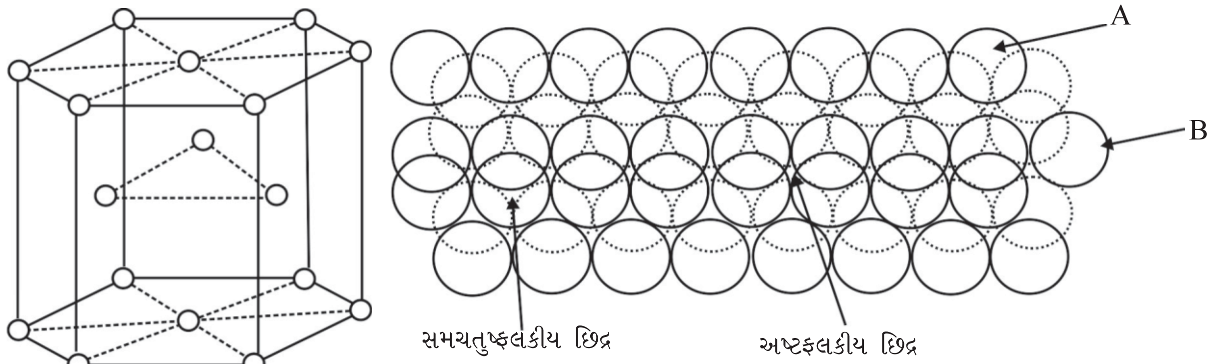
જવાબો : **21.** (B), **22.** (C), **23.** (C), **24.** (C), **25.** (B), **26.** (C), **27.** (D), **28.** (C), **29.** (A), **30.** (C), **31.** (D), **32.** (A), **33.** (B), **34.** (D), **35.** (B), **36.** (C), **37.** (D), **38.** (D), **39.** (A), **40.** (D), **41.** (B), **42.** (C)

- **અંતઃકેન્દ્રિત ક્લોઝપૅક-રચના**



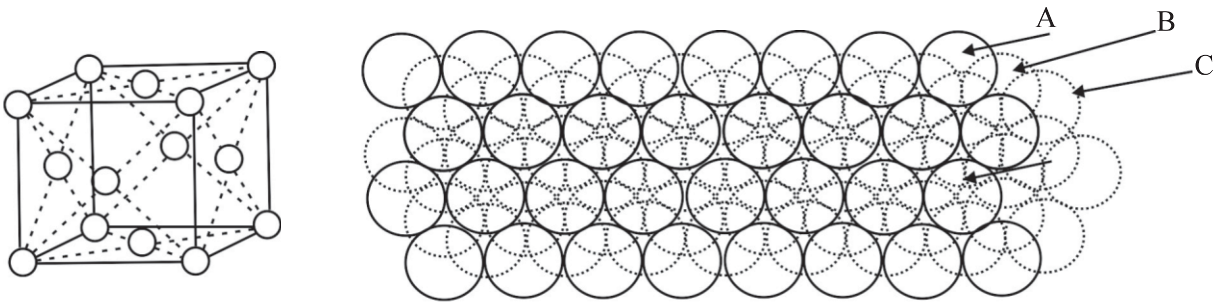
ઘટક કણનો સવર્ગાંક = 8

- **હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક રચના**



ઘટક કણનો સવર્ગાંક = 12

- **ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના**



ઘટક કણનો સવર્ગાંક = 12

ધાતુઓનું સ્ફટિકીકરણ મોટા ભાગે અંતઃક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના, હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના અને ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના પ્રમાણે થતું હોય છે.

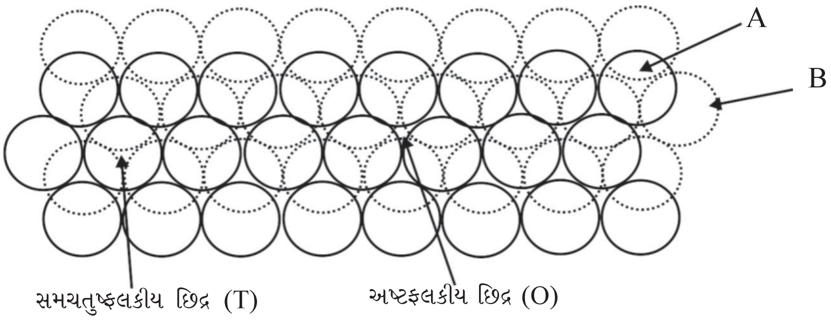
અંતઃકેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના ધરાવતી ધાતુઓ : આલ્કલી ધાતુઓ (Li, Na, K, Rb, Cs) Fe, Ba, V, Ra, Cr, Mn....

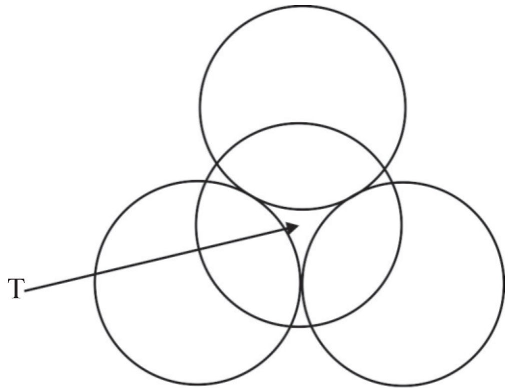
ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના ધરાવતી ધાતુઓ : Sr, Ca, Ni, Cu, Ag, Au, Pt, Pd.....

હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના ધરાવતી ધાતુઓ : Mg, Sc, Ti, Co, Zn....

હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના અને ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક રચનાઓમાં સ્ફટિકના ઘટક કણો ખૂબ જ નજીક ગોઠવાયેલા હોવાથી આ પ્રકારની ક્લોઝપૅક-રચનાઓ અતિક્લોઝપૅક-રચના તરીકે ઓળખાય છે.

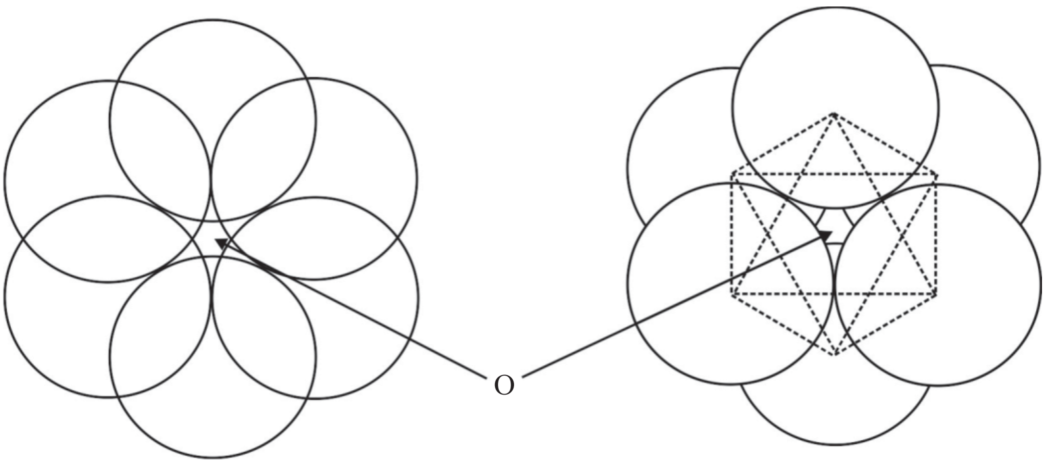
અતિક્લોઝપૅક-રચના (હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના અને ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના)માં ઘટક કણો (ગોળાઓ)ના બે ક્રમિક સ્તરોની ગોઠવણીમાં બે પ્રકારનાં છિદ્રો ઉદ્ભવે છે : (1) સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર અને (2) અષ્ટફલકીય છિદ્ર.





(1) સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર : ત્રણ સમાન કદના ગોળાઓ એક જ સમતલમાં એકબીજાને સ્પર્શીને સમતલીય ત્રિકોણ આકારે ગોઠવાયેલા હોય અને તેમની વચ્ચેના ખાલી જગ્યાની ઉપર સમાન કદનો ચોથો ગોળો ગોઠવાયેલો હોય, તો આ ચાર સમાન કદના ગોળાઓની વચ્ચે રચાતા છિદ્રને સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર (T) કહે છે.

(2) અષ્ટફલકીય છિદ્ર : ચાર સમાન કદના ગોળાઓ એક જ સમતલમાં એકબીજાને સ્પર્શીને સમતલીય ચોરસ આકારે ગોઠવાયેલા હોય અને તેમની વચ્ચેના ખાલી જગ્યાની ઉપર સમાન કદનો એક ગોળો અને તેની નીચે સમાન કદનો એક ગોળો ગોઠવાયેલો હોય, તો આ છ સમાન કદના ગોળાઓની વચ્ચે રચાતા છિદ્રને અષ્ટફલકીય છિદ્ર (O) કહે છે.



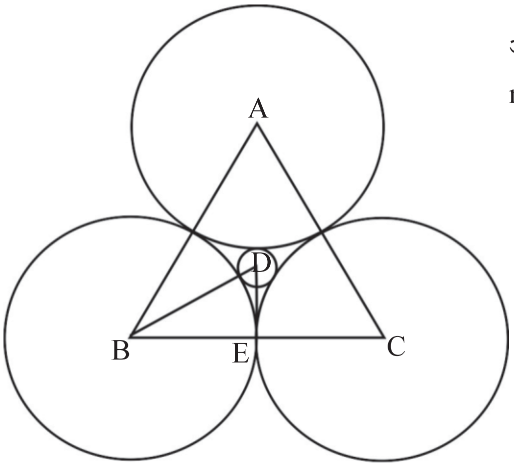
અતિક્લોઝપૅક-રચના (હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના અને ફલકકેન્દ્રિત ક્યુબિક રચના)માં ઉદ્ભવતા અષ્ટફલકીય છિદ્રની સંખ્યા કરતાં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રની સંખ્યા બે ગણી હોય છે.

અતિક્લોઝપૅક-રચના (હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપૅક-રચના અને ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિક ક્લોઝપૅક-રચના)માં ઘટક કણોની સંખ્યા = n હોય, તો અષ્ટફલકીય છિદ્રની સંખ્યા = n અને સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રની સંખ્યા = 2n થાય.

આમ, ઘટક કણોની સંખ્યા : અષ્ટફલકીય છિદ્રની સંખ્યા : સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રની સંખ્યા = 1 : 1 : 2

- **ઋણ આયનોથી બનતી ત્રિકોણીય છિદ્ર રચનામાં એક ધન આયન ગોઠવાયેલો હોય ત્યારે ધન આયનનો સવર્ગાંક 3 થાય અને લઘુત્તમ આયનીય ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર ($\frac{r^+}{r^-}$ અથવા $\frac{r}{R}$)**

ધન આયનની ત્રિજ્યા = r^+ અથવા r અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા = r^- અથવા R



A, B અને C ઋણ આયનોનાં કેન્દ્ર અને D ત્રિકોણીય છિદ્રમાં ગોઠવાયેલ ધન આયનનું કેન્દ્ર છે. કાટકોણ ΔDEBમાં $m\angle DEB = 90^o$, $m\angle DBE = 30^o$

BE = R અને DB = R + r

$\cos(m\angle DBE) = \cos(30^o) = \frac{BE}{DB} \therefore \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{R}{R+r}$

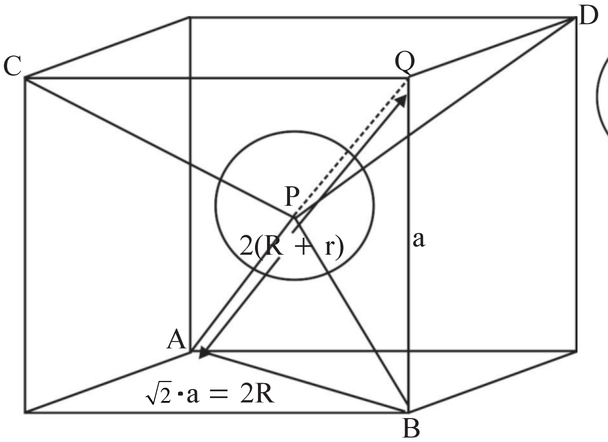
$\therefore \sqrt{3}R + \sqrt{3}r = 2R$

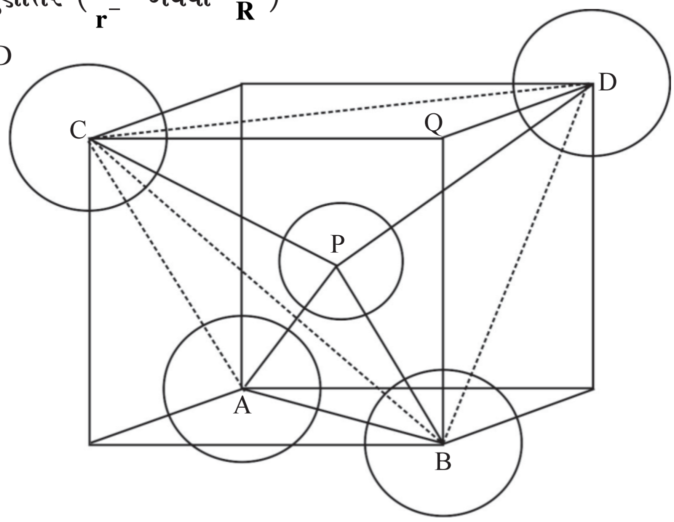
$\therefore \sqrt{3}r = R(2 - \sqrt{3}) \therefore \frac{r}{R} = \frac{2-\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$

$= 0.1547 \approx 0.155$

$\therefore$ ત્રિકોણીય રચના માટે લઘુતમ ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર $\frac{r}{R} = 0.155$

- **ઋણ આયનોથી બનતી સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર રચનામાં એક ધન આયન ગોઠવાયેલો હોય ત્યારે ધન આયનનો સવર્ગાંક 4 થાય અને લઘુતમ આયનીય ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર ($\frac{r^+}{r^-}$ અથવા $\frac{r}{R}$)**





સમઘનના ખૂણાઓ A, B, C અને D સમચતુષ્ફલકના ચાર ખૂણાઓ પર ગોઠવાયેલા ચાર ઋણ આયનોનાં કેન્દ્રો છે. આ ચાર ઋણ આયનોથી રચાતા સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રમાં ગોઠવાયેલા ધન આયનનું કેન્દ્ર P છે.

ધન આયનની ત્રિજ્યા = r^+ અથવા r અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા = r^- અથવા R

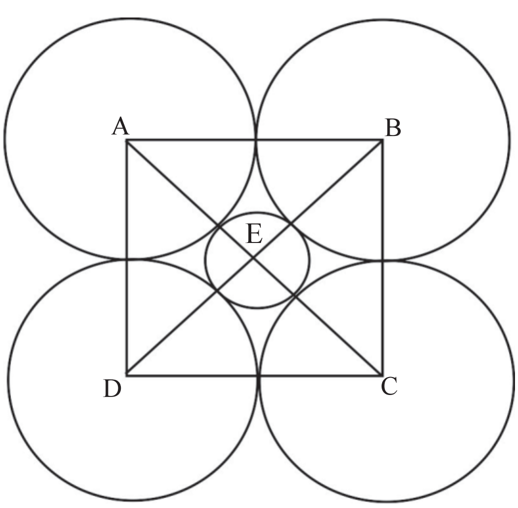
ઘન એકમ કોષ (સમઘન)ની ધારની લંબાઈ BQ = a, અંતઃવિકર્ણની લંબાઈ $AQ = \sqrt{3}a = 2(R + r)$ અને ફલકના વિકર્ણની લંબાઈ $AB = \sqrt{2}a = 2R$ (કારણ કે ઋણ આયનો ફલકના વિકર્ણ પર પરસ્પર સ્પર્શે છે) થશે.

$\therefore a = \sqrt{2}R \quad \therefore \sqrt{3} \times \sqrt{2}R = 2(R + r) \quad \therefore \sqrt{3}R = \sqrt{2}(R + r) \quad \therefore \sqrt{2}r = (\sqrt{3} - \sqrt{2})R$

$\therefore \frac{r}{R} = \frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 0.2249 \approx 0.225$ $\therefore$ સમચતુષ્ફલકીય રચનામાં લઘુતમ ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર = $\frac{r}{R} = 0.225$

- **ઋણ આયનોથી બનતી અષ્ટફલકીય છિદ્ર રચનામાં એક ધન આયન ગોઠવાયેલો હોય ત્યારે ધન આયનનો સવર્ગાંક 6 થાય અને લઘુતમ આયનીય ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર ($\frac{r^+}{r^-}$ અથવા $\frac{r}{R}$)**

ધન આયનની ત્રિજ્યા = r^+ અથવા r અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા = r^- અથવા R



A, B, C અને D એક જ સમતલમાં પરસ્પર સ્પર્શીને સમતલીય સમચોરસ રચનામાં ગોઠવાયેલા ઋણ આયનોનાં કેન્દ્ર અને E અષ્ટફલકીય છિદ્રમાં ગોઠવાયેલા ધન આયનનું કેન્દ્ર છે.

કાટકોણ ΔBECમાં $m\angle BEC = 90^o$ અને $\overline{BC}$ કર્ણ છે.

$EB = EC = R + r$ અને $BC = 2R$

$\therefore\ EB^2 + EC^2 = BC^2 \quad \therefore\ 2(R + r)^2 = (2R)^2$

$\therefore\ R + r = \sqrt{2}R \ \therefore\ r = (\sqrt{2} - 1)R$

$\therefore\ \frac{r}{R} = \sqrt{2} - 1 = 1.414 - 1 \ \therefore\ \frac{r}{R} = 0.414$

અષ્ટફલકીય છિદ્ર રચના માટે લઘુતમ ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર $\frac{r}{R} = 0.414$

આયનીય ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર $\left(\frac{r^+}{r^-}\right)$	ઋણ આયનોની ગોઠવણી	ધન આયનનો સવર્ગાંક	ઉદાહરણ
$0 < \frac{r^+}{r^-} < 0.155$	રેખીય	2	
$0.155 \le \frac{r^+}{r^-} < 0.225$	સમતલીય ત્રિકોણ	3	
$0.225 \le \frac{r^+}{r^-} < 0.414$	સમચતુષ્ફલકીય	4	ZnS
$0.414 \le \frac{r^+}{r^-} < 0.732$	અષ્ટફલકીય	6	NaCl
$0.732 \le \frac{r^+}{r^-} < 1.0$	ક્યુબિક	8	CsCl

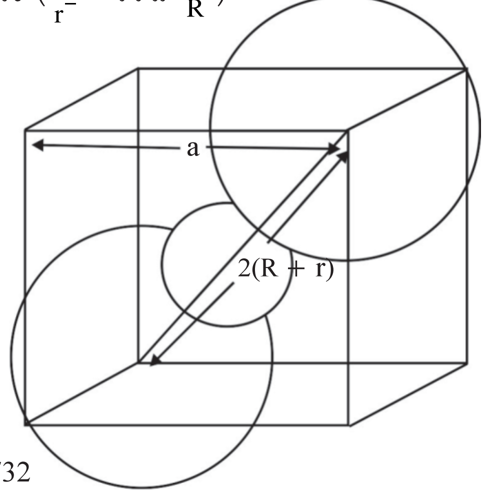
- **ઋણ આયનોથી બનેલી ક્યુબિક છિદ્ર રચના (ધન આદિમ એકમ કોષમાં રચાતા અંતઃકેન્દ્રિત છિદ્ર)માં ગોઠવાયેલા ધન**

આયનનો સવર્ગાંક 8 હોય છે અને લઘુતમ આયનીય ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર ($\frac{r^+}{r^-}$ અથવા $\frac{r}{R}$)

ધન આયનની ત્રિજ્યા = r^+ અથવા r અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા = r^- અથવા R

એકમ કોષની ધારની લંબાઈ = a ધન આયનની ત્રિજ્યા = r અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા = R

એકમ કોષના અંતઃવિકર્ણની લંબાઈ = $\sqrt{3a}$



$\therefore\ 2(R + r) = \sqrt{3} \cdot a$ અને $a = 2R \ \therefore\ 2(R + r) = \sqrt{3}\,(2R)$

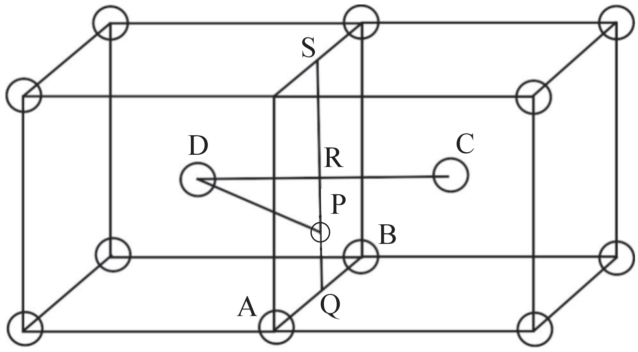
$\therefore\ R + r = \sqrt{3} \cdot R \qquad \therefore\ r = \left(\sqrt{3} - 1\right)R$

$\therefore\ \frac{r}{R} = \sqrt{3} - 1 = 1.732 - 1 \ \therefore\ \frac{r}{R} = 0.732$

$\therefore$ અંતઃકેન્દ્રિત છિદ્ર રચના માટે લઘુતમ ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર $\frac{r}{R} = 0.732$

- **ઋણ આયનોની ધન અંતઃકેન્દ્રિત ક્લોઝપૅક-રચનામાં ઉદ્‌ભવતા છિદ્રમાં ગોઠવાયેલા ધન આયનનો સવર્ગાંક 4 હોય છે અને લઘુતમ આયનીય ત્રિજ્યા-ગુણોત્તર ($\frac{r^+}{r^-}$ અથવા $\frac{r}{R}$)**

ધન આયનની ત્રિજ્યા = r^+ અથવા r અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા = r^- અથવા R



આકૃતિમાં ધન અંતઃકેન્દ્રિત ક્લોઝપૅક-રચનામાં ગોઠવાયેલા ઋણ આયનોના બે ક્રમિક એકમ કોષ દર્શાવેલા છે. A અને B બે ક્રમિક એકમ કોષના સામાન્ય ખૂણાઓ પર ગોઠવાયેલા તથા C અને D બે ક્રમિક એકમ કોષના અંતઃકેન્દ્રમાં ગોઠવાયેલાં ઋણ આયનોનાં કેન્દ્ર છે. P આ ચાર ઋણ આયનોની વચ્ચે ઉદ્‌ભવતા છિદ્રમાં ગોઠવાયેલા ધન આયનનું કેન્દ્ર છે. $\overline{AB}$ અને $\overline{CD}$ ના મધ્યબિંદુ અનુક્રમે Q અને R છે. $\overline{QS}$ નું મધ્યબિંદુ પણ R છે. $\overline{QR}$ નું મધ્યબિંદુ P (છિદ્રમાં ગોઠવાયેલા ધન આયનનું કેન્દ્ર) છે.

એકમ કોષની ધારની લંબાઈ = a $\therefore$ $AB = CD = QS = a = \frac{4R}{\sqrt{3}}$, $QR = \frac{a}{2}$

$\therefore$ કાટકોણ ΔDRPમાં $DR = QR = \frac{a}{2}$, $PR = \frac{a}{4}$,

$m\angle DRP = 90^\circ$ અને $\overline{DP}$ કર્ણ છે. કર્ણની લંબાઈ $DP = (R + r)$

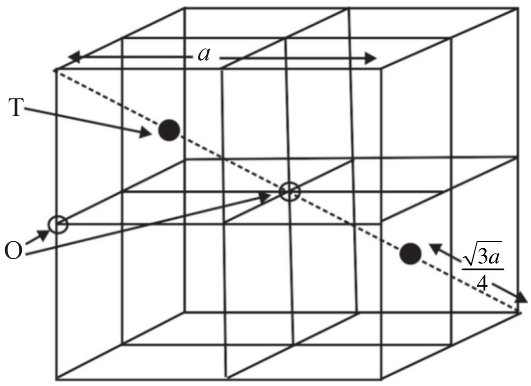
$\therefore\ DR^2 + PR^2 = DP^2 \ \therefore\ \frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{16} = (R + r)^2$

$\therefore\ \frac{5a^2}{16}\ (R + r)^2 \quad \therefore\ \frac{16 \times 5R^2}{16 \times 3} = (R + r)^2 \quad \therefore\ \sqrt{5}\,R = \sqrt{3}\,(R + r) \quad \therefore\ \sqrt{3}\,r = (\sqrt{5} - \sqrt{3})\,R$

$\therefore\ \frac{r}{R} = \frac{\sqrt{5}-\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 0.291$ $\therefore$ ઋણ આયનોની અંતઃકેન્દ્રિત ક્લોઝપૅક-રચનામાં ઉદ્‌ભવતા છિદ્રની ત્રિજ્યા (r) અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા(R)નો ગુણોત્તર $\frac{r}{R} = 0.291$

- **ફલક કેન્દ્રિત ક્યુબિકક્લોઝ પૅક-રચના (fcc)માં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રનાં સ્થાન અને અષ્ટફલકીય છિદ્રનાં સ્થાન**

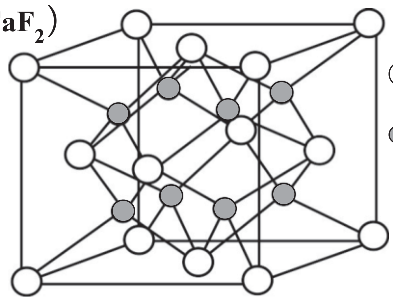
સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર (T)ના સ્થાન દરેક અંતઃ વિકર્ણ પર એકમ કોષના ખૂણેથી અંતઃવિકર્ણની લંબાઈના ચોથા ભાગના $\frac{\sqrt{3}\cdot a}{4}$ અંતરે હોય છે. આથી એક એકમ કોષમાં કુલ 8 સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રો હોય છે. અષ્ટફલકીય છિદ્રો (O)ના સ્થાન એકમ કોષના અંતઃકેન્દ્રમાં એક અને દરેક ધાર (12 ધાર)ના મધ્યબિંદુ પર એક-એક ચોથા ભાગનું અષ્ટફલકીય છિદ્ર આવેલું હોય છે. આથી એક એકમ કોષમાં કુલ ($1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$) ચાર અષ્ટફલકીય છિદ્રો હોય છે.



• તત્ત્વ Aના એનાયનો (ઋણ આયનો) fcc(ccp) અથવા hcp રચનામાં ગોઠવાયેલાં હોય અને તેમાં ઉદ્‌ભવતાં અષ્ટફલકીય છિદ્રમાં તત્ત્વ Bના ધન આયનો અને સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રમાં તત્ત્વ Cના ધન આયનો ગોઠવાયેલાં હોય, તો તે સ્ફટિકમય સંયોજનનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર : BC_2A થાય.

$\because$ **અષ્ટફલકીય છિદ્રની સંખ્યા :** સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રની સંખ્યા : fcc(ccp) અથવા hcp રચનામાં ગોઠવાયેલાં એનાયનની સંખ્યા = 1 : 2 : 1 પ્રમાણમાં હોય છે.

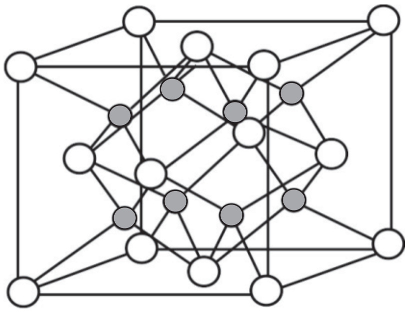
● ફ્લોરાઇટ (CaF_2)



○ = Ca^{2+}નો સવર્ગ આંક = 8 fcc રચનામાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

● = F^-નો સવર્ગ આંક = 4 બધા જ સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

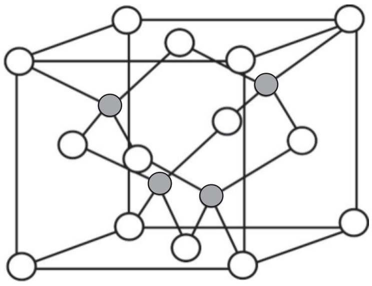
● એન્ટિફ્લોરાઇટ-રચના દા.ત., (Na_2O)



○ = O^{2-}નો સવર્ગ આંક = 8 fcc રચનામાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

● = Na^+નો સવર્ગ આંક = 4 બધા જ સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલા હોય.

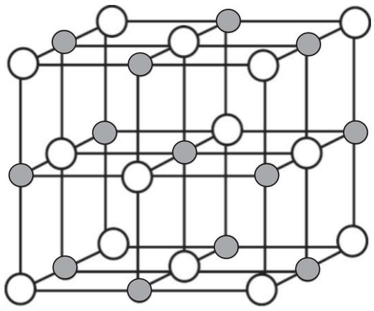
● સ્ફેલરાઇટ (ZnS)(ઝિંક બ્લેન્ડ)



○ = S^{2-}નો સવર્ગ આંક = 4 fcc રચનામાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

● = Zn^{2+}નો સવર્ગ આંક = 4 એકાંતરે આવેલા અડધા સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

● રોકસોલ્ટ (NaCl) :



○ = Cl^-નો સવર્ગ આંક = 6 fcc રચનામાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

● = Na^+નો સવર્ગ આંક = 6 અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલા હોય છે.

---

43. એક ઑક્સાઇડ સંયોજનમાં ઓક્સાઇડ આયનોની ક્લોઝપૅક-રચના hcp છે. તેમાં ચોથા ભાગનાં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રો ધાતુ Bના આયનોથી ભરાયેલાં છે અને ત્રીજા ભાગનાં અષ્ટફલકીય છિદ્રો ધાતુ Aનાં આયનોથી ભરાયેલાં છે, તો તે ધાતુ ઑક્સાઇડનું સૂત્ર કયું હશે ?

(A) $A_3B_2O_6$ (B) $A_2B_3O_6$ (C) $A_2B_3O_4$ (D) A_3B_4O

44. એક ધાતુ ઑક્સાઇડમાં ઑક્સાઇડ-આયનોની ગોઠવણી fcc છે. જો તેમાં બધા અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Aનાં આયનો ગોઠવાયેલાં હોય અને ચોથા ભાગનાં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Bનાં આયનો ગોઠવાયેલાં હોય, તો આ ઑક્સાઇડનું સૂત્ર આપેલમાંથી કયું હશે ?

(A) AB_2O_2 (B) ABO_2 (C) A_2BO (D) A_2BO_2

45. એક ઑક્સાઇડ સંયોજનમાં ઑક્સાઇડ આયનોની ક્લોઝપૅક-રચના fcc છે. તેમાં ચોથા ભાગનાં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રો ધાતુ Bનાં આયનોથી ભરાયેલાં છે અને ત્રીજા ભાગનાં અષ્ટફલકીય છિદ્રો ધાતુ Aનાં આયનોથી ભરાયેલાં છે, તો ધાતુ A અને Bનાં આયનોની અનુક્રમે કઈ ઑક્સિડેશન અવસ્થા શક્ય છે ?

(A) +2, +3 (B) +3, +3 (C) +2, +2 (D) +3, +2

46. એક ઑક્સાઇડનું સૂત્ર AB_2O_4 છે. O^{2-} (ઑક્સાઇડ) આયનો ccp રચનામાં ગોઠવાયેલાં હોય, તો આપેલ કયું વિધાન યોગ્ય છે ?

(A) બીજા ભાગનાં અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Aનાં આયનો અને ચોથા ભાગનાં ચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Bનાં આયનો ગોઠવાયેલાં છે.

(B) ચોથા ભાગનાં અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Aનાં આયનો અને ચોથા ભાગનાં ચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Bનાં આયનો ગોઠવાયેલાં છે.

(C) ચોથા ભાગનાં અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Aનાં આયનો અને બીજા ભાગનાં ચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Bનાં આયનો ગોઠવાયેલાં છે.

(D) બીજા ભાગનાં અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Aનાં આયનો અને બીજા ભાગનાં ચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ધાતુ Bનાં આયનો ગોઠવાયેલાં છે.

47. અંતઃકેન્દ્રિત (bcc) ઘન રચનામાં ગોઠવાયેલા સમાન કદના ગોળાઓની ત્રિજ્યા R હોય, તો તે રચનામાં ઉદ્ભવતા છિદ્રની ત્રિજ્યા કેટલી હોય ?

(A) $\left(\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{3}}-1\right)R$ (B) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}-1\right)R$ (C) $\left(\sqrt{3}-1\right)R$ (D) R

48. એક આયનીય સંયોજન AB_2માં A^{2+} આયનો ઘન ફલક કેન્દ્રિત રચનામાં ગોઠવાયેલા છે જ્યારે B^- સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલા છે. જો તેના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 310 pm હોય, તો ઋણ આયનોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું લઘુતમ અંતર કેટલું હશે ?

(A) 134.23 pm (B) 219.24 pm (C) 155 pm (D) 179 pm

49. A_3BO_3 સૂત્ર ધરાવતા સ્ફટિકમય ઘનમાં ઑક્સાઇડ આયનો ccp રચનામાં છે. જ્યારે ધાતુ A અને ધાતુ Bના ધન આયનો અનુક્રમે ચતુષ્ફલકીય છિદ્રો અને અષ્ટફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલાં છે, તો ધાતુ A અને ધાતુ Bનાં આયનો દ્વારા અનુક્રમે રોકાયેલ ચતુષ્ફલકીય અને અષ્ટફલકીય છિદ્રોનું ટકાવાર પ્રમાણ કેટલું હશે ?

(A) 50 %, 33.33 % (B) 33.33 %, 12.5 % (C) 25 %, 12.5 % (D) 50 %, 25 %

50. ઘન આદિમ એકમ કોષ ધરાવતા સ્ફટિક લૅટિસ રચનામાં એકમ કોષની ધાર પર પરસ્પર સ્પર્શતા ગોળાઓની ત્રિજ્યા 180 pm હોય, તો તેમાં રચાતા છિદ્રની ત્રિજ્યા કેટલી હશે ?

(A) 131.76 pm (B) 74.52 pm (C) 40.5 pm (D) 52.38 pm

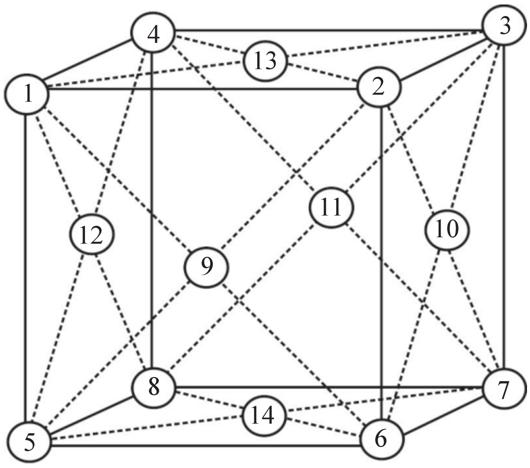
51. ઘન અંતઃકેન્દ્રિત સ્ફટિક લૅટિસ રચનામાં ગોઠવાયેલા ગોળાઓની ત્રિજ્યા 180 pm હોય, તો તેમાં રચાતા છિદ્રની ત્રિજ્યા કેટલી હશે ?

(A) 131.76 pm (B) 74.52 pm (C) 40.5 pm (D) 52.38 pm

52. એક ઑક્સાઇડ સંયોજનમાં ઑક્સાઇડ આયનોની ક્લોસપૅક રચના fcc છે. તેમાં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રો ધાતુ Bનાં આયનોથી ભરાયેલાં છે અને અષ્ટફલકીય છિદ્રો ધાતુ Aનાં આયનોથી ભરાયેલાં છે. જો પ્રત્યેક એકમ કોષના બે વિકર્ણ પરના તમામ પરમાણુ નીકળી ગયેલા હોય, તો તે ધાતુ ઑક્સાઇડનું સૂત્ર કયું હશે ? (સંયોજનની વિદ્યુતીય તટસ્થતા ધ્યાનમાં લીધા વગર)

(A) $A_6B_8O_7$ (B) $A_4B_3O_2$ (C) AB_4O_3 (D) $A_4B_8O_5$

53. આકૃતિમાં દર્શાવેલ ધન fcc એકમ કોષમાં કયા વિકલ્પમાં આપેલ નંબરના ગોળાઓ દ્વારા સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર રચાય છે ?



(A) 1, 13, 11, 12

(B) 3, 10, 13, 2

(C) 8, 11, 12, 14

(D) 6, 10, 9, 11

54. ટ્રાયગોનલ સ્ફટિક રચનામાં જો $\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ$ હોય, તો તેના પરસ્પર લંબ અંતઃવિકર્ણોની સંખ્યા કેટલી હશે ?

(A) 4 (B) 2 (C) 3 (D) એક પણ નહિ

55. fcc સ્ફટિક-રચના ધરાવતી એક ધાતુના 10 મોલ પરમાણુ ધરાવતા સ્ફટિકનું કદ 101.76 ઘન સેમી છે, તો તે ધાતુ-પરમાણુની ત્રિજ્યા કેટલી હશે ?

(A) 128 pm (B) 100 pm (C) 162 pm (D) 144 pm

56. એક આયનીય સંયોજન bcc રચના ધરાવે છે. જો તેની સ્ફટિક રચનામાં ધન આયન અને ઋણ આયન વચ્ચેનું લઘુતમ અંતર 175 pm હોય, તો તેનું મોલર કદ કેટલું થાય ? (ઋણ આયનો એકમ કોષના ખૂણા પર અને ધન આયનો એકમ કોષના અંતઃકેન્દ્રમાં હોય છે.)

(A) 2.48 ઘન સેમી (B) 0.31 ઘન સેમી (C) 4.96 ઘન સેમી (D) 0.62 ઘન સેમી

57. એક ધાતુનું સ્ફટિકીકરણ fcc પ્રમાણે થાય છે, તો તેમાં ઉદ્ભવતા સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોના કેન્દ્ર વચ્ચેનું લઘુતમ અંતર કેટલું થાય ? ધાતુ-પરમાણુની ત્રિજ્યા r છે.

(A) 2r (B) $\sqrt{2}r$ (C) $\frac{\sqrt{3}\cdot r}{2}$ (D) $\sqrt{3}\cdot r$

58. KCl અને NaCl સમાન સ્ફટિક-રચના ધરાવે છે. જો તેમાં ધન આયન અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યાનો ગુણોત્તર અનુક્રમે 0.74 અને 0.55 હોય, તો તેમના એકમ કોષની ધારની લંબાઈનો ગુણોત્તર કેટલો હશે ?

(A) 1.3454 (B) 1.1226 (C) 1.5432 (D) 1.4525

59. એક આયનીય સંયોજન એન્ટિફ્લોરાઇટ સ્ફટિક-રચના ધરાવે છે. (ઋણ આયનો fcc રચનામાં અને ધન આયનો સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલા છે.) જો તેની નિયમિત સ્ફટિક રચનામાં તેના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 545 pm હોય, તો અનુક્રમે ધન આયન અને ઋણ આયનની ત્રિજ્યા માટે કયો વિકલ્પ યોગ્ય છે ?

(A) 67.4 pm, 168.585 pm (B) 70.83 pm, 181.511 pm

(C) 60.47 pm, 168.225 pm (D) 72.342 pm, 175.723 pm

60. એક આયનીય સંયોજન ઍન્ટિફ્લોરાઇટ સ્ફટિક-રચના ધરાવે છે. (ઋણ આયનો fcc રચનામાં અને ધન આયનો સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલાં છે.) જો $r^+ + r^- = 205$ pm હોય, તો બે ઋણ આયનોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું લઘુતમ અંતર કેટલું હશે ?

(A) 314.38 pm (B) 228.38 pm (C) 268.25 pm (D) 334.76 pm

61. CsClનું સ્ફટિકીકરણ અંતઃકેન્દ્રિત ધન જાલક (bcc) પ્રમાણે થાય છે. જો તેના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 'a' હોય, તો નીચે આપેલાં સૂત્રોમાંથી કયું સાચું છે ?

(A) $r_{Cs^+} + R_{Cl^-} = \sqrt{3}\cdot a$ (B) $r_{Cs^+} + r_{Cl^-} = 3a$ (C) $r_{Cs^+} + r_{Cl^-} = \frac{3a}{2}$ (D) $r_{Cs^+} + r_{Cl^-} = \frac{\sqrt{3}\cdot a}{2}$

62. ZnS(વુર્ઝાઇટ)ની સ્ફટિક-રચનામાં Zn^{2+} આયનો hcp રચનામાં ગોઠવાયેલાં છે અને S^{2-} આયનો એકાંતરે આવેલાં સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રોમાં ગોઠવાયેલાં છે. Zn^{2+} અને S^{2-}ની આયનીય ત્રિજ્યા અનુક્રમે 74 pm અને 29.7 pm હોય, તો ZnS(વુર્ઝાઇટ)ના એકમ કોષની ધારની લંબાઈ 'c' કેટલી હશે ? (**નોંધ :** અહીં આપેલ રકમ મુજબ ઋણ આયન કરતાં ધન આયન કદમાં મોટો છે.)

(A) 349.18 pm (B) 218.42 pm (C) 326.28 pm (D) 276.53 pm

જવાબો : **43.** (B), **44.** (D), **45.** (D), **46.** (B), **47.** (A), **48.** (C), **49.** (A), **50.** (A), **51.** (D), **52.** (A), **53.** (C), **54.** (C), **55.** (D), **56.** (C), **57.** (B), **58.** (B), **60.** (D), **61.** (D), **62.** (D)

સ્ફટિક-ક્ષતિ : સ્ફટિક-રચનામાં કણો દ્વારા થતી અનિયમિતતાને સ્ફટિક-ક્ષતિ કહે છે.

સ્ફટિક-ક્ષતિના પ્રકાર

↓

બિંદુ-ક્ષતિ

સ્ફટિકમય પદાર્થની આદર્શ રચનામાં કોઈ બિંદુ અથવા પરમાણુની આસપાસ અનિયમિતતા ઊભી થવાને કારણે બિંદુ-ક્ષતિ ઉદ્ભવે છે.

રેખા-ક્ષતિ

સ્ફટિકમય પદાર્થમાં લૅટિસ બિંદુઓની સમગ્ર હરોળમાંની આદર્શ ગોઠવણીમાં અનિયમિતતા અથવા વિચલનને કારણે રેખા-ક્ષતિ ઉદ્ભવે છે.

બિંદુ-ક્ષતિના ત્રણ પ્રકાર છે

↓

તત્ત્વ યોગમિતિય ક્ષતિ

આ ક્ષતિ ઉદ્ભવવાથી ધનની તત્ત્વ યોગમિતિને ખલેલ પડતી નથી તેમને આંતરિક અથવા ઉષ્માગતિય ક્ષતિ કહે છે.

બિનતત્ત્વ યોગમિતિય ક્ષતિ

આ ક્ષતિ ઉદ્ભવવાથી ધનની તત્ત્વયોગમિતિને ખલેલ પડે છે.

અશુદ્ધિ ક્ષતિ

દા.ત., પિગલિત NaClમાં થોડા પ્રમાણમાં ધન $SrCl_2$ ઉમેરીને સ્ફટિકીકરણ કરવામાં આવે તો Na^+ના કેટલાંક સ્થાન Sr^{2+} વડે રોકાયેલ હોય છે. દરેક Sr^{2+} બે Na^+નું વિસ્થાપન કરે છે અને તેમાંથી એક સ્થાન રોકી લે છે અને બીજું સ્થાન ખાલી રહે છે. આમ, ધનઆયનીય અવકાશની સંખ્યા Sr^{2+} જેટલી હોય છે.

તત્ત્વ યોગમિતિય ક્ષતિ બિનઆયનીય ધનમાં

↓

અવકાશ ક્ષતિ

સ્ફટિક લૅટિસમાંના કેટલાંક સ્થાન ખાલી હોય છે. આ ક્ષતિ ઉદ્ભવવાથી ઘનની ઘનતા ઘટે

આંતરાલીય ક્ષતિ

વધારાના ઘટક કણો સ્ફટિક લૅટિસમાંના કેટલાંક આંતરાલીય સ્થાનમાં ગોઠવાયેલા હોય છે. આ ક્ષતિ ઉદ્ભવવાથી ઘનની ઘનતા વધે.

તત્ત્વ યોગમિતિય ક્ષતિ આયનીય ઘનમાં

↓

શોટકી ક્ષતિ

↓

વિદ્યુતીય તટસ્થતા જળવાઈ રહે માટે આલ્કલી હેલાઇડ જેવાં સંયોજનોમાં સમાન સંખ્યામાં ધન આયનો અને ઋણ આયનો ગેરહાજર હોય છે. આ ક્ષતિ ઉદ્‌ભવવાથી ઘનની ઘનતા ઘટે. ધન આયન અને ઋણ આયનના કદ સમાન હોય તેવા અથવા ધન આયનના સવર્ગ આંક ઊંચા હોય તેવા આયનીય સ્ફટિકમાં આ પ્રકારની ક્ષતિ જોવા મળે છે. દા.ત., NaCl, KCl, AgBr

ફ્રેન્કલ ક્ષતિ

↓

નાના કદના ધન આયનો પોતાના મૂળ સ્થાનેથી ખસીને સ્ફટિક લૅટિસના આંતરાલીય સ્થાનમાં ગોઠવાયેલા હોય છે. ધન આયન અને ઋણ આયનના કદમાં તફાવત વધારે હોય એટલે કે ધન આયનના સવર્ગાંક ઓછા હોય તેવા આયનીય સ્ફટિકમાં આ પ્રકારની ક્ષતિ જોવા મળે છે. દા.ત., AgCl, AgBr, AgI, ZnS ફ્રેન્કલ ક્ષતિ ઉદ્‌ભવવાથી ઘનની ઘનતામાં કોઈ ફેરફાર ના થાય. ફ્રેન્કલ ક્ષતિ ઉદ્‌ભવવાથી સ્ફટિકનો ડાયઇલેક્ટ્રિક અચળાંક વધે છે અને સ્ફટિકમાં સહસંયોજક વલણ વધે છે.

બિનતત્ત્વ યોગમિતિય ક્ષતિ

↓

ધાતુ વધારો ક્ષતિ એનાયન અવકાશને લીધે થતી ધાતુ વધારો ક્ષતિ

NaCl અને KCl જેવા આલ્કલી હેલાઇડ આ ક્ષતિ દર્શાવે છે. દા.ત., NaClના સ્ફટિકને સોડિયમની બાષ્પના વાતાવરણમાં ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે સોડિયમ પરમાણુઓ સ્ફટિકની સપાટી પર જમા થાય છે. તેથી Cl^- સ્ફટિકની સપાટી પર પ્રસરણ પામીને Na^+ સાથે જોડાઈને NaCl બનાવે છે અને Naમાંથી મુક્ત થતો ઇલેક્ટ્રૉન સપાટીમાં પ્રસરણ પામીને એનાયનના સ્થાને પહોંચી જાય છે. આથી સ્ફટિકમાં સોડિયમનો વધારો થાય છે. અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉન વડે રોકાયેલા એનાયનીય સ્થાનને F-કેન્દ્રો કહે છે. આથી NaClનો સ્ફટિક પીળો રંગ ધારણ કરે છે. આવી ક્ષતિને કારણે LiCl નો સ્ફટિક ગુલાબી રંગ અને KClનો સ્ફટિક જાંબલી રંગ ધારણ કરે છે.

આંતરાલીય સ્થાનો પર વધારના ધનાઆયનની હાજરીને કારણે ધાતુ વધારો ક્ષતિ

ઝિંક ઑક્સાઇડ ઓરડાના તાપમાને સફેદ રંગનો ઘન પદાર્થ છે. તેને ગરમ કરતાં તે આંશિક વિઘટન પામી ઑક્સિજન ગુમાવે છે, જેથી તે પીળા રંગમાં ફેરવાય છે. $ZnO \xrightarrow{\text{ગરમી}} Zn^{2+} + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$ સ્ફટિકમાં વધવાથી સ્ફટિકનું સૂત્ર $Zn_{x+1}O$ થશે. વધારાના Zn^{2+} આંતરાલીય સ્થાનમાં ગોઠવાયા છે અને ઇલેક્ટ્રૉન બાજુના આંતરાલીય સ્થાનમાં ગોઠવાય છે.

ધાતુ ઊણપ ક્ષતિ

ઘણા બધા ઘનમાં ધાતુ પરમાણુઓ ઓછા જોવા મળે છે. આથી તેમની તત્ત્વયોગમિતિ એટલે કે તેમના પ્રમાણસૂચક સૂત્રમાં ફેરફાર થાય છે. દા.ત., FeOમાં કેટલાક Fe ધાતુ પરમાણુ ઓછા થવાથી તેની તત્ત્વયોગમિતિ એટલે કે પ્રમાણસૂચક સૂત્ર $Fe_{0.93}O$થી $Fe_{0.96}O$ વચ્ચે હોય છે અને મોટે ભાગે તે $Fe_{0.95}O$ જોવા મળે છે. FeOમાં કેટલાક Fe^{2+} ખોવાયેલા જણાય છે તેથી ધન ભારનો ઘટાડો Fe^{2+}નું Fe^{3+} માં રૂપાંતર થવાથી પૂરો પડે છે.

વિસ્થાપનની ક્ષતિ

ઘણી વખત પરમાણુઓ સ્ફટિકજાળી રચનામાં પોતાના સ્થાનેથી અન્ય સ્ફટિકજાળી રચનામાં પારસ્પરિક રીતે વિનિમય કરીને વિસ્થાપન કરે ત્યારે વિસ્થાપનીય ક્ષતિ ઉદ્‌ભવે છે. દા.ત., Cu અને Auની મિશ્ર ધાતુમાં તથા Cu અને Agની મિશ્ર ધાતુમાં.

- **સ્ફટિકની ક્લોઝપૅક-રચનામાં બે સમતલો વચ્ચેનું અંતર શોધવા માટે બ્રેગનું સમીકરણ**

$n\lambda = 2d \sin\theta$ જ્યાં λ = ઉપયોગમાં લીધેલ ક્ષ-કિરણની તરંગ-લંબાઈ, d = ક્લોઝપૅક-રચનામાં બે સમતલો વચ્ચેનું અંતર, θ = દૃષ્ટિપાત (આપાત) કોણ, n = 1, 2 ......

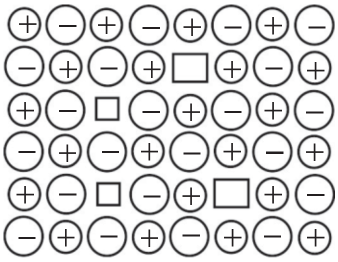
63. કઈ ક્ષતિ તત્ત્વ યોગમિતિય ક્ષતિનો પ્રકાર છે ?
(A) ધાતુ વધારો ક્ષતિ (B) શોટકી ક્ષતિ (C) અશુદ્ધિ ક્ષતિ (D) ધાતુ ઊણપ ક્ષતિ

64. જે સ્ફટિકમાં .... હોય તેમાં ફ્રેન્કલ ક્ષતિ જોવા મળે છે.
(A) ધન અને ઋણ આયનના કદમાં મોટો તફાવત (B) ધન આયનોના સવર્ગાંક ઊંચા
(C) ધન અને ઋણ આયનનાં કદ લગભગ સમાન (D) ધન આયનો કરતાં ઋણ આયનોનાં કદ નાનાં

65. આપેલ કયા પદાર્થના સ્ફટિકમાં શોટકી ક્ષતિ જોવા મળતી નથી ?
(A) KCl (B) AgBr (C) ZnS (D) CsCl

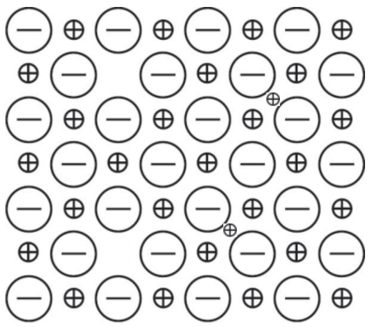
66. .... F-કેન્દ્રો (રંગ-કેન્દ્રો) કહે છે ?
(A) શોટકી ક્ષતિમાં ઉદ્ભવતાં છિદ્રોને (B) ફ્રેન્કલ ક્ષતિમાં ઉદ્ભવતાં છિદ્રોને
(C) અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉન દ્વારા રોકાયેલા એનાયનીય સ્થાનને (D) અશુદ્ધિ દ્વારા રોકાયેલા અવકાશીય સ્થાનને

67. આપેલ આકૃતિ કયા પ્રકારની ક્ષતિની છે ?



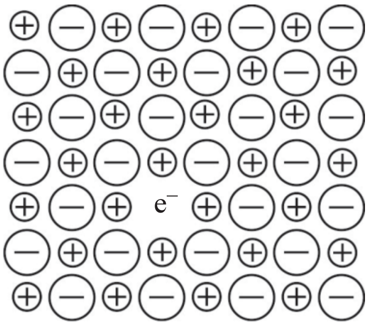
(A) ફ્રેન્કલ ક્ષતિ (B) ધાતુ વધારો ક્ષતિ
(C) આંતરાલીય ક્ષતિ (D) શોટકી ક્ષતિ

68. આપેલ આકૃતિ કયા પ્રકારની ક્ષતિની છે ?



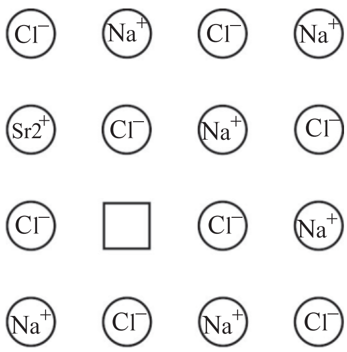
(A) આંતરાલીય ક્ષતિ (B) ફ્રેન્કલ ક્ષતિ
(C) અવકાશ ક્ષતિ (D) શોટકી ક્ષતિ

69. આપેલ આકૃતિ કયા પ્રકારની ક્ષતિની છે ?



(A) એનાયન અવકાશને લીધે થતી ધાતુ વધારો ક્ષતિ
(B) આંતરાલીય સ્થાનો પર વધારાના ધન આયનની હાજરીને કારણે ધાતુ વધારો ક્ષતિ
(C) અવકાશ ક્ષતિ
(D) શોટકી ક્ષતિ

70. આપેલ આકૃતિ કયા પ્રકારની ક્ષતિની છે ?



(A) એનાયન અવકાશને લીધે થતી ધાતુ વધારો ક્ષતિ
(B) અશુદ્ધિ ક્ષતિ
(C) અવકાશ ક્ષતિ
(D) શોટકી ક્ષતિ

71. ધાતુ ઊણપ ક્ષતિને કારણે Fe_xO મોટા ભાગે જે સ્વરૂપે જોવા મળે છે તેમાં રહેલાં ધન આયનોમાં Fe^{2+} અને Fe^{3+}નું ટકાવાર પ્રમાણ અનુક્રમે કેટલું હોય છે ?

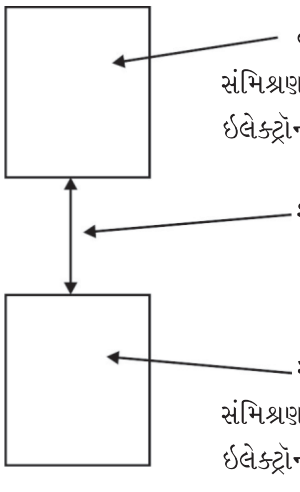
(A) 95 %, 5 % (B) 57.5 %, 12.5 % (C) 85 %, 15 % (D) 89.5 %, 10.5 %

72. પ્રાયોગિક માહિતીના આધારે ધાતુ ઑક્સાઇડનું અણુસૂત્ર $M_{0.98}O$ મળેલ છે. ધાતુ M તેના ઑક્સાઇડમાં M^{2+} અને M^{3+} સ્વરૂપે છે, તો તેમાં M^{3+} આયન કેટલા % હશે ?

(A) 4.08 % (B) 6.05 % (C) 5.08 % (D) 7.01 %

જવાબો : **63.** (B), **64.** (A), **65.** (C), **66.** (C), **67.** (D), **68.** (B), **69.** (A), **70.** (B), **71.** (D), **72.** (A)

પટ સિદ્ધાંત : આ સિદ્ધાંત પ્રમાણે પદાર્થમાં ઘટક કણોની બાહ્યતમ કક્ષાની સમાન શક્તિ ધરાવતી કક્ષકોના સમિશ્રણથી પટ બને છે. તે બે પ્રકારના હોય છે : સંયોજકતા પટ અને વાહકતા પટ.



વાહકતા પટ : તેનું શક્તિસ્તર ઊંચું હોય છે (ઊંચી ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકોનું સંમિશ્રણ). તેમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉન દ્વારા વિદ્યુતનું વહન થાય છે. સામાન્ય રીતે તેમાં ઇલેક્ટ્રૉન ઓછા હોય છે અથવા આ પટ ખાલી હોય છે.

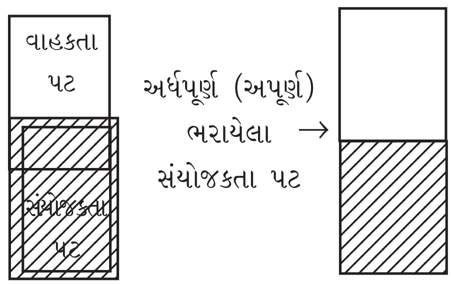
શક્તિ ગૅપ (E_g) : વાહકતા પટ અને સંયોજકતા પટ વચ્ચેનો શક્તિ-તફાવત.

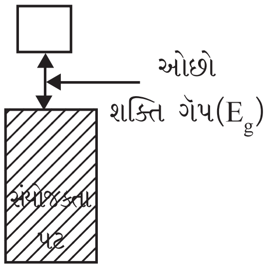
સંયોજકતા પટ : તેનું શક્તિસ્તર નીચું હોય છે (નીચી ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકોનું સંમિશ્રણ). તેમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉન દ્વારા વિદ્યુતનું વહન થતું નથી. સામાન્ય રીતે તેમાં ઇલેક્ટ્રૉન વધારે હોય છે.

પદાર્થમાં વિદ્યુતનું વહન થવા માટે વાહકતા પટમાં ઇલેક્ટ્રૉન હોવા જરૂરી છે. જેમ શક્તિ ગૅપ (E_g)નું મૂલ્ય ઓછું હોય તેમ ઇલેક્ટ્રૉન સહેલાઈથી સંયોજકતા પટમાંથી વાહકતા પટમાં જઈ શકે છે. આથી તે પદાર્થ વિદ્યુતવાહક બને અથવા તેની વિદ્યુતવાહકતા વધારે હોય છે.

ધાતુઓમાં સંયોજકતા પટ અને વાહકતા પટ સંમિશ્ર થયેલા હોય છે અથવા સંયોજકતા પટ અર્ધપૂર્ણ (અપૂર્ણ) ભરાયેલા હોય છે. આથી ધાતુઓની વિદ્યુતવાહકતા ઊંચી હોય છે.

(ધાતુઓની વિદ્યુતવાહકતા 10^4 થી $10^7\ \Omega^{-1}m^{-1}$ના ગાળામાં હોય છે.)

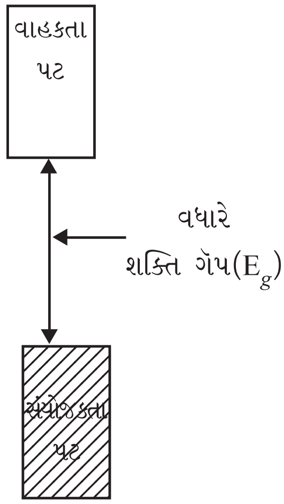




અર્ધવાહકોમાં સંયોજકતા પટ અને વાહકતા પટ વચ્ચે શક્તિ ગૅપ (E_g)નું મૂલ્ય ઓછું હોય છે. આથી અર્ધવાહકને સહેજ ગરમ કરવામાં આવે તો ઉષ્માશક્તિનું શોષણ કરી ઇલેક્ટ્રૉન સહેલાઈથી સંયોજકતા પટમાંથી વાહકતા પટમાં જતો રહે છે. આથી, અર્ધવાહકોની વિદ્યુતવાહકતા વધે છે. (અથવા વિદ્યુતવાહક બને છે.)

(**અર્ધવાહકોની વિદ્યુતવાહકતા :** 10^{-6} થી $10^4\ \Omega^{-1}m^{-1}$ના ગાળામાં હોય છે.)

અવાહકોમાં સંયોજકતા પટ અને વાહકતા પટ વચ્ચે શક્તિ ગૅપ (E_g)નું મૂલ્ય ખૂબ વધારે હોય છે. આથી, ઇલેક્ટ્રૉન સહેલાઈથી સંયોજકતા પટમાંથી વાહકતા પટમાં જઈ શકતો નથી. આથી આવા પદાર્થો વિદ્યુત અવાહક હોય છે.



(**અવાહકોની વિદ્યુતવાહકતા :** 10^{-20} થી $10^{-10}\ \Omega^{-1}m^{-1}$ના ગાળામાં હોય છે.)

અર્ધવાહક : સામાન્ય તાપમાને વિદ્યુત અવાહક જેવી વર્તણૂક દર્શાવે છે પણ તાપમાન વધારાતા તેમની વિદ્યુતવાહકતા વધે છે. દા.ત., Si, Ge....

ડૉપિંગ : અર્ધવાહકોમાં યોગ્ય પ્રકારની અશુદ્ધિ યોગ્ય પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે, તો તેમની વિદ્યુતવાહકતા વધે છે. આ ક્રિયાને ડૉપિંગ કહે છે. **n-ટાઈપ (ઋણભાર પ્રકારના) અર્ધવાહક** : આવર્ત કોષ્ટકમાં સમૂહ-14નાં તત્ત્વો (Si, Ge....) જેમની સંયોજકતા કક્ષામાં ચાર ઇલેક્ટ્રૉન હોવાથી તે ટેટ્રાવેલેન્ટ તરીકે ઓળખાય છે. તેમાં સમૂહ-15નાં તત્ત્વો (P, As, Sb, Bi, ...) જેમની સંયોજકતા કક્ષામાં પાંચ ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. પેન્ટા વેલેન્ટની અશુદ્ધિ અલ્પ (યોગ્ય) પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે, તો વધુ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતો અર્ધવાહક બને છે તેને n-ટાઈપ (ઋણભાર પ્રકારના) અર્ધવાહક કહે છે.

p-ટાઈપ (ધનભાર પ્રકારના) અર્ધવાહક : આવર્ત કોષ્ટકમાં સમૂહ-14નાં તત્ત્વો (Si, Ge....) જેમની સંયોજકતાકક્ષામાં ચાર ઇલેક્ટ્રૉન હોવાથી તે ટેટ્રાવેલેન્ટ તરીકે ઓળખાય છે. તેમાં સમૂહ-13નાં તત્ત્વો (B, Al, Ga, In ....) જેમની સંયોજકતા કક્ષામાં પાંચ ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. પેન્ટા વેલેન્ટની અશુદ્ધિ અલ્પ (યોગ્ય) પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે, તો ઓછા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતો અર્ધવાહક બને છે તેને p-ટાઈપ (ધનભાર પ્રકારના) અર્ધવાહક કહે છે.

- n-ટાઈપ અને p-ટાઈપ પ્રકારના અર્ધવાહકો ઇલેક્ટ્રૉનિક ઉદ્યોગમાં ખૂબ જ ઉપયોગી છે.
- ડાયોડ n-ટાઈપ અને p-ટાઈપ પ્રકારના અર્ધવાહકોનું જોડાણ છે.
- npn અને pnp પ્રકારના જોડાણથી જુદા-જુદા પ્રકારના અર્ધવાહકો બનાવી શકાય છે.
- GaAs (ગેલિયમ આર્સેનાઇડ) જેવા અર્ધવાહકોના ઝડપી પ્રતિભાવને કારણે અર્ધવાહકો ધરાવતી વસ્તુઓએ ક્રાંતિ સર્જી છે.

સંક્રાંતિ ધાતુના ઑક્સાઇડની વિદ્યુતવાહકતામાં વિવિધતા જોવા મળે છે

↓

↓	↓	↓
ધાતુ જેવી વિદ્યુતવાહકતા ધરાવતા ઑક્સાઇડ	અવાહક	અર્ધવાહક
TiO, CrO_2	TiO_2, VO, VO_2	Ti_2O_3

ReO_3નો દેખાવ અને વાહકતા Cu ધાતુ જેવા છે.

---

73. આપેલમાંથી કોનો દેખાવ અને વાહકતા કૉપર ધાતુ જેવા છે ?

(A) TiO (B) VO_3 (C) CrO_2 (D) ReO_3

74. Cu અને Ge અનુક્રમે કયા પ્રકારના વાહક છે ?

(A) વીજવાહક અને વીજ અવાહક (B) વીજ અર્ધવાહક અને વીજવાહક

(C) વીજવાહક અને વીજ અર્ધવાહક (D) વીજ અર્ધવાહક અને વીજ અર્ધવાહક

75. Geમાં કયા તત્ત્વનું ડૉપિંગ કરવાથી p-પ્રકારનો અર્ધવાહક બને છે ?

(A) As (B) P (C) Al (D) Sb

જવાબો : 73. (D), **74.** (C), **75.** (C)

ચુંબકીય ગુણધર્મ

↓

- પ્રતિચુંબકીય
- અનુચુંબકીય
- ફેરોમૅગ્નેટિક (લોહચુંબકીય)
- એન્ટિફેરોમૅગ્નેટિક (પ્રતિલોહચુંબકીય)
- ફેરીમૅગ્નેટિક

પ્રતિચુંબકીય (ડાયામૅગ્નેટિક) : જે પદાર્થોને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો તે અપાકર્ષણ પામે છે એટલે કે વધુ ચુંબકીય તીવ્રતાથી ઓછી ચુંબકીય તીવ્રતા તરફ આકર્ષાય (ગતિ કરે) તેવા પદાર્થોને પ્રતિચુંબકીય પદાર્થો કહે છે.

જે પદાર્થમાં બધા જ ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મિત સ્વરૂપે હોય તે પદાર્થો પ્રતિચુંબકીય હોય છે.

આવા પદાર્થોને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં લાવતા તેમનું વજન ઓછું દર્શાવે છે.

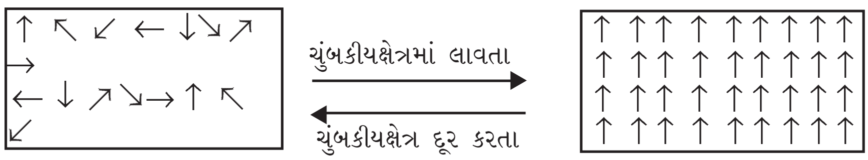
દા.ત., બેન્ઝિન, TiO_2, NaCl વગેરે. (↑↓) (↑↓) (↑↓) (↑↓) (↑↓) (↑↓)

અનુચુંબકીય (પેરામૅગ્નેટિક) : જે પદાર્થોને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો આકર્ષણ પામે છે એટલે કે ઓછી ચુંબકીય તીવ્રતાથી વધુ ચુંબકીય તીવ્રતા તરફ આકર્ષાય (ગતિ કરે) તેવા પદાર્થોને અનુચુંબકીય પદાર્થો કહે છે.

જે પદાર્થમાં એક અથવા વધારે ઇલેક્ટ્રૉન અયુગ્મિત સ્વરૂપે હોય તે પદાર્થો પ્રતિચુંબકીય હોય છે.

આવા પદાર્થોને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં લાવતા તેમનું વજન વધુ દર્શાવે છે.

દા.ત., FeO, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Cu^{2+} વગેરે.



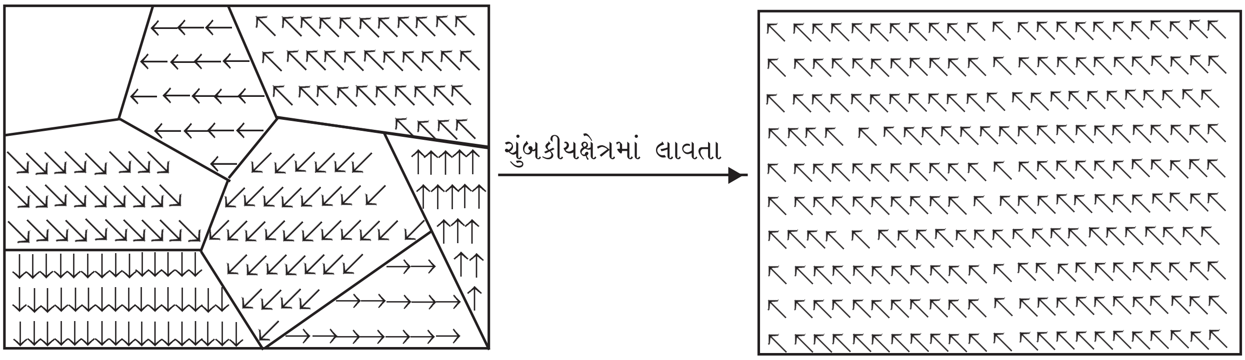
આ પદાર્થોની અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની ચુંબકીય ચાકમાત્રા ચુંબકીયક્ષેત્રની ગેરહાજરીમાં અવ્યવસ્થિત રીતે ગોઠવાયેલી હોય છે. આથી, તેઓ ચુંબકીય આકર્ષણ ધરાવતા નથી, પણ ચુંબકીયક્ષેત્રની હાજરીમાં તે એકબીજાને સમાંતર અને એક જ દિશામાં ગોઠવાઈ જાય છે આથી તે ચુંબકની જેમ વર્તે છે અને ચુંબકીય આકર્ષણ ધરાવે છે. ચુંબકીયક્ષેત્ર દૂર કરતાં ફરીથી ચુંબકીય ચાકમાત્રા અવ્યવસ્થિત ગોઠવાઈ જાય છે આથી તે પદાર્થ ચુંબકત્વ ગુમાવે છે.

ફેરોમૅગ્નેટિક (લોહચુંબકીય) : કેટલાક પદાર્થોમાં નાના ડોમેઇન(પ્રદેશ)માં તેમના અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની ચુંબકીય ચાકમાત્રા એક જ દિશામાં ગોઠવાયેલી હોય છે પણ અલગ અલગ ડોમેઇન(પ્રદેશ)માં તેમની દિશા સમાન હોતી નથી એટલે કે એક ડોમેઇન (પ્રદેશ)માં તેમના અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની ચુંબકીય ચાકમાત્રાની ગોઠવણી જે દિશામાં હોય તેના કરતાં બીજા ડોમેઇન(પ્રદેશ)માં તેમની ગોઠવણી અલગ દિશામાં હોય છે. આથી, સામાન્ય રીતે તેમની ચુંબકીય ચાકમાત્રાનું સરેરાશ મૂલ્ય શૂન્ય થઈ જાય છે અને તે ચુંબકીય આકર્ષણ ધરાવતા હોતા નથી.

પણ જ્યારે આવા પદાર્થો પર ચુંબકીયક્ષેત્ર લાગુ પાડવામાં આવે છે ત્યારે બધા જ ડોમેઇન (પ્રદેશ)માં રહેલ અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓ એક જ દિશામાં ગોઠવાઈ જાય છે આથી તે પ્રબળ ચુંબકીય આકર્ષણ ધરાવે છે અને લોહચુંબકની જેમ વર્તે છે.

હવે ચુંબકીયક્ષેત્ર દૂર કરવામાં આવે તોપણ વ્યવસ્થિત રીતે એક દિશામાં ગોઠવાયેલી ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓમાં ફેરફાર થતો નથી. આથી, આવા પદાર્થો કાયમી ચુંબક બની જાય છે. આવા પદાર્થોને લોહચુંબકીય પદાર્થો કહે છે.

દા.ત., Fe, Co, Ni, Gd, CrO_2...... (↑) (↑) (↑) (↑) (↑) (↑)



એન્ટિફેરોમૅગ્નેટિક (પ્રતિલોહચુંબકીય) : આવા પદાર્થોને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં લાવતાં તેમના અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓ એવી રીતે ગોઠવાય છે, જેથી ચુંબકીય ચાકમાત્રાનું પરિણામી મૂલ્ય શૂન્ય થાય છે. આથી આવા પદાર્થો ચુંબક બની શકતા નથી.

દા.ત., MnO (↑) (↓) (↑) (↓) (↑) (↓)

ફેરીમૅગ્નેટિક : આવા પદાર્થોને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં લાવતાં તેમની અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓ એકબીજાને સમાંતર ગોઠવાય છે પણ કેટલાકની દિશા સમાન અને કેટલાકની દિશા તેનાથી વિરુદ્ધ હોય છે અને પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં ગોઠવાયેલી ચુંબકીય ચાકમાત્રાઓની સંખ્યા સમાન હોતી નથી. આથી, ચુંબકીય ચાકમાત્રાનું પરિણામી મૂલ્ય શૂન્ય થતું નથી પણ પ્રમાણમાં ઓછું હોય છે.

દા.ત., મૅગ્નેટાઇટ (Fe_3O_4), ફેરાઇટ ($MgFe_2O_4$, $ZnFe_2O_4$)

---

76. કઈ જોડના પદાર્થો અનુક્રમે અનુચુંબકીય અને પ્રતિચુંબકીય છે ?

(A) NaCl, N_2 (B) O_2, Cr^{3+} (C) Co^{3+}, Fe^{3+} (D) Cr^{3+}, H_2O

77. કઈ જોડના પદાર્થો અનુક્રમે ફેરીમૅગ્નેટિક અને ઍન્ટિફેરોમૅગ્નેટિક છે ?

(A) $MgFe_2O_4$, MnO (B) FeO, $ZnFe_2O_4$ (C) MnO, Fe_3O_4 (D) C_6H_6, H_2O

78. સમૂહ-1 આપેલ સ્ફટિક પ્રણાલીને સમૂહ-2માં આપેલ એકમ કોષ માટે આપેલ 4 × 4 મેટ્રિક્ષ સાથે યોગ્ય રીતે જોડો :

સમૂહ-1	**સમૂહ-2**	
(A) ઘન	(P) આદિમ એકમ કોષ	(A) Ⓟ Ⓠ Ⓡ Ⓢ
(B) ઑર્થોરોહમ્બિક	(Q) ફલક કેન્દ્રિત એકમ કોષ	(B) Ⓟ Ⓠ Ⓡ Ⓢ
(C) ટેટ્રાગોનલ	(R) અંતઃકેન્દ્રિત એકમ કોષ	(C) Ⓟ Ⓠ Ⓡ Ⓢ
(D) મોનોક્લિનિક	(S) અંતકેન્દ્રિત એકમ કોષ	(D) Ⓟ Ⓠ Ⓡ Ⓢ

જવાબો : 76. (D), **77.** (A), **78.** (A) 🅟 🅠 🅡 Ⓢ

(B) 🅟 🅠 🅡 🅢

(C) 🅟 Ⓠ 🅡 Ⓢ

(D) 🅟 Ⓠ Ⓡ 🅢