પ્રકરણ : ૧

ઘન અવસ્થા

1. ઘન પદાર્થોના પ્રકાર :

સ્ફટિકમય :
* તેમાં કણોની ગોઠવણી વ્યવસ્થિત હોય છે તેમ જ તેઓ દઢ અને અદબનીય હોય છે.
* તેઓ ચોક્કસ ગલનબિંદુ અને લાક્ષણિક આકાર ધરાવે છે.
* દા.ત. નેપ્થેલિન, Fe, Cu, P_4, S_8, NaCl, KCl .....

અસ્ફટિકમય :
* તેમાં કણોની ગોઠવણી બહુ જ થોડા અંતર માટે વ્યવસ્થિત હોય છે તેમ જ તેઓ દઢ અને દબનીય હોય છે.
* તેઓ ચોક્કસ ગલનબિંદુ અને લાક્ષણિક આકાર હોતા નથી.
* દા.ત. કાચ, રબર .....

બંધનબળોને આધારે ઘન પદાર્થોનું વર્ગીકરણ : આણ્વીય ઘન, આયનીય ઘન, ધાત્વિક ઘન અને જાળીદાર (સહસંયોજક) ઘન

આણ્વીય ઘન :
* તેઓ ત્રણ વિભાગમાં વહેંચાયેલા છે :
  1. બિનધ્રુવીય આણ્વીય ઘન : તેમાં નિર્બળ વિક્ષેપન (લંડન) બળો હોય છે.
     તેઓ વિદ્યુત અવાહક અને નીચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે.
     દા.ત. Ar, He, H_2, Cl_2 વગેરે.
  2. ધ્રુવીય આણ્વીય ઘન : તેમાં કણો પ્રબળ ધ્રુવીય-ધ્રુવીય આંતરક્રિયાઓ વડે જકડાયેલા હોય છે.
     તેઓ વિદ્યુતના અવાહક અને ગ.બિંદુ બિનધ્રુવીય ઘન કરતાં વધારે હોય છે.
     દા.ત. SO_2, NH_3 વગેરે.
  3. H-બંધ ધરાવતા ઘન : તેમાં વિદ્યુતઋણીય કણો હાઇડ્રોજન બંધથી જકડાયેલા હોય છે.
     દા.ત. બરફ.

આયનીય ઘન :
* તેઓ પ્રબળ કુલંબિક બળથી આકર્ષાયેલા હોય છે. તેમની ત્રિપરિમાણીય ગોઠવણીને કારણે સખત, બરડ હોય છે.
* તેમના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલન બિંદુ ઉંચા હોય છે, વિદ્યુત/ઉષ્માના અવાહક હોય છે, પ્રવાહી સ્થિતિમાં વાહક.
* તેઓ પાણીમાં લગભગ દ્રાવ્ય હોય છે.

ધાત્વિક ઘન :
* તેમાં મૂક્ત ઈલેક્ટ્રોન, ઈલેક્ટ્રોન સમુદ્ર રચે છે જેથી વિદ્યુત અને ઉષ્માના વાહક હોય છે.
* તેઓ ચળકાટ તેમ જ ક્યારેક રંગીન પણ હોય છે, તેમને ટીપીને તેમાંથી તાર બનાવી શકાય છે.

જાળીદાર ઘન :
* તેમાં મજબૂત સહસંયોજક બંધ હોવાથી વિવિધ સ્ફટિક રચી વિરાટ અણુઓ બનાવે છે.
* તેમાં અણુઓ વચ્ચે પ્રબળ આકર્ષણ હોવાથી ઉંચા ઉત્કલન બિંદુ અને સખત અને વિદ્યુતના અવાહક હોય છે.
* તેમાં આંતરઆણ્વીય બળોને કારણે તેઓ અપરરૂપો અને વિવિધ સ્વરૂપો ધરાવે છે.

2. વ્યાખ્યા :

એકમ કોષ : ઘન પદાર્થોની સ્ફટિક જાળી રચનામાં પરમાણુઓ કે આયનોની નિશ્ચિત પ્રકારે થયેલી નાનામાં નાની ગોઠવણી કે જેનું અનેક વખત પુનરાવર્તન થતાં પદાર્થનો સ્ફટિક બને તેને સ્ફટિકનો એકમ કોષ કહે છે.

સમચતુષ્ફલકીય છિદ્રો (T) : ત્રણ ગોળાઓ એકબીજાના સંપર્કમાં રહે તે રીતે એક જ સમતલમાં ગોઠવાયેલા હોય અને તેના વડે રચાતા છિદ્રની ઉપર ચોથો ગોળો મૂકવાથી ચારેય ગોળાઓની વચ્ચે ઉદ્ભવતા છિદ્રને સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર કહે છે.

અષ્ટફલકીય છિદ્રો (O) : ચાર ગોળાઓ એકબીજાના સંપર્કમાં ગોઠવાયેલા હોય અને તેના વડે રચાતા છિદ્રની ઉપર અને નીચે એક-એક એમ કુલ છ ગોળાઓની વચ્ચે રચાતા છિદ્રને અષ્ટફલકીય છિદ્ર કહે છે.

ક્ષતિ (ખામી) : સ્ફટિકમાં રહેલી અપૂર્ણતાઓને ક્ષતિ કહે છે.

ડોપિંગ	: ક્ષતિનો ઉપયોગ કરી તેમના સ્થાને કેટલાક તત્ત્વો કે ઘટકો દાખલ કરી ઉપયોગમાં આવે તેવા સ્ફટિક મેળવવાની પદ્ધતિને ડોપિંગ કહે છે.
સ્ફટિક લેટિસ	: અવકાશમાં કણોની ત્રિપરિમાણીય નિયમિત ગોઠવણીને સ્ફટિક લેટિસ કહે છે.
આદિમ કોષ	: જ્યારે ઘટક કણો એકમ કોષના આઠ ખૂણાના સ્થાન ઉપર જ ગોઠવાયેલાં હોય તો તેને આદિક કોષ કહે છે.
કેન્દ્રિત એકમ કોષ	: જ્યારે એક અથવા વધારે ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણાઓ ઉપરાંત ખૂણાઓ સિવાયની અન્ય જગ્યાએ ગોઠવાયેલા હોય તો તેને કેન્દ્રિત એકમ કોષ કહે છે.
ફલક કેન્દ્રિત એકમ કોષ	: જ્યારે એક અથવા વધારે ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણાઓ ઉપરાંત દરેક બાજુના કેન્દ્રમાં એક-એક કણ ગોઠવાયેલા હોય તો તેને ફલક કેન્દ્રિત એકમ કોષ કહે છે.
અંતઃકેન્દ્રિત એકમ કોષ	: જ્યારે એક અથવા વધારે ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણાઓ ઉપરાંત એક કણ તેના અંતઃકેન્દ્રમાં ગોઠવાયેલ હોય તો તેને કેન્દ્રિત એકમ કોષ કહે છે.
અંત કેન્દ્રિત એકમ કોષ	: જ્યારે એક અથવા વધારે ઘટક કણો એકમ કોષના ખૂણાઓ ઉપરાંત એક-એક કણ એકબીજાની વિરૂધ્ધ ફલકોનાકેન્દ્ર ઉપર ગોઠવાયેલા હોય તો તેને કેન્દ્રિત એકમ કોષ કહે છે.
પેકિંગ ક્ષમતા	: કણો વડે રોકાયેલા કુલ અવકાશના કદના ટકાને પેકિંગ ક્ષમતા કહે છે.
છિદ્ર (વિવર)	: સ્ફટિક રચનામાં ગોળાકાર કણો એકબીજાના સંપર્કમાં રહી અનેક સ્તરો રચે છે ત્યારે સ્તરોમાં રહેલા ગોળાઓ વચ્ચે જે ખાલી જગ્યા રહે છે તેને છિદ્ર કહે છે.
કલોઝપેક રચના	: સ્ફટિક રચનામાં ગોળાકાર કણો એકબીજાના સંપર્કમાં રહી તેમની ઉપર અને નીચે અનેક સ્તરો રચે છે ત્યારે બનતી ત્રિપરિમાણીય રચનામાં વિવિધતાઓવાળી સ્તરીય રચનાઓને કલોઝપેક રચના કહે છે.
બિંદુ ક્ષતિ	: સ્ફટિકમય પદાર્થની આદર્શ રચનામાં કોઇપણ બિંદુ કે પરમાણુની આસપાસ અનિયમિતતા ઉભી થતાં ઉદ્‌ભવતી ક્ષતિને બિંદુ ક્ષતિ કહે છે.
રેખા ક્ષતિ	: સ્ફટિકમય પદાર્થની આદર્શ રચનામાં રહેલી સમગ્ર હરોળમાં અનિયમિતતા કે વિચલન થવાથી ઉદ્‌ભવતી ક્ષતિને રેખા ક્ષતિ કહે છે.
આંતરિક(ઉષ્માગતીય) ક્ષતિ	: એવી બિંદુ ક્ષતિ કે જે ઘનની તત્ત્વયોગમિતીને ખલેલ પહોંચાડતી નથી તેને આંતરિક ક્ષતિ/ઉષ્માગતીય ક્ષતિ/તત્ત્વયોગમિતીય ક્ષતિ કહે છે.
અવકાશ ક્ષતિ	: સ્ફટિક લેટિસમાં રહેલી આદર્શ રચનામાં કેટલાક સ્થાન ખાલી હોય તેને અવકાશ ક્ષતિ કહે છે.
આંતરાલીય ક્ષતિ	: સ્ફટિક લેટિસની આદર્શ રચનામાં રહેલા કેટલાક કણો સ્ફટિકમાં રહેલા આંતરાલીય સ્થાનમાં ગોઠવાય ત્યારે ઉદ્‌ભવતી ક્ષતિને આંરાલીય ક્ષતિ કહે છે.
શોટ્કી ક્ષતિ	: સ્ફટિક જાળીની આદર્શ રચનામાં ધન આયન અને ઋણ આયન ગેરહાજર હોય ત્યારે બનતી ક્ષતિને શોટ્કી ક્ષતિ કહે છે.
ફ્રેંન્કલ ક્ષતિ	: સ્ફટિક જાળીની આદર્શ રચનામાં નાના કદના આયનો પોતાના મૂળ સ્થાન પરથી ખસીને મોટા કદના આયનોની વચ્ચેના આંતરાલીય સ્થાનમાં ગોઠવાય ત્યારે ઉદ્‌ભવતી ક્ષતિને ફ્રેંન્કલ ક્ષતિ કહે છે.
બિનતત્ત્વયોગમિતીય ક્ષતિ	: સ્ફટિક જાળીની આદર્શ રચનામાં જ્યારે ઘટક તત્ત્વો બિનપ્રમાણીય રીતે બિનતત્ત્વગોયમિતીય ગુણોત્તરમાં હોય તે ક્ષતિને બિનતત્ત્વયોગમિતીય ક્ષતિ કહે છે.
વિસ્થાપન ક્ષતિ	: સ્ફટિક જાળી ની આદર્શ રચનામાં રહેલા પરમાણુઓ તેમના સ્થાનેથી અન્ય સ્ફટિક રચનામાં પારસ્પરિક રીતે વિનિમય પામીને વિસ્થાપન કરે ત્યારે ઉદ્‌ભવતી ક્ષતિને વિસ્થાપન ક્ષતિ કહે છે.
વાહકતા પટ	: ધાતુ પરમાણુમાં રહેલ નીચી ઉર્જા અને મહત્તમ ઈલેક્ટ્રોન ધરાવતા શક્તિ પટને વાકતા પટ કહે છે.
સંયોજકતા પટ	: ધાતુ પરમાણુમાં રહેલ ઉંચી ઉર્જા અને લઘુત્તમ ઈલેક્ટ્રોન ધરાવતા શક્તિ પટને સંયોકતા પટ કહે છે.
શક્તિ ગેપ	: ધાતુ પરમાણુમાં રહેલ વાહકતા પટ અને સંયોજકતા પટ વચ્ચેની જગ્યાને શક્તિ ગેપ કહે છે.
વીજવાહકો	: જે ઘન પદાર્થોની વિદ્યુતીય વાહકતા 10^{4} થી 10^{7} ઓહ્મ$^{-1}$ મીટર$^{-1}$ના ગાળામાં હોય તેમને વીજવાહકો કહે છે.
વીજ અવાહકો	: જે ઘન પદાર્થોની વિદ્યુતીય વાહકતા 10^{-20} થી 10^{-10} ઓહ્મ$^{-1}$ મીટર$^{-1}$ના ગાળામાં હોય તેમને વીજવાહકો કહે છે.
વીજ અર્ધવાહકો	: જે ઘન પદાર્થોની વિદ્યુતીય વાહકતા 10^{-6} થી 10^{4} ઓહ્મ$^{-1}$ મીટર$^{-1}$ના ગાળામાં હોય તેમને વીજવાહકો કહે છે.

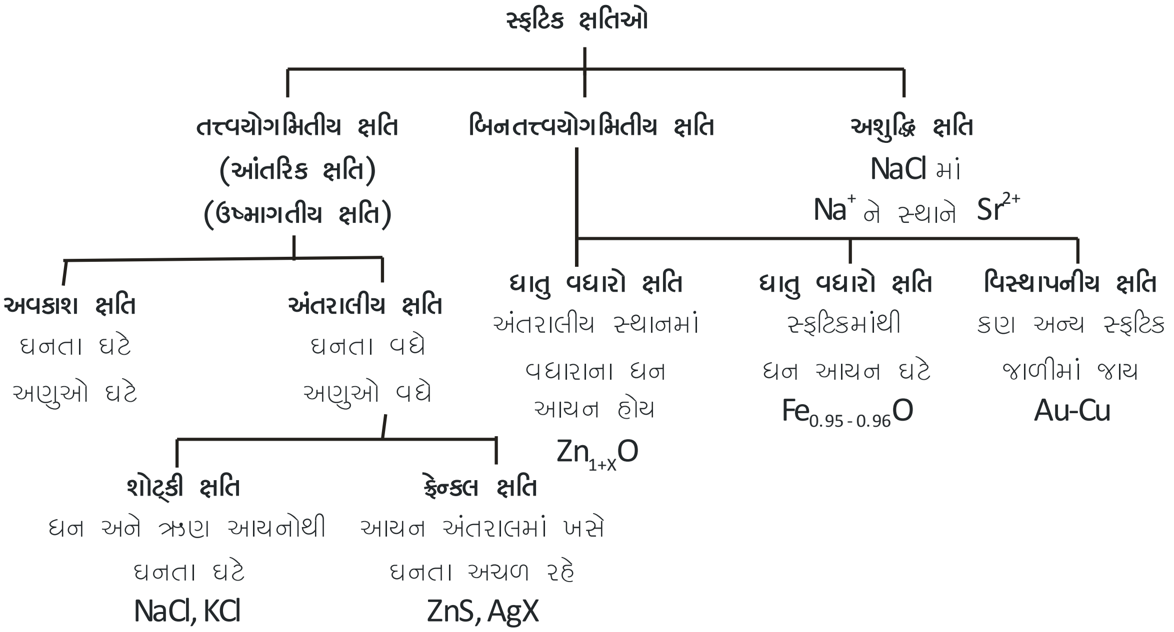
3. અગત્યના મુદ્દાઓ :

પેકિંગ ક્ષમતા :	ક્યુબિક એકમ કોષની પેકિંગ ક્ષમતા	:		52.33 %
	અંતઃકેન્દ્રિત એકમ કોષની પેકિંગ ક્ષમતા	:		68.00 %
	હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝપેકિંગ એકમ કોષની પેકિંગ ક્ષમતા	:		74.00 %
સવર્ગ આંક :	એક પરિમાણવીય ક્લોઝપેકિંગ	=	2	(A – A – A – A)
	દ્વિ-પરિમાણવીય ચોરસ ક્લોઝપેકિંગ	=	4	(A – A – A – A)
	દ્વિ-પરિમાણવીય ષટકોણીય ક્લોઝપેકિંગ	=	6	(A – B – A – B)
	ફલક કેન્દ્રિત ક્લોઝપેકિંગ(ccp,fcc)	=	12	(A – B – C – A – B – C)
	અંતઃ કેન્દ્રિત ક્લોઝપેકિંગ	=	12	(A – B – A – B)

પરમાણુઓની સંખ્યા ગણવા માટે : (ખૂણા પરના પરમાણુઓ) + (ફલકમાં રહેલા પરમાણુઓ) + (અંતઃકેન્દ્રિત ઘનમાં રહેલા પરમાણુ)

સાદો ઘન	=	(1) + (0) + (0)	=	1 પરમાણુ	
અંતઃકેન્દ્રિત ઘન	=	(1) + (0) + (1)	=	2 પરમાણુ	(*bcc* રચના)
ફલકકેન્દ્રિત ઘન	=	(1) + (3) + (0)	=	4 પરમાણુ	(*fcc* રચના)

ક્ષતિઓનું વર્ગીકરણ :



-: પ્રશ્નોત્તર :-

-: A :-

1. ટૂંકનોંધ લખો : બિનધ્રુવીય આણ્વીય ઘન, ધ્રુવીય આણ્વીય ઘન, હાઇડ્રોજન બંધ ધરાવતા આણ્વીય ઘન, સહસંયોજક ઘન, સ્ફટિક લેટિસ રચના.
2. તફાવત આપો : સ્ફટિકમય ઘન અને અસ્ફટિકમય ઘન, આયનીય ઘન અને સહસંયોજક ઘન, સમચતુષ્ફલકીય છિદ્ર અને અષ્ટફલકીય છિદ્ર, શોટકી ક્ષતિ અને ફ્રેન્કલ ક્ષતિ.
3. કલોઝ પેક રચના એટલે શું ? તેના પ્રકાર જણાવો.
4. અનુચુંબકીય અને લોહ ચુંબકીય પદાર્થો સમજાવો.
5. લોહ ચુંબકીય અને પ્રતિલોહ ચુંબકીય પદાર્થો સમજાવો.

-: B :-

1. અંતઃ કેન્દ્રિત એકમ કોષ રચનાની પેકિંગ ક્ષમતાની ગણતરી કરો.
2. હેકઝા ગોનલ કલોઝ પેકિંગ રચનાની પેકિંગ ક્ષમતાની ગણતરી કરો.
3. કયુબિક કલોઝ પેકિંગ રચનાની પેકિંગ ક્ષમતાની ગણતરી કરો.
4. અંતઃ કેન્દ્રિત અને ફલક કેન્દ્રિત ઘનમાં રહેલા પરમાણુઓની સંખ્યા ગણો.
5. ક્ષતિ એટલે શું ? તત્વયોગમિતિય ક્ષતિ સમજાવો.
6. ક્ષતિ એટલે શું ? બિનતત્વયોગમિતિય ક્ષતિ સમજાવો.
7. ધાતુઓમાં પરમાણુ સિદ્ધાંત સમજાવો.