ઉચ્ચતર માધ્યમિક અભ્યાસક્રમ

313 - રાસાયણિક વિજ્ઞાન

પુસ્તક - 1

અભ્યાસક્રમ સંયોજક
ડૉ. રાજીવ પ્રસાદ

ભાષાંતર સંયોજક

ડૉ. રાજેશ કુમાર

રાષ્ટ્રીય મુક્ત વિદ્યાલયી શિક્ષણ સંસ્થાન

(MHRD *નીચે સ્વાયત્ત સંસ્થા, ભારત સરકાર*)

A-24-25, *સંસ્થાકીય વિસ્તાર, સેક્ટર* -62, *નોઈડા* -201309 (*યુ. પી.*)

વેબસાઈટ : www.nios.ac.in, *ટોલ ફ્રી નં.* . 18001809393

© રાષ્ટ્રીય મુક્ત વિદ્યાલયી શિક્ષણ સંસ્થાન

મુદ્રણ :એપ્રિલ , 2015 પ્રત

સચિવ, રાષ્ટ્રીય મુક્ત વિદ્યાલયી શિક્ષણ સંસ્થાન, એ-24-25, ઈન્સ્ટિટ્યૂશનલ એરિયા નેશનલ હાઈવે 24, સેક્ટર-62, નોઈડા-201309 દ્વારા પ્રકાશિત અને મુદ્રિત

અભ્યાસ ડિઝાઇન સમિતિ

પ્રો.એ.કે.શર્મા

પૂર્વ ડાયરેક્ટર, NCERT ન્યુ દિલ્હી

સભ્યો

પ્રો.એન.કે.ઝા
(નિવૃત) III દિલ્હી)૪૧૯૨,
સેક્ટર-બી, પોકેટ ૫૨૬ વસંત
કુંજ ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૭૦

પ્રો.બી.એસ.સારસવત
(સાયન્સ સ્કૂલ)ઇગ્નુ,
મૈદાન ગ્રાહી ન્યુ
દિલ્હી - ૧૧૦૦૬૭

ડૉ.કે.સી.શ્રીખા
રીડર, રસાયન શાખા
ARSP કોલેજ ધોલાકૌન
ન્યુ દિલ્હી

પ્રો.સુનીતા મલ્હોત્રા
(સાયન્સ સ્કૂલ)
ઇગ્નૂ મૈદાન ગ્રાહી
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૬૭

ડૉ.વી.પી.સીંગ
આચાર્ય PIET (SCERT)
દિલ્હી

ડૉ.વિજય સારદા
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
ઝાકીર હુસૈનદિલ્હી કોલેજ
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૦૨

ડૉ.સુલેખ ચંદ્રા
એસોસિએટ પ્રો. રસાયનશાસ્ત્ર
ઝાકીર હુસૈન દિલ્હી કોલેજ
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૬૦૦૨

શ્રીમતી વિનિતા શર્મા
PGLT રસાયન શાસ્ત્ર
કેન્દ્રિય વિદ્યાલય નં.૩
રેલ્વે કોલોની મથુરા

શ્રી કે.સી. સક્શેના
વાઇસ પ્રિન્સીપાલ
ગવર્મેન્ટ સર્વોદય વિદ્યાલય
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૪૮

ડૉ.અશોક કુમાર શર્મા
લેક્ચરર રસાયન શાસ્ત્ર
ગર્વમેન્ટ બોયસ સિનિયર
સેકેંડરી સ્કૂલ નં.૧
સી-બ્લોક યમુના વિણર દિલ્હી

ડૉ.વિનોદ કુમાર
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
હંસરાજ કોલેજ દિલ્હી - ૧૧૬૦૦૭

ડૉ.રાજીવ પ્રસાદ
એકેડમી ઓફિસર (રસાયનશાસ્ત્ર)
NIOS સે.૬૨
નોઇડા યુપી ૨૦૧૩૦૯

પાઠના લેખકો

પ્રો.સુનીતા મલ્હોત્રા
(સાયન્સ સ્કૂલ)
ઇગ્નૂ મૈદાન ગ્રાહી
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૬૭

ડૉ.વિજય સારદા
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
ઝાકીર હુસૈનદિલ્હી કોલેજ
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૦૨

ડૉ.સુલેખ ચંદ્રા
એસોસિએટ પ્રો. રસાયનશાસ્ત્ર
ઝાકીર હુસૈન દિલ્હી કોલેજ
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૬૦૦૨

ડૉ.સંજીવ કુમાર
રીડર દેશબંધુ કોલેજ
દિલ્હી યુનિવર્સિટી
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૧૯

ડૉ.અશોક કુમાર શર્મા
લેક્ચરર રસાયન શાસ્ત્ર
ગર્વમેન્ટ બોયસ સિનિયર
સેકેંડરી સ્કૂલ નં.૧
સી-બ્લોક યમુના વિણર દિલ્હી

ડૉ.વિનોદ કુમાર
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
હંસરાજ કોલેજ
દિલ્હી - ૧૧૬૦૦૭

ડૉ.સ્વાતિ અગ્રવાલ
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
મોતીલાલ નહેરૂ કોલેજ
દિલ્હી યુનિવર્સિટી, દિલ્હી

શ્રીમતી પુનમ બારત
લેક્ચરર,કવીનમેરી સ્કૂલ
ત્રીસ હજારી,દિલ્હી
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૨૧

ડૉ.સુનિતા બંસલ
મોતીલાલ નહેરૂ કોલેજ
દિલ્હી યુનિવર્સિટી, દિલ્હી

ડૉ.રાજીવ પ્રસાદ
એકેડમી ઓફિસર (રસાયનશાસ્ત્ર)
NIOS સે.૬૨
નોઇડા યુપી ૨૦૧૩૦૯

સંપાદકો

ડૉ.વિજય સારદા
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
ઝાકીર હુસૈનદિલ્હી કોલેજ
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૦૦૦૨

ડૉ.વિનોદ કુમાર
એસોશિએટ પ્રો.રસાયનશાસ્ત્ર
હંસરાજ કોલેજ દિલ્હી - ૧૧૬૦૦૭

ડૉ.રાજીવ પ્રસાદ
એકેડમી ઓફિસર (રસાયનશાસ્ત્ર)
NIOS સે.૬૨
નોઇડા યુપી ૨૦૧૩૦૯

ભાષા સંપાદકો

પ્રો.આર.ડી.સ્કુલા
૪૦ ડીલક્ષ એપાર્ટમેન્ટ
બી-૫ વસુંધરા એનકલેવ દિલ્હી

પ્રો.પુરાન ચંદ
નિવૃત જોઇન્ટ ડાયરેક્ટર
NCERT દિલ્હી અને
સિનિયર કનસલ્ટન્ટ
NIOS નોઇડા

ડૉ.આર.કે.ત્રિખા
રીડર હંસરાજ કોલેજ
દિલ્હી યુનિવર્સિટી, દિલ્હી

ડૉ.સુલેખ ચંદ્રા
એસોસિએટ પ્રો. રસાયનશાસ્ત્ર
ઝાકીર હુસૈન દિલ્હી કોલેજ
ન્યુ દિલ્હી-૧૧૬૦૦૨

ડૉ.રાજીવ પ્રસાદ
એકેડમી ઓફિસર (રસાયનશાસ્ત્ર)
NIOS સે.૬૨
નોઇડા યુપી ૨૦૧૩૦૯

ગ્રાફિક્સ આર્ટિસ્ટ

શ્રી કૃષ્ણા ગ્રાફિક્સ
સી-૯૦ વેસ્ટ વિનોદ નગર
દિલ્હી-૧૧૦૦૯૨

આપને બે શબ્દો

પ્રિય વિદ્યાર્થિઓ,

National common core curriculum *આધારિત* National institute of open schooling *ના રસાયણ-વિજ્ઞાનના પુનરાવર્તિત અભ્યાસક્રમમાં તમારુ સ્વાગત કરીએ છીએ. આ અભ્યાસક્રમના ત્રણ ભાગનો સમાવેશ કરાયો છે. ભાગ -* I *અને* II *સૌધ્ધાંતિક અને ભાગ* III *પ્રાયોગિક છે.*

આ તમારા હાથમાં રહેલુ પ્રથમ પુસ્તક છે. આ પુસ્તકમાં મોડયુલ 1 *નુ પ્રકરણ રસાયણ વિજ્ઞાનના પાયાના ખ્યાલો, મૉડ્યુલ* 2 *ના ત્રણ પ્રકરણો પરમાણીય બંધારણો અને રાસાયણિક બંધન, મૉડયુલ-૩ ના ચાર પ્રકરણો દ્રવ્ય અવસ્યાઓ, મૉડયુલ-*5 *ના પાંચ પ્રકરણો રાસાયણિક ઉર્જા અને મૉડયુલ-૪ ના પાંચ પ્રકરણો રાસાયણિક ગતિશીલતા પર આધારિત છે.*

મૉડયુલ 1 *માં તમારે રાસાયણિક પ્રક્રિયાના ભાગ લેતો આયનો, અણુઓ, પરમાણુઓની ગણતરી માટે વપરાતા વિવિધ એકમોનો અભ્યાસ કરવાનો રહેશે. મૉડ્યુલ-*2 *પરમાણુઓ અને પરમાણુઓના સંયોગીકરણથી બનતા જુદા-જુદા પ્રકારના બંધો તરફ તમારુ ધ્યાન દોરશે. મૉડ્યુલ* 3 *દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્યાઓ જેમ કે ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ આધારિત છે. તમારે દ્રાવણો અને કલિલના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ તમારી કરવાનો રહેશે. મૉડયુલ* 4 *રસાયણ પ્રક્રિયા સાથે સબંધિત ઊર્જા ફેરફાર અને મૂળભૂત ખ્યાલો જેમ કે આંતરિક ઊર્જા, એન્યાલ્પી, એન્ટ્રોપી અને સ્વયૂતિયતા આધારિત છે. મૉડયૂલ-*5 *રાસાયણિક ગતિશિલતાની લાક્ષણિકતાઓ વિધુતરસાયણમા રાસાયણિક ઊર્જાનું વિધુત ઊર્જાના રૂપાંતરણ માટેનું ઉદ્દીપન, વિધુત રસાયણિક કોષ અને બળતણ કોષ તરફ ધ્યાન ખેંચે છે.*

વિષયવસ્તુ અને પરીક્ષાના ભારણને ઘટાડવાના હેતુસર, પ્રકરણો અર્વતકોષ્ટક અને પરમાણ્વીય ગુણ, ધર્મો, ઘન અવસ્થા, રાસાયણિક સંતુલન, અધિશોષ અને ઉદીપન જે અગ્ર માધ્યમિક રસાયણવિજ્ઞાનના મૂળભૂત પ્રકરણો છે. જેનું મૂલ્યાંકન Tutor Marked Assignments (TMA) *વડે કરવામાં આવશે. બાકીના (મૉડયુલ-* 5 *સુધીના) પ્રકરણોનુ મૂલ્યાંકન* Public Examination (PE) *વડે કરવામાં આવશે કારણ કે આ પ્રકરણો સ્પર્ધાત્મક પરીક્ષાઓ માટે ઘણા મહત્વના છે.*

અમને આશા છે તેમ અભ્યાસક્રમથી ખુશ છો અને તેમાં રસ દાખવશો.

તમારા અભ્યાસ માટે શુભેચ્છા

પાઠ્યક્રમ સમિતિ

વાંચન સામગ્રીનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરશો ?

સ્વ-અધ્યયન પસંદ કરવા બદલ આપને શુભેચ્છાઓ. તમારી અનુકુળતા અને સગવડ માટે, વિષય નિષ્ણાંતોની મદદથી નેશનલ ઈન્સ્ટિટયુટ ઓફ ઓપન સ્કૂલીંગ' દ્વારા આ વાંચન સામગ્રી તૈયાર કરવામાં આવેલ છે. સ્વ-અધ્યયનમાં મદદરૂપ થઈ શકે તે અંગે જરૂરી રચના/પગથીયાંનું પાલન કરવામાં આવેલ છે. આપવામાં આવેલ સુચનોનું પાલન કરીને આપ શ્રેષ્ઠ પરિણામ પ્રાપ્ત કરી શકશો. ઉપયોગમાં લીધેલ સાંકેતિક ચિન્હો આપના અભ્યાસમાં મદદરૂપ થશે.

શિર્ષક : *પાઠની વિષયવસ્તુની સ્પષ્ટ માહિતી આપશે. શિર્ષક ખાસ વાંચો.*

પ્રસ્તાવના : *આ તમને આગળના પાઠ સાથે તેનો સંબંધ સ્થાપી, પાઠની વિગત વાર માહિતી આપશો.*

ઉદ્દેશ્યો : *આ વિધાનો પાઠના અભ્યાસના અંતે તમારી પાસેથી શું શિખવાની અપેક્ષા છે તે સુચવતા વિધાનો છે. તમારે તે ધ્યાનથી વાંચવા અને પાઠના અભ્યાસના અંતે તમે તે પ્રમાણે શિખ્યા કે નહીં તેની ખાતરી કરો.*

વિષયવસ્તુ : *વિષય વસ્તુને જુદા-જુદા પાઠમાં વહેંચેલ છે. એક ભાગ તમને બીજા ભાગ સુધી લઈ જાય છે. ખાનામાં ,* ***મોટા*** *કે* ***ઘાટા*** *અક્ષરે/ ત્રાંસા અક્ષરોમાં દર્શાવેલ વિગતો ખૂબ અગત્યની માહિતી દર્શાવે છે, ખાસ વાંચો અને ધ્યાનમાં રાખો.*

નોંધ : *દરેક પાના પર થોડી ખાલી જગ્યા રાખેલ છે, જેનો આપ ઉપયોગી નોંધ કરવા કરી શકો છો.*

પાઠગત પ્રશ્નો : *દરેક પાઠના અંતે હેતુલક્ષી પ્રકારના પ્રશ્નો તેના જવાબ સાથે આપેલા છે. જે તમને તમારી પ્રગતિ ચકાસવામાં મદદ કરશે. તેના જવાબ આપી તમારી પ્રગતિ ચોકકસ ચકાસો. તેના પરથી મળતું તારણ તમારે આગળના પાઠ પર જવું કે પાઠની ફરીથી તૈયારી કરવી તે જણાવશે.*

તમે શું શિખ્યા ? *પાઠની મુખ્ય વિગતો કે તેમાં સમાયેલા મહત્વના મુદ્દાઓની યાદી દરેક પાઠના અંતે આપેલ છે. જે તમને તમે કરેલ અભ્યાસની ફેર-ચકાસણી (રીવીઝન) માં મદદ કરશે. આ યાદીમાં તમને જરૂરી લાગે તેનો ઉમેરો કરી શકો છે.*

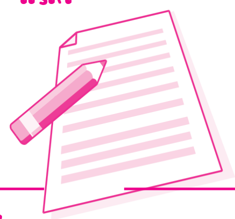
સ્વ-અધ્યયન માટેના પ્રશ્નો : *દરેક પાઠના અંતે લાંબા અને ટુંકા પ્રશ્નો મહાવરા માટે આપેલ છે જે તમને પાઠની પુરી સમજ અને તૈયારીમાં મદદ કરશે.*

પાઠગત પ્રશ્નોના જવાબ : *પાઠગત પ્રશ્નોના તમે આપેલા જવાબ કેટલા સાચા છે તે જાણવામાં આપને મદદ કરશે.*

પ્રવૃત્તિ : *વિષય વસ્તુની સારી સમજ માટે કેટલીક પ્રવૃત્તિ દર્શાવેલ છે, જે કરવાંથી આપ વિષય વસ્તુનો શ્રેષ્ઠ અભ્યાસ કરી શકશો.*

અનુક્રમણિકા

મોડ્યુલ	પાઠનું નામ	પાનાં નંબર
મોડ્યુલ-1	**પરમાણુઓ, અણુઓ અને અંકગણિત**	
	1.અણુ પરમાણુ અને રાસાયણિક ગણિત	01
મોડ્યુલ-2	**પરમાણ્વિય બંધારણ અને રાસાયણિક બંધ**	
	2.પરમાણ્વિય બંધારણ	27
	3.આવર્તકોષ્ટક અને પરમાણુ ગુણધર્મ	52
	4.રાસાયણિક બંધ	72
મોડ્યુલ-3	**દ્રવ્ય અવસ્થાઓ**	
	5.પ્રવાહી અને વાયુ અવસ્થાઓ	104
	6.ઘન અવસ્થાઓ	126
	7.દ્રાવણો	154
	8.કલિલ	176
મોડ્યુલ-4	**રાસાયણિક ઉર્જાઓ**	
	9.રાસાયણિક ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર	191
	10.રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની સ્વયંભૂ પ્રવૃત્તિ	219
મોડ્યુલ-5	**રાસાયણિક ગતિશીલતા**	
	11.રાસાયણિક સંતુલન	233
	12.આયનિક સંતુલન	266
	13.વિદ્યુત રસાયણ	300
	14.રાસાયણિક ગતિકી	332
	15.અધિશોષણ અને ઉત્પ્રેરણ	350
●	**અભ્યાસક્રમ**	**367**



1

અણુ પરમાણુ અને રાસાયણિક ગણિત

જેમ તમે જાણો છો એ રીતે અણુ અને પરમાણુ ખુબજ નાના હોય છે, આપણે એને નરી આખેં જાઈ શકતા નથી, કે સુક્ષ્મદરેશક યંત્રની મદદથી પણ નહી. આથી એ જરૂરી છે કે પદાર્થના જે નમુનાને આપણે જોઈ શકીએ અને ઉયોગમાં લઈ શકીએ એમા પરમાણુ કે અણુ ની ખૂબ મોટી સંખ્યાથી બનેલ હોય છે. રાસાયણીક પ્રક્રિયાઓ માં પરમાણું કે અણું નિશ્ચિત સંખ્યામાં જોડાયેલા હોય છે. આથી એ યોગ્ય રહેશે કે આપેલ પદાર્થના નમુનામાં અણુ કે પરમાણુની કુલ સંખ્યા ખબર હોય. આપણે રોજીંદા જીવનમાં ધણા એકમો વાપરીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે : આપણે કેળા કે ઈંડા ની સંખ્યાને ડઝન માં બતાવીએ છીએ. રસાયણ વિજ્ઞાનમાં આપણે જે એકમ વાપરીએ છીએ તેને મોલ કરીએ છીએ. જે ખૂબજ મોટો છે.

રાસાયણિક શાસ્ત્ર એ તત્વ અને એના પરિવર્તનના અભ્યાસની શાખા છે. રાસાયણિક શાસ્ત્ર એ ઘણીવાર મધ્યસ્થ વિજ્ઞાન કહેવાય છે. કા.કે એ જીવવિજ્ઞાન, ભૌતિકશાસ્ત્ર, ભૂસ્તરશાસ્ત્ર અને બીજી ઘણા વિષયોનુ પાયાનુ જ્ઞાન આપે છે.

રાસાયણિક શાસ્ત્ર એ ભલે પ્રાચીન વિજ્ઞાન છે. પરંતુ એ 19 મી સદીનું આધુનિક વિજ્ઞાન છે. જેમાં બૌદ્ધિક અને યાત્રિક લાભને લીધે વિજ્ઞાનીઓએ પદાર્થનું નાનામાં નાનુ સ્વરૂપ અને તેનાં ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણો દર્શાવ્યા.

રાસાયણ શાસ્ત્ર એ વિજ્ઞાન અને પદ્ધતિ જેવી કે તંદુરસ્તી , દવાઓ શકિત અને પર્યાવરણ, ખોરાક, ખેતી અને અન્ય વિષયમાં શકિતશાળી ભૂમિકા ભજવે છે.

જેમ કે તમો જાણો છો અણુ અને પરમાણુઓ ઘણા નાના હોવાથી નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી તેથી સુક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી જોઈએ છીએ. કોઈપણ પદાર્થ એ માત્ર તેના અગણિત અણુ અને પરમાણુના જથ્થા થી જ અભ્યાસ થઈ શકે છે. તેથી આપણને ચોકકસ સંખ્યા અણુ અને પરમાણુની જાણવી જરૂરી છે કે આપેલા પદાર્થમાં કેટલી છે. આપણે દૈનિક જીવનમાં ઘણા બધા ગુણોતરનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. દા.ત. આપણે ઈંડા અને કેળા ને ડઝનમાં ગણીએ છીએ. રસાયણશાસ્ત્રમાં આપણે મોલને સાંખ્યાકિત ગુણોતર ગણીશુ.

આપણે મોલ સિંધ્ધાતની મદદથી ચોકકસ સંખ્યામાં અણુ અને પરમાણુનું ચોકકસ વજન કરી શકીશુ.

રાસાયણિક પદાર્થ અને પ્રયોગશાળામાં થતી પ્રક્રિયાને સમજવા માટે પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતા પ્રકિયકો અને નીપજ વચ્ચેના સબંધનુ જ્ઞાન હોવુ જરૂરી છે. આ સબંધને આપણે જથ્થાકીય ગુણોતર અને

પ્રમાણ પ્રદર્શિત કરાય છે. જથ્થાકીય ગુણોતર અને પ્રમાણ એ રાસાયણિક પદાર્થનાં જથ્થા અને પ્રકિયા દર્શાવા માટે પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ પાઠમાં તમે કેવી રીતે રાસાયણિક સુત્ર અને કેવી રીતે રાસાયણિક પ્રકિયાનું અનુમાન અને પ્રકિયકોનો જથ્થો કેટલા પ્રમાણમાં છે તે શીખીશુ. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આપણે રાસાયણિક પ્રકિયા પૂરી કરવા માટે કેટલા પ્રમાણમાં પ્રકીયકો લેવા જરૂરી છે. એનુ અનુમાન મળશે. આ ગુણ રાસાયણિક શાસ્ત્ર અને ઔદ્યોગિક સંસ્થામાં ખુબ જ ઉપયોગી છે.

ઉદ્દેશ :-

આ પાઠ ને સમજ્યા પછી તમે :

- S1 એકમ ની જરૂરીયાત કરી શકશે
- મૌંખીક S1 એકમ કરી શકોશો
- દ્રવ્યમાન અને કણોની સંખ્યા વચ્ચેનો સબંધ સમજાવી શકશો.
- એવોગેડ્રો અંક અને તેમુ મહત્વ કરી શકશો
- વિવિઘ તત્વ અને સંયોજનોના અણુભાર ગણી શકોશો
- STP પર ગેસોની (વાયુ) આકવીય કદ સમજાવી શકશો.
- રાસાયણિક શાસ્ત્રનો ઉપયોગ સમજશો.
- અણુ- પરમાણુના સિંધ્ધાત વિશે સમજશો
- રાસાયણિક પ્રકિયાના નિયમ સમજશો
- ડાલ્ટનો અણુ-પરમાણુનાં સિંધ્ધાત સમજશો
- અણુ-પરમાણુ અને તત્વની વ્યાખ્યા સમજશો
- એસાઈ ગુણોતર નો જરૂરત સમજશો
- એસાઈ ગુણોતરની યાદી બનાવશો
- પદાર્થ જથ્થો અને પદાર્થની સંખ્યાનો સબંધ દર્શાવો.
- એવોગેડ્ અચળાંક અને તેનો ઉપયોગ સમજવો
- અલગ-અલગ તત્વો અને પરમાણુ અને તેમના પદાર્થો તેમાં રહેલા અણુ અને પરમાણુની વજન જાણી શકાશે.
- વાયુઓ જે ઉચ્ચ તાપમાન અને ઉચ્ચ દબાણ કેટલી સંખ્યામાં છે તે જાણી શકાશે.
- અણુ અને પરમાણુ સૂત્ર જાણી શકાશે.
- અણુ અને પરમાણુના સૂત્રનાં તફાવત જાણી શકાશે.
- અણુ અને પરમાણુના સૂત્રનાં તફાવત જાણી શકાશે.
- પદાર્થમાં રહેલા તત્વનું વજન કેટલા ટકામાં રહેલું છે તે જાણી શકાશે.

સુચના

- મોલ, વજન અને જથ્થા વચ્ચેનો સબંધ જાણી શકાશે.
- રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ઉપયોગમાં લેવાતા, પ્રકિયકોનો જથ્થો રાસાયણિક પ્રકિયા અને મોલ સિંધ્ધાત ગણી શકાશે.
- પ્રકિયામાં ઉદભવતી નિપજ કેટલા પ્રમાણમાં કયા પ્રકિયક ઉપર આધાર રાખે છે તે જાણી શકાય છે.

1.1 રાસાયણિક શાસ્ત્રનો ઉપયોગ :-

રાસાયણશાસ્ત્ર એ આપણા રોજીંદા જીવનમાં અગત્યનાં ભાગ ભજવે છે. ચાલો આપણે રસાયણશાસ્ત્રનું અલગ-અલગ વિસ્તારમાં અગત્યતા સમજીએ.

1.1.1 તંદુરસ્તી અને દવાઓ

ત્રણ મહત્વના ઉપયોગો આ સદીમાં આપણને રોગો કરતા અને તેનુ નિદાન કરતાં સમજાવે છે. લોકોની તંદુરસ્તી એ ચોખ્ખાઈને લીધે ચેપી રોગોથી બચાવે છે. એનાથેસિયા થી વાઠકાપ એ તબીબો માટે ખૂબ જ ઉપયોગી પધ્ધતિ છે જેમકે આંત્રપુચ્છની વાઠકાપ અને રસી તથા પરોપજીવી દવાઓ એ રોગોને થતા અટકાવે છે. રંગસૂત્ર પધ્ધતિ એ તબીબી વિજ્ઞાનમાં ચોથી કાંતિ છે. સિસ્ટોક ફાઈઓસિસ અને હેમોફેલીયા એ એક જ વારમાં થતી રંગસૂત્રની ખામીના રોગ છે. બીજા ઘણાં રોગ જેમકે કર્ક રોગ, હદયરોગ, એઈડ્સ અને શારીરિક દુખાવો એ શરીરની નાદુરસ્તી માટે એક અથવા બીજા રંગસૂત્ર પર અસર પાડે છે. રંગસૂત્ર પધ્ધતિમાં એક તંદુરસ્ત રંગસૂત્ર દર્દીના જીવકોષમાં પસાર કરવામાં આવે છે. જેથી દર્દ દુર કરી શકાય. આ પધ્ધતિ માટે તબીબ પાસે અણુ પરમાણુનું રાસાયણિક ગુણોનુ ઊાન હોવુ જરૂરી છે.

રાસાયિણક વિજ્ઞાનીઓએ દવાઓની ઔદ્યોગિક સંસ્થામાં એવી દવા શોધવી જોઈએ કે જે કર્કરોગ, એઈડ્સ અને બીજા ઘણા રોગમાં આડઅસર કરે નહિ કે તેથી એ દવા કારગત નીવડી શકે. બીજી બાજુએ દવાની શરીર પર થતી અસર અને કામ કરવાની પધ્ધતિએ તંદુરસ્તી વધારનારી હોવી જોઈએ.

1.1.2શકિત અને પર્યાવરણ:-

ઘણી બધી રાસાયણિક પ્રકિયાઓ બાદ શકિત નીપજતી હોય છે અને શકિતની માંગ ઘણી બધી પ્રકિયાઓમાં ઉપયોગી છે. અમેરીકા અને ભારત એ એવા દેશ છે કે જે આ પધ્ધતિનાં બહોળો ઉપયોગ કરે છે. રાસાયણિક વિજ્ઞાનીઓ લાંબા સમયથી શકિતના નવા નવા સ્રોતની શોધમાં છે. અત્યારના સમયમાં કોલસો, પેટ્રોલ અને નેર્સગિક વાયુ શકિતના મોટા સ્રોત છે. ઉપર દર્શાવ્યા પદાર્થો માત્ર પચાસથી સો વર્ષ ચાલી શકે એટલી માત્રામાં હયાત છે.

સૌર શકિત એ એક અગત્યની શકિતનો સ્રોત છે. દર વર્ષે પૃથ્વી સૂર્યપ્રકાશમાંથી દસ ગણી ઉર્જા મેળવે છે કે જે એની પાસે રહેલા કોલસા, તેલ અને કુદરતી વાયુ અને યુરેનિયમને ભેગાં કરીએ તો દસ ગણી થાય છે. પરંતુ આ ઉર્જા વેડફાય જાય છે. કા.કે તેનો યોગ્ય ઉપયોગ થતો નથી. છેલ્લા ત્રીસ

દરમ્યાન વૈજ્ઞાનિઓએ સૌર શકિતના ઉપયોગ માટે ઘણા પ્રયત્નો આદર્યા છે. ઉદા. તરીકે સૂર્ય પ્રકાશનુ વીજ શકિતમાં રૂપાંતર કરતું યંત્ર ફોટો ગેલ્વીનિક યંત્ર છે. પાણીમાંથી હાઈડ્રોજન બળતણ યંત્રમાં વીજપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવા ઉપયોગમાં લેવાય છે. સોરશકિતમાંથી વીજપ્રવાહ મેળવવાની પ્રકિયા આધુનિક હોવા છતા તેની પધ્ધતિમાં સુધારો મોટા પાયા પર જરૂરી છે. કે જેથી મોટા પાયા પર ઓછા આર્થિક ખર્ચમાં વધુ વીજપ્રવાહ મેળવી શકાય. તો પણ 25,000 પહેલા માનવામાં આવે છે. આપણી 50% શકિતની જરૂરિયાત સૌરશકિત પાડશે.

પરમાણુની અથડામણએ બીજો શકિતનો મહત્વનો સ્ત્રોત છે. પણ તેમાં પર્યાવરણની કાળજી રાખવી જરૂરી છે કા.કે પરમાણુ અથડામણમાંથી ઉત્પન્ન થતો કચરો પર્યાવરણ માટે હાનિકારક છે. માટે પરમાણુ ઔદ્યોગિક સંસ્થાનુ ભવિષ્ય નિશ્ચિત નથી. રાસાયણિક વિજ્ઞાનીઓની મદદથી પરમાણુ અથડામણ થતો કચરો દુર કરી શકાય. પરમાણુઓનું જોડાણ એ એવી પ્રકિયા છે કે જે સૂર્ય અને બીજા ગ્રહોમાં થાય છે અને મોટા પ્રમાણમાં શકિત છુટી પડે છે અને સાથે રેડિયોએકિટવ કચરો બહાર ફેકે છે. આગામી 50 વર્ષોમાં પરમાણુઓનું જોડાણ એ ઉર્જાનો મહત્વનો સ્ત્રોત છે.

શકિતનુ ઉત્પાદન અને શકિતનુ ઉપયોગ એ આપણા પર્યાવરણની ગુણવતા માટે બંધબેસતા પરિબળ છે .ખનીજબળતણનું દહન એ બહુ મોટો દુરોપયોગ છે કારણકે એ કાર્બન ડાયોકસાઈડ ગ્રીન હાઉસ વાયુ તરીકે ઓળખાય છે. કારણકે તે પૃથ્વીની ગરમી વધારે છે. સાથે સલ્ફર અને નાઈટ્રોજન ઓકસાઈડ જેવા વાયુઓ બહાર ફેંકે છે. જેના લીધે એસિડવર્ષા અને ધુમાડો વધે છે. જયારે સૌરશકિતનો ઉપયોગ આ પ્રકારની પર્યાવરણ માટેની હાનિકારક અસરો ઉપજાવતી નથી. બળતણ થી ચાલતા વાહનો અને ઉદીપકથી ચાલતા યંત્રોમાંથી નીકળતો હાનિકારક કચરો દુર કરી આપણે હવાની ગુણવતા વધારવી જોઈએ કે જયાં ભારે ટ્રાફિકની સમસ્યા સર્જાતી હોય વધારેમાં વીજકાર, શકિતથી ચાલતી કાર લાંબા સમય સુધી ચાલતી બેટરી આ બધી વસ્તુઓ આવતી સદીમાં પ્રદુષણ મુકત કરવા કામ લાગશે.

1.1.3 પદાર્થ અને પધ્ધતિ :-

રાસાયણિક શોધ અને વિકાસ 20 મી સદીમાં ઘણા બધા નવા પદાર્થ આપ્યા છે. જે કે આપણું જીવન ધોરણ અને અગણિત નવી પધ્ધતિ લાવ્યુ છે. ઉદા. પોલિમર જેવા કે રબર અને નાયલોન, રસોડાના સાધનોં જેવા કે કૂકર, વીજસાધનોમાં વપરાતા પાણીમય ડિસપ્લે, ફેવિકોલ અને રંગો

નજીકના ભવિષ્યમાં સંગ્રહ કરવા જેવી વસ્તુ કઈ છે ? નોર્મલ તાપમાન વાડા વીજપ્રવાહકોની શકયતા છે. તાંબાના વાયર એ વીજપ્રવાહનું વહન કરે છે. પણ એ ઉતમ વાહક નથી એટલે 20 % વીજશકિત એ વીજઔદ્યોગિક સંસ્થામાંથી ઘર સુધી લાવવામાં વેડફાય છે. આ ખૂબ મોટો ગેરફાયદો છે. વીજપ્રવાહ વાહક પદાર્થો વીજપ્રવાહથી ઘર્ષણ કરે છે એટલે જ વીજપ્રવાહનો સળંગ ઉપયોગ શકિત વેડફીયા વિના કરી શકાય છે.

1.1.4 ખોરાક અને ખેતી

આ દુનિયાની વધતી આબાદીને ખોરાક કેવી રીતે પૂરો પાડવો ? ગરીબ દેશોમાં ખેતી એ 80 % રોજગાર પુરો પાડે છે. અને અડકા કુંટુબો ખોરાક માટેના ઉદ્યોગોમાં માટે આધાર રાખે છે. આ દેશના વિકાસમાં મોટો ફાળો આપે છે. ખેતીનું ઉત્પાદન એ જમીનની ફળદ્રુપતા, જીવજંતુ, બિયારણના રોગ અને

સુચના

ખાતર ઉપર આધાર રાખે છે. સિંચાઈ ઉપરાંત ખેડુતો ખાતર અને જીવજંતુ દવા પાકના વિકાસ માટે ઉપયોગમાં લે છે.

1.2 પદાર્થની ગુણવતા

પદાર્થનો દેખાવ અને પદાર્થમા રહેલા તત્વોનો અભ્યાસ એટલે રાસાયણિક શાસ્ત્ર પ્રાચીન સમયમાં લોકો પદાર્થના સ્વભાવ વિશે આશ્ચર્ય ઉદભવતા હતા. ધારોકે આપણે પથ્થરનો ટુકડો લઈને એને નાનામાં-નાના ટુકડામાં પરિવર્તન કરી અને એટલા નાના ટુકડા બનાવીએ તેનુ વધુ રૂપાંતર કરી શકાય ખરૂ ? ગ્રીક તત્વજ્ઞાની પ્લેટો અને એરિલસ્ટોલ માનતા હતા કે પદાર્થ એ કાયમી અને તેનું વિભાજન કાયમી પ્રકિયા છે.

ઘણા લોકો માનતા હતા કે અમુક પદાર્થ અમુક ચોકકસ સંખ્યામાં વિભાજીત થઈ શકે છે. અમુક સમય પછી વિભાજીત થઈ શકતા નથી. તે માનતા હતા કે મોટી સંખ્યામાં નાના કણો ભેગા થવાથી પદાર્થ બને છે. નાના નાના કણ કે જે અવિભાજીત છે તેને અણુ કહેવામાં આવે છે. અણુ એટલે અવિભાજીત ધીમે-ધીમે આ વિચાર ગ્રીક તત્વજ્ઞાની લુસીપસ અને તેના વિદ્યાર્થી 440 B.C. ડેમોકીટ્સએ પ્રદર્શિત કરયુ. પરંતુ મહર્ષિ કાનંદે અણુઓના સિંધ્ધાત 500 ની સાલમાં રજૂ કર્યા અને તેને નાનામાં નાનો કણ એટલે કે પરમાણુ કીધો.

1.3 પદાર્થની ગુણવતા

18મી સદીમાં બાદ રાસાયણિક વિજ્ઞાનમાં અદ્ભુત ઉન્નિત થઈ પર્યાવરણની ગરમી અને વસ્તુઓનું દહન એ રસપ્રદ ઘટના થઈ હતી. ઘણી બધી પ્રકિયા કે જેમાં રાસાયણિક સંતુલન નો અભ્યાસ અને પદાર્થના જથ્થાનું પરિવર્તન રાસાયણિક પ્રકિયામાં રૂપાંતર પામે છે. મહાન ફ્રેન્ચ વિજ્ઞાની એન્ટોઈન લેવોશિય રાસાયણિક પ્રકિયાનું સંતુલન શોધ્યુ. તેણે પારાના ને ગરમ કરી બંધ પાત્રમાં રાખ્યું. ઘણા દિવસો બાદ મરકયુરી ઓકસાઈડ નામનાં લાલ પદાર્થ ઉદભવ્યો. વાયુ જે પાત્રમાં હતો તે પદાર્થના જથ્થામાં પરિવર્તિત થયો. બાકીનો વાયુના બળતણ કે ના જીવન માટે ઉપયોગી થયો. અને જે વાયુ પાત્રમાં રહયો તેને નાઈટ્રોજન કહેવાયો અને જે વાયુ મરકયુરી સાથે સંમિશ્રિત થયો તે ઓકિસજન કહેવાયો. વધુમાં મરકયુરી ઓકસાઈડમા કાળજીપૂર્વક વજન લેવાયુ. લાલ રંગના મરકયુરી ઓકસાઈડને ગરમ કરતા મરકયુરી અને ઓકિસજન છુટા પડે છે. તેણે મરકયુરી અને ઓકિસજનનું વજન લીધુ કે જે મરકયુરી ઓકસાઈડના વજન જેટલુ હતુ. લેવોશરે આ પ્રયોગ પરથી સિંધ્ધાત આપ્યો કે દરેક રાસાયણિક પ્રકિયામાં પ્રકિયકોનુ બધુ જ વજન એ નીપજના વજન જેટલુ હોય છે. આ નિયમને પદાર્થના વપરાશનો નિયમ કહેવાયો.

પ્રકિયકો અને નીપજનુ વજન નું પ્રમાણ વૈજ્ઞાનિકોએ નકકી કર્યા બાદ રસાયણ વિજ્ઞાનમાં ઘણી ઉન્નતિ થઈ. ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિએ કલોબરથોર્લેટ અને જોસેફ પ્રાવટ લેટ બે તત્વો ને ભેગા કરીને પદાર્થ બનાવાનુ નકકી કરયુ. એમના કામ પરથી પ્રાવટસ્ટે 1808 માં ચોકકસ સંલગ્નતાના નિયમો આવ્યા. નીચે આપેલા રાસાયણિક પદાર્થ અને તેમા રહેલા જથ્થાના અને તેમા રહેલા તત્વોના સબંધએ ચોકકસ સ્વાવલંબી તેના પહેલાના પદાર્થ કરતા અને પ્રકિયા કરતા અલગ છે.

હાઈડ્રોજન અને ઓકિસજનનુ પ્રમાણ શુદ્ધ પાણીમાં 1.8 હોય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો શુદ્ધ

પાણી 11.11 હાઈડ્રોજન અને 88.89 % ઓકિસજન જથ્થાના પ્રમાણમાં હોય છે. એ પાણી કુવાનુ હોય, નદીનુ તળાવનુ હોય તો પણ આ પ્રમાણ જળવાય છે. એટલે 9 ગ્રામ પાણીનું વિભાજન કરીએ તો 1 ગ્રામ હાઈડ્રોજન અને 8 ગ્રામ હાઈડ્રોજન મળે છે. વધારામાં ત્રણ ગ્રામ હાઈડ્રોજન 8 ગ્રામ ઓકિસજનનુ પાણીમાં રૂપાંતર થાય છે. જયારે 2 ગ્રામ હાઈડ્રોજન અપરિવર્તિત થાય છે. તેવી જ રીતે સોડિયમ કલોરાઈડમાં 60.66% કલોરિન અને 39.34% સોડિયમ રહેલા છે. જો એ મીઠાની ખીણમાં તો અથવા દરિયાના પાણી મેળવવામાં આવે છે. આખા વાકયમાં શુદ્ધ શબ્દ મુખ્ય છે. અર્વાચીન વિજ્ઞાનએ પ્રયોગાત્મક બાબત ઉપર આધાર રાખે છે. પરિવર્તીત થતા પરિમાણો એ સાચા પરિમાણ શોધે છે. વિજ્ઞાનીઓએ હંમેશા સત્યની શોધ અને આ માટેના નિયમો અને સિંધ્ધાતો શોધે છે સત્યની ખોજ એ હંમેશા વિજ્ઞાના વિકાસ માટે ઉપયોગી છે.

ડાલ્ટનના નિયમો અનુસાર પદાર્થોનો જથ્થો અને તેના પ્રમાણ અનુમાન એ નવી શોધ છે. તેની ગુણોતરના નિયમોનો સિંધ્ધાત આવ્યો. આ નિયમ જણાવે છે કે જયારે બે તત્વો અથવા વધારે પદાર્થ `તે એક તત્વ બનાવે તો તેનું વજન એ પહેલાના બે તત્વો અથવા તો પદાર્થોના પૂર્ણાકમાં હોય છે. જેમકે કાર્બન અને ઓકિસજન કાર્બન મોનોકસાઈડ અને કાર્બન ડાયોકસાઈડ આપે છે. કાર્બન મોનોકસાઈડ 1.3321 ગ્રામ અને ઓકિસજન અને કાર્બન ધરાવે છે. જયારે કાર્બન ડાયોકસાઈડ 2.6642 ગ્રામ ઓકિસજન અને 1 ગ્રામ કાર્બન ધરાવે છે. બીજા શબ્દોમાં કાર્બન ડાયોકસાઈડમાંનો ઓકિસજન કાર્બન મોનોકસાઈડના ઓકિસજન કરતાં વધારે છે. પરમાણીય થિયરી સમજાવે છે કે કાર્બન ડાયોકસાઈડમાં રહેલા ઓકિસજન એ કાર્બન મોનોકસાઈડ ઓકિસજન કરતા વધારે છે તેથી પદાર્થના જથ્થાનાં નિયમએ સૈદ્ધાતિક રીતે ખુબજ ઉપયોગી છે.

1.4 ડાલ્ટનની પરમાણુ થીયરી :-

આપને પહેલા સમજયુ કે લેવોજીયરે અર્વાચીન રસાયણિક વિજ્ઞાનના પાયાના પ્રયોગો બતાવ્યા. પરંતુ બ્રિટિશ વિજ્ઞાની જોન ડાલ્ટ પ્રમુખ સિંધ્ધાત આવ્યા કે જેમા પદાર્થોથી તત્વ અથવા તો જુદા જુદા પદાર્થોનુ મિશ્રણ છે કે જે નાના નાના કણોથી બનેલું છે કે જેને પરમાણુ કહેવાય છે. ડાલ્ટનની સિંધ્ધાતના અનુમાનો નીચે દર્શાવ્યા છે.

1.4.1 ડાલ્ટનના થિયરીના અનુમાનો

અંગ્રેજી વિજ્ઞાની જોન ડાલ્ટન પહેલા વ્યકિત હતા કે જેને પરમાણુના અસ્તિત્વની વાત કરી. ડાલ્ટનનાં પરમાણુ અસ્તિત્વનો નિયમ અને તેના વિચારો વિજ્ઞાનનો મુખ્ય ફાળો છે. તેણે બતાવ્યુ કે પદાર્થના જથ્થાનો સબંધ કે લેવોશિયર કે પ્રોસ્ટિટ સમજાવ્યા હતા. કે જે ઉતમ રીતે પરમાણુ અસ્તિત્વના અનુમાનો પરથી જાણવા મળે છે.

1803 માં ડાલ્ટનએ રાસાયણિક વિજ્ઞાની નવી પધ્ધતિ આપી કે જે પરમાણ્વીય સિંધ્ધાત તરીકે ઓળખાયું

1. પદાર્થો જથ્થો એ અવિભાજીત અણુનો બનેલો છે.
2. બધાજ અણુઓ એ રાસાયણિક તત્વમા રહેલા હોય છે. અને તે પ્રમાણમાં રહે છે.

3. જુદા-જુદા રસાયણો તત્વો એ જુદા-જુદા અણુઓનો બનેલો હોય છે.

4. અણુઓ અવિભાજીત હોય છે અને રાસાયણિક પ્રકિયામા અલગ ઓળખ હોય છે.

5. પદાર્થનું નિર્માણ તેના તત્વો અને અણુઓના સંમિલન પર અને પૂર્ણાક ઉપર આધાર રાખે છે.

ડાલ્ટને ચોથુ અનુમાન આપ્યો કે જે પદાર્થના જથ્થાનો નિયમ કહેવાયો દરેક તત્વના અણુનુ ચોકકસ વજન હોય છે. રાસાયણિક પ્રકિયા અણુઓની વ્યવસ્થા ઉપર આધાર રાખે છે. તેથી પ્રકિયા, નીપજનુ વજન સરખુ રહેવું જોઈએ. પાંચમું અનુમાન ચોકકસ સંલિગ્નતાનાં નિયમ આપે છે છે. પદાર્થેએ ચોકકસ અણુઓનો જથ્થો અથવા બે થી વધારે તત્વોનો પૂર્ણાકનો બનેલો છે.

ડાલ્ટનના નિયમો અનુસાર પદાર્થોનો જથ્થો અને તેના પ્રમાણ અનુમાનએ નવી શોધ છે. તેની ગુણોતરના નિયમોનો સિંધ્ધાત આપ્યો આ નિયમ જણાવે છે કે જયારે બે તત્વો અથવા વધારે પદાર્થે તે એક તત્વ બનાવે તો તેનુ વજન એ પહેલાના બે તત્વો અથવા તો પદાર્થોના પુણાર્કમાં હોય છે. જેમ કે કાર્બન અને ઓકિસજન કાર્બન મોનોકસાઈડ અને કાર્બન ડાયોકસાઈડ આપે છે. કાર્બન મોનોકસાઈડ ગ્રામ અને ઓકિસજન અને કાર્બન ધરાવે છે. જયારે કાર્બન ડાયોકસાઈડ ગ્રામ ઓકિસજન અને ગ્રામ કાર્બન ધરાવે છે. બીજા શબ્દોમાં કાર્બન ડાયોકસાઈડમાનો ઓકિસજન કાર્બન મોનોકસાઈડના ઓકિસજન કરતા વધારે છે. પરમાણ્વીય થિયરી સમજાવે છે કે કાર્બન ડાયોકસાઈડમાં રહેલો ઓકિસજન એ કાર્બન મોનોકસાઈડ ઓકિસજન કરતા વધારે છે. તેથી પદાર્થના જથ્થાનો નિયમ એ સૈદ્ધાંતિક રીતે ખુબ જ ઉપયોગી છે.

1.4.2 અણુ શુ છે ?

તમે પહેલાનાં ભાગમાં જોયુ અનુસાર અણુએ તત્વનો નાનામાં નાનો ભાગ છે અને રાસાયણિક ગુણો પણ તત્વના જ હોય છે. અણુએ તત્વનો નાનામાં નાનુ વજન નાનું કદ ધરાવે છે. આ અણુ અવિભાજીત છે. તેવું ભારતીય વિજ્ઞાનીઓએ કીધું જયારે ગ્રીક તત્વજ્ઞાનીઓએ શરૂઆતમાં જ અણુ નામ આપ્યુ આજે આપણે જાણીએ છે કે અણુ અવિભાજીત છે. જો તેવો તેમની ઓળખ ગુમાવે તો જ તે આગળ તુટી શકે પણ આ બધી વાસ્તવિકતા એટલુ યાદ રાખીએ કે તત્વનો બંધારણીય એકમ પાયો અણુ છે.

1.4.3 પરમાણુઓ :-

પરમાણુએ ઓછામાં ઓછા બે અણુઓથી બને છે. અને બે અણુઓને જોડવા માટે જે બળ કામ કરે છે તેને રાસાયણિક બંધ કહેવાય છે. પરમાણુ એ નાનામા નાનો ભાગ છે કે જે સ્વતંત્ર રીતે રહી શકે છે. પરમાણુ એક જ તત્વના અણુઓ બે કે તેથી વધુ માત્રામા મળે તો થાય છે પરમાણુએ પદાર્થ હોય તે જરૂરી નથી. પણ તે બે કે તેથી વધુ તત્વનુ બનેલુ છે. ઉદા. H_2O વાયુએ બે હાઈડ્રોજન અણુથી બનેલો વાયુ છે. પાણી એ એવો પરમાણ્વીય પદાર્થ છે કે જેમા ૨ હાઈડ્રોજન એક ઓકિસજન રહેલું છે. અણુ અને પરમાણુઓ રીતે તટસ્થ છે.

હાઈડ્રોજન પરમાણુ H_2 તરીકે ઓળખાય છે. તેને દ્વિ પરમાણ્વીય પરમાણુ કહેવાય છે. ખાલી બે જ અણુ ધરાવે છે. બીજા તત્વો કે જે દ્વિ પરમાણ્વીય છે.એમા NN_2O_2 અને ગ્રુપ 17 તત્વો

Br, I, Cl, F_2 દ્વિ પરમાણ્વીય તત્વો ઘણી વખત બે જુદાં અણુઓના બનેલા છે. જેમકે હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ અને કાર્બન મોનોક્સાઈડ

મોટા ભાગના પરમાણુઓ એ બે કે તેથી વધુ અણુ ધરાવે છે. એ એક જ પ્રકારના બનેલા ઓઝોન એ ઓકિસજનના ત્રણ અણુ બનવાથી થાય છે અથવા તેનો બે કે તેથી વધારે અણુઓના મિશ્રણથી બને છે. પરમાણુઓ બે કે તેથી વધારે અણુઓથી બનેલા તેમને બહુપરમાણ્વીય પરમાણુ કહે છે. ઓઝોન પાણી, એમોનિયા એ બહુપરમાણ્વીય પરમાણુ છે.

1.4.4 તત્વો :-

પદાર્થોઓએ કાંતો તત્વ હોય કે પદાર્થ હોય તત્વએ એક એવું રસાયણ છે કે એ સાદામાં સાદા રસાયણમા વિભાજીત થઈ શકે. આજની તારીખમાં તત્વો શોધાયેલા છે. તત્વો તો પૃથવી પર કુદરતી મળે છે. બાકીના વિજ્ઞાનીઓએ પરમાણ્વીય પ્રકિયાથી ઉપજાવી છે.

વિજ્ઞાનીઓએ અનુકુળતા માટે એક કે બે મુળાક્ષરમાં તત્વોની સંજ્ઞા આપી પહેલો અક્ષર હમેંશા કેપીટલમા જ હોય બીજો અક્ષર ના હોય ઉદા. તરીકે કોબાલ્ટને તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે. જયારે કાર્બન મોનોક્સાઈડને દર્શાવવામાં આવે છે. નીચે દર્શાવેલ કોઠો જુદા-જુદા તત્વોના નામ અને સંજ્ઞા દર્શાવે છે. અમુક તત્વ તેમના લેટિન નામમાંથી ઉદભવેલા છે. જેમકે એટલે ઓરમ ફેરસ એટલે નેટરિયમ (સોડિયમ) જયારે અમુક નામ અંગ્રેજી ભાષામાં ઉદભવેલા છે.

રાસાયણિક વિજ્ઞાનીઓએ રાસાયણિક સૂત્રો એ પરમાણુ અને આર્યોનિક પદાર્થોને સંજ્ઞામાં દર્શાવ્યા. આપણે માત્ર ખાલી પદાર્થોમા રહેલો તત્વોનો ગુણોતર જાણવાનો નથી. પરંતુ તેમા રહેલા તત્વોની માહિતી મેળવવાની છે.

પાઠયપુસ્તકના પ્રશ્નો 1.1

૧. રસાયણ વિજ્ઞાનએ વિજ્ઞાન અને પધ્ધતિમાં શકિતશાળી ભાગ ભજવે છે ? તે વિસ્તાર કયા છે ?

૨. પદાર્થનો કણનો સ્વભાવ કોણ આવ્યા ?

૩. પદાર્થો જથ્થાનો નિયમ શુ છે ?

૪. અણુ શું છે ?

૫. પરમાણુ શું છે ?

૬. સોડિયમની સજ્ઞા કેમ છે ?

૭. તત્વ એ પદાર્થ કરતાં કેમ જુદો છે પડે છે

1.5 એકમ (પુનરાવર્તી)

જીવનના દરેક ક્ષેત્રમાં માપનની જરૂરીયાત છે. જેવી રીતે કે તમે જાણો છે. માપન માટે એકમ કે એક નિશ્ચિત માપદંડની જરૂરીયાત હોય છે. અલગ અલગ દેશોમાં એકમોની અલગ - અલગ વિકસીત કરી. એનાથી એક દેશને બીજા દેશ સાથે વેપાર વગેરેમાં સમસ્યાઓનો સામનો કરવો પડતો હતો. વૈજ્ઞાનીકોને વારંવાર એકબીજાના આંકડા વાપરવા પડતા હતા એનાથી એને વધારે મુશ્કેલી થતી હતી. પ્રયોગમાં લાવવા માટે પહેલા આકડાઓ ને સ્થાનીક એકમોમાં બદલવા પડતા હતા.

ઈ.સ. 1960 માં 'General Conference of Weights & Measures' એકમોની આંતરરાષ્ટીય સમિતિ ને મેટ્રીક પ્રણલી પર આધારીત નથી પ્રણીલી (રીત) પ્રસ્થાપીત કરી. જેમ " International System" જોકે એનું ફેંરા નામ " System International Unit " થી લેવામાં આવ્યુ છે. તમે તમારા પાછલા ધોરણમાં એકમ વિશે ભણી ચૂક્ય છો અને જાણો છો કે તે સાત મુખ્ય એકમો પર આધારીત છે. જે સાત ભૌતિક (રાશી) સંખ્યા ઓની સાથે છે. બીજી ભૌતિક (રાશી) સંખ્યા ના એકમોની ઉત્પતી મૂળ એકમો પરથી કરવામાં આવે છે.

આ સાત મુખ્ય SI એકમો નીચે ટેબલ 1.1 માં આપેલા છે.

કોષ્ટક 1.1: SI આધારીત એકમ

ભૌતિક રાશી	SI એકમનું નામ	SI એકમ માટે સંજ્ઞા
લંબાઈ	મીટર	m
વજન	કિલોગ્રામ	kg
સમય	સેકંડ	s
વિધુત પ્રવાહ	એમ્પીયર	A
તાપમાન	કેલ્વીન	K
પદાર્થનો જથ્થો	મોલ	mol
દીત્પ તીવ્રતા	કેંડેલા	cd

ખૂબજ મોટી કે ખૂબજ નાની (રાશી) માત્રામાં, ગુણાંકમાં અથવા પેટા ગુણાંકમાં માપવા માટે આ એકમો વપરાય છે. દરેક માટે ચીન્હ છે જેને એકમોમા સંજ્ઞા (ઉપસર્ગ) તરીકે લેવામાં આવે છે. દા.ત. લાંભુ અંતર માપવા માટે કિલોમીટર એકમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે મીટર નો ગુણક છે, જે લંબાઈનો આધાર એકમ છે. અહીં 10^3 માલો ઉપસર્ગ વપરાય છે. તેની સંજ્ઞા k છે કે જે મીટર m ની આગળ લગાડવામાં આવે છે અને તેથી કિલોમીટર ની સંજ્ઞા km છે.

$$1\ \text{km} = 1.0 \times 10^3\ \text{m} = 1000\ \text{m}$$

એવી જ રીતે, નાની લંબાઈ માપવા માટે સેંટીમીટર અને મીલીમીટરનો ઉપયોગ થાય છે.

$$1\ cm = 1.0 \times 10^{-2}\ m = 0.01\ m$$

$$1\ mm = 1.0 \times 10^{-3}\ m = 0.001\ m$$

SI એકમની સાથે લગાડવામાં આવતા એમુક ઉપસર્ગ કોઠા 1.2માં આપવામાં આવેલા છે.

કોષ્ટક 1.2: SI એકમ સાથે ઉપયોગમાં લેવાતા ઉપસર્ગ

ઉપસર્ગ	સંકેત	અર્થ	ઉદાહરણ
ટેરા	T	10^{12}	1 terametre (Tm) = 1.0×10^{12} m
ગીગા	G	10^{9}	1 gigametre (Gm) = 1.0×10^{9} m
મેગા	M	10^{6}	1 megametre (Mm) = 1.0×10^{6} m
કિલો	k	10^{3}	1 kilometre (km) = 1.0×10^{3} m
હેક્ટા	h	10^{2}	1 hectametre (hm) = 1.0×10^{2} m
ડેકા	da	10^{1}	1 decametre (dam) = 1.0×10^{1} m
ડેસી	d	10^{-1}	1 decimetre (dm) = 1.0×10^{-1} m
સેંટી	c	10^{-2}	1centimetre (cm) = 1.0×10^{-2} m
મિલી	m	10^{-3}	1millimetre (mm) = 1.0×10^{-3} m
માઈક્રો	μ	10^{-6}	1micrometre (μm) = 1.0×10^{-6} m
નેનો	n	10^{-9}	1nanometre (nm) = 1×10^{-9} m
પીકો	p	10^{-12}	1picometre (pm) Mktçkt= 1×10^{-12}m

આગળ વધતા પહેલા નીચે આપેલ પ્રશ્નોના જવાબ આપવાનો પ્રયત્ન કરો.

પાઠગત પ્રશ્નો 1.2

1. વજનનો SI એકમ લખો ?

   ....

2. 1.0×10^{-6} g માટે કઈ સંજ્ઞાનો ઉપયોગ થવો જોઈએ ?

   ....

3. (i) 10^{2} અને (ii) 10^{-9} માટે વાપરવામાં આપવતા ઉપસર્ગો ના નામ લખો.

(i) ....

(ii) ....

4. નીચેની સંજ્ઞા શૂ બતાવે છે?

(i) Ms (ii) ms

(i) ....

(ii) ....

1.6 દળ અને કણોની સંખ્યાનો સંબંધ

ધારો કે તમે 500 સ્ક્રુ ખરીદવા ઈચ્છો છો કેવી રીતે, તમે વિચારો છો. આ દૂકાનદાર તમને ઈરધીત જથ્થો આપશે? સ્ક્રુ એક એક ગણીને? ના તે વજનથી સ્ક્રુ આપશે કારણ કે તેને ગણતરીમાં ઘણો સમય લાગી જશે. જો દરેક સ્ક્રુનો વજન 0.8 ગ્રામ હોય તોં તમને 400 ગ્રામ, સ્ક્રુ આપશે. કેમ કે એનુ દળ 500 સ્ક્રુ નુ દળ છે. તમને જાણીને આશ્ચાર્ય થશે કે ભારતીય રીઝર્વ બેંક પણ સીક્કા વજનમાં આપે છે. નહી કે અંકો માં. વજન દ્વારા ગણતરીની આ પ્રક્રિયા ખૂબજ શ્રમની બચત થાય એવી પ્રક્રિયા છે. કે જ્યારે વસ્તુની સંખ્યા ખૂબજ મોટી હોય. ધારોકે આપણે 5000 નાની સ્પ્રીગ ઘડીયાળમાં ઉપયોગમાં આવે લઈએ. અને તેનો વજન કરીએ. જો બધી સ્પ્રીગનું દળ 500 1.5 ગ્રામ હોય તો આપણે એ નિટકર્ષ તારવી શકીએ કે દરેક સ્પ્રિગનુ દળ $1.5 \div 5000 = 3 \times 10^{-4}$ g.

આમ આપણે જોઈશકીએ છીએ કે સરખી વસ્તુ કે કણો માટે દળ આને સંખ્યા એકબીજા પર આધારીત હોય છે. અણુ અને પરમાણુ બન્ને ખૂબજ સૂક્ષ્મ કણ હોય છે એટલે દરેકને ગણવા અસંભવ છે શક્ય નથી. એટલે જ આપણ અણુ અને પરમાણુ ના દળ અને સંખ્યા વચ્ચે સંબંધની જરૂરીયાત છે. આ સબંધ મોલની સંકલ્પના થી પ્રાપ્ત થાય છે. પરમાણુનુ દળ એક મહત્વપૂર્ણ ગૂણધર્મ છે. પરંતુ જ્યારે રાસાયણીક પ્રકિ.ાઓના માત્રાત્મક પાસાઓની વાત થતી હોય ત્યારે ક્રિયા કરવા વાળા અણુ કે પરમાણુ ની સંખ્યા તેના દળ કરતા વધારે મહત્વપૂર્ણ હોય છે. ચાલો આને આપણે નિચેની ક્રિયા દ્વારા સમજીએ.

ક્રિયા 1.1

હેતુ :

કોઈ પણ પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયક એક બીજાના દળ ના સરણ ગુણોત્તર માં પ્રક્રિયા કરે છે.

જરૂરીયાત :

ચીન્નાઈ માટીની રકાબી, સલ્ફર પાઉદર (નો ભૂકો), લોખંડ નો ભૂકો, ચુંબક, બહુદર્શક કાચ

પદ્ધતિ :

1 ગ્રામ સલ્ફર નો ભૂકો, 1 ગ્રામ લોખંડનો ભૂકો, ચીનાઈ માટીની રકાબી મા ભેળવી (મીશ્ર) કરી ત્યા સુધી ગરમ કરો કે જ્યા સુધી પ્રક્રિયા પૂરી ન થાય અને નિપજ ના રૂપમાં કઠણ પદાર્થ ન મળે. આ

સુચના

કઠણ પદાર્થને નાના ટૂકડાઓમાં તોડો. આ જ પ્રક્રિયાનું હવે ૨ ગ્રામ લોખંડના ભૂકા અને 1 ગ્રામ સલ્ફરના ભૂકા સાથે પૂનરાવર્તન કરો.

અવલોકન :

- પહેલી પ્રક્રિયા કે જેમા સલ્ફર અને લોખંડ બન્નેની માત્રા સરખી હતી. 1:1 તેમાથી મળેલા પદાર્થ ને જ્યારે બહુ દર્શક કાચ વડે જોયું ત્યારે તેમા પીળા રંગના સલ્ફરના કણ જોવા મળ્યા, અને જ્યારે તેને લોહચુંબકની બાજુમાં લાવવામાં આવ્યા ત્યારે કોઈ જાતનું આકર્ષણ જોવા મળ્યુ નહી જે બતાવે છે કે પ્રક્રિયા થયા વગરનું લોખંડ છે.
- બીજી પ્રક્રિયા નાં ટુકડા ઓ જેમાં લોખંડ અને સલ્ફર 2:1 દળ ના પ્રમાણ માં હતા તેના પીળી કણ દેખાતા ન હતા અને તે ચુંબક થી આકર્ષણ પામતા હતા. તેમા કોઈપણ પ્રક્રિયા થયા વગરનો સલ્ફર નથી. પણ થોડો પ્રક્રિયા થયા વગરનું લોખંડ છે.

નિષ્કર્ષ:

તમે નિષ્કર્ષ કાઢી શકો છો કે લોખંડ અને સલ્ફર એક બીજા થી સરળ દળ ગુણોતર માં પ્રક્રિયા નથી કરતા.

જયારે લોખંડ અને સલ્ફર ને 1 :1 ના દળ ગુણોત્તરમાં લેવામાં આવે ત્યારે થોડો સલ્ફર પ્રક્રિયા થયા વગરનો

રહી જાય છે. અને 1 :2 ના દળ ગુણોત્તર માં લેવામાં આવે ત્યારે થોડો લોખંડ પ્રક્રિયા થયા વગરનો રહી જાય

છે. હવે આપણે પ્રક્રિયા નું રાસાયણીક સમીકરણ લખીએ.

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

આ સમીકરણ પ્રમાણે લોખંડનો એક પરમાણુ સલ્ફરના એક પરમાણુ સાથે મળીને આર્યન સલ્ફાઈડ (Fes) નો એક અણુ બનાવે છે. એનો મતલબ જો આપણે લોખંડ અને સલ્ફરના પરમાણુ ની સમાન સંખ્યા લઈએ તો બંને પુરી રીતે પ્રક્રિયા કરત. આથી આપણે નિષ્ફર્ષ કાઢી શકીએ છીએ કે પદાર્થ અણુ અથવા પરમાણુઓ ની સંખ્યાના સરળ ગુણોત્તર માં પ્રક્રિયા કરે છે.

આથી હવે આપણે કહી શકીએ છીએ કે અણુઓ અથવા પરમાણુઓ ની સંખ્યા એના દળ સાથે વધારે સંબંધીત છે. તેઓની સંખ્યા ઓને દર્શાવવા માટે એક સંખ્યા-કીય એકમ હોવો જોઈએ. આપણે સામાન્યરીતે સંખ્યાકીય એકમ ડઝનનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. જેનો મતલબ 12 નો સમુહ થાય છે. બીજો સંખ્યાકીય એકમ છે. સ્કોર (20) અને ગ્રુસ (144 અથવા 12 ડઝન). આ એકમો નાની સંખ્યા માટે ઉપયોગ માં લેવાય છે. અણુ અને પરમાણુ એટલા નાના હોય છે કે કોઈ પદાર્થ ના નાના નમુના માં પણ તેઓની સંખ્યા ખુબજ મોટી હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે ધુળના નાનકળા કણ માં પણ લગભગ 10^{16} અણુ હોય છે. રસાયણ વિજ્ઞાન માં આટલી મોટી સંખ્યા નો એકમ મોલ થી ઓળખવા માં આવે છે. તેની સંજ્ઞા મોલ (mole) જેની વ્યાખ્યા :-

સુચના

મોલ કોઈપણ પદાર્થની એ માત્રા છે કે જેમા એ પદાર્થ ના મુળ કણો (જેવા કે પરમાણુ , અણુ વગેરે) ની એટલી સંખ્યા હોય છે કે જેટલી કાર્બન 12 સમસ્થાનીક ના 0.012 kg માં પરમાણુ ની સંખ્યા હોય છે.

મોલ શબ્દ નો લગભગ સો (100) વર્ષ પહેલા વિલહમ ઓસ્કાલ્ડ એ પ્રસ્થાપીત કર્યો હતો. આ શબ્દની ઉત્પતી લેટીન શબ્દ મોલ્સ પરથી કરવામાં આવી હતી. જેનો મતલબ થાય છે. ઢગલો. અહી ધ્યાન માં રાખવા જેવી વાત છે કે બધા પદાર્થો માટે એક મોલ માં કણોની સંખ્યા સરખી હોય છે. આથી મોલ પ્રાથમીક કણો જેવા કે પરમાણુ, અણુ, પ્રમાણ સુચક એકમ, ઈલેક્ટ્રોન વગેરેને ગણવા માટે નો એકમ છે. જેવી રીતે ડઝન કેળા અને સંતરા ને ગણવાનો એકમ હોય છે. આગળના વિણમાં આપણે આના પર વધારે અભ્યાસ કરીશું.

આગળના ભાગમાં આપણે શીખ્યુ કે પદાર્થ નો મોલ એટલે કે જે 0.012 kg કાર્બન 12. સ્થમસ્થાનીક માં (જેટલા) પ્રાથમીક અણુ ઓ ધરાવે છે. એ સંખ્યા આ વ્યાખ્યા પરથી આપણને પદાર્થ ની માત્રા (મોલામાં) જાણી શકીએ છીએ, જો આપણે પદાર્થ ના પરમાણુ ની સંખ્યા જાણતા હોઈએ અને તેનાથી ઉલટુ જો પદાર્થ ના મોલ ની સંખ્યા જાણતા હોઈએ તો પ્રાથમીક કણોની સંખ્યા જાણી શકીએ છીએ. હવે પ્રશ્ન એ છે કે 0.012 kg કાર્બન 12 માં કેટલા પરમાણુ હોય ? પ્રયોગ પર થી સાબીત કરવામાં આવ્યુ છે કે તેની સંખ્યા 6.022045×10^{23} છે. આથી એક મોલ = 6.022045×10^{23} કણ, અણુ અથવા પરમાણુ વ્યવહારીક રુપ માં આ સંખ્યા 6.022×10^{23} લેવામાં આવે છે.

આ સંખ્યા નો વિચાર સૌથી પેલા ઈટાલીના વૈજ્ઞાનીક એમીડો એવોગેડ્રો એ કર્યો હતો. પણ એ ક્યારેય પ્રમાણીત ન કરી શક્યા. તે પાછળથી પ્રમાણીત થયો અને તેના માન માં તેને એવોગેડ્રો અચળાંક તરીકે ઓળખવામાં આવ્યો.

આ સંખ્યાને પહેલા એવોગેડ્રો અંક તરીકે ઓળખતા અને એકમ સાથે આ સંખ્યાને 6.022×10^{23} mol^{-1} એવોગ્રેડ્રો અચળાંક તરીકે ઓળખવા માં આવી. તેને N_A દ્વારા દર્શાવાય છે. અહીં તમારે ધ્યાનમાં રાખવું પડશે કે કોઈપણ સંખ્યાને એકમ હોય નહી. એટલા માટે એવોગડ્રો એક 6.022×10^{23} ને કોઈ એકમ નથી પણ એવોગેડ્રો અચળાંક નો એકમ mol^{-1} છે. આમ એવોગેડ્રો અચલાંક $N_A = 6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$.

એવોગેડ્રો અચલાંક નું મહત્વ

* પહેલા 1 વાતાવરણ દબાણ પ્રમાણીત દબાણ માનવામાં આવતુ હતુ STP (273K અને 1atm) પર આદર્શ વાયુ નું મોલર કદ 22.4 L mol^{-1} લેવામાં આવતુ હતુ. પ્રમાણીત એક માં એટલે ફેર થયો છે કે (1 બાર) જે એક atm કરતા થોડુ ઓછું રહે છે.)

સુચના

તમે જાણો છો કે 0.012kg અથવા 12 ગ્રામ કાર્બન - 12 માં 1 મોલ કાર્બન પરમાણુ હોય છે. મોલ ને વ્યાખ્યાયીત કરી શકાય છે કે કોઈપણ પદાર્થ ની માત્રા કે જેનાં 6.022×10^{23} કણ જેવા કે અણુ, પરમાણુ વગેરે હોય છે. જ્યારે આપણે એક મોલ કાર્બન - 12 બોલીએ છીએ તો આપણો મતલબ 6.022×10^{23} કાર્બન - 12 ના પરમાણુ કે જેનુ દળ 12 ગ્રામ હોય છે. આ દળ ને કાર્બન - 12 નું આણવીય દળ કહે છે. એક મોલ પદાર્થ નું દળ (ગ્રામ માં) આણવીય દળ કહેવાય છે. કોઈપણ પદાર્થ ના એખ મોલ માં 6.022×10^{23} કણ અથવા પ્રાથમીક અણુ હશે. પ્રાથમીક અણુ ની પ્રકૃતિ પદાર્થની પ્રકૃતિ પર આધાર રાખે છે. જે નીટે આપેલું છે :

ક્રમ	પદાર્થનો પ્રાકાર	પ્રાથમીક અણુ
1.	Na, K, Cu જેવા તત્વ પરમાણુ ના રૂપમાં હોય છે.	પરમાણુ
2.	O, N, H, જેવા તત્વો જે અણુ ના રૂપમાં હોય છે.	અણુ
3.	આણવીય સંયોજનો જેવા કે NH_3, H_2O, CH_4	અણુ
4.	Na^+, Cu^{2+}, Ag^+, Cl^-, O^{2-} જે આયનોના રૂપમાં હોય છે.	આયન
5.	આયોનીક સંયોજનો જેવા કે NaCl, $NaNO_3$, K_2SO_4	એકમસૂત્ર

એકમ સુત્ર કોઈપણ સંયોજન માટે અલગ પરમાણુ ઓ અથવા આયન ની એ સંખ્યા એવી સંખ્યા આપે છે જે તેના રાસાયણીક પ્રક્રિયામાં નાં હોય. આ સંકલ્પના બધા જ સંયોજન માં લાગુ પડે છે. નીચેના ઉદાહરણ આ સંકલ્પના ને વાધારે સરસ સમજાવી શકશે.

સુત્ર	એકમ સુત્રમાં રહેલા પરમાણુ અથવા આયન
H_2O	H ના બે પરમાણુ અને O નો એક પરમાણુ
NH_3	N નો એક પરમાણુ અને H ના ત્રણ પરમાણુ
NaCl	એક Na^+ આયન અને એક Cl^- આયન
$NaNO_3$	એક Na^+ આયન અને એક NO_3^- આયન
K_2SO_4	બે K^+ આયન અને એક એક SO_4^{2-} આયન
$Ba_3(PO_4)_2$	ત્રણ Ba^{2+} આયન અને બે આયન

હવે આપણે ઉદાહરણ તરીકે અલગ અલગ પ્રકારના પદાર્થોની elementary entities ની સંખ્યા સાથેનો સંબેધ જોઈશું.

1 મોલ C $= 6.022 \times 10^{23}$ C પરમાણુ

1 મોલ O_2 $= 6.022 \times 10^{23}$ O_2 અણુ

1 મોલ H_2O $= 6.022 \times 10^{23}$ H_2O પરમાણુ

1 મોલ NaCl $= 6.022 \times 10^{23}$ NaCl નું એકમ સુત્ર

1 મોલ Ba^{2+} આયન $= 6.022 \times 10^{23}$ Ba^{2+} આયન

હલે આપણે આ સંબંધની મદદ થી એક મોલ સીવાયની બીજી માત્રા માટે કણોની સંખ્યા નો સંબંધ જોઈશું.

પ્રાથમીક અણુ ની સંખ્યા = મોલ ની સંખ્યા × એવોગેડ્રો અચળાંક

1 મોલ O_2 $= 1 \times (6.022 \times 10^{23}) = 6.022 \times 10^{23}$ O_2 અણુ

0.5 મોલ O_2 $= 0.5 \times (6.022 \times 10^{23}) = 3.011 \times 10^{23}$ O_2 અણુ

0.1 મોલ O_2 $= 0.1 \times (6.022 \times 10^{23}) = 6.022 \times 10^{22}$ O_2 અણુ

પાઠગત પ્રશ્નો 1.3

1. નાઈટ્રોજન ગેસ ના એક નમુના માં નાઈટ્રોજન ના 4.22×10^{23} અણુ છે. તો નાઈટ્રોજન ગેસ ના મોલ ની સંખ્યા કરો?

 ....

2. મેગ્નેસીયન ધાતુ ના એક ટુકડા માં 8.46×10^{24} પરમાણુ છે. તો મેગ્નેસીયમ ના મોલ ની સંખ્યા ગણો .

 ....

3. Cl_2 ગેસ ના 0.25 મોલ માં Cl પરમાણુ ની સંખ્યા ગણો.

 ....

 ....

1.9 મોલ, દળ અને સંખ્યા નો સંબંધ

તમે જાણો છો કે 1 મોલ $= 6.022 \times 10^{23}$ પ્રાથમીક અણુ

અને આણવીય દળ = પદાર્થ ના એક મોલ નું દળ

$$= 6.022 \times 10^{23} \text{ પ્રાથમીક અણુ નું દળ}$$

પ્રાથમીક અણુ, અણુ પરમાણુ, આયન કે એકમ સૂત્ર હોઈ શકે છે. જ્યાં સુધી મોલ ક્રમાંક સંબંધનો પ્રશ્ન છે ત્યાં સુધી કોઈપણ પદાર્થના એક મોલ માં 6.022×10^{23} કણ હોય છે. આણકીય દળ મેળવવા માટે આપણે પરમાણલીય સબંધ નો ઉપયોગ કરવો પડશે.

1.9.1 પરમાણલીય દળ એકમ

આંતરરાષ્ટ્રીય સમજૂતી આનુસાર પરમાણુ કે અણુના દળ માટે દળનો એક એકમ નક્કી કરેલો છે જેને પરમાણલીય દળ એકમ કહે છે. જેની સંજ્ઞા 'amu' છે. . એક C-12 પરમાણુનુ દળ 12 amu લેવામાં આવે છે. એટલે કે C-12 પરમાણુ પ્રમાણીત તરીકે લેવામાં આવે છે. વ્યાખ્યા પ્રમાણે પરમાણલીય દળ એકમ એ દળ છે જે C-12 ના એક પરમાણુ ના દળ ના 1/12 મા ભાગ જેટલું છે.

1 amu =

પરમાણલીય દળ એકમને પરમાણલીય દળ એકમ પણ કહેવામાં આવે છે. જેની સંજ્ઞા 'u'. છે. પરમાકલીય દળ એકમનુ બીજુ નામ ડાલ્ટન (Da) છે. જેનો ઉપયોગ જીવ વિજ્ઞાનમાં થાય છે.

1.9.2 અણુ અને પરમાણુ નું સાક્ષેપ દળ

તમે જાણો છો કે પરમાણુ દળનું માપન કાર્બન 12 પરમાણુ ના ચલાંત્ર માં માનવામાં આવ્યુ છે. તેનું દળ 12 લેવામાં આવે છે. કોઈપણ અણુ કે પરમાણુ C-12 ના પરમાણુ ના દળ કરતા 1/12 માં ત્યાગ થી કેટલા ગણુ ભારે છે, તે સંખ્યાને અણુ કે પરમાણુ નું સાપેક્ષ દળ કહે છે. મોટેભાગે આપણે અલગ અલગ સમસ્થાનીક વાળા તત્વો કે સંયોજનો ઉપયોગ માં લેતા હોઈએ છીએ, માટે આપણે આ પરમાણુ ઓ અને અણુઓના સરેરાશ દળ લઈએ છીએ.

$$\text{સાક્ષેપ પરમાણુ દળ} = \frac{\text{Average mass of 1 molecule of the substance}}{\frac{1}{12}\text{th of the mass of one C-12 atom}}$$

અને સાપેક્ષ અણુ દળ =

પ્રયોગો પરથી જાણી શકાય છે કે O-16 પરમાણુ C-12 પરમાણુ કરતા 1.333 ગણો ત્યારે છે. આવી

$$\text{O-16 ના પરમાણુ નું સાપેક્ષ દળ} = 1.333 \times 12 = 15.996 \simeq 16.0$$

બધા તત્વો નો સાપેક્ષ પરમાણુ દળ એકજ રીતે નક્કી કરેલો હોય છે. આવીજ રીતે પ્રયોગો પરથી સાપેક્ષ અણુ દળ પણ નક્કી કરી શકાય છે. જો આપણે કોઈ અણુ નું અણુસુત્ર જાણતા હોઈએ તો આપણે તેના ઘટક પરમાણુ ઓના સાપેક્ષ પરમાણવીય દળ નો સરવાળો કરીને સાક્ષેપ આણવીય દળ નક્કી કરી શકીએ છીએ. ચાલો આપણે H_2O ના સાપેક્ષ આણવીય દળ ની ગણતર

પાણીનું સાપેક્ષ આણવીય દળ H_2O = (2 × H નું સાપેક્ષ પરમાણકીય દળ) + (O નું

સાપેક્ષ પરમાણુ નું દળ)

$= (2 \times 1) + (16)$

$= 2 + 16$

$= 18$

સાક્ષેપ પરમાણકીય દળ અને આણીય દળ માત્ર સંખ્યાઓ છે. તે એકમ રહીત અને અક્ષાંક્ષ રહીત સંખ્યા છે.

1.9.3 પરમાણ્વીક, આણ્વિક અને દળ સુત્ર

પરમાણ્વિય દળ એકમની વ્યાખ્યાના આધાર પરથી આપણે પરમાણુ ના દળ ની કલ્પના કરી શકીએ છીએ. ચાલો આપણે O-16 કે જેનું સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ 16 છે. તેના ઉદાહરણ દ્વારા સંજીયે. વ્યાખ્યા પ્રમાણે :

O-16 નું સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ = 16 = $\frac{\text{mass of one O-16 atom}}{\frac{1}{12}\text{th the mass of one C-12 atom}}$

કારણ કે 1 amu = C-12 પરમાણુ ના દળનો $\frac{1}{12}$th નો ભાગ

∴ 16 = $\frac{\text{mass of one O-16 atom}}{1\ \text{amu}}$

O.16 ના એક પરમાણુ નું દળ = 16 amu

અથવા O-16 નું પરમાણ્વિય દળ = 16 amu.

આ ઉદાહરણ પરથી આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે આપેલ પરમાણ્વિય દળ અને પરમાણ્વિય દળની સંખ્યા સમાન હોય છે. માત્ર પહેલી સંખ્યા ને કોઈ એકમ નથી જ્યારે બીજી સંખ્યાનો એકમ *amu* છે.

અણુઓ ના દળ સુત્ર અને એકમ સુત્રના આપનોને પરમાણુ કે આયનીક દળ નો સરવાળો કરવાથી આણ્વિક દળ અને દળ સુત્ર મેળવે શકાય છે. ચાલો નીચેના ઉદાહરણો ની મદદ થી આને સમજીયે.

ઉદાહરણ 1.1 : એમોનીયા NH_3 ના આણ્વિય દળની ગણતરી કરો.

ઉકેલ : NH_3 ના એક અણુ માં N નો એક પરમાણુ અને H ના ત્રણ પરમાણુ હોય છે.

NH_3 નું આણ્વિય દળ = (N ત્ર) + 3 (Atomic mass of H)

$= [14 + (3 \times 1)]$ amu

$= 17$ amu

ઉદાહરણ 1.2: સોડીયમ ક્લોરાઈડ (NaCl) ના દળ સુત્ર ની ગણતરી કરી.

ઉકેલ : સોડીયમ ક્લોરાઈડ ના એકમસુત્રમાં એક Na^+ આયન અને એક Cl^- આયન હોય છે.

NaCl નું દળ સુત્ર = (Na^+ નું આયનીક દળ) + (Cl^- નું આયનીક દળ)

= 23 amu + 35.5 amu

= 58.5 amu.

તમે જોયુ હશે કે ઉપરના ઉદાહરણ માં Na^+ નું આયનીક દળ 23 amu લેવામાં આવ્યુ છે. જે Na પરમાણુ ના પરમાણ્વિય દળ જેટલું જ છે. થોડાક ઈલેક્ટ્રોન મેળવવાથી કે ગુમાવવાથી તેના દળ પર વધારે અસર પડતી નથી. એટલા માટે પરમાણ્વિય દળ જ આયનીક દળ તરીકે પુરતુ છે. એજ રીતે Cl^- આયનનું દળ 35.5 amu લેવામાં આવ્યું છે. જે Cl ના પરમાણ્વિય દળ જેટલું જ છે.

1.9.4 મોલર દળ

આપણે જાણીએ છીએ કે એક મોલ પદાર્થનું દળ મોલર દળ કહેવામાં આવે છે અને કોઈપણ પદાર્થ નો એક મોલ એ 6.022×10^{23} પ્રાથમીક અણુઓનો જથ્થો છે.

આથી, મોલર દળ = 6.022×10^{23} પ્રાથમીક અણુઓનું દળ

(i) તત્વનું મોલર દળ

તમે જાણો છો કે c–12 નું સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ 12 છે. તેના એક 12g ના નમુના માં 6.022×10^{23} પરમાણુ હશે. આથી C-12 નું મોલર 12 g mol^{-1} થશે. બીજા તત્વો ના મોલર દળ જાણવા માટે આપણે તેના સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ નો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

o-16 નું સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ 16 છે, એક 16 g ના નમુના માં ઓક્સીજન ના 6.022×10^{23} પરમાણુ હશે. અને તેઓ ભેગા મળી એખ મોલ બનાવશે. આથી O–16 નું મોલર દળ 16 g mol^{-1} થશે. બીજા તત્વો ના સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ કોષ્ટર (કોઠો) 1.3માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 1.3 : થોડાક તત્વોના સાપેક્ષ પરમાણ્વીય દળ

તત્વ	સાપેક્ષ પરમાણ્વીય દળ	તત્વ	સાપેક્ષ પરમાણ્વીય દળ
હાઈડ્રોજન, H	1.0	સેલ્ફરસ, P	31.0
કાર્બન, C	12.0	સલ્ફર, S	32.1
નાઈટ્રોજન, N	14.0	ક્લોરીન, Cl	35.5
ઓક્સિજન, O	16.0	પોટેશીયન, K	39.1
સોડિયમ, Na	23.0	આયન, Fe	55.9

(ii) આણ્વીક પદાર્થનું મોલર દળ

આક્વીક પદાર્થોમાં પ્રાથમીક અણુ તરીકે અણુઓ હોય છે. આથી આવા પદાર્થોનું મોલર દળ તેના 6.022×10^{23} અણુઓનુ દળ હશે. જે તેના સાપેક્ષ અણુભાર (આણ્વીય દળ) પરથી મેળવવામાં આવે છે. અથવા પદાર્થના ૧ મોલમાં રહેલા તત્વોના મોલર દળનો અને દરેક તત્વના મોલની સંખ્યાનો ગુણાકાર કરીને અને પછી બધાજનો સરવાળાથી મેળવવામાં આવે છે.

ચાલો આપણે પાણી H_2O ના ઉદાહરણ થી સમજીએ. તેનો સાપેક્ષ આણ્વીયદળ (અણુભાર) 8. આથી 18 g માં 6.022×10^{23} પાણીના અણુ હશે માટે તેનુ મોલર દળ 18 g mol^{-1} થશે.

અથવા તેના આ રીતે પણ ગણી શકાય છે.

H_2O મોલર દળ = (2 × H નુ મોલર દળ) + (O નુ મોલર દળ)

$$= (2 \times 1 \text{ g mol}^{-1}) + (16 \text{ g mol}^{-1})$$
$$= 18 \text{ g mol}^{-1}$$

કોષ્ટક 1.5 માં અમુક પદાર્થોના આણ્વીય દળ અને મોલર દળ આપેલા છે.

કોષ્ટક 1.5 : અમુક પદાર્થોના આણ્વીય દળ અને મોલર

તત્વ અથવા સંયોજન	આણ્વીયદળ	મોલર દળ / (g mol^{-1})
O_2	32.0	32.0
P_4	124.0	124.0
S_8	256.8	256.8
H_2O	18.0	18.0
NH_3	17.0	17.0
HCl	36.5	36.5
CH_2Cl_2	85.0	85.0

(iii) આયોનીક સંયોજનનું મોલર દળ

આયોનીક સંયોજનનું મોલર દળ તેમના 6.022×10^{23} એકમ સૂત્ર નું દળ થાય છે. તે પદાર્થ ના એકમ સૂત્ર માં રહેલા આયનોના મોલર દળનો સરવાળો કરીને પણ મેળવી શકાય છે. NaCl માટે ની ગણતરી આ પ્રમાણે થશે.

$$\text{NaCl નું મોલર દળ} = \text{Na}^{+} \text{ નુ મોલર દળ} + \text{Cl}^{-} \text{ નું મોલર દળ}$$

$$= (23 \text{ g mol}^{-1}) + (35.5 \text{ g mol}^{-1})$$

$$= 58.5 \text{ g mol}^{-1}$$

આયોનીક સંયોજનોના થોડા બીજા ઉદાહરણ લઈને તેના મોલર દળની ગણતરી કરીએ.

ઉદાહરણ 1.3 : (i) K_2SO_4 (ii) $Ba_3(PO_4)_2$

ના મોલર દળની ગણતરી કરીએ

ઉકેલ :

(i) K_2SO_4 નુ મોલર દળ $= (2 \times K^{+}$ નું મોલર દળ $) + ($ SO_4^{2-} નું મોલર દળ $)$

$= (2 \times K^{+}$ નું મોલર દળ $) +$
$($S નું મોલર દળ $+ 4 \times$ O નું મોલર દળ$)$

$= [(2 \times 39.1) + (32.1 + 4 \times 16)] \text{ g mol}^{-1}]$

$= (78.2 + 32.1 + 64) \text{ g mol}^{-1} = 174.3 \text{ g mol}^{-}$
1

(ii) $Ba_3(PO_4)_2$ નું મોલર દળ $= (3 \times Ba^{2+}$ નું મોલર દળ $) + 2 ($ નું મોલર દળ$)$

$= (3 \times Ba^{2+}$ નું મોલર દળ$) +$
2 (P નું મોલર દળ $+ 4 \times$ O નું મોલર દળ$)$

$= [(3 \times 137.3) + 2\ (31.0 + 4 \times 16.0)] \text{ g mol}^{-}$
1

$= (411.9 + 190.0) \text{ g mol}^{-1} = 601.9 \text{ g mol}^{-1}$

હવે તમે બધા જ પ્રકારના પદાર્થો માટે મોલ, દળ અને સંખ્યાના સંબંધ વિશે ભણી ચૂક્યા છે. નીચેના ઉદાહરણો પરથી આ સંબંધની ઉપયોગીતા નક્કી થશે.

ઉદાહરણ 1.4 : કાર્બન - 12 ના કયા દળ માં તેના 1.0×10^{19} પરમાણુ હશે.

ઉકેલ : કાર્બન - 12 ના 6.022×10^{23} પરમાણુ નું દળ $= 12$ g
કાર્બન - 12 ના 1.0×10^{19} પરમાણુ નું દળ =

$= 1.99 \times 10^{-4}$ g

ઉદાહરણ 1.5 : NH_3 ના 100 g મા તેના અણુની સંખ્યા ?

ઉકેલ : NH_3 મોલર દળ $= (14 + 3)$ g $mol^{-1} = 17$ g mol^{-1}

$\therefore$ 17 g NH_3 મા 6.022×10^{23} અણુ હોય છે.
માટે 100 g ના નમુનામાં NH_3 $\frac{6.022 \times 10^{23} \text{molecule}}{17 \text{g}} \times$ 100g

$= 35.42 \times 10^{23}$ molecules

$= 3.542 \times 10^{24}$ molecules

ઉદાહરણ 1.6 : O નુ મોલર દળ 16 g mol^{-1} છે. ઓક્સિજન ના એક અણુ અને એક પરમાણુનુ દળ ગણો.

ઉકેલ : ઓક્સિજનના 1 mol કે 6.022×10^{23} પરમાણુ નુ દળ O $= 16$ g mol^{-1}

$\frac{12 \times 1 \times 10^{19}}{6.022 \times 10^{23}}$ g $\therefore$ O ના ૧ પરમાણુનુ દળ $= \frac{16 \text{g}}{6.022 \times 10^{23}}$

$= 2.66 \times 10^{-23}$ g

ઓક્સિજનના એક અણુ માં બ પરમાણુ હોય છે.(O_2),

તેનું દળ $= 2 \times 2.66 \times 10^{-23}$ g $= 5.32 \times 10^{-23}$ g.

Q પાઠગત પ્રશ્નો 1.4

1. હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ HCl નુ મોલર દળ ગણો.
2. આર્ગન પરમાણુઓ ના મોલર દળ ની ગણતરી કરો તેના એક પરમાણુ નુ દળ 6.634×10^{-26} kg આપેલ છે.
3. પોટેશિયમ નાઈટ્રેટ KNO_3 ના 1.0 મોલ નું દળ ગણો.

   (પરમાણ્વીય દળ : K = 39 amu; N = 14 amu, O = 16 amu).
4. સોડિયમ ફોસ્ફટનુ સુત્ર Na_3PO_4 છે. તેના 0.146 મોલ નું દળ બતાવો

(પરમાણ્વીય દળ : Na = 23.0 amu, P = 31.0 amu; O = 16.0 amu).

....

1.10 દળ, મોલર દળ અને મોલની સંખ્યા

કોઈપણ પદાર્થ માટે દળ, મોલર દળ અને માલ ની સંખ્યા એકબીજા સાથે સંબંધીત એકમો છે. આપણે જાણીએ છીએ કે :

મોલર દળ (M) = પદાર્થ ના એક મોલ નું દળ

પાણી નું મોલર દળ 18 g mol^{-1}. જો આપણી પાસે 18 g પાણી હોય તો કહી શકીએ કે ૧ મોલ પાણી છે. જો પાણી 36 g હોય તો (18 × 2), આપણી પાસે ૨ મોલ પાણી છે. આથી (n × 18) g, પાણી માં આપણે પાણીના n મોલ કહી શકાય. તેથી આપણ ને આ સંબંધ પ્રાપ્ત થવો જોઈએ.

$$\text{કોઈપણ પદાર્થ ના મોલ ની સંખ્યા} = \frac{\text{mass of the substance}}{\text{molar mass of the substance}}$$

$$n =$$

or $$m = n \times M$$

આ સંબંધ પદાર્થ ના મોલ સંબંધીત ગણતરી માં ઉપયોગી સિધ્ધુ થાય છે.

ઉદાહરણ 1.7 : એક પ્રક્રિયા માં 0.5 મોલ એલ્યુમીનિયમ ની જરૂર પડે છે.ગ્રામ માં એલ્યુમીનિયમ ની જરૂરી સંખ્યા ની ગણતરી કરો? (પરમાણ્વિય દળ Al = 27 amu)

ઉકેલ : Al નું મોલર દળ = 27 g mol^{-1}

જરૂરી દળ = મોલ ની સંખ્યા × મોલર દળ

$$= (0.5\ mol) \times (27\ g\ mol^{-1})$$

$$= 13.5\ g$$

1.7 મોલર કદ, V_m

કોઈ પણ પદાર્થના 1 મોલ ના કદને મોલર કદ કહેવામાં આવે છે. તે તાપમાન અને દબાણ પર આધાર રાખે છે. તે દાખલા સાથે આ પ્રમાણે સંબંધીત છે.

Molar volume =

ગેસ નુ કદ. પ્રમાણીત તાપમાન અને દબાણે લેવામાં આવે છે. તેના માટે **0 ^{0}C** અથવા **273 K** તાપમાન અને **1** બાર દબાણ પ્રમાણીત રૂપ માં લેવામાં આવે છે. STP પર આદર્શ વાયુ ઓનું મોલર

કદ 22.7 લિટર* હોય છે. તમે આગળ ભણશો કે ગેસ આદર્શ વર્તણુક નથી આપતા, માટે મોલર કદ ચોક્કસ 22.7 લિટર નથી હોતુ. છતા પણ 22.7 લિટર ની ખુબ નજીક હોય છે. અને વ્યવહાર માં બધા ગેસ માટે STP પર મોલર કદ 22.7 L mol^{-1} લેવામાં આવે છે.

સુચના

પાઠગત પ્રશ્નો 1.5

1. 3.05 g તાંબા માં Cu પરમાણુ કેટલા મોલ હોય છે. (તાંબા નું પરમાણ્વિય દળ Cu = 63.5).

....

2. સોના ના એક ટુકડા નું દળ 12.6 g છે તો તેના સોનાના કેટલા મોલ હાજર હશે?

   (Au નું સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ = 197)

....

3. એક કાર્બનીક સૅયોજન નુ દરન કરવીથી 2.5 મોલ CO_2 બને છે. STP પર તેનું મોબર કદ શું હશ? (273K, 1bar)

....

તમે શું શીખ્યા

- રસાવિજ્ઞાન એ ઘણા વિસ્તાર જેવા કે તંદુરસ્તી કે તબીબી વિજ્ઞાન શકિત અને વિજ્ઞાન, પદાર્થ અને પધ્ધતિ, ખોરાક અને ખેતીમાં મહત્વનો ભોગ ભજવે છે.
- પદાર્થ એ કણનો સ્વભાવ ધરાવે છે
- મોલ પદાર્થ ની એ માત્રા છે કે જેમાં એ પદાર્થ ના એટલા પ્રાથમિક અણુ ઓ હોય. જેટલા C-12 ના 0.012 kg અથવા 12 g માં પરમાણુ હોય છે. તેવીજ રીતે મોલ એક સંખ્યા દર્શાવે છે.
- પદાર્થ ના એક મોલ માં એના પ્રાથમીક અણુઓની સંખ્યા 6.022×10^{23} હોય છે.
- કોઈપણ પદાર્થ ના એક મોલ દળ ને તેનું મોલર દળ કહે છે. આ સંખ્ય માં સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ અથવા સાપેક્ષ આણ્વિય દળના કેટલું હોય છે. તેને ગ્રામ / મોલ અથવા kg / mol માં દર્શાવામાં આવે છે.

સુચના

- કોઈપણ પદાર્થ ના એક મોલ ના કદ ને તેનુ મોલર કદ કહે છે. પ્રમાણીત દબાણ અને તાપમાન પર, STP (273 K and 1 bar) કોઈપણ આદર્શ વાયુ ના ૧ મોલ નું કદ = 22.7 લિયર થાય છે.
- આયોનીક પદાર્થોનું મોલર દળ સંખ્યાકિય રૂપ માં સંયોજન ના દળ સુત્ર જેટલુ થાય છે. જેને ગ્રામ માં દર્શાવવામાં આવે છે.
- જો કોઈ પદાર્થ નું મોલર દળ જાણતા હોઈએ તો નિશ્રીત દળ વાળા નમુનામાં હાજર રહેલ પદાર્થના મોલ ની ગણતરી કરી શકાય છે. જો મોલર દળ M હોય તો m દળ વાળા નમુના માં હાજર રહેલા પદાર્થના મોલની સંખ્યા n ને આ રીતે દર્શાવી શકાય છે. $n =$.

પાઠગત પ્રશ્નો

1. લોખંડ ના એક ટુકડાનું દળ 65.0 g છે. તેમા હાજર રહેલા પરમાણુ ની સંખ્યા દર્શાવો. (પરમાણ્વિય Fe = 55.9 amu).
2. ફોસ્ફરસના એક ટુકડાનું દળ 99.2 g છે. તેના હાજર રહેલ ફોસ્ફરસ, P_4 ના મોલ ની સંખ્યા દર્શાવો. (પરમાણ્વિય દળ , P = 31.0 amu)
3. ક્લોરીનના 8.46×10^{24} પરમાણુ નું દળ 266.95 g છે. ક્લોરીનના પરમાણ્વિય દળ ની ગણતરી કરો.
4. મેગ્નેશીયમ ના એક નમુના માં 1.92×10^{22} પરમાણુ ઓ છે. આ નમુના નું દળ ગ્રામ માં દર્શાવો ? (પરમાણ્વિય દળ = 24.3 amu)
5. નીચે આપેલા રાસાયણીક પદાર્થો નું મોલર દળ ગણો ($g\ mol^{-1}$).
   (i) સોડીયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ , NaOH
   (ii) કોપર સલ્ફેટ, $CuSO_4 .5H_2O$.
   (iii) સોડીયમ કાર્બોનેટ , $Na_2CO_3 .10H_2O$
6. ફોસ્ફરસ ટ્રાઈટ ક્લોરાઈટ ના 150 gram ના નમુના માટે નીચેની ગણતરી ઓ કરો. (   )
   (i) એક   અણુ નું દળ .
   (ii) નમુના માં   અને Cl ના મોલ ની સંખ્યા
   (iii) નમુના માં Cl પરમાણુ ના ગ્રામ ની સંખ્યા
   (iv) નમુના માં   અણુ ઓની સંખ્યા .
7. c-12,નું દળ ગણો કે જેમા 1×10^{19} પરમાણુ હોય.
8. C-12 ના પરમાણુઓનું 100 g ના નમુના માં તેના પરમાણુઓની સંખ્યા બતાવો ?

9. $CaCO_3$ ના કેટલા મોલ નું દળ 5 g હશે?

10. જો $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ પ્રક્રિયા માટં 1.0×10^{23} નાઈટ્રોજન અણુઓની જરૂર હોય તો

 (i) જરૂરી N_2 નું ગ્રામ માં દળ શોધો.

 (ii) N_2 ના 1.0×10^{23} પરમાણુ ઓથી ઉપરની પ્રક્રિયા માં NH_3 ના કેટલા મોલ બનશે?

 (iii) 2 માં બનતા NH_3 નું STP પર કદ શું હશે?

પાઠગત પ્રશ્નોના જવાબો

1.1

1. શરીર, દવાઓ, ઉર્જા, ખોરાક વગેરે
2. લ્યુસિપરા અને તેના વિદ્યાર્થી ડેમોક્રીટસ

1.2

1. કિલોગ્રામ

$\frac{4.22 \times 10^{23} \text{ molecules}}{6.022 \times 10^{23} \text{ molecules mol}^{-1}}$

2. μg

3. (i) h (ii) n

4. (i) મેગા સેકન્ડ, 10^6 s

 (ii) મિલિ સેકન્ડ, 10^{-3} s.

1.3

1. N_2 gas ના મોલ = = 0.70 મોલ

2. મેગ્નેશીયમ ની માત્રા (મોલમાં) = $\frac{8.46 \times 10^{24} \text{ atoms}}{6.022 \times 10^{23} \text{ atoms mol}^{-1}}$ = 14.05 મોલ

3. Cl_2 ના 0.25 મોલ માં Cl_2 અણુ ની સંખ્યા
 $= 0.25 \times 6.022 \times 10^{23}$ અણું

 $= 1.5055 \times 10^{23}$ અણું

કારણ કે દરેક Cl_2 અણુ માં 2 Cl પરમાણુ હોય છે.

Cl પરમાણુ ની સંખ્યા $= 2 \times 1.5055 \times 10^{23} = 3.011 \times 10^{23}$ પરમાણુ.

1.4

1. હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ નું મોલર દળ = HCl નું મોલર દળ
 = H નો 1 મોલ + Cl નો 1 મોલ
 $= 1.0 \text{ g mol}^{-1} + 35.5 \text{ g mol}^{-1}$
 $= 36.5 \text{ g mol}^{-1}$

2. આર્ગન પરમાણુઓનું ફોલર દળ = 1 મોલ આર્ગન નું દળ
 = આર્ગન ના 6.022×10^{23} પરમાણુ નું દળ
 $= 6.634 \times 10^{-26} \text{ kg} \times 6.022 \times 10^{23}$
 mol^{-1}
 $= 39.95 \times 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$
 $= 39.95 \text{ g mol}^{-1}$

3. KNO_3 નું મોલર દળ = 1 મોલ K નું દળ + 1 મોલ N નું દળ + 3 મોલ O નું દળ
 કારણ કે કોઈપણ તત્વનું મોલર દળ ની સંખ્યા તેના પરમાણ્વીય દળ બરાબર હોય છે. પણ તેનો એકમ amu ને બદલે g mol^{-1} થાય છે. $= 39.1 \text{ g} + 14.0 \text{ g} + 3 \times 16.0 \text{ g}$
 $\therefore$ KNO_3 નું મોલર દળ $= 39.1 \text{ g} + 14.0 \text{ g} + 48.0 \text{ g}$
 $= 101.1 \text{ g mol}^{-1}$

4. Na_3PO_4 ના એક મોલ નું દળ = 3 × (Na ના એક મોલનું દળ) + P ના એક મોલનું દળ
 + 4 × (ઓક્સીજન ના એક મોલ નું દળ)
 $= 3 (23.0 \text{ g}) + 31.0 \text{ g} + 4(16.0) \text{ g}$
 $= 69.0 \text{ g} + 31.0 \text{ g} + 64.0 \text{ g} = 164.0 \text{ g}$
 $\therefore$ Na_3PO_4 ના 0.146 મોલ નું દળ $= 0.146 \times 164.0 \text{ g} = 23.94 \text{ g}$

સુચના

2

પરમાણ્વિય બંધારણ

રસાયણ વિજ્ઞાન એ પદાર્થના અભ્યાસનું વિજ્ઞાન છે જે ખાસ કરીને પદાર્થના બંધારણ, માળખું અને ગુણધર્મોનું વિજ્ઞાન છે. આપણે જાણીએ છીએ કે પદાર્થ પરમાણુઓનો બનેલો છે માટે પરમાણુના બંધારણનો અભ્યાસ ખૂબ જ અગત્યનો છે. આપણે ગત્ વર્ષોમાં કરેલા અભ્યાસ પ્રમાણે જાણીએ છીએ કે પરમાણુ (સુક્ષ્મ અને અવિભાજ્ય ઘટક) ના અસ્તિત્વ અંગેનો પ્રસ્તાવ પ્રાચીન ભારતીય અને ગ્રીક તત્વજ્ઞાનીઓએ આપેલો છે. (ઈ.સ.પૂર્વે 400-600) એ સમયમાં પ્રાયોગિક પુરાવાઓ શક્ય ન હતાં. પરમાણુ અંગેનો પ્રસ્તાવ મૂળભૂત રીતે "જો આપણે સતત રીતે પદાર્થને વિભાજ્ય કરીએ તો શું મળે ?" તેના પર આધારીત હતો.

જ્હોન ડાલ્ડને ઓગણીસમી સદીના પ્રારંભમાં પરમાણુ અંગના પ્રસ્તાવની પુનઃરચના કરી જે "ડાલ્ટનના પરમાણ્વિય સિધ્ધાંત તરીકે ઓળખાય છે. આજના સમયમાં પ્રયોગો પરથી એ ફલિત થયું છે કે પરમાણુ વિભાજ્ય છે અને પોતાનું આંતર માળખું ધરાવે છે.

આ પ્રકરણમાં તમે પરમાણુના આંતર માળખા વિશે માહિતી મેળવશો જે પરમાણુના બંધારણ અને ગુણધર્મના સંબંધો વિશે જાણકારી આપશે.

હેતુઓ :-

- **આ પાઠ વાંચ્યા પછી તમે નીચે મુજબની જાણકારી મેળવશો.**
- પરમાણુના મૂળભૂત કણો ઓળખી શકશો.
- રૂથરફોર્ડનો પ્રયોગ વર્ણવી શકશો અને પરિણામો સમજાવી શકશો.
- વિદ્યુતચુંબકીય કીરણોને વ્યાખ્યાયીત કરી શકશો.
- વિદ્યુચ ચુંબકીય કીરણોની લાક્ષણિકતાઓની યાદી અને તેની વ્યાખ્યા
- હાઈડ્રોજનના રેખીય વર્ણપટ વિશે ચર્ચા કરી શકશો.

- બોહરની અભીધારણાઓ અને તેના નમૂના વિશે ચર્ચા કરી શકશો.
- હાઈડ્રોજન વર્ણપટના ઉર્જા સ્તરનો આલેખ દોરી શકશો અને તેની વિવિધ શ્રેણીઓ અને રેખાઓ વિશે માહિતી મેળવી શકશો.
- પ્રકાશનો દ્રાવ્ય અને કિરણ તરંગ તરીકેનો દ્વૈત સ્વભાવ જાણી શકશો.
- હાઈડ્રોજન બર્ગના અનિશ્ચિતતાના સિધ્ધાતનું નિરૂપણ.
- ક્વૉન્ટમ યાંત્રીક નમૂનાની જરૂરિયાત વર્ણવી શકશો.
- પરમાણુમાં ઈલે.ની સંભાવનાનું ચિત્ર દોરી શકશો.
- વિવિધ ક્વૉન્ટમ આંકોની યાદી અને તેમની અગત્યતતા
- S, P અને d કક્ષકોના આકાર
- નોડલ તલની ઓળખ
- પૌલીનો નિષેધનો સિધ્ધાંત
- આઉટબાઉનો સિધ્ધાંત
- હુંન્ડનો મહત્તમ ગુણાંકનો નિયમ વર્ણવી શકશો.

2.1 પરમાણુના મૂળભૂત કણો :-

ઈ.સ. 1987 માં જે.જે. થોમસને શોધ્યું કે ઈલેક્ટ્રોન એ પરમાણુનો એક ઘટક કણ છે. તેણે શોધ્યું કે ઈલેક્ટ્રોન ઋણભારીત અને અતિ સુક્ષ્મ દળ (પરમાણુના દળની સરખામણીએ) ધરાવતો કણ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે પરમાણુ વીજભારની દ્રષ્ટિએ તટસ્થ છે માટે પરમાણુમાં ધનભારીત દ્રવ્ય હોવું જોઈએ. આ તર્ક, પ્રોટોનની શોધ થવાથી સાચો પડ્યો કે જે ધનભારીત અપરમાણ્વિય (Subatonic) કણ છે. પ્રોટોનનું દળ ઈલેક્ટ્રોન કરતાં 1840 ગણું વધારે છે. પ્રયોગો પરથી એવું સાબિત થયું કે પરમાણુનું દળ એ પરમાણુમાં રહેલા પ્રોટોન અને ઈલેક્ટ્રોન દળ કરતાં વધારે છે. દા. ત. હીલીયમ પરમાણુનું દળ હાઈડ્રોજન કરતાં બમણું હોવું જોઈએ. પરંતુ તે હકીકતમાં એ ચાર ગણુ જોવા મળ્યું. જે પરમાણુના બંધારણમાં પ્રોટોન સિવાયનો કોઈ અન્ય તટસ્થ કણની હાજરી સૂચવે છે. ઈ.સ. 1932 માં સર જેમ્સ ચેડવીકે આ નવા તટસ્થ કણની શોધ કરી, જે ન્યુટ્રોન તરીકે ઓળખાય છે. આમ પ્રયોગો પરથી ફલિત થયું કે પરમાણુ વિભાજ્ય છે અને તે ત્રણ મૂળભૂત કણોનો બનેલો છે. તેની માહિતી નીચે મુજબના કોષ્ટક 3.1 માં દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 3.1 : મૂળભૂત કણો અને તેના ગુણધર્મો :-

કણ	સંજ્ઞા	કળ/કિ.ગ્રા	નિરપેક્ષ ભાર/C	સાપેક્ષ ભાર
ઈલેક્ટ્રોન	e	$9.109\,389 \times 10^{-31}$	$-1.602\,177 \times 10^{-19}$	–1
પ્રોટોન	p	$1.672\,623 \times 10^{-27}$	$1.602\,177 \times 10^{-19}$	+1
ન્યુટ્રોન	n	$1.674\,928 \times 10^{-27}$	0	0

આમ આપણે જાણ્યું કે પરમાણુઓ સૂક્ષ્મ કણોના બનેલા છે અને તેમનું પોતાનું આંતરિક બંધારણ છે. આપણે હવે પછીના પાઠમાં પરમાણુના આંતરિક બંધારણ વિશેના ખ્યાલનો વિસ્તૃત અભ્યાસ કરીશું.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.1 :-

1. ઈલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોનના દળની સરખામણી કરો.

   ....

2. મૂળભૂત કણ એટલે શું ?

   ....

3. પરમાણુમાં રહેલા તટસ્થ કણનું નામ શું છે ?

   ....

2.2 પરમાણુના બંધારણ વિશેના વિવિધ નમૂનાઓ :-

જ્યારે એ સાબિત થયું કે પરમાણુ અવિભાજ્ય નથી પરંતુ વિભાજ્ય છે ત્યારે વૈજ્ઞાનિકઓએ તેનું બંધારણ સમજવા પ્રયોગો કર્યા પરમાણુનું આંતરિક બંધારણ સમજવા અનેક નમૂનાઓ પ્રસ્તુત થયા. જે.જે. થોમસને સૌ પ્રથમ પરમાણુનું બંધારણ એક નમૂનાના રૂપમાં સમજાવવાનો પ્રયત્ન કર્યો.

2.2.1 થોમસનનો નમૂનો :-

વીજભાર નળોમાં કરેલા પ્રયોગોને આધારે થોમસને સૂચવ્યું કે પરમાણુએ પ્રમાણમાં મોટો ધનભારીત (ગોલક) છે અને તેમાં અનેક નાના ઋણભારીત ઈલેક્ટ્રોન ફેલાયેલ છે. પરમાણુનો નમૂનો "પ્લમ પુડિંગ નમૂના" (આકૃત 3.1) તરીકે પણ ઓળખાય છે.

આકૃતિ 3.1 :- થોમસનના પ્લમ પુડીંગ નમૂનાનું ચિત્ર

આ નમૂનામાં ઈલેક્ટ્રોનને પ્લમ તરીકે અને ધનભારીત ભાગને પુડીંગ તરીકે દર્શાવવામાં આવેલ છે. આ નમૂનાને 'તરબૂચ નમૂના તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. જેમાં ધનભારને રસદાર માવા તરીકે (Pulp) અને ઈલેક્ટ્રોનને બીજ (black Seeds) તરીકે કલ્પવામાં આવેલ છે.

જે.જે.થોમસન (1856-1940) ઈ.સ. 1906 માં ભૌતિક વિજ્ઞાનનું નોબલ પારિતોષીક જીત્યા

અન્સ્ર્ટ રૂથરફોર્ડ (1871-1937) ઈ. સ. 1908 માં રસાયણ વિજ્ઞાનનું નોબલ પારિતોષિક જીત્યા.

2.2.2 રૂથરફોર્ડનો પ્રયોગ :-

થોમસને સૂચવેલ પરમાણુના બંધઆરણની ખરાઈ કરવા અર્નસ્ટ રૂથરફોર્ડે પ્રયોગ કરેલા "સોનાના વરખ પ્રયોગ" અથવા "કિરણ વિખેરણ પ્રયોગ" તરીકે ઓળખાય છે. આ પ્રયોગમાં ઝડપથી ગતિ કરતાં કણોના પુંજ (બીમ) ને (ધનભારીત હીલીયમ આયન) ખૂબ જ પાતળા સોનાના વરખમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે.

થોમસને એવું માનતો હતો કે કણો સીધી રેખામાં ગતિ કરશે અને સોનાના વરખમાંથી પસાર થશે અને ફોટોગ્રાફીક પ્લેટ પર અંકિત થશે. પરંતુ વાસ્તવમાં પ્રયોગનું (આકૃતિ 3.2) પરિણામ ખૂબ જ આશ્ચર્યજનક હતું. પ્રયોગ પરથી એવું જાણવા મળ્યું કે મોટા ભાગના કણો સીધી રેખામાં ગતિ કરી વરખમાંથી પસાર થયા પરંતુ ઘણા કણો તેમના પથ પરથી વિચલિત થયા. અમુક થોડા વિચલિત થયા જ્યારે થોડા કણોનું વિપુલ પ્રમાણમાં વિચલન થાય છે અને આશરે 10000 માંથી એક કણ અથડાઈને પાછો ફરે છે.

આકૃતિ 3.2 :- રૂથરફોર્ડના કણના વિખેરણ (પ્રકિર્ણન) પ્રયોગનું ચિત્ર નિરૂપણ)

આકૃતિ 3.3 :- રૂથરફોર્ડના નમૂનાનું ચિત્ર નિરૂપણ

આ પરિણામો પરથી રૂથરફોર્ડ નીચે મુજબના નિષ્કર્ષો રજૂ કર્યા,

- પરમાણુ ગીચ (dense) અને ધન ભારીત વિસ્તાર ધરાવતું હોવું જોઈએ. જેને રૂથરફોર્ડ નાભી (કેન્દ્ર) એવું નામ આપ્યું.

- પરમાણુનો બધો જ ધનભાર અને મહ્દ અંશે દળ આ નાભી (કેન્દ્ર) માં આવેલું હોવું જોઈએ.

- પરમાણુને કેન્દ્ર સિવાયનો ભાગ ખાલી હોવા જોઈએ અને તેમાં સૂક્ષ્મ, ઋણભારિત ઈલેક્ટ્રોન હોવા જોઈએ.

- રૂથરફોર્ડનો નમૂનો કે જે કણના વિખેરણ (પ્રકિર્ણન) પ્રયોગના અવલોકન દર્શાવે છે તે નીચેની આકૃતિ 3.4 માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 3.5 રૂથરફોર્ડના નમૂનાની અસ્વીકૃતિ

રૂથરફોર્ડના ઉપરોક્ત નમૂનામાં ખામીઓ હતી. મેક્સવેલના વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણોના સિધ્ધાંત અનુસાર વીજભારીત કણો જ્યારે પ્રયોગીત થાય છે ત્યારે કિરણોનું ઉત્સર્જન કરે છે અને ઊર્જા મુક્ત કરે છે ઈલેક્ટ્રોન પણ જ્યારે પરમાણુમાં રહેલ વીજભારીત કણ છે અને સતત ગતિ કરે છે ત્યારે તે પણ ઊર્જા મુક્ત કરવો જોઈએ. આ સિધ્ધાંત પ્રમાણે જ્યારે ઈલેક્ટ્રોન કેન્દ્રને ફરતે ગતિ કરે છે. ત્યારે તે કેન્દ્ર તરફ વર્તુળાકાર માર્ગે (આકૃતિ 3.5) ગતિ કરતો જશે અને કેન્દ્ર સાથે અથડાશે જેથી સંપૂર્ણ પરમાણુ નાશ પામશે. પરંતુ હકીકતમાં આવુ થતું નથી માટે આપણે કહી શકીએ કે રૂથરફોર્ડનો નમૂનો પરમાણુનું અસ્તિત્વ અથવા સ્થિરતા સમજાવવામાં ઊણો ઊતરે છે.

ત્યારબાદ રૂથરફોર્ડના વિદ્યાર્થી નીલ્સ બ્રોહરે પરમાણ્વિય નમૂનો રજૂ કર્યો છે. બ્રોહરે આ નમૂનામાં ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જાના તૃપ્તિકરણના સિધ્ધાંતનો ઉપયોગ કર્યો. આ સત્ય સમજવા માટે હાઈડ્રોજનના રેખીય વર્ણપટનો ઉપયોગ થયો હોવાથી વર્ણપટ વિશે માહિતી મેળવવી જરૂરી બને છે. આ સમજવા આપણે વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણ વિશે માહિતી મેળવીએ.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.2 :-

1. પરમાણુના ત્રણ બંધારણીય ઘટકોના નામ લખો.
2. રૂથરફોર્ડના કણ પ્રકીર્ણન પ્રયોગનો હેતુ શું હતો ?
3. રૂથરફોર્ડના પરમાણુ અંગેનો નમૂનો ટૂંકમાં વર્ણવો.
4. રૂથરફોર્ડના નમૂનાની અસ્વીકૃતિનું કારણ લખો.

2.3 વિદ્યુતચુંબકીય કિરણો :-

વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણો એ ઊર્જાનું એક સ્વરૂપ છે જે વિદ્યુતીય વિભાગ અને ચુંબકીય વિભાગ તરીકે અવકાશમાં પ્રસરે છે. વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણોને પ્રસરવા માટે કોઈ માધ્યમની જરૂર હોતી નથી. દૃશ્યમાન પ્રકાશ, રેડિયો કિરણો, ક્ષ કિરણો અને ગામા કિરણોએ વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણો ના ઉદાહરણ છે. મેક્સવેલના સિધ્ધાંત પ્રમાણે, વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણોને એકબીજામાં સતત પરિવર્તીત વિદ્યુતીય અને ચુંબકીય વિભાગ તરીકે લઈ શકાય. આ કિરણો એ એકબીજાને લંબ

તેમજ તેમના પ્રસરણની દિશાને લંબરૂપે એક તરંગ સ્વરૂપે ગતિ કરે છે. (આકૃતિ 2.6 (8)) આ કિરણો પ્રકાશના વેગ ની ગતિથી મુસાફરી કરે છે.

2.3.1 વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણોના લાક્ષણિક ગુણધર્મો :-

તીવ્રતા :- (Amplitude)

આંદોલન થતા તરંગની મહત્તમ ઊંચાઈને તિવ્રતા (Amplitude) કહેવાય છે જે શૃંગની ઊંચાઈ અથવા ગર્તી ઊંડાઈ જેટલું હોય છે.

તરંગ લંબાઈ :-

સાતત્ય પૂર્ણ ગતિ કરતાં તરંગના બે ક્રમિક શૃંગ અથવા ગર્ત વચ્ચેના અંતરને તરંગ લંબાઈ કહે છે. જે આકૃતિ (2.6) માં દર્શાવેલ છે. તેને ગ્રીક અક્ષર લેમ્બડા થી દર્શાવાય છે. અને તેનો એકમ મીટર અથવા સેમી અથવા નેનો મીટર અળથા એંગસ્ટ્રોમ છે.

આવૃત્તિ :-

એકમ સંખ્યામાં (દર સેકન્ડે) નિશ્ચિત બિંદુ પાસેથી પસાર થતાં શૃંગ અથવા ગર્તની સંખ્યાને આવૃત્તિ કહેવાય છે. તેને ગ્રીક અક્ષર ન્યુ થી દર્શાવાય છે અને તેનો એકમ (પ્રતિ સેકન્ડ) છે જેને Hz (હર્ટ્ઝ) પણ કહેવાય છે.

તરંગ સંખ્યા :-

એકમ લંબાઈમાંથી પસાર થતાં તરંગની સંખ્યાને તરંગ સંખ્યા કહેવાય છે તેને ન્યુબાર તરીકે દર્શાવાય છે. તે તરંગ લંબાઈના વ્યસ્ત જેટલું છે. તેનો જીૈ પધ્ધતિમાં એકમ (પ્રતિ મીટર) છે તેને ઘણી વખત (પ્રતિ સેમી) તરીકે પણ દર્શાવાય છે.

વેગ :-

એક સેકન્ડમાં તરંગે મુસાફરી કરેલા રેખીય અંતને વેગ કહેવાય છે. વેગને મીટર પ્રતિ સેકન્ડમાં મેળવવા માટે આવૃત્તિનો (હર્ટ્ઝ) તરંગ લંબાઈ સાથે (મીટરમાં) ગુણાકાર કરાય છે.

કિરણના વેગનું મૂલ્ય માધ્યમ આધારિત છે. શૂન્યાવકાશમાં વેગનું મૂલ્ય મી/સેકન્ડ છે.

વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણો કણ તરીકેની લાક્ષણિકતાઓ પણ દર્શાવે છે. તેને "ક્વોન્ટા" કહેવાય છે. હકીકતમાં આ ક્વોન્ટા એ શક્તિ (ઊર્જા)ના સમૂહો (બંડલ્સ) છે. દ્રશ્યમાન પ્રકાશના

એક ક્વોન્ટમને ફોટોન (Photon) કહેવાય છે. ફોટોનની ઊર્જા આવૃત્તિના સમપ્રમાણમાં હોય છે. તેમની વચ્ચેનો સંબંધ નીચે મુજબ છે.

ક્વોન્ટમની ઊર્જાને તરંગ લંબાઈ અથવા તરંગ સંખ્યા સાથે નીચે મુજબનો સંબંધ ધરાવે છે.

જો આપણે આવૃત્તિ, તરંગ લંબાઈ અથવા તરંગ સંખ્યાનું મૂલ્ય જાણતા હોઈએ તો ઉપર મુજબના સમીકરણ પરથી ફોટોનની ઊર્જાના મૂલ્યની ગણતરી કરી શકાય છે.

ઉદાહરણ 2.1 :-

એક સૂક્ષ્મ તરંગ કિરણની આવૃત્તિ 12 ગીગા હર્ટ્ઝ છે. આ કિરણમાં રહેલ ફોટોનની ઊર્જાની ગણતરી કરો.

(અને ગીગા હર્ટ્ઝ=હર્ટ્ઝ)

જવાબ :- ઊર્જાના સમીકરણ મુજબ

ઉપરોક્ત સમીકરણમાં અને નું મૂલ્ય મૂકતાં

ઉદાહરણ 2.2 :-

લીલા પ્રકાશની તરંગ લંબાઈ 532 હ્વ છે. આ લીલા પ્રકાશના ફોટોનની ઊર્જાનું મૂલ્ય શોધો.

જવાબ :- આપણે જાણીએ છીએ કે,

2.3.2 વિદ્યુત ચુંબકીય વર્ણપટ

તેમની લાક્ષણિકતાઓ (તરંગ લંબાઈ, આવૃત્તિ અને તરંગ સંખ્યા)ના આધારે વિદ્યુત ચુંબકિય કિરણોના ઘણા પ્રકારો છે અને તેના સમૂહને વિદ્યુત ચુંબકીય વર્ણપટ કહેવાય છે. (આકૃતિ 3.7) આ સંપૂર્ણ વર્ણપટના અમુક ભાગને દશ્યમાન વર્ણપટ કહેવાય છે જે સંપૂર્ણ વર્ણપટનો નાનો સરખો ભાગ છે.

ગામા કિરણો ક્ષ કિરણ દૂરનો પારજાંબલી દશ્યમાન નજીકનો પારરક્ત સૂક્ષ્મ તરંગ રેડિયો કિરણો

દશ્યમાન કિરણો

જાંબલી નીલો વાદળી લીલો પીળો નારંગી રાતો

તરંગલંબાઈ (નેનોમીટરમાં)

2.7 : વિદ્યુત ચુંબકીય વર્ણપટ

પાઠગત પ્રશ્નો 2.3 :-

1. વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણ શું છે ?

2. વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણની ત્રણ લાક્ષણિકતાઓ લખો.

3. તરંગ સંખ્યા એટલે શું ? તેનો તરંગ લંબાઈ સાથેનો સંબંધ દર્શાવો.

4. ક્વોન્ટમ અને ફોટોન વચ્ચેનો તફાવત આપો.

2.4 રેખીય વર્ણપટ :

તમે જાણો છો કે જ્યારે સૂર્યપ્રકાશના પુંજ (બીજા) ને પ્રીઝમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે જાંબલીથી રાતો (જાનીવાલીપીનારા) રંગ સમૂહ મળે છે. જેને વર્ણપટ કહે છે. (મેઘધનુષ્ય જેવો) આ વર્ણપટને સળંગ વર્ણપટ પણ કહેવાય છે. (ર્ઝેહેંજ જીર્ષેહિ) કારણ કે પ્રકાશની તરંગ લંબાઈ કોઈ પણ પ્રકારના વીરામ વીના સતત બદલાતી રહે છે. આ સમજવા આપણે એક ઉદાહરહણ લીએ. તમે જાણો છો કે ધન ભારીત આયનો શોધવા માટેના ગુણાત્મક પૃથ્થક્ણના જ્યોત કસોટીનો ઉપયોગ થાય છે. જો પદાર્થમાં સોડિયમ હાજર હોય તો તે તેજસ્વી પીળી જ્યોત આપે છે, કોપર લીલી જ્યોત અને સ્ટ્રોન્થીયમ કીરમજી લાલ જ્યોત આપે છે. જો આપણે આ પ્રકાશને પ્રીઝમમાંથી પસાર કરીએ તો તે એક રેખીય સમૂહમાં વિભાજન પામે છે જેને રેખીય વર્ણપટ કહેવાય છે. આકૃતિ 3.8 રેખીય અને સળંગ વર્ણપટ વચ્ચેનો તફાવત દર્શાવે છે.

2.4.1 હાઈડ્રોજન પરમાણુનો રેખીય વર્ણપટ :-

જ્યારે નીચા દબાણે વિદ્યુતભાર નળીમાંથી વિદ્યુત વિજભાર પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે હાઈડ્રોજન વાયુ પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે. જ્યારે આ પ્રકાશને પ્રીઝમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. ત્યારે તેનું પાંચ રેખાઓના સમૂહમાં વિભાજન થાય છે. આ વર્ણપટને હાઈડ્રોજનનો રેખીય વર્ણપટ કહેવાય છે. (આકૃતિ 3.9)

હાઈડ્રોજન વર્ણપટના બારીક અભ્યાસ પરથી માલૂમ થાય છે કે તે અમુક રેખાઓના સમૂહનો બનેલો છે જે પારજાંબલી, દશ્યમાન અને પારરક્ત સમૂહ સાથે પણ સુસંગત છે. આ રેખીય સમૂહોના જુદા જુદા વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો. આ ઉત્સર્જીત વર્ણપટીય રેખાઓને નીચે મુજબના સમીકરણ દ્વારા દર્શાવી શકાય.

જ્યાં અને ધનપૂર્ણાંકો છે. અને ને રીડબર્ગ અચળાંક કહેવાય છે. હાઈડ્રોજન પરમાણુના

વર્ણપટમાં જોવા મળતાં જુદા જુદા રેખીય સમૂહ (શ્રેણી સમૂહ) તેમના શોધકોના નામ તથા અને ના મૂલ્ય નીચે મુજબના કોષ્ટક 2.2 માં દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક :- હાઈડ્રોજન વર્ણપટમાં જોવા મળતી ઉત્સર્જીત શ્રેણીઓની (રેખાઓની) સંક્ષીપ્ત માહિતી

શ્રેણી	હ$_1$	હ$_2$	**વર્ણપટનો વિસ્તાર**
લાયમન	1	2,3,4...	પારજાંબલી
બામર	2	3,4...	દશ્યમાન
પાશ્ચન	3	4,5...	પારરક્ત
બ્રેકેર	4	5,6...	પારરક્ત
ફુંડ	5	6,7....	પારરક્ત

હાઈડ્રોજન પરમાણુન રેખીય વર્ણપટ બ્રોહરના નમૂના અનુસાર સમજાવાય છે જે વિભાગ 2.2 માં વર્ણવેલ છે.

ઉદાહરણ 2.3 :-

બામર શ્રેણીની તરંગ લંબાઈની ગણતરી કરો જેમાં નું મૂલ્ય 3 છે.

ઉકેલ :-

બામર શ્રેણીના સમીકરણ મુજબ,

જ્યાં

અહીં માટે

આપણે જાણીએ છીએ કે,

2.5 બ્રોહરનો નમૂનો :-

ઈ.સ. 1913 માં નીલ્સ બ્રોહરે (1885-1962) બીજો એક નમૂનો રજૂ કર્યો, જેમાં ઈલેક્ટ્રોન નાભીની આસપાસ વર્તુળાકારે ગતિ કરે છે. બ્રોહરનો પરમાણ્વિય નમૂનો કેટલીક અભીધારણાઓને આધારિત છે. જે નીચે મુજબ છે. ઈલેક્ટ્રોન કેન્દ્ર (નાભી) ની ફરતે વર્તુળાકાર પથમાં ગતિ કરે છે. (આકૃતિ 3.10) તેણે આ વર્તુળાકાર પથને કક્ષા એવું નામ આપ્યું અને એવી ધારણા કરી કે ઈલેક્ટ્રોન જ્યારે આ કક્ષામાં હોય છે ત્યારે તેની ઊર્જામાં ફેરફાર થતો નતી. (ઊર્જા

અચળ રહે છે.) આ કક્ષાને સ્થિર કક્ષા અથવા સ્થિર અવસ્થા પણ કહેવાય છે.

ઈલેક્ટ્રોનનું ઊર્જાનું શોષણ કરીને કે મુક્ત કરીને તેની કક્ષા બદલી શકે છે. ઈલેક્ટ્રોન ઊર્જાના એક ફોટોનનું શોષણ (આકૃતિ 2.11)કરીને નીચલતી શક્તિ સપાટી (પ્રારંભિક), માંથી ઉપલી શક્તિ સપાટી (અંતિમ), માં જઈ શકે છે માટે

આજ પ્રમાણે ઈલેક્ટ્રોન ઉપલી શક્તિ સપાટી (આરંભીક) માંથઈ એક ફોટોન જેટલી ઊર્જા મુક્ત કરીને નીચલી શક્તિ સપાટી (અંતિમ) માં પાછો ફરી શકે છે.

આકૃતિ 2.11 :-ફોટોનનું શોષણ અથવા ઉત્સર્જન ઈલેક્ટ્રોનની શક્તિ સપાટીમાં બદલાવ લાવે છે.

જેટલું દળ ધરાવતા વર્તુળાકાર પથમાં ગતિ કરતાં ઈલેક્ટ્રોન નું કોણીય વેગમાન કોઈ પણ ધરન પૂર્ણાંક સંખ્યા ના પૂર્ણ ગુણાંક જેટલું હોય છે. જ્યાં તેની ત્રિજ્યા અને વેગ જેટલો હોય તો.....

જ્યાં એ ધનપૂર્ણાંક છે જેને મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક કહેવાય છે.

હાઈડ્રોજનના પરમાણુની સ્થિર અવસ્થામાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જા માટે બ્રોહરે નીચે મુજબનું સમીકરણ રજૂ કર્યું છે જે તેની અભિધારણાઓને આધારિત છે.

કક્ષાની ઊર્જા,

બ્રોહરે ને અન્ય મૂલ્યો સાથે સાંકળતાં,

જ્યાં ઈલેક્ટ્રોનનું દળ

નાભીકીય વિજભાર

ઈલેક્ટ્રોનનો વિજભાર

પ્લાંકનો અચળાંક

માધ્યમની પરવાનગી

ઉપરોક્ત ઊર્જા સમીકરણમાં ઋણ સંજ્ઞા એ કેન્દ્ર અને ઈલેક્ટ્રોન વચ્ચેનું આકર્ષણ સૂચવે છે. જે સૂચવે છે કે પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનને દૂર કરવા અમુક ઊર્જા (જેને આયનીકરણ ઊર્જા કહેવાય છે.) ની જરૂર પડશે તમો અહીં નોંધી લો કે બ્રોહરની કક્ષાની ઊર્જા ક્વોન્ટમ આંકના વર્ગના સાપેક્ષમાં હોય છે. જેમ નું મૂલ્ય વધશે તેમ ઊર્જાનું મૂલ્ય (ઓછી ઋણ અથવા વધુ ધન) પણ વધશે. જે એમ પણ સૂચવે છે કે જેમ આપણે કેન્દ્રથી દૂર જઈશું તેમ કક્ષાની ઊર્જાનું મૂલ્ય પણ વધશે.

2.5.1 હાઈડ્રોજન પરમાણુના રેખીય વર્ણપટની સમજૂતી :-

ઉપર દર્શાવ્યા પ્રમાણેની બીજી અભિધારણા મુજબ એક ઈલેક્ટ્રોનની સંક્રાંતી સમયે ઉત્સર્જીત ઊર્જાનું મૂલ્ય આરંભીક સ્થિતિ અવસ્થાની ઊર્જા માંથી સંક્તિ થઈને અંતિમ સ્થિતિ અવસ્થાની ઊર્જા ને તરીકે દર્શાવી સકાય. સમીકરણ માંથી ઊર્જાનું મૂલ્ય મૂકતાં સમીકરણ પ્રમાણેનું મૂલ્ય મળી શકે. આમ બ્રોહરનો નમૂનો હાઈડ્રોજનના રેખીય વર્ણપટની સમજૂતી આપે છે જે કોષ્ટકમાં સંક્ષીપ્ત માં દર્શાવેલ છે. આકૃતિ હાઈડ્રોજન પરમાણુની ઊર્જાના સ્તરો અને રેખીય વર્ણપટ માટે જવાબદાર સંક્રાંતિઓ દર્શાવે છે.

આકૃતિ 3.12 :- હાઈડ્રોજનનો ઊર્જા સ્તર આલેખ કે જે રેખીય વર્ણપટ માટે જવાબદાર વિવિધ સંક્રાંતીઓનું નિરૂપણ કરે છે.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.4

1. સળંગ વર્ણપટ અને રેખીય વર્ણપટ વચ્ચેનો ભેદ સમજાવો.

2. બ્રોહરના નમૂનાની મુખ્ય અભિધારણાઓ કઈ છે ?

3. બ્રોહરની કક્ષાની ઊર્જા એ મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક બદલાતા કઈ રીતે ચલિત થાય છે ?

2.6 તરંગ કણ દ્વૈત વાદ :-

તમે વિભાગ માં પ્રકાશના તરંગ સ્વરૂપ વિશે શીખ્યા. તમે જાણો છો કે પ્રકાશના અમુક ગુણધર્મો જેવા કે વ્યક્તિકરણ, વિવર્તન વિગેરે પ્રકાશના તરંગ સ્વરૂપે સમજાવી શકાય છે. જ્યારે પ્રકાશના અમુક ગુણધર્મો જેવા કે હાઈડ્રોક્લોરિક અસર અને પ્રકાશનું વિખેરણ વિગેરે પ્રકાશના માત્ર કણ સ્વરૂપે સમજાવી શકાય છે. આમ પ્રકાશ એ કણ અને તરંગ એમ બંન્ને ગુણધર્મો વાળો દ્વૈત સ્વભાવ ધરાવે છે એટલે કે પ્રકાશ અમુક પરિસ્થિતિમાં કણ સ્વરૂપે અને અમુક પરિસ્થિતિમાં તરંગ સ્વરૂપે વર્તે છે.

ઈ. સ. 1923 માં ફ્રેન્ચ ભૌતિક વૈજ્ઞાનિક બુઈ-દ-બ્રોગ્લીએ દલીલ કરી કે, જો પ્રકાશ તરંગ અને કણ સ્વરૂપ ધરાવતો હોય તો પદાર્થનો કણ (દા.ત. ઈલેક્ટ્રોન) પણ તરંગ તરીકેના ગુણધર્મો શા માટે ન ધરાવે ? તેણે સૂચવ્યું કે પદાર્થના કણ હકીકતમાં તરંગ સ્વરૂપ ધરાવે છે અને તેણે દળ ધરાવતા, વેગ થી ગતિ કરતાં કણની તરંગ લંબાઈ (જેને ઘણી વખત દ બ્રોગ્લી તરંગ લંબાઈ પણ કહે છે.) નો સંબંધ ધરાવતુ સૂત્ર આપ્યું.....

જ્યાં એ વેગમાન છે. દ બ્રોગ્લી તરંગ લંબાઈનું મૂલ્ય વેગમાનના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. જ્યારે નું મૂલ્ય અતીસૂક્ષ્મ હોય છે, ત્યારે રોજબરોજ ઉપયોગમાં આવતી વસ્તુઓની તરંગ લંબાઈ ઘણી નાની હોય છે. આપણે આ સમજવા અમુક ગણતરી કરીએ છીએ.

ઉદાહરણ 2.4 :-

ગ્રામ જેટલું વજન ધરાવતા અને કિ.મી./કલાક ની ઝડપે ફેંકાયેલા ક્રિકેટ બોલ સાથે સંલગ્ન દ બ્રોગ્લી તરંગ લંબાઈની ગણતરી કરો.

ક્રિકેટ બોલનું દળ = ગ્રામ = કિગ્રા

ઝડપ અથવા વેગ = કિમી/કલાક

આ ક્રિકેટ બોલ સાથે સુસંગત તરંગ લંબાઈ

જો ઈલેક્ટ્રોન તરંગ સ્વરૂપ ધરાવતો હોય તો ઈલેક્ટ્રોન નું પુંજ (બીમ) વિવર્તન દર્શાવવું જોઈએ કે જે તરંગની લાક્ષણિકતા છે. ઈ. સ. 1927 માં જી.પી. થોમસન અને સી.જે. ડેવીસને દર્શાવ્યું છે કે નીકલના ઘન સ્ફટિક દ્વારા ઈલેક્ટ્રોનનું વિવર્તન થાય છે. (આકૃતિ 13.3) માટે ઈલેક્ટ્રોન પણ દ્વૈત સ્વભાવ ધરાવતો હોવો જોઈએ એટલે કે એ ક્યારેક પણ સ્વભાવ અને ક્યારેક તરંગ સ્વભાવ દર્શાવતો હોવો જોઈએ.

2.7 હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિધ્ધાંત :-

દ્રવ્ય અને કિરણના કણ-તરંગ સ્વરૂપને પરિણામે ઈ. સ. 1927 માં વર્નર હાઈઝનબર્ગે અનિશ્ચિતતાનો સિધ્ધાંત આપ્યો. આ સિધ્ધાંત પ્રમાણે એક જ સમયે ઈલ. નું સ્થાન અને વેગમાન (અથવા વેગ) ચોક્સાઈ પૂર્વક માપવું શક્ય નથી.

સાદા શબ્દોમાં કહીએ તો જો તમે ચોક્સાઈપૂર્વક સ્થાન માપો તો તેનું વેગમાન અનિશ્ચિતત બને છે અને તેનાથી વિરુદ્ધ ગાણીતીક રીતે, હાઈઝનબર્ગ સિધ્ધાંત અસરખાપણા સ્વરૂપે નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.

જ્યાં અને એ સ્થાન અને વેગમાનના માપનની અનિશ્ચિતતા છે. જો કોઈ વસ્તુનું સ્થાન ચોક્સાઈ પૂર્વક જાણતા હોઈએ (એટલે કે) તો તેના વેગમાનની અનિશ્ચિતતા અનંત હશે, એટ

લે કે તેના વેગમાન વિશે કશુ કહી શકાય નહીં. આજ રીતે વેગમાન ચોક્કસ હોય તો તેનું સ્થાન અચોક્કસ હોય અને તે ગમે ત્યાં હોઈ શકે. હકીકતમાં બેમાંથી એક પણ લાક્ષણિકતા નિશ્ચિત પણે માપી શકાતી નથી. પ્લાંકના અચળાંકના સૂક્ષ્મ મૂલ્યને પરિણઆમે, આ સિધ્ધાંત મોટી વસ્તુઓ જેવી કે મોટર, બસ કે વિમાન વગેરેના માપન સાથે સુસંગત નથી તે ત્યારે જ સુસંગત થાય કે જ્યારે નાની વસ્તુઓ જેવી કે ઈલેક્ટ્રોનનું માપન કરવાનું હોય.

હાઈઝનબર્ગના સિધ્ધાંતે બ્રોહરના નમૂનાની સામે પ્રશ્નાર્થ રજૂ કર્યો, કારણ કે બ્રોહરના

નમૂના પ્રમાણે આપણે કક્ષાની ત્રિજ્યાની (એટલે કે ઈલેક્ટ્રોનનું સ્થાન) અને તેના વેગની ગણતરી ચોક્સાઈપૂર્વક કરી શકાય છે. પરંતુ હાઈઝનબર્ગના સિધ્ધાંત પ્રમાણે આ શક્ય નથી. આ હકીકતને લીધે ઈલેક્ટ્રોનના દ્વૈત સ્વરૂપનો ઉપયોગ કરી પરમાણુના નવા નમૂનાની શોધ કરવાની પ્રેરણા મળી જેના પરિણામ સ્વરૂપે ક્વોન્ટમ યાંત્રીકી અથવા તરંગ યાંત્રીકી નમૂનાની રચના થઈ જે હવે પછીના વિભાગમાં દર્શાવ્યું છે.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.5 :-

1. કણ તરંગ દ્વૈત વર્ણણૂંક સમજાવો.
2. ઈલેક્ટ્રોનના તરંગ સ્વભાવ સાબિત કરતાં પ્રયોગનું નામ આપો.
3. કિમી/સેકન્ડના વેગથી ગતિ કરતાં ઈલેક્ટ્રોન સાથે સંકળાયેલ દ બ્રોગ્લી તરંગ લંબાઈની ગણતરી કરો.
4. હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિધ્ધાંત લખો.

2.8 પરમાણુનો તરંગ યાંત્રીકી નમૂનો :-

પરમાણુના તરંગ યાંત્રિકી નમૂનો ઈ.સ. 1926 માં ઓસ્ટ્રીયન ભૌતિક વિજ્ઞાની એર્વીન શ્રોડીંજરે રજૂ કર્યો. આ નમૂનો એ ગાણીતીક રીતના સમીકરણ સ્વરૂપે જે અભીધારણાઓ પર આધારીત છે. અને તે મૂળભૂત ભૌતિક વિજ્ઞાનના પાયાના સિધ્ધાંતો સાથે સંકળાયેલ નથી. આ નમૂના પ્રમાણે, પરમાણુમાં ગતિ કરતાં ઈલેક્ટ્રોનને ગાણિતીક વિધેય કે જેને તરંગ વિધેય (ગ્રીક મૂળાક્ષર) કહે છે અને તેના દ્વારા જ વર્ણવી શકાય છે. અહીં તરંગ વિધેયનો વર્ગ એ કેન્દ્ર (નાભી) ની આસપાસના ત્રીપરીમાણીય અવકાશમાં ઈલેક્ટ્રોન ની સંભાવવાનું માપ છે.

હાઈડ્રોજન પરમાણુના શ્રોડીજર તરંગ વિધેય ને ઉકેલતાં, આપણને ઘણા બધા તરંગ વિધેયો મળે છે. જેને મુખ્યત્વે ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકથી દર્શાવાય છે.

મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક,

એઝીમ્યુથલ અથવા ગૌણ ક્વોન્ટમ આંક

ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક

આ તરંગ વિધેયોની ઉત્પતી તેના તાર્કિક ઉકેલ દરમ્યાન થઈ હતી. પરમાણુમાં રહેલ દરેક ઈલેક્ટ્રોન પાસે એક અન્ય (અલગ) ક્વોન્ટમ આંકનો સમૂહ હોય છે જે ઈલેક્ટ્રોનની ત્રિપરીણાણીય વિસ્તારમાં રહેવાની મહત્તમ સંભાવનાને વર્ણવે છે. આ વિસ્તારને પરમાણ્વિય કક્ષક અથવા માત્ર કક્ષક પણ કહેવાય છે.

2.8.1 ક્વોન્ટમ આંકની અગત્યતા :-

આ ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકો અવકાશમાં રહેલા પરમાણ્વિય કક્ષકોના કદ, આકાર અને સ્થિતીસ્થાન દર્શાવે છે. આ સિવાય પણ એક વધારાનો ક્વોન્ટમ આંક ઊમેરવામાં આવ્યો છે કે જે શ્રોડીંજર તરંગ સમીકરણ (શ્રો.ત.સ.) નું પાલન કરતો નથી પણ ઈલેક્ટ્રોનની સ્પીનને અનુલક્ષીને ઉમેરવામાં આવ્યો છે. આ ચોથો ક્વોન્ટમ આંક ઈલેક્ટ્રોનની પરમાણુમાં હાજરી નક્કી કરવામાં મદદરૂપ બને છે. હવે આપણે દરેક ક્વોન્ટમ આંકની અગત્યતા સમજીએ.

મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક, (અથવા મુખ્ય કોટા)

મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક, પરમાણુમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રનના ઊર્જા સ્તરોને વર્ણવે છે. ને શૂન્ય સિવાયના ધન પૂર્ણાંક મૂલ્ય હોય છે9 જેમ કે) આ સૂચવે છે કે પરમાણુમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનને ચોક્કસ ઊર્જા હોય છે. આથી આપણે કહી શકીએ કે એ ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જાની તૃપ્તિ કરે છે. મુજબ ક્વોન્ટમ આંક એ કેન્દ્રથી ઈલેક્ટ્રોન વચ્ચેના અંતર શોધવા પણ ઉપયોગી છે. એટલે કે કદ જેમ નું મૂલ્ય વધારે હોય તેમ ઈલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્રથી અંતર પણ વધારે હોય છે.

દરેક મુખ્ય કોશ મહત્તમ રીતે જેટલા ઈલેક્ટ્રોન સમાવી શકે જેમ કે,

હોય તો કુલ ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = 2

હોય તો કુલ ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = 8

હોય તો કુલ ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = 18 અને વધુ

એઝીમ્યુથલ (ગૌણ) ક્વોન્ટમ આંક :-

ગૌણ ક્વોન્ટમ આંક એ કક્ષકોની ભૌમિતીક આકાર સાથે આધારિત છે. નું મૂલ્ય શૂન્ય અથવા ધનપૂર્ણાંક કે જે કરતાં ઓછું અથવા તેટલું (મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક) એટલે કે નું અલગ અલગ મૂલ્ય એ અલગ અલગ પેટા કોશને આધારિત હોય છે અને દરેક પેટાકોશ એ કક્ષકનો ચોક્કસ આકાર ધરાવતો હોય છે.

જો હોય તો તે પેટા કોશ દર્શાવે છે અને તે કક્ષક ગોલીય આકાર ધરાવે છે અને તેને કક્ષક કહેવાય છે.

હોય તો તે પેટા કોશ ધરાવે છે અને ડંબબેલ આકારની કક્ષક ધરાવે છે અહીં પેટા કોસમાં ત્રણ કક્ષકો હોય છે.

પેટા કોશ દર્શાવે છે અને તે ક્લોવર ત્લીહ આકાર ધરાવે છે અને તેને કક્ષક કહે છે.

પેટા કોશ ધરાવે છે અને કક્ષક ધરાવે છે.

અને કક્ષકોના આકારની હવે પછીના પેટા વિભાગમાં ચર્ચા કરેલ છે.

ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક :-

ક્વોન્ટમ આંક એ ઈલેક્ટ્રોનની સ્પીન વર્ણવે છે. કે જે ઘડિયાળની દિશામાં અથવા ઘડિયાળની વિરુધ્ધ દિશામાં હોઈ શકે. ક્વોન્ટમ આંક શ્રો.ત.સ. ના ઉકેલ વખતે ઉદ્દભવ થતો નથી. ઘડિયાળની દિશામાં અને તેની વિરુધ્ધ દિશામાં ગતિ કરતાં ઈલેક્ટ્રોનની સ્પીનને મનસ્વી રીતે ક્રમિક પણે અને મૂલ્ય અર્પી શકાય.

સંક્ષિપ્તમાં સમજીએ તો આપણે ત્રીજા કોશને સુસંગત એક ઈલેક્ટ્રોનનું ઉદાહરણ લઈએ. આ ઈલેક્ટ્રોન પેટા કોશ અથવા પેટા કોશ અથવા પેટા કોશ માંથી કોઈ પણ હોઈ શકે. જો કે પેટા કોશમાં હોય તો તે ત્રણમાંથી કોઈ પણ કક્ષક કે જે અને અક્ષને અનુરૂપ છે. કેન્દ્રની અંદર તેની સ્પીન ક્લોકવાઈઝ અથવા એન્ટી ક્લોક વાઈઝ દિશામાં હોઈ શકે. ત્રીજા કોશમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનના વિવિધ ક્વોન્ટમ આંકના મૂલ્યો નીચે મુજબના કોષ્ટક 3.3 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક = ત્રીજા કોશમાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનના ક્વોન્ટમ આંક

તમે અહીં નોંધી લો કે ત્રીજા કોશમાં મહત્તમ 18 ઈલેક્ટ્રોન સમાઈ શકે અને તેમાંના દરેકને ચાર ક્વોન્ટમ આંકનો અલગ સમૂહ હોઈ શકે છે.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.6 :-

1. તરંગ વિધેય એટલે શું તે સમજાવો.

2. કક્ષા અને કક્ષક વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.

3. ક્વોન્ટમ આંકો શું છે ? શ્રોડીંજર તરંગ સમીકરણમાંથી ઉદ્દભવેલ વિવિધ ક્વોન્ટમ આંકના નામ લખો.

4. મુખ્ય, એઝીમ્યુથલ અને ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંકની અગત્યતા લખો.

2.8.2 કક્ષકોના આકારો :-

"આપણે વ્યાખ્યાયિત કર્યા પ્રમાણે કક્ષક એ કેન્દ્રીત આસપાસ રહેલ ત્રિપરિમાણીય વિસ્તાર કે જ્યાં ઈલેક્ટ્રોન હોવાની મહત્તમ સંભાવના છે."

આપણે કક્ષક નું ઉદાહરણ લઈને કક્ષકનો અર્થ સમજવા પ્રયત્ન કરીએ. આ સમજવામાં

DMOI] ,v 2
પરમાણ્વિય બંધારણ અને
રાસાયણિક બંધ

સુચના

આપણને પદ સંજ્ઞા રેડીયલ સંભાવના વળાંક (ઈક્ટ્રૈક્ટ્રઁ લિક્ટ્રૈજૈઅ ઝેટ્રી) ઉપયોગી બનશે.

આ વળાંક કેન્દ્રથી અંતરના વિધેય તરીકે સતત રીતે ફરતા ઈલેક્ટ્રોનની સંભાવનાને રજૂ કરે છે. 15 કક્ષક માટે રેડિયલ પ્રોબેબીલીટી કર્વ (આકૃતિ 3.14 (8)) બતાવે છે. કે કક્ષકમાં ઈલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના જેમ કેન્દ્રથી દૂર જતાં જઈએ તેમ વધતી જાય છે. અને એક ચોક્કસ અંતરે મહત્તમ બને છે. (અથવા હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે) અને તે અંતરથી દૂર જઈએ તેમ ઈલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના ઘટતી જાય છે અને એક અંતરે તે શૂન્ય થઈ જાય છે. ચોક્કસ દિશા તરફ ગતિ કરતાં ઈલેક્ટ્રોનનો રેડિયમ સંભાવના વળાંક બતાવે છે.

આકૃતિ 3.14 (8) 15 કક્ષક માટેનો (ખ) 15 કક્ષક માટેનો સીમા સપાટી રેડિયલ સંભાવના વળાંક

બધી જ શક્ય દિશાઓ માટે સંભાવના સરખી જ છે. જો આપણે બધી જ વળાંકોને ભેગા કરીએ તો તે ઈલેક્ટ્રોનની સંભાવનાનું ગોલીય વિતરમ આપશે. રેખીય સંભાવનાનું મૂલ્ય ક્યારેય શૂન્ય થતું નથી (કોઈ પણ અંતરે) તેથી આપણે ગોલકનું કદ ચોક્કસ કરી શક્તા નથી. જેથી કક્ષકને એક સીમા સપાટી આલેખ રૂપે દર્શાવી શકાય કે જેને અવકાશમાં એક વિસ્તાર તરીકે વિચારી શકાય અને જે ઈલેક્ટ્રોન મળવાની 95 % સંભાવના ધરાવતો હોય જે આકૃતિ 3.14 (ક) માં દર્શાવેલ છે. આમ કક્ષકને ગોલક તરીકે દર્શાવી શકાય.

આ પ્રમાણે જ આકૃતિ 3.15 (8) અને 25 કક્ષકનો રેડિયલ સંભાવના વળાંક આપે છે જ્યારે આકૃતિ 3.15 (ખ) આ કક્ષકનો સીમા સપાટી આલેખ દર્શાવે છે. તમે અહં બે વસ્તુઓ નોંધી શકો. પ્રથમ તમે એ નોંધી શકો કે 25 કક્ષકનો સીમા સપાટી આલેખ એ 15 કક્ષક કરતાં મોટો છે. બીજુ તેમાં રેડિયલ સંભાવના વળાંક બે શૃંગ દર્શાવે છે. સંભાવના શરૂઆતમાં વધે છે, મહત્તમ સુધી પહોંચે છે અને પછી ઘટે છે અને શૂન્યની નજીક પહોંચે છે. જેમ આપણે નાભીથી દૂર જઈએ તેમ ફરીથી તે વધે છે અને ઘટે છે. આ વિસ્તાર કે જ્યાં સંભાવના શૂન્યની નજીક હોય છે. (ફરીથી વધતાં પહેલાં) તેને ગોલીય નોડ કહે છે. અહીં કક્ષકમાં ગોલીય નોડ હોય છે.

નોડ એક અવકાશમાં રહેલો વિસ્તાર છે કે જ્યાં ઈલેક્ટ્રોન હોવાની સંભાવના લગભગ શૂન્ય છે.

ઁ- કક્ષક :-

જ્યારે આપણેઁ- કક્ષકનો આકાર દોરીએ ત્યારે આપણને આકૃતિ 3.16 માં બતાવ્યા પ્રમાણેનો આકાર મળે છે. આ આકૃતિ આપણને ત્રણ સંભવિત કક્ષકોમાંથી કોઈ એક કક્ષકનો આકાર દર્શાવે છે. જૈઁ-નજીકની દિશા દર્શાવે છે. ઁડ તમે અહીં નોંધી રાખીને કેઁડ કક્ષકનું સંભવિત ચિત્ર બે દડા

ધરાવે છે એક ધન ઢ અક્ષ સાથે અને બીજુ ઋણ ઢ-અક્ષ સાથે બીજુ અગત્યનું પાસું છે કે ઠઅ-તલમાં ઈલેક્ટ્રોન હોવાની સંભાવનાની ગેરહાજરી. આ તલને નોડલ તલ કહેવાય છે. ઁ-કક્ષકનાં ત્રણ આકારો નીચે મુજબની આકૃતિ 3.17 માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 3.18 ઁ-કક્ષકના સંભવિત પાંચ આકારો દર્શાવે છે. ક્ક- કક્ષકો પણ નોડલ તલ ધરાવે છે. આ પાંચેય ક્ક-કક્ષકોના આકારો જુદા છે પરંતુ તેમની ઊર્જા સરખી છે જેને ડીજનરેટ કક્ષકો (ડ્રીક્ષીહ્રીટ્ટી ર્લિંકૃક્ષજ) પણ કહે છે.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.7 :-

1. જી, ઁ અને ક્ક-કક્ષકોનો આકાર કેવો છે ?
2. 2.5-કક્ષકનો આકાર વર્ણવો. તે 15 કક્ષક કરતાં કઈ રીતે અલગ પડે છે ?
3. ગોલીય નોડ અને નોડલ તલ શું છે ?
4. 35 કક્ષકમાં કેટલા ગોલીડય નોડ હોય છે ?

2.9 તત્ત્વોમાં ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી :-

તમે અત્યાર સુધીની ચર્ચામાં શીખ્યા કે પરમાણુ ધનભારીત કેન્દ્ર ધરાવે છે જેની આસપાસ ઈલેક્ટ્રોન હોય છે, જે જુદા જુદા કદ અને આકાર ધરાવતી કક્ષકોમાં ગોઠવાયેલ હોય છે.

આ કક્ષકો એ કોટા અને પેટા કોટાનો ભાગ હોય છે. અને તેને ત્રણ ક્વોન્ટમ આંક અને વડે દર્શાવાય છે. હવે આપણે આ કોરા અને પેટા કોશમાં ઈલેક્ટ્રોનનું વિતરણ કરીએ. આ ઈલેક્ટ્રોનના વિતરણને ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી (ઈક્ષીર્ક્ષહૈક્ષ ર્ઝહકૈપ્રેર્દ્વિહ) કહેવાય છે અને તે મુખ્યત્વે ત્રણ સિધ્ધાંતો પર આધારિત છે.

2.9.1 આઉફબાઉ સિધ્ધાંત :-

આ સિધ્ધાંત પરમાણુની ઊર્જા અને સ્થાન કે જ્યાં ઈલેક્ટ્રોન દાખલ થાય છે તેના પર આધારિત છે. ઈલેક્ટ્રોન કક્ષકમાં એવી રીતે દાખલ થાય છે કે જેથી તેની ઊર્જા ન્યૂનત્તમ રહે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો ઈલેક્ટ્રોન પરમાણુની કક્ષકમાં, ઊર્જાના (શક્તિના) ચઢતાં ક્રમાનુસાર દાખલ થાય છે. પ્શ્ન એ છે કે આપણે આ કક્ષકોની શક્તિનો ચઢતો ક્રક્ત કઈ રીતે જાણી શકીએ ? તમે આગળ જોઈ ગયા તેમ, મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક એ કક્ષકની શક્તિનું મૂલ્ય શોધો છે. જેમ નું મૂલ્ય વધારે તેમ ઊર્જાનું મૂલ્ય વધે. જે માત્ર હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે સાચું છે. બીજા પરમાણુ માટે આપણે અને બંન્નેની ગણના કરવી પડે, જે સૂચવે છે કે આપેલ કોટામાં રહેલા જુદા જુદા પેટા કોશની શક્તિનું મૂલ્ય જુદુ જુદુ હોય છે. કક્ષકોની શક્તિનો ક્રમ નીચે મુજબના નિયમથી નક્કી કરી શકાય

છે.

નિયમ 1 :-

એક કક્ષક કે જેના નું મૂલ્ય સરખું હોય તો તે કક્ષક કે જેમાં નું મૂલ્ય ઓછું તે પહેલાં ભરાશે.

દા. ત. કક્ષક એ કક્ષક કરતાં પહેલાં ભરાશે.

આ નિયમને અનુસરીને કક્ષકોની શક્તિને ચઢતા ક્રમમાં નીચે મુજબ લખી શકાય.

2.9.2 પૌલીનો નિષેધનો સિધ્ધાંત :-

આ સિધ્ધાંત પરમાણુમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનના ભ્રમણની દિશાને આધારિત છે. પૌલીના સિધ્ધાંત પ્રમાણે કોઈ બે ઈલેક્ટ્રોનના ચારેય ક્વોન્ટમ આંક સરખા ન હોઈ શકે. દા.ત. પરમાણુમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનના ચાર ક્વોન્ટમ આંકનો સમૂહ અને હોય તો બીજા કોઈ પણ ઈલેક્ટ્રોનને આવો જ ક્વોન્ટમ આંકનો સમૂહ હોઈ શકે નહીં. તમે જાણો છો કે કક્ષકને ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકથી દર્શાવાય છે. આથી આ કક્ષકોમાં દાખલ થયેલ ઈલેક્ટ્રોનના ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકનું મૂલ્ય પણ સરખું જ હશે. આ ઈલેક્ટ્રોનને તેમના સ્પીન ક્વોન્ટમ આંક થી જુદા પડાય છે. સ્પીન ક્વોન્ટમ આંક ને માત્ર બે જ મૂલ્ય હોઈ શકે આથી માત્ર બે જ ઈલેક્ટ્રોન આપેલ કક્ષકમાં ગોઠવાઈ શકે. હકીકતમાં આ ચોથો ક્વોન્ટમ આંક પૌલીના સિધ્ધાંત દ્વારા જ પ્રસ્થાપીત કરવામાં આવ્યો હતો.

2.9.3 હુંડનો સિધ્ધાંત :-

આ સિધ્ધાંત એ સમાન શક્તિ ધરાવતી કક્ષકોના સમૂહમાં ઈલેક્ટ્રોનના વિતરણ સાથે સંકળાયેલ છે. આ સિધ્ધાંત પ્રમાણે જ્યારે ઘણા કક્ષકો સમાન પેટા કોશ ધરાવતી હોય છે ત્યારે ઈલેક્ટ્રોનનું વિતરણ એ રીતે થાય છે કે જેથી દરેક કક્ષક સમાન ભ્રમણ દિશા ધરાવતા એકલ ઈલેક્ટ્રોનથી ભરાય. દા. ત. કાર્બનમાં છ ઈલેક્ટ્રોનનું વિતરણ મુજબ થાય છે નહીં કે મુજબ,

ઈલેક્ટ્રોન જ્યારે એકબીજાને અપાકર્ષે છે ત્યારે તેઓ એકબીજાથી દૂર રહીને કક્ષકોમાં ગોઠવાય છે.

ઉપર દર્શાવેલ સિધ્ધાંતો જુદા જુદા તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીક ગોઠવણી લખવામાં મદદરૂપ થાય છે. ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી માટે સામાન્ય રીતે બે પધ્ધતિઓ છે.

(ક) કક્ષકિય ખ્યાલ પધ્ધતિ :-

આ પધ્ધતિ મુજબ ભરાઈ ગયેલ કક્ષકોને શક્તિના ચઢતાં ક્રમમાં લખવામાં આવે છે. કક્ષકોમાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનને કક્ષકની સંજ્ઞાની ઉપરની બાજુએ લખવામાં આવે છે જે નીચે મુજબના

ઉદાહરણમાં દર્શાવેલ છે.

નાઈટ્રોજનની ઈલેક્ટ્રોનીક ગોઠવણી (પરમાણ્વિય ક્રમાંક-7) ને તરીકે લખાય છે.

(ખ) કક્ષકિય આલેખ પધ્ધતિ :-

આ પધ્ધતિમાં ઈલેક્ટ્રોનથી ભરાયેલ કક્ષકોને વર્તુળ અથવા ખાનાઓ દ્વારા શક્તિના ચઢતા ક્રમમાં લખવામાં આવે છે. તેમાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનને તીર દ્વારા દર્શાવાય છે. તીરની દિશા ઈલેક્ટ્રોનના ભ્રમણની દિશા સૂચવે છે. દા. ત. નાઈટ્રોજનમાં ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણીને કક્ષકિય આલેખ પધ્ધતિ દ્વારા નીચે મુજબ લખી શકાય.

ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણીને સંક્ષિપ્ત રૂપમાં પણ લખી શકાય. આ પધ્ધતિ પ્રમાણે સંપૂર્ણ ભરાયેલ કક્ષકિય કોશને નિષ્ક્રિય વાયુના રૂપમાં દર્શાવાય છે. દા. ત. લીથીયમ અને સોડિયમની ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી નીચે મુજબ લખી શકાય.

અહીં નિષ્ક્રિય વાયુમાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનને કેન્દ્રિય (અંતર્ગત) ઈલેક્ટ્રોન અને બાહ્ય કોશમાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનને સંયોજક્તા ઈલેક્ટ્રોન કહેવાય છે.

પાઠગત પ્રશ્નો 2.8 :-

1. પરમાણુના ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી એટલે શું તે સમજાવો.

2. પૌલીનો નિષેધનો સિધ્ધાંત શું છે ?

3. આઉફબાઉનો સિધ્ધાંત શું છે ? નિયમો શું છે ?

4. નીચેનામાંથી કઈ કક્ષક પહેલાં ભરાશે.

   (i) અથવા

   (ii) અથવા

તમે આટલું શીખ્યા...........

- પરમાણુઓ ત્રણ મૂળભૂત કણો ઈલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રોનના બનેલા હોય છે.

- પરમાણુનું બંધારણ જાણવા માટે જે જે થોમસને સર્વ પ્રથમ પ્રયત્ન કર્યો અને તેને પ્લમ પુડિંગ નામનો કહેવાય છે.

- આ નમૂના પ્રમાણે પરમાણુને વિશાળ ધન ભારીત (પુડિંગ) તરીકે, જેમાં સૂક્ષ્મ ઋણ ભારીત ઈલેક્ટ્રોન (પ્લમ) તરીકે વિખેરાયેલા હોય એવું સમજાવવામાં આવે છે.

- રૂતરફોર્ડના નમૂના પ્રમાણે, પરમાણુઓ ધન ભાર અને મહદ્ અંશે તેનું દળ કેન્દ્ર (નાભી) માં આવેલું હોય છે. અને પરમાણુને બાકીનો ભાગ ખાલી અવકાશ તરીકે હોય છે જેમાં સૂક્ષ્મ ઋણભારીત ઈલેક્ટ્રોન આવેલ હોય છે.

- વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણો એક પ્રકારની ઊર્જા છે જે વિદ્યુતીય અને ચુંબકીય વિભાગ ધરાવે છે અને અવકાશમાં પ્રસરણ પામે છે. તે પ્રકાશની ગતિથી મુસાફરી કરે છે અને તેને મુસાફરી માટે કોઈ માધ્યમની જરૂર હોતી નથી.

- વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણને ઘણા બધા પદો જેવા કે આંદોલન, તરંગ લંબાઈ, આવૃત્તિ, તરંગ સંખ્યા અને વેગ દ્વારા વર્ણવી શકાય.

- હાઈડ્રોજન વાયુ રેખીય વર્ણપટ આપે છે જુદી જુદી રેખાઓ ધરાવે છે અને હાઈડ્રોજન પરમાણુની ઊર્જાનું તૃપ્તિકરણ સૂચવે છે.

- ઈ.સ. 1913 માં નીલ્સ બ્રોહરે ગ્રહીય નમૂનાઓ સૂચવ્યો. આ નમૂના પ્રમાણે ઈલેક્ટ્રોન કેન્દ્રીય સ્થિર નાભીની આસપાસ ચોક્કસ ઊર્જા સાથે વર્તુળાકારે ગતિ કરે છે. ઈલેક્ટ્રોન તેમની કક્ષાને, બે કક્ષા વચ્ચેના ઊર્જાના તફાવત જેટલી ઊર્જાનું શોષણ કે ઉત્સર્જન કરીને બદલી શકે છે.

- બ્રોહરનો નમૂનો પરમાણુની સ્થિરતા અને હાઈડ્રોજનનો રેખીય વર્ણપટ સમજાવી શકે છે પરંતુ આ નમૂનો હાઈડ્રોજન સિવાયના પરમાણુનો વર્ણપટ સમજાવી શક્તો નથી.

- લુઈ-દ-બ્રોગ્લીએ ઈલેક્ટ્રોનના દ્વૈત સ્વભાવ વિશે દલીલ કરી અને સૂચવ્યું કે કણને પણ તરંગ સ્વભાવ હોય છે. તેને સુસંગત તરંગ લંબાઈ નીચે મુજબના સૂત્ર દ્વારા આપી શકાય.

અથવા

આ હકીકત પ્રાયોગિક રીતે થોમનસ અને ડેવીસનના નીકલના ધન સ્ફટિક દ્વારા થતાં ઈલેક્ટ્રોનના વિવર્તનના અભ્યાસ પરથી સાબિત થાય છે.

- પદાર્થના કણ તરંગના દ્વૈત સ્વભાવને પરિણામે હાઈઝનબર્ગે અનિશ્ચિતતાનો સિધ્ધાંત રજૂ કર્યો. આ સિધ્ધાંત એવું સૂચવે છે કે એક જ સમયે એક કણનું સ્થાન અને વેગમાન ચોક્સાઈ પૂર્વક માપી શકાય નહિ.

- ઈલેક્ટ્રોનનો દ્વૈત સ્વભાવ અને હાઈઝનબર્ગના અનિશ્ચિતતના સિધ્ધાંતે તરંગ યાંત્રીકી નમૂનાનો વિકાસ કર્યો. આ તરંગ યાંત્રીકી નમૂના પ્રમાણે, પરમાણુમાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનની ગતિ, ગાણિતીક વિધેય દ્વારા વર્ણવી શકાય કે જેને તરંગ વિધેય કહેવાય છે. આ તરંગ વિધેય પ્રણાલી વિશે બધી જ માહિતી ધરાવે છે અને તેને શ્રોડીંજરના તરંગ સમીકરના ઉકેલથી શોધી શકાય છે.

સુચના

- તરંગ વિધેયનો વર્ગ એ કેન્દ્ર (નાભી) ની આસપાસ આવેલા ત્રિપરિમાણ્વિય અવકાશમાં ઈલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવનાનું માપ છે તેને પરમાણ્વિક કક્ષક અથવા માત્ર કક્ષક કહેવાય છે.

- આ તરંગ વિધેયને ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકથી દર્શાવી સકાય. આ ક્વોન્ટમ આંકો અવકાશમાં રહેલા કક્ષકોનું કદ, આકાર અને સ્થિતિ સ્થાન વર્ણવે છે. પરમાણુના દરેક ઈલેક્ટ્રોનને એક ચોક્કસ અને અનન્ય ક્વોન્ટમ આંક સમૂહ હોય છે.

- મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક એ ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જાનું સંતૃપ્તિકરણ સાથે સંકળાયેલ છે જ્યારે એઝીમ્યુથલ (ગૌણ) ક્વોન્ટમ આંક, એ કક્ષકના આકાર સાથે સંકળાયેલ છે. ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક એ અવકાશમાં કક્ષકની સ્થિતિ સ્થાનની દિશા સાથે સંકળાયેલ છે.

- એક વધારાનો ક્વોન્ટમ આંક એ ઈલેક્ટ્રોનની સ્થિતિને અનુલક્ષીને ઉમેરવામાં આવે છે આ ક્વોન્ટમ આંક તરંગ યાંત્રીકી નમૂનાને અનુસરતા નથી અને ઈલેક્ટ્રોનના ભ્રમણની દિશા ને વર્ણવે છે.

- જુદી જુદી કક્ષકોના આકાર જુદા જુદા હોય છે. જી કક્ષક ગોલીય, ઁ- ડંબ-બેલ ૹ-કક્ષક ક્લોવર પાન આકાર અને ક-કક્ષક એ આઠ દડા (ર્ર્ઙ્ગીજ) આકાર ધરાવે છે.

- ઈલેક્ટ્રનના કોશ અને પેટા કોશના વિતરણને ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી (ઈજ્ઞીષ્ઠંહિૈષ્ઠ ર્ષ્ઠહ-કૈખ્તેટ્ટિંહ) કહેવાય છે. જેને ત્રણ સિધ્ધાંતો જેવા કે આઉફબાઉ સિધ્ધાંત, પૌલીનો નિષેધનો સિધ્ધાંત અને ફુંડનો મહત્તમ ગુણાંકના સિધ્ધાંત દ્વારા સમજાવી શકાય.

- આઉફબાઉ સિધ્ધાંત પ્રમાણે પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રોન એ શક્તિના ચઢતાં ક્રમ પ્રમાણે ગોઠવાય છે અને તેની શક્તિ (ઊર્જા) એ નિયમથી શોધી શકાય છે.

- પૌલીના નિષેધ સિધ્ધાંત મુજબ, કોઈ પણ બે ઈલેક્ટ્રોનના ચારેય ક્વોન્ટમ આંકો સરખાં હોતા નથી.

જ્યારે ઈલેક્ટ્રોન એ પેટાકોશમાં રહેલી સરખી કક્ષકોમાં ગોઠવાય છે ત્યારે હુંડના નિયમ પ્રમાણે દરેક કક્ષકમાં પહેલાં એકલ ઈલેક્ટ્રોન તેની ભ્રમણની દિશા સરખી હોય તેમ દાખલ થાય છે અને પછી જ ઈલેક્ટ્રોન એ યુગ્મ (ૅટ્ઠૈિ) બનાવે છે.

પ્રશ્નાવલી :-

1. (ક) પરમાણુનું બંધારણ નક્કી કરતાં ત્રણ મૂળભૂત કણો કયા છે ?

   (ખ) ઈલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોનના વીજભાર અને દળની તુલના કરો.

2. પરમાણુના બંધારણના વિકાસમાં રૂથરફોર્ડના પ્રદાનની અગત્યતા સમજાવો.

3. કયા પ્રાયોગિક પરિણામો દર્શાવે છે કે પ્રકાશ દ્વૈત સ્વભાવ ધરાવે છે ?

   (ક) આવૃત્તિથી પ્રસરણ પામતા રેડિયો કિરણની ઊર્જાની ગણતરી કરો.

   (ખ) લાલ પ્રકાશ, જેની તરંગ લંબાઈ છે તેની ઊર્જા કેટલી હશે ?

4. બ્રોહરનો નમૂનો રૂથરફોર્ડના નમૂના કરતાં કઈ રીતે ચઢિયાતો હશે ?

5. બ્રોહરના નમૂનાની ખામીઓ લખો.

6. પરમાણુના તરંગ યાંત્રીકી નમૂનાનો વિકાસ શાના આધારે થયો છે ?

7. કક્ષક એટલે શું ? જી અને ઁ કક્ષકોના આકાર દોરો.

8. હુંડનો મહત્તમ ગુણાંકનો નિયમ ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

પાઠગત પ્રશ્નોના જવાબ :-

2.1

1. પ્રોટોન એ ઈલેક્ટ્રોન કરતાં ભારે છે તેમના દળનો ગુણોત્તર

2. પરમાણુમાં રહેલા મુખ્ય બંધારણીય કણો જેવા કે પ્રોટોન, ન્યૂટ્રોન, ઈલેક્ટ્રોન વગેરે મૂળભૂત કણો તરીકે ઓળખાય છે.

3. ન્યૂટ્રોન

2.2

1. ઈલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રોન

2. રૂથરફોર્ડના પ્રયોગનો હેતુ થોમસનના પ્લમ પુડિંગ નમૂનાને ચકાસવાનો હતો.

3. પરમાણુના રૂથરફોર્ડના નમૂના પ્રમાણે, પરમાણુનો ધનભાર તથા મહદ્ અંશે તેનું દળ નાભીમાં હોય છે. પરમાણુનો બાકીનો ભાગ ખાલી અવકાશ હોય છે જેમાં સૂક્ષ્મ, ઋણભારીત ઈલેક્ટ્રોન હોય છે.

2.3

1. વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણો એ ઊર્જાનું એક સ્વરૂપ છે જે વિદ્યુતીય અને ચુંબકીય ભાગ તરીકે

સુચના

અવકાશમાં પ્રસરે છે. વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણોને પ્રસરવા કોઈ માધ્યમની જરૂર હોતી નથી અને તે પ્રકાશની ઝડપ જેટલી ગતિથી મુસાફરી કરે છે.

2. વિદ્યુત ચુંબકીય કિરણોની જુદી જુદી લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.

(i) તિવ્રતા (આંદોલનની) (ii) તરંગ લંબાઈ (iii) આવૃત્તિ

(iv) તરંગ સંખ્યા અને (v) વેગ

3. પરમાણુના રૂથરફોર્ડના નમૂના પ્રમાણે, પરમાણુનો ધનભાર તથા મહદ્ અંશે તેનું દળ નાભીમાં હોય છે. પરમાણુનો બાકીનો ભાગ ખાલી અવકાશ હોય છે જેમાં સૂક્ષ્મ, ઋણભારીત ઈલેક્ટ્રોન હોય છે.

4. દૃશ્યમાન પ્રકાશના ક્વોન્ટમને ફોટોન કહે છે. આ ફોટોનની ઊર્જા એ કિરણોની આવૃત્તિના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

2.4

1. રેખીય વર્ણપટ એ લાક્ષણિક તરંગ લંબાઈ ધરાવતી રેખાઓની શ્રેણીનો બનેલો હોય છે જ્યારે સળંગ વર્ણપટ એ સંભવિત તમામ તરંગ લંબાઈઓનો પહોળો પટ્ટો ધરાવે છે અહીં આ તરંગ લંબાઈ સતત રીતે કોઈ અવકાશ વિના બદલતી રહે છે.

2. બ્રોહરના નમૂનાની મુખ્ય અભિધારણાઓ નીચે મુજબ છે :-

(i) ઈલેક્ટ્રોન એ કેન્દ્રમાં રહેલ સ્થિર નાભીની આસપાસ વર્તુળાકાર માર્ગમાં ગતિ કરતાં હોય છે જેને સ્થિર કક્ષા અથવા સ્થિર સ્થિતિ કહે છે.

(ii) ઈલેક્ટ્રોન એક ફોટોન જેટલી ઊર્જાનું શોષણ અથવા ઉત્સર્જન કરીને તેમની કક્ષા બદલી શકે છે. આ ઊર્જાનું મૂલ્ય એ બે કક્ષાની ઊર્જાના તફાવતના મૂલ્ય જેટલું હોય છે.

(iii) ઈલેક્ટ્રોનના કોણીય વેગમાનનું તૃપ્તીકરણ થાય છે.

3. મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક નું મૂલ્ય જેમ વધે તેમ બ્રોહરની કક્ષાની ઊર્જાનું મૂલ્ય પણ વધતું જાય છે. એ ઊર્જાનું મૂલ્ય ઓછું ઋણ અને ખૂબ જ ઓછું ઋણ થતું જાય છે.

2.5

1. તરંગ કણ દ્વૈતવાદ એ સત્ય સૂચવે છે કે પ્રકાશ અને અમુક કણો જેવા કે ઈલેક્ટ્રોન ક્યારેક તરંગ તરીકે અને ક્યારેક કણ તરીકે વર્તે છે.

2. ઈલેક્ટ્રોનનો તરંગ સ્વભાવ એ નીકલના ઘન સ્ફટિક દ્વારા ઈલેક્ટ્રોનના વિવર્તનના અભ્યાસ દ્વારા પ્રસ્થાપિત થયો

3. ઈલેક્ટ્રોનનું દળ

   ગતિ અથવા વેગ

   સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને ઈલેક્ટ્રોન સાથે સુસંગત તરંગ લંબાઈનું મૂલ્ય

4. હાઈઝનબર્ગના અનિશ્ચિતતાના સિધ્ધાંત પ્રમાણે કણનું સ્થાન અને વેગમાન બંન્નેનું ચોક્સાઈ પૂર્વકનું માપન શક્ય નથી. ચોક્કસ શબ્દોમાં આપણે કહીએ તો જો આપણે કણનું સ્થાન ચોક્સાઈ પૂર્વક માપીએ તો તેનું વેગમાન ચોક્સાઈ પૂર્વક માપી શકાતું નતી અને આથી વિરુધ્ધ.

2.6

1. પરમાણુની અંદર રહેલા ઈલેક્ટ્રોનની ગતીને ગાણિતિક વિધેય દ્વારા વર્ણવી શકાય છે. તે પ્રણાલી વિશેની બધી જ માહિતીઓ ધરાવે છે અને તેને તરંગ સમીકરણને ઉકેલીને મેળવી શકાય છે. આ સમીકરણને શ્રોડીંજર તરંગ સમીકરણ કહેવાય છે.

2. કેન્દ્રીય સ્થિર નાભીની આસપાસ રહેલાં વર્તુળાકાર પથ કે જેની ઊર્જા નિશ્ચિત છે તેને કક્ષા કહે છે જ્યારે કેન્દ્રની આસપાસના અવકાશમાં રહેલો ત્રિપરિમાણિય વિસ્તાર કે જ્યાં ઈલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના રહેલી છે તેને કક્ષક કહેવાય છે.

3. ક્વોન્ટ આંકો એ પૂર્ણાંકો છે કે જે તરંગવિધેયને વ્યાખ્યાયિત કરે છે આ ક્વોન્ટમ આંકો શ્રોડીંજર તરંગ સમીકરણના ઉકેલ દરમ્યાન મળે છે અને પરમાણુમાં રહેલાં દરેક ઈલેક્ટ્રોનને પોતાનો એક અલગ જ ક્વોન્ટમ આંક સમૂહ હોય છે. શ્રોડીંજર તરંગ સમીકરણ દરમિયાન મળેલા ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકો નીચે મુજબ છે.

   (i) મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક,

   (ii) એઝીમ્યુથલ (ગૌણ) ક્વોન્ટમ આંક, અને

   (iii) ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક

4. મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક, એ કોટામાં રહેલાં ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જા (શક્તિ) સાથે સંકળાયેલ છે. ક્વોન્ટમ આંક એ કક્ષકના ભૌમીતીક આકાર સાથે સંકળાયેલ છે જ્યારે ક્વોન્ટમ આંક એ અવકાશમાં કક્ષકનું સ્થિતિ સ્થાનનું નિરૂપણ કરે છે.

2.7

1. જી- કક્ષક = ગોલીય

   P- કક્ષક = ગોલીય

   d- કક્ષક = ક્લોવર પાન આકાર (Cloverleaf Shaped)

2. 2-જી કક્ષકનો આકાર એ 1-5 કક્ષકના આકારની જેમ ગોલીય છે. જ્યારે આ બંન્ને કક્ષકો વચ્ચે બે તફાવત છે. પ્રથમ તફાવત એ કે 2-જી કક્ષકનું કદ એ 1-જી કક્ષક કરતાં મોટું છે અને બીજુ કે તે ગોલીય દડા (node) ધરાવે છે.

3. (i) તે જી કક્ષકનો (15 સિવાય) શૂન્ય સંભાવના ધરાવતો ગોલીય વિસ્તાર છે.

   (ii) તે કક્ષકનો (5 કક્ષક સિવાયનો) સમતલીય વિસ્તાર છે કે જ્યાં ઈલેક્ટ્રોન હોવાની સંભાવના શૂન્ય છે.

4. 3જી કક્ષકને બે ગોલીય દડા (nodes) હોય છે.

2.8

1. કોશ અને પેટા કોશમાં ઈલેક્ટ્રોનના વિતરણને ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી (Electronic Cofiguration) કહેવાય છે.

2. પૌલીનો સિધ્ધાંત સૂચવે છે કે પરમાણુમાં રહેલા કોઈ બે ઈલેક્ટ્રોનના ચારેય ક્વોન્ટમ આંક સમૂહ સરખાં હોતાં નથી.

3. આઉફબાઉ સિધ્ધાંત સૂચવે છે કે ઈલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી તેમની શક્તિના ચઢતાં ક્રમમાં મુજબ થાય છે અને આ શક્તિની ગણતરી નિયમ પ્રમાણે કરવામાં આવે છે.

   અહીં બે નિયમ છે,

(i) કક્ષક કે જેથી નું મૂલ્ય નીચું હોય છે તે પહેલાં ભરાય છે.

(ii) જો કોઈ બે કક્ષકના શક્તિનું મૂલ્ય નિયમ પ્રમાણે સરખું હોય તો જે કક્ષકની નું મૂલ્ય નીચું હોય તે પહેલાં ભરાય છે.

3

આવર્તકોષ્ટક અને પરમાણુ ગુણધર્મ

તમે શાકભાજીની દુકાનમાં બટાકા, ડુંગળીની અલગ-અલગ પગલીઓ જઈ હશે. જો તેમને મિશ્ર કરીને રાખવામાં આવ્યા હોય તો તમને 1 કિલો ડુંગળી લેવામાં કેટલી મુશ્કેલી થશે ? જો તમારી પાસે ઘણી બધી વસ્તુઓ હોય તો તમારે અલગ-અલગ રાખવું પડશે જેથી તેમનો સરળતાથી અને જલદી ઉપયોગ કરવામાં આવી શકે તમે કપડા, ખાદ્ય સામગ્રી, પ્રસાધન સામગ્રી અથવા પુસ્તકો એક સાથે ભેગું કરીને નથી રાખી શકતા. વર્ગીકરણની ખબર પડે છે છે ખાદ્ય સામગ્રી રસોઈ ઘરમાં પુસ્તકો વાંચવાના ટેબલ પર અથવા કબાટમાં અને પ્રસાધન સામગ્રી શૃંગારનાં ટેબલ પર રાખવામાં આવે છે. દુકાનદાર, વ્યાપારી, ભંડારણ કર્તા, પ્રશાસક, પ્રબંધક, સૂચના પ્રૌદ્યોગિકી વિશેષજ્ઞ અને વૈજ્ઞાનિક વગેરેને પોતાની વસ્તુઓ અલગ-અલગ વર્ગીકૃત કરીને રાખવાની હોય છે.

- *તત્ત્વોની ખૂબ જ મોટી સંખ્યાનો અભ્યાસ કરતી વખતે રચાસયન શાસ્ત્રીઓને પણ આવી જ રીતે મુશ્કેલીઓ થઈ હતી. તત્ત્વોનાં ભૌતિક અને રાસા. ગુણધર્મોનાં અભ્યાસ અને તેમની વ્યવસ્થિત માહિતી રાખવી રસાયણશાસ્ત્રીઓ માટે એક મોટી સમસ્યા હતી. આ પાઠમાં આપણે આવર્ત નિયમની શોધ અને તેનાં પ્રયોગથી સમાન ગુણધર્મવાળા તત્વોનાં વર્ગીકરણનો અભ્યાસ કરીશું.*

હેતુ :

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે,

- *તત્વોનાં વર્ગીકરણની જરૂરિયાતોનો સ્વીકાર કરશો.*
- *તત્વોના વર્ગીકરણ માટે કરવામાં આવેલ પ્રારંભિક પ્રયાસોની જાણકારી પ્રાપ્ત કરી શકશો.*
- *આધુનિક આવર્ત નિયમની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*

સુચના

- 100 થી વધારે પરમાણુ સંખ્યાવાળા તત્વોનાં I.U.P.A.C. નામ પધ્ધતિ અનુસાર નામ આપી શકશો.

- આવર્ત કોષ્ટકમાં તત્વોનાં વ્યવસ્થા ક્રમમાં તેમની ઈલેકટ્રોન રચના સાથે સંબંધ સ્થાપિત કરી શકશો.

- આવર્ત કોષ્ટકમાં (1–18) વર્ગોને અંકિત કરી શકશો.

- આવર્ત કોષ્ટકમાં તત્વોને S, P, d અને f- કક્ષકોમાં ગોઠવી શકશો.

- (a) પરમાણું S ત્રિજ્યા

(b) આયનીક ત્રિજ્યા

(c)આયનીકરણ અન્યાલ્પી

(d) કોઈ વર્ગ અથવા આવર્તકમાં ઈલેકટ્રોન ગ્રહણની એન્થાલ્પીની આવર્તિતા સ્પષ્ટ કરી શકશો.

3.1 પ્રારંભિક પ્રયાસ :

- ધાતુઓનાં આવિષ્કારનાં સમયથી જ અથવા તેના પહેલાથી જ તત્વોનાં વર્ગીકરણનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો હતો. ઈ.સ. 1917 માં જે ડબલ્યુ. ડોબેરાઈનરે શોધી કાઢ્યું કે જ્યારે ધનિષ્ટ રૂપથી સંબંધિત તત્વોને ત્રણ-ત્રણનાં સમૂહમાં રાખવામાં આવે છે તો વચ્ચેનાં તત્વનો પરમાણુંભાર અન્ય બે તત્વોનાં પરમાણું ભારોને લગભગ સમાંતર મધ્ય હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે,

તત્ત્વ	લિથિયમ	સોડિયમ	પાોટેશિયમ
પરમાણું ભાર	6.94	22.99	39.10
મધ્ય પરમાણું ભાર	–	23.02	–

- તેમણે ત્રણ તત્વોનાં આવા સમૂહને 'ત્રિક' નામ આપ્યું તત્વોનાં સાચા પરમાણું ભાર જાણતાં ન હોવાથી તે કેટલાક તત્વોને જ આ પ્રકારનાં સમૂહમાં ગોઠવી શક્યા.

- ઈ.સ. 1963 માં જે.આર. ન્યૂલેડ એ તત્વોનાં વર્ગીકરણની એક પધ્ધતિ વિકસિત કરી અને તેને 'અષ્ટક નિયમ' નામ આપ્યું. તેમને તત્વોને એ રીતે ગોઠ્યા કે પ્રત્યેક આઠમા તત્વનાં ગુણધર્મ સમાન હતાં, જેવું કે સંગીતનાં સ્વરોમાં હોય છે. આ નિયમ ઘણા બધા જાણીતા તત્વો માટે પ્રયુક્ત થઈ

શક્યો નહી, પરંતુ આ નિયમથી આ સંકેત મળ્યો કે વ્યવસ્થિત તત્વોનાં ગુણધર્મોમાં સમાનતા હોય છે. આ રીતે આવર્તિતાની સાર્થક કલ્પના પહેલીવાર કરવામાં આવી.

આવર્તિતા :

નિયમ અંતરાલનાં પછી ગુણધર્મોની પુનઃપ્રાપ્તિ પછીથી જ્યારે લોથર મેયરનાં કાર્યથી એ જાણવા મળ્યું કે આવર્તિતા, તત્વોના ભૌતિક ગુણધર્મો પર આધારિત હોય છે તો વધારે સાર્થક પરિણામ પ્રાપ્ત થાય. તેમણે સ્પષ્ટ રૂપથી દર્શાવ્યું કે કેટલાક ગુણધર્મ આવર્તી ફલન પ્રતિપાદિત કરે છે.

3.2 મેન્ડેલીફનું આવર્ત કોષ્ટક :

- ઈ.સ. 1969 માં રુસનાં રસાયણશાસ્ત્રી મેન્ડેલીફે તત્વોનાં પરમાણું ભાર અને તેમનાં ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચેનાં સંબંધનો ગાઢ અભ્યાસ કર્યો ત્યારે તેમણે એક કોષ્ટક બનાવ્યું જેમાં તત્વોને તેમનાં વધતા પરમાણુભારનાં ક્રમમાં ગોઠવવામાં આવ્યા હતા. અહીંયા એ પણ જાણવા મળ્યું કે પ્રત્યેક આઠમાં તત્વ અને પ્રથમ તત્વનાં ગુણધર્મ સમાન હોય છે. આથી ગુણધર્મોની ક્રમબધ્ધ આવર્તિતા હોય છે.
- મેન્ડેલીફનાં આવર્ત કોષ્ટકની એક વિશેષ ઉપયોગીતા હતી, કેટલાક તત્વો કે જેમનો આવિષ્કાર થવાનો હતો તેમના માટે કેટલાક સ્થાન છોડવામાં આવ્યા હતા. તેમણે આ તત્વોનાં ગુણધર્મો પણ પ્રયુક્ત કરી દીધા હતા. પરંતુ મેન્ડેલીફનાં આવર્ત કોષ્ટકમાં સમસ્થાનિકો અને ઉત્કૃષ્ટ ગેસો માટે કોઈ સ્થાન છોડવામાં આવ્યું ન હતું. જેમનો આવિષ્કાર પાછળથી થયો હતો.

કોષ્ટક 3.1 ઈ.સ. 1871 નું મેન્ડેલીફનું આવર્ત કોષ્ટક

Group	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII
Oxide Hydride	R_2O RH		RO RH_2		R_2O_3 RH_3		RO_2 RH_4		R_2O_5 RH_3		RO_3 RH_2		R_2O_7 RH		RO_4
Periods ↓	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	Transition series
1	H 1,008														
2	Li 6.939		Be 9.012		B 10.81		C 12.011		N 14.007		O 15.999		F 18.998		
3	Na 22.99		Mg 24.31		Al 29.98		Sl 28.09		P 30.974		S 32.06		Cl 35.453		
4 First series:	K 39.102		Ca 40.08			Sc 44.96		Ti 47.90		V 50.94		Cr 50.20		Mn 54.94	Fe Co Ni 55.85 58.93 58.71
Second series:		Cu 63.54		Zn 65.37	Ga 69.72		Ge 72.59		As 74.92		Se 78.96		Br 79.909		
5 First series:	Rb 85.47		Sr 87.62			Y 88.91		Zr 91.22		Nb 92.91		Mo 95.94		Tc 99	Ru Rh Pd 101.07 102.91 106.4
Second series:		Ag 107.87		Cd 112.40	In 114.82		Sn 118.69		Sb 121.75		Te 127.60		I 126.90		
6 First series:	Cs 132.90		Ba 137.34			La 138.91		Hf 178.49		Ta 180.95		W 183.85			Os Ir Pt 190.2 192.2 195.09
Second series:		Au 196.97		Hg 200.59	Tl 204.37		Pb 207.19		Bi 208.98						

સુચના

- તત્વોનાં રાસાયણિક ગુણધર્મોની જાણકારી અને નિશ્ચિત રૂપમાં વ્યવસ્થિત તત્વો દ્વારા પ્રદર્શિત આવર્તિતા વિશે મેન્ડેલીફની અંતઃદષ્ટિની રસાયણના ઈતિહાસમાં કોઈ સમાનતા નથી. આ કાર્યનાં ફળરૂપે આવર્ત નિયમનાં મૌલિક સિદ્ધાંતો મજબૂત થાય તેમણે સર્વાધિક મહત્વપૂર્ણ નિષ્કર્ણ એ નીકળ્યો કે જો તત્વોને તેમનાં પરમાણુ ભારનાં ક્રમમાં ગોઠવવામાં આવે તો ગુણધર્મોમાં ક્રમબદ્ધ, આવર્તિતા હોય છે. અહીંયા સુધી કે કેટલાક તત્વોનાં ગુણધર્મોને તેમનાં આવિષ્કારનાં પહેલા થી જ બનાવવામાં આવ્યા હતા. મેન્ડેલીફનું આવર્ત કોષ્ટક પરમાણું ક્રમાંકની શોધ થયા પછી અત્યંત ઉપયોગી રહ્યું. પરંતુ કેટલાક અંતઃનિર્હિત દોષોએ આ પધ્ધતિનો વિરોધ કર્યો.

3.3 આધુનિક પ્રસ્તાવ :

- ઈ.સ. 1913 માં મોઝુલે અને તેના સાથીઓએ પરમાણું ક્રમાંકનાં આવિષ્કાર કર્યો. પરમાણું ક્રમાંક પર આધારિત આવર્ત કોષ્ટક આધુનિક આવર્ત કોષ્ટક કહેવાય છે. મોઝલે એ બધા જ તત્વોને તેમના પરમાણુ ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવ્યા અને બતાવ્યું કે તત્વોના ગુણધર્મો તેમનાં પરમાણું ક્રમાંકોના આવર્તી ફલન હોય છે.

આધુનિક આવર્ત નિયમ : તત્વોના ગુણધર્મ તેમનાં પરમાણુ ક્રમાંકોના આવર્તી ફલન હોય છે.

3.4 આવર્ત કોષ્ટકનું દીર્ઘરૂપ :

તત્વોને આવર્તકોષ્ટકનાં દીર્ઘ રૂપમાં ગોઠવવાથી એક બાજુ તેમની ઈલેક્ટ્રોન રચનામાં અને બીજી બાજુ તેમના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં રહે છે. તત્વોનાં વર્ગીકરણ માટે પ્રયુક્ત આધુનિક પરમાણું બંધારણની કેટલીક મહત્વપૂર્ણ ધારણાઓ નીચે આપેલ છે.

(i) રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં જ ઈલેક્ટ્રોનની હાનિ અથવા પ્રાપ્તિ થાય છે.

(ii) કોઈ પરમાણુંનું બીજા પરમાણુઓ સાથે ઈલેકટ્રોનોનું સહભાજન સામાન્ય રીતે બાહ્યત્તમ કક્ષા દ્વારા થાય છે. આ રીતે પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં હાજર ઈલેક્ટ્રોન પ્રાયઃ તત્વોનો રાસાયણિક ગુણધર્મો નક્કી કરે છે.

- આથી આણે અનુમાન લગાવી શકીએ છીએ કે જે તત્વોનાં બહારની ઈલેક્ટ્રોન રચના સમાન હોય છે તેનના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મ સમાન હોવા જોઈએ. આથી સરળ અને વ્યવસ્થિત અભ્યાસ માટે તેમને એક સાથે રાખવા જોઈએ.

સુચના

- ઉપરના તર્કને ધ્યાનમાં રાખીને બધા જ જાણીતાં તત્વોને તેમનાં વધતાં પરમાણુ ક્રમાંકના અનુસાર ગોઠવવામાં આવ્યો. તત્વોનાં ગુણધર્મ આવર્તી ફલન (નિયત અંતરાલ પછી પુનઃપ્રાપ્તિ) રજુ કરી છે આવર્તિતા કોષ્ટક 4.2 માં દર્શાવવામાં આવી છે.

4.5 આવર્ત કોષ્ટકનાં દીર્ઘરૂપનાં સંરચનાત્મક લક્ષણ :

(i) આ કોષ્ટકમાં 18 ઉભા સ્તંભ છે જેમને વર્ગ કહેવામાં આવે છે. તેમને 1 થી 18 સુધીની સંખ્યા આપવામાં આવે છે. પ્રત્યેક વર્ગનો વિશિષ્ટ વિન્યાસ હોય છે.

(ii) આમાં કોષ્ઠોની સાત પંક્તિઓ હોય છે આ પંક્તિઓને આવર્તક કહેવાય છે. આવર્ત કોષ્ટકમાં સાત આવર્તક હોય છે. જેમને 1 થી 7 સુધીની સંખ્યા આપવામાં આવે છે.

(iii) કુલ 114 તત્વો જાણીતા છે જેમાંથી 90 કુદરતમાંથી મળી આવે છે અન્ય તેમનાં રૂપાંતર કરીને બનાવવામાં આવે છે. અથવા કૃત્રિમ રીતે સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે. બંને માનવ નિર્મિત વિધિઓ છે. પરંતુ તમે જાણશો કે 'માનવ નિર્મિત તત્વ' નામનો પ્રયોગ પરાયુરેનિયમ તત્વો (યુરેનિયમનાં પછીનાં તત્વ) માટે કરવામાં આવે છે.

(iv) પહેલા આવર્તમાં માત્ર બે તત્વ છે, આ ખૂબ વધુ આવર્ત છે. બીજા અને ત્રીજા આવર્તમાં પ્રત્યેકમાં માત્ર આઠ તત્વ છે. આ લઘુ આવર્ત છે. ચોથા અને પાંચમાં આવર્તમાં પ્રત્યેકમાં અઢાર તત્વ છે. આ દીર્ઘ આવર્ત છે. છઠ્ઠા આવર્તમાં 32 તત્વ છે. આ પણ દીર્ઘ આવર્ત છે. સાતમુ આવર્તમાં બીજા તત્વ ઉમેરાતા રહેશે.

(v) ગુણધર્મોમાં સમાનતા આધારે વર્ગો તથા વર્ગ સમૂહોને ઉપનામ આપવામાં આવ્યાં છે. ઉદાહરણ તરીકે,

વર્ગ 1 હાઈડ્રોજનને છોડીને, વર્ગ-1 નાં તત્વોને ક્ષાર ધાતુ કહેવાય છે.

વર્ગ 2 નાં તત્વોને ક્ષારીય મુદ્રા ધાતુ કહેવાય છે.

વર્ગ 3 થી 12 નાં તત્વોને સંક્રમણ ધાતુ કહેવાય છે.

વર્ગ 16 નાં તત્વોને ચાલ્કોજન કહેવાય છે.

વર્ગ 17 નાં તત્વોને હેલોજન કહેવાય છે.

વર્ગ 18 નાં તત્વોને ઉત્કૃષ્ટ ગેસો કહેવાય છે.

- આનાથી વધારે 58 થી 71 સુધી પરમાણુ ક્રમાંકવાળા તત્વોને લેન્થેનાઈડ અથવા આંતરિક સંક્રમણ તત્વ (પ્રથમ શ્રેણી) કહેવાય છે. પરમાણુ ક્રમાંક 90 થી 103 સુધીનાં તત્વોને એક્ટિનાઈડ અથવા આંતરિક સંક્રમણ તત્વ (દ્વિતીય શ્રેણી) કહેવાય છે. સંક્રમણ અથવા આંતરિક સંક્રમણ તત્વોને છોડીને અન્ય બધા જ તત્વોને સામૂહિક રીતે મુખ્ય વર્ગ તત્વ કહેવામાં આવે છે.

3.6 ધાતુઓ, અધાતુઓ અને અર્ધધાતુઓની સ્થિતિ :

- આવર્ત કોષ્ટકમાં ધાતુઓ, અધાતુઓ અને અર્ધધાતુઓની સ્થિતિ જાણવા માટે તમે બોરીન (પરમાણુ ક્રમાંક 5) ને ટેલુરિયમ (પરમાણું ક્રમાંક 52) ને જોડતી વિકર્ણ રેખા બનાવો જે સિલિકોન અને આર્સેનિકથી પસાર થતી હોય હવે આપણે નીચેનાં અનુમાન લગાવી શકીએ છીએ.

(i) જો તત્વ વિકર્ણ રેખાનાં ઉપર અને ડાબી બાજુ હોય છે તે અધાતુ હોય છે. (સિલીનિયમ આનો અપવાદ છે. તેનાં કેટલાક ધાત્વિક લક્ષણ પણ હોય છે.) તત્વ, વિકર્ણ રેખાથી જેટલું દૂર અને ઉપરની બાજુ હોય છે, અધાત્વિક લક્ષણ એટલું જ સ્પષ્ટ થાય છે.

(ii) જો તત્વ વિકર્ણ રેખાની નીચે અને જમણી બાજુ હોય છે, તે ધાતુ હોય છે. (હાઈડ્રોજન આનો અપવાદ છે આ અધાતુ છે.) તત્વ વિકર્ણ રેખાથી જેટલું દૂર અને નીચેની બાજુ હોય છે ધાત્વિક લક્ષણ એટલું જ સ્પષ્ટ થાય છે. બાધ લેન્થેનાઈડ અને એક્ટિનાઈડ ધાતુ હોય છે.

(iii) વિકર્ણ રેખા પર આવતા તત્વો અર્ધધાતુ હોય છે. આમાં ધાતુ અને અધાતુ બંનેનાં લક્ષણ હોય છે. આના સિવાય જર્મેનિયમ, એન્ટિમની, સિલિનિયમ પણ અર્ધધાતુઓના લક્ષણ રજૂ કરે છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 3.1

(1) 14, 15 અને 16 વર્ગનાં તત્વોને ધાતુઓ, અધાતુઓ અને અર્ધધાતુઓમાં વર્ગીકૃત કરો.

(2) એલ્યુમિનિયમ અને પોટેશિયમનાં ધાત્વિક લક્ષણોની તુલના કરો.

(3) નીચેનાં તત્વોની વર્ગ સંખ્યા લખો.

(1) ક્ષારીય મુદ્રા ધાતુઓ

(2) સંક્રમણ ધાતુઓ

(3) સંક્રમણ ધાતુઓ

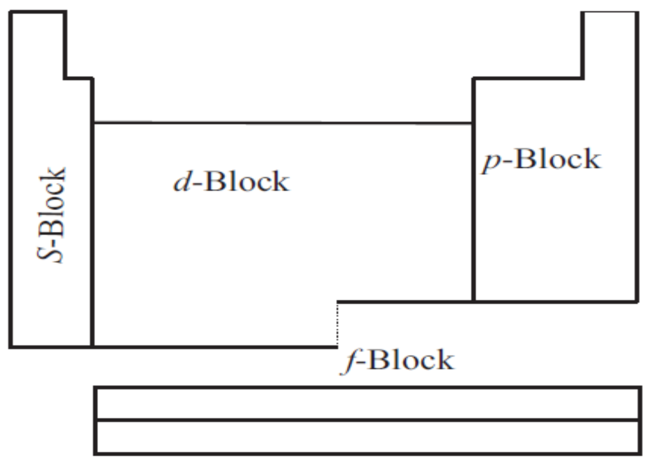
(4) હેલોજન

(5) ઉત્કકૃષ્ટ ગેસો

(4) પાંચ માનવ-નિર્મિત તત્વોનાં નામ બતાવો.

3.7 તત્વોનું 's', 'p' ,'d' અને 'f' બ્લોકોમાં વર્ગીકરણ

- આવર્તકોષ્ટકમાં તત્વોનું સામૂહીકરણ અન્ય રીતે પણ કરવામાં આવી શકે છે. આ સામૂહીકરણમાં છેલ્લા ઈલેક્ટ્રોનની સ્થિતિ સૌથી વધુ મહત્વપૂર્ણ હોય છે. ઉદા. માટે જો ઈલેક્ટ્રોન 5 -કક્ષકમાં જશે તો તત્વ-5 બ્લોકનું થશે અને જો ઈલેક્ટ્રોન S- કક્ષકમાં જશે તો તત્વ p- બ્લોકનું થશે આ રીતે જો છેલ્લો ઈલેક્ટ્રોન પરમાણુનાં p-કક્ષકમાં જાય તો તત્વ d- બ્લોકનું થશે.



આકૃતિ ૩.૧

- Mn અને Zn નાં વિન્યાસોમાં કેટલાક અપવાદ છે. આ અપવાદોનાં વિષયમાં તમે પાઠ 23 માં ભણશો.

- ઉપર બતાવેલ તત્વોનાં સામૂહીકરણનો સંબંધ પૂર્વ વર્ણિત તત્વોના વર્ગ સમૂહોથી આ પ્રકારે થાય છે.

(i) s- બ્લોક તત્વ : બધી ક્ષાર ધાતુઓ અને ક્ષારીય મુદ્રા ધાતુઓ

(ii) p- બ્લોક તત્વ : વર્ગ સંખ્યા 13 થી વર્ગ સંખ્યા 18 સુધી બધા તત્વ

(iii) d- બ્લોક તત્વ : લેન્થેનાઈડ અને એક્ટિનાઈડને બાદ કરતાં વર્ગ સંખ્યા 3 થી વર્ગ સંખ્યા 12 સુધી, બધા તત્ત્વ

(iv) f- બ્લોક તત્વ : લેન્થેનાઈડ (પરમાણું ક્રમાંક 58 થી 71) અને એક્ટિનાઈડ (પરમાણુ ક્રમાંક 90 થી 103)

- 100 થી વધુ પરમાણું ક્રમાંકવાળા તત્વોની નામ પદ્ધતિ :

શરૂઆતમાં નવા તત્વોનાં નામકરણનું કાર્ય સંપૂર્ણ રીતે તેનાં આવિષ્કાર પર છોડી દેવામાં આવ્યું હતું. વિચારેલા નામોને પછીથી I.U.P.A.C. એ નિશ્ચિત કર્યા. પરંતુ 10A થી વધારે પરમાણું ક્રમાંકવાળા કેટલાક તત્વોના મૂળ આવિષ્કારકો પર વિવાદનાં કારણે I.U.P.A.C. અને 1994 માં કમિશન ઓન નોમનકલેચર ઓફ ઈન ઓર્ગેનિક કેમેસ્ટ્રી (સી.એન.આઈ.સી.) ની સ્થાપના કરી વિશ્વભરનાં રસાયણશાસ્ત્રીઓ અને કમિશનનાં વિચાર વિમર્શ પછી I.U.P.A.C. એ 1997 માં 103 થી વધુ પરમાણું ક્રમાંકવાળા તત્વો માટે નામ પદ્ધતિની રચના કરી.

- આનાં અનુસાર નામોની ઉત્પતિ તત્વનાં પરમાણું ક્રમાંકમાં 0 અને સંખ્યા 1-9 નાં નીચેનાં સંખ્યાસૂચક મૂળ પ્રયુક્ત કરીને કરવામાં આવે છે.

O=nil	3=tri	6=hex	g=enn
1=un	4=quad	7=sept	
2=bi	s=pent	8=oct	

- પરમાણું ક્રમાંકનાં અંકોના ક્રમમાં આ મૂલોને રાખીને અંતમાં ઈયમ જોડવામાં આવે છે.

- આ પધ્ધતિથી વ્યુત્પન્ન અને I.U.P.A.C. દ્વારા સ્વીકૃત 103 થી વધારે પરમાણું ક્રમાંકવાળા કેટલાક તત્વોનાં નામ કોષ્ટકમાં બતાવ્યા છે.

પરમાણું ક્રમાક	નામ	સંકેત	I.U.P.A.C. દ્વારા સ્વીકૃત નામ	IUPAC પ્રતીક
104	અનનિલક્વાડિયમ	Unq	રૂથરફોર્ડિયમ	Rf
105	અનનિલપેટિયમ	Unp	ડબનિયમ	Db
106	અનનિલહેક્ઝિયુમ	Unh	સીબોર્જિયમ	Sg
107	અનનિલસેપ્ટિયમ	Uns	બોદ્રીયમ	Bh

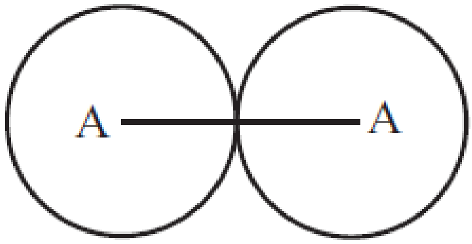
108	અનનિલઓક્ટિયમ	Uno	હેસ્સિયમ	Hs
109	અનનિલલિયમ	Une	મીટનેરિયમ	Mt
110	અન-અનઈલિયમ	Uun	–	–
111	અન-અનઅનનિયમ	Uuun	–	–
112	અન-અનબિયમ	Uub	–	–
113	અન-અનદ્રિયમ	Uut	–	–
114	અનઅનકવાડિમય	Uuq	–	–
115	અનઅનપેટિયમ	Uup	–	–

3.8 પરમાણું ગુણધર્મોનાં આવર્તિતા :

- આવર્ત કોષ્ટકમાં નિશ્ચિત અંતરાલ પછી કેટલાક અભિલાક્ષણિક ગુણધર્મ વારંવાર પુનઃ પ્રાપ્ત થાય છે આથી તેમની માત્રાઓમાં ભિન્નતા જોવા મળે છે. આને વ્યક્ત કરવા માટે આવર્તિતા શબ્દનો પ્રયોગ કરવામાં આવે છે. આ રીતે આવર્ત કોષ્ટકમાં એક નિશ્ચિત સ્થાનથી આરંભ કર્યા પછી નિશ્ચિત દિશામાં વધવાથી કોઈ ગુણધર્મમાં સતત વૃદ્ધિ અથવા ઘટકો થાય છે.

3.9 પરમાણું ત્રિજ્યા

- સમનાભિકીય દ્વિપરમાણુંક અણુઓમાં એક નાભિનાં કેન્દ્ર બિંદુથી બીજા નાભિનાં કેન્દ્ર સુધીની ત્રિજ્યાથી બંધ લંબાઈ પ્રાપ્ત થાય છે આ બંધ લંબાઈનો અડધો ભાગ પરમાણું ત્રિજ્યા હોય છે. પ્રત્યેક આવર્તનાં પ્રથમ સભ્યની ત્રિજ્યા સૌથી વધુ હોય છે. આ રીતે આપણે કહી શકીએ છીએ કે વર્ગ-1 નાં પરમાણું પોતાની ક્રમિક ક્ષૈતિજ પંક્તિઓમાં સૌથી મોટા હોય છે આજ રીતે વર્ગ-2 નાં પરમાણુંઓનાં ત્રિજ્યા પણ મોટા હોય છે. પરંતુ તે વર્ગ-1 નાં પરમાણુઓથી નિશ્ચય જ નાના હોય છે. આનું કારણ એ છે કે નાભિનો વધારાનો આવેશ ઈલેક્ટ્રોનોને અંદરની બાજુ આકર્ષિત કરે છે જેનાથી તેની ત્રિજ્યા ઓછી થઈ જાય છે. જેમ-જેમ ડાબી બાજુથી જમણી બાજુએ જાય છે ત્યારે પણ પરમાણુઓનાં ત્રિજ્યામાં ઘટાડાની આ વૃત્તિ ચાલુ જ રહે છે. આનું ઉદા. ચિત્ર 4.3 માં આપેલ છે. આનાં કેટલાક અપવાદ પણ હોઈ શકે છે જેનાં કેટલાક અન્ય કારણ પણ હોઈ શકે છે.



આકૃતિ : ૩.૨

આકૃતિ : ૩.૩

- તત્વોના વર્ગમાં જેમ-જેમ નીચેની બાજુએ જઈએ છીએ તેમ પ્રત્યેક ચરણમાં પરમાણુંની ત્રિજ્યા વધે છે.

- આ વૃદ્ધિનું કારણ એ છે કે જ્યારે આપણે કોઈ વર્ગમાં એક તત્વની બીજા તત્વ પર જઈએ છીએ તો નાવ ઈલેક્ટ્રોન વધી જાય છે.

3.10 આયનિક ત્રિજ્યા :

- કોઈ પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રોનોની વૃદ્ધિ અથવા હાનિ થવાથી આયન પ્રાપ્ત થાય છે.

$M(g) \longrightarrow M^+(g) + e^-$ (ધન આયન નિર્માણ)

$M(g) + e^-$ $M^-(g)$ (ઋણ આયન નિર્માણ)

- જ્યારે પરમાણુની બાહ્યત્તમ કક્ષાથી શિથિલતાબદ્ધ ઈલેક્ટ્રોન નીકળી જજ્યા છે તો ધન આયન પ્રાપ્ત થાય છે. પરમાણું ધન ભાર પ્રાપ્ત કરી લે છે અને આયન બની જાય છે. ઈલેક્ટ્રોન નીકળી જવાથી ધન આયન પોતાના પરમાણુથી નાનો થઈ જાય છે કેન્દ્રનો ધનભાર, તટસ્થ પરમાણુંની અપેક્ષા

DMOI] ,v 2
પરમાણ્વિય બંધારણ અને
રાસાયણિક બંધ

સુચના

ઈલેકટ્રોનની ઓછી સંખ્યાની સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આ રીતે કેન્દ્ર દ્વારા વધારે આકર્ષણ હોય છે. જેનાથી ઓછી ત્રિજ્યાનો ધન-આયન પ્રાપ્ત થાય છે.

- ઋણ આયન પોતાના પરમાણુંથી મોટો હોય છે કારણ કે બાહ્યતમ કક્ષામાં ઈલેકટ્રોન પ્રાપ્ત થવાથી ઋણભારોની સંખ્યા વધી જાય છે. અને આ રીતે ઘનભારોની સાપેક્ષમાં ઋણ ભારોની સંખ્યા વધી જાય છે આથી કોશો પર નાભિની પકડ ઓછી થઈ જાય છે. જેનાથી ઋણ આયનનાં ત્રિજ્યા વધી જાય છે.

- ઘન આયન હંમેશા પરમાણુથી નાના હોય છે અને ઋણ આયન પોતાનાં પરમાણુંથી મોટા હોય છે. ઉદા. માટે Na થી $Na+$ નાનો છે જ્યારે Cl થી Cl^- મોટો છે.

- મુખ્ય વર્ગોમાં કોઈ વર્ગમાં ઉપરથી નીચે જવાથી આયનિક વધે છે. ઉદા. Lit = $0.76A^O$, $Na^+=1.02A^O$, $K^+=1.38A^O$ વગેરે આવું દરેક ચરણમાં એક વધારાનો કોષ જોડાવાનાં લીધે થાય છે.

- આવર્ત કોષ્ટકનાં કોઈ આવર્તમાં ડાબાથી જમણી બાજુ જવાથી ઘન આયનની ત્રિજ્યામાં ઘટાડો થાય છે. ઉદા. $Na^+=1.02A^O$, $Mg^{+2}=0.72A^O$, $Al^{+3}= 0.535A^O$ વગેરે. આવું કેન્દ્રમાં વીજભાર વધવાથી અને આયન પર વીજભાર વધવાથી થાય છે.

- આવર્તમાં ડાબાથી જમણી બાજુ જવાથી ઋણઆયનનાં આયનિક ત્રિજ્યાંમાં ઘટાડો થાય છે. ઉદા. $O^{2-}=1.40A^O$, $F^-=1.33A^O$ વગેરે આવું અંશતઃ કેન્દ્રોમાં વીજભાર વધવાથી અને આયન પર વીજભારનાં ઘટવાથી થાય છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 3.2

(1) I.U.P.A.C. નામ પદ્ધતિનાં અનુસાર પરમાણું ક્રમાંક 105, 109, 112 અને 115 વાળાં તત્વોનાં નામ લખો.

(2) નીચેનાંને વધતા નાં ક્રમમાં લખો.

Na^+, Al^{+3}, P^{2-}, F^-

(3) આવર્ત કોષ્ટકમાં કોઈ વર્ગમાં ઉપરથી નીચે અને આવર્તમાં ડાબીથી જમણી બાજુ જવાથી પરમાણું ત્રિજ્યા પર શું પ્રભાવ પડે છે ?

3.11 આયનીકરણ એન્થાલ્પી :

- કોઈ તત્વનાં એક મોલ માટે ગેસીય અવસ્થામાં કોઈ વિયુક્ત પરમાણુથી વાધારે શિથિલતબદ્ધ ઈલેક્ટ્રોનનાં નિષ્કાસન માટે જરૂરી ઉર્જાને આયનીકરણ એન્થાલ્પી કહે છે આને kj mol^{-1} કિલોજૂલ પ્રતિ મોલ) માં રજૂ કરી શકાય છે.

$$M(g) + IE \text{ ® } M^{+}(g) + e^{-}$$

- જેમ-જેમ આપણે આવર્ત કોષ્ટકનાં કોઈ આવર્તમાં ડાબીથી જમણી બાજુ જઈએ છીએ તેમ તેમ તત્વોની આયનીકરણ એન્થાલ્પીની માત્રા નિયમિત રૂપથી વધતી જાય છે.

- આ રીતે કોઈ વર્ગમાં ઉપરથી નીચે જવાથી આયનીકરણ એન્થાલ્પીની માત્રા નિયમિત રૂપથી ઘટતી જાય છે. આથી કોઈ વર્ગમાં સૌથી ઉપરનાં સભ્યની આયનીકરણ એન્થાલ્પી તે વર્ગમાં સૌથી વધારે અને અંતમાં છેલ્લા સભ્યની આયનીકરણ એન્થાલ્પી સૌથી ઓછી હોય છે જેને કોષ્ટક 3.4 માં બતાવ્યું છે.

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H • 1311																	He • 2372
2	Li • 520	Be • 899											B • 801	C • 1086	N • 1403	O • 1410	F • 1681	Ne • 2081
3	Na • 496	Mg • 737											Al • 577	Si • 786	P • 1012	S • 999	Cl • 1255	Ar • 1521
4	K • 419	Ca • 590	Se • 631	Ti • 656	V • 650	Cr • 652	Mn • 717	Fe • 762	Co • 758	Ni • 736	Cu • 745	Zn • 906	Ga • 579	Ge • 760	As • 947	Se • 941	Br • 1142	Kr • 1351
5	Rb • 403	Sr • 549	Y • 616	Zr • 674	Nb • 664	Mo • 685	Te • 703	Ru • 711	Rn • 720	Pd • 804	Ag • 731	Cd • 876	In • 558	Sn • 708	Sb • 834	Te • 869	I • 1191	Xe • 1170
6	Cs • 376	Ba • 503	La • 541	Hf • 760	Ta • 760	W • 770	Re • 759	Os • 840	Ti • 900	Pt • 870	Au • 889	Hg • 1007	TI • 589	Pb • 1007	Bi • 589	Po • 715	At • 703	Rn • 813
7	Fr	Ra 912	Ac 1037															

આકૃતિ ૩.૪

આવર્ત કોષ્ટકમાં તત્વોની આયનીકરણ એન્થાલ્પીનીમાત્રામાં ભિન્નતા નીચેના કારણે પર નિર્ભર કરે છે.

(a) પરમાણું ત્રિજ્યા

(b) પરમાણું કેન્દ્રીય વીજભારની માત્રા

(c) આવરણનું બંધારણ

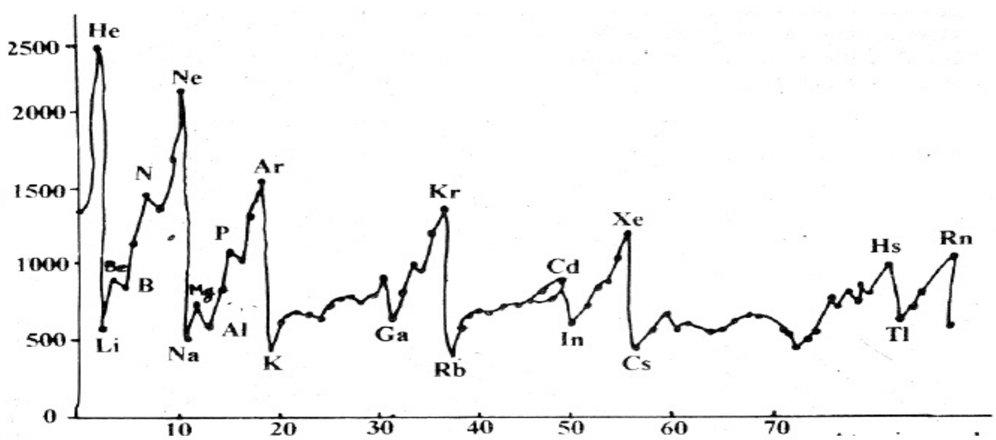
(d) બાહ્ય ઈલેક્ટ્રોનનાં પ્રકાર (s,p,d અથવા f)

- નાનાં પરમાણુઓમાં ઈલેક્ટ્રોન વધારે મજબૂતાઈથી બદ્ધ હોય છે. જ્યારે મોટા પરમાણુઓનાં ઈલિકટ્રોન ઓછી મજબૂતાઈથી બદ્ધ હોય છે. આથી જેમ-જેમ પરમાણું વધે છે આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે.

- જ્યારે કોઈ પરમાણુંથી ઈલેક્ટ્રોન નીકળે છે તો પ્રભાવી કેન્દ્રીય વીજભાર, એટલે કે કેન્દ્રમાં વીજભારની સંખ્યા અને ઈલેક્ટ્રોનોની સંખ્યાનો જથ્થો વધતો જાય છે. પરિણામ સ્વરૂપે વધેલા ઈલેક્ટ્રોન કેન્દ્રની ખૂબ જ નજીક આવી જાય છે અને તેમના પર પકડ ખૂબ જ વધી જાય છે. આથી બીજા ઈલેક્ટ્રોનોને નીકાળવા માટે વધારે ઉર્જાની જરૂર પડે છે. ઉદા. Mg+ આયન Mg પરમાણુંથી નાનો છે Mg+ માં બાકી રહેલા ઈલેક્ટ્રોનો પર પકડ વધી જાય છે આથી દ્વિતીય આયનીકરણ એન્થાલ્પી, પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પીથી વધારે હશે. H + H ⟶ H : H ⟶ H — H

- s,p,d અને f ભિન્ન આકારોમાં હોય છે. આથી આયનીકરણ એન્થાલ્પી નિકળી જતા ઈલેક્ટ્રોનનોનાં પ્રકાર પર પણ નિર્ભર કરે છે. ઉદા. p-કક્ષિય ઈલેક્ટ્રોનોની તુલનામાં s-કક્ષિય ઈલેક્ટ્રોન વધારે મજબૂતાઈથી બદ્ધ થાય છે. કારણ કે તે p-કક્ષિય ઈલેક્ટ્રોનની તુલનામાં કેન્દ્રની વધુ પાસે હોય છે. આ જ રીતે d- ઈલેક્ટ્રોનની તુલનામાં p- ઈલેક્ટ્રોન અને f- ઈલેક્ટ્રોનની તુલનામાં d- ઈલેક્ટ્રોન વધારે મજબૂતાઈથી બદ્ધ હોય છે. જો અન્ય બીજા કારક સમાન હોય તો આયનીકરણ એન્થાલ્પીનો ક્રમ આ રીતે થાય છે.

s > p > d > f



આકૃતિ 3.4

-આ કારક એક સાથે મળીને કેન્દ્ર તથા તેની ચારેય બાજુ રહેલા ઈલેક્ટ્રોનોની વચ્ચે આકર્ષણ બળની માત્રાને નિર્ધારિત કરે છે. આથી આ કારકોનાં કુલ પરિણામ કોઈ તત્વની આયનીકરણ એન્થાલ્પીની માત્રાને નિર્ધારિત કરે છે. તત્વોની આયનીકરણ એન્થાલ્પીની માત્રામાં વિભિન્નતા અને સાથે જ તેમનાં પરમાણું ક્રમાંક ચિત્ર 4.4 માં દર્શાવ્યા છે.

- ચિત્ર 4.4 થી સ્પષ્ટ છે કે :

(i) વર્ગ-1 ની ધાતુઓ (Li, Na, K, Rb વગેરે) ની આયનીકરણ એન્થાલ્પી તેમની ક્રમિક આવર્તોમાં સૌથી ઓછી છે.

(ii) ઉત્કૃષ્ટ ગેસો (He, Ne, Ar, Kr. Xe અને Rn) ની આયનીકરણ એન્થાલ્પી તેમની ક્રમિક આવર્તોમાં સૌથી વધુ છે. કારણ કે સ્થિર પૂર્ણ ભરેલી કક્ષામાંથી ઈલેક્ટ્રોન દૂર કરવા માટે ખૂબ જ વધારે ઉર્જાની જરૂર હોય છે.

(iii) આયનીકરણ એન્થાલ્પીનું માન એકસરખી રીતે નથી વધતું ઉદા. B (બોરોન) ની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી Be (બેરિલિયમ) થી ઓછી છે. Al (એલ્યુમિનિયમ) ની આયનીકરણ એન્થાલ્પી Mg (મેગ્નેશિયમ) થી ઓછી છે. O (ઓક્સિજનની) પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી N (નાઈટ્રોજન) થી ઓછી છે. આને નીચેની રીતે સમજી શકાય છે.

- Be અને Mg ની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી તેનાં પછી આવતાં તત્વોથી વધુ છે કારણ કે તેમાં ઈલેક્ટ્રોન પૂર્ણ ભરેલા S- કક્ષકમાંથી નીકાળવામાં આવે છે.

- N ની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી 0 થી વધારે છે. કારણ કે N માં, ઈલેક્ટ્રોન અડધી ભરેલી p- કક્ષકમાંથી નીકળવામાં આવે છે.

- એક મોલ પદાર્થ માટે ગૈસીય અવસ્થામાં કોઈ વિયુક્ત પરમાણુથી વધારે શિથિલતાબદ્ધ, ઈલેક્ટ્રોનનાં નિષ્કાસન માટે જરૂરી ઉર્જાને આયનીકરણ એન્થાલ્પી કહે છે. આ એક પૂર્ણ માન છે અને આને પ્રયોગ દ્વારા જાણી શકાય છે.

3.12 ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી :

- પ્રત્યેક પરમાણુંની વૃત્તિ હોય છે તે ઈલેક્ટ્રોનનો સ્વીકાર કરી અથવા આપી ઉત્કૃષ્ટ ગેસ રચના ગ્રહણ કરે જે પરમાણુઓને બાહ્યત્તમ કક્ષામાં પાંચ, છ અથવા સાત ઈલેક્ટ્રોન હોય છે તેમની ઈલેક્ટ્રોનોને સ્વીકારવાની અને નજીકના ઉત્કૃષ્ટ ગેસની રચના પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિ હોયછે. ઉદા. માટે

સુચના

હેલોજનોની બાહ્યતમ કક્ષામાં સાત ઈલેક્ટ્રોન હોય છે. તેમની એક ઈલેક્ટ્રોન પ્રાપ્ત કરી નજીકનાં ઉત્કૃષ્ટ ગેસ રચના ગ્રહણ કરવાની વૃત્તિ હોય છે. આ પ્રકમમાં થતા ઉર્જા પરિવર્તન (DE) ને પરમાણુની ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી કહેવાય છે.

- ગેસીય અવસ્થામાં તટસ્થ પરમાણુઓના એક મોલ માટે પ્રત્યેક પરમાણુ દ્વારા એક ઈલેક્ટ્રોન સ્વીકાર કરવાથી મુક્ત અથવા અવશોષિત ઉર્જાને ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી કહે છે.

$X_{(g)} + e^{-} \qquad X^{-}_{(g)}$

જયાં X એ પરમાણુંને રજૂ કરે છે.

$Cl\ (g) + e^{-} \qquad Cl^{-}\ (g): DE = -349\ kJ\ mol^{-1}$

- ઋણાત્મકમાનનો અર્થ છે કે ઉર્જા મુક્ત થઈ છે તો વધારે સ્થાયીકરણની પ્રવૃત્તિને રજૂ કરે છે. જેમ-જેમ આપણે આવર્તમાં ડાબીથી જમણી બાજુ જઈએ છીએ ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી વધારે ઋણાત્મક થઈ જાય છે આનું કારણ એ છે કે અપેક્ષાકૃત નાના પરમાણુંમાં ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરવું સરળ હોય છે કારણ કે સ્વીકારેલ ઈલેક્ટ્રોન, ધનભારિત કેન્દ્રથી વધુ નજીક હોય છે. ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરવાથી હેલોજન વધારે ઉર્જા મુક્ત કરે છે. બીજી બાજુ ધાતુઓ, ઈલેક્ટ્રોનનો સ્વીકાર કરતી નથી. અને તેમનું DE માન ધન હોય છે. જેમ જેમ આપણે આ વર્ગમાં નીચેની બાજુ જઈએ છીએ ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પીનાં ઋણાત્મક માનોમાં પણ ઘટાડો થાય છે. જે રજૂ કરે છે કે પરમાણુંઓનું વિદ્યુત ધનાત્મક લક્ષણ તે જ અનુસાર વધે છે આનું કારણ એ છે કે જેમ-જેમ વર્ગમાં નીચેની બાજુ જઈએ છીએ પરમાણું વધતો જાય છે. અને ઉપસ્થિત ઈલેક્ટ્રોન ઉચ્ચતર કોશમાં જાય છે. કેટલાક તત્વોની ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી અને આવર્ત કોષ્ટકમાં તેમની સ્થિતિ ચિત્ર 4.5 માં દર્શાવેલ છે. કલોરિનની તુલનામાં કલોરિનની ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી વધુ ઋણાત્મક છે. આવું F પરમાણુંના નાના ને લીધે છે. જેમ-જેમ ઈલેક્ટ્રોન નાનાં F પરમાણુંની બાજુ આવે છે. અન્ય ઈલેક્ટ્રોન તેને પ્રતિકર્ષિત કરે છે.

કોષ્ટક 4.5 ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી / $Kjmol^{-1}$

આવર્ત સમૂહ 1		2	13	14	15		16	17	18
1	H							He	
		–73							+98
	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
		–59.6	(0)	–26.7	–154	–7	–111	–328	+116
	3	Na						Cl	Ar
		–53						–349	+ 96
	4	K						Br	Kr

	–48	–325	+96
5	Rb	I	Xe
	–47	–295	+77
6			Rn
			+68

3.13 વિદ્યુત ઋણાત્મકતા

- આ આકર્ષણની તે માત્રાને રજૂ કરે છે જેના દ્વારા કોઈ દ્વિપરમાણુંક અણુમાં ઈલેક્ટ્રોનનાં બંધ યુગ્મ, કોઈએક પરમાણું દ્વારા આકર્ષિત હોય છે. એક પરમાણું, જેવા કે, હાઈડ્રોજનની વિદ્યુત ઋણાત્મકતાનું માન સ્વેચ્છાએ નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે. તેનાં પવછી હાઈડ્રોજનની સાપેક્ષે અન્ય બધા પરમાણુઓનાં વિદ્યુત ઋણાત્મકતાનાં માન નક્કી કરવામાં આવે છે. વિદ્યુત ઋણાત્મકતા સંબંધી પોંલિંગ માપક્રમ એક એવો જ માપક્રમ છે જેને કોષ્ટક 4.6 માં દર્શાવ્યો છે.

- કોઈ સંહસંયોજક બંધમાં પરમાણું દ્વારા ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મને પોતાની બાજુ આકર્ષિત કરવાની ક્ષમતાને વિદ્યુત ઋણાત્મકતા કહે છે. હાઈડ્રોજન (H_2) અથવા ક્લોરીન (F_2) જેવા સમનાભિકીય દ્વિપરમાણુંક અણુમાં સહસંયોજક બંધનો ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ, પ્રત્યેક પરમાણું દ્વારા સમાન રૂપથી આકર્ષિત થાય છે. આ રીતે બે પરમાણુઓમાંથી કોઈપણ ઈલેક્ટ્રોનનોને બંધ યુગ્મને પોતાની બાજુ સ્થાનાંતરિત નથી કરી શકતા. પરંતુ વિષમનાભિકીય દ્વિપરમાણુંક અણુમાં બંધને ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ તે પરમાણુંની બાજુ સ્થાનાંતરિત થઈ જાય છે. જે વધારે વિદ્યુત ઋણાત્મક હોય છે. ઉદા. માટે HF અથવા Hcl માં બંધનાં ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ સમાન રૂપથી સહભાજિત નથી હોતા અને વધારે વિદ્યુત ઋણાત્મક પરમાણું F અથવા Cl બંધ યુગ્મને પોતાની બાજુ સ્થાનાંતરિત કરી લે છે. જેનાથી અણુનું ધ્રુવીભન થાય છે.

- બે પરમાણુઓમાં વિદ્યુત ઋણાત્મકતાનું ખૂબ જ મોટું અંતર નિર્દેશ કરે છે કે તે બંનેની વચ્ચેનો બંધ ખૂબ જ આયનીક છે. જેવા Cs^+F^- બીજી બાજુ જો બે પરમાણુઓ વચ્ચે વિદ્યુત ઋણાત્મકતાઓનું અંતર શૂન્ય હોય તો તે નિર્દેશ કરે છે કે આયનીક લક્ષણ શૂન્ય છે. આથી અણુ સંપૂર્ણ સહસંયોજક છે. ઉદા. H_2, Cl_2, N_2 વગેરે.

કોષ્ટક 3.6 પોલિંગ માપક્રમ પર તત્વોની વિદ્યુત ઋણાત્મકતા

Li	Be	B	C	N	O	F
1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0

K	Ca	Se	Ge	As	Sc	Br
0.8	1.0	1.3	1.7	1.8	2.1	2.5
Cs	Ba					
0.7	0.9					

- વધારે વિદ્યુત ઋણાત્મક તત્વ દૂર જમણી બાજુ ઉપર કિનારા પર સ્થિત છે. (ઉત્કૃષ્ટ ગેસોને સમ્મિલિત નથી કરવામાં આવતી) જેમ-જેમ કોઈ વર્ગમાં નીચેની બાજુ જઈએ છીએ અથવા આવર્તમાં ડાબી બાજુ જઈએ છીએ તો વિદ્યુત ઋણાત્મકતાનું માન ઓછું થઈ જાય છે. આથી ક્લોરિન સૌથી વધુ વિદ્યુત ઋણાત્મક અને સીઝિયમ સૌથી ઓછું વિદ્યુત ઋણાત્મક છે. (રેડિયોએક્ટિવ હોવાથી ફ્રાન્શિયમને દર્શાવ્યું નથી.)

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન : 3.3

(1) પરમાણિક ત્રિજ્યા અને આયનીકરણ એન્થાલ્પી વચ્ચે શું સંબંધ છે ?

(2) પ્રત્યેક યુગ્મમાં કયા પરમાણુની આયનીકરણ એન્થાલ્પી વધુ હશે ?

(i) 3 Li, 11 Na

(ii) 7N 15^{P}

(iii) 20^{Ca}, 12^{mg}

(iv) 13^{Al}, 14^{si}

(v) 17^{cl}, 18^{Ar}

(vi) 18^{Ar} and 19^{K}

(vii) 13^{Al}, 14^{C}

(3) B થી Be અને Al થી Mg ની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી વધુ હોય છે. આની વ્યાખ્યા કરો.

(4) પોતાના ક્રમિક આવર્તોમાં ઉત્કૃષ્ટ ગેસોની આયનીકરણ એન્થાલ્પી સૌથી વધુ કેમ હોય છે ?

(5) સૌથી વધુ વિદ્યુત ઋણાત્મક તત્વનું નામ આપો.

તમે શું શીખ્યા :

- તત્વોનાં વર્ગીકરણથી તેમનો અભ્યાસ સુવ્યવસ્થિત થઈ જાય છે.

- આવર્ત કોષ્ટકમાં દીર્ઘ રૂપમાં તત્વોની ગોઠવણી તેમની ઈલેક્ટ્રોન રચના પર નિર્ભર કરે છે.

- તત્વોનાં ગુણધર્મ તેમનાં પરમાણું ક્રમાંકોનાં આવર્તી ફલન હોય છે.

- આવર્ત કોષ્ટકનાં દીર્ઘરૂપમાં બધા જ જાણીતાં તત્વોને 18 વર્ગોમાં ગોઠવવામાં આવ્યા છે.

- આવર્ત કોષ્ટકનાં દીર્ઘરૂપમાં સાત ક્ષૈતિજ આવર્ત હોય છે.

- વર્ગ-1 અને 2 નાં તત્વોને ક્રમશઃ ક્ષાર ધાતુઓ અથવા ક્ષારીય મુદ્રા ધાતુઓ કહેવાય છે.

- વર્ગ 17 અને વર્ગ 18 ના તત્વોને ક્રમશઃ હેલજન અને ઉત્કૃષ્ટ ગેસ કહેવાય છે ?

- s, p, d અને f-કક્ષકોમાં સ્થિત બાહ્યતમ ઈલેક્ટ્રોનના આધારે આવર્ત કોષ્ટકમાં s, p, d અને f ચાર બ્લોક હોય છે.

- તત્વોનો તેમનાં ગુણધર્મો અને આવર્ત કોષ્ટકમાં તેમની સ્થિતિને આધારે ધાતુઓ, અધાતુઓ અને અર્ધધાતુઓમાં વિભાજિત કરી શકાય છે.

- પરમાણું ત્રિજ્યા આધનિક ત્રિજ્યા આયનીકરણ એન્થાલ્પી, ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી અને વિદ્યુત ઋણાત્મકતા કોઈ વર્ગ અને આવર્તમાં આવર્તી ફલન પ્રતિપાદિત કરે છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન :

(1) આધુનિક આવર્ત નિયમને પરિભાષિત કરો.

(2) કોષ્ટક 4.2 માં આપેલ આવર્ત કોષ્ટકની મદદથી નીચેનાં પ્રશ્નોના જવાબ આપો.

(i) વર્ગ 18 નાં તત્વોને _____ કહેવાય છે.

(ii) ક્ષારીય અને ક્ષારીય મુદ્રા ધાતુઓને સામૂહિક રીતે _______ બ્લોકનાં ધાતુ કહે છે.

(iii) સામાન્ય રીતે હેલોજનોની સામાન્ય રચના ______ હોય છે.

(iv) p-બ્લોકનાં એ તત્વનું નામ આપો કે જે ઉત્કૃષ્ટ ગેસ અથવા હેલોજન સિવાય અન્ય ગેસ હોય

(v) S- બ્લોક બનાવવાવાળા તત્વોનાં વર્ગોના નામ બતાવો.

(vi) પરમાણુ ક્રમાંક 118 નું તત્વ હજુ સુધી શોધાયું નથી આનો સંબંધ કયા બ્લોકથી થશે ?

(vii) જો 7s, 7p, 6d અને 5f બ્લોક પૂર્ણ હોય તો કુલ કેટલા તત્વ હશે ?

(3) આવર્ત કોષ્ટકમાં ઈલેકટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી અને આયનીકરણ એન્થાલ્પીમાં થતાં પરિવર્તન પર પ્રકાશ નાખો.

(4) નીચેનાની વ્યાખ્યા કરો.

(a) ઈલેકટ્રોન ગ્રહન એન્થાલ્પી

(b) આયનીકરણ એન્થાલ્પી

(c) આયનિક

(d) વિદ્યુત ઋણાત્મકતા

(5) વિદ્યુત ઋણાત્મકતા શું છે ? આ કેવી રીતે બનતા બંધથી સંબંધિત હોય છે ?

(6) કલોરીન (d) ની ઈલેકટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી કલોરિન (f) ની તુલનામાં વધારે ઋણાત્મક કેમ હોય છે ?

પોતાના જવાબોની તપાસ કરો

3.1

(1)

ધાતુઓ	અધાતુઓ	અર્ધધાતુઓ
Sn, pb	C	Si, Ge
Sb, Bi	N,p	As
Te, Po	U,s	Se

(2) પોટેશિયમ, એલ્યુમિનિયમથી વધારે ધાત્વિક છે.

(3) (i) 2 (ii) 1 (iii) 3-12 (iv) 17 (v) 18

(4) Np , Lw, No, Rf, Hs

3.2

(1) (i) અનનિલપેન્ટિયમ

(ii) અનનિલ ઈનિયમ

(iii) અનઅનબિયમ

(iv) અનઅનપેટિયમ

(2) Al^{+3}, Na^{+}, F^{-}, O^{2-}

(3) કોઈ આવર્તમાં ડાબીથી જમણીબાજુ જતાં પરમાણું ત્રિજ્યા ઘટે છે અને વર્ગમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતા વધે છે.

3.3

(1) વધતાં પરમાણું ત્રિજ્યાની સાથે આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે.

(2) (i) 3^{Li} (ii) 7^{N} (iii) 12^{mg}

(iv) 14^{Si} (v) 18^{Ar} (vi) 18^{Ar} (viii) 6^{C}

(3) Be ની ઈલેક્ટ્રોન રચના $15^2\,25^2$ છે જ્યારે B ની $15^2\ 25^2\ 2P^1$ છે Be માંથી ઈલેક્ટ્રોન પૂર્ણ ભરેલ S-કક્ષકમાંથી નીકળી જાય છે. જ્યારે B માં p-કક્ષકમાં એકલ ઈલેક્ટ્રોનને દૂર કરાય છે. પૂર્ણ ભરેલી કક્ષક વધુ સ્થાયી હોય છે. આથી Be ની આયનીકરણ એન્થાલ્પી B થી અને Mg ની આયનીકરણ એન્થાલ્પી Al થી વધુ હોય છે.

(4) ઉત્કૃષ્ટ ગેસોની કક્ષા પૂર્ણ ભરેલી તથા સ્થાયી હોય છે આથી પોતાના ક્રમિક આવર્તમાં તેમની આયનીકરણ એન્થાલ્પી સૌથી વધુ હોય છે.

(5) ફ્લોરિન (F)

4

રાસાયણિક બંધ :

- પાઠ-2 માં તમે પરમાણુ સંરરચનાનાં વિષયમાં ભણ્યા અને પાઠ-4 માં તમે તત્વોના વર્ગીકરણ અને પરમાણ્વિક ગુણધર્મોની આવર્તિતના વિષયમાં ભણ્યા તમે જાણો છો કે અણુ સમાન અથવા ભિન્ન તત્વનાં લે અથવા તેથી વધુ પરમાણુઓનાં સંયોજનથી બને છે. આ પાઠમાં તમે ભણશો.

- પરમાણુ કેમ સંયુક્ત થાય છે.

- પરમાણું કઈ-કઈ વિધિ દ્વારા સંયુક્ત થાય છે.

- વિભિન્ન અણુઓની આકૃતિ કેવી હોય છે ?

- રાસાયણ વિજ્ઞાનમાં આગળનાં ભાગોને વાંચવાથી તમે જાણી શકશો કે આ પ્રશ્નોના જવાબ આ વિષય માટે કેટલા મહત્વપૂર્ણ છે.

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે :

હેતુ :

- સ્થિતિ ઉર્જા આખલે અને અષ્ટક નિયમની મદદથી બંધનાં બનાવવાને સમજવી શકશો.

- વિભિન્ન પ્રકારનાં બંધોની સૂચી બનાવી શકશો.

- આયનિક બંધની વ્યાખ્યા અને તેનાં કેટલાક ઉદા. આપી શકશો.

- કેટલાક સરળ અણુઓની લુઈસ સંરચના લખી શકશો.

- આયનિક સંયોજનોનાં લક્ષણોની સૂચી બનાવી શકશો.

- બોર્ન હેબર ચક્ર સમજાવો.

સુચના

રાસાયણિક બંધ :

- બોર્ન ધ્રુવીયતા અને ડાયપોલ મોમેન્ટ સમજાવો.
- બોન્ડ પેરામીટર સમજાવો.
- સમજાવો :- સંસ્પદન
- સહસંયોજક બંધની વ્યાખ્યા અને તેનાં કેટલાક ઉદા. આપી શકશો.
- સહ સંયોજક બંધનાં લક્ષણોની સૂચી બનાવી શકશો.
- સંયોજકતા કોશ ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ પ્રતિકર્ષણ સિદ્ધાંત (VSEPR) બતાવી શકશો.
- VSEPR સિદ્ધાંતની મદદથી અણુઓની ભૂમિતિની પ્રાગુક્તિ કરી શકશો.
- પરમાણ્વિક કક્ષકો S, P અને d ના સંકરણની વ્યાખ્યા કરી શકશો. અને ઉદા. થી સમજાવી શકશો.
- SP, SP^2, SP^3, SP^3d, SP^3d^2 સંકરણવાળાં કેટલાક અણુઓની ભૂમિતિનું વર્ણન કરી શકશો.
- CH_4, C_2H_4 અને C_2H_2 માં σ અને π બંધોને બનવાની વ્યાખ્યા કરો.
- આણ્વિક કક્ષક સિદ્ધાંતની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- H_2, N_2, O_2 અને F_2 અણુઓનો આણ્વિક કક્ષક વિન્યાસ લખી શકશો.
- બંધ લંબાઈ અને બંધ ક્રમાંકની વ્યાખ્યા અને તેનો આપસમાં સંબંધ બતાવી શકશો.
- ઉદા.ની મદદથી હાઈડ્રોજન બંધની વ્યાખ્યા કરી શકશો.

4.1 સંયોજક ઈલેક્ટ્રોન

- બાહય ભાગમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોન બંધ બનાવવામાં ભાગ લે છે અને અણુઓની સંયુકતક્ષમતા નકકી કરે છે માટે અણુના બાહયભાગમાં રહેલા બધા જ શેલને સંયોજક શેલ અને શેલમાં હાજર ઈલેક્ટ્રોનને સંયોજક ઈલેક્ટ્રોન કહે છે.

4.2 રાસાયણિક બંધ શું છે ?

- જ્યારે એક જ તત્વ અથવા અલગ-અલગ તત્વોનાં બે પરમાણું પાસે આવે છે તો તેમની ઉર્જા અલગ-અલગ પરમાણુઓની ઉર્જાના સરવાળાથી ઓછી થઈ જાય છે. આપણે કહીએ છીએ કે બે

પરમાણું સંયુક્ત થઈ ગયાં છે અથવા બંનેની વચ્ચે બંધ બની ગયા છે. આ બંધ, રાસા. બંધ કહેવાય છે. આથી રાસા. બંધ તે પ્રભાવ છે જે ઉર્જાને ઘટાડે છે પરમાણું સંયુક્ત થઈને અણુ બનાવે છે જે ઉર્જાને ઘટાડે છે. પરમાણું સંયુક્ત થઈને અણુ બનાવે છે જેનાં ગુણધર્મ ઘટક પરમાણુઓની બિલકુલ ભિન્ન હોય છે.

- હવે પ્રશ્ન આ ઉભો થાય છે કે બંધ બનવાથી પરમાણુઓની ઉર્જા ઓછી કેવી રીતે થઈ જાય છે ? આનો જવાબ તેની ઈલેક્ટ્રોન રચનાથી મળે છે. તમે જાણો છો કે ઉત્કૃષ્ટ વાયુઓ અન્ય તત્વોથી મળીને સંયોજન નથી બનાવતી. આ તેનાં બાહ્ય કક્ષામાં આઠ ઈલેક્ટ્રોનોને કારણે થાય છે કે જે એક સ્થાયી ઈલેક્ટ્રોન રચના છે. (હિલીયમમાં બે ઈલેક્ટ્રોન બાહ્યતમ કક્ષામા હોય છે) બે પરમાણુઓની વચ્ચે બંધ બનવાથી તેમને સ્થાયી ઈલેક્ટ્રોનિક રચના પ્રાપ્ત થાય છે બે પરમાણું (ઉત્કૃષ્ટ વાયુઓ વગર) સંયુક્ત થવાથી નજીકતમ ઉત્કૃષ્ટ વાયુની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના પ્રાપ્ત કરી લે છે.

- ઉત્કૃષ્ટ વાયુઓની સ્થાયી ઈલેક્ટ્રોનિક રચના ઘણી રીતે ઉપલબ્ધ કરી શકાય છે. ઈલેક્ટ્રોન આપીને ,લઈને અથવા સહભાજન દ્વારા, તદ્અનુસાર વિભિન્ન પ્રકારનાં બંધ બને છે, જેમકે :

- આયનિક અથવા વિદ્યુત સહસંયોજક બંધ

- સહસંયોજક બંધ

- ઉપસહસંયોજક બંધ

- આનાં સિવાય એક વિશેષ પ્રકારનો બંધ હોય છે જે હાઈડ્રોજન બંધ કહેવાય છે આવો વિભિન્ન પ્રકારનાં બંધો, તેમનું બનવું અને તેમના સંયોજનોનાં ગુણધર્મોના વિષયમાં ભણીએ.

4.3 આયનિક અથવા વિદ્યુત સહસંયોજક બંધ :

- કોસ્સલ સિદ્ધાંત અનુસાર આયનિક બંધ બનવાના પ્રક્રમમાં પરમાણું ઉત્કૃષ્ટ વાયુની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના ઈલેક્ટ્રોન આપીને અથવા લઈને પ્રાપ્ત કરે છે. આવો કોસ્સલ સિદ્ધાંતના આધારે Nacl ના બનવાના પ્રક્રમને જોઈએ.

- સોડિયમ પરમાણુ (પરમાણું ક્રમાંક - 11) ની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના છે. 2,8,1 જો કે આ અત્યાધિક વિદ્યુત ધનાત્મક છે. આ એક ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવીને સરળતાથી નજીકનાં ઉત્કૃષ્ટ વાયુ (નિયોન) પરમાણુની સ્થાયી રચના પ્રાપ્ત કરે છે. આ પ્રક્રમમાં તે ધનભારિત Na ધનાયન (Na^+) બની જાય છે.

$Na \qquad Na^+ + e^-$; $\qquad \Delta H = 493.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

2,8,1 2,8 (ΔH એન્થાલ્પી ફેરફાર છે.)

- બીજી બાજુ ક્લોરિન પરમાણું (ઈલેક્ટ્રોન રચના 2, 8, 7) ને આર્ગોન પરમાણુની સ્થાયી રચનાને પ્રાપ્ત કરવા માટે માત્ર એક ઈલેક્ટ્રોનની જરૂર હોય છે. આ પ્રક્રમમાં તે ઋણભારિત ક્લોરાઈડ (ઋણાયન) Cl^- બનાવે છે.

$$\underset{2,8,7}{Cl} + e^- \longrightarrow \underset{2,8,8}{Cl^-}\;; \qquad \Delta H = -379.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- કોસ્સલ સિદ્ધાંત અનુસાર, સોડિયમ પરમાણુનો એક ઈલેક્ટ્રોન ક્લોરિન પરમાણુ પર સ્થાનાંતરિત થઈ જાય અને બંને ઉત્કૃષ્ટ વાયુ રચના ગ્રહણ કરી લે છે.

$$\underset{2,8,1}{Na} + \underset{2,8,7}{Cl} \longrightarrow \underset{2,8}{Na^+} + \underset{2,8,8}{Cl^-}$$

- ઘનભારિત સોડિયમ આયન અને ઋતભારિત ક્લોરાઈડ આયન સ્થિર વિદ્યુત આકર્ષણ દ્વારા સ્થાયિત્વ ગ્રહણ કરે છે. આ રીતે બનેલ બંધ અથવા વિદ્યુત સંયોજક બંધ કહેવાય છે. આથી આયનિક બંધને ધનાયન અને ઋણાયનની વચ્ચે સ્થિર વિદ્યુત આકર્ષણ બળના રૂપમાં જોઈ શકાય છે. આ રીતે બનેલ સંયોજન - આયનિક સંયોજન અથવા વિદ્યુત સંયોજક સંયોજન કહેવાય છે.

4.3.1 આયની સંયોજનોનાં નિર્માણનું ઉર્જા વિજ્ઞાન

- ઉપર આપણે ઈલેક્ટ્રોનનાં સ્થાનાંતરણની કોસ્સલ દ્વારા પ્રતિપાદિત આયનિક સંયોજન (Nacl) ના નિર્માણનું વર્ણન ભણ્યાં તમે પૂછી શકો છો કે જ્યારે ક્લોરિન પરમાણું ક્લોરાઈડ આયન બનવામાં ઓછી ઉર્જા ઉત્સર્જિત (ઈલેક્ટ્રોન બંધુતા એન્થાલ્પી) થાય છે અને સોડિયમ પરમાણુથી સોડિયમ આયન બનવામાં વધારે ઉર્જા અવશોષિત (આયનન એન્થાલ્પી) થાય છે તો તમે કેવી રીતે કહી શકો છો કે Nacl નિર્માણથી ઉર્જામાં ઘટકો થાય છે તમારો પ્રશ્ન સાચો છે પણ તમને બતાવવા માગીએ છીએ કે આમાં કોઈ અપવાદ નથી. આવો તમારા સંશયને દૂર કરવા માટે પૂરા પ્રક્રમને ધ્યાનથી જોઈએ.

- સોડિયમ અને ક્લોરીનથી Nacl નાં નિર્માણને ઘણા ચરણોમાં જોઈ શકાય છે જેમકે,

(a) પૂર્ણ ઉષ્મા ઉર્ધ્વપાતન : ઘન સોડિયમથી વાયુ સોડિયમ પરમાણું

$$Na(s) \longrightarrow Na(g)\;; \qquad \Delta H = 108.7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(b) આયનન એન્થાલ્પી : વાયુ સોડિયમ પરમાણુંથી સોડિયમ આયન

$Na(g) \quad\quad Na^{+}(g) + e^{-}$; $\quad \Delta H = 493.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

(c) *વિયોજન ઉર્જા : વાયુ ક્લોરીન અણુથી ક્લોરીન પરમાણુ*

$Cl_2(g) \quad\quad Cl(g)$; $\quad \Delta H = 120.9 \text{ kJ mol}^{-1}$

(d) *વાયુ ક્લોરીન પરમાણુનું ક્લોરાઈડ આયનમાં પરિવર્તન (ઈલેક્ટ્રોનનું સંકલન)*

$Cl(g) + e^{-} \quad\quad Cl^{-}(g)$; $\quad \Delta H = -379.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

(e) *સોડિયમ અને ક્લોરાઈડ આયનથી ... નિર્માણ (સ્ફટિક અથવા જાળીદાર બનવું)*

$Na^{+}(g) + Cl^{-}(g) \quad\quad Na^{+}Cl^{-}(s)$; $\quad \Delta H = -754.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

આ ચરણમાં ઉત્સર્જિત ઉર્જા, જળ ઉર્જા કહેવાય છે.

નેટ ક્રિયા થશે.

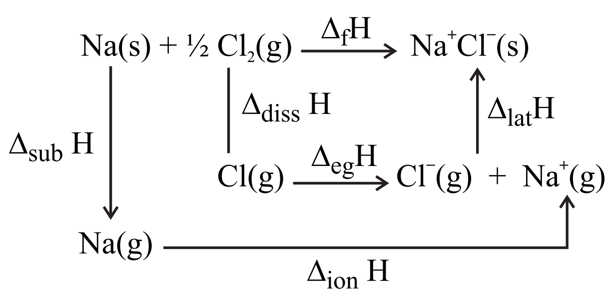
$Na(s) + Cl_2(g) \quad\quad Na^{+}Cl^{-}(s)$; $\quad \Delta H = -410.9 \text{ kJ mol}^{-1}$

સંભવનની પૂર્ણ ઉષ્મામાં પરિવર્તનની ગણતરી અન્ય ઉર્જાઓનાં સરવાળામાં પરિવર્તનને લઈને કરવામાં આવી શકે છે.

$$\Delta H = (180.7 + 493.8 + 120.9 - 379.5 - 754.8)$$

$$= -410.9 \text{ Kj mal}^{-1}$$

- *આથી આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે સોડિયમ અને ક્લોરીનથી Nacl બનવાના પ્રક્રમ ઉર્જાને ઘણી ઓછી કરી દે છે આ યુક્તિ ઉર્જાના સંરક્ષણ નિયમનું પાલન કરે છે અને આ **બોર્ન હોબર ચક્ર** કહેવાય છે.*



- *આમાં હાજર પાંચ ભિન્ન પ્રકારની ઉર્જાઓમાંથી બે (પૂર્ણ ઉષ્મા ઉર્ધ્વપાત અને વિયોજન ઉર્જા) નું માન બાકીનાંથી ઓછા હોય છે. આથી બાકી ત્રણ ઉર્જા - આયનન એન્થાલ્પી, ઈલેક્ટ્રોન બંધુતા અને*

રાસાયણિક બંધ :

જાળ ઉર્જા એક આયનિક સંયોજનના બનવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે ઉપરની ચર્ચા પછી આપણે કહી શકીએ છીએ કે આયનિક સંયોજકોનું બનવું સુગમતાથી સમ્ભવ હોય છે જો -

(i) ધાતુની ઓછી આયનન એન્થાલ્પી હોય

(ii) બીજા તત્વની ઈલેક્ટ્રોન બંધુતા વધારે હોય (અધાતુની ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ એન્થાલ્પી)

(iii) જાળ ઉર્જા વધારે હોય.

4.3.2 આયનિક સંયોજનોમાં અભિલાક્ષણિક ગુણધર્મ

- આ સ્ફટિકીય ઘન હોયછે. આના આયન નિયમિત ત્રિપરમાણીય સંરચના બનાવે છે. આ આયનિક સંયોજન કઠોર અને ભંગુર હોય છે.

આયનોની વચ્ચે પ્રબળ સ્થિર વિદ્યુત અન્યોન્ય ક્રિયાઓના કારણે તેમના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ઉંચા હોય છે.

- આ પાણીમાં દ્રાવ્ય અને અધ્રુવી દ્રાવકો જેવા કે ઈથર, આલ્કોહોલમાં ઓછા દ્રાવ્ય હોય છે.

- આનુ જલીય દ્રાવણ અને ગલિત અવસ્થામાં આ વિદ્યુત વણ્કતા દર્શાવે છે.

કોસ્સલ સિદ્ધાંત બંધની સારી વ્યાખ્યા કરે છે પરંતુ સીમિત ઘન પદાર્થો માટે જ, જેમકે વર્ગ-1 અને 2 ના વિદ્યુતધન તત્વોનાં વધારે વિદ્યુત ઋણ તત્વોની સાથે બનેલ સંયોજનો માટે જ બીજી બાજુ આ સિધ્ધાંત SO_2 અને O_2 જેવા સંયોજનોના નિર્માણની વ્યાખ્યા નથી કરી શકતા. ઉદા. O_2 માં એક ઓક્સિજન પરમાણું દ્વારા બે ઈલેક્ટ્રોન આપવાની અને બીજા ઓક્સિજન પરમાણુ દ્વારા બે ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરવાનું કોઈ કારણ નથી દેખાતુ આવી સમસ્યા લુઈસના સહસંયોજક બંધ સિધ્ધાંત દ્વારા હલ કરી શકાય છે.

4.4 સહસંયોજક બંધ:

- કોસ્સલની જેમ લુઈસે પણ માન્યુ કે પરમાણું, બંધ નિર્માણ દ્વારા ઉત્કૃષ્ટ વાયુની રચના ગ્રહણ કરે છે. પરંતુ આ રચનાને પ્રાપ્ત કરવાનો માર્ગ અલગ છે. લુઈએ પ્રતિપાદિત કર્યુ કે બંને પરમાણુ ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મનાં સહભાજન દ્વારા આ રચના ગ્રહણ કરે છે. બંને પરમાણું આ યુગ્મને એક એક ઈલેક્ટ્રોન આપે છે. ઉદા. હાઈડ્રોજનનાં બે પરમાણું ઈલેક્ટ્રોનોને બિંદુઓથી નિર્દિષ્ટ કરવામાં આવે તો હાઈડ્રોજન અણુનું બનવું આ રીતે બતાવવામાં આવી શકે છે.

$$H\cdot + \cdot H \longrightarrow H : H \longrightarrow H - H$$

- આ સહભાજિત યુગ્મ બંને પરમાણુઓને સ્થાયિત્વ આપે છે અને બંને પરમાણુઓની વચ્ચે બંધ બનાવે છે આવા બંધ સહસંયોજક બંધ અને આ પ્રકારે પ્રાપ્ત સંયોજન સહસંયોજિત સંયોજન કહેવાય છે. સરળ અણુઓમાં રાસા. બંધ નિરૂપિત કરવાનો લુઈએ યોગ્ય ઉપાય બતાવ્યો. આ લુઈસ સંરચના અથવા લુઈસ ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ સંરચનાના નામથી ઓળખાય છે.

4.4.1 લુઈસ સંરચના

- લુઈસ સંરચનામાં પ્રત્યેક તત્વ લુઈસ પ્રતીકથી નિરૂપિત કરવામાં આવે છે. આ પ્રતીક સંયોજકતા કક્ષામાં હાજર ઈલેક્ટ્રોનોની સંખ્યાને બિંદુઓના રૂપમાં તત્વનાં સામાન્ય રાસા. પ્રતીકની ચારે બાજુ લખીને બનાવવામાં આવે છે. જો કે ઈલેક્ટ્રોનને બિંદુથી નિરૂપિત કરવામાં આવે છે. આથી આને ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ સંરરચના કહે છે. કેટલાક તત્વોના લુઈસ પ્રતીક આ રીતે છે.

- લુઈસ પ્રતીક લખતી વખતે તમે ધ્યાન આપ્યું હશે કે પહેલા રાસા. પ્રતીકની ચારે બાજુ એકલા બિંદુ લખવામાં આવે છે અને પછી તેમને યુગ્મિત કરવામાં આવે છે. અણુઓની લુઈસ સંરચના પણ આ પ્રતીકોથી લખવામાં આવે છે.

Nacl નો આયનિક બંધ

અને HF માં સહસંયોજક બંધ નિર્માણ આ રીતે લખવામાં આવે છે.

- ક્યારેક-ક્યારેક ભિન્ન અણુઓના ઈલેક્ટ્રોન ભિન્ન પ્રતીકોથી દર્શાવવામાં આવે છે. ઉદા. HF ના નિર્માણને આ રીતે પણ દર્શાવી શકાય છે.

- અહીંયા હાઈડ્રોજનનો ઈલેક્ટ્રોન કાંટાના ચિહ્નથી અને કલોરીનના ઈલેક્ટ્રોન બિંદુથી દર્શાવવામાં આવ્યા છે. ઈલેક્ટ્રોનોની વચ્ચે કોઈ અંતર નથી. આ માત્ર સરળતાથી કરેલ પ્રયાસ છે.

- લુઈસ સંરચના અનુસાર કલોરીન પરમાણુઓની કલોરિન અણુનું બનવું આ રીતે બતાવવામાં આવે છે.

-

અહીંયા સાત સંયોજકતા ઈલેકટ્રોનની સાથે પ્રત્યેક કલોરીન પરમાણું સહભાજિત યુગ્મને એક ઈલેકટ્રોન આપે છે. બંધ બનવાના પ્રક્રમમાં બંને કલોરિન પરમાણુઓની રચના આર્ગોન જેવી થઈ જાય છે. આજ રીતે ઓક્સિજન અણુના બનવામાં બે ઓક્સિજન પરમાણું બે ઈલેકટ્રોન યુગ્મોનું સહભાજન કરે છે. અહીયા બંને પરમાણુ બે ઈલેકટ્રોન આવે છે અને આ રીતે આઠ ઈલેકટ્રોન અથવા સંયોજકતા કક્ષામાં અષ્ટક પ્રાપ્ત કરી લે છે.

- તમે જોયું હશે કે બીજા આવર્તના તત્વ બંધ બન્યા પછી સંયોકતા કક્ષામાં અષ્ટક પ્રાપ્ત કરી લે છે. આ અષ્ઠ નિયમ કહેવાય છે તમે આ પણ જોયું હશે કે H_2 અને Cl_2 માં પરમાણુઓની વચ્ચે એક રેખા છે. જ્યારે O_2 માં પરમાણુઓની વચ્ચે બે રેખાઓ છે. આ રેખાઓ બંધને નિરૂપિત કરે છે. જ્યારે બે પરમાણું એકે ઈલેકટ્રોન યુગ્મોનું સહભાજનથી બંધિત થાય છે તો તેને એકલ બંધ કહે છે જ્યારે બે પરમાણુ બે ઈલેકટ્રોન યુગ્મોનું સહભાજન કરે છે. (O_2 માં) તો તે દ્વિ-બંધથી બંધિત હોય છે નાઈટ્રોજન (N_2) માં પરમાણું ત્રિ-બંધથી જોડાયેલ હોય છે. કારણ કે તે ઋણ ઈલેકટ્રોન યુગ્મોનું સહભાજન કરે છે. લુઈસ નિરૂપણમાં બંધ બનાવતાં ઈલેકટ્રોન બંધ ઈલેકટ્રોન કહેવાય છે. બંધમાં ભાગ લેતાં ઈલેકટ્રોનના યુગ્મને એકાકી યુગ્મ કહે છે. ઈલેકટ્રોન યુગ્મની પ્રકૃતિ અણુની આકૃતિ નિર્ધારણમાં ખૂબ મહત્વપૂર્ણ હોય છે આના વિશે આપણે ભાગ 4.4 માં ભણીશું.

4.4.2 ધ્રુવીય સહસંયોજક બંધ

- રાસા. બંધમાં સહભાજિત ઈલેકટ્રોન યુગ્મ બંને પરમાણુઓનાં કેન્દ્ર દ્વારા આકર્ષિત થાય છે. કોઈ અણુનો ઈલેકટ્રોન બિંદુ સૂત્ર લખતી વખતે સહભાજિત ઈલેકટ્રોન યુગ્મ બંને પરમાણુઓની વચ્ચે બતાવવામાં આવે છે જેનો અર્થ છે કે તે યુગ્મ બંને પરમાણુઓ દ્વારા બરાબર આકર્ષિત થઈ રહ્યો છે. પરંતુ ભિન્ન પ્રકારનાં પરમાણું સહભાજિત ઈલેકટ્રોન યુગ્મને અલગ-અલોગ માત્રામાં આકર્ષિત કરે છે. કોઈ અણુમાં વધારે વિદ્યુત ઋણ પરમાણુ સહભાજિત ઈલેકટ્રોન યુગ્મને પોતાની બાજુ વધારે આકર્ષિત કરે છે પરિણામે વધારે સમય સહભાજન બરાબર નથી થતું અને સહભાજિત ઈલેકટ્રોન યુગ્મ વધારે વિદ્યુતઋણ કલોરિન પરમાણુની બાજુ વધારે આકર્ષિત થાય છે ઈલેકટ્રોન યુગ્મના આ અસમાન સહભાજનના કારણે બંધ ધ્રુવીય થઈ જાય છે અથવા આંશિક આયની પ્રકૃતિનો થઈ જાય છે.

સુચના

- જયારે વિદ્યુત ઋણતાનું અંતર ખૂબ વધુ હોય છે તો ઈલેકટ્રોન યુગ્મ વ્યાવહારિક રૂપમાં એક જ પરમાણુથી પ્રભાવિત થાય છે બીજા શબ્દોમાં બંધનું પૂર્ણ ધ્રુવીકરણ થઈ જાય છે. એટલે તે આયનિક બંધ બની જાય છે આથી લુઈસ સિધ્ધાંત સહસંયોજક બંધની વ્યાખ્યા માટે છે પરંતુ તે આયનિક સંયોજનોના નિર્માણને પણ સમજાવી શકે છે.

- તમે ભણ્યા છો કે પરમાણુઓની વચ્ચે સહસંયોજક બંધ, પ્રત્યેક પરમાણું દ્વારા સહભાજિત ઈલેકટ્રોન યુગ્મને એક-એક ઈલેકટ્રોન આપવાથી થાય છે. પરંતુ ક્યારેક-કયારેક સહભાજિત યુગ્મનાં બંને ઈલેકટ્રોન એક જ પરમાણુ દ્વારા આપવામાં આવે છે. એક સાદુ ઉદાહરણ બોરોન ડ્રાયફલોરાઈડ (BF_3) અને એમોનિયા (NH_3) ની વચ્ચે બંધ બનવાનું છે. BF_3 એક ઈલેકટ્રોન ન્યૂન અણુ છે અને એક ઈલેકટ્રોન યુગ્મ ગ્રહણ કરી શકે છે. બીજી બાજુ એમોનિયા ઈલેકટ્રોન સમૃદ્ધ અણુ છે આના નાઈટ્રોજન પરમાણું પર ઈલેકટ્રોનનો એકાકી યુગ્મ હોય છે જેને તે આપી શકે છે. ઈલેકટ્રોન સમુદ્ધ એમોનિયા ઈલેકટ્રોન ન્યૂન BF_3 ને એક ઈલેકટ્રોન યુગ્મ આપી દે છે. આવા ઈલેકટ્રોન દાતા- ગ્રાહી બંધ ઉપસહસંયોજક બંધ કહેવાય છે.

- ઉપસહસંયોજક બંધ તીર દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે કે જે દાતા- પરમાણુથી ગ્રાહી પરમાણુની બાજુ નિર્દેશ કરે છે ઉપસહસંયોજક બંધ, સહસંયોજક બંધ જેટલા જ પ્રબળ અને ધ્રુવીય હોય છે. આમાં અંતર માત્રા આનાં નિર્માણમાં છે. એકવાર બન્યા પછી તેમાં અંતર નથી કરવામાં આવી શકતું. HNO_3 અને NH_4 આયન પણ ઉપસહસંયોજક બંધનાં જ ઉદા. છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન : ૪.૧

(1) વિદ્યુત સહસંયોજક બંધની વ્યાખ્યા કરો.

(2) લુઈસ- સિદ્ધાંત અનુસાર નાઈટ્રોજનના બે પરમાણુઓની નાઈટ્રોજન અણુનું બનવું બતાવો.

(3) ધ્રુવીય સહસંયોજક બંધ શું હોય છે ? બે ઉદા. આપો.

(4) ઉપ સહસંયોજક બંધ શું હોય છે ? આ સહસંયોજક બંધ કેવી રીતે ભિન્ન છે ?

4.4.3 સહસંયોજક સંયોજનોનાં અભિલાક્ષણિક ગુણધર્મ :

- સહસંયોજક સંયોજનોમાં અણુઓની વચ્ચે અન્યોન્ય બળ ખૂબ પ્રબળ નથી હોતુ. આથી તેમનું ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ઓછું હોય છે.
- આમાં આયનોની હાજરી ન હોવાથી આ વિદ્યુત વાહકતા ખૂબ ઓછી દર્શાવે છે.
- સાધારણ રીતે આ પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે અને અધ્રુવીય દ્રાવક જેમકે - બેન્ઝીન, કાર્બન ટેક્ષક્લોરાઈડ વગેરેમાં દ્રાવ્ય હોય છે.

4.4.4 હાઈડ્રોજન બંધ :

- આ કોઈ પ્રબળ વિદ્યુતઋણ પરમાણું (જેમકે નાઈટ્રોજન, ઓક્સિજન, ફ્લોરિન વગેરે)થી સંબંધિત હાઈડ્રોજન પરમાણુ અને બીજા વિદ્યુતઋણ પર હાજર અસહભાજિત ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મની વચ્ચે એક વિશેષ પ્રકારનું આકર્ષણ બળ છે. હાઈડ્રોજન બંધ ખૂબ પ્રબળ બંધ નથી. આની બંધ ઉર્જા માત્ર 4–25 $Kjmol^{-1}$ હોય છે. આ સહસંયોજક બંધની તુલનામાં બહુ ઓછી છે કારણ કે સહસંયોજક બંધને તોડવા માટે ઘણી $Kjmol^{-1}$ ઉર્જાની જરૂર હોય છે. પરંતુ આ એટલો પ્રબળ છે આ H_2O અને HF વગેરેનાં ઉત્કલનબિંદુ વધારી દે છે. હાઈડ્રોજન બંધનાં કારણે જ પાણી પ્રવાહી અવસ્થામાં મળી આવે છે. બરફની ઓછી ઘનતાને પણ હાઈડ્રોજન બંધનાં આધારે સમજાવી શકાય છે.
- હાઈડ્રોજન અને બીજા વિદ્યુત ઋણ પરમાણુની વચ્ચે વિદ્યુત ઋણતાનાં અંતરને કારણે બંનેની વચ્ચેનો બંધ ધ્રુવીય થઈ જાય છે. હાઈડ્રોજન પરમાણું પર ધનભાર અને વિદ્યુતઋણ પરમાણુ પર ઋણભાર આવી જાય છે. હાઈડ્રોજન બંધ આ બંને વીજભારિત પરમાણુઓની વચ્ચે સ્થિર વિદ્યુત અન્યોન્ય ક્રિયાનાં કારણે બને છે. બીજો વિદ્યુત ઋણ પરમાણુ તે અણુમાં હાજર થઈ શકે છે અથવા તે બીજા અણુમાં થઈ શકે છે. તેના અનુસાર હાઈડ્રોજન બંધ બે પ્રકાનાં હોય છે. જો હાઈડ્રોજન બંધ બે અલગ અણુઓની વચ્ચે બને છે. તો તે આંતર અણુક હાઈડ્રોજન બંધ કહેવાય છે. જો હાઈડ્રોજન બંધ તે એક અણુમાં જ બનેલ રહેતો તે અંતર અણુક હાઈડ્રોજન બંધ હોય છે. સેલિસાલ્કીહાઈડ અને O-નાઈટ્રોફિનોલ તે અણું છે. જે અંતર અણુક હાઈડ્રોજન બંધ દર્શાવે છે જ્યારે પાણીમાં આંતર અણુક હાઈડ્રોજન બંધ હોય છે.

$$H : \ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} : \quad H^{\delta+} — Cl^{\delta-}$$

આકૃતિં

O નાઈટ્રોફિનોલ સેલિસાલ્ડિહાઈડ

- હાઈડ્રોજન બંધ ઘણાં જૈવ અણુઓ જેમ કે પ્રોટીન અને ન્યુકિલક એસિડની સંરચના કાર્ય પ્રણાલીમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

4.4.5 Bond Polarity and Dipole Moment

બે પરમાણુ વચ્ચે સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી સહ સંયોજક બંધ બને છે જો બંને અણુ સરખી વિદ્યુત્ઋણતા ધરાવતા હોય તો અણુ દ્વારા દાન કરેલ બંને બંધ સમાન હોય છે જયારે આવી પરિસ્થિતિ હોય તો બે સરખા તત્વો અસ્તિત્વોમાં આવે છે જેમકે, H_2, Cl_2, O_2, N_2 વગેરે આવા બંધને સહસંયોજક બંધ કહે છે તે બિન-ધ્રુવીયતાનો ગુણ ધરાવે છે હવે, જો બંને અણુની વિદ્યુતઋણતા અલગ હોય જેમ કે, HCl માં Cl એ ઋણવીજભાર અજે એ ધન H એ ધન વીજભાર ધરાવે છે એન બંને એકબીજા સાથે ઈલેકટ્રોનની ભાગીદારીથી વધુ વીજભારીત અણુ બનાવે છે. HCl માં રહેલ સહસંયોજક બંધ એ ચુંબકીય સહસંયોજક બંધ છે આ બધ શુધ્ધ સહસંયોજક બંધ નથી તેમાં થોડો આયનીક ગુણ જોવા મળે છે

- દરેક અણુની ઈલેકટ્રોન દાન કરવાનાં ગુણ ચુંબકીય ગુણ અને આયનીક ગુણ એ જુદા જુદા અણુમાં ઈલેકટ્રોનની વિદ્યુતઋણતા પર આધાર રાખે છે જો વિદ્યુતઋણતા 1.7 હોયતો બંધ 50% આયનીક ગુણ ધરાવે છે. જો તે 1.7 કરતા ઓછી હોયતો આયનીક ગુણ 50% કરતા ઓછો જો તફાવત 1.7 કરતા વધારે હોય છે.

- **Dipole Moment** (દ્વિધ્રુવીય - ચાકમાત્રા)

- સહસંયોજક બંધમાં વીજભારને અલગ પાડવાથી બીદ્વિ-ધ્રુવીય વીજની રચના થાય છે દરેક દ્વિધ્રુવીય વીજને દ્વિધુવીય ચાકમાત્રા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

- દ્વિધુવીયચાકમાત્રા (μ) =

- તેને સામાન્ય રીતે 'debye', એકમથી માયવામાં આવે છે સંજ્ઞા :-

- કોઈ અણુમાં ઘટક પરમાણુઓની એક બીજાની સાપેક્ષે નિશ્ચિત સ્થિતિ હોય છે. એટલે કે અણુની એક નિશ્ચિત આકૃતિ હોય છે. હાલ સુધી આપણે જે બંધના સિદ્ધાંત વાંચ્યા તેમાં અણુઓની

આકૃતિની કોઈ વાત નથી કરવામાં આવી. સન 1940 માં સિજવીક અને પોવેલે અણુઓની આકૃતિનું વર્ણન કરવા માટે એક સરળ સિદ્ધાંત V.S.E.P.R. સિદ્ધાંત આપો. સન 1957 માં નૈહામ અને ગિલેસ્પીએ આને વધુ આગળ વધાર્યો અને યોગ્ય આ સિદ્ધાંત અણુના કેન્દ્રીય પરમાણુની સંયોજકતા કક્ષામાં હાજર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મો પર કેન્દ્રિત છે અને આને બે અભિધારણાઓ દ્વારા આપી શકાય છે.

અભિધારણા - 1

કોઈ અણુના કેન્દ્રીય પરમાણુમાં હાજર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ (બંધ યુગ્મ અને અબંધ યુગ્મ) બંને પોતાને એ રીતે વ્યવસ્થિત કરે છે કે તેમની વચ્ચે ન્યૂનતમ આકર્ષણ હોય. બીજા શબ્દોમાં કોઈ અણુના બંધોની ઉર્જા ત્યારે સૌથી સ્થાયી થશે જ્યારે બંધ એકબીજાથી વધુ દૂર હોય આવો કેટલાક ઉદા. જોઈએ.

$Becl_2$: આ એક સરળ ત્રિપરમાણ્વીય અણુ છે. આ અણુના કેન્દ્રિય પરમાણું બેરિલીય્મની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના $1S^2$ $2S^2$. છે. આની સંયોજકતા કક્ષામાં બે ઈલેક્ટ્રોન છે સહસંયોજક બંધ બનવાનાં પ્રક્રમમાં બે ઈલેક્ટ્રોન બે કલોરીન પરમાણુઓ દ્વારા આની સંયોજકતા કક્ષામાં આપવામાં આવે છે. (પ્રત્યેક કલોરિન પરમાણુ એક ઈલેક્ટ્રોન આપે છે) આથી હવે કુલ 4 સંયોજન ઈલેક્ટ્રોન અથવા સંયોજક ઈલેક્ટ્રોનનાં બે યુગ્મ છે. ઉપરની ધારણા અનુસાર આ ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ વધારે અંતરે રહેવા માંગશે. આના માટે તે 180^0 ખૂણા પર વ્યવસ્થિત થાય છે. જેના કારણે અણુ રેખીય આકૃતિનો હોય છે.

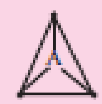
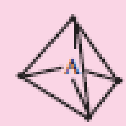
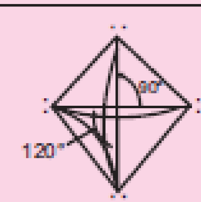
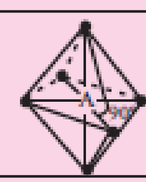
રેખીણ અણુ

BF_3 : બોરોન દ્રાય કલોરાઈડ કેન્દ્રીય પરમાણું, બોરોનની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના $1S^2 2\ S2^X 2P^1$. છે. આથી આવી સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન છે. ત્રણ ફલોરિન પરમાણુઓની સાથે સહ સંયોજક બંધ બનાવાનાં પ્રક્રમમાં આની સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન પરમાણુઓની સાથે સહસંયોજક બંધ બનાવવાના પ્રક્રમમાં આની સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન બીજા આવી જાય છે. (પ્રત્યેક ફલોરીનનો એક ઈલેક્ટ્રોન) આથી આની સંયોજકતા કક્ષામાં 6 ઈલેક્ટ્રોન અથવા 3 ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ હોય છે) VSEPR ધારણા અનુસાર આ વધારે દૂર હશે આથી તેમની વચ્ચેનો ખૂણો 120^0 નો બની જાય છે. અને તેના અણુની આકૃતિ સમલાદુ ત્રિભુજની હોય છે.

સમબાજુ ત્રિભુજ આકૃતિ

- આથી સંયોજકતા કક્ષા ઈલેક્ટ્રોનનોની સંખ્યાના આધાર પર ભિન્ન અણુઓની ભિન્ન આવૃત્તિઓ હશે. કેન્દ્રિય પરમાણુમાં ચારે બાજુ હજાર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મની ભિન્ન સંખ્યાઓ માટે ભિન્ન ભૌમિતિક આકૃતિઓ હશે કે જે કોષ્ટક 4.1માં બતાવેલ છે.

કોષ્ટક 4.1 કેન્દ્રીય પરમાણુની ચારેય બાજુ ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મોની ભૌમિતિક અવસ્થા

અણુનો પ્રકાર	ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મોની સંખ્યા	ભૂમિતીસંરચના	ઉદાહરણ
AX_2	2 રેખીય		$Hgcl_2$, BeH_2
AX_3	3 સબબાજુ ત્રિભુજ		BF_3, Bcl_3
AX_4	4 ચતુષ્કફલકીય		Ccl_4, CH_4, $Sicl_4$
AX_5	5 ત્રિકોણીય દ્વિપિરામીડ		Pcl_5, PF_5
AX_6	6 અષ્ટકફલકીય		SF_6, PF_6

અભિધારણા : 2

બે બંધ યુગ્મોની વચ્ચે આકર્ષણ સૌથી ઓછુ હશે.આનાથી વધુ એક બંધ યુગ્મ અને એક એકાકી યુગ્મની વચ્ચે થશે અને સૌથી વધારે બે એકી યુગ્મોની વચ્ચે થશે. વિભિન્ન સંભાવનાઓ માટે આકર્ષણ બળનો ક્રમ આ રીતે થશે.

સુચના

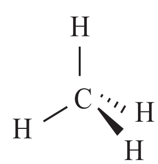
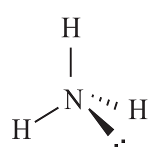
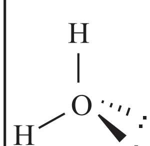
રાસાયણિક બંધ :

એકાકી યુગ્મ- એકાકી યુગ્મ > એકાકી યુગ્મ - બંધ યુગ્મ > બંધ યુગ્મ - બંધ યુગ્મ

- કોષ્ટક 4.1 માં આપેલ અણુઓની આકૃતિઓ તે અણુઓને સંગત છે જેમાં માત્ર બંધ યુગ્મ છે. જે અણુઓમાં એકાકી યુગ્મ અને બંધ યુગ્મ બંને છે તેમની આકૃતિઓ ઉપર આપેલ, આકૃતિઓથી વિકૃત થઈ જાય છે.

- આવો ઉદા. માટે ત્રણ અણુ લઈએ - મિથેન, એમોનિયા અને પાણી ત્રણેય માટે કેન્દ્રિય પરમાણુની ચારેય બાજુ 4 ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ હોય છે. પરંતુ આ ચાર યુગ્મોની પ્રકૃતિ આ ત્રણ અણુઓમાં ભિન્ન છે મિથેન અણુના કેન્દ્રિય પરમાણું કાર્બનમાં 4 સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન છે અને આ ચાર ઈલેક્ટ્રોન ચાર હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની સાથે સહભાજન કરે છે. આથી આમાં ચાર બંધ યુગ્મ છે અને કોષ્ટક 4.1 અનુસાર તેની આકૃતિ ચતુષ્ફલીય હોવી જોઈએ. એમોનિયામાં પણ ચાર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ છે પણ તેની પ્રકૃતિ ભિન્ન છે. તેમાંથી ત્રણ બંધ યુગ્મ છે અને એક એકાકી યુગ્મ છે આ રીતે પાણીમાં પણ ચાર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ છે બે બંધ યુગ્મ અને બે એકાકી યુગ્મ બંધ-યુગ્મ બંધ યુગ્મ અને એકાકી યુગ્મ - બંધ યુગ્મની વચ્ચે આપસી આકર્ષણની માત્રા ભિન્ન હોવાથી અણુઓની આકૃતિ સાપેક્ષિત ચતુષ્ફલીયથી થોડી વિકૃત થશે. આ ત્રણ અણુઓના ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મની સંખ્યા તેમની પ્રકૃતી અને આકૃતિ કોષ્ટક 4.2 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 4.2 : ચાર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મોવાળ અણુઓની આણ્વિક ભૂમિતિઓ જેમાં એકાકી યુગમો અને બંધ યુગ્મોના ભિન્ન સંયોજન છે.

અણુ સંખ્યા	બંધ યુગ્મોની સંખ્યા	એકાકી યુગ્મોની	આણ્વીક ભૂમિતી	આણ્વીક આકૃતિ	બંધ કોણ
CH_4	4	0	ચતુષ્ફલીય		109.5
NH_3	3	1	ત્રિકોણીય દ્વિપિરામિડ		107
H_2O	2	2	બેન્ટ		104.5

રાસાયણિક બંધ :

- હાલ સુધી આપણે બે પરમાણુઓની વચ્ચે ઈલેક્ટ્રોન સ્થાનાતરણ (આયનિક બંધ) અથવા સહભાજન (સહસંયોજક બંધ) દ્વારા રાસા. બંધ બનવાનાં વિષયમાં ભણી ગયાં છે. બંધ બનવાના પ્રક્રમ અને સરળ અણુઓમાં બંધ, બિંદુ સંરરચનાઓ દ્વારા સરળતાથી નિરૂપિત કરવામાં આવી શકે છે. આગળ VSEPR સિદ્ધાંત અણુઓની આકૃતિને બતાવવાનો સારો પ્રયાસ છે પરંતુ શું તમે ધ્યાન આપ્યું ? આપણે ઈલેક્ટ્રોનને બિંદુથી નિરૂપિત કરી રહ્યા છીએ એટલે કે સ્થાનિક કણ આ પાઠ-3 માં ભણી ગાય પ્રાયિક (કક્ષક) ઈલેક્ટ્રોન નિરૂપણની વિરૂધ્ધ જાય છે. આવો પરમાણુના તરંગ - યાંત્રિકી નિરૂપણ માટે નવા સિદ્ધાંતોના આધારે બંધ નિર્માણના પ્રક્રમની વ્યાખ્યા કરીએ.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન-4.2

(1) VSEPR સિદ્ધાંતની મૌલિક અભિધારણાઓ શું છે ?

(2) VSEPR સિદ્ધાંત અનુસાર મિથેન (CH_4) ની આકૃતિની પ્રણુક્તિ કરો.

4.7 રાસાયણિક બંધનાં આધુનિક સિદ્ધાંત :

- કોસ્સલ અને લુઈસ દ્વારા પ્રતિપાદિત (1916) રાસા. બંધનાં સિદ્ધાંત, બંધના શાસ્ત્રીય સિદ્ધાંત કહેવાય છે. આ તગ યાંત્રિકી અથવા કર્વાટમ યાંત્રિકી મોડલનાં વિકાસ પછી પરમાણુઓની વચ્ચે બંધને સમજાવવો માટે બે બીજા સિદ્ધાંત પ્રતિપાદિત કરવામાં આવ્યા. આ રાસા. બંધનાં આધુનિક સિદ્ધાંત કહેવાય છે. આ છે સંયોજકતા બંધ સિદ્ધાંત અને આણ્વીક કક્ષક સિદ્ધાંત આવો આ સિદ્ધાંતોને વિસ્તારથી ભણીએ.

4.7.1 સંયોજકતા બંધનવાદનો સિદ્ધાંત (VBT)

- સન 1927 માં કીટલર અને લંદને હાઈડ્રોજન પરમાણુઓથી હાઈડ્રોજન અણુનાં નિર્માણની વ્યાખ્યા કરવા માટે સંયોજકતા બંધનવાદનો સિદ્ધાંત રજૂ કર્યો. લાઈનસ પોલિંગે આનો આગળ વિસ્તાર કર્યો. રાસા. બંધ બનવાના પ્રક્રમમાં જ્યારે બંને પરમાણું નિકટ આવે છે તો તેના પરમાણુ કક્ષકોનું અભિ વ્યાપન થાય છે. આવું આ સિદ્ધાંતથી પ્રતિપાદિત છે બંધની પ્રબળતા કક્ષકોનાં અતિવ્યાપનની માત્રા અને પ્રભાવશાળી હોવા પર નિર્ભર કરે છે જેટલું વધુ અભિવ્યાપન થશે બંધ તેટલો જ પ્રબળ થશે. આવો હાઈડ્રોજન અણુના બંધથી આ સિદ્ધાંતને સમજીએ.

- માની લો કે બંને હાઈડ્રોજન પરમાણું એકબીજાથી અંનત અંતરે છે બંનેના ઈલેક્ટ્રોન પોતાની 1S- કક્ષકમાં છે અને પોતાના કેન્દ્રમાં પ્રભાવમાં છે જેમ-જેમ બંને પરમાણુ નજીક આવે તેની કક્ષકોમાં અતિવ્યાપન થવા લાગે છે અને તેની ઉર્જા ઓછી થવા લાગે છે. (ચિત્ર 4.1) બંધ લંબાઈને બરાબર અંતર પર અતિવ્યાપન વધારે અને ઉર્જા ન્યૂનતમ થઈ જાય છે અતિ વ્યાપનને પરમાણુઓની વચ્ચે

ઈલેક્ટ્રોનનાં સહભાજનને સમાન માની શકીએ છીએ. કક્ષકોનાં ઉભયનિષ્ઠ ક્ષેત્રમાં હાજર ઈલેક્ટ્રોન બંને કેન્દ્રોથી પ્રભાવિત હોય છે.

- સરળ દ્વિપરમાણુંક અણુઓ જેવાં કે HF, F_2 વગેરેમાં બંધને આ સરળ વિવેચના દ્વારા સમજાવી શકાય છે. બે પરમાણુઓથી વધારેવાળા અણુઓની વ્યાખ્યા માટે અન્ય સંકલ્પનાઓ જેવા કે સંકરણ, ઉત્તેજિત અવસ્થા વગેરેનો પ્રયોગ કરવો પડશે.

4.7.1.1 સંકરણ

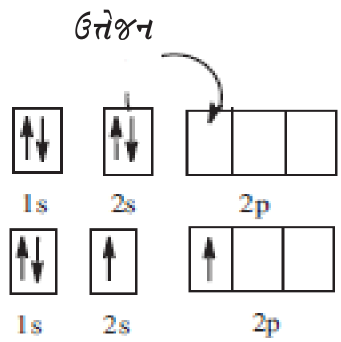
- સંકરણ એ એક એવી પ્રકિયા છે કે જેમાં એક જ પરમાણુની જુદી જુદી કક્ષકોનું સામેક્શ્રણ થઈ તેમાંથી સમાન આકાર અને સમાન ઉર્જા ધરાવતી તેટલી જ કક્ષકો ઉત્પન્ન થાય.

- સંકરણના બે સિધ્ધાંત

- જેટલી સંખ્યામાં સંકૃત કક્ષકો બને તેટલી જ કક્ષકો બને તે સરખી હોય છે પરંતુ તેમનો આકાર અને શકિત સમાન હોતાં નથી

- કક્ષકોનાં સંકરણની સંકલ્પના અને જરૂરિયાતને સમજવા માટે આવો એક ત્રિપરમાણ્વીય અણુ-બેરિલિયમ હાઈડ્રાઈડ (BeH_2) લો. બેરિલિયમનો પરમાણુ ક્રમાંક 4 અને ઈલેક્ટ્રોનિક રચના $1S^2$, $2S^2$ છે. બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની સાથે બંધ બનાવવા માટે બેરિલિયમનાં સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનો ($2S^2$) ને બંને હાઈડ્રોજન પરમાણુઓના 1S કક્ષકોની સાથે અતિ વ્યાપન નથી કરી શકતા. (તમે જાણો છો કે એક કક્ષકમાં વિપરીત ચક્રણવાળા બે ઈલેક્ટ્રોન જ રહી શકે છે) પોલિંગે બતાવ્યું કે બંધ બનાવવાનાં પ્રક્રમમાં બેરિલિયમમાં 2S કક્ષકનો એક ઈલેક્ટ્રોન થોડીવાર માટે ઉત્તજિત થઈને રિક્ત (ખાલી) 2P-કક્ષકમાં જતો રહે છે, જેવું કે નીચે બતાવવામાં આવ્યું છે.

બેરિલિયમ પરમાણું (મૂળ અવસ્થા)
બેરિલિયમ પરમાણુ (ઉત્તેજિત અવસ્થા)



- હવે બંને સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન બે કક્ષકોમાં છે જેમાં માત્ર એક સયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોન હાજર છે. હવે આ બંને કક્ષક હાઈડ્રોજન પરમાણુની બે 1S કક્ષકોની સાથે અતિવ્યાપન કરીને બંધ બનાવશે. પરંતુ હવે સમસ્યા એ છે કે બંને બંધ અલગ-અલગ પ્રકૃતિનાં હશે. કારણ કે એક બંધ બેરિલિયમની 2S

કક્ષકની હાઈડ્રોજનની 1S કક્ષકની સાથે અતિવ્યાપનથી બને છે અને બીજો બંધ બેરિલિયમનો 2P કક્ષકનાં હાઈડ્રોજન 1S કક્ષકની સાથે અતિ વ્યાપનથી બનં છે પરંતુ વ્યવહારિક રૂપમાં બંને બંધ સમાન મળી આવે છે.

- આ સમસ્યાઓ ઉપાય કક્ષકોના સંકરણ નામની સંકલ્પનાથી મળે છે તેના અનુસાર બે અથવા બેથી વધારે અસમાન કક્ષક (જેની આકૃતિ અને ઉર્જા ભિન્ન હોય) પણ તુલ્યાત્મક ઉર્જાવાળા મળીને સંકરિત થઈને તેટલી જ સંખ્યાને સમાન (સમાન ઉર્જા અને આકૃતિવાળા) સંકરિત કક્ષક બનાવે છે.

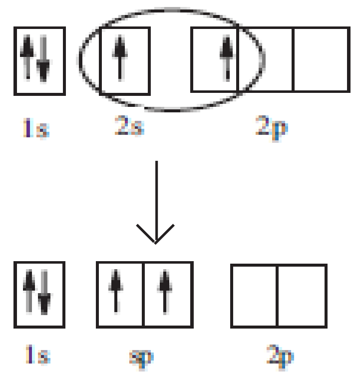
- Becl$_2$ માં એક-એક અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોનવાળી કક્ષક (2S અને 2P) સંકરિત થઈને બે SP સંકરિત કક્ષક આપે છે આ SP- સંકરણ કહેવાય છે. આ સંકરિત કક્ષક 2-અક્ષ પર હોય છે અને વિપરિત દિશાઓની બાજુ નિર્દેશ કરે છે.

બેરિલિયમ પરમાણું

(ઉત્તેજિત અવસ્થા)

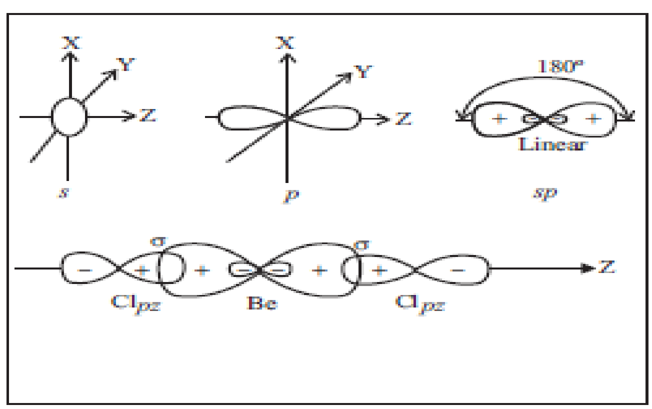
બેરિલિયમ પરમાણુ

(સંકરણ)



- આ સંકરિત કક્ષક પરમાણુઓની કક્ષકની સાથે અતિવ્યાપન કરીને ચિત્ર 4.3 Becl$_2$ નો રેખીય અણુ બનાવશે.

- ઉપરનું સંકરણ સંકલ્પનાને આધારે ભિન્ન ઉપરની કક્ષકોનાં સંકરણ દ્વારા અન્ય અણુઓના બંધ અને આકૃતિની વ્યાખ્યા કરી શકાય છે. આવો S અને P- કક્ષકોનાં સંકરણના કેટલાક બીજા ઉદા. જોઈએ.



આકૃતિ

- બોરોન ટ્રાયકલોરાઈડ (SP^2 સંકરણ) : બોરોનમાં પાંચ ઈલેક્ટ્રોન હોય છે અને તેની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના $1S^2 2S^2 2P^1$ હોય છે બોરોન પરમાણુની સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન હોય છે. ત્રણ કલોરિન પરમાણુઓની સાથે બંધ બનાવવા માટે બોરોન પરમાણુંની 2S- કક્ષકનો એક ઈલેક્ટ્રોન ઉત્તેજિત થઈને 2P-કક્ષકમાં જતો રહે છે.

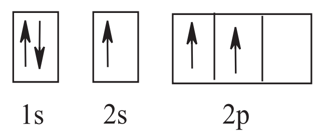
બોરોન પરમાણું

(મૂળ અવસ્થા)

ઉત્તેજન

બોરોન પરમાણું

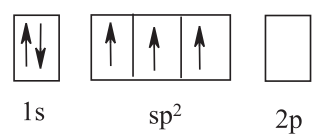
(ઉત્તેજિત અવસ્થા)



- એક 2S-કક્ષક અને બે 2P કક્ષક સંકરિત થઈને ત્રણ SP^2 સંકરિત કક્ષક બનાવે છે આ SP^2 સંકરણ કહેવાય છે.

બોરોન પરમાણું

(ઉત્તજિત અવસ્થા)



- ત્રણેય સંકરિત કક્ષક સમતલીય અને સમબાજુ ત્રિભુજના ખૂણાઓની બાજુ નિર્દેશ કરે છે. આ સંકરિત કક્ષક પછી કલોરિન પરમાણુઓની P-કક્ષકોની સાથે ચિત્ર 4.4 અનુસાર બંધ બનાવે છે.

આકૃતિ

- મિથેનમાં બંધ (sp^3 સંકરણ) મિથેનમાં કેન્દ્રિય પરમાણું કાર્બનની ઈલેક્ટ્રોન રચના $1S^2$ 25^2 $2P^2$ થાય છે. ચાર હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની સાથે બંધ બનાવવા માટે કાર્બન પરમાણુની 2S કક્ષકનાં એક ઈલેક્ટ્રોનને 2P કક્ષકમાં ઉત્તેજિત થવું જોઈએ.

કાર્બન પરમાણું (મૂળ અવસ્થા)

કાર્બન પરમાણું (ઉત્તેજિત અવસ્થા)

- હવે કાર્બન પરમાણુની ત્રણ 2P કક્ષક અને એક 2S કક્ષક સંકરણ દ્વારા ચાર SP^3 સંકરિત કક્ષક આપે છે આ SP^3 સંકરણ કહેવાય છે.

કાર્બન પરમાણું (મૂળ અવસ્થા)

કાર્બન પરમાણું (ઉત્તેજિત અવસ્થા)

સંકરિત

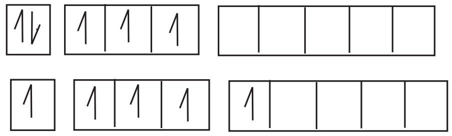
- આ ચાર SP^3 સંકરિત કક્ષક ચતુષ્ફલકના ચાર ખૂણાઓનો નિર્દેશ કરે છે આ સંકરિત કક્ષક ચાર હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની 1S કક્ષકની સાથે આકૃતિ 4.5 અનુસાર બંધ બનાવે છે અને મિથેન અણુ આપે છે.

આકૃતિ 4.5

- ફોસ્ફરસ પેંટાકલોરાઈડ (SP^{3}d સંકરણ)

P (મૂળ અવસ્થા)

P (ઉત્તેજિત અવસ્થા)

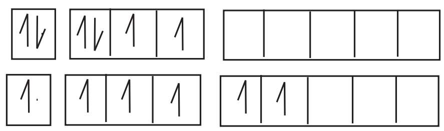


- પાંચ SP^{3}d સંકરિત કક્ષક ત્રિકોણાયદ્વાપરામક (ચિત્ર5.5(a)) ના ખૂણાઓની બાજુ નિર્દેશ કરે છે આ પાંચ કલોરીન પરમાણુઓ એક ઈલેક્ટ્રોનવાળી P-કક્ષકોની સાથે અતિવ્યાપન દ્વારા પાંચ બંધ બનાવે છે. આથી Pcl_5 અણુની ભૂમિતિ ત્રિકોણીય દ્વિપિરામિડ હોય છે. ત્રણ p-cl બંધ (નિરક્ષીય) 120^{0}ના ખૂણા પર એક જ તલમાં હોય છે. બાકી બંને p-cl બંધ (અક્ષીય) નિરક્ષીય તલની સાથે 90^0 નો ખૂણો બનાવે છે. અને એક તલની ઉપર અને બીજો તલની નીચે હોય છે.

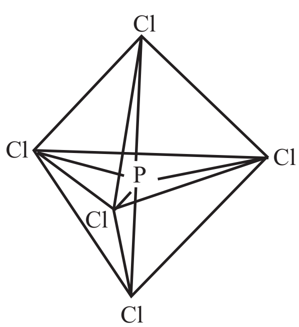
SF_6 (SP^{3}d^2 સંકરણ)

S (મૂળ અવસ્થા)

S (ઉત્તજિત અવસ્થા)



- છ SP^{3}d સંકરિત કક્ષક બને છે જે નિયમિત અષ્ટફલીયનાં ખૂણાઓની બાજુ નિર્દેશ કરે છે. આ કક્ષક છ F પરમાણુઓની એક ઈલેક્ટ્રોનવાળી P-કક્ષકની સાથે અતિવ્યાપન દ્વારા છ બંધ બનાવે છે અને ચિત્ર 5.5b નાં અનુસાર નિયમિત અષ્ટફલકીય ભૂમિતિ આપે છે.



આકૃતિ 4.5 A

આકૃતિ 4.5 B

4.7.1.2 સંકરણ અને બહુબંધ

- હાલ સુધી આપણે એવા અણુઓની ચર્ચા કરી રહ્યા છીએ જેમાં માત્ર એક કેન્દ્રિય પરમાણુની કક્ષક સંકરિત છે. આવો જોઈએ એવા પરમાણુઓના યુગ્મની વચ્ચે બંધ, સંકરણ સંકલ્પના કેવી રીતે સમજાવી શકાય છે. ઈથેન (C_2H_6) માં બે કાર્બન પરમાણુ એકબીજાથી બંધિત હોય છે અને પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુ ત્રણ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓથી બંધિત હોય છે તમને યાદ હશે મિથેનમાં કાર્બન પરમાણુની સંયોજકતા કક્ષક SP^3 સંકરિત હોય છે. ઈથેનમાં પણ પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુમાં SP^3 સંકરણ દ્વારા ચાર SP^3 સંકરિત કક્ષક હોય છે. બંને કાર્બન છ SP^3 સંકરિત કક્ષક હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની 1S કક્ષકથી અતિવ્યાપન કરી ચિત્ર 4.6 અનુસાર ઈથેન C_2H_6 પરમાણુ બને છે. C-C બંધ અંતઃકેન્દ્રિય અક્ષ પર હોય છે આવા બંધ સિગ્મા (6) બંધ કહેવાય છે.

= Constant

આકૃતિ 4.6

- ઈથેનમાં બંધ : ઈથેનમાં કાર્બન પરમાણુઓની સંયોજકતા કક્ષક SP^2 સંકરિત હોય છે. અહીંયા પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુની ત્રણમાંથી બે P- કક્ષક તેની 2S કક્ષકની સાથે સંકરણ કરી SP^2 સંકરિત કક્ષક આપે છે. બાકીની ત્રીજી P-કક્ષક (પ્રત્યેક કાર્બન પર એક) સંકરણમાં ભાગ નથી લેતી. બંને કાર્બન બંધ બનાવે છે. (ચિત્ર 5.7a) બાકીની ચાર SP^2 સંકરિત કક્ષક ચાર હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની 1S કક્ષકોથી અતિવ્યાપન કરીને અણુનો મૌલિક ઢંગ બનાવે છે. હવે બંને કાર્બન પરમાણુ પર એક અસંકરિત P-કક્ષક બાકી રહે છે. (ચિત્ર 5.7b) આ આણ્વિક તલને લમ્બવત હોય છે. આ અસંકરિત P-કક્ષક પાર્શ્વ અતિવ્યાપનથી આણવક તલની ઉપર અને ઈલેક્ટ્રોન ઘન આપે છે. (ચિત્ર 4.7 b,c) આ પાઈ ( ) બંધ કહેવાય છે. ઈથીનમાં બંને કાર્બન પરમાણુઓની વચ્ચે બે બંધ બને છે. (એક સિગ્મા અને એક પાઈ બંધ)

રાસાયણિક બંધ :

આકૃતિ 4.7

- ઈથાઈનમાં બંધ (એસિટીલીન) : એસિટિલીનમાં બંધની કાર્બન પરમાણુઓમાં SP સંકરણ દ્વારા વ્યાખ્યા કરી શકાય છે પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુની એક 2S અને એક 2P કક્ષક, સંકરણ પછી SP સંકરિત કક્ષક આપે છે. હવે બંને કાર્બન પરમાણુઓ પર બે સંકરિત આપસમાં લંબ, P-કક્ષક બાકી રહે છે. બે SP સંકરિત કક્ષક અતિવ્યાપન પછી કાર્બન-કાર્બન બંધ બને છે. બાકીની બે SP- સંકરિત કક્ષક બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની 1S કક્ષકોની સાથે અતિવ્યાપન કરે છે. અને C– H બંધ બનાવે છે. (ચિત્ર 4.8) બંને કાર્બન પરમાણુઓની બે અસંકરિત .. કક્ષક પાર્શ્વ અતિવ્યાપન દ્વારા બે π - બંધ બનાવે છે.

આકૃતિ 4.8

પાઠ આધારીત પ્રશ્ન

(1) 'સંકરણ' પદથી તમે શું સમજો છો ?

(2) સંકરણનાં આધાર પર તમે એમોનિયા અણુની આકૃતિ કેવી રીતે સમજાવી શકશો ?

4.7.2 આણ્વિય કક્ષક સિદ્ધાંત (MOT)

- હાલ તમે સંયોજકતા બંધ સિદ્ધાંત વિષે ભણ્યાં ઘટક પરમાણુઓની પરમાણ્વીય કક્ષકોનાં અતિવ્યાપનથી બંધ માટે જવાબદાર અતિવ્યાપન ક્ષેત્ર બંને પરમાણુઓની મધ્યમાં સ્થિત થાય છે. એટલે કે તે સ્થાનગત હોય છે. સન 1932 માં એફ.હુંડ અને આર.એસ. મુલિકેન દ્વારા વિકસિત આણ્વિય કક્ષક સિદ્ધાંત, પરમાણુના તરંગ યાંત્રિકી મોડલ પર આધારિત છે. VBT ના સ્થાનગત બંધની સાપેક્ષે આણિવય કક્ષક સિદ્ધાંત અનુસાર બંધ અસ્થાનગત પ્રકૃતિના હોય છે એટલે કે પુરા અણુ પર ફેલાયેલ હોય છે. MOT ને અનુસાર બંધ નિર્માણ પ્રક્રમમાં :

- ઘટક પરમાણુઓની પરમાણ્વિય કક્ષક સંયુક્ત થઈને નવા પ્રકારની કક્ષક બનાવે છે. જેને આણ્વિયક કક્ષક કહે છે બીજા શબ્દોમાં આ નવી કક્ષક કોઈ એક પરમાણુની નથી હોતી પરંતુ આ બંધિત પરમાણુઓના પૂરા ક્ષેત્ર પર પ્રસારિત હોય છે.

- આ આણ્વિય કક્ષક પરમાણુ કક્ષકોનાં રૈખિક સંયોગ (LCAO) થી બને છે. આ વિધિ અનુસાર તુલ્ય ઉર્જાઓ અને ઉપરની સમીમિતિવાળી પરમાણું કક્ષક સંયોગ કરી સંખ્યામાં તેટલી જ આણ્વિય કક્ષક આપે છે.

- આણ્વિય કક્ષકોની પૂર્તિ પણ પરમાણું કક્ષકોની જેમ આઉફબાઉ નિયમ અનુસાર હોય છે એટલે કે ઈલેક્ટ્રોન વધતી ઉર્જાના ક્રમમાં કક્ષકોમાં જાય છે.

- આણ્વિય કક્ષક વિધિથી રાસા. બંધને સમજાવવા માટે આવો હાઈડ્રોજન અણુનું ઉદા. લઈએ. બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓમાં એક-એક ઈલેક્ટ્રોન તેમની 1S કક્ષકોમાં હોય છે. બંધ વિચ્ચન (formation) ના પ્રક્રમમાં બંને હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની પરમાણ્વીય કક્ષક બે પ્રકારની સંયુક્ત હોઈ શકે છે. પહેલામાં MO તરંગ ફલન બંને પરમાણ્વિય તરંગ ફલનના સરવાળાથી પ્રાપ્ત કરવામાં આવી શકે છે. જ્યારે બીજામાં MO પરમાણ્વીય કક્ષકોનાં અંતરથી શોધી શકાય છે. બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની 1S- કક્ષકોનો સંયોગ ચિત્ર 4.9 માં બતાવવામાં આવ્યો છે.

આકૃતિ 4.9

- પરમાણ્વિય કક્ષકોનાં સરવાળાથી મળેલ આણ્વિય કક્ષકની ઉર્જા પરમાણ્વિય કક્ષકોથી ઓછી ઓય છે અને તેને બંધકારક કક્ષક કહે છે. બીજી બાજુ પરમાણ્વિય કક્ષકોના અંતરથી મળેલ આણવીય કક્ષકની ઉર્જા વધુ હોય છે અને તેને અસંબધકારક કક્ષક કહે છે. ધ્યાન આપો કે નવી બનેલ આણ્વિય કક્ષક બંધ અક્ષ (બંને કેન્દ્રોને જોડતી રેખા)ની ચારે બાજુ સમમિતિ હોય છે. આવી કક્ષકોને સિગ્મા (6) આણવીય કક્ષક કહે છે. ઉપર મળેલ બંધકારક કક્ષકને 1S થી અને અબંધકારક કક્ષકને 6*1S થી દર્શાવાય છે. અહીંયા 6 આણવીય કક્ષકનાં પ્રકાર, 1S સમ્મિલિત પરમાણવીય કક્ષક અને *MO નો અબંધકારક સ્વભાવ રજૂ કરે છે. હાઈડ્રોજન અણુમાં કુલ બે ઈલેકટ્રોન હોય છે. આઉફબાઉ નિયમ અનુસાર આ 6_{1S} કક્ષકમાં ભરે છ જો કે 6_{1S} કક્ષક બંધકારક કક્ષક છે. આનાં ભરાવાથી સ્થાયિત્વ થાય છે. અથવા બંધ વિરચન થાય છે.

- પરમાણુઓની ઈલેકટ્રોન રચનાની જેમ અણુઓની MO ઈલેકટ્રોનિક રચના પણ લખી શકાય છે. હાઈડ્રોજન અણુની MO રચના આ રીતે લખી શકાય છે. $(6_{1S})^2$ આણવીય કક્ષકો માટે ઉર્જા સ્તર આલેખ ચિત્ર 4.10 (a, b) માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 4.10

- *બંધ ક્રમાંક - આપણે એક નવો પ્રાચલ બંધ ક્રમાંકને આ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકીએ છીએ.*

બંધ ક્રમાંક ....

જ્યાં n_b *અને* n_a *ક્રમશઃ બંધકારક અને અબંધકારક આણ્વિય કક્ષકોમાં ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યાને નિરૂપિત કરે છે. હાઈડ્રોજન અણુ માટે બંધ ક્રમાંક .... થશે. એટલે કે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની વચ્ચે એક બંધ હશે.*

હીલિયમ (He_2) *અણું - હીલિયમમાં પણ બે* 1S *પરમાણ્વીય કક્ષક રૈખિક સંયોગ પછી* 61S *અને* 6*1S *કક્ષક બનાવે છે. ચાર ઈલેક્ટ્રોન* MO *ઈલેક્ટ્રોનિક રચનાના અનુસાર વિતરિત થાય છે.* $(61S)^2$ $(6*1S)^2$ *ચિત્ર* 5.10b *માં હિલિયમનો આણ્વીય કક્ષક ઉર્જા સ્તર આલેખ આપવમાં આવ્યો છે. આનાં અનુસાર બંધ ક્રમાંક .... થશે એટલે કે બે હીલિયમ પરમાણુઓની વચ્ચે કોઈ બંધ નથી હોતા. બીજા શબ્દોમાં* He_2 *અણુનું અસ્તિતત્વ નથી હોતું.*

Li_2 *અને* Be_2 *અણું :*

- Li_2 *અને* Be_2 *માં બંધકારક* 1S *અને* 2S *કક્ષકોનાં સંયોગથી ઉપર્યુક્ત* MO *પ્રાપ્ત કરીને વર્ણિત કરવામાં આવી શકે છે. ચિત્ર :* 4.11 *માં* Li_2 *અને* Be_2 *નાં આણ્વિય કક્ષક આલેખ આપેલ છે.*

આકૃતિ 4.11

4.7..2.1 બીજા આવર્તનાં દ્વિપરમાણ્વીય અણુઓમાં આણ્વિય કક્ષક બંધ :

- હાલ સુધી આપણે તે તત્વોમાં બંધની ચર્ચા કરી રહ્યા હતાં, જેમાં s-કક્ષક રૈખિક સંયોગથી આણ્વિય કક્ષક આપે છે. બીજા આવર્તનમાં તત્વોના પરમાણુઓમાં (Be પછી) બંને S અને P કક્ષક આણ્વિય કક્ષકોમાં બનવામાં સમ્મિલિત હોય છે. આવામાં, પ્રક્રમમાં સમ્મિલિત પરમાણ્વીય કક્ષકોમાં પ્રકાર અને સમમિતિનાં આધારે ભિન્ન પ્રકારની આણ્વીય કક્ષક પ્રાપ્ત થાય છે આવો આવી આણ્વિય કક્ષકોની પ્રકૃતિને સમજીએ.

- અહીંયા પણ બે પરમાણુઓની 1S અને 2S કક્ષક સંયુક્ત થઈને સંગત બંધકારક અને અબંધકારક આણ્વિય કક્ષક આપશે. (ચિત્ર S.11b)) આવો P- કક્ષકોનાં સંયોગથી બનતા MO'Sનાં વિશે સમજીએ.

- જેવું કે પહેલા કહેવામાં આવ્યું છે LCAO માં તુલ્ય ઉર્જા અને ઉપર્યુક્ત સમમિતિવાળી પરમાણ્વીય કક્ષક સંયુક્ત થઈને આણ્વીય કક્ષક આપે છે. ઉપયુક્ત સમમિતિનો અર્થ છે સંયુક્ત થતી કક્ષકોનો આણ્વિય અક્ષ પર સમમિતિ સમાન હોય. સામાન્ય રીતે માનવામાં આવે છે કે બંધ વિરચન Z દિશામાં થાય છે. તમે પહેલા ભણી ગયાં છો કે ત્રણ P-કક્ષક આપસમાં લંબ ત્રણ દિશાઓ x, y અને z ની બાજુ નિર્દેશ કરે છે. આથી બે પરમાણુઓની P_2 કક્ષક બંધ અક્ષ પર સંયુક્ત થઈને બે આણ્વીય કક્ષક (ચિત્ર 4.12) બનાવશે. જો કે આ આણ્વિય કક્ષક, આણ્વિય અક્ષની ચારેય બાજુ સમમિતિ હોય છે, આ સિગ્મા (6) કક્ષક કહેવાય છે. તેમને 6_{2pz} અને $6^*{}_{2pz}$ થી દર્શાવાય છે.

આકૃતિ 4.12

- P_2 કક્ષકની P_x અથવા P_y કક્ષકથી સંયોગ કોઈ બંધ નહી આપે. બીજી બાજુ P_x કક્ષક P_x થી સંયુક્ત થઈને અને P_y કક્ષક P_y થી સંયુક્ત થઈને ચિત્ર 4.13 અનુસાર MO બનાવશે.

આકૃતિ 4.13

- ધ્યાન આપો કે આવી કક્ષક પાર્શ્વરૂપમાં સંયુક્ત હોવાના કારણે બંધ અક્ષનાં પરિતઃ સમમિત આણ્વીય કક્ષક નથી. બનાવતા, આ કક્ષક આણ્વીય કક્ષક કહેવાય છે. તેમાં અતઃ કેન્દ્રિત અક્ષની ઉપર અને નીચે વધારે ઈલેક્ટ્રોન ઘનતા હોય છે અબંધકારક કક્ષક, π 2Px (અથવા π*2Py) માં કેન્દ્રોનાં મધ્યે એક ગ્રંથિત (ક્ષેત્ર જયાં ઈલેકટ્રોન ઘનતા શૂન્ય હોય છે) રહે છે.

- બે પરમાણુઓનાં ભિન્ન પરમાણ્વીય કક્ષકોનાં સંયોગથી પ્રાપ્ત આણ્વીય કક્ષક નથી બતાવવામાં આવ્યાં. (આ આંતરિક ક્રોડમાં અને પૂર્ણતઃ ભરેલ હોય છે.) આ આણ્વીય કક્ષકોમાં ઈલેક્ટ્રોન આઉફબાઉ નિયમ અને ફુંડના નિયમ અનુસાર ભરવમાં આવે છે.

આકૃતિ

- પરંતુ આ ઉર્જા સ્તર આલેખ દ્વિપરમાણ્વીય અણુઓ O_2 અને F_2 માટે જ યોગ્ય છે અન્ય દ્વિપરમાણ્વીય અણુઓ જેવાં કે હલકાં તત્વ B, C અને N માટે આ આલેખ પરિમિત છે આવું એટલે કે, કારણ કે હલકાં તત્વોમાં 2S અને 2P કક્ષકની ઉર્જામાં ઘણુ ઓછુ અંતર હોય છે અને બંને પરમાણુઓની S અને P- કક્ષક આપસમાં મિશ્ર થઈ જાય છે. સામાન્ય શુદ્ધ 25-25 અથવા 2P-2P સંયોગની જગ્યાએ આપણને S-P સયોગ પ્રાપ્ત થાય છે જેમકે એક પરમાણુંની 25-કક્ષક બીજા પરમાણુની $2P_2$ કક્ષકથી પ્રભાવકારી અતિવ્યાપન કરી શકે છે અને વિલોમતઃ પરિમિત ઉર્જા સ્તર આલેખ ચિત્ર 5.14b માં આપેલ છે.

4.7.2.2 આણ્વિય કક્ષક ઈલેક્ટ્રોનિક રચના અને અણુઓનાં ગુણધર્મ :

- ઉપર આપેલ MO ઉર્જા સ્તર આલેખોથી અણુના MO ની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના પ્રાપ્ત કરી શકાય છે આનાથી આપણને અણુઓનાં કેટલાક ગુણધર્મોનાં વિષયમાં જાણકારી મળી શકે છે આવો નાઈટ્રોજન પરમાણુના પાંચ સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન હોય છે, જો કે બે પરમાણુ છે આથી આપણને કુલ દસ સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનને MO'S માં ભરવા છે. ચિત્ર 4.14 ની મદદથી આપણે MO_5 ની ઈલેક્ટ્રોન રચના આ રીતે લખી શકીએ છીએ.

બંધ ક્રમાંક : ½ $[n_b-n_a]$ = ½ [8-2] = ½ [6]= 3 ; આની અનુસાર નાઈટ્રોજન અણુમાં બે નાઈટ્રોજન પરમાણુઓની વચ્ચે ત્રિ-બંધ હોય છે.

ચુંબકીય સ્વભાવ : અણુનો ચુંબકીય સ્વભાવ MO ઈલેક્ટ્રોનિક રચના પર નિર્ભર કરે છે જો MO માં ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ છે તો પદાર્થ પ્રતિચુંબકીય હોય છે. જો એક અથવા એકથી વધુ MO'S એક ઈલેક્ટ્રોનથી પૂરિત હોય તો પદાર્થ અનુચુંબકીય હોય છે. O_2 ની MO ઈલેક્ટ્રોનિક રચના છે. (12 સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન છે.)

$$\sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p_z^2, , \pi\ 2p_x^2\ ,\ \pi\ 2p_y^2, \pi^*\ 2p_x^1\ ,\ \pi^*\ 2p_y^1\ ;$$

- જો કે તેમાં યુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોન હોય છે, ઓક્સિજન અનુચુંબકીય વ્યવહાર બતાવે છે આ પ્રયોગો દ્વારા પ્રમાણિત થાય છે વાસ્તવિકતામાં, ઓક્સિજનનાં અનુચુંબકીય સ્વભાવની વ્યાખ્યા MOT ની ઉપલબ્ધિ છે.

- આણ્વિય ધનાયનો અને ઋણાયનોના બંધ ક્રમાંક અને ચુંબકીય સ્વભાવ આ રીતે શોધી શકાય છે. ધનાયનો માટે પ્રતિ +ve વીજભાર એક ઈલેક્ટ્રોન જોડે છે. ઉદા. O_2^{-2} (ઓક્સિજન અણુ દ્વિ

ઋણાયન) માં 14 સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન હશે (12+2) અને O_2^+ (ઓક્સિજન અણુ ધનાયન) માં 12–1 =11 સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન હશે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન : 4.4

(1) સંયોજકતા બંધ અને આણ્વીય કક્ષક સિદ્ધાંતોની વચ્ચે મૌલિક અંતર શું છે ?

(2) ચિત્ર 5.12 માં આપેલ આણ્વીય કક્ષક આલેખનો પ્રયોગ કરીને Li_2 અને Be_2 અણુઓનાં બંધ ક્રમાંક ગણો.

(3) O_2 નાં ચુંબકીય સ્વભાવની પ્રાગુક્તિ કરો.

તમે શું શીખ્યા :

- રાસા. બંધ તે પ્રભાવ છે જેના લીધે બે પાસે આવતાં પરમાણું સંયોગ કરીને ઉર્જાને ઓછી કરી દે છે.

- પરમાણું સંયોગ કરીને ઉત્કૃષ્ટ વાયુની સ્થાયી ઈલેક્ટ્રોનિક રચના પ્રાપ્ત કરે છે.

- કોસેલ અનુસાર, એક પરમાણુથી બીજામાં ઈલેક્ટ્રોનનાં સ્થાનાંતરણ દ્વારા સ્થાયી રચના પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે આનાથી આયન બને છે કે જે આપસમાં સ્થિર વિદ્યુત અન્યોન્ય દ્વારા બંધાયેલા હોય છે આને આયનિક બંધ કહે છે.

- લુઈસ અનુસાર, બંધિત પરમાણુંઓની વચ્ચે ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મોનાં સહભાજન દ્વારા સ્થાયી રચના પ્રાપ્ત થાય છે. આનાથી સહસંયોજક બંધ બને છે.

- સરળ અણુઓમાં બંધ લુઈસ ઈલેક્ટ્રોન-બિંદુ સંરચનાઓ દ્વારા સરળતાથી નિરૂપિત કરવામાં આવી શકે છે.

- કેટલાક સહસંયોજક બંધિત પરમાણુઓમાં સહભાજિત ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ વધારે વિદ્યુત ઋણ પરમાણું વધુ નજીક રહે છે. જેનાંથી અણુમાં આંશિક આયનિક લક્ષણ આવી જાય છે.

રાસાયણિક બંધ :

- સંયોજકતા કક્ષા ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ આકર્ષણ (VSEPR) સિદ્ધાંત સરળ અણુઓની આકૃતિની પ્રાગુક્તિમાં ખૂબ સહાયક હોય છે આ અણુમાં કેન્દ્રીય પરમાણુની ચારેય બાજુ હાજર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મોની વચ્ચે અન્યોન્ય પર આધારિત હોય છે.

- સંયોજકતા બંધ સિદ્ધાંત (VBT) અને આણ્વીય કક્ષક સિદ્ધાંત (MOT) રાસા. બંધનાં બે આધુનિક સિદ્ધાંત છે. આ પરમાણુના તરંગ યાંત્રિકી મોડલ પર આધારિત છે.

- સંયોજકતા બંધ સિદ્ધાંત અનુસાર બે પાસે આવતાં પરમાણુની પરમાણ્વીય કક્ષક અતિવ્યાપન કરી રાસા. બંધ બનાવે છે.

- અતિવ્યાપન અંતઃ કેન્દ્રીત ક્ષેત્રમાં ઈલેક્ટ્રોન વીજભારની ઘનતા વધારી દે છે.

- બેથી વધુ પરમાણુવાળા અણુઓમાં બંધની વ્યાખ્યા માટે પોલિંગે સંકરણની સંકલ્પનાની પ્રાગુક્તિ કરી. સંકરણમાં કેન્દ્રિય પરમાણુની સંયોજકતા કક્ષાની પરમાણ્વીય કક્ષક સંકરિત થઈ નથવી કક્ષક બનાવે છે જેની યોગ્ય રચના અણુઓની આકૃતિની વ્યાખ્યામાં મદદરૂપ થાય છે.

- આણ્વીય કક્ષક સિદ્ધાંત અનુસાર તુલ્ય ઉર્જા અને ઉપયુક્ત સમમિતિવાળી પરમાણ્વીય કક્ષક સંયુક્ત થઈને સમાન સંખ્યામાં આણ્વીય કક્ષક બનાવે છે. આ આણ્વીય કક્ષક અણુનાં પૂરા ક્ષેત્ર પર પ્રસારિત રહે છે એટલે કે આ પૂરા અણુ પર અસ્થાનાગત રહે છે.

- બે પરમાણ્વીય કક્ષક સંયુક્ત થઈને બે આણ્વીય કક્ષક બનાવે છે એક ઓછી ઉર્જાવાળી બંધકારક કક્ષક અને બીજી વધારે ઉર્જાવાળી અબંધકારક કક્ષક કહેવાય છે.

- અણુમાં હાજર ઈલેક્ટ્રોન આ કક્ષકોમાં વધતી ઉર્જાનાં ક્રમમાં ભરવામાં આવે છે. (આઉફબાઉ નિયમ) અને આ MO ઈલેક્ટ્રોનિક રચના આપે છે.

- બે પરમાણુઓની વચ્ચે બંધોની સંખ્યા બંધ ક્રમાંક કહેવાય છે. બંધ ક્રમાંક : ....

- MO ઈલેક્ટ્રોનિક રચનાથી અણુનાં ચુંબકીય સ્વભાવની પ્રાગુક્તિ કરી શકાય છે. જો MO'S દ્વિપૂરિત છે તો પદાર્થ પ્રતિચુંબકીય થશે અને એક અથવા વધારે MO'S એક પૂરિત છે તો પદાર્થ અનુચુંબકીય થશે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન :

(1) રાસા. બંધથી તમે શું સમજો છો ?

(2) બંધ વિરચનનાં પ્રક્રમની ઉર્જામાં ઘટાડાનાં રૂપમાં વર્ણન કરો.

(3) 'બંધ લંબાઈ' પદથી તમે શું સમજો છો ?

(4) બંધ વિરચન પ્રક્રમમાં કઈ બે વિધિઓથી ઉત્કૃષ્ટ વાયુની ઈલેક્ટ્રોનિક રચના પ્રાપ્ત કરી શકાય છે ?

(5) લુઈસ ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ પ્રતીક શું છે ? લુઈસ પ્રતીકોની મદદથી $Mgcl_2$ ની બનાવટ બનાવો.

(6) ઉપસહસંયોજક બંધની વ્યાખ્યા અને ઉદા. આપો.

(7) VSEPR શું છે ? આ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને SF_6 અણુની આકૃતિની પ્રાગુક્તિ કરો.

(8) આપણને સંકરણ સંકલ્પનાની જરૂર કેમ છે ? મિથેનની આકૃતિની વ્યાખ્યામાં આ કેવી રીતે મદદ કરે છે ?

(9) આણ્વીય કક્ષક સિદ્ધાંતનાં મુખ્ય લક્ષણ લખો.

(10) Be_2 અણુનું અસ્તિત્વ નથી હોતુ. આણ્વિય કક્ષક સિદ્ધાંતનાં આધારે તેની વ્યાખ્યા કરો.

(11) નીચેનાં સ્પીશીજની આણ્વીય કક્ષક ઈલેક્ટ્રોનિક રચના લખો અને તેનો બંધ ક્રમાંક ગણો.

પોતાના જવાબોની તપાસ કરો.

4.1

(1) જ્યારે એક અથવા એકથી વધુ ઈલેક્ટ્રોન એક પરમાણુંથી બીજા પરમાણું અથવા પરમાણુઓમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે તો વિદ્યુત સંયોજક બંધ બને છે.

(2)

(3) સહસંયોજક બંધમાં સહભાજિત ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ વધારે વિદ્યુત ઋણ પરમાણુથી વધારે નજીક હોયછે. આનાથી અણુમાં વીજભાર વિતરણ થઈ જાય છે અને બંધ ધ્રુવીય થઈ જાય છે.

(4) જે બંધમાં બંને બંધ ઈલેક્ટ્રોન એક જ પરમાણું દ્વારા આપવામાં આવે છે.

4.2

(1) VSEPR સિદ્ધાંતની બે અભિધારણાઓ છે.

(i) કોઈ અણુનાં કેન્દ્રીય પરમાણુમાં ચતુર્થક ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ (બંધ તથા અબંધ) એ રીતે વ્યવસ્થિત હોય છે કે તેમનું આપસી આકર્ષણ ન્યૂનતમ હોય.

(ii) ઈલેક્ટ્રોનનાં બે એકાકી યુગ્મોની વચ્ચે આકર્ષણ વધારે હોય છે તેમાંથી ઓછો એક બંધ યુગ્મ અને એક એકાકી યુગ્મની વચ્ચે હોય છે અને ન્યૂનતમ બે બંધ યુગ્મોની વચ્ચે હોય છે ભિન્ન સંભાવનાઓમાં આકર્ષણબળ આ રીતે હોય છે.

એકાકી યુગ્મ – એકાકી યુગ્મ > એકાકી યુગ્મ – બંધ યુગ્મ > બંધ યુગ્મ – બંધ યુગ્મ

(2) મિથેનનાં કેન્દ્રિય પરમાણું કાર્બનની સંયોજકતા કક્ષામાં ચાર ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ હશે. VSEPR સિદ્ધાંત અનુસાર આ કાર્બનમાં અતુર્થક ચતુષ્ફલકીય વ્યવસ્થામાં હશે. આથી મિથેન અણુની ચતુષ્ફલકીય આકૃતિ હશે.

4.3

(1) સંકરણની સંકલ્પના અણુઓની આકૃતિની વ્યાખ્યા માટે ખૂબ ઉપયોગી છે તેનાં અનુસાર બે અથવા બેથી વધુ અસમાન કક્ષક, તુલ્ય ઉર્જાઓ પર ભિન્ન આકૃતિવાળાં મળીને બરાબર સંખ્યાનાં સમાન સંકરિત કક્ષક આપે છે. સંકરિત કક્ષકોની ઉર્જા અને આકૃતિ સમાન હોય છે.

(2) એમોનિયામાં નાઈટ્રોજનનાં 2S અને 2P કક્ષક સંકરિત થઈને SP_3 સંકરિત કક્ષક આપે છે. આમાં ત્રણ હાઈડ્રોજનની 1S કક્ષકોની સાથે અતિવ્યાપક કરે છે અને એક અબંધ રહે છે. આમાં એકાકી યુગ્મ હોય છે. SP^3 સંકરિત કક્ષક નિયમિત ચતુષ્ફલકનાં ખૂણાઓને અંકિત કરે છે પરંતુ એકાકી યુગ્મ - બંધ યુગ્મ અને બંધ યુગ્મ- બંધ યુગ્મની વચ્ચે આકર્ષણનાં અંતરને કારણે એમોનિયા અણુની આકૃતિ વિકૃત ચતુષ્ફલકીય થઈ જાય છે કે જે ત્રિકોણીય પિરામિડ જેવી હોય છે.

4.4

(1) VBT નાં અનુસાર બંધ વિરચન સ્થાનાગત હોય છે જ્યારે MOT અનુસાર અસ્થાનાગત

(2) બંધ ક્રમાંક ....

Li_2 માટે ....

Be_2 માટે ....

(3) O_2 ની MO રચના છે. ....

....

2 અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોનોને કારણે O_2 અણુ અનુચુંબકીય છે.

5

પ્રવાહી અને વાયુ અવસ્થાઓ

આપણે જાણીએ છીએ કે દ્રવ્ય ત્રણ ભિન્ન અવસ્થાઓમાં મળી આવે છે તે છે ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ પદાર્થની ભિન્ન અવસ્થાઓ બતાવવા માટે સૌથી સરળ ઉદાહરણ પાણી છે કે જે ઘન (બરફ), પ્રવાહી (પાણી), વાયુ (બાષ્પ) ત્રણેય અવસ્થાઓમાં તાપમાન અને દબાણની ભિન્ન પરિસ્થિતિઓ મળી આવે છે. આ ત્રણેય અવસ્થાઓમાં અંતર તેમની આંતરિક દૂરી અને આંતરીક બળોની ભિન્નતાના કારણે હોય છે. તેની સાથે તાપમાન અને દબાણ પણ દ્રવ્યની અવસ્થામાં નિર્ધારણમાં મહત્વપૂર્ણ હોય છે.

- આ પાઠમાં આપણે ધન, પ્રવાહી અને વાયુનાં ગુણધર્મોમાં અંતર અને તેના કારણોની અભ્યાસ કરીશું વાયુની કોઈ નિશ્ચિત માત્રાનાં વેગ પર તાપમાન અને દબાણનો પ્રભાવ જોશે. આ વાયુનાં નિયમો (જેવાં કે બોઈલનો નિયમ, ચાર્લ્સનો નિયમ તથા એવોગેડ્રોનાં નિયમ દ્વારા નિર્ધારિત થાય છે.

સામન્ય રીતે તમે રોજિંદા જીવનમાં પ્રવાહી, વાયુ અને અવસ્થા જોઈએ છીએ. તમે માહિતગાર છો કે પાણી એ પ્રવાહી, ઘન (બરફ) અને વાયુ જેવુ હોય છે આ ત્રણ પદાર્થની અવસ્થા છે. વાયુ સ્થિતિને પહોળા નિશ્રિત ભાગમાં અલગથી અણ્વિય અને ધણા નબળા આંતર અણ્વિય બળોમાં સમજાવી શકાય છે. આ પાઠ માં આપણે પ્રવાહી ના આંતર અણ્વિય અને ધણા નબળા આંતર અણ્વ્યિ બળો વિશે ભણીશુ કેવી રીતે નિશ્રિત બળો લાગે

હેતુ : આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે,

- પદાર્થની ત્રણ અવસ્થાઓ, ધન, પ્રવાહી અને વાયુમાં અંતર બતાવી શકશો.
- વાયુઓનાં ભિન્ન ગુણધર્મો બતાવી શકશો.
- વાયુ નિયમો (બોઈલનો નિયમ, ચાર્લ્સનો નિયમ તથા એવોગેડ્રો નિયમ)ને બતાવી શકશો અને તેમેન ગાણિતીક સ્વરૂપમાં વ્યક્ત કરી શકશો.

GMW

- P-Y, P-1/v, P-pv અને V-T આલેખને દોરી શકશો.
- આલેખથી વાયુના વેગ પર તાપમાન અને દબાણનો પ્રભાવ બતાવી શકશો.
- વાયુ નિયમોથી આદર્શ વાયુ સમીકરણની ઉત્પત્તિ કરી શકશો.
- ડાલ્ટનમાં આંશિક દબાણનો નિયમ બનાવી શકશો તથા તેની સાર્થકતાની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- ગ્રેહામનાં વિસરણનો નિયમ બતાવી શકશો.
- વાયુઓના અણુગતિકીય સિદ્ધાંતની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- u_{rms}, u_{mp} અને u_{av}ની વચ્ચે અંતર બતાવી શકશો.
- નાં અધારે વાસ્તવિક વાયુનો આદર્શ વાયુ વ્યવહારથી વિચલનની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- વાન્ડર વાલ્સ નિયમ અને વાન્ડર વાલ્સ અચળાંકની સાર્થકતા બતાવી શકશો.
- એન્ડ્રુગુ વક્રોની મદદથી વાયુનાં પ્રવાહીકરણની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- એન

- કોઈ પણ આપેલ તાપમાન અને દબાણ પર દ્રવ્ય, ઘન, પ્રવાહી, અથવા વાયુ ત્રણેયમાંથી કોઈ એક અવસ્થામાં મળી આવે છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુઓનાં કેટલાક ગુણધર્મ કોષ્ટક 6.1 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 5.1 : પદાર્થની ભિન્ન અવસ્થાઓમાં ગુણધર્મ

ગુણ	ઘન	પ્રવાહી	વાયુ
આકાર અનિશ્ચિત	નિશ્ચિત	અનિશ્ચિત પાત્રનાં આકારને ગ્રહણ કરે છે.	
વેગ	નિશ્ચિત	નિશ્ચિત	અનિશ્ચિત (પાત્રને પૂર્ણરૂપે ભરી લે છે.)

ઘનતા	ઉંચી	ઘનથી ઓછી પણ વાયુથી થી ઘણી ઉંચી	નીચી

- દ્રવ્યની ત્રણેય અવસ્થાઓને ઉપર આપેલ ગુણધર્મો કણોની આપેક્ષિત નિકટતા પર નિર્ભર છે. ઘનોમાં અંતઃઅણુંક બળ પ્રબળ હોય છે. જે કણોની આસપાસ અને પોતાનાં સ્થાન પર અચળ રહે છે. પ્રવાહીઓમાં અંતઃઅણુકબળ ઘનોની તુલનામાં નિર્બળ હોય છે. વાયુ અવસ્થામાં અંતઃ અણુક બળ ન્યૂનતમ હોય છે આથી કણ સતત અનિયમિત ગતિથી ચાલતાં રહે છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ કણોની સરળ આકૃતિ ચિત્ર 6.1 માં બતાવી છે.

આકૃતિ 5.1

5.2 વાયુઓનો સામાન્ય વ્યવહાર : વાયુ નિયમ

- કોઈ વાયુ માટે દ્રવ્યમાનનો વેગ તે તાપમાન અને દબાણ પર નિર્ભર કરશે જેના પરથી તે વાયુ મળી આવી છે આથી વાયુઓનાં વ્યવહારનો ઉલ્લેખ ચાર પરિબળો તાપમાન T, દબાણ P, વેગ V અને માત્રા (મોલોની સંખ્યા n) નાં રૂપમાં કરવામાં આવે છે. કોઈ વાયુને આપેલ માત્રા માટે તાપમાન અનેદબાણ જેવાં પરિબળોમાં ફેરફાર કરવાથી વેગ બદલાઈ જાય છે. બે પરિબળોનાં પારસ્પરિક સંબંધનો અભ્યાસ કરવા માટે અન્ય પરિબળોને અચળ રાખવામાં આવે છે.

5.2.1 વેગ પર દબાણની અસર (બોઈલનો નિયમ)

- સન 1662 માં રોબર્ટ બોઈલે વિભિન્ન વાયુઓ માટે અચળ તાપમાન પર આપેલ વાયુની માત્રાના વેગ પર દબાણનાં પ્રભાવનો અભ્યાસ કર્યો. તેણે જોયું કે વાયુનો વેગ બે ગણો કરવાથી દબાણ અડધું રહી જાય છે અને બદલાયેલ ક્રમમાં જ આ પરિણામ મળ્યા. બોઈલ નિયમ અનુસાર અચળ તાપમાન પર કોઈ વાયુનાં આપેલ દ્રવ્યમાનનો વેગ દબાણનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

ગાણિતીય રૂપમાં .... (અચળ T અને n પર)

અથવા $P_1V_1=P_2V_2$

- તાપમાનને અચળ રાખતા જો કોઈ વાયુનાં વેગ V ને દબાણ P ની સાથે આલેખિત કરવામાં આવે તો ચરઘાતાંકીય ગ્રાફ મળશે. (ચિત્ર 5.2)

- જો દબાણ P ને વેગનાં વ્યસ્ત 1/V ની સાથે આલેખિત કરવામાં આવે તો મૂળ બિંદુથી પસાર થતો સીધો રેખીય ગ્રાફ મળશે. (ચિત્ર 5.3) દબાણ અને વેગનાં ગુણાકાર (PV) ને દબાણ P ની સાથે આલેખિત કરવાથી X-અક્ષને સમાંતર એક સીધી રેખા મળશે. (ચિત્ર 5.4)

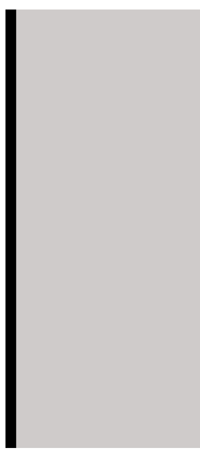
ઉદાહરણ 5.1 1 atm દબાણ પર અને 298 K પર એક વાયુના નિશ્ચિત દ્રવ્યમાનનો વેગ 25 mL છે. તાપમાન 298 K અચળ રાખીને જો તેનું દબાણ વધારીને 1.25 atm કરી દેવામાં આવે તો નવો વેગ શોધો.

જવાબ આપેલ છે. V1 = 25 ml P1=1 atm

V2= (?) P2=1.25 atm

બોઈલ નિયમનાં અનુસાર, $P_1V_1= P_2V_2$

સમીકરણમાં P_1, V_1 અને P_2 નું મૂલ્ય રાખવાથી,



GMW

- 298K અને 1.25 atm દબાણ પર વાયુનો વેગ 20ml હશે.

ઉદાહરણ 5.2 અચળ તાપમાને કોઈ વાયુની નિશ્ચિત માત્રાનાં વેગને પોતાનાં પ્રારંભિક વેગથી પાંચમાં ભાગનો (1/5) કરી દેવામાં આવે તો અંતિમ દબાણ શું હશે ?

જવાબ : જો

પ્રારંભિક વેગ V_1 પ્રારંભિક દબાણ $=P_1$

અંતિમ વેગ $=V_2=V_{1/S}$ અંતિમ દબાણ $=P_2$

બોઈલ નિયમ અનુસાર, અચળ તાપમાને

$P_1V_1=P_2V_2$

$P_2=$ $=$ $=5P_1$

- જો વેગને 1/5 મો કરવા માટે દબાણને વધારીને પ્રારંભિક દબાણનાં 5 ગુણા કરવું જોઈએ.

5.3.2 વેગ પર તાપમાનની અસર (ચાર્લ્સ નિયમ)

- ઈ.સ. 1787 માં જેક્સ ચાર્લ્સ અને 1802 માં ગેલ્યુસેકે અચળ દબાત પર ભિન્ન વાયુઓના વેગ પર તાપમાનની અસરનો અભ્યાસ કર્યો. તેમના નિષ્કર્ષ ચાર્લ્સ નિયમમાં રૂપમાં ઓળખાય છે. ચાર્લ્સ નિયમ અનુસાર અચળ દબાણે કોઈ વાયુનાં નિશ્ચિત દ્રવ્યમાનનો વેગ, કેલ્વિન તાપમાનનાં સીધાં સમપ્રમાણમાં હોય છે.

- આથી ચાર્લ્સનાં નિયમ અનુસાર, તાપમાનનાં વધારાથી વાયુનો વેગ પણ વધે છે અને તાપમાનનાં ઘટાડાથી વેગ ઘટે છે.

- ગાણિતીય રૂપમાં ચાર્લ્સ નિયમને નીચેની રીતે લખી શકાય છે.

$V \propto kt$ (અચળ દબાણ P અને n પર)

$V= kt$ K એક અચળાંક છે.

$V_1/t_1 : V_2/t_2$

- ચાર્લ્સ નિયમમાં ગ્રાફીય નિરૂપણમાં મૂળ બિંદુનાં વિરૂધ્ધ દિશામાં નિર્દેશિત કરતી સીધી રેખા મળે છે. (ચિત્ર 5.5) અહીંયા વાયુનો વેગ (v) ને તાપમાનની સાથે અચળ દબાણ અને n પર આલેખિત કરવામાં આવે છે.

આકૃતિ 5.9

- ગાણિતીય દૃષ્ટિથી, t તાપમાન પર વાયુનો વેગ આ રીતે નીકળી શકાય છે.

$$v_t = v_0 + \frac{v_0}{273} \times t = v_0\left(1 + \frac{t}{273}\right) = v_0\left(\frac{273 + t}{273}\right)$$

t= –273^{υ} C પર

આથી, $Vt = v_0\left(\frac{273 - 273}{273}\right) = 0$

- આનાં અનુસાર–273^0 C પર વાયુનો વેગ શૂન્ય થવો જોઈએ. આથી આ તાપમાન (–273^0 C) જેના પર વાયુનું અસ્તિત્વ જ પૂરૂ થઈ જાય છે તેને કેલ્વિન શૂન્ય અથવા નિરપેક્ષ શૂન્ય કહેવાય છે. આને K દ્વારા દર્શાવાય છે.

- સિદ્ધાંત રૂપે આ સંભવિત ન્યૂનતમ તાપમાન છે. વ્યવહારિક રૂપમાં કોઈ વાયુના તાપમાનને શૂન્ય કેલ્વિન સુધી ઓછી કરવામાં આવી શકાતું નથી.

કેલ્વિન તાપમાન :

- તાપમાનની તે પટ્ટી જેમાં –273^0 C શૂન્ય તાપમાન હોય છે તેને કેલ્વિન પટ્ટી કહે છે. ડિગ્રી સેલ્સિયસને કેલ્વિનમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે 273 ઉમેરવામાં આવે છે આથી

$$t\ /\ ^0C = T/K$$

જ્યાં, T= કેલ્વિનમાં તાપમાન

t = સેલ્સિયસમાં તાપમાન

ઉદાહરણ તરીકે 15^0 C ને કેલ્વિનમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે $273 + 15^0C = 288$ K

5.3.3 તાપમાન પર દબાણની અસર (દબાણ - તાપમાન નિયમ)

- આ નિયમ અનુસાર અચળ વેગ પર કોઈ વાયુની આપેલી માત્રાનું દબાણ તાપમાનનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$P < T$

$P= KT$

ઉદા. 6.3 એક વાયુનું દબાણ અચળ રાખવામાં આવ્યું છે 1000^0 C તાપમાન પર તેને નિશ્ચિત માત્રાનો વેગ 2 લીટર છે. દબાણને અચળ રાખીને જો વાયુને 0^0c સુધી ઠંડો કરવામાં આવે તો તેનો નવો વેગ કેટલો થશે ?

જવાબ પ્રારંભિક વેગ V_1=2L T_1=1000+273=1273 K

અંતિમ વેગ V2=(?) T_2=0+273=273 K

ચાર્લ્સ નિયમનો ઉપયોગ કરીને,

$V_1/T_1= V_2/T_2$ અથવા $V_2=(V_1/T_1)$ X T_2

સમીકરણમાં કિંમતો મૂકતાં,

$V_2 = (V_1/T_1)$ ´ T_2 = (2L /1273 K) ´ 273 K = 0.4291 L

5.3.4 એવોગેડ્રો નિયમ :

- ઈટાલીનાં ભૌતિકશાસ્ત્રી અમેદિઓ આવોગેડ્રો પ્રથમ વ્યક્તિ હતા જેમણે ઈ.સ. 1811 માં વાયુના વેગ અને તેમાં હાજર અણુઓની સંખ્યાની વચ્ચે સંબંધ રજૂ કર્યો. આ સંબંધને એવોગેડ્રો નિયમ કહે છે. આના પરથી,

- સમાન તાપમાન અને દબાણ પર વાયુઓને બરાબર વેગોમાં અણુઓની સંખ્યા બરાબર હોય છે.

ગાણિતીય રૂપ,

V< N (અચળ તાપમાન અને દબાણ પર)

- અહીંયા V અને N ક્રમશઃ વેગ અને અણુઓની સંખ્યા છે.

- આપેલ તાપમાન અને દબાણ પર વાયુમાં હાજર અણુઓની સંખ્યા મોલોની સંખ્યાને સમપ્રમાણ હોય છે.

આથી, $N \propto n$

જ્યાં V n મોલોની સંખ્યા છે.

or = અચળાંક

આથી =

- તેમણે કોઈ પદાર્થનાં એક મોલમાં અણુઓની સંખ્યા પણ આપી કે જે 6.022×10^{23} છે તેને એવોગેડ્રો અંક પણ કહે છે.

V5.0 L) (1.8 mol)

n(0.965 mol)

- STP પર કોઈ વાયુનાં 22.4L વેગમાં (6.022×10^{23}) અણુ હોય છે અને તે સૌથી હલકા વાયુ (હાઈડ્રોજન) અને સૌથી ભારે વાયુ (બ્રોમીન, કાર્બન ડાયોકસાઈડ) માટે સમાન છે.

ઉદા. 5.4 કોઈ વાયુનાં 0.965 મોલ, 298 K અને 1 atm દબાણ પર 5 L વેગ ઘેરી લે છે. સમાન તાપમાન અને દબાણ પર વાયુનાં 1.80 મોલોનો વેગ શોધો.

જવાબ : $V_1N_2=V_2n_1$

V_2 = =

V_2= 9.33 L

ઉદા. 5.5 સમાન તાપમાન અને દબાણ પર 16g ઓક્સિઝન અને 14g નાઈટ્રોજનનાં વેગની તુલના કરો.

જવાબ O_2 નાં મોલોની સંખ્યા $= 16g/32\ gmol^{-1} = 0.5\ mol$

N_2 ના મોલોની સંખ્યા $= 14g/28\ gmol^{-1} = 0.5\ mol$

બંને વાયુઓનું દબાણ, તાપમાન અને મોલોની સંખ્યા સમાન છે આથી એવોગેડ્રો નિયમ અનુસાર આનો વેગ પણ સમાન હશે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન : 5.1

(1) મોટા ભાગનાં વાયુની ઘનતા પ્રવાહીથી ઓછી હોય છે, વ્યાખ્યા કરો.

(2) d.20 atm દબાણ પર 500 ml વાયુને 10 ml માં મિશ્ર કરીને લગાવવામાં આવતું દબાણ શોધો.

(3) સમાન પ્રાયોગિક પરિસ્થિતિઓમાં ઓક્સિજન અને એક અજ્ઞાત વાયુનાં સમાન વેગનું દ્રવ્યમાન ક્રમશઃ 2 અને 1.75 g છે. અજ્ઞાત વાયુનું મોલર દ્રવ્યમાન બતાવો.

5.3 આદર્શ વાયુ સમીકરણ :

- બોઈલ નિયમ, ચાર્લ્સ નિયમ અને એવોગેડ્રો નિયમને સંયુક્ત કરીને એક સમીકરણ પ્રાપ્ત થાય છે. જે ભિન્ન-ભિન્ન અવસ્થામાં કોઈ વાયુની માત્રા, દબાણ, વેગ અને કેલ્વિન તાપમાનની વચ્ચે સંબંધ સ્થાપિત કરે છે આ રીતે,

$V \quad 1/p$ અચળ તાપમાને (બોઈલ નિયમ)

$V \quad T$ અચળ દબાણ પર (ચાર્લ્સ નિયમ)

$V \quad n$ અચળ તાપમાન અને દબાણ પર (એવોગેડ્રો નિયમ)

આ ત્રણેયને સંયુક્ત કરીને આપણે લખી શકીએ છીએ.

$V \quad nT/P$ or $pV \quad n\,T$ અથવા pV = constant ´ $n\,T$

અથવા PV= અચળાંક XnT

જો વાયુની માત્રા એક મોલ છે. (એટલે કે n=1) તો આ સમીકરણનાં અચળાંકને સાર્વત્રિક વાયુ અચળાંક મોલર વાયુ અચળાંક કરીએ છીએ. જેને R દ્વારા દર્શાવી શકાય છે.

- આથી એક મોલ વાયુ માટે આપણે આ રીતે લખીએ છીએ.

$$PV=RT$$

તે અનુસાર વાયુનાં n મોલ માટે,

$$PV=nRT$$

આને આદર્શ વાયુ સમીકરણ કહેવાય છે. કારણ કે આ માત્ર તે વાયુઓ પર લાગુપડે છે જે આદર્શ વાયુઓનાં રૂપમાં વ્યવહાર કરે છે.

એક વાયુનાં નિશ્ચિત દ્રવ્યમાન માટે આપણે લખી છીએ કે,

PV/T = અચળાંક

$P_1V_1/T_2= P_2V_2/T_2$

જેમાં P_1, V_1 અને T_1 એક પ્રકારની પરિસ્થિતિઓને રજૂ કરે છે તથા P_2V_2 અને T_2 બીજા પ્રકારની પરિસ્થિતિઓને રજૂ કરે છે.

- સમીકરણમાં પ્રયોગાત્મક માત્રાઓને પ્રતિસ્થાપિત કરીને R નું આંકિકમાન નીકળી શકાય છે. STP પર T=273.15K, P=1 atm અને 1 મોલ વાયુ માટે (n=1), V=22.414 L. ફળ સ્વરૂપ

$R= PV/Nt \quad = (1\text{ atm})\ (22.4L) / (1mol)\ (273.15k)$

$\quad = 0.082057\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$

- Rનાં માનનું સમીકરણ PV=nRT માં પ્રયુક્ત માત્રકો પર નિર્ભર કરે છે. આના ભિન્ન માન આ રીતે છે.

$R= 0.082057\ Latmk^{-1}\ mol^{-1}$ *(શોધવા માટે* $0.0821\ Latm\ K^{-}1\ mol^{-1}$ *નું માન લેવામાં આવ્યું છે.)*

$R = 8.314 \times 10^7\ erg\ K^{-1}\ mol^{-1}$

$R= 8.314\ Jk^{-1}\ mol^{-1}$

$R= 1.987\ cal\ k^{-1}\ mol^{-1}$

ઉદા. 6.6 273 K પર એક વાયુનાં 10 મોલોને એક પાત્રમાં રાખવામાં આવ્યા છે. જેનો વેગ 224L છે વાયુનું દબાણ ગણો.

$R= 0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$ ને પ્રયુક્ત કરો.

GMW

જવાબ આદર્શ વાયુ સમીકરણ PV=nRT નો ઉપયોગ કરીશું.

n=10 mol, R= 0.0821 atmL K–1 mol–1

V= 224 L, T= 273 K, P=(?)

સમીકરણમાં કિંમતો મૂકતાં,

P= nRT / V

$$= \frac{10 \times 0.0821 \text{ atmL mol}^{-1} \times 273 \text{ K}}{224 \text{ L}}$$

= 0.9998 atm

= 1atm

5.4 ડાલ્ટનનો આંશિક દબાણનો નિયમ :

- જ્યારે પરસ્પર પ્રક્રિયા ન કરવાવાળા બે અથવા વધારે વાયુઓને એક જ પાત્રમાં રાખવામાં આવે છે તો તેના વ્યવહારને ડાલ્ટનનાં આંશિક દબાણનાં નિયમ દ્વારા પ્રસ્તુત કરી શકાય છે ડાલ્ટનનાં નિયમ અનુસાર,

- પરસ્પર પ્રક્રિયા ન કરતાં વાયુઓના મિશ્રણનું કુલ દબાણ મિશ્રણમાં હાજર અલગ અલગ વાયુઓનાં આંશિક દબાણોનાં સરવાળા બરાબર હોય છે.

- કોઈ વાયુનું આંશિક દબાણને દબાણ છે જે તે વાયુને પાત્રમાં એકલો રાખવાથી હોય છે. માન્યુ કે હાઈડ્રોજન વાયુના નમુનાને એક લિટર વેગનાં પાત્રમાં પમ્પ કરવાથી તેનું દબાણ 0.065 atm પ્રાપ્ત થાય છે. માન્યુ કે બીજા એક લિટરના પાત્રમાં આર્ગોન ગેસના નમૂનાને પમ્પ કરવાથી તેનું દબાણ 0.027 atm મળે છે. જો આ બંને વાયુઓને એક લિટર વેગનાં ત્રીજા પાત્રમાં સ્થાનાંતરિત કરી દેવામાં આવે તો તેમાં વાયુનું દબાણ 0.092 atm હશે. સામાન્ય રીતે ડાલ્ટનનાં નિયમને આ રીતે લખવામાં આવી શકે છે.

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

જ્યાં $P_A+P_B+P_C$ ક્રમશઃ A, B, C વાયુઓનાં આંશિક દબાણ છે. વાયુ નિયમો દ્વારા પ્રત્યેક વાયુનું આંશિક દબાણ શોધવું સરળ છે. સાથે જ કુલ દબાણ અને મિશ્રણનું સંઘટન ણ જાણી શકાય છે.

- સૌથી પહેલા આપણે મોલ અંશ X_A અને X_B ની વ્યાખ્યા જોઈએ છીએ.

$p_A = n_A RT/V$, $p_B = n_B RT/V$ and $p = n RT/V$,

જ્યાં n_A અને n_B ક્રમશઃ A અને B વાયુઓનાં મોલની સંખ્યા છે અને $n=n_A+n_B$

જો કે, $p_A = X_A p$ અને $p_B = X_B p$

આથી, $P_A=X_A{}^P$ અને $PB=X_{BP}$

- કોઈ વાયુ મિશ્રણનું સંઘટન અને કુલ દબાણ જાણતા હોઈએ તો આ આંશિક દબાણોને શોધવાની અત્યંત ઉપયોગી અને સરળ વિધિ છે.

ઉદા. 6.7 : વાયુને મુખ્યત્વે નાઈટ્રોજન અને ઓક્સિજનનું મિશ્રણ માનવામાં આવે છે. જેમાં દ્રવ્યમાનની દષ્ટિએ 76.8% નાઈટ્રોજન અને 23.2% ઓક્સિજન હોય છે. જો કુલ દબાણ 1 atm હોય તો પ્રત્યેક વાયુનું આંશિક દબાણ ગણો.

જવાબ : પ્રત્યેક વાયુના મોલની સંખ્યા :

X_{N_2} 0.2.7245 / $2.74 + 0.725$

$P_{N2} = 76.8g / 28\ g\ mol^{-1}$

$= 2.74$ mol

$P_{O2} = 23.2g / 32\ g\ mol^{-1}$

$= 0.725$ mol

- આથી ઘટકોનાં મોલ અંશ આ રીતે થશે.

$= \quad = 0.791$; $X_{O_2} = \quad = 0.209$

- આંશિક દબાણ આ રીતે થશે :

$P_{N2} = 0.791 \times 1$ atm $= 0.791$ atm

$P_{O2} = 0.29 \times 1$ atm $= 0.209$ atm

5.5 ગ્રેહામનો વિસરણ નિયમ

GMW

- જો આપણે અત્તરની બોટલને રૂમમાં એક ખૂણામાં ખુલ્લી અથવા એક જગ્યાએ અગરબત્તી સળગીએ તો આ અત્તર અથવા અગરબત્તીની સુગંધ આખા રૂમમાં ફેલાઈ જાય છે. આ સુગંધિત વાયુનાં હવામાં ફેલાઈ જવાથી થાય છે એકબીજાનાં સંપર્કમાં આવવાથી વાયુઓનાં પરસ્પર મિશ્રિત થવાને વિસરણ કહે છે. વિસરણ પ્રવાહી અને વાયુ બંનેમાં થાય છે. નાના છિદ્રમાંથી વાયુનાં પસાર થવાને નિસ્સરણ કહેવાય છે. જેવું કે ટાયરના પંચરમાં થાય છે.

- એક પાત્રનાં પાર્શ્વમાં બનેલા સૂક્ષ્મ છિદ્રમાંથી વાયુઓનાં નિસ્સરણનાં દરનાં પ્રાયોગિક પ્રક્ષણથી ગ્રેહામે 1829 માં નીચેના નિયમ આપ્યા.

- અચળ તાપમાન તથા દબાણ પર કોઈ વાયુના વિસરણનો દર તેની ઘનતાનાં વર્ગમૂળનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. ગ્રેહામનો નિયમ વાયુઓનાં વિસરણ અને નિસ્સરણ બંને માટે લાગુ પડે છે.

- જો કોઈ વાયુ A માટે આપેલ વેગને પસાર થવામાં t_A લાગે અને બીજો વાયુ B માટે એટલાં જ વેગને પસાર થવામાં t_B સમય લાગે તો આ નિષ્કર્ષ નીકળે છે કે :

$t_A/t_B = (rate)_B / (rate)_A = \sqrt{\rho_A / \rho_B}$ (... તથા ... ક્રમશઃ વાયુ A અને B ની ઘનતા છે.)

- જો તાપમાન અને દબાણ સમાન હોય તો અણુઓનાં દ્રવ્યમાનમાં જે અનુપાત થાય છે તે અનુપાત તે વાયુઓની ઘનતાઓમાં પણ હોય છે.

આથી $t_A/t_B = (rate)_B / (rate)_A = r_A / r_B =$

(M_A અને M_B ક્રમશઃ A અને B વાયુઓનું આણ્વિક દ્રવ્યમાન છે.)

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 5.2

(1) વિસરણ અને નિસ્સરણમાં અંતર બતાવો.

(2) સ્પષ્ટ કરો કે ડાલ્ટનમાં નિયમ એમોનિયા અને હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ વાયુની પ્રવાહી માટે કેમ લાગુ પડતો નથી ?

(3) CO_2 અને O_3 નાં વિસરણનો દર ક્રમશઃ 0.29 અને 0.271 છે. જો O_3 નું આણ્વિક દ્રવ્યમાન 44 હોય તો CO_2 નું આણ્વિક દ્રવ્યમાન શોધો.

(4) આદર્શ વાયુ સમીકરણનો ઉપયોગ કરી 5 મોલ CO_2 નું 47C પર 1 લિટર ફ્લાસકમાં દબાણ શોધો.

5.7 વાયુઓનો અણુતિકિય સિદ્ધાંત (વાયુ નિયમોનાં પ્રતિપાદન માટે)

- વાયુઓના વ્યવહારની સૈદ્ધાંતિક વ્યાખ્યા કરવા માટે કલાસિયસ, મેકસવેલ અને બોલ્ટઝમેને નીચેની ધારણઓ આપી.

(1) વાયુ અસંખ્ય અતિસૂક્ષ્મ કણોનો બનેલો હોય છે જેને અણું કહેવાય છે.

(2) આ અણુ એટલા નાના અને એકબીજાથી એટલા દૂર હોય છે કે અણુઓનો કુલ વેગ વાયુ દ્વારા ઘેરાયેલ કુલ વેગનો ન ગણેલો અંશ હોય છે.

(3) વાયુઓના અણુ સતત તીવ્ર અનિયમિત ગતિની અવસ્થામાં હોય છે અને જે એકબીજાની સાથે તથા પાત્રની દિવાલની સાથે અથડાતા રહે છે.

(4) વાયુના અણુઓની વચ્ચે કોઈપણ આકર્ષણ બળ અથવા અપાકર્ષણ બળ હોતું નથી.

(5) વાયુઓના અણુઓ આપસમાં અથવા પાત્રની દિવાલની સાથે થતી ટક્કર સંપૂર્ણ રીતે પ્રત્યાસ્થ હોય છે જેનાથી ટક્કરનાં સમયમાં કોઈ ઉર્જાનો હસ હોતો નથી.

(6) વાયુનું દબાણ પાત્રની દિવાલ ર સતત મારામારીનાં કારણે ઉત્પન્ન થાય છે.

$\frac{1}{3}N\sqrt{(C_1^2 + C_2^2 + \ldots + C_N^2)/N}$ (7) વાયુની ગતિ ઉર્જા તેના કેલ્વિન તાપમાનનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે. આ મોડલના આધારે વાયુ માટે નીચેનાં વ્યંજકોની ઉત્પત્તિ કરી શકાય છે.

$$pV = m$$

જેમાં P દબાણ V વેગ m વાયુનાં એક અણુનું દ્રવ્યમાન, N અણુઓની કુલ સંખ્યા અને C વાયુનાં અણુઓનો છે.

5.7.1 RMS વેગ

- RMS વેગ, બધા અણુ વેગોનાં વર્ગોના સરેરાશનું વર્ગમૂળ હોય છે, ગાતિણીક રૂપમાં

$$=$$

જેમાં C_1, C_2____C_N અણુ વેગ છે.

5.7.2 સરેરાશ વેગ

- આને આ રીતે લખી શકાય છે.

સરેરાશ વેગ, u_{av} =

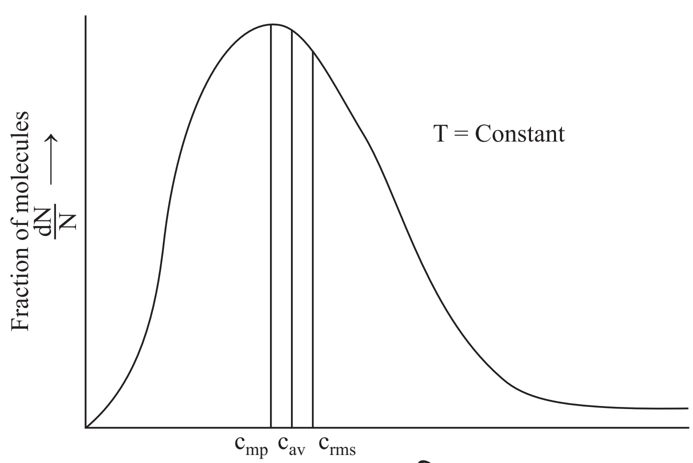
અને આ વ્યંજન દ્વારા આપવામાં આવે છે.

u_{av} =

5.8 અણુગતિઓનું વિતરણ

- મેકસવેલનાં અનુસાર વાયુમાં અણુઓની એક વિશાળ સંખ્યા છે તથા આ અણુ નિરંતર આપસમાં તથા પાત્રની દિવાલોથી અથડાતા રહે છે. જેનાથી તેમની ચાઈ અને ગતિઉર્જામાં ફેરફાર થતો રહે છે. આથી કોઈપણ સમય પર પર વાયુનાં ભિન્ન અણુઓની ભિન્ન ચાલ હોય છે. જેનાં પરિણામે ભિન્ન ગતિ ઉર્જાઓ હોય છે. જો આણ્વિક ગતિમાં સતત પરિવર્તન થાય છે પરંતુ કોઈણ આપેલ તાપમાન પર કોઈ વિશિષ્ટ ચાલવાળા અણુઓની સંખ્યાનો અંશ નિયત રહે છે આને મેક્સવેલ- બોલ્ટગુમેન વિતરણ નિયમનાં નામથી જાણવામાં આવે છે.

- કોઈપણ આપેલ તાપમાન પર આ અંશ વડે અપાય છે. જ્યાં d_N સમાન ચાલવાળા અણુઓની સંખ્યા છે. અને N વાયુઓનાં કુલ અણુઓની સંખ્યા છે આપેલ તાપમાન પર અણુઓના આ અંશને આણ્વિક ચાલની સામે આલેખિત કરવાથી ચિત્ર 5.6 મળે છે.



આકૃતિ 5.6

- ઉપરનાં ચિત્ર 5.6 માં વક્રનું ઉચ્ચત્તમ બિંદુ વધારે અણુઓની ચાલ દર્શાવે છે આને મહત્તમ સંભાવના ઝડપ કહે છે. જેમ-જેમ તાપમાન વધે છે. વધારે ચાલવાળા અણુઓની સંખ્યા વધતી જાય છે. આથી તાપમાનની સાથે મહત્તમ સંભાવના પણ વધતી જાય છે. ચિત્ર 6.7 માં અણુઓની ગતિનાં વિતરણની તાપમાન પર નિર્ભરતા બતાવી છે.

- કોઈપણ આપેલ તાપમાન પર જાણવા માટે,

RMS મૂળ, સરેરાશ ચાલ અને મહત્તમ સંભાવના ઝડપ ત્રણેયને નીચેના પ્રકારની સંબંધીત છે.

અથવા 1.224 : 1.128 : 1

આથી $u_{rms} > u_{av} > u_{mp}$

5.9 આદર્શ વાયુ વ્યવહારથી વિચલન

- ઉપર વર્ણન કરવામાં આવેલ વાયુનાં નિયમ માત્ર આદર્શ વાયુઓ માટે બધા તાપમાન અને દબાણ પર સાર્થક હોય છે. વાસ્તવિક વાયુઓ ઓછું તાપમાન અને વધારે દબાણ પર આ નિયમોથી વિચલન દર્શાવે છે. અચળ તાપમાન પર $PV/_{nRT}$ ને દબાણનાં વિધેયનાં રૂપમાં આલેખિત કરવાથી આ વિચલનોને બતાવી શકાય છે.

.... (મિશ્રણા અચળાંક)

- વાસ્તવિક વાયુનાં વ્યવહારનો આદર્શ વાયુના વ્યવહારથી વિચલન મુખ્યત્વે અણુગતિકીય સિદ્ધાંતની બે અભિગ્રહિત ધારણોનાં કારણોથી છે :

(1) અણુઓને બિંદુ આકારની માત્રાઓ માનવામાં આવ્યા છે જેનો વેગ વાયુ દ્વારા ઘેરાયેલ વેગની તુલનામાં અવગણ્ય છે.

(2) વાયુનાં અણુઓની વચ્ચે કોઈ આકર્ષણ બળ નથી હોતું.

- આ ધારણાઓની વિરૂધ્ધ (1) વધારે દબાણ પર વાયુ દ્વારા ઘેરાયેલ વેગ અવગણ્ય નથી હોતો. જો અણુઓ દ્વારા ઘેરાયેલ વેગ nb હોય તો વાયુનો વાસ્તવિક વેગ (v-nb) થશે. ધારણા (2) પણ ઠીક નથી કારણ કે વધારે દબાણ પર અણુઓની અન્યોય પ્રક્રિયાઓ શરૂ થઈ જાય છે અણું એકબીજાને વધારે આકર્ષિત કરે છે. જેનાથી પાત્રની દિવાલ પર પડતા દબાણમાં અંતર આવી જાય છે.

$P_{આદર્શ} = P_{વાસ્તવિક}$ ....

(P વાસ્તવિક અવલોકિત દબાણ છે અને .... સુધાર પદ છે)

- દબાણ અને તાપમાનનાં ફેરફારને ધ્યાનમાં રાખીને આદર્શ વાયુ સમીકરણનું સ્વરૂપ થઈ જાય છે.

....

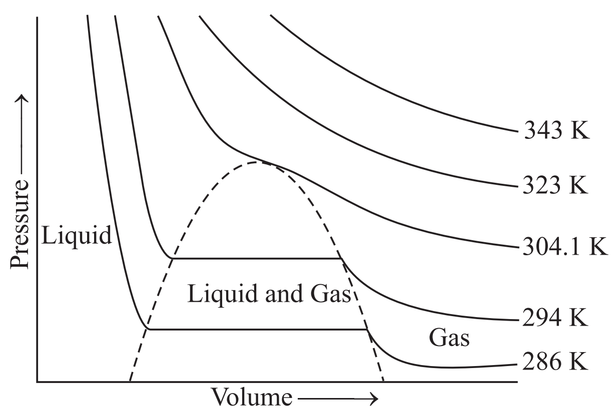
- આ સમીકરણ વાન-ડર-વાલ્સ સમીકરણનાં નામથી જાણવામાં આવે છે.

આકૃતિ

5.10 વાયુઓનું પ્રવાહીકરણ :

- વાયુ મંડળીય દબાણ પર પર્યાપ્ત ઠંડુ કરવાથી કોઈપણ વાયુનું પ્રવાહીકરણ થઈ શકે છે. કોઈ વાયુઓ (બધા નહી) સામાન્ય તાપમાન પર સંઘનિત કરવાથી પ્રવાહી થઈ શકે છે.

- ઈ.સ. 1969 માં એંડ્રુ એ સૌથી પહેલા વાયુઓનાં પ્રવાહીકરણ માટે તાપમાન અને દબાણની પરિસ્થિતિઓની અભ્યાસ કર્યો. એંડ્રુએ CO_2 વાયુને ભિન્ન તાપમાનો પર અલગ-અલગ દબાણોપર અવલોકિત કર્યા. અને પછી વેગ પર દબાણની અસરનો આલેખ બનાવ્યો. ચિત્ર 6.9 માં આપેલ તાપમાન પર મળતો એક વક્ર સમતાથી કહેવાય છે જેવું કે ચિત્રમાં જોઈ શકાય છે.



આકૃતિ 5.14

- 321 K, પર બોઈલ નિયમ અનુસાર દબાણ વધવાથી વેગ ઘટે છે. 294 K પર વેગ પહેલા ઘટે છે .જ્યાં સુધી કે દબાણ 60 atm પર ન પહોંચી જાય પછી વક્રમાં એક ક્ષૈતિજ અંશ જાય છે જે પ્રવાહી Co_2 ને દર્શાવે છે. સારા વાયુને પ્રવાહી થાય સુધી અચળ રહે છે. તદ્ઉપરાંત દબાણમાં કોઈ પણ બદલાવ વેગમાં કોઈ ફેરફાર નથી કરતો. આ તે નિયમ અનુસાર છે કે પ્રવાહીઓના સંઘનન માટે અત્યાયિક ઉંચા દબાણની જરૂર હોય છે. 294 K થી નીચે તાપમાનો પર બનાવેલ સમતાપમાનોમાં સમાન બદલાવ મળી આવ્યા વાયુનાં પ્રવણીકરણથી તાપમાનનાં ઘટાડવાથી ઓછા દબાણની જરૂરિયાત જોવા મળી. એંડ્રુએ જોયું 304.1 K થી નીચે બધા જ વાયુઓનું પ્રવાહીકરણ થઈ શકે છે. પણ તેનાથી વધારે પર પ્રવાહીકરણ નથી થતું ભલે દબાણ ગમે તેટલું હોય. આ તાપમાનને CO_2 નું ક્રાંતિક તાપમાન કહેવાય છે. ક્રાંતિક તાપમાન પર પ્રવાહીકરણથી લગાવવામાં આવતા દબાણને ક્રાંતિક દબાણ કહેવાય છે. ક્રાંતિક તાપમાન અને દબાણ પર 1 મોલ પદાર્થના વેગને ક્રાંતિક વેગ કહેવાય છે.

- તે તાપમાન જેનાં ઉપર કોઈ વાયનું પ્રવાહીકરણ ન કરવામાં આવી શકે ભલે દબાણ ગમે તેટલું હોય તેને ક્રાંતિક તાપમાન કહેવાય છે. કોષ્ટક 6.2 માં કેટલાક પદાર્થોના ક્રાંતિક તાપમાન અને દબાણ આપેલ છે.

કોષ્ટક 6.2 કેટલાક પદાર્થોનાં ક્રાંતિક તાપમાન અને દબાણ

પદાર્થ	ક્રાંતિક તાપમાન	ક્રાંતિક દબાણ
પાણી H_2O	647	217.7
સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ SO_2	430	77.7
એમોનિયા NH_3	406	112.5
હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ HCl	324	81.6
કાર્બન ડાયોક્સાઈડ CO_2	304	73
ઓક્સિજન O_2	154	49.7
નાઈટ્રોજન N_2	126	33.5
હાઈડ્રોજન H_2	33	12.8

GMW

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્નો : 5.3

(1) કઈ પરિસ્થિતિઓમાં વાસ્તવિક વાયુઓ, આદર્શ વાયુની જેમ વ્યવહાર કરે છે ?

(2) વાન-ડર-વાલ્સ સમીકરણમાં કયુ પદ આણ્વિક વેગ માટે છે ?

(3) 20^0C તાપમાન અને 1 atm દબાણ પર એક બંધ પાત્રમાં રાખેલી ઓઝોનું RMS મૂલ્ય શોધો.

(4) મિશ્રણાં (ગુણક) શું છે ?

તમે શું શીખ્યા

- દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થાઓ હોય છે : પ્રવાહી અને વાયુ

- દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થાઓમાં ભિન્નતાનું કારણ પદાર્થમાં હાજર અણુઓની આપેક્ષિક નજીકતામાં અંતર છે.

- વાયુના દબાણ, વેગ, તાપમાન અને મોલોની સંખ્યાની વચ્ચે એક નિશ્ચિત સંબંધ હોય છે કે જે બોઈલ નિયમ, ચાર્લ્સ નિયમ અને એવોગેડ્રો નિયમ દ્વારા આપી શકાય છે.

- જે વાયુ, વાયુ નિયમોનું પાનલ કરે છે તેને આદર્શવાયુ કહેવાય છે.

- ડાલ્ટન નિયમ અક્રિયાશીલ વાયુઓનાં આંશિક દબાણ અને કુલ દબાણની વચ્ચે સંબંધ બતાવે છે.

- મોટાભાગનાં વાયુઓ આદર્શ વ્યવહારથી વિચલિત હોય છે. વાયુઓનો આદર્શ વ્યવહારથી વિચલન, અણુગતિકીય સિધ્ધાંતની કેટલીક ખોટી ધારણાઓનાં કારણે હોય છે.

- યોગ્ય પરિસ્થિતિઓમાં વાયુઓનું પ્રવાહીકરણ થઈ શકે છે.

પાઠના પ્રશ્નો :

(1) નીચેના માટે ગ્રાફ બનાવો.

(a) અચળ T અને n પર, P ની સાથે V નો આલેખ

(b) અચળ T અને n પર, 1/V ની સાથે P નો આલેખ

(c) અચળ P પર, T ની સાથે V નો આલેખ

(2) STP પર 1 મોલ વાયુ કેટલો વેગ ઘેરે છે ?

(3) 1.5 atm દબાણ પર એક વાયુનાં નમૂનાઓ વેગ 500 ml છે જો તાપમાનને અચળ રાખવામાં આવે તો નીચેના દબાણો પર વાયુનો વેગ શું હશે.

(i) 1 atm (ii) 5 atm

(4) વાયુનાં અણુગતિકીય સિધ્ધાંતની તે ખોટી ધારણાઓની સૂચી બનાવો જેનાથી વાન-ડર-વાલ્સ સમીકરણ બન્યું.

(5) મુક્ત તાપમાન અને મુક્ત દબાણ કોને કહેવાય છે ?

(6) ન્યૂનતમ સંભવ તાપમાન કેટલું છે ?

(7) CO_2 ને 35_0C પર પ્રવાહીત નથી કરી શકાતું, ભલે ગમે તેટલું વધારે દબાણ કેમ ન હોય ? કેમ ?

(8) SSK તાપમાન અને 0.99 atm દબાણ પર નાઈટ્રોજન વાયુના એક નમૂના પર ભાર 9.3g છે. અને તેનો વેગ 12.4 L છે. જો તાપમાનને વધારીને 220K કરી દેવામાં આવે તો તેનો વેગ કેટલો હશે ? દબાણને અચળ માની લો.

(9) જો STP પર ઓક્સિજનના એક મલોનો વેગ 22.4 L છે તો 27^0Cતાપમાન અને 2 atm દબાણ પર તેનો વેગ શોધો.

(10) મેક્સવેલ- બોલ્ટઝુમેન નિયમ શું છે ?

પોતાનાં જવાબોની તપાસ કરો.

5.1

(1) પ્રવાહીની તુલનામાં વાયુઓમાં અંતરાણ્વિક વધુ હોવાથી

(2) બોઈલ નિયમનું સમીકરણ છે.

$P_1V_1= P_2V_2$

(0.20 atm) (500 ml) = P_2 (10 ml)

$$P2 = \frac{(0.20\ atm)\ (500\ ml)}{10\ ml}$$

P_2=10 atm

(3) એવોગેડ્રો નિયમથી :

O_2 નાં મોલ = અજ્ઞાત વાયુના મોલ

અજ્ઞાત વાયુનું મોલર દ્રવ્યમાન =

અજ્ઞાત વાયુનું મોલર દ્રવ્યમાન 28 $gmol^{-1}$ છે.

5.2

(1) એક વાયુનાં અણુઓનું બીજા વાયુમાં ગતિ કરવું વિસરણ છે પાત્રનાં સૂક્ષ્મ છિદ્રમાંથી વાયુના પસાર થવાથી નિસ્સરણ કહે છે.

(2) એમોનિયા અને હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ આપસમાં ક્રિયાશીલ છે ડાલ્ટન નિયમ અક્રિયાશીલ વાયુઓ પર લાગુ પડે છે.

(3)

$$\frac{0.271}{0.290}$$

બંને બાજુ વર્ગ કરતાં,

$$\frac{(0.271)^2}{(0.290)^2} =$$

O_3 નું દ્રવ્યમાન =50.4

(4) આદર્શ વાયુ સમીકરણથી

PV= nRT

P X 1 = 5 mol X 0.0821 latm K– Mol–1 X 320 K

$$P = \frac{5mol \times 0.0821\ Latm\ K^{-1}\ mol^{-1} \times 320\ K}{1.0\ L}$$

P+ 131.3 atm

5.3

(1) ઓછું દબાણ અને ઉંચુ તાપમાન

(2) B

(c) $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$\frac{PV}{RT}$

$$\sqrt{\frac{3(8.314\ Jk^{-1}\ mol^{-1})(293\ K)}{(0.048\ kg\ mol^{-1})}}$$

$$\sqrt{\frac{(8.314\ Kg\ m^2 s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1})(293\ K)}{0.048\ Kg\ mol^{-1}}}$$

390.3 m/s

(4) z=

જ્યાં Vm= મોલર વેગ

Z = (મિશ્રણાં અચળાંક)

6

ઘન અવસ્થાઓ

તમે જાણો છો કે પદાર્થની ત્રણ અવસ્થાઓ હોય છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ. આમાં ઘટક કણ (પરમાણુ, આયન અને અણુ) એક બીજાથી આકર્ષણ બળનાં કારણે બંધાયેલ હોય છે. પરંતુ આ બળોની પ્રવૃત્તિ અને માત્રામાં ફરક હોય છે. આ મોડયુલ નાં પહેલાં બે પાઠોમાં તમે પ્રવાહી અને વાયુ અવસ્થાના વિષયમાં ભણી ગયાં છો. આ પાઠમાં તમે ઘન અવસ્થાનાં વિષયમાં ભણશો ઘન પદાર્થોનાં પ્રવાહી અને વાયુઓથી અંતર અને તેની દૃઢતા, દીર્ઘ પરાસી વિન્યાસ, નિશ્ચિત આયતન અને નિશ્ચિત આકારના આધાર પણ જાણી શકાય છે. ઘન અવસ્થામાં ઘટક કણ ખૂબ પાસે - પાસે હોય છે અને તેમની વચ્ચે પ્રબળ આકર્ષણ બળ હોય છે. અહીંયા તમે ઘનોની સંરચના, વર્ગીકરણ અને ગુણધર્મો વિશે ભણશો.

હેતુઓ

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે -

- *ઘન અવસ્થાની પ્રકૃતિ વિશે બનાવી શકશો.*
- *ઘનનાં ગુણધર્મો ને કણોનાં સંકુલન અને આંતર આણ્વિય બળોનાં આધારે સમજાવી શકશો.*
- *ઘનના ગલનબિંદુની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*
- *સ્ફટીકીય અને અસ્ફટિકય થતો ની વચ્ચે અંતર કરી શકશો.*
- *ઘટક કણની વચ્ચે કાર્ય કરતાં બળનાં આધાર પર સ્ફટીક પર ઘનોનું વગીકરણ કરી શકશો.*
- *ઘનોમાં ભિન્ન પ્રકારના સંકુલનની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*
- *સમન્વયની સંખ્યાની વ્યાખ્યા આપી શકશો.*
- *એકમ કોષની વ્યાખ્યા આપી શકશો.*
- *ભિન્ન પ્રકારના એકમ કોષોની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*
- *સામાન્ય ઘન, કાચ કેન્દ્રિત ઘન, હલકા કેન્દ્રિત ઘન એકાંકી કોષમાં કણોની સંખ્યા ગણી શકશો.*
- *અર્ધપ્યાસોનાં અનુપાતની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*

- અર્ધવ્યાસોના અનુપાતનો ઘન સંરચના સાથે સંબંધ બનાવી શકશો.
- સાધારણ સ્થાનિક સંયોજનોની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- ફૅંકલ અને શોટ કી ખામી (ક્ષતિ) વિશે બતાવી શકશો.

6.1. ઘન અવસ્થાની પ્રકૃતિ :

- તમે પાઠ -6 માં ભણી ગયાં છો કે અણુગતિકીય સિધ્ધાંત અનુસાર વાયુઓમાં અણુઓની મોટી સંખ્યા હોય છે અને તે નિરંતર, અનિયમિત રૂપથી બધી દીશાઓમાં ગતિ કરતાં રહે છે. આ અણુઓની વચ્ચે અવગણ્ય આંતર આણ્વીક બળ હોય છે. અણુઓની વચ્ચે ખૂબ વધારે સ્થાન હોવાને કારણે વાયુઓને મિશ્રીત કરવામાં આવી શકે છે. ચિત્ર - 6.1 (અ) પ્રવાહીઓમાં (ચિત્ર -6.1. (બ)) પણ અણુ ગતિમાન હોય છે. પણ એક નિશ્ચિત સીમામાં, તેમાં અણુઓની વચ્ચે અંતર ઓછું હોવાથી આ અપેક્ષાકૃત અમિશ્રીત હોય છે.

(a) (b) (c)

- ઘન અવસ્થામાં ઘટક કણ ખૂબ પાસે હોય છે. અને તેમાં દીર્ઘ પરાસી વ્યવસ્થા હોય છે. (ચિત્ર- 6.1.) તેનાં કણ સ્વતંત્ર અવસ્થામાં નથી ફરતાં પરંતુ આ નિશ્ચિત સ્થિતિમાં દોલન કરે છે. પરિણામે ઘન અમિશ્રીત, દ્દઢ નિશ્ચિત સ્થિતિમાં દોલન કરે છે. પરિણામે ઘન અમિશ્રિત , દ્દઢ અને નિશ્ચિત આકાર વાળા હોય છે. પ્રવાહીઓથી ઊલટું ઘનનો વેગ પાત્રના આકાર અથવા માપ પર નિર્ભર નથી કરતાં .

6.2.1. ઘનોનું વર્ગીકરણ :

-ઘટક કણોની વ્યવસ્થા અનુસાર ઘનોને સ્ફટીકમય અને અસ્ફટીકમયમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

6.2.1. સ્ફટીકીય અને અસ્ફટીકીય ઘન : -

- સ્ફટીકીય ઘનોમાં ઘટક કણ એક આવર્તી ક્રમમાં બંધાયેલ હોય છે. આ કારણે તેમનો સુનિશ્ચિત આકાર હોય છે. સ્ફટિક પદ ગ્રીક શબ્દ ક્રોસ્ટાલોસ અર્થાત્ બરફથી ભરેલ બને છે. નિયમિત વ્યવસ્થા પૂરા ઘનમાં ફેલાયેલો હોવાથી તેને દીર્ઘ પરિસર વ્યવસ્થા કહેવામાં આવે છે. બીજી બાજુ, કેટલાક ઘનોમાં થોડો જ ભાગમાં વ્યવસ્થા હોય છે. બાકીનાં સુવ્યસ્થિત જ હોય છે. આવા પદાર્થ અસ્ફટીકીય

કહેવાય છે. સોડિયમ કલોરાઈડ અને ખાંડ સ્ફટીકમય ઘનનાં ઉદા. છે. કાચ, અસ્ફટીકમય સિલિકા, રબર અને ઊંચા અણુ દ્રવ્યમાન પોલિમર , અસ્ફટીકમય ઘનનાં ઉદાહરણ છે.

- સ્ફટીકમય અને અસ્ફટીકમય ઘનોની વચ્ચે સૌથી મોટું અંતર આ છે. કે અસ્ફટીકમય અને દૈશિક (isotropic) હોય છે. (એટલે કે કેટલાક ભૌતિક ગુણાર્ધોનાં બધી દિશાઓમ માન સમાન હોય છે.) જ્યારે સ્ફટીકીય ઘન વિષમ દૈશિક (anisotropic) હોય છે. (એટલે કે કેટલાક ભૌતિક ગુણધર્મોના માન ભિન્ન દિશાઓમાં ભિન્ન હોય છે.) અપવર્તનાંક અને તાપીય પસાર ગુણાંક આવા બે ભૌતિક ગુણધર્મો છે. જે સ્ફટિકમાં ભિન્ન દિશાઓમાં ભિન્ન માન બતાવે છે. આનાથી વધુમાં સ્ફટિકીય ઘન એક નિશ્ચિત તાપમાને પર પીગળે છે. આથી તેનું નિશ્ચિત ગલનબિંદુ હોય છે. જ્યારે અસ્ફટિકીય ઘનોનું ગલનબિંદુ નિશ્ચિત નથી હોતું. આ એક તાપમાનનાં પરિસરમાં પીગળે છે.

ઘટક કણોની અન્યોન્ય ક્રિયાઓને આધારે સ્ફટિકીય ઘનોને ચાર વર્ગોમાં વહેંચવામાં આવી શકે છે.

6.2.2. સ્ફટિકીય ઘનોનું વર્ગીકરણ :

- સ્ફટિકય ઘનોનાં ઘટક કણ દીર્ઘ પરિસર વ્યવસ્થામાં વિભિન્ન આકર્ષણ બળો દ્વારા બંધાયેલા હોય છે. આ બુળ કુલામ્બિક અથવા વિદ્યુતસ્થિતિ સહસંયોજક, ધાત્વિક બંધ અથવા નિર્બળ આંતર આણ્વીય પ્રકૃતિનાં હોઈ શકે છે. ઘનોના ગુણધર્મોમાં અંતર તેમના ઘટક કણોની વચ્ચે બળોમાં અંતરના કારણે હોય છે. ઘટક કણોને બાંધવા વાળાં નળોને આધારે સ્ફટીકમય ધનોને ચાર વર્ગોમાં વહેંચવામાં આવે છે. આયનિક, આણ્વીય, સહસંયોજક અને ધાત્વીક ધન. ભિન્ન પ્રકારના ઘનોનાં ઉદા. અને તેમના ગુણધર્મ કોષ્ટક 6.1. માં આપેલ છે.

કોષ્ટક - 6.1. : વિભિન્ન પ્રકારનાં ઘનોનાં લક્ષણ અને ગુણધર્મ :

ધનોનાં પ્રકાર	કણોનાં ઘટક	કણોની વચ્ચે અન્યોન્ય ક્રિયાની પ્રકૃતિ	પ્રગટન	ગલનબિંદુ	ઉદાહરણ.
આયનિક	આયન	કુલમ્બિક	કઠોર અને	ઊંચુ	સોડિયમ, ક્લોરાઈડ
		ભુંગર		ઝિંક સલ્ફાઈડ	
આણ્વિક	અણુ				પાણી, કાર્બન
અધ્રૂવીય		વાન- કર- વાલ્સ	કોમળ અને	ઓછી	ડાયોકસાઈડ
ધ્રૂવીય		દ્વિ- ધ્રુવ, દ્વિ- ધ્રુવ	ભંગુર		આયોડિન વગેરે.
સહસંયોજક	પરમાણુ	સહસંયોજક બંધ	કઠોર	વધારે ઊંચી	ડાયમંડ, ગ્રેફાઈટ સિલિકા વગેરે.
ધાત્વિક	પરમાણુ	ધાત્વિક બંધ	કઠોર અને અર્ધાતવર્ધ્ય	પરિવર્તનશીલ	કોપર, સીલ્વર વગેરે.

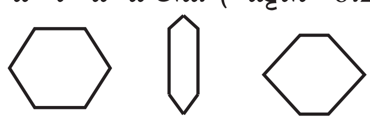
- સોડિયમ કલોરાઈ આયનિક ધનનું ઉદા. છે. કારણ કે આમાં સોડિયમ અને કલોરાઈડ આયન, વિદ્યુત સ્થિર અનોન્ય ક્રિયાઓ દ્વારા એકબીજાની તરફ આકર્ષિત થાય છે. બીજી બાજુ, આયોડિન આણ્વિક ધનનું ઉદા. છે. કારણ કે તેમાં અણુ નિર્બળ વાન - કર - વાલ્સ બળો બંધાયેલ હોય છે. હીરો સહસંયોજક ધનનું ઉદા. છે. કારણ કે આના ઘટક કાર્બન પરમાણુઓની વચ્ચે પ્રબળ સહસંયોજક બંધ

હોય છે. જયારે ધાતુઓમાં અસંખ્ય ધન આયન ઈલેક્ટ્રોનોને સાગરથી જોડાયેલ હોય છે.

ર્મ : -

- પ્રતિદિનનાં કાર્યોમાં ધનોનો ઉપયોગને કારણે તમે તેનાં નીચેના ગુણધર્મોથી પરિચિત છો.
- ધન દઢ અને નિશ્ચિત આકારનાં હોય છે.
- ઘનોનો નિશ્ચિત વેગ હોય છે. પાત્રના સાકાર અથવા નાપના તેના પર કોઈ પ્રભાવ નથી થતો.

તમે અનેક સ્ફટીકમય ઘનોથી પરીચિત છો. જેમ કે ખાંડ, ફટકડી, ક્ષાર, બહુમૂલ્ય પથ્થર વગેરે. તમે જોયું હશે કે તેમની સપાટી ચીકણી હોય છે. તેમને સ્ફટિકનો 'ફલક' કહે છે. ઘટકના કણોની નિયમિત વ્યવસ્થાથી સ્ફટિક નિર્માણનાં દરમિયાન આ ફલક બને છે. અને આ અસમાન રૂપથી વધે છે. બે ફલકોની વચ્ચેના આંતરિક કોણને અંતરફલકીય કોણ કહે છે. અને તેને વિભાજીત કરતાં ફલકો પર ખેંચેલ લંબોની વચ્ચે બનેલ કોણ પણ વ્યાખ્યાયિત કરી શકીએ છીએ. સ્ફટિકમય ધનોનું એક બીજું લક્ષણ આ છે કે કોઈ પણ પદાર્થનાં સ્ફટિક કોઈ પણ નાપ અને આકારનાં હોય અને તેનાં અંતરફલકીય કોણ હંમેશા બરાબર હોય છે. આ તથ્યને "અંતરફલકીયી કોણો" ની સમાનતાનો નિયમ" ના નામથી ઓળખવામાં આવે છે. જેણે સ્ટેનો એ આપ્યો હતો. (આકૃતિ - 6.2)



6.3.1. ઘનનું ગલનબિંદુ :

- ઉષ્માનો ઘન પર શું પ્રભાવ હોય છે ? તમે જોયું હશે કે ઘન ગરમ થયા પછી ધીરે - ધીરે પ્રવાહીમાં ફેરવાઈ જાય છે. આ પ્રક્રમને ગલન કહેવાય છે. તમે આ પણ જોયું હશે કે વિભિન્ન ઘનોને પ્રવાહીમાં ફેરવવા માટે અલગ - અલગ સીમા સુધી ગરમ કરવું પડે છે. જે તાપમાન પર ઘન પ્રવાહીમાં પરિવર્તિત થાય છે. તેને તેનું ગલનબિંદુ કરે છે. દરેક ઘનનું એક નિશ્ચિત ગલનબિંદુ હોય છે. જેનાથી તેની ઓળખ થઈ શકે છે અને તેની શુદ્રતાની ખબર પડે છે. કોઈ ઘનનાં ગલનબિંદુ થી તેના ઘટક કણોની વચ્ચે હાજર આકર્ષણ બળોનાં વિશે પણ ખબર પડે છે. સોડિયમ કલોરાઈડ (m.p = 1077 K) જેવા ઘનોનું ગલનબિંદુ ખૂબ વધુ હોય છે. કારણ કે આનાં સાધનોની વચ્ચે પ્રબળ કુલમ્બિક બળ હોય છે. બીજી બાજુ આણ્વિક ઘનનાં જેવા કં નેપ્થેલીન (m.p. = 353 K) નું ગલનબિંદુ ઓછું હોય છે.

. ઘન પર ઉષ્માના પ્રભાવને ઘટક કણોની ગતિ અને તેની ઉર્જાના આધારે સમજી શકાય છે. તમે જાણો છો કે ઘનના ઘટક કણ પોતાની માધ્ય સ્થિતિ પર જ દોલન કરે છે. જયારે ઘનને ઉષ્મા આપવામાં આવે છે. તો તેના ઘટક કણ ઊર્જા લાભથી પોતાની સંતુલિત અવસ્થાની સ્થિતિઓ પર વધુ જોરથી દોલન કરે છે. જેમ - જેમ વધારે ઉષ્મા આપવામાં આવે છે. કણોની ઊર્જા વધે છે. અંતમાં તેમનાં વચ્ચેનું આકર્ષણ બળ તૂટી જાય છે અને ઘન પ્રવાહીમાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે.

GMW

પાઠગત પ્રશ્નો : 6.1

a) ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ અવસ્થાઓમાં અંતર બતાવો.

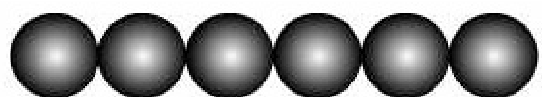
....

b) આંતર આણ્વિક બળોને આધારે ઘનોનું વર્ગીકરણ કઈ રીતે કરવામાં આવે છે ?

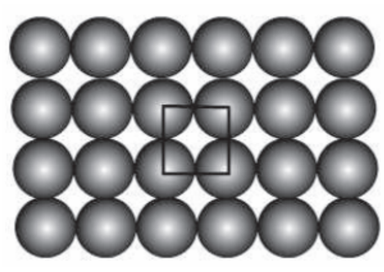
....

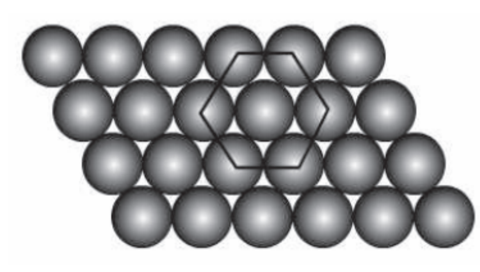
c) સ્ટેનોનો ‘‘આંતરકલકીય કોણોની સમાનતાનો નિયમ’’ શું છે ?

6.4. ઘનોમાં સુસંકલિત સંરચના : સ્ફટિકના નિર્માણનાં પ્રક્રમમાં ઘટક કણ ખૂબ પાસે - પાસે સંકુલતિ હોય છે. ઘનોની સ્ફટિક રચના બતાવવા માટે કઠોર સમ ગોળાઓ (ચિત્ર - 8.3) નો ઉપયોગ કરી શકાય છે. આ આંતર - આણ્વીય બળો દ્વારા બંધાયેલ હોય છે. આવો ઘનોને સુસંકલિત સંરચનાઓ અને તેમની સાર્થકતા વિશે ભણીએ.



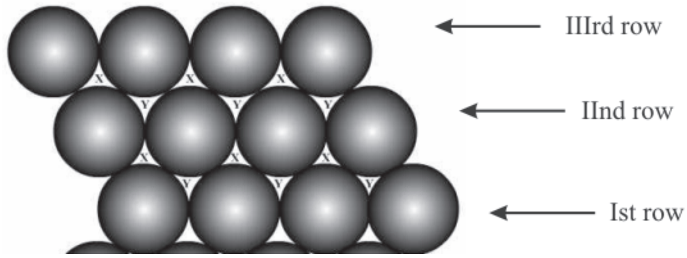
સ્ફટિકના નિર્માણનાં પ્રક્ર્મમાં ઘટક કણ ખૂબ પાસે - પાસે સંકલિત હોય છે. ઘનોની સ્ફટિક રચના બતાવવા માટે કઠોર - સમગોળાઓને એક સીધી રેખામાં રાખવા માટે એકવિમીય રેખા બને છે. (ચિત્ર - 6.3) દ્વિવિમીય સુસંકલિત રચના માટે આવી ઘણી બધી એકવિમીય રેખાઓને તલ અથવા પડનો રૂપમાં વ્યવસ્થિત કરવામાં આવે છે. આને બે રીતે કરી શકાય છે. પહેલું ચિત્ર 8.(અ)ની જેમ. જ્યાં દરેક ગોળો અન્ય ચાર ગોળાઓનાં સંપર્કમાં છે. આ દ્વિવિમીય વ્યવસ્થા ને વર્ગ સુસંકલન કહે છે.





બીજા પ્રકારમાં, બીજી રેખાનાં ગોળા પહેલી રેખાનાં ગોળાઓનાં અવનમનમાં રાખવામાં આવે છે. (ચિત્ર - 6.4 (બ)) આ વ્યવસ્થામાં એક ગોળો અન્ય છે. ગોળાઓના સંપર્કમાં આવે છે. આવી દ્વિવિમીય વ્યવસ્થાને ષટકોણીય સુસંકલિત સંરચના કહેવાય છે. તેમાં ત્રીજી રેખા પહેલીની પ્રતિલિપિ છે. તમે આ પણ જોયું હશે કે આ સંરચનામાં ગોળાઓ વધારે સારી રીતે સંકુલિત છે. ચિત્ર - 6.4. માં

સમાન ગોળાઓની સંખ્યા બંને પ્રકારના સંકુલનમાં વ્યવસ્થિત કરીને બતાવવામાં આવી છે.
- દ્વિવિમીય પડો ને એક ની ઉપર એક રાખીને ત્રિવિમીય સંરચના બનાવી શકાય છે. ત્રિવિમીય સંકુલન પર જતાં પહેલાં આવો ષટ્કોણીય સૂસંકલિત તલ ને નજીકથી જોઈએ. (ચિત્ર -8.5)

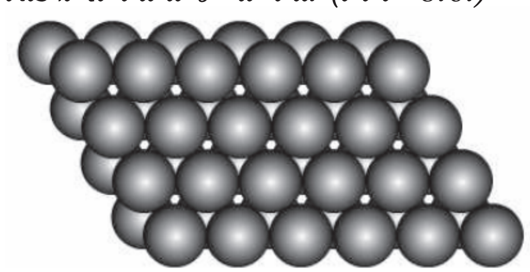


ચિત્ર -6.5.માં તમે જાણો છો કે ષટકોણીય સુસંકલિત તલમાં કેટલાંક ખાલી સ્થાન અથવા શૂન્ય છેદ છે. આ આકારમાં ત્રિકોણીય હોય છે. અને તેને ત્રિફલકીય શૂન્ય કહે છે. ત્રિકોણીય શૂન્ય બે પ્રકારનાં હોય છે. એકમાં ઊંચા બિંદુ ઉપરની બાજુ અને બીજામાં ઊંચા બિંદુ નીચેની બાજુ હોય છે. આવો તેમને ક્રમશઃ X અને Y પ્રકારના શૂન્ય કહીએ. ચિત્ર - 6.5.

ત્રિવિમીય સુસંકલિત સંરચનાઓ :

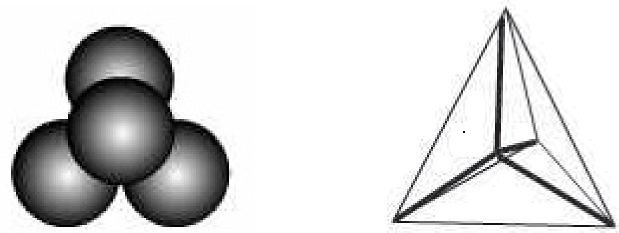
આવો એક ષટકોણીય સુસંકલિત તલ A થી લઈને તેની પર બીજો ષટકોણીય સુસંકલિત તલ (તલ B કરીને) રાખો. હવે બે સંભાવનાઓ છે.

1. બીજા તલનાં ગોળા બિલકુલ પહેલાં તલનાં ગોળાઓ ઉપર રાખવામાં આવે.
2. બીજા તલના ગોળાઓ પહેલાં તલના ગોળાઓના અવનમનમાં રાખવામાં આવે. પહેલી સંભાવના ઉપર ચર્ચા કરવામાં આવેલ વર્ગ સુસંકલન ને સમાન છે અને તેમાં ખૂબ ખાલી સ્થાન રહી જાય છે. બીજી સંભાવનામાં જયારે આપણે બીજા તલનાં ગોળાઓ પહેલા તલના ગોળાઓના શૂન્ય પર આવશે અથવા X પ્રકારના ત્રિફલકીય, શૂન્ય પર આવશે અથવા Y પર બંને પર નથી આવી શકતાં, તમે આ સમાન સિક્કા એક પ્રકારના ત્રિફલકીય શૂન્ય પર રાખીએ તો બીજા પ્રકારનાં શૂન્ય પર સિક્ક્ષ રાખવાની જગ્યા નથી. (ચિત્ર - 8.6.)



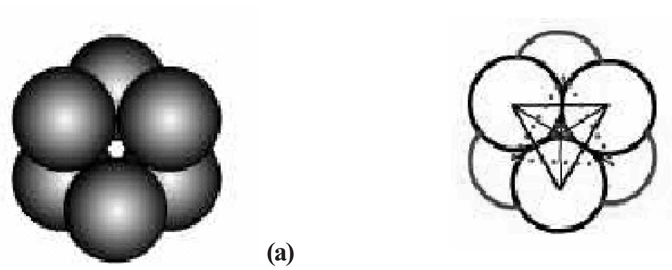
આ પ્રક્રમમાં બીજા તલનાં ગોળાઓ પહેલા તલના ત્રિફલકીય શૂન્યને ઢાંકી દે છે.આનાથી (ચિત્ર - 6.7 (અ)) ચાર ગોળાઓથી ઘેરાયેલ શૂન્ય બની જાય છે. જેને ચતુષ્ફલકીયનાં ચારેય ખૂણાઓ પર વ્યવસ્થિત થાય છે. (ચિત્ર - 6.7 (બ)) આ જ રીતે બીજા તલનાં ત્રિફલકીય શૂન્ય પહેલાં તલના

ગોળાઓ પર રાખવાથી ચતુષ્ફલકીય શુન્ય બનાવે છે.



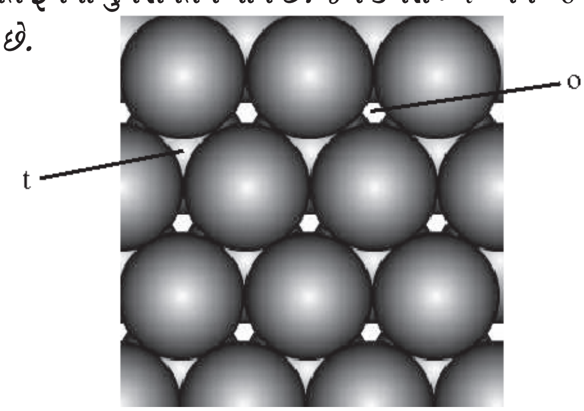
(a) (b)

એક બીજી સંભાવનામાં પહેલા તલનાં ત્રિફલકીય શૂન્ય બીજા તલની વિરુધ્ધ ત્રિફલકીય શૂન્ય પર (B ની જેમ C પર) આવે છે. આ એક છ ગોળાઓથી ઘેરાયેલ શૂન્ય આપે છે. (ચિત્ર. 8.8.(અ)) જેને અષ્ટફલકીય શૂન્ય કહે છે. આમાં શૂન્યને બનાવતા છ ગોળાઓ અષ્ટફલકનાં ખૂણોઓ પર વ્યવસ્થિત હોય છે. (ચિત્ર - 6.8 (બ))



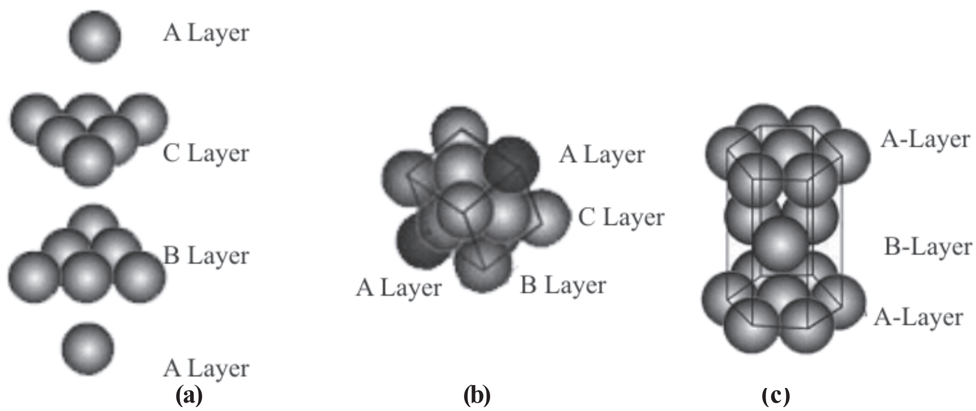
(a) (b)

બીજા તલને ધ્યાનથી જોઈએ તો ખબર પડે છે કે ચતુષ્ફલકીય શૂન્ય અને અષ્ટફલકીય શૂન્ય નિયમિત રૂપથી પુનરાવર્તન થાય છે. જેને ક્રમશ : 't' અને 'o' થી ચિત્ર 6.9. માં દર્શાવવામાં આવ્યું છે.



હવે જયારે આપણે ત્રીજા તલને બીજા તલ પર રાખીએ છીએ તો બે સંભાવનાઓ થશે. બીજા તલનાં અથવા તો ચતુષ્ફલકીય શૂન્ય અથવા તોડ અષ્ટફલકીય શૂન્ય ઢંકાઈ જશે. આવો, બંને સંભાવનાઓ ને જોઈએ. જો બીજા તલનાં અષ્ટફલકીય શૂન્ય ઢંકાઈ જાય છે તો ત્રીજા તલનાં ગોળાઓ પહેલાં તલ અથવા A તલની ઉપર જશે. આગળનો તલ ((4^{th} તલ) બીજા તલ B તલ નો પ્રતિલિપિ થશે. બીજા

શબ્દોમાં દરેક ત્રીજો તલ, પહેલાં પ્રતિલિપિ હોય છે તેને AB AB .... વ્યવસ્થા અથવા AB AB .... નું પ્રતિરૂપ કહેવાય છે. બીજી બાજુ બીજા તલનાં અષ્ટફલકીય શૂન્ય ઢંકાઈ જાય છે તો ત્રીજો તલ બંને પહેલા અને બીજાથી ભિન્ન થશે. આને C તલ કહીશું. આ સ્થિતિમાં આગળની તલ એટલે કે ચોથો તલ પહેલાં તલનાં પ્રતિલિપિ હશે. આને ABC ABC ....વ્યવસ્થા અથવા ABC ABC.. .... નું પ્રતિરૂપ કહેવાય છે. AB AB .... ના પ્રતિરૂપની ત્રિવિમીય સંરચના ષટકોણીય સુસંકલિત સંરચના (hcp) કહેવાય છે. (ચિત્ર - 6.10 (અ)) જ્યારે ABC ABC .... ના પ્રતિરૂપની ઘનીય સુસંકલિત સંરચના (ccp) કહેવાય છે. (ચિત્ર - 6.10 (અ))



આ પ્રક્રમ ચાલુ રહીને એક ત્રિવિમીય સંકુલિત સંરચના આપે છે. જેમાં ખૂબ મોટી સંખ્યામાં ચતુષ્ફલક અને અષ્ટફલક શૂન્ય હોય છે. સંકુલિત સંરચનામાં દરેક પરમાણુની સાથે એક અષ્ટફલક અને બે ચતુષ્ફલક શૂન્ય જોડાયેલ હોય છે. આ શૂન્યોને અંતરાલ પણ કહેવામાં આવે છે. જેવું કે પહેલાં કહેવામાં આવ્યું હતું. સમાન ગોળાઓ એક જ પ્રકારનાં પરમાણુ અથવા આયનને સ્ફટિક સંરચનામાં નિરૂપિત કરે છે અન્ય પરમાણુ અથવા આયન આ અંતરાલો અથવા શૂન્યોમાં જાય છે.

- સંકુલિત સંરચનાઓ (hcp અને ccp) માં જેવું કે પહેલાં કહેવામાં આવે છે. પ્રત્યેક ગોળો પોતાના તલમાં છ ગોળાઓનાં સપર્કમાં હોય છે. (ચિત્ર - 6.5) અને પોતાનાથી ઉપર અને નીચેના તલમાં પ્રત્યેકમાં, ત્રણ ગોળાઓના સંપર્કમાં હોય છે. આ રીતે પ્રત્યેક ગોળો બાર ગોળાઓનો સંપર્કમાં હોય છે. આ પાસેના ગોળાઓની સંખ્યાને સમન્વય સંખ્યા કહેવામાં આવે છે. જો કણ અંતરાલો અથવા શૂન્યમાં હોય છે. તેમની સમન્વય સંખ્યા શૂન્યની પ્રકૃતિ પર નિર્ભર કરે છે. ઉ.દા. માટે ચતુષ્ફલક શૂન્યમાં હાજર આયર ચાર પડોશી કણોનાં સંપર્કમાં હશે. આથી તેની સમન્વય સંખ્યા ચાર હશે. આ રીતે ચતુષ્ફલક શૂન્યના પરમાણુ અથવા આયનની સમન્વય સંખ્યા છ હશે.

પાઠગત પ્રશ્નો : 6.2

અ. વર્ગ સુસંકલિત અને ષટકોણ રચનામાં શું અંતર છે ?

....

બ. ઉપરના બંને સંકુલનમાં કયો વધુ પ્રભાવકારી છે ?

....

ક. ત્રિફલકીય, ચતુષ્ફલકીય અને અષ્ટફલકીય શૂન્યોનું અંતર સ્પષ્ટ કરો.

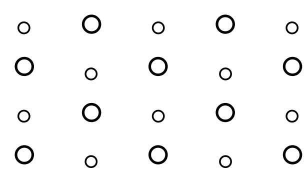
....

6.5. સ્ફિટક જાળ અને એકમ કોષ

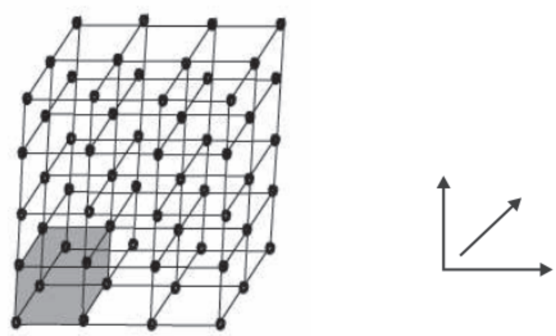
- તમે જાણો છો કે સ્ફટિકમય ઘનોમાં દીર્ઘ પરિસર વ્યવસ્થા હોય છે. અને સંકુલિત ઘટક કણ નિયમિત ત્રિવિમીય પ્રતિરૂપમાં વ્યવસ્થિત હોય છે. સ્ફટિકીય ઘનોને એક નિયમિત ત્રિવિમીય બિંદુઓની વ્યવસ્થાના રૂપમાં નિરૂપતિ કરવામાં આવે છે. અહીંયા પ્રત્યેક બિંદુ એક ઘટક કણ ને નિરૂપિત કરે છે. અને આ જાળ બિંદુ અને વ્યવસ્થા સ્ફટિક જાળ અથવા ત્રિવિમ જાળ અથવા માત્ર જાળ કહેવાય છે.

- જાળનો અર્થ સમજવા માટે આવો પહેલાં આપણે દ્વિપરિમાણવીય જાળમાં વારંવાર આવતા પ્રતિરૂપને જોઈએ. સોડિયમ ક્લોરાઈડ ની દ્વિપરિમાણવીય સંરચના માં Na^+અને Cl^- આયન એક નિયમિત વ્યવસ્થામાં છે. (ચિત્ર -8.11 (બ)) જો પ્રત્યેક આયનને બિંદુથી નિરૂપિત કરવામાં આવે તો આ સ્ફટિક દ્વિપરમાણવીયમાં બિન્દુઓનાં જાળની જેમ બતાવવામાં આવી શકે છે. (ચિત્ર - 6.11 (બ))

Na^+	Cl^-	Na^+	Cl^-	Na^+
Cl^-	Na^+	Cl^-	Na^+	Cl^-
Na^+	Cl^-	Na^+	Cl^-	Na^+



આ પરિમાણવીય જાળ કહેવાય છે. આ રીતે ત્રિપરિમાણવીયમાં ઘન સ્ફટિકની સંરચના જાળીના બિદુંઓના ત્રિપરિમાણવીય જાળથી નિરૂપિત કરી શકાય છે.



સ્ફટિક જાળના બિદુંઓનો એક સમૂહ પસંદ કરીને આપણે તેનાથી પૂરી જાળી બનાવી શકીએ છીએ.

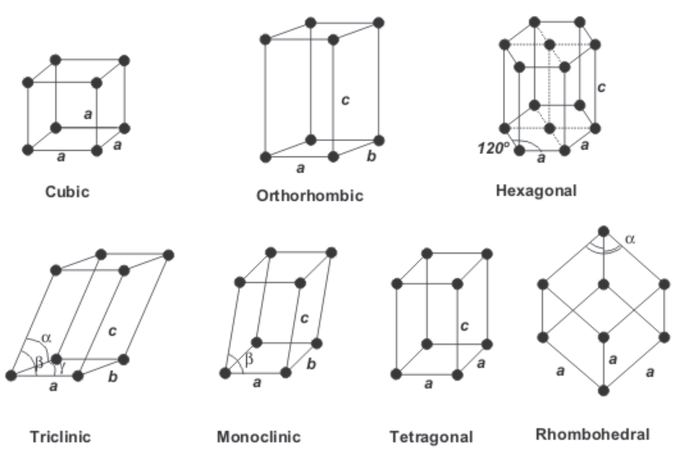
આવા સમૂહને વાંરવાર એકમ અથવા એકમ કોષ કહેવામાં આવે છે. ચિત્ર -8.12 માં રંગ કરેલ ક્ષેત્ર સ્ફટિક જાળના એકમ કોષને દર્શાવે છે.ત્રિ - પરમાણ્વીય જાળનાં એકમ કોષની ભૂમિતિને ત્રણ પ્રતિચ્છેદી ભુજાઓ જેમ કે (જેમ કે a,b અને c) ની લંબાઈ તથા તેમની વચ્ચેનાં ખૂણોઓ દ્વારા નિર્દેશિત કરવામાં આવે છે. એકમ કોષને ત્રણ દિશાઓમાં વારંવાર રાખવાથી પૂરી જાળ બનાવી શકીએ છીએ.

બાહ્ય રૂપરેખાના આધાર પર સ્ફટિકો ને સાત પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. આ સ્ફટિક સમુદાય કહેવાય છે. આંતરિક સંરચના ના આધાર પર પણ સ્ફ7 ક જાળોમાં સાત પ્રકારના એકમ કોષ હોય છે. સાત પ્રકારના સ્ફટિક સમુદાય અને તેમના એકમ કોષ, તેમની લંબાઈ અને અક્ષીય ખૂણાની સાથે કોષ્ટક 6.2. માં આપેલ છે. સાત સરળ એકમ કોષ ચિત્ર 8.13 માં બતાવ્યા છે.

કોષ્ટક - 6.2. સાત સ્ફટિક પધ્ધતિ અને તેમનાં સમ્ભાવી જાળના પ્રકાર

પધ્ધતિ	નિર્દેશાંક	ખૂણો	સમ્ભાવી જાળના પ્રકાર.
Cubic	a = b = c	a = β = γ = 90°	P, F, I
Tetragonal	a = b ≠ c	a = β = γ = 90°	P, I
Orthorhombic	a ≠ b = c	a = β = γ = 90°	P, F, I, C
Rhombohedral	a = b = c	a = β = γ ≠ 90°	P
Hexagonal	a = b ≠ c	a = β = 90°; γ = 120°	P
Monoclinic	a ≠ b = c	a = γ = 90°; β ≠ 90°	P, I
Triclinic	a ≠ b ≠ c	a ≠ β ≠ γ ≠ 90°	P

* P= પ્રિમિટિક , I=કાર્યકેન્દ્રિત , F= ફલક કેન્દ્રિત C= અંતઃકેન્દ્રિત



આવો એકમ કોષ પ્રિમિટિક (P) એકમ કોષ કહેવાય છે. કયારેક - કયારેક સ્ફટિકનાં એકમ કોષમાં ખૂણાઓની સાથે બીજા પણ જાળીનાં બિંદુ હોય છે. જે એકમ કોષનાં પ્રત્યેક ફલકનાં કેન્દ્રમાં, એક અતિરિક્ત બિંદુ હોય છે. તે ફલક કેન્દ્રિત (F) એકમ કોષ કહેવાય છે જયારે એકમ કોષ એક એવો ઘન

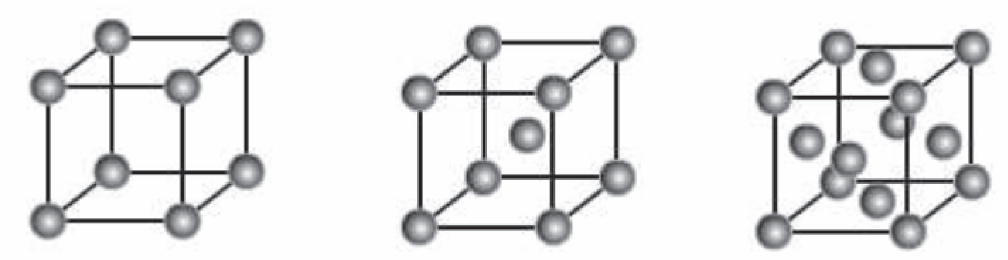
છે જેના કેન્દ્રમાં એક અતિરિક્ત બિંદુ હોય છે. તો તે કાય કેન્દ્રિત (I) એકમ કોષ કહેવાય છે. કેટલાક એકમ કોષોમાં ખૂણાઓના જાળ બિંદુઓ સિવાય, બે જાળ બિંદુ કોઈ પણ બે વિરુધ્ધ ફલકો પર પણ હોય છે. તેમનો અંતઃ કેન્દ્રિત એકમ કોષ (C) કહે છે. કોષ્ટક 8.2 માં ભિન્ન સ્ફટિક સમુદાયોમાં જાળીઓનાં સંભવ પ્રકાર પણ બનાવવામાં આવ્યાં છે. સાત સ્ફટિક સમુદાયોને જયારે આ સંભાવનાઓની સાથે જોડવામાં આવે છે. તો 14 સંભવ ત્રિ - પરમાણ્વીય જાળ મળે છે. તેને બ્રેવર્સ જાળ કહે છે.

6.5.1. ઘુનીય એકમ કોષ :

સાત સ્ફટિક સમુદાયોમાંથી આવો ઘન સ્ફટીક સમુદાયવાળાં એકમ કોષોનાં વિષયમાં વિસ્તારથી ભણીએ. કોષ્ટક અ 8.2. માં તમે જોઈ શકો છો કે ઘનીય સ્ફટિક સમુદાયમાં ત્રણેય બાજુ લંબાઈ બરાબર હોય છે અને ત્રણે ખૂણા સમાન હોય છે. ત્રણ સંભવ જાળોનાં પ્રકારો એટલે કે સામાન્ય ઘન, કાર્ય કેન્દ્રિત ઘન અને ફલક કેન્દ્રિત ઘન નાં એકમ કોષ ઘન સ્ફટિક સમુદાયનાં હોય છે. (ચિત્ર - 6.14)

એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્યા : -

- જેવું કે તમે જાણો છો કે એકમ કોષમાં પરમાણુ, ખૂણાઓ પર કાર્ય કેન્દ્રિત અને ફ્લક કેન્દ્રિત હોઈ શકે છે. આ પરમાણુ આસપાસનાં એકમ કોષોમાં ઉભયનિષ્ટ હોય છે. આથી બધા પૂરી રીતે એકમ કોષમાં નથી હોતાં. પ્રત્યેક એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્ય જાણવી જરૂરી છે. આવો આની ગણતરી કરતાં શીખીએ.

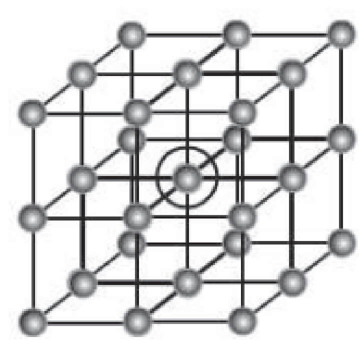


$\frac{1}{8}$

Fig. 6.14 (a) primitive or simple (b) body centered and (c) face centered cubic unit cells.

સામાન્ય ઘનીય એકમ કોષ :

સામાન્ય એકમ કોષમાં ઘનનાં ખૂણોઓ પર પરમાણું હોય છે. (ચિત્ર - 14. (અ)) એકમ કોષના ખૂણાનાં મૂળ બિંદુ આઠ એકમ કોષમાં ઉભયનિષ્ઠ હોય છે. ચિત્ર - 6.15 માં વૃત્તની અંદરનાં પરમાણુ જુઓ. આથી એકમકોષનાં ખૂણાંના પરમાણુનું યોગદાન 1/8 થશે. પ્રતિ એકમ કોષ પરમાણુઓની ગણતરી આ રીતે કરી શકાય છે.



ખૂણાંના પરમાણુની સંખ્યા = 8

ખૂણાના પરમાણુઓથી ઉભયનિષ્ઠ એકમ કોષોની સંખ્યા = 8

સામાન્ય ઘનીય એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્યા = 8 × = 1

કાય કેન્દ્રિત એકમ કોષ (*bcc*)

આમાં પરમાણુ માત્ર ખૂણાઓ પર જ નહી, ઘનનાં કેન્દ્રમાં પણ હોય છે. એટલે કે કાંઈ બીજા એકમ કોષથી ઉભયનિષ્ઠ નથી થતાં, ખૂણાવાળાં પરમાણુ સામાન્ય ઘન એકમ કોષની જેમ હોય છે. આથી પ્રત્યેક એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્યા સારી રીતે થશે.

ખૂણાનાં પરમાણુઓની સંખ્યા = 8

ખૂણાનાં પરમાણુઓથી ઉભયનિષ્ઠ કોષોની સંખ્યા = 8

∴ એકમ કોષને યોગદાન = 8 × = 1

ઘનનાં કેન્દ્રમાં પરમાણુઓની સંખ્યા = 1

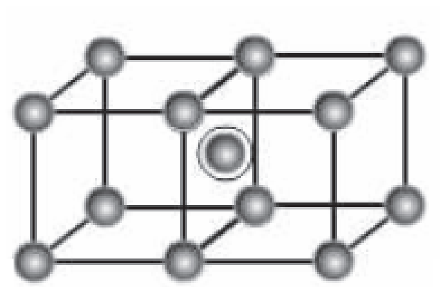
એકમ કોષને યોગદાન = 1 (કારણ કે ઉભયનિષ્ઠ નથી.)

કાય કેન્દ્રિત ઘન એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્યા = 1 + 1 = 2

ફલક કેન્દ્રિત ઘન એકમ કોષ (*fcc*)

આમાં પરમાણુને માત્ર ખૂણાઓ પર પરંતુ પ્રત્યેક ફલકનાં કેન્દ્રમાં પણ હોય છે. આથી ખૂણાઓ પર આઠ જાળીવાળા બિંદુ અને ફલક કેન્દ્ર પર છ જાળીવાળા બિંદુ હોય છે. ચિત્ર - 6.14 (સી) ફલક કેન્દ્રિત જાળીવાળા બિંદુને એકમ કોષોમાં ઉભયનિષ્ઠ હોય છે. (ચિત્ર - 6.16) પહેલાંની જેમ.

$\frac{1}{8}$



ખૂણાઓનાં પરમાણુઓની સખ્યા = 8

આનાથી ઉભયનિષ્ઠ એકમ કોષોની સંખ્યા = 8

પ્રત્યેક એકમ કોષને યોગદાન = 8 × = 1

ફલક કેન્દ્ર પર પરમાણુઓની સંખ્યા = 1

ફલક કેન્દ્રિત જાળીવાળા બિંદુથી ઉભયનિષ્ઠ એકમ કોષોની સંખ્યા = 2

ફલક કેન્દ્રિત પરમાણુનું એકમ કોષને યોગદાન = 6 × = 3

ફલક કેન્દ્રિત ઘન એકમ કોષનાં પરમાણું બિંદુઓની સંખ્યા = 1 + 3 = 4

વિભિન્ન ઘન એકમ કોષોમાં પરમાણુઓની સંખ્યા કોષ્ટક 6.3. માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 6.3.: પ્રત્યેક એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્યા

સાધારણ ઘન	1
કાય કેન્દ્રિત ઘન	2
ફલક કેન્દ્રિત ઘન	4

6.5.2. આયનિક ઘનોની સંરચના :

- ધાત્વિક ઘનોની સંરચના સમજાવી સરળ છે. કારણ કે જેવું કે પહેલાં ચર્ચા કરવામાં આવી હતી. કે તેમાં એક જ પ્રકારનાં પરમાણુ એકત્રિત થઈને સંકુલિત રચનાઓ આપે છે. આયનિક ઘનોમાં વિભિન્ન ત્રિજયાઓના આયન હોય છે. આથી સ્ફટિક જાળમાં ધનાયનો અને ઋણાયનો ની સ્થિતિ સ્પષ્ટ કરવાની હોય છે. આથી આયનિક ઘનોની સંરચના બંને પ્રકારના આયનોની સાપેક્ષ ત્રિજયા પર નિર્ભર કરે છે. આના માટે તેમના અર્ધવ્યાસોનો ગુણોત્તર (r+/r-) લેવામાં આવે છે તેને અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર કહેવામાં આવે છે. અહીંયા r+ ધનાયનનો તથા r- ઋણાયનનો અર્ધવ્યાસ છે. અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર અને તેને સંગત સંરચના કોષ્ટક 8.4 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક - 6.4. અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર (r + /r–) અને સંગત સંરચના

અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર (r+/r–)	સમન્વય સંખ્યા	ગ્રહણ સંરચના
0.225 – 0.414	4	ચતુષ્ફલકીય
0.414 – 0.732	6	અષ્ટફલકીય
0.732 – 0.91	8	કાર્ય કેન્દ્રિત ઘન
>=1.00	12	સુસંકલીત સંરચના

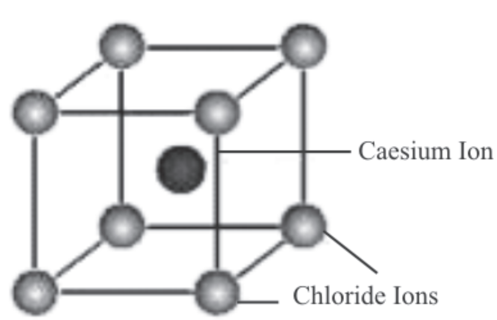
સામાન્ય આયનિક સંયોજનોને સાધારણ સૂત્ર MX, MX_2, અને MX_3, છે. જ્યાં M ધાતુને નિરૂપિત્ કરે છે. અને X ઋણાયનને હવે આપણે MX અને MX_2 પ્રકારનાં આયનિક સંયોજનોની ચર્ચા કરીશું.

6.5.2.1. MX પ્રકારનો આયનિક સંયોજનની સંરચના

- આ પ્રકારનાં સંયોજનમાં ત્રણ પ્રકારની સંભાવનાઓ દેખાય છે. આ છે. : સોડિયમ કલોરાઈડ, ઝિંક સલ્ફાઈડ અને સોડિયમ કલોરાઈડ સંરચના આપો આને વિસ્તારથી ભણીએ.

સીડિયમ કલોરાઈડની સંરચના :

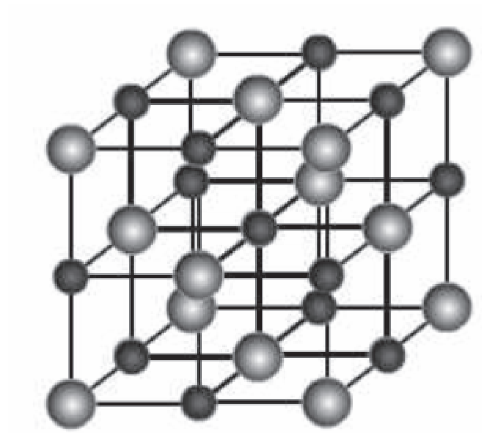
- સીઝિયમ કલોરાઈડ સંરચના CsCl માં ધનાયન અને ઋણાયન તુલનાત્મક આકારનાં છે.
(અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર = 0.93) અને આની bcc સંરચના છે. જેમાં પ્રત્યેક આયન વિરુધ્ધ પ્રકારનાં 8 આયનોથી ઘેરાયેલ હોય છે. Cs^+ આયન કાય કેન્દ્રિત છે. અને આઠ Cl- આયન ઘનનાં ખૂણઓ પર છે. ચિત્ર - 6.17. આથી



આની સમન્વય સંખ્યા - 8 છે.

સોડિયમ કલોરાઈડ રચના

NaCl ઋણાયન (Cl-) ધનાયન (Na^+) થી વધારે મોટો હોય છે. અહીંય અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર 0.52 છે. કોષ્ટક 3.3 અનુસાર આની અષ્ટફલકીય વ્યવસ્થા કેવી હોવી જોઈએ અને Na^+ અષ્ટફલકીય શૂન્યમાં જતો રહે છે. તમે આ સંરચનાને આ રીતે પણ જોઈ શકો છો. (Cl-) આયન ખૂણા પર ફલક કેન્દ્રિત તથા Na^+ આયન કોર કેન્દ્રિત ઘન અને ઘન કેન્દ્રિત હોય છે. (ચિત્ર - 6.18)



ઝિંક સલ્ફાઈડ સંરચના : - આમાં અર્ધવ્યાસ ગુણોત્તર = 0.40 છે. આથી કોષ્ટક 8.3 અનુસાર આમાં ચતુષ્ફલક વ્યવસ્થા હોવી જોઈએ. અહીંયા સલ્ફાઈડ આયન *ccp* (or *fcc*) સંરચના બનાવે છે અને કિંક આયન તે ચતુષ્ફલકના ખૂણાઓ પર હોય છે, કે જે ઘનની અંદર છે. (ચિત્ર - 6.19) આ એકાંતર ચતુષ્ફલક શૂન્યમાં સ્થિત હોય છે.

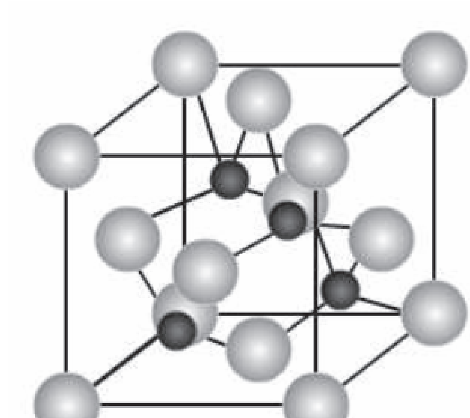
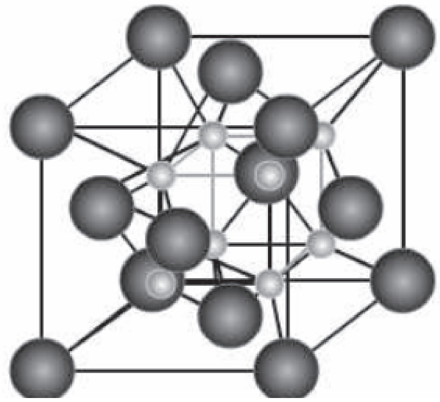


Fig. 6.19 : ઝિંક સલ્ફાઈડ સંરચના.

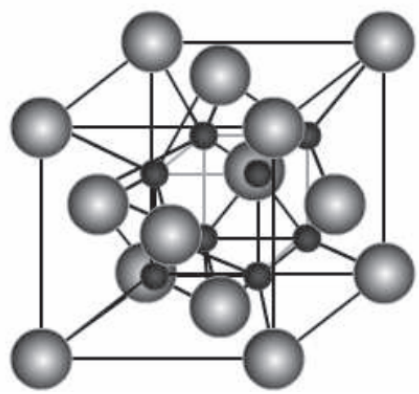
કેલ્શિયમ કલોરાઈડ અથવા ફલોરાઈડ સંરચના

આ સંરચનામાં Ca^{2+} આયન *fcc* જાળ બનાવે છે. અને F આયન ચતુષ્ફલક શૂન્યોમાં સ્થિત હોય છે. (ચિત્ર - 6.20).



એન્ટીફલોરાઈડ સંરચના

Na_2O *જેવા આયનિક સંયોજનોની એંટીફલોરાઈટ સંરચના હોય છે. આ સંરચનામાં ધનાયનો અને ઋણાયનોની સ્થિતિ ફલોરાઈટ સંરચનાની વિરુધ્ધ હોય છે. આથી આને એંટીફલોરાઈડ સંરચના કરે છે.* Na_2O *માં ઓક્સાઈડ આયન* ccp *જાળી બનાવે છે અને* Na^+ *આયન ચતુષ્ફલકીય શૂન્યોમાં મળી આવે છે. (ચિત્ર - 6.21)*



6.6. આયનિક ફલકોમાં ક્ષતિ : -

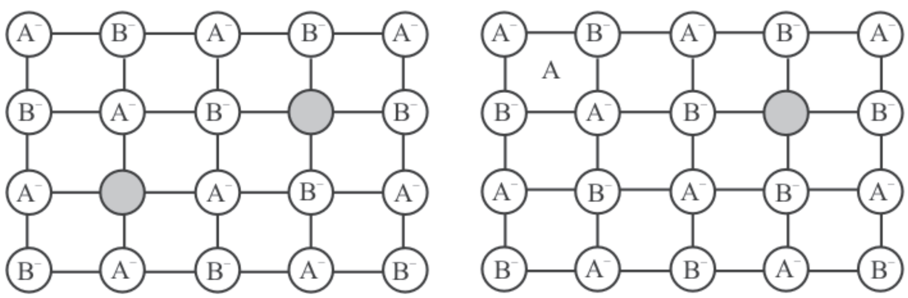
- તમે ભણી ગયા છો કે સ્ફટિકમય ઘનોમાં ઘટક કણ નિયમિત ત્રિપરિમાણ્વીય જાળમાં વ્યવસ્થિત થાય છે. વાસ્તવિક સ્ફટિકોમાં આ વ્યવસ્થા તેટલી નિયમિત નથી હોતી.પ્રત્યેક સ્ફટિક વિરુપતિ હોય છે. આ વિરૂપતા ક્ષતિ અથવા અવ્યવસ્થા કહેવાય છે. આ ક્ષતિ બે પ્રકારની હોય છે. સ્ટોઈકિયોમેટ્રિક અને નોન સ્ટાઈક્રિયોમિટ્રીક આ તેના પર નિર્ભર કરે છે કે ક્ષતિ સ્ફટિકની સ્ટોઈક્રિયોમિટ્રિક ક્ષતિઓની વિશે જ ભણીશું આવા સંયોજનોમાં ધનાયન અને ઋણાયન સ્ટોઈક્રિયોમિટ્રિક ગુણોત્તરમાં હોય છે. સ્ટોઈક્રિયોમિટ્રિક ક્ષતિ બે પ્રકારની હોય છે.

- *શોર્ટ કી ક્ષતિ*

- ફેંકલ ક્ષતિ

શોર્ટ કી ક્ષતિ :- જ્યારે કેટલાક ધનાયન અને ઋણાયન પોતાનાં વાસ્તવિક જાળીના સ્થાનથી લુપ્ત થઈ જાય છે તો આ શોટ કી ક્ષતિ હોય છે. ખાલી જાળ સ્થાનને રિકિતિકા કહે છે. આ ક્ષતિ તે આયનિક સંયોજનોમાં જોવા મળે છે. જેમાં ધનાયન અને ઋણાયનની ત્રિજ્યા સમાન હોય છે. ઉદા. NaCl અને CsCl લુપ્ત ધનાયનો અને ઋણાયનોની સંખ્યા સમાન હોય છે. શોટ કી ક્ષતિની હાજરી સ્ફટિકનું ઘનત્વ ઓછું કરી દે છે.

ફંકલ ક્ષતિ :- આ ક્ષતિ ત્યારે ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે આયન પોતાની જાળીના અંતરાલ છિદ્ર આયનોની વચ્ચેનું સ્થાન હોય છે આયનની જાળી ની સ્થિતિ થી દૂર થઈને ત્યાં ખાલી સ્થાન પર રહી જાય છે. ZnS અને AgBr તે આયનિક સંયોજન છે. જે ફેંકલ ક્ષતિ બતાવે છે. આમાં ધનાયન અને ઋણાયનની ત્રિજ્યામાં ઘણું અંતર હોય છે હંમેશા ધનાયન જ પોતાનું સ્થાન છોડે છે. કાણ કે આ નાનાં હોય છે અને આ અંતરાલ છિદ્રમાં જઈ શકે છે. આ ક્ષતિથી ઘનનાં ઘનત્વ પર કોઈ પ્રભાવ નથી પડતો.



આ દોષોને કારણે સ્ફટિકમાં કેટલીક વિદ્યુત વાહકતા આવી જાય છે. આ વાહકતા આયનોની છિદ્રોમાં ગતિને કારણે હોય છે. જ્યારે એક આયન કોઈ છિદ્રમાં આવે છે. તો તે પાછળ છિદ્ર છોડીને આવે છે જે બીજા આયન દ્વારા ઘેરી લેવામાં આવે છે. આ રીતે આ પ્રક્રમ ચાલું જ રહે છે.

એકમ કોષની ધનતા ગણતરી

ધનતા =

(i) એકમ સેલનું $\frac{\text{દળ (વજન)}}{\text{કદ}}$

- ધન એકમ કોષની ધાર લંબાઈ હોય તો (a) એ ની કદ a^3

(ii) એકમ સેલનું વજન :-

- મોલર પદાર્થનું દળ = M

એક મોલ કે અણુનું વજન

$\frac{M}{NA}$

જ્યાં, N_A = એવોગેડ્રો નંબર (અચળાંક)

- હવે, પદાર્થમાં રહેલા અણુ તથા પરમાણુની સંખ્યા એ હર એકમ સેલ પર = z

ટેબલ ૬.૩ માં વિવિધ પ્રકારના ટની કિંમતો છે.અ

એકમ કોષનું = (એકમ કોષ દીઠ હાજર પરમાણુઓ

દળ પરમાણુ સંખ્યા x એક અણુ પરમાણુ સમૂહ

આકૃતિ ૬.૩ અને ૬.૪

૬.૪.૨ three dimensions latice and unit

ત્રિ પરીમાણ્વી જાળી અને એકમ સેલ

- **ત્રિ પરીમાણ્વીમાં, ધનના સ્ફટિક માળખ જાળે પોઈન્ટ ત્રણ પરમાણ્વી એરે તરીકે રજૂ થાય છે.આ જાળી બિંદુ ધન ઘટક પથો સ્થિતિ નું પ્રતિનિધિત કરે છે. તે યાદ રાખો** Fig. 9-6.5 (a)

Fig. 6.5 (a)

- **સમઘના બાજુ** $= a = 540.2$ pm $= 540.2 \times 10^{-10}$ cm k
- **એક** face **કેન્દ્રીત ધન એકમ કોય એકમ કોષ** d
- element**નું મોલર માસ** $M = 202.4$g mol^{-1}
- કિંમતો ઉપર સેમી માં મુકત :-

6.8 Packing Efficiency (પેકીંગ કાર્યક્ષમતા)

- ઘટક કણો (પરમાણુ, અણુ કે આયન) નું પેકીંગ કોઈ પણ પ્રકલે થતું હોય છતા તેમાં કેટલીક મુકત જગ્યા રહી જાય છે જેને પોલાણ અથવા છિદ્ર કહેવામાં આવે છે કણો વડે રોકાયેલા કુલ અવકાશના કટના ટકાને પેકીંગ ક્ષમતા કરે છે

- હવે જુદી જુદી રચનાઓમાંની પેકીંગ ક્ષમતાની ગણતરી કરીશું

$$= \frac{z \cdot M}{N_A}$$

(iii) ઘનતા

ઘનતા = $\frac{\text{એકમ કોષ દીઠ વજન}}{\text{એકમ કોષ દીઠ કદ}}$

$$d = \frac{z \cdot M}{a^3 \cdot N_A}$$

- એક પદાર્થ સેલ એકમ ઘનતા તરીકે જ છે. આયોનિક પદાર્થ કિસ્સામાં,ફોર્મ્યુલા એકમ વ્યવાહારુ એકમ તરીકે લેવાય છે

$NaCl = 1Na^+ + 1Cl^-$ ions; of $Na_2SO_4 = 2Na^+ + 1SO_4^{2-}$ ions). આપના એકમો

- જો d અને M જાણતા હોય અથવા તો M, d અને z જાણતા હોય તો, ઉપર સંબધ ગણતરી z અને તેથી ઘન જાળી પ્રકાર માટે તાયરી શકાય છે

Example: - મેટાલીક તત્વ એકમ કોષા ઘન કેન્દ્રત સામાત નો કરવો પડયો છે અને સમઘન બાજુ 540.2 વાગ્યા છે. gcm^{-3} માં મેટલના ઘનતા ગણતરી કરો તેના સાપેત અણુ સામૂહિક 202.4. હોય તો કરો.

ઉકેઈ :-

(2) અંત :- કેન્દ્રિત એકમ કોષ રચનાની પેકીંગ ક્ષમતા ....

$b^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$ $a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$ $d = \frac{z \cdot M}{a^3 \cdot N_A}$ $c^2 = 3a^2$

- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કેન્દ્રમાં રહેલો પરમાણુ બીજા વિકર્ણીય રીતે ગોઠવાયેલા બે પરમાણુ સ્પર્શ છે આથી

ΔEFD માં,

$$b = \sqrt{2}a.$$

- હવે ΔAFD માં,

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{3}a$$

- વિકર્ણીય અંત :સ્થની લંબાઈ C=4 ,

જયા r, પરમાણુની ત્રીજયા છે કારણે કે, ત્રણેય ગોળા વિકર્ણીયર રીતે સ્પેર્શ છે.

- આ પ્રકારની રચનામાં કુલ પરમાણુની સંખ્યા 2 હોય છે અને તેથી તેમનું કદ 2+ $\frac{3}{4}$Đr થશે

(1) સાદા કયુબિક લેટિસમાં પેકિંગ ક્ષમતા

- સાદા કયુબિક લેટિસકમાં પરમાણુઓ માત્ર ઘનના ખુણાઓ પર જ હોય છે કણો ધાર પર એકલીજાને સ્પેર્શે છે

- ઘનની બાજુ અથવા ધાર á અને દરેક કણની ત્રીજયા r વચ્ચે સંબંધ થશે

$a=2r$

- એકમ કયુબિક એકમ કોષ માત્ર 1 પરમાણુ જ ધરાવે છે. તેથી અવકાશ ધ્વારા રોકાયેલ કદ $=\frac{4}{3}$Ðr3

એક પેકીંગમાં ક્ષમતા = $\frac{\text{એકમ પરમાણું નં કદ}}{\text{કયુબિક એકમ કોષનં કદ}}$ X 100%

$$=\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{8r^3}\times 100=\frac{\pi}{6}\times 100$$

=52.36% =52.4%

Δ ABC માં, $AC^2=b^2$

$=Bc^2+AB^2$

$=a^2+a^2$

$=a^2a$ અથવા

$b^2\sqrt{2}a$

- ધારો કે ગોળાની ત્રીજયા r છે તો $b=4r=\sqrt{2}a$ અથવા $a=4r=2\sqrt{2}r$ અથવા

$\sqrt{2}$

- $r=\frac{a}{2\sqrt{2}}$

- આપણે જાણીએ છીએ પે પ્રમાણ Cep રચનામાં 4 પરમાણુ અથવા ગોળા હોય છે આથી ચાર ગોળાનં કદ 4X4Ðr3 થશે અને ઘનનં કદ a3 અથવા $(2\sqrt{2}r)3$ થશે

-પેકીંગ - ક્ષમતા= $\frac{\text{એકમ કોષમાંના ચાર ગોળા થી રોકાયેલું કદ}}{\text{એકમ કોષનું કુલકદ}}$ 100%

$$= \frac{4\left(\frac{4}{3}\right)Đr3\ 100\%}{(2\sqrt{2}r)3}$$

$$= \frac{\left(\frac{16}{3}\right)xĐr3x100 = 74v\%}{102r3}$$

ઘનના કદ $= a3 = \left(\frac{4}{\sqrt{3}}r\right)3$

પેકિંગ ક્ષમતા $=$ $\frac{\text{એકમ કોમાંનાં બે ગોળા વડે રોકાયેલ કદ}}{\text{એકમ કોષનું કુલકદ}}$ 100%

$$= \frac{2x\left(\frac{4}{3}\right)Đr3}{\left(\left(\frac{4}{3}\right)r\right)3} X100\%$$

$$= \frac{\frac{8}{3}Đr3\ \ X100\%}{\frac{64}{(3\sqrt{3})r3}}$$

$=68\%$

(૩) હેક્ઝાગોનલ" ક્લોઝ પેકીંગ (hcp) અને ક્યુબિક ક્લોઝ પેકીંગ માં (ccp)માં પેકિંગ ક્ષમતા

- આ બંને પ્રકારમાં ક્લોઝ પેકીંગ એકસરખુ બસરકારક હોય છે આપણે ccp રચનાની પેકીંગ ક્ષમતા ગણીએ આકૃતિ 6.20 માં બતાવ્યા પ્રમાણે એકમ કોષની ધારની લંબાઈ a છે અને ફલકનો વિકર્ણ ac=b છે

આકૃતિ 6.20

ત્રણેય રચનાઓની ગણતરી પરથી નક્કી કરી શકીએ કે, hcp અને ccp રચનામાં સૌથી વધુ પેકિંગ ક્ષમતા હોય છે

- જે નીચેના કોષ્ટકમાં દર્શાવેલ છે

S.No.	લેટાઈસ	પેકિંગ ક્ષમતા%
1.	સાદો ક્યુબિક	52.4%
2.	અંત : કોણીય ક્યુબીક	68.0%
3.	હેક્ઝાગોનલ ક્લોઝ પેંકીગ તથા ક્યુબીક ક્લોઝ પેકીંગ (hcp or ccp	74.0%

- **અવાહ sp**

- અવાહક પદાર્થો એવા પદાર્થો હોય છે કે જેમની ચાલકતા 10^{-10} થી $10^{-20} sm^{-1}$ હોય છે

અવારકો માં વિદ્યુતનો પ્રવાહ હોતો નથી કારણ કે આમાં મુકત ઈલેકટ્રોનની સંખ્યા નામની જ હોય છે અવાહકો નો પ્રયોગ વાહકો ને સંરક્ષા આપવા માટે હોય છે

દા.ત. લાકડી. પ્લાસ્ટિક. રબર.

(૩) અર્ધવાહકોની વાહકતા વાહકોથી ઓછી અને અવાહકોથી વધારે હોય છે અર્ધવાહકોની વાહકતા 10^6 to 10^{14} S m^{-1} હોય

અર્ધવાહકોનો ઉપયોગ ડાયોડ કે તથા ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં કરવામાં આવે છે.

૬.૧૧.૨ મેટલ પદાર્થોમાં વિદ્યુતની વાહકતા

ધાતુઓ વિદ્યુતનુ વહન ઈલેકટ્રોનની ગતીને કારણે કરતી હોય છે જયારે બે પરમાણુઓ એકબીજાની નજીક આવે છે ત્યારે તેમની પરમાણુ કક્ષકનું અતિવ્યાપન થાય છે અને સમાન સંખ્યાની અણુકક્ષક બનાવે છે જેમાંથી અડધા ઓછી ઊર્જાવાળા તો કેટલાક ધવુ ઊર્જાવાળા હોય છે જેમ જેમ અણુ

૬.૧૧ વિદ્યુતીય ગુણધર્મો

- પદાર્થ માટે વિદ્યુતની વાહકતા એ મહત્વનો ગુણધર્મ છે. ઘન પદાર્થો માટી સંખ્યામાં વાહકતા બતાવે છે તે 10^7 થી નીચી 10^{-20} sm^{-1} તેથી spanning 27 orders નું મેગ્નીટયુડ થાય છે વીજળી ઉત્પની કરવાની ક્ષમતા પટ આધારીત છે.ઘન ત્રણ વર્ગમાં વગીકૃત કરી શકાય છે વાહક, અવાહક અને અર્ધવાહક,

૬.૧૧.૧ વાહક અવાહક અને અર્ધવાહક

વાહક :-

- વાહક ઘન પદાર્થ એવા હોય છે જેમની વાહકતા 10^4 થી 10^7 S m^{-1} હોય છે વાહક વિદ્યુતનો પ્રવાહ ઈલેકટ્રોનો ની ગતી ને કારણે થાય ો અને આને ઈલેકટ્રોનિકના વાહક કહે છે

દા.ત બધી ધાતુઓ એ વિધુત વાહક ધાતુઓ છે. કક્ષકોની સંખ્યા વધીતી જાય છે તેમ તેમ ઊર્જાનો વચ્ચેનો અંતર ધટે છે ધાતુના એક ટુકડામાં ધાતુના પરમાણુની સંખ્યા વધારે હોય છે તથા તેમની સંયોજીત કક્ષકોની સંખ્યા પણ વધારે હોય છે. આ પરિણામ વધારે સંખ્યામાં અણુ કક્ષક બનાવવામાં એકબીજાના નજીક આવે છે તે એક સતત બેન્ડ બનાવે છે આ બેન્ડ કે જેમાં વેલેન્સ ઈલેકટ્રોન ઉપિસ્થત હોય છે આ ઈલેકટ્રોનો એ ન્યુકિલ અસની સાથે બંધ થાય યોગ્ય ઉષ્મા ઉર્જા અણુકક્ષકોથી બનેલો બેન્ડ એ વાહક બેન્ડ તરીકે ઓળખાય છે જયારે ઈલેકટ્રોન સંયોજી બેન્ડ ઉતેજીત થઈને વાહક બેન્ડમાં પહોચે છે ત્યારે તે ન્યુકિલયસની સાથે સાથે ઓછી ટકતા થી બંધ થાય છે એનો વિદ્યુતીય ક્ષેત્ર લગાવાથી તે વિધુતના વાહક બને છે જેની વાહકના એ વાત પર નિર્ભર છે કે કેવી રીતે સંયોજી ઈલેકટ્રોન એ વાહકતા બેન્ડમાં પહોંચે છે

(i) વાહક એવા પદાર્થો છે કે જેમના વાહક બેન્ડ ઈલેકટ્રોનથી આંશિક ભરેલા હોય છે તથા સંયોજકતા બેન્ડ તથા વાહક બેન્ડ તો પરસ્પર અસ્તવ્યસ્ત હોય છે અથવા તો તેમની વચ્ચેની ઊર્જાનું

અંતર અગણ્ય હોય છે આ બંને ક્ષેત્રમાં વહન થઈ શકે છે તથા વાહક જેમ વર્તે છે

(ii) *અવાહકમાં સંયોજી બેન્ડ અને વાહક બેન્ડ ના વચ્ચે ઉર્જાનો અંતરાલ બહુ વધારે હોય છે આના કારણથી સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન વાહક બેન્ડમાં જઈ શકતા નથી*

(iii) *અવાહકમાં સંયોજી બેન્ડ તથા વાહકના વચ્ચે ઉર્જાનો અંતરાલ બહુ ઓછો હોય છે વિદ્યુતક્ષેત્ર*
આપવાથી અમુક ઈલેક્ટ્રોન એ વાહક બેન્ડમાં જાય છે અને નિમ્ન વાહકતા ઉત્પન્ન કરે છે (આવે છે) તાપમાન વધારેથી વધારે ઈલેક્ટ્રોનાથી વાહકતા વધે છે સિલિકોન અને જેમ નિયમ આ પ્રકારના વ્યવહાર દર્શાવે છે અને તે નિમ્ન અર્ધવાહક કહેવાય છે

6.11.3 Doping of Semiconductors

સિલિકોન અને જર્મનિયમની વાહકતા એટલી ઓછી હોય છે કે તેને પ્રયોગમાં આવતી નથી અર્ધવાહકમાં અશુધ્ધિ મેળવાવની પ્રકિયા એ ડોથિંગ કહેવાય છે અર્ધવાહ વધી જાય છે.

(a) Doping with electron–rich impurities

કહે છે વિદ્યુતક્ષેત્ર લગાવવાથી આ hole *માં એક ઈલેક્ટ્રોન આવી જાય છે તથા તથા તેની ખાલી જગ્યા થઈ છે આવી રીતે વિરૂ વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં અર્થાત ઘન ધ્રુવથી ત્રણ ધ્રુવ તરફ ગતી કરવા માંડે છે તથા ધ્રુવની જેમ વ્યવાહર કરે છે આ પ્રકારના અર્ધવહારને* **p**-type *અર્ધવાહક કહેવામાં આવે છે ઈલેક્ટ્રોન તથા છિરૂની ગતીને કારણે ડાં અર્ધવાહકની વાહકતા વધે ડાં અર્ધવાહકતામાં ઉપરૂપ પરમાણુ મેળવવામાં આવતા વાહક અર્ધવાહક બનાવવું પડે છે ક*

- **Applications of *n*-type and *p*-type semiconductors**

વિશેષ ગુણમર્ધ ના કારણે ***n*-type** *અને* **p-type** *અર્ધવાહક બહત ઉપયોગ ધરાવે છે*

(i) *Diodes:*

ડાયોડ એ ***n*-ટાઈપ** *અને* **p-** *ટાઈટ અર્ધવાહકનું સંયુગ્મન છે ડાયોડનો ઉપયોગ રેકટીહાયરમા* AC *સિગ્નલ તથા* DC *સિગ્નલમાં રૂપાંતર કરવા માટે ઉપયોગ લેવામાં આવે છે*

સિલિકોન તથા જર્મનિયમ બંનેના ઈલેટ્રોન વિન્યાસ 14 *હોય છે. અથવા તો તે ચાર સંયોજી ઈલેક્ટ્રોન અને જર્મનિયમ પરમાણુ પોતાના પડોશના પરમાણુઓ સાથે ચાર સહસંયોજક બંધ બનાવે છે જ્યારે ઈલેક્ટ્રોનિક વિન્યાસ* 15 *વાળા કોઈ તત્વ દા.ત* as(p) *મેળવવામાં આવે છે ત્યારે તેમની પાસે સિલિકોન થી એક સંયોજી ઈલેક્ટ્રોન વધારે હોય છે આ પાંચ સંયોજકતાવાળા પરમાણુ જર્મનિયમના ચાર પરમાણુઓ સાથે સહસંયોજક બંધ બનાવે છે તથા આનો પાંચમો ઈલેક્ટ્રોન બે બંધ બનાવી શકતો નથી આ ઈલેક્ટ્રોન વિદ્યુતક્ષેત્રની ઉપિસ્થિતિ ત્રણથી ઘન ધ્રુવ તરફ ગતી કરવા લાગે છે અને સિલિકોનની વાહકતા ત્રણ અવશેષી વાહક ઈલેક્ટ્રોનના કારણે હોય છે આથી આને* ***n*-type** *અર્ધવાહક કહેવામાં આવે છે.*

(b) Doping with electron-deficit impurities.

-જ્યારે ડાં (or Ge)*માં ઈલેક્ટ્રોનિક વિન્યાસ* 13*વાળા પદાર્થો જેવા* B or Al *મેળવવામાં આવે*

છે (જેમાં(Si/Ge)થી એક વેલેન્સ ઈલેક્ટ્રોન ઓછો હોય) તો આ પદાર્થો Ge ની ૩ પરમાણુઓના ઈલેક્ટ્રોનની સાથે સહસંયોજક બંધ બનાવી લે છે તથા જર્મન નિયમ પરમાણુનો એક ઈલેક્ટ્રોન બંધ બનાવી શકતો નથી અને ઉપરૂપ પરમાણુની એક જગ્યા ખાલી થઈ જાય છે જેને હોલ (છેદ) chole

(ii) ટ્રાન્ઝીસ્ટર :-

- ટ્રાન્ઝીસ્ટર એ અર્ધવાહકના ત્રણ પડ મળીને બને છે n-p-n ટ્રાન્ઝીસ્ટરમાં બે n ટાઈપના પડની વચ્ચે એક p- પડોની વચ્ચે એક n ટાઈપ પડ આવેલુ હોય છે બંને ટ્રાન્ઝીસ્ટરનો ઉપયોગ એમ્પ્લિફાયરમાં, ડિટેકેટરમાં કરવામાં આવે છે

(iii) સોલાર સેલ :

- સૌર સેલ ફોટો ડાયોડ છે જે એક વિશેષ પ્રકારના ગુણ ધરાવે છે ફોટો સોલમાં સૂર્યનો પ્રકાશ પડે છે ત્યારે ઈલેક્ટ્રોન ઉત્સર્જીત થાય છે તેનો ઉપયોગ સૌર ઉર્જાને વિદ્યુત ઉર્જામાં રુપાતર કરવા માટે કરવામાં આવે છે.

6.12 ચુંબકીય ગુણ

બધા પદાર્થો ચુંબકીય ક્ષેત્રના લીધે પ્રભાવિત થતા હોય છે કોઈ પણ પદાર્થના ચુંબકીય ગુણ એ તે પદાર્થોમાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોન કારણે હોય છે એક પરમાણુ પ્રત્યે કઈલેક્ટ્રોન એક નાના ચુંબકાના જેમ વર્તે છે ઈલેક્ટ્રોન ત્રણ વીજભારીત હોય છે જયારે એક ઈલેક્ટ્રોનએક કક્ષાની ચારે બાજુ ફરે છે અને પોતાની કક્ષ પર પણ પરિભ્રમણ કરે છે બે પ્રકારના ચુબકીય આવરણ ઉત્પન્ન થાય છે

(૧) ઈલેક્ટ્રોનનું ન્યુક્લિપસની ચારે બાજુ ફરવાના કારણે કક્ષિય ચુંબકીય આવરણ

(૨) ઈલેક્ટ્રોનનું પોતાની અક્ષ પર ફરવાના કારણે ચુબકીય આવરણ

કોઈ પણ પદાર્થમાં ચુબંકીય ગુણ એ તેમાં રહેલા નાના ચુંબકોની સ્થિતિ પર નિર્ધારીત આધારિત હોય છે

- આ ચુંબકીય ગુણોને કારણે પદાર્થોને તેના પાંચ વર્ગોમાં વિભાજીત કરવામાં આવે છે

(૧) પરામેગ્નેટીક (અનુચુંબકીય પદાર્થ)

(૨) diamagnetic, (પ્રતિચુંબકીય પદાર્થ)

(૩) ફેરોમેગ્નેટીક (લોહ ચુંબકીય પદાર્થ)

(૪) એન્ટીફેરોમેગ્નેટીક (વિરોધી લોહ ચુંબકીય પદાર્થ)

(૫) ફેરીમેગ્નેટીક

૬.૧૨.૧ (૧) પેરામેગ્નેટીક પદાર્થ (અનુચુંબકીય પદાર્થ)

જયારે અનુચંબકીય પદાર્થને બહારના ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખવામાં આવે છે ત્યારે તે ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં થોડા આકર્ષિત થાય છે.

દા.ત O_2, Cu^{2+}, Fe^{3+} Cr^{3t} *અનુચુંબકીયનો ગુણ એ પદાર્થમાં અયુગ્મિત ઈલેકટ્રોનોની સંખ્યા ના લીધે ઉપસ્થિત હોય છે*

૬.૧૨.૨ (૨) પ્રતિ ચુંબકીય પદાર્થ

જયારે પ્રતિ ચુંબકીય પદાર્થોને બાહય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખવામાં આવે છે ત્યારુ તે ચુંબકીય ક્ષેત્રની વિરૂધ્ધ દિશામાં જાય છે (અકર્ષાય છે)

દા.ત H_2O, NaCl and C_6H_6

પ્રતિચુંબકીય નો ગુણ પદાર્થલમાં યુગ્મિત ઈલેકટ્રોન ની સંખ્યાના કારણે ઉત્પન્ન થાય છે

૬.૧૨.૩ લોહચુંબકીય પદાર્થો :-

જયારે લોહચુંબકીય પદાર્થોને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખવામાં આવે છે તે ત્યારે તે ચુંબકીય દિશામાં તીવતાથી આકર્ષાય છે

દા.ત Fe, Ni, Co, Gd, MnAs, $CrBr_3$ and CrO_2

- આ પદાર્થો સ્થાપીરૂપી થી ચુંબકીય હોય અનુચુંબકીય પદાર્થોમાં પરમાણુઓની અંદર અમુક એવી જટીલ તથા અનોખ્ય પ્રકિયાઓ થાય છે કે જેના કારણે પદાર્થ અસંખ્યા તથા અતિસૂક્ષ્મ પ્રભાવી ક્ષેત્ર બની જાય છે જેને ડોમેઈન કહે છે પ્રત્યેક ડોમેઈનમાં પરમાણુ ની સંખ્યા 10^{17} *થી* 10^{21} *હોય છે*

લોહચુંબકીય પદાર્થોની અપેતા ઓછી તીવ્રતાથી આકર્ષિત થાય છે આના ડોમેઈન સમાંતર તથા અસમાંતર દિશામાં અસમાન હોય છે એ એક નિશ્વ્રત તાપમાન પર ગરમ કરવાથી પર અનુચુંબકીય બની જાય છે.

પ્રત્યેક ડોમેઈન એક નાના ચુંબકીયની જેમ કાર્ય કરે છે સામાન્ય રીતે આ ડોમેઈન અનિયમિત કમમાં અસ્તવ્યસ્ત્ રહે છે અહી પદાર્થનો નેટ ચુંબકીય આવર્તન શન્ય હોય છે પરંતુ જયારે ચુબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં અસ્તવ્યસ્ત થઈ જાય છે

આતેનો ચુંબકીય ગુણ એક નિશ્વ્રત તાપમાન પર ગરમ કરવાથી ખોવાઈ જાય છે જેને કયુરી તાપ કહે છે અને અનુચુંબકીય બની જાય છે

૬.૧૨.૪ વિરોધી લોહચુંબકીય પદાર્થ

-કેટલાક પદાર્થ કે જેમાં ડોમેઈન લોહચુંબકીય પદાર્થો ની તરફ હોય છે પરંતુ તેમના ડોમેઈન વિપરીત દિશામાં અસ્તવ્યસ્ત રહે છે અને એક બીજાના ચુંબકીય ગુણધર્મ નાબૂદ કરે છે FeO, $MnCl_2$, MnO, Mn_2O_3 and MnO_2 એ એક નિશ્ચ્રત રીતે ગરમ કરવાથી અનુચુંબકીય બની જાય છે.

૬.૧૨.૫ ફેરમેગ્નેટીક પદાર્થો :-

-અમુક પદાર્થો જેમકે Fe_3O_4 (મેગ્નેટાઈટ)અને ફેરાઈટસ (MFe_2O_4) લોહચુંબકીય તથા વિરોધી લોહચુંબકીયના વચ્ચેનો વ્યવહાર પ્રદાર્શિત કરે છે. આ પદાર્થોની અપેતા ચુંબકીય પદાર્થોની અપેતા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં તીવ્રતાથી આકર્ષિત થાય છે. પરંતુ,

પાઠ સંબધિત પ્રશ્નો - 6.3.

a) સ્ફટિક જાળવી તમે શું સમજો છો ?

....

b) એકમ કોષ શું હોય છે ?

....

c) FCC એકમ કોષમાં કેટલા પરમાણું હોય છે.

....

તમે શું ભણ્યા

- ઘન અવસ્થામાં ઘટક કણ નિયમિત સંકુલિત અવસ્થામાં હોય છે. અને તેમની વચ્ચે ખાલી સ્થાન અવગણ્ય હોય છે. આ પ્રબળ આકર્ષણ બળો દ્વારા આબધ્ધ હોય છે. અને પોતાના નિયત સ્થાન પર દોલન કરે છે ઘન નિશ્ચિત આકારનાં દ્રઢ અને સંમિશ્રિત હોય છે.

- ઘનોને સ્ફટિકીય અને અસ્ફટીકમયમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. સ્ફટિકમય ઘનોમાં દીર્ઘ પરિસર વ્યવસ્થા હોય છે. જયારે અસ્ફિટીકમય ઘનોમાં લઘુ પરિસર વ્યવસ્થા હોય છે.

- સ્ફટીકીય ઘનોને ચાર ભિન્ન પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. આયનિક, આણ્વિક, સહસંયોજક અને ધાત્વિક. આ તેના ઘટક કણોની વચ્ચે આકર્ષણ બળની પ્રકૃતિના આધારે કરવામાં આવે છે.

- ગલનબિંદુ તે તાપમાન છે જેના પર ઘન, પ્રવાહી અવસ્થામાં બદલાય છે.

- ઘનોની સ્ફટિક સંરચના સમગોળાઓના સંકુચન દ્વારા સમજાવામાં આવી શકે છે.
- ત્રિ - પરિમાણ્વીયમાં સમગોળાઓના સંકુલનની બે રીત હોઈ શકે છે. ષટકોણીય સુસંકુલક (hcp) અને ઘનીય સુસંકુલન (ccp) દ્વિ - પરિમાણ્વીય તલોની ABAB પ્રકારની પુનરાવૃતિ ccp વ્યવસ્થા હોય છે.
- એકમ કોષને ત્રિ - પરિમાણ્વીયમાં વારંવાર રાખવાથી પૂરી સ્ફટિક જાળ બનાવી શકાય છે.
- બાહ્ રૂપરેખાનાં આધારે સ્ફટિકોને સાત વર્ગોમાં વહેંચવામાં આવ્યા છે. જેને સ્ફિટિક સમૂહ કહેવાય છે.
- ઘન સ્ફટિક સમૂહનાં એકમ કોષને ત્રણ જાળ પ્રકાર હોઈ શકે છે. સામાન્ય ઘન, કાર્ય કેન્દ્રિત ઘન અને ફલનક કેન્દ્રિત ઘન.
- ઘન એકમ કોષનાં ખૂણાંનાં પ્રત્યેક પરમાણું આઠ એકમ કોષોમાં ઉભયનિષ્ઠ હોય છે. જયારે કાય કેન્દ્રિત પરમાણુ તે જ એકમ કોષનો હોય છે. એટલે કે ઉભયનિષ્ઠ નથી હોતા.
- સામાન્ય ઘનીય bcc અને fcc એકમ કોષોનાં પ્રત્યેક એકમ કોષમાં પરમાણુઓની સંખ્યા ક્રમશ : 1,2 અને 4 હોય છે.
- આયનિક ઘનોની સંરચના, આયનોનાં અર્ધવ્યાસોનાં ગુણોત્તર (r+/r-) પર નિર્ભર કરે છે.
- સામાન્ય આયનિક ઘનોની સંરચનામાં એક આયન ccp જાળ બનાવે છે અને બીજો આયન શૂન્યોમાં સ્થિતથઈ જાય છે.
- વાસ્તવિક સ્ફટિકોની આંતરિક સંરચનામાં કેટલાક પ્રકારની અવ્યવસ્થાઓ હોય છે. જેને ક્ષતિ કહેવાય છે.
- ક્ષતિ બે પ્રકારની હોય છે. - સ્ટોઈક્રિયોમીટ્રિક અને નોન સ્ટોઈક્રિયોમિટ્રીક આ તેના પર નિર્ભર કરે છે. તે સ્ફટિક પદાર્થની સ્ટોઈક્રિયોમીટ્રિક ને ગરબડ કરે છે કે નહી.
- સ્ટોઈક્રિયોમિટ્રિક ક્ષતિ બે પ્રકારની હોય છે. તેમને શોટ કી અને ફેંકલ ક્ષતિ કહેવાય છે.
- વાસ્તવિક સ્ફટિકો એ તેમની આંતરીક રચના અપૂર્ણતાના અમુક પ્રકારના હોય છ. તે ખામી કહેવાય છે
- બે જાતની ખામી હોય છે જે **stoichiometric** અને બિન - **stoichiometric** ખામી તે વિક્ષેપ કે નહિ તેના પર આધાર રાખે છે.
- **stoichiometric** ખામી બે પ્રકારની હોય છે શોટકી ખામી અને ફેન્ડલ ખામી

- ઘન એ વાહક, અવાહક તથા અર્ધવાહકમાં તરીકે વર્ગીકરણ કરી છે તેમની વાહકતામીતી
- પરથી નક્કી થાય છે
- ઘન વિદ્યુત ગુણધર્મો બેન્ડ થીયરીની મદદ થી પણ સમજાવી શકાય છે.
- જ્યારે તે બાહય ચુંબકીય ક્ષેત્ર સાથે સંયોજાય છે ત્યારે ઘન પદાર્થ એ પરામેગ્નેટીક, ડાયામેગ્નેટીકમાં વર્ગીકૃત થાય છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્નો

1. સ્ફટિકીય અને અસ્ફટીકીય ઘનમાં અંતર બતાવો.
2. ઘટક કણો ની વચ્ચે આકર્ષણ બળની પ્રકૃતિનાં આધારે તમે ઘનોને કેવી રીતે વર્ગીકૃત કરો છો.
3. ઘનના ગલનબિંદુથી તમે શું સમજો છો ? આનાથી ઘટક કણોની વચ્ચે આકર્ષણ બળ વિશે શું ખબર પડે છે ?
4. સમન્વય સંખ્યાથી તમે શું સમજો છો ? અષ્ટફલકીય શૂન્યમાં સ્થિત એક આયનની સમન્વય
5. ઉદા. સ્ત્રોત નીચેનાની વ્યાખ્યા કરો.
6. ઘન particular બેન્ડ સિધ્ધાંતને આધારે વાહક, અવાહક કે અર્ધવાહક તરીકે વર્તે છે સમજાવે
7. પેરામેગ્નેટીક ડાયામેગ્નેટીક અને ફેરોમેગ્નેટીક પદાર્થો શું છે સમજાવો.

a) શોટકી ક્ષતિ

b) ફ્રેંકલ ક્ષતિ

પાઠગત પ્રશ્નોના જવાબ :

6.1

1. ઘનોનો નિશ્ચિત આકાર અને વેગ હોય છે.

પ્રવાહી ઓનો વેગ નિશ્ચિત હોય છે. પરંતુ આકાર અનિશ્ચિત વાયુઓના આકાર અને વેગ બંને અનિશ્ચિત હોય છે.

વાયુઓના આકાર અને વેગ બંને અનિશ્ચિત હોય છે.

2. કુલ્મબિક બળ, દ્વિ- ધ્રુવીય - દ્વિ- ધ્રુવીય આકર્ષણ, સહ - સંયોજક બંધ, ધાત્વિક બંધ.

3. પદાર્થના સ્ફટિકનો આકાર અને ત્રિજયા કંઈ પણ હોય પણ અંતર ફલકીય ખૂણો હંમેશા સમાન હોય છે.

6.2

1. ભાગ 8.4 જુઓ.
2. ષટકોણીય સુસંકુલન
3. ભાગ 8.4 જુઓ.

6.3

1. બિંદુઓની નિયમિત ત્રિપરિમાણવીય વ્યવસ્થા જે ઘટક કણોની સ્થિતિ બતાવે છે.
2. પસંદ કરેલા બિંદુઓનાં સમૂહ જેનાથી પૂરી જાળ બનાવવામાં આવે છે. એકમ કોષ જાળના ત્રણેય ખૂણાઓ અને તેમની વચ્ચેનાં ખૂણાઓ દ્વારા નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે.
3. ચાર.
3. ચાર.

7

દ્રાવણો

તમે જાણો છો કે જ્યારે ખાંડ અને મીઠાને પાણીમાં રાખવામાં આવે છે તો તે ઓળગી જાય છે. મિશ્રણને દ્રાવણ કહે છે. દ્રાવણોની આપણા જીવનમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા છે. ઉદ્યોગમાં વિભિન્ન પદાર્થોના દ્રાવણોનો ઉપયોગ અનેક રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને પૂરી કરવામાં થાય છે.

વિભિન્ન પદાર્થોના દ્રાવણોનો અભ્યાસ ખૂબ રોચક હોય છે. આ પાઠમાં આપણે દ્રાવણના વિભિન્ન ઘટકોનો વિશે ભણીશું અને એ પણ જાણીશું કે દ્રાવણોની સાંદ્રતાને વ્યક્ત કરવાની કઈ કઈ રીતો છે. આપણું દ્રાવણોના એવા ગુણધર્મોનો પણ અભ્યાસ કરીશું જે દ્રાવ્ય કણોની સંખ્યા પર નિર્ભર કરે છે.

હેતુ :-

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે-

- વિભિન્ન પ્રકારના દ્રાવણોનાં ઘટકોનું નિર્ધારણ કરી શકશો.
- ભિન્ન ભિન્ન રીતોથી દ્રાવણની સાંદ્રતા વ્યક્ત કરી શકશો.
- દ્રાવણોનાં ભિન્ન પ્રકારોને સૂચીબદ્ધ કરી શકશો.
- હેન્રીનો નિયમ બનાવી શકશો.
- બાષ્પ દબાણની વ્યાખ્યા આપી શકશો.
- દ્રાવણો માટે રાઉલ્ટ નિયમ બતાવી શક્શો અને તેની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- આદર્શ દ્રાવણોની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- દ્રાવણોનો આદર્શ વ્યવહારમાં કારણ બતાવી શક્શો.

- આદર્શ વ્યવહારથી ઘનાત્મક વિચલન અંગે ઋણાત્મક વિચલનના કારણ બતાવી શકશો.
- અણુ સંખ્ય ગુણધર્મોની સાર્થકતાની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- દ્રાવણોમાં ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયન અને ઠારબિંદુ અવયનયમાં કારણ બતાવી શકશો.
- અસામાન્ય અણુસંખ્ય ગુણધર્મોની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- સાંભસરણ અને અભિસરણ દબાણની વ્યાખ્યા આપી શકશો.
- વોન્ટ હોફ અવયવની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- દ્રાવ્યની નિયોજનની માત્રાનો સંબંધ સ્થાપિત કરી શકશો.
- સંખ્યાત્મક પ્રશ્નોનાં જવાબ મેળવી શકશો.

7.1 દ્રાવણનો ઘટક :-

જો પાણીમાં ખાંડ મિશ્ર કરવામાં આવે છે તો તે ઓગળી જાય છે. અને દ્રાવણ પ્રાપ્ત થાય છે. દ્રાવણમાં ખાંડ દેખાતી નથી ખાંડની જેમ અનેક પદાર્થ જેવા કે મીઠું, યૂરિયા, પોટેશિયમ ક્લોરાઈડ વગેરે પાણીમાં ઓગળીને દ્રાવણ બનાવે છે. આ બધા દ્રાવણોમાં પાણી દ્રાવક હોય છે અને ઓગળવા વાળાં દ્રાવ્ય હોય છે. આ રીતે દ્રાવ્ય અને દ્રાવક, દ્રાવણનાં ઘટક હોય છે જ્યારે કોઈ દ્રાવ્ય કોઈ દ્રાવકમાં સમાંગ રૂપથી મિશ્ર થાય છે તો દ્રાવણ પ્રાપ્ત થાય છે.

દ્રાવક+દ્રાવક= દ્રાવણ

દ્રાવણ બે અથવા વધારે પદાર્થોનું સમાંગ મિશ્રણ હોય છે.

- દ્રાવક દ્રાવણનો તે ઘટક છે જેની તે જ ભૌતિક અવસ્થા છે જે સ્વયં દ્રાવણની હોય છે. દ્રાવ્ય તે પદાર્થ છે જે દ્રાવકમાં ઓગળીને દ્રાવણ બનાવે છે.

7.1.1 દ્રાવણની સાંદ્રતા :-

દ્રાવણોનાં કેટલાક ગુણધર્મ જેમ કે પાણીનાં દ્રાવણની મિઠાસ અથવા રંગક દ્રાવણનો રંગ, દ્રાવણમાં હાજર દ્રાવ્યની માત્રા પર નિર્ભર કરે છે. અને દ્રાવણની સાંદ્રતા કહે છે. દ્રાવણોની સાંદ્રતા વ્યક્ત કરવાની અનેક વિધિઓ છે.

મોલારિટી :-

દ્રાવણનાં એક લિટરમાં દ્રાવ્ય મોલોની સંખ્યાને મોલારિટી કહે છે. આને દ્વારા દર્શાવાય

છે. અને નીચેનાં સમીકરણો દ્વારા વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

- જેમાં મોલોની સંખ્યા અને લિટરમાં દ્રાવણનું કદ છે. નાં મોલર દ્રાવણને લખવામાં આવે છે. આને તૈયાર કરવા માટે નો મોલોને પાણીમાં મિશ્ર કરીને એક લિટર દ્રાવણ બનાવવામાં આવે છે. દ્રાવણની મોલારિટીમાં તાપમાન સાથે પરિવર્તન થાય છે. કારણ કે તાપમાનની સાથે પ્રવાહીનો પ્રસાર અથવા સંકુચન થાય છે.

મોલારિટી :-

પ્રતિ કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં હાજર દ્રાવ્યના મોલોની સંખ્યાને મોલારિટી કહે છે. આને દ્વારા દર્શાવાય છે. નો ટર્મોલલ વાંચવામાં આવે છે. આને દ્રાવકમાં નાં મોલોને મિશ્ર કરીને તૈયાર કરવામાં આવે છે. મોલારિટીને આ રીતે વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

જેમા દ્રાવ્યના મોલોની સંખ્યા છે. અને દ્રાવકના ગ્રામોની સંખ્યા છે. તાપમાનની સાથે દ્રાવણની મોલારિટીમાં કોઈ પરિવર્તન થતું નથી.

ઉ. દા. 7.1 :-

જો દ્રાવણમાં થિઈલ આલ્કોહોલનાં હોય તો દ્રાવણની મોલારિટી શોધો.

જવાબ :-

નો અણુભાર

નાં મોલોની સંખ્યા

દ્રાવણનું કદ = લિટર

મોલારિટી = દ્રાવ્યનાં મોલની સંખ્યા / લિટરોમાં દ્રાવણનું કદ

ઉ. દા. 7.2 :-

કોઈ નાં દ્રાવણની ઘનતા છે. જેમાં ભાર દ્વારા છે. એસિડની મોલારિટી શોધો.

જવાબ :-

દ્રાવણનાં નો ભાર

દ્રાવણનાં લિટર નું દ્રવ્યમાન

દ્રાવણમાં તાપમાન

દ્રાવણમાં તાપમાન

દ્રાવણમાં પાણીનો ભાર

નો અણુભાર

નાં મોલોની સંખ્યા = ગ્રામોમાં ભાર/અણુભાર

મોલારિટી = નાં મોલોની સંખ્યા/ ગ્રામોમાં પાણીનો ભાર

નોર્માલિટી :-

સાંદ્રતાનો એક એકમ નોર્માલિટી પણ હોય છે. પ્રતિ લિટર દ્રાવણમાં ઓગળેલ દ્રાવ્યના ગ્રામ તુલ્ય ભારોની સંખ્યાને નોર્માલિટી કહે છે.

ભાર દ્વારા કોઈ પદાર્થ (તત્ત્વ અથવા સંયોજન) નાં ભાગોની તે સંખ્યા જે પ્રત્યક્ષ અથવા અપ્રત્યક્ષ રૂપથી ભાર દ્વારા હાઈડ્રોજનનાં ભાગ અથવા ઓક્સિજનનાં ભાગ અથવા ક્લોરિનનાં ભાગો ની સાથે સંયુક્ત થશે અથવા વિસ્થાપિત થશે, તુલ્યભાર કહેવાય છે. પરમાણુ ભાર અથવા અણુભારની જેમ તુલ્યભાર પણ એક સંખ્યા છે. આથી તેને વ્યક્ત કરવા માટે કોઈ પણ એકમનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો નથી. પરંતુ જ્યારે તુલ્યભાર ગ્રામોમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે તો તેને ગ્રામ તુલ્યભાર અથવા પદાર્થનો ગ્રામ તુલ્યાંક કહે છે.

તુલ્યભાર= પરમાણુ અથવા અણુભાર/ સંયોજકતા

કોઈ એસિડનો તુલ્યભાર = અણુભાર/બેઝિકતા

કોઈ બેઈઝનો તુલ્યભાર = અણુભાર/એસિડિકતા

કોઈ ક્ષારનો તુલ્યભાર = અણુભાર/ ધાતુ પરમાણુની કુલ સંયોજકતા

જો ઓક્સિડેશન કર્તા અને રિડક્શન કર્તા પ્રક્રિયા દ્વારા ભિન્ન પરિસ્થિતિ ઓમાં ભિન્ન નિપજ આપે છે. તો તેમનો તુલ્યભાર પણ ભિન્ન થશે. આથી આવા પદાર્થોનાં તુલ્યભાર આ પ્રક્રિયાના આધાર પર ગણવામાં આવશે જેમાં તે ભાગ લઈ રહ્યા છે.

નોર્માલિટીને પ્રતિક દ્વારા દર્શાવાય છે.

નોર્માલિટી = દ્રાવ્યના ગ્રામ તુલ્યભારોની સંખ્યા/લિટરમાં દ્રાવણનું કદ

ગ્રામોમાં દ્રાવ્યની માત્રા/દ્રાવ્યનો તુલ્યભાર

ગ્રામ લિટરમાં દ્રાવણની પ્રબળતા/દ્રાવ્યનો તુલ્યભાર

GMNW

- નોર્મલ વાંચવામાં આવે છે જે તે દ્રાવણને દર્શાવે છે. જેનાં પ્રતિ લિટરમાં નો ગ્રામ તુલ્યાંક હોય.

- **મોલ અંશ :-**

કોઈ દ્રાવણમાં એક ઘટકનાં મોલોની સંખ્યાનું દ્રાવણનાં કુલ મોલોની સંખ્યા સાથેનો અનુપાતને મોલ અંશ કહે છે. જો કોઈ દ્રાવણમાં આલ્કોહોલનાં મોલ અને પાણીનાં મોલ હોય તો આલ્કોહોલનો મોલ અંશ અને પાણીનો મોલ અંશ થશે. દ્રાવણનાં બધા ઘટકોનો મોલ અંશોનો સરવાળો એક થાય છે. કોઈ દ્રાવણમાં ઘટકનાં મોલ અંશ આ રીતે થશે -

જેમાં અને ક્રમશઃ અને નાં મોલોનો ભાર પ્રતિશત ગ્રામ દ્રાવણમાં હાજર દ્રાવ્યની માત્રાને ભાર પ્રતિશત કહે છે આ રીતે પાણીમાં દ્રાવણનો અર્થ થયો કે નાં દ્રાવણમાં નાં હાજર છે.

ઉ. દા. 7.3 :-

એક દ્રાવણમાં પાણી અને ઈથાઈલ આલ્કોહોલ છે. દ્રાવણમાં પ્રત્યેક ઘટકનો મોલ અંશ શોધો.

જવાબ :-

પાણીનો અણુભાર

નો અણુભાર

પાણીનાં મોલની સંખ્યા

નાં મોલોની સંખ્યા

દ્રાવણમાં કુલ મોલોની સંખ્યા

પાણીનો મોલ અંશ = પાણીનાં મોલની સંખ્યા/કુલ મોલોની સંખ્યા

નો મોલ અંશ = માં મોલોની સંખ્યા/દ્રાવણમાં મોલોની કુલ સંખ્યા

નો તુલ્યભાર = અણુભાર/એસિડિક્તા

નોર્માલિટી = લિટરમાં પ્રબળતા/તુલ્યભાર

આથી દ્રાવણની નોર્માલિટી અથવા થશે.

પાઠગત સંબંધિત પ્રશ્ન 9.1 :-

1. દ્રાવણની સાંદ્રતા વ્યક્ત કરવા માટે ભિન્ન વિધિઓ બનાવો.

જવાબ :-

2. નીચેના ને વ્યાખ્યાયિત કરો.

(i) મોલારિટી (ii) મોલાલિટી (iii) નોર્માલિટી

જવાબ :-

7.2 દ્રાવણોનાં પ્રકાર :-

દ્રાવણ ઘન, પ્રવાહી અથવા વાયુ હોઈ શકે છે. દ્રાવ્ય અને દ્રાવકની ભૌતિક અવસ્થાનો આધાર બે ઘટકો વાળા દ્રાવણ નવ પ્રકારના હોઈ શકે છે. દ્રાવણોનાં ભિન્ન પ્રકાર કોષ્ટક માં આપેલ છે.

કોષ્ટક : દ્રાવણોનાં ભિન્ન પ્રકાર

દ્રાવ્ય	દ્રાવક	દ્રાવણ
વાયુ	વાયુ	વાયુ
વાયુ	પ્રવાહી	સોડાવૉટર
વાયુ	ઘન	પેલેડિયમ માં હાઈડ્રોજન
પ્રવાહી	વાયુ	હવામાં આર્દ્રતા
પ્રવાહી	પ્રવાહી	પાણીમાં આલ્કોહોલ
પ્રવાહી	ઘન	સોનામાં મરક્યુરી
ઘન	વાયુ	વાયુમાં કેમ્ફર
ઘન	પ્રવાહી	પાણીમાં ખાંડ
ઘન	ઘન	મિશ્રધાતુ જેમ કે પિત્તળ (કોપરમાં ઝિંક) અને કાંસુ (કોપરમાં ટિન)

સાધારણ રીતે આપણો સંબંધ નીચેના ત્રણ પ્રકારના દ્રાવણોથી હોય છે :

(i) પ્રવાહીઓમાં પ્રવાહી :-

પ્રવાહીઓમાં પ્રવાહી પ્રકારના દ્રાવણમાં જેમ પાણી માં આલ્કોહોલમાં ઓછી માત્રામાં હાજર ઘટકને દ્રાવ્ય કહે છે અને વધારે માત્રામાં હાજર ઘટકને દ્રાવક કહે છે. બે પ્રવાહીઓને મિશ્ર કરવાથી ત્રણ ભિન્ન પરિસ્થિતિઓ થઈ શકે છે.

(ખ) બંન્ને પ્રવાહી અંશતઃ-

મિશ્ર હોય એટલે કે એકબીજાના નિશ્ચિત માત્રામાં દ્રાવ્ય થાય છે. ઉ. દા. તરીકે પાણીને ઈથર, પાણી અને ફિનોલ

(ગ) તે અમિશ્રિત હોય એટલે કે એકબીજામાં બિલકુલ મિશ્ર ન થાય. ઉ.દા. તરીકે પાણી અને બેન્ઝિન, પાણી અને ટોલ્વીન, પાણી અને કેરોસિન, તાપમાન વધારાની સાથે પ્રવાહીઓમાં પ્રવાહીની દ્રાવ્યતામાં પણ વધારો થાય છે.

(ii) પ્રવાહીઓમાં વાયુ :-

સાધારણ રીતે વાયુ પ્રવાહીઓમાં દ્રાવ્ય હોય છે ઓક્સિજન પાણીમાં પર્યાપ્ત દ્રાવ્ય હોય છે. જેનાથી તળાવો, નદીઓ અને સમુદ્રીમાં જલ જીવોજીવિત રહે છે. અને જેવાં વાયુઓ પાણી માં અત્યંત દ્રાવ્ય હોય છે. પ્રવાહીમાં વાયુની દ્રાવ્યતા દબાણ, તપમાન, વાયુ અને દ્રાવકનો અભાવ પર નિર્ભર કરે છે. આ કારકોની વિસ્તૃત ચર્ચા નીચે કરવામાં આવી છે.

(ક) દબાણનો પ્રભાવ :-

કોઈ પ્રવાહીમાં વાયુની દ્રાવ્યતામાં પરિવર્તન હેન્રી નિયમનો અનુસાર થાય છે. હેન્રિ નિયમનાં અનુસાર, કોઈ દ્રાવકમાં મિશ્ર વાયુ નો ભાર અથવા મોલ અંશ વાયુનાં આંશિક દબાણને અનુકનાનુપાતી હોય છે.

હેન્રિ નિમયને આ રીતે દર્શાવાય છે,

જેમાં અચળાંક છે, વાયુનું આંશિક દબાણ છે અને દ્રાવણ માં વાયુનો મોલ અંશ છે. આવો હેન્રિ નિયમની માન્યતાની શરતો નો અભ્યાસ કરીએ,

(i) હેન્રિ નિયમની માન્યતા માટે જરૂરી શરતો :-

આ જોવામાં આવ્યું છે કે વાયુઓ હેન્રી નિયમનું પાલન નીચેની શરતોનો અંતર્ગત કરે છે.

(ક) દબાણ ખૂબ વધારે ન હોય

(ખ) તાપમાન ખૂબ ઓછું ન હોય

(ગ) વાયુ દ્રાવકની સાથે વિયોજન, સંયોજન અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા ન કરે.

(ii) તાપમાનનો પ્રભાવ :-

સ્થિર દબાણ પર પ્રવાહીમાં વાયુની દ્રાવ્યતા, તાપમાન વૃદ્ધિની સાથે ઓછી થઈ જાય છે. ઉ. દા. માટે પાણીમાં ની દ્રાવ્યતા પાણીને પ્રતિ માટે છે. જ્યારે પર પાણીને પ્રતિ માટે છે આનુ કારણ એ છે કે ગરમ કરવાથી દ્રાવણમાંથી કેટલીક મિશ્રિત વાયુ નીકળી જાય છે.

(iii) વાયુ અને દ્રાવકનાં સ્વભાવ પર પ્રભાવ :-

અને વાયુ ઓ પાણીમાં અત્યંત દ્રાવ્ય હોય છે જ્યારે અને અલ્પ દ્રાવ્ય હોય છે.

(C) પ્રવાહીઓમાં ઘન :-

જ્યારે કોઈ ઘન પ્રવાહીમાં મિશ્ર થાય છે તો ઘનને દ્રાવ્ય અને પ્રવાહીને દ્રાવક કહે છે. ઉ. દા. માટે પાણીમાં સોડિયમ ક્લોરાઈડનાં દ્રાવણમાં સોડિયમ ક્લોરાઈડ દ્રાવ્ય છે અને પાણી દ્રાવક છે એક જ દ્રાવકમાં ભિન્ન પદાર્થ ભિન્ન માત્રામાં ઓગળે છે.

7.3 બાષ્પ દબાણ :-

જો કોઈ નાના બીકરમાં શુદ્ધ પ્રવાહી હોય છે અને તેને એક મોટા બીકર થી ઢાંકી દેવામાં આવે તો પ્રવાહીના અણુ, બાષ્પ રૂપમાં નીકળવા લાગે છે. અને પ્રવાહીવાળા બીકરની ઉપરનાં ખાલી સ્થાનને ભરી દે છે. એક સમય એવો હોય છે કે જ્યારે પ્રતિ એકમ સમયમાં ઉત્કલાષ્પિત થતાં અણુઓની સંખ્યા, સંઘનિત થતાં અણુઓની સંખ્યાના બરાબર હોય છે. (ચિત્ર) આ રીતે બાષ્પ અવસ્થા અને પ્રવાહી અવસ્થાની વચ્ચે સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છે આવી સ્થિતિમાં પ્રવાહી બાષ્પો દ્વારા પડતાં દબાણ પર તે પ્રવાહીનું બાષ્પ દબાણ કહેવાય છે.

7.4 દ્રાવણોનો રાઉલ્ટ નિયમ :-

શું તમે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે જો બે મિશ્રણિય બાષ્પશીલ પ્રવાહીઓ અને ને મિશ્રિત કરવામાં આવે તો પ્રાપ્ત દ્રાવણનું બાષ્પ દ્રાવણ કેટલું થશે ? કોઈ પ્રવાહીનું બાષ્પ દબાણ અને તેના મોલ અંશના વચ્ચે સંબંધ રાઉલ્ટ નિયમ દ્વારા આપવામાં આવ્યો છે.

- રાઉલ્ટ નિયમ અનુસાર બાષ્પશીલ પ્રવાહીઓના દ્રાવણમાં પ્રત્યેક પ્રવાહીનું બાષ્પદબાણ તેના મોલ અંશને અનુક્માનુપાતી હોય છે.

- રાઉલ્ટ નિયમ માત્ર મિશ્રીત પ્રવાહીઓ માટે અનુપ્રયુક્ત હોય છે. આ બાષ્પ અવસ્થામાં અને બંન્ને પ્રવાહીઓનાં બાષ્પ હશે, પ્રત્યેક પ્રવાહીનું આંશિક બાષ્પ દબાણ, દ્રાવણમાં તેનાં મોલ અંશ પર નિર્ભર કરશે. માન્યું કે નાં મોલ અંશ ક્મઃ અને છે. જો અને નાં આંશિક બાષ્પ દબાણ

ક્રમશઃઅને હોય તો

અથવા

તેજ રીતે,

GMW

- જેમાં અને ક્રમશઃ અને શુદ્ધ પ્રવાહીઓનું બાષ્પ દબાણ છે.

- જો કોઈ દ્રાવણ માટે અને નાં માનો ને અને નાં માનો ની સામે આલેખિત કરવામાં આવે તો બે ઋજુ રેખાઓ પ્રાપ્ત થાય છે જેવું કે ચિત્ર માં દર્શાવ્યું છે. દ્રાવણનું કુલ દબાણ, આંશિક બાષ્પ દબાણો અને નાં સરવાળા બરાબર થાય છે.

- દ્રાવણનું કુલ બાષ્પ દબાણ અને ને જોડતી રેખા દ્વારા નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે. રાઉલ્ટ નિયમનું પાલન કરતાં દ્રાવણોને આદર્શ દ્રાવણ કહે છે.

- જો દ્રાવણ બધા તાપમાનો પર અને સંપૂર્ણ સાંદ્રતા અભિસરણ માં રાઉલ્ટ નિયમ નું પાલન કરે છે તે આદર્શ દ્રાવણ કહેવાય છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન :-

(1) રાઉલ્ટ નિયમ બતાવો.

જવાબ :-

(2) હેન્રી નિયમ લખો તથા તેની માન્યતા માટે આવશ્યક પરિસ્થિતિઓ નો ઉલ્લેખ કરો.

જવાબ :-

7.5 અબાષ્પશીલ દ્રાવ્યવાળાં દ્રાવણો માટે રાઉલ્ટ નિયમ :-

જો કોઈ જલીય દ્રાવણમાં અબાષ્પશીલ દ્રાવ્ય જેવાં કે ખાંડ અથવા મીઠું, હાજર હોય તો તેવાં દ્રાવણનું બાષ્પ દબાણ કેટલું થશે ? આવા દ્રાવણની બાષ્પ અવસ્થામાં માત્ર દ્રાવક નાં બાષ્પ હોય છે. કારણ કે તેમાં દ્રાવ્ય બાષ્પશીલ છે. કારણ કે દ્રાવણમાં દ્રાવકનો મોલ અંશ અંકથી ઓછો હોય છે. આથી રાઉલ્ટ નિયમ અનુસાર દ્રાવણનું બાષ્પ દબાણ, શુદ્ધ દ્રાવકનો બાષ્પ દબાણથી ઓછું થશે. આથી જો દ્રાવણનું કુલ બાષ્પ દબાણ હોય તો,

કોઈ દ્વિઅંગી મિશ્રણ માટે,

કરવાથી,

(સમી. માં નું માન પ્રતિ સ્થાપિત)

કરવાથી,

અથવા

આથી,

ઉપરનાં સમીકરણમાં બાષ્પ દબાણ અવનયન છે જ્યારે દ્રાવણનાં બાષ્પ દબાણનાં સાપેક્ષિક અવનયન કહેવાય છે.

- અબાષ્પશીલ દ્રાવ્યવાળા દ્રાવણો માટે રાઉલ્ટ નિયમને વૈકલ્પિક રૂપથી આ પ્રકારે કહી શકીએ છીએ :-

- કોઈ દ્રાવણનાં બાષ્પ દબાણનું સાપેક્ષિત અવનયન દ્રાવ્યનાં મોલ અંશોને બરાબર હોય છે જ્યારે માત્ર કોઈ દ્રાવક બાષ્પશીલ હોય.

7.6 આદર્શ અને અનાદર્શ દ્રાવણ :-

- આદર્શ દ્રાવણ રાઉલ્ટ નિયમનું પાલન કરે છે અને તેમને બનાવવા પર ઉષ્મા અને કદમાં પરિવર્તન નથી થતું.

- અનાદર્શ દ્રાવણ તે દ્રાવણ છે જે રાઉલ્ટ નિયમનું પાલન નથી કરતાં, અને તેમનાં બનાવવાથી ઉષ્મા અને કદમાં પરિવર્તન થાય છે.

- અધિક રીતે વાસ્તવિક દ્રાવણ, અનાદર્શક દ્રાવણ હોય છે તે આદર્શ વ્યવહારથી પર્યાપ્ત વિચલન પ્રદર્શિત કરે છે. આથી વિચલન બે પ્રકારનાં હોય છે.

(i) ઘનાત્મક વિચલન :-

ઘનાત્મક વિચલન તે પ્રવાહી યુગ્મો દ્વારા પ્રદર્શિત કરવામાં આવે છે. જેના માટે આણ્વિક અન્યોન્ય ક્રિયાઓ અને આણ્વિક અન્યોન્ય ક્રિયાઓથી ઓછી હોય છે. આવા દ્રાવણોનું કુલ બાષ્પ દબાણ, રાઉલ્ટ નિયમ દ્વારા પ્રાયુક્ત બાષ્પ દબાણથી વધારે હોય છે. આળા દ્રાવણનું કુલ બાષ્પ દબાણ કોઈ વિશિષ્ટ મધ્યવર્તી સંઘટન માટે વધારે હશે (ચિત્ર) પાણી પ્રોપેનોલ, ઈથેનોલ -ક્લોરોફોર્મ, એસીટોન, કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ, ઈથેનોલ-સાયક્લોહક્ઝેન, વગેરે પ્રવાહી મિશ્રણ તે અનાદર્શ દ્રાવણોનાં ઉ.દા. છે જે આદર્શ વ્યવહારથી ઘનાત્મક વિચલન પ્રદર્શિત કરે છે.

(ii) ઋણાત્મક વિચલન :-

ઋણાત્મક વિચલન તે પ્રવાહી યુગ્મો દ્વારા પ્રદર્શિત કરવામાં આવે છે. જેનાં માટે આણ્વિક અન્યોન્ય ક્રિયાઓ, અથવા આણ્વિક અન્યોન્ય ક્રિયાઓથી વધારે હોય છે. આવા દ્રાવણોનું કુલ

બાષ્પ દબાણ, રાઉલ્ટ નિયમ દ્વારા પ્રાયુક્ત બાષ્પ દબાણ થી ઓછું હોય છે. કોઈ વિશિષ્ટ મધ્યવર્તી સંઘટન માટે એવા દ્રાવણનું કુલ બાષ્પ દબાણ ન્યૂનત્તમ થશે.

- ક્લોરોફોર્મ, એસિટોન, પાણી સલ્ફ્યુરિક એસિડ, ક્લોરોફોર્મ-બેન્ઝીન, પાણી-વગેરે આવા પ્રવાહી યુગ્મોમાં ઉદા છે.

7.7 સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ :-

શું તમે જાણો છે કે મંદ દ્રાવણો માટે કેટલાક ગુણધર્મ એવો છે જે માત્ર દ્રાવ્યના અણુઓની સંખ્યા પર નિર્ભર કરે છે તથા દ્રાવક અને દ્રાવ્યનાં સ્વભાવ પર નિર્ભર નથી કરતાં ? આવા ગુણધર્મોને સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ કહે છે. ચાર સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ આ રીતે છે. બાષ્પ દબાણનું સાપેક્ષિક અવનયન, ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયન, ઠારબિંદુ અવનન, અભિસરણ દબાણ.

- હવે આપણે આ સંખ્યાત્મક ગુણધર્મોની વિસ્તારથી ચર્ચા કરીશું.

7.7.1 બાષ્પ દબાણનું સાપેક્ષિક અવનયન :-

રાઉલ્ટ નિયમ અનુસાર અબાષ્પશીલ દ્રાવ્યયુક્ત દ્રાવણો માટે,

(જુઓ ભાગ)

સાથે જ

મંદ દ્રાવણો માટે આથી બધી બાજુથી પદને દૂર કરી શકીએ છીએ.

આથી,

હવે આપણે સમી ને લખી શકીએ છીએ,

જો જ્ઞાત સાંદ્રતા વાળાં કોઈ દ્રાવણનું બાષ્પ દબાણનું સાપેક્ષિક અવનયન અને દ્રાવકનાં અણુભાર જાણતાં હોઈએ તો ઉપર્યુક્ત સમીકરણ દ્વારા દ્રાવ્ય નાં અણુભાર જાણી શકીએ છીએ. પરંતુ બાષ્પ દબાણ અવનયન ને ઠીક ઠીક નિર્ધારિત કરવાનું હોય છે. આથી આ વિધિ દ્વારા અણુભાર જાણવી પણ કઠિન હોય છે.

ઉ. દા. 7.5 :-

કોઈ પદાર્થનાં ને પાણીમાં ઓગાળવાથી બાષ્પ દબાણનું સાપેક્ષિક અવનયન થાય છે. પદાર્થનો અણુભાર શોધો.

જવાબ :-

આપણે જાણીએ છીએ કે,

ઉપરની કિંમતો મૂક્તાં,

પદાર્થનો અણુભાર =

7.7.2 ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયન :-

કોઈ પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ તે તાપમાન છે જેના પર તે પ્રવાહીનં બાષ્પ દબાણ, વાતાવરણ દબાણના બરાબર થાય છે.

જેવું કે તમે જાણો છો કે શુદ્ધ દ્રાવકનું બાષ્પ દબાણ, દ્રાવણનાં બાષ્પ દબાણથી વધારે હોય છે. જો તમે ચિત્ર માં દ્રાવક અને દ્રાવણનાં બાષ્પ દબાણ વક્ર જોઈએ તો જોશો કે દ્રાવણનાં ઉત્કલનબિંદુમાં ઉન્નયન થાય છે.

- માનો કે ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયન અને બાષ્પ દબાણ અવનયન છે. ત્યારે અથવા

(આનુપાનિકતા અચળાંક છે.)

તમે જાણો છો કે,

મંદ દ્રાવણો માટે આથી પદ દૂર કરવાથી,

નું માન સમી માં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી,

જો દ્રાવકનો ભાર કિલોગ્રામ માં લેવામાં આવે તો પદ મોલારિટી છે. આ રીતે,

- અચળાંકને દ્રાવકનો મોલલ ઉન્નયન અચળાંક કહે છે. એક મોલ દ્રાવ્યને એક કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં ઓગાળવાથી પ્રાપ્ત ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયનને મોલલ ઉન્નયન અચળાંક કહે છે. ને ડિગ્રી પ્રતિ મોલાલિટીમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

7.7.3 ઠારબિંદુ અવનયન :-

- ઠારબિંદુ તે તાપમાન છે જેના પર ઘન અને પ્રવાહી રૂપોનું બાષ્પ દબાણ એકસમાન હોય છે.

- દ્રાવણનું ઠાર બિંદુ, શુદ્ધ દ્રાવકનાં ઠારબિંદુથી હંમેશા ઓછું હોય છે. એ જ રીતે દ્રાવણનાં ઠારબિંદુમાં અવનયન થાય છે. કારણ કે દ્રાવણનું બાષ્પ દબાણ શુદ્ધ, દ્રાવકનાં બાષ્પ દબાણથી હંમેશા ઓછું હોય છે. આ ચિત્રમાં સ્પષ્ટ પ્રમાણિત હોય છે.

માનો કે ઠારબિંદુ અવનયન છે આથી,

અથવા

જેમાં આનુપાતિકતા અચળાંક છે,

તમે જાણો છો કે,

મંદ દ્રાવણમાં આથી દરેકમાંથી પદ દૂર કરવાથી,

સમીકરણમાં માન રાખવાથી

(જો કે)

જો દ્રાવકનો ભાર કિલોગ્રામ માં લેવામાં આવે, તો પદ મોલાલિટી બની જાય છે.

આથી

દ્રાવકને મોલલ અવનયન અચળાંક અથવા મોલલ ઠારબિંદુ મિત્તીય અચળાંક કહે છે. એક મોલ દ્રાવ્યને એક કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં ઓગાળવાથી પ્રાપત ઠારબિંદુ અવનયનને મોલલ ઠારબિંદુ મિત્તીત અચળાંક કહે છે.

ઉ. દા. 9.6 :-

જો ગ્લુકોઝ પાણીમાં ઓગળેલ હોય તો પ્રાપ્ત દ્રાવણનું ઉત્કલનબિંદુ અને ઠારબિંદુ શોધો.

જવાબ :-

ગ્લુકોઝની મોલાલિટી = ગ્લુકોઝનો ભાર / અણુભાર

ઉત્કલનબિંદુ =

ઠારબિંદુ =

7.7.4 અભિસરણ અને અભિસરણ દબાણ :-

તમે જોયું હશે કે પિસ્તાને પાણીમાં થોડી વાર સુધી ડુબાડીને રાખવાથી તે ફુલી જાય છે. આવું પિસ્તાના છીલકામાં પાણી અંદર જવાના કારણે થાય છે. પિસ્તાનું છિલકું એક અર્ધપારગમ્ય મળી (માત્ર દ્રાવક અણુઓ માટે પારગમ્ય) ની જેમ કાર્ય કરે છે. આ પ્રક્રિયા ત્યારે પણ થાય છે ત્યારે એક જ દ્રાવકમાં બનેલા વિભિન્ન સાંદ્રણોના બે દ્રાવણોને અર્ધ પારગમ્ય જાળી દ્વારા અલગ કરવામાં આવે છે. આવી સ્થિતિમાં દ્રાવક ઓછી સાંદ્રતા વાળા દ્રાવણથી વધારે સાંદ્રતા વાળા દ્રાવણમાં પ્રવેશ કરે છે. આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે. જ્યાં સુધી કે જાળીની બંન્ને બાજુ દ્રાવણોનું સાંદ્રણ સમાન

ન થઈ જાય.

- કોઈ દ્રાવણને દ્રાવક અથવા ઓછી સાંદ્રતા વાળા દ્રાવણથી અર્ધપારગમ્ય જાળી દ્વારા અલગ કરવાથી દ્રાવકનું દ્રાવણમાં પ્રવાહ અભિસરણ કહેવાય છે. જાળી દ્વારા અલગ કરવામાં આવેલ દ્રાવણ પર બહારનું દબાણ વધારીને રોકી શકાય છે. આ દબાણ દ્રાવણનું અભિસરણ દબાણ કહેવાય છે.

- આથી અભિસરણ દબાણ પર બહારનું વધારાનું દબાણ છે જેને દ્રાવણ પર લગાવવાથી પરાસરણની પ્રક્રિયા (એટલે કે દ્રાવક અણુઓનો અર્ધ પારગમ્ય પડદાથી દ્રાવણમાં પ્રવેશ) બંધ થઈ જાય છે. આને ચિત્ર બતાવવામાં આવ્યું છે.

- ચિત્ર માં દ્રાવણની બાજુ લગાવવામાં આવતું દબાણ, જેથી દ્રાવણ નળીમાં ઉપર ન ચઢી શકે, અભિસરણ દબાણ થશે. આ પ્રવાહીની ઊંચાઈ નાં કદનાં જલીય સ્થૈતિક દબાણનાં બરાબર થશે.

- આવા દ્રાવણ જેનું અભિસરણ દબાણ સમાન હોય સમઅભિસારી દ્રાવણ કહેવાય છે. અભિસરણ દબાણ સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ છે કારણ કે તેનું માન દ્રાવ્ય અણુઓની સંખ્યા પર નિર્ભર કરે છે તેમની પ્રકૃતિ પર નહીં પ્રયોગોથી સિદ્ધ થયું ચે કે મંદ દ્રાવણો માટે, કોઈ આપેલ તાપમાન પર અભિસરણ દબાણ નું માન, દ્રાવણની મોલ પ્રતિ લિટરમાં સાંદ્રણને સમાનુપાતી હોય છે આથી,

અહીંયા અભિસરણ દબાણ અને વાયુ અચળાંક છે.

અથવા

અહિંયા દ્રાવ્યનાં મોલ લિટર દ્રાવણમાં ઓગળેલ છે.

અથવા

- અહીંયા દ્રાવ્ય નો તે ભાર છે જે લિટર દ્રાવણમાં ઓગાળવામાં આવ્યો છે અને દ્રાવ્યનો મોલર ભાર છે.

- આ જ રીતે અને નું માન જાણતા હોઈએ તો દ્રાવ્યનો મોલર ભાર દ્રાવ્ય ની ગણનાં કરી શકાય છે.

- આથી અભિસરણ દબાણનું માપન દ્રાવ્યો માટે આણ્વિક ભાર શોધવાની એક રીત ચે. આ વિધિની પ્રોટીનો, પોલીમરો તથા અન્ય બૃહદ્ ગુણકોમાં અણુભાર શોધવામાં વ્યાપક રૂપથી ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કારણ કે આની સીમિત દ્રાવ્યતા અને બૃહ્દ અણુભાર હોય છે. આથી આના ખૂબ મંદ દ્રાવણ બને છે. અને આના અન્ય સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો નાં માન એટલા નાના હોય છે કે માપી

શકાતા નથી, પરંતુ અભિસરણ દબાણ નું માન માપવા લાયક હોય છે. અભિસરણ દબાણ વિધિની અન્ય વિધિઓની તુલનામાં આ લાભ છે કે દબાણનુ માપન લગભગ રૂપનાં તાપમાન પર કરવામાં આવે છે. અભિસરણ દબાણ માપન ની આ રીત વિશેષ રીતે જીવાણુઓ માટે ઉપયોગી છે. કારણ કે તે વધારે તાપમાન પર સ્થાયી નથી રહેતાં.

ઉ. દા. 7.7 :-

પ્રોટીનના એક જલીય દ્રાવણના માં પ્રોટીન દ્રાવ્ય છે. આ દ્રાવણનાં પર અભિસરણ દબાણ છે. પ્રોટીનનું આણ્વિક દ્રવ્યમાન (ભાર) શોધો.

જવાબ :-

અથવા

સમીકરણમાં કિંમતો મૂક્તાં,

આથી પ્રોટીનનું આણ્વિક દ્રવ્યમાન (ભાર) =

પ્રતિલોમ અભિસરણ અને જલ શુદ્ધિકરણ :-

- જો દ્રાવણ પર અભિસરણ દબાણ થી વધારે દબાણ લગાવવામાં આવે તો અભિસરણની દિશાને ઊંધઈ કરવામાં આવી શકે છે. પરિણામે શુદ્ધ દ્રાવક હવે અર્ધપારગમ્ય પડદાનાં માધ્યમથી દ્રાવણની પરાગમન કરે છે. આ પ્રક્રમ પ્રતિલોમ અભિસરણ કહેવાય છે. આનો ખૂબ મહત્ત્વપૂર્ણ ઉપયોગ છે. આનો ઉપયોગ સમુદ્રીજળનાં દ્રાવીકરણ દ્વારા શુદ્ધ જળ પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 7.3 :-

1. સંખ્યાત્મક ગુણધર્મની વ્યાખ્યા આપો. બે સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ જણાવો.

જવાબ :-

2. કયા પ્રકારના પ્રવાહી યુગ્મ ધનાત્મક વિચલન ઋણાત્મક વિચલન પ્રદર્શિત કરે છે ?

જવાબ :-

3. જીવાણુઓનું આણ્વિક દ્રવ્યમાન શોધવા માટે અન્ય સંખ્યાત્મક ગુણધર્મોની તુલનામાં અભિસરણ દબાણ વિધિ કેમ સારી છે ?

જવાબ :-

7.8 અસામાન્ય સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ :-

દ્રાવણનાં સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ માત્ર દ્રાવ્ય કણોની સંખ્યા પર નિર્ભર કરે છે. તેમની પ્રકૃતિ પર નહીં, પરંતુ ક્યારેક ક્યારેક આ ગુણધર્મ માપવાથી અસામાન્ય પરિણામ આપે છે આનું કારણ નીચે છે :

(i) જો દ્રાવણ ખૂબ સાંદ્રિત હોય છે, તો દ્રાવ્યનાં કણ અંતઃક્રિયા કરવા લાગે છે આથી દ્રાવણ સંદ્રિત ન હોવું જોઈએ.

(ii) સંગુણન થયા પર બે અથવા વધારે દ્રાવ્ય કણ સંગુણિત થઈને એક મોટો અણુ બનાવી લે છે. એવામાં દ્રાવણમાં અણુઓની સંખ્યા ઓછી થઈ જાય છે. પરિણામે સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ દ્રાવક નાં બાષ્પનું માન (દબાણનું સાપેક્ષિક અવનયન, ઉત્કલનબિંદુ નું ઉન્નયન, ઠારબિંદુનું અવનયન, અભિસરણ દબાણ) સંગુણિત અણુઓનાં આધારે કરવામાં આવેલ ગણતરીનાં માનીથી ઓછું હોય છે. કારણ કે સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો, આણ્વિક દ્રવ્યમાનનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. આથી અહીંયા પ્રાપ્ત દ્રાવ્યનું પ્રાયોગિક દ્રવ્યમાન તેનાં વાસ્તવિક દ્રવ્યમાનથી વધારે હોય છે.

(iii) દ્રાવણમાં દ્રાવ્યનાં વિયોજનનાં કારણે દ્રાવ્ય કણોની સંખ્યા વધી જાય છે. એવામાં પ્રયોગ જ્ઞાત સંખ્યાત્મક ગુણધર્મનું માન, અવિયોજિત દ્રવ્ય કણોને આધારે ગણતરી માનથી વધારે હશે.

વૉન્ટ હોફ અવયવ :-

વિયોજન અથવા સંગુણન ની સીમા નિર્ધારણ માટે વૉન્ટ હોફને એક અવયન (i) પ્રસ્થાપિત કર્યો.

અસામાન્ય (અવલોકિત) સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ/સામાન્ય (વાસ્તવિક) સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ

કારણ કે સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ દ્રાવ્ય કણોની સંખ્યા અથવા દ્રાવ્યનાં મોલોની સંખ્યાનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે.

દ્રાવણમાં દ્રાવ્યનાં મોલોની કુલ સંખ્યા/દ્રાવ્યનાં મોલોની અપેક્ષિત સંખ્યા

આની સાથે, સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ દ્રાવ્યનાં આણ્વિક દ્રવ્યમાનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

આથી,

વાસ્તવિક (અપેક્ષિત) આણ્વિક દ્રવ્યમાન/અસામાન્ય (અવલોકિત) આણ્વિક દ્રવ્યમાન

અહીંયા અવલોકિત મોલર દ્રવ્યમાન પ્રયોગ દ્વારા શોધી શકાય છે જ્યારે વાસ્તવિક મોલર દ્રવ્યમાન દ્રાવ્યનાં રાસા. સૂત્રના આધારે ગણી શકાય છે. સંગુણન થવાથી વૉન્ટ હોફ અવયન નું માન એકથી ઓછુ હોય છે. પણ વિયોજન થવા પર એક થી વધારે થઈ જાય છે. ઉ. દા. માટે

બેન્ઝોઈક એસિડ, બેન્ઝિનમાં સંયોજિત થઈને દ્વિગુણિત આપે છે. આથી નું માન ની નજીક હોય છે. જલીય માટે નું માન ની નજીક હોય છે. કારણ કે પાણીમાં વિયોજિત થઈને અને આયન આપે છે. વોન્ટ હોફ અવયનાં સમાવેશ પર સંખ્યાત્મક ગુણધર્મનું સમીકરમ નીચે અનુસાર સંશોધિત થઈ જાય છે.

સંગુણન ની માત્રા :-

કુલ અણુઓની સંખ્યા નો તે ભાગ જે સંગુણિત થઈને મોટો અણુ બનાવે છે. સંગુણનની માત્રા કહેવાય છે. આવો બેન્ઝિનમાં બેન્ઝોઈક એસિડ નું સંગુણન જોઈએ. બેન્ઝિનમાં બેન્ઝોઈક એસિડનાં બે અણુ આ રીતે દ્વિગુણિત થાય છે.

- જો બેન્ઝિનમાં બેન્ઝોઈક એસિડનાં સંગુણની માત્રા હોય (એટલે કે બેન્ઝોઈક એસિડનાં એક અણુમાંથી અણુ દ્વિગુણિત થતાં હોય) તો સંતુલિત અવસ્થા પર :

- બેન્ઝોઈક એસિડનો અસંગુણિત મોલોની સંખ્યા=

બેન્ઝોઈક એસિડનાં સંગુણિત મોલોની સંખ્યા

બેન્ઝોઈક એસિડનાં કુલ મોલ=

વોન્ટ. હોફ અવયની વ્યાખ્યા અનુસાર

દ્રાવણમાં દ્રાવ્યનાં મોલોની કુલ સંખ્યા/દ્રાવ્યનાં મોલોની અપેક્ષિત સંખ્યા

ઉ.દા.7.8 :-

બેન્ઝિનમાં એસિટિક એસિડ દ્વિગુણિત થાય છે. બેન્ઝિનમાં એસિટિક એસિડ વિલીન થવાથી ઉત્કલનબિંદુ નું ઉન્નયન થાય છે. વોન્ટ હોફ અવયન અને નાં સંગુણનની માત્રા ગણો. બેન્ઝિન માટે

જવાબ :-

નો સામાન્ય મોલભાર

વોન્ટ હોફ અવયન :

એસિટિક એસિડ દ્વિગુણિત થાય ચે. દ્રાવણમાં નીચેનું સંતુલન થશે.

- જો દ્રાવ્યનાં સંગુણનની માત્રા હોય તો મોલ અસંગુણિત થશે અને ની સંતુલિત અવસ્થા પર મોલ થશે.

- આથી સંતુલિત અવસ્થા પર કણોની કુલ સંખ્યા =

- સંતુલિત અવસ્થા પર કણોની કુલ સંખ્યા, વોન્ટ હોફ અવયવનાં બરાબર થશે.

વોન્ટ હોફ અવયન નું માન

અથવા

આથી બેન્ઝિનમાં એસિટિક એસિડની સંગુણનની માત્રા છે.

વિયોજનની માત્રા :-

- કણોની કુલ સંખ્યા નો તે ભાગ જે વિયોજિત થાય છે. (સાધારણ આયનોમાં ટૂટે છે.) વિયોજનની માત્રા કહેવાય છે. જો પાણીમાં નું દ્રાવણ લઈએ તો તે વિયોજિત થઈને અને આયન આપે છે.

- જો ની વિયોજનની માત્રા હોય તો, સંતુલિત અવસ્થા પર અવિયોજિત નાં મોલોની સંખ્યા=

- નાં પર્યુક્ત વિયોજન અનુસાર, મોલ વિયોજિત થવાથી મોલ આયન આપશે.

- આથી વિયોજન પછી દ્રાવણમાં કુલ મોલોની સંખ્યા =

આથી,

દ્રાવણમાં દ્રાવ્યના મોલોની કુલ સંખ્યા/દ્રાવ્યનાં મોલોની અપેક્ષિત સંખ્યા

ઉ. દા. 7.9 :-

પોટેશિયમ ક્લોરાઈડનાં પ્રતિશત જલીય દ્રાવણનું પર ઠારણ થાય છે. આ સાંદ્રણ પર દ્રાવ્યનાં વિયોજનની માત્રા અને વોન્ટ હોફ અવયવની ગણતરી કરો.

જવાબ :-

ની સામાન્ય અણુ ભાર

અસામાન્ય અણુભાર

વોન્ટ હોફ અવયવ = સામાન્ય અણુભાર/અસામાન્ય અણુભાર

પોટેશિયમ ક્લોરાઈડનું જલીય દ્રાવણ નીચે અનુસાર વિયોજિત થાય છે.

- નાં વિયોજનની માત્રા જ હોય, તો સંતુલિત અવસ્થા પર નાં અતિયોજિત મોલોની સંખ્યા

GMW

= મોલ

નાં મોલોની સંખ્યા = મોલ

નાં મોલોની સંખ્યા = મોલ

સંતુલિત અવસ્થા પર કુલ મોલોની સંખ્યા =

વોન્ટ હોફ અવયન =

અથવા

નાં વિયોજનની માત્રા =

તમે શું શીખ્યા :-

- દ્રાવણ બે અથવા વધારે પદાર્થનું સમાંગ મિશ્રણ છે.
- દ્રાવક, દ્રાવણ નો તે ઘટક છે જેની તે જ ભૌતિક અવસ્થા હોય છે દ્રાવણની હોય છે.
- પ્રતિ લિટર દ્રાવણમાં હાજર દ્રાવ્ય ના મોલોની સંખ્યાને મોલારિટી કહેવાય છે.
- પ્રતિ કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં હાજર દ્રાવ્યના મોલોની સંખ્યાને મોલાલિટી કહે છે.
- નોર્માલિટી, સાંદ્રતાનો એકમ છે જે પ્રતિ લિટર દ્રાવણમાં હાજર દ્રાવ્યનાં ગ્રામ તુલ્યાંકની સંખ્યાને બતાવે છે.
- દ્રાવણમાં કોઈ એક ઘટકનાં મોલોની સંખ્યાનો મોલોની કુલ સંખ્યાની સાતેનાં અનુપાતનને મોલ અંશક કહે છે.
- દ્રાવણ, ઘન, પ્રવાહી અથવા વાયુ હોઈ શકે છે.
- હેન્રી નિયમ અનુસાર કોઈ દ્રાવકમાં ઓગળેલ વાયુનો ભાર અથવા મોલ-અંશ તે વાયુનાં આંશિક દબાણમાં અનુક્માનુપાતી હોય છે.
- રાઉલ્ટ નિયમ અનુસાર બાષ્પશીલ પ્રવાહીઓનાં દ્રાવણમાં પ્રત્યેક પ્રવાહીનું આંશિક દબાણ તેનાં મોલ અંશના અનુક્માનુપાતી હોય છે.
- જો દ્રાવણ બધા તાપમાનો પર સંપૂર્ણ સાંદ્રતા અભિસારમાં રાઉલ્ટ નિયમનું પાલન કરે છે તેને આદર્શ દ્રાવણ કહે છે.
- જો માત્ર દ્રાવક બાષ્પશીલ હોય તો દ્રાવણનું બાષ્પ દબાણનું સાપેક્ષિક અવનયન, દ્રાવકનાં

મોલ અંશ બરાબર થાય છે.

- મંદ દ્રાવણનાં તે ગુણધર્મ જે દ્રાવક અને દ્રાવ્યનાં સ્વભાવ પર નહીં પરંતુ માત્ર કણોની સંખ્યા પર નિર્ભર કરે છે. તેને સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ કહેવાય છે.

- જ્યારે દ્રાવ્યનાં એક મોલને દ્રાવકનાં એક કિલોગ્રામમાં ઓગાળવામાં આવે છે તો પ્રાપ્ત ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયનને મોલલ ઉન્નયન અચળાંક કહે છે.

- કોઈ પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ તે તાપમાન છે જેના પર પ્રવાહીનું બાષ્પ દબાણ વતાવરણ દબાણ નાં બરાબર થઈ જાય છે.

- ઠારબિંદુ તે તાપમાન છે જેના પર ઘન અને પ્રવાહી રૂપોનું સમાન બાષ્પ દબાણ હોય છે.

- દ્રાવણમાં દ્રાવ્યની સંગુણન અથવા વિયોજનથી અસામાન્ય પરિણામ પ્રાપ્ત થાય છે.

- સામાન્ય મોલર દ્રવ્યમાન અને પ્રયોગ દ્વારા પ્રાપ્ત મોલર દ્રવ્યમાનનો અનુપાત વોન્ટ હોફ અવયવ કહેવાય છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન :-

1. તમે આદર્શ અને અનાદર્શ દ્રાવણોથી શું સમજો છો ?

જવાબ :-

2. ઠારબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુની વ્યાખ્યા આપો.

જવાબ :-

3. સંબંધની ઉત્પત્તિ કરો.

જવાબ :-

4. અબાષ્પશીલ દ્રાવ્યને પાણીમાં ઓગળવાથી પ્રાપ્ત દ્રાવણ પર ઉકળે છે દ્રાવ્યનો અણુભાર શોધો.

જવાબ :-

5. કોઈ પદાર્થનાં પાણીમાં ઓગાળવાથી પાણીનાં ઠારબિંદુમાં અવનયન થયું. પદાર્થનો અણુભાર શોધો, પાણી નો મોલર અવનયન અચળાંક પ્રતિમોલ છે.

જવાબ :-

6. યુરિયા (અણુભાર) ને પાણીમાં ઓગાળવાથી પ્રાપ્ત દ્રાવણમાં દ્રાવ્યનો મોલ અંશ શોધો.

જવાબ :-

7. યુરિયા (મોલ ભાર) નું દ્રાવણ, એક કાર્બનિક અબાષ્પશીલ દ્રાવ્યનાં ટકા દ્રાવણનાં સમ અભિસારી છે. અબાષ્પશીલ દ્રાવ્યનો મોલર ભાર શોધો.

જવાબ :-

8. બેન્ઝિનમાં વિલીન બેન્ઝોઈક એસિડ ઠારબિંદુને અવનિમિત કરે છે. બેન્ઝિન માટે મોલર અવનયન અચળાંક છે. જો તે દ્રાવણમાં દ્વિગુણિત થાય છે તો એસિડના સંગુણનનાં ટકા કેટલા થશે ?

જવાબ :-

9. નાં જલીય દ્રાવણ ઠારબિંદુમાં નું અવનયન કરે છે. આ સાંદ્રણ પર ક્ષારનાં વિયોજનની માત્રા ગણો. (પાણી માટે)

જવાબ :-

પોતાના જવાબોની તપાસ કરો :-

7.1

1. મોલારિટી, મોલાલિટી, નોર્માલિટી, મોલ અંશ, પ્રતિશત દ્રવ્યમાન

2. મોલારિટી :- એક લિટર દ્રાવણમાં ઓગળેલ દ્રાવ્યનાં મોલોની સંખ્યા હોય છે.

   મોલાલિટી :- પ્રતિ કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં ઓગળેલ દ્રાવ્યનાં મોલોની સંખ્યા હોય છે.

   નોર્માલિટી :- પ્રતિ લિટર દ્રાવણમાં ઓગળેલ દ્રાવ્યનાં ગ્રામ તુલ્યાંક ભારોની સંખ્યા હોય ચે.

7.2

1. બાષ્પશીલ પ્રવાહીઓના દ્રાવણમાં પ્રત્યેક પ્રવાહીનું બાષ્પ દબાણ તેના મોલ અંશને અનુક્માનુપાતી હોય છે.

2. કોઈ દ્રાવકમાં ઓગળેલ વાયુનો ભાર તેનાં આંશિક દબાણને અનુક્માનુપાતી હોય છે. દબાણ ખૂબ વધુ ન હોવું જોઈએ. તાપમાન ખૂબ ઓછું ન હોવું જોઈએ સંગુણન અથવા વિયોજન ન થવું જોઈએ.

7.3

1. તે ગુણધર્મ જે દ્રાવ્યનાં કણોની સંખ્યા પર નિર્ભર કરે છે. તેમની પ્રકૃતિ પર નહીં. ઉ. દા. ઉત્કલનબિંદુનું ઉન્નયન, ઠારબિંદનું અવનયન

2. જેના માટે આણ્વિક અન્યોન્ય ક્રિયાઓ :-

   (i) અને અન્યોન્ય ક્રિયાઓથી નિર્બળ હોય છે.

   (ii) અને અન્યોન્ય ક્રિયાઓથી નિર્બળ હોય છે.

3. ઓછી સાંદ્રતા પર અભિસરણ દબાણની માત્રા માપન માટે પૂરતી હોય છે.

GMW

8

કલિલ

તમે દ્રારવણોથી પરિચિત છો. આની આપણા જીવનમાં મહત્વપૂર્ણ ભુમિકા છે દુધ, માખણ પનીર,ક્રીમ, રંગીન રત્ન, બૂટપોલિરા, રબર શાહી વગેરે એનક પદાર્થ આપણા જીવનમાં મહત્વપૂર્ણ ભુમિકા ભજવે છે તે પણ એ પ્રકારના દ્રાવણો છે જેમને કલિલ દ્રાવણો કહેવાય છે કોલા નો અર્થ છે સરેસ અને આઈડ નો અર્થ છે સમાન અર્થાત કોલાઈડ નો અર્થ છે સરેસલજે સમાન પાણીમાં શર્કરનાં દ્રાવણમાં અથવા પાણીમાં મીઠાનાં દ્રાવણમાં હાજર કણોની સાપેક્ષે કલિલ દ્રાવણમાં હાજર કણોને જથ્થો મોટો હોય છે આ પાઠમાં તમે કલિલ દ્રાવણો ને બનાવવાની વિધિઓ, તેમના ગુણધર્મો અને અનુપ્રયોગો નાં વિશે ભણશો

હેતુ :-

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે-

- વાસ્તવિક દ્રાવણ, કલિલય દ્રાવણ અને નિલંબનની વચ્ચે જોવા મળતી ભિન્નતા ની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- કલિલીય દ્રાવણોનાં પ્રકારોને બતાવી શકશો
- કલિલોને વર્ગીકૃત કરી શકશો.
- કલિલાને બનાવવાની વિધિઓનું વર્ણન કરી શકશો
- કલિલીય દ્રાવણોના કેટલાક ગુણધર્મોની વ્યાખ્યા કરી શકશો
- તેલ અને પાયસો ની વચ્ચે ભિન્નતા નું વર્ણન કરી શકશો અને
- દૈનિક જીવનમાં કલિલીય દ્રાવણોનાં અનુપ્રયોગોનાં ઉદાહરણ આપી શકશો.

8.1 વાસ્તકવિક દ્રાવણો અને નિલંબનની વચ્ચે ભિન્નતા

તમે જાણો છો કે પાણીમાં શર્કરાનું દ્રાવણ સમાંગ હોય છે પણ દુધમાં નહી દુધને ધ્યાને થી તેમાં તેલાનાં ટીમાં તરતા જોવા મળશે આથી તે સમાંગ દેખાય છે પણ વાસ્તવમાં તે વિષમાંગ હોય છે બધા પ્રકારના દ્રાવણો નો સ્વભાવ દ્રાવ્ય કણોનાં જથ્થા પર નિર્ભર કરે છે જો જયારે 1 to 100 nm ની વચ્ચે હોય તો કલિલીય દ્રાવણ બને છે, જયારે દ્રાવ્ય કર્ણોનો જથ્થો 100 nm થી વધુ હોય તો તે નિલંબન ના રૂપમાં મળી આવે છે.

આ રીતે કલિલીય દ્રાવણ, વાસ્તવિક દ્રાવણ અને નિલંબન ની વચ્ચે અવસ્થાઓ હોય છે.

કોષ્ટક વાસ્તવિક દ્રાવણો, કલિલીય દ્રાવણ અને નિલંબન ના સામાન્ય ગુણધર્મ

કોષ્ટક	ગુણધર્મનુ નામ	વાસ્તવિક દ્રાવણ	કલિલીય દ્રાવણ	નિલંબન
1.	જથ્થો	કણોનો જથ્થો 1 nm થી ઓછો હોય છે.	કણોનો જથ્થો 1 nm અને 100nm વચ્ચે હોય છે.	કણોનો જથ્થો 100nm થી વધુ હોય છે.
2.	નિસ્યંદ નીયતા	સાધારણ નિસ્યંદક પત્ર અને જંતુ જાળીથી જાય છે	સાધારણ નિમ્યંદક પત્ર થી નીકળી જા છે પરંતુ જંતુ જાળી થી નથી નીકળતા	સાધારણ નિસ્યંદક પત્ર અને જંતુ જાળી બંને થી નથી નીકળતા
3.	નિઃ સાદન	સ્થિર અવસ્થામાં કણ નીચે નથી બેસતા	કણ સ્વયં નીચે નથી બેસતા પરંતુ અપકેન્દ્રણ દ્વારા તેમને નિચે બેસાડવામાં આવે છે	ગુરૂત્વનાં પ્રભાવથી કણ સ્વયંક નીચે બેસી જાય છે
4.	દેશ્યતા	કણોને આંખોથી અથવા સુક્ષ્મદર્ણી દ્વારા નહી દેખી શકાતા	કણો ને આંખોથી નથી જોઈ શકાતા પરંતુ સુક્ષ્મદર્શી દ્વારા તેમની પ્રકીર્ણન પ્રભાવ જોઈ શકાય છે.	કણોને આંખો થી જોઈ શકાય છે
5.	પૃથ્થકરણ	દ્રાવ્ય કણો અને દ્રાવકો ને સાધારણ નિસ્યંદન અથવા અનિસુક્ષ્મ નિસ્યંદન દ્વારા પૃથક કરી શકાતા નથી	દ્રાવ્ય કણો અને દ્રાવકો ને સાધારણ નિસ્યંદન દ્વારા પૃથક કરી શકાતા નથી નિસ્યંદન દ્વારા પૃથક કરી શકાય છે	દ્રાવ્ય કણો અને દ્રાવકોને સાધારણ નિસ્યંદન દ્વારા પૃથક કરી શકાય છે.
6.	વિસરણ	જલદી વિસરિત થાય છે.	ધીરે ધીરે વિસરિત થાય છે.	વિસરિત થતા નથી

GMW

8.2 કલિલીય દ્રાવણની અવસ્થાઓ

- કલિલીય દ્રાવણ વિષયમાંગ હોય છે અને તેમાં ઓછામાં ઓછી બે અવસ્થાઓ હોય છે હોય છે : વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ

- વિક્ષેપિત કલા :- તે પદાર્થ જે ઓછી માત્રમાં હાજર રહે છે અને તેનાં કલિલીય જથ્થા (1 થી 100 nm) ના હોય છે

- વિક્ષેપિત માધ્યમ :- આ તે માધ્યમ છે જેમા કલિલીય કણ વિક્ષેપિત રહે છે પાણીમાં ગંધક કલિલીય દ્રાવણ થી ગંધક કણ વિક્ષેપિત કલા બનાવે છે અને પાણી વિક્ષેપિત માધ્યમ હોય છે. આ બે અવસ્થાઓ : વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપત માધ્યમ, ધન, પ્રવાહી અને વાયુ કોઈ શકે છે રીતે બે અવસ્થાઓની ભૌતિક અવસ્થા ના અનુસાર કલિલીય દ્રાવણ ભિન્ન પ્રકારાનાં હોઈ શકે છે કોષ્ટક 8.2. માં ભિન્ન પ્રકારનાં કલિલીય દ્રાવણ અને તેના ઉદાહરણ આપેલ છે ઉલ્લેખનીય છે કે કલિલીય દ્રાવણ બનાવી શકાતા નથી કારણ કે વિસરણ ગુણધર્મ ને લીધે સમાંગ મિશ્રણ બનાવી લે છે

ઉપર આપેલ ભિન્ન પ્રકારનાં કલિલીય દ્રાવણોમાં દ્રાવ્ય (પ્રવાહીમાં ધન), જેલ (ધનમાં પાણી)અને પાયસ (પ્રવાહીમાં પ્રવાહી) મુખ્ય છે ઉલ્લેખનીય છે કે જો વિક્ષેપન માધ્યમ આલ્કોહોલ હોય તો દ્રાવણ ને આલ્કો દ્રાવણ કહે છે.

ક્રમ	વિક્ષેપિત કલા	વિક્ષેપિત માધ્યમ	કલિલીય દ્રાવણના પ્રકાર	ઉદાહરણ
1.	ઘન	ઘન	ઘન દ્રાવણ	રંગીન રત્ન
2.	ઘન	પ્રવાહી	દ્રાવણ	પેન્ટ, પંકિલ જળ, સ્વર્ણ દ્રાવણ, સ્ટાર્ચ દ્રાવણ, આર્સેનિક સલ્ફાઈડ દ્રાવણ
3.	ઘન	વાયુ	ઘન વાયુ દ્રાવણ	
4.	પ્રવાહી	ઘન	જેલ	ધુમાડો, વાયુમાં ધૂળ
5.	પ્રવાહી	પ્રવાહી	પાયસ પ્રવાહી	જેલી, પનીર દૂધ, ક્રમ
6.	પ્રવાહી	વાય	ઘન સોલ	ધુમ્મસ, વાદળ
7.	પ્રવાહી	ઘન		
8.	પ્રવાહી	વાયુ પ્રવાહી	ફોમ	ફોમ,રબર, પ્યુમાઈસ પથ્થર ફૈટી ક્રિમ, ફેન

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 8.1

(૧) નીચેના પદાર્થોને નિલંબન, કલિલીય દ્રાવણ અને વાસ્તવિક દ્રાવણ માં વર્ગીકૃત કરો :

દૂધ, પાણીમાં શર્કરા, પાણીમાં માટી બુટ પોલિશ, લોહી, ક્રીમ જેલી ફોંમ, પાણીમાં બાલુ

(૨) દરેકનુ એક ઉદા.આપો.

(a) સોલ (b) જેલ (c) ધનવાયુ દ્રાવણ (d) પાયસ

(૩) આલ્કોસોલ અને હાઈડ્રોસોલમાં શું અંતર છે ?

(૪) વાસ્તવિક દ્રાવણ અને કલિલીય દ્રાવણમાં અંતર બતાવો.

GMW

8.3 કલિલોંનું વર્ગીકરણ

- કલિલીય દ્રાવણોનું ભિન્ન પ્રકારથી વર્ગીકરણ કરી શકાય છે.

(૧) અવસ્થાઓ ની વચ્ચે અન્યોન્ય ક્રીયાના આધારે

(૨) આણિવક જથ્થોના આધારે

8.3.1 અન્યોન્ય ક્રિયાના આધારે વર્ગીકરણ

- વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યામની વચ્ચે અન્યોન્ય ક્રીયાનાં અધારે કલિલીય દ્રાવણોને બે વર્ગોમાં વિભાજીત કરી શકાય છે.

(i) **લાયોફિલિક કલિલઃ-** લાયોફિંલિક ની અર્થ છે કે દ્રાવક પ્રત્યેક આકર્ષણ. ગુંદર, જિલેટિન, સ્ટાર્ચ વગેરે પદાર્થોને જયારે યોગ્ય દ્રાવક ની સાથે મિશ્ર કરાવમાં આવે છે તો તે સીધા કલિલીય અવસ્થામાં પરિવર્તિત થઈને કલિલ દ્રાવણ બનાવે છે આ રીતે પ્રાપ્ત દ્રાવણોને લાયોફિલિક દ્રાવણ કહે છે આ દ્રાવણોમાં એક મહત્વપૂર્ણ લક્ષણ એ છે કે જો વિક્ષેપિત કલા ને વિક્ષેપન માધ્યમથી પૃથક કરી દેવામાં આવે તો તેને વિક્ષેપન માધ્યમ ફરીથી મિશ્ર કરી દ્રાવણ ને ફરીથી બનાવી શકાય છે આ જ કારણ છે કે તેમને પરિવર્તનીય દ્રાવણ કહે છે. આ દ્રાવણ લાંબા સમય સુધી સ્થાપી હોય છે જો વિક્ષેપિત માધ્યમ પાણી હોય તો તેને એકવાર્સોલ કહેવાય છે

(ii) લાયોફોબિક કલિલ :- લાયોફોબિક શબ્દનો અર્થ છે - દ્રાવક પ્રત્યે ઓછુ આકર્ષણ Au, અને Ag જેવી ધાતુઓ, તેમના હાઈડ્રોકસાઈડો અથવા સલ્ફાઈડો વગેરે ને જયારે વિક્ષેપન માધ્યમમાં મિશ્ર કરવામાં આવે છે તો તો સીધી રીતે કલિલ અવસ્થામાં પરિવર્તિત નથી થતા, તેમને વિશેષ વિધિઓ દ્વારા બનાવવામાં આવે છે આ દ્રાવણ શીઘ્ર અવક્ષેપિત થઈ જાય છે અને આ પ્રકાર ખૂબ સ્થાપી નથી હોતો તેમને કલિલ રૂપકમાં બન્યા રહેવા માટે સ્થાપીકારણની જરૂર હોય છે તે અપરિવર્તિનીય

દ્રાવણ હોય છે, કારણ કે અપક્ષેપિત થાવથી તે દ્રાવક સાથે મળીને કલિલ દ્રાવણ નથી બનાવતા જો વિક્ષેપન માધ્યમ પાણી હોય તો તેને એકવાસોલ કહેવાય છે.

8.3.2 આણ્વિક જથ્થાનાં આધારે વર્ગીકરણ

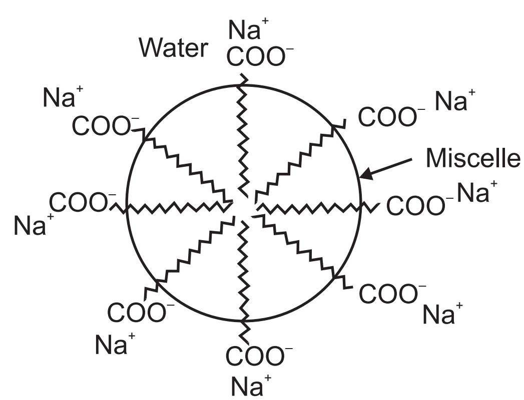
- આણ્વિક જથ્થાનાં આધારે કલીલોનું વર્ગીકરણ આ રીતે છે :-

(i) વિરાટ- આણ્વિય કલિલ :- આ પ્રકારનાં કલિલમાં વિક્ષેપિત કલાનાં કણોનો જથ્થો કલિલ કણોનાં જથ્થાનાં જેટલો મોટો હોય છે (એટલે કે 1–100 nm)

પ્રાકૃતિક વિરાટ - આણ્વીય કલિલોનાં ઉદા. છે. સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, પ્રોટીન વગેરે

(ii) બહુ - આણ્વીય કલિલ :- આમાં પ્રત્યેક પરમાણું કલિલનાં જથ્થાનો નથી હોતો પણ એકબીજા સાથે જોડાઈ ને કલિલોનાં માપનાં અણું બનાવે છે. ઉદા : સલ્ફરનાં દ્રાવણમાં S_8 અણુંઓનો પુંજ કલિલોના માપના હોય છે.

(iii) સંગુણિત કલિલ :- આ પદાર્થ ઓછી સાંદ્રતા એ સામાન્ય વિધુત અપઘટકો ની જેમ કાર્ય કરે છે પરંતુ વધુ સાંદ્રતામાં સહયોજિત થઈને મિસેલ બનાવે છે કે જે કલિલ દ્રાવણની જેમ કાર્ય કરે છે સાબુ આનું ઉદાહરણ છે સાબુની લાંબી શૃંખલા વાળા ફટી એસીડ R COONa.નો સોડિયમ ક્ષાર છે. પાણીમાં નાખાવથી $RCOO^-$ અને Na^+. અને $RCOO^-$ આયન મેલનાં કણની ચારે બાજુ સંગુણિત થઈને મિસેલ બનાવે છે જે નીચે ચિત્ર 8.1 માં બતાવ્યુ છે.



આકૃતિ

8.4 કલિલ દ્રવણોની બનાવટ

- જેવું કે પહેલા બતાવવામાં આવ્યું છે કે લાયોફિલિક બનાવવા માટે પદાર્થો ને સીધા વિક્ષેપન માધ્યમની સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે સ્ટાર્ચ, જિલેટિન ગુંદર વગેરેનાં કલિલ દ્રાવણ બનાવવા માટે તેમને માત્ર ગરમ પાણીમાં ઓગાળવામાં આવે છે આ રીતે સેલ્યુલોઝ નાઈટ્રેડ ના કલિલ દ્રાવણ બનાવવા માટે તેમને આલ્કોહોલમાં ઓગાળવામાં આવે છે. પાપ્ત દ્રાવણને કહે છે

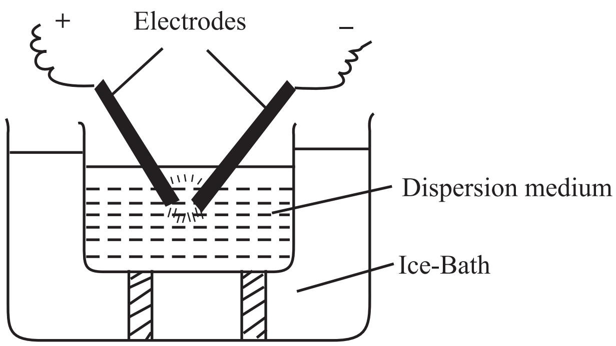
- પરંતુ લાયોફોબિક કલિલો ને પ્રત્યક્ષ વિધિ દ્રારા બનાવી શકતા નથી તેમને બનાવવા માટે બે પ્રકારની વિધિઓ કામમાં લેવામાં આવે છે તે :-

(i) ભૌતિક વિધિ

(ii) રાસાયણિક વિધિ

(i) ભૌતિક વિધિ :- બ્રેકિંગ ચાપ પધ્ધતિ

- આ વિધિનો ઉપયોગ ગોલ્ડ, સિલ્વર, પ્લેટિનમ વગેરે ધાતુઓના કલિલમય દ્રાવણો બનાવવા માટે થાય છે



આકૃતિ

- આમાં પાણીનાં પાત્રમાં રાખેલ બે ઈલેક્ટ્રોડોની વચ્ચે વિધુત ચાપ આરંભ કરવામા આવે છે ચાપની ઊંચી ઉષ્મા ધાતુને બાષ્પમાં રૂપાંતરિત કરી દે છે આ બાષ્પ ઠંડા પાણી બાંધમાં જલદી સંઘનિત થઈ જાય છે તેના ફળરૂપે કલિલમય જથ્થાના કણ બને છે જેને ગોલ્ડ દ્રાવણ કહેવાય છે.

પેપ્ટીકરણ

તાજા બનેલા અવક્ષેપમાં ઉપરના વિદ્યુત વિભાજયની મિશ્ર કરી તેમને કલિલમાં બદલવાની પ્રકિયાને પેપ્ટીકરણ કહે છે ઉદાહરણ તરીકે, ફેરીક હાઈડ્રોકસાઈડનાં અવક્ષેપમાં ફેરીક ક્લોરાઈડ મિશ્ર

કરવાથી ફરીક હાઈડ્રોક્સાઈડ ભુરા લાલ રંગ નાં કલિલ દ્રાવણમાં બદલાઈ જાયે છે આવા અવક્ષેપ દ્વારા વિદ્યુત વિભાજય ના ધન આયનનાં અધિશોષણુના લીધે થાય છે $Fe(OH)_3$ માં $FeCl_3$ નાખવામાંથી $Fe(OH)_3$ નાં કણ $FeCl_3$ ના Fe^{3+} આયનો ને અધિશોષિત કરીલે છે આથી $Fe(OH)_3$ ના કણ ધનવીજભારિત થઈ જાય છે અને તે એકબીજા ને આકર્ષિત કરીને કલિલ દ્રાવણ બનાવે છે

(ii) ગંધક દ્રાવ્ય પ્રાપ્ત કરવા માટે H_2S **ગેસ** નો HNO_3 અથવા Br_2 જળ વગેરે ઓકિસડેશન કારણ દ્રાવણમાં

$$Br_2 + H_2S \rightarrow S + 2\,HBr$$

$$2\,HNO_3 + H_2S \rightarrow 2\,H_2O + 2\,NO_2 + S$$

$Fe(OH)_3$ sol, $As_2\,S_3$ પણ બનાવી શકાય છ.

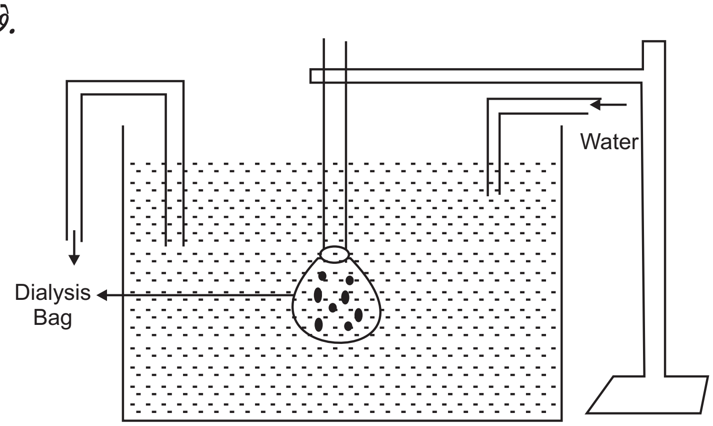
8.5 કલિલ દ્રાવણોનુ શુદ્ધિકરણ :-

જ્યારે કલિલ દ્રાવણ બનાવવામાં આવે છે તો તેમાં વિદ્યુત વિભાજય અલ્પદ્રાવ્યના રૂપમાં હાજર રહે છે. જે તેને અસ્થાયીકૃત કરી દે છે. આથી કલિલ દ્રાવણના શુદ્ધિકરણ માટે નીચેની વિધિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

(i) ડાયાલિસિસ

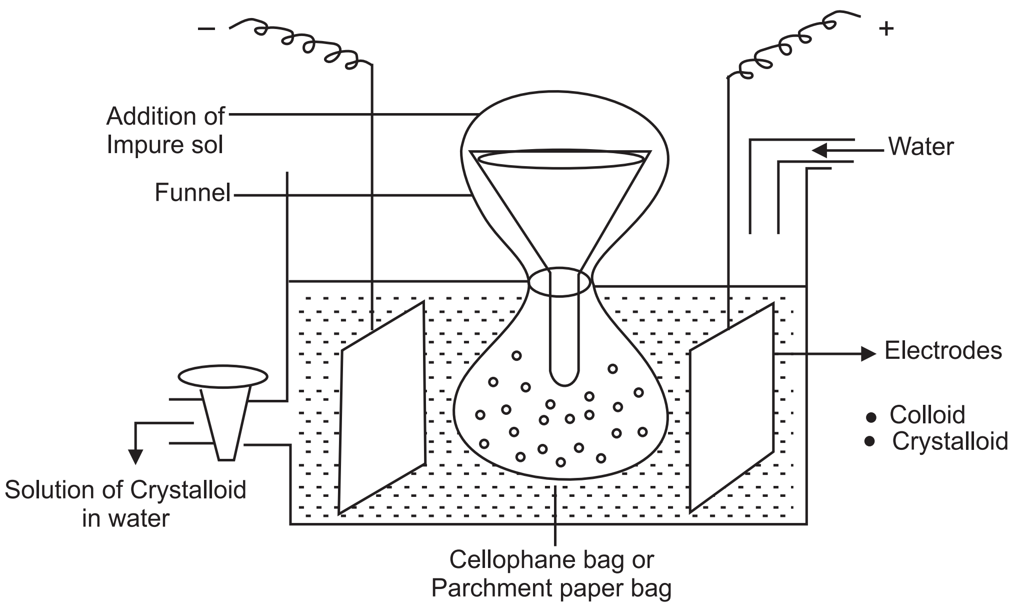
(ii) ઈલેક્ટ્રો ડાયાલિસિસ

(i) ડાયાલિસિસ : ડાયાલિસિસનો પ્રક્રમ આ તથ્થ પર આધારિત છે કે પાર્ચમેન્ટ પેપર, સેલીફેન પડદા માંથી કલિલના કણ નીકળી શકતા નથી પરંતુ વિદ્યુત વિભાજયના આયન નીકળી જાય છે. કલિલ દ્રાવણને એક ડાયાલિસિસ (સેલોફેન) થેલીમાં લઈને સ્વચ્છ પાણીથી ભરેલા એક પાત્રમાં લટકાવી દેવામાં આવે છે. અલ્પદ્રાવ્ય ધીરે-ધીરે બાહર વિસરિત થઈ જાય છે અને થેલીમાં શુદ્ધ કલિલ દ્રાવણ રહી જાય છે. વિસરણ દ્વારા કલિલ કણોને અલ્પદ્રાવ્યથી ઉપરની જાળીની મદદથી અલગ કરવાના પ્રક્રમને ડાયાલિસિસ કહે છે.



આકૃતિ 8.3 :

ઈલેક્ટ્રોડાયાલિસિસ :-પ્રક્રમમાં વિદ્યુતના ઉપયોગથી પ્રક્રમના દર વધારવામાં આવે છે. જ્યારે ઈલેક્ટ્રોડોમાં વિદ્યુત પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે તો અલ્પદ્રાવ્યનાં આયન વિરુધ્ધ વીજભાર વાળા ઈલેક્ટ્રોડની બાજુ તીવ્રગતિથી વિસરીત થાય છે. વિદ્યુત પ્રવાહની હાજરીમાં કરવામાં આવતા ને કહે છે.ડાયાલિસિસના સૌથી મહત્વપૂર્ણ ઉપયોગ કૃત્રિમ વૃક્ક મશિનોમાં લોહીના શુદ્ધીકરણ માટે કરવામાં આવે છે. ડાયાસિસિસ પડદામાંથી આયન વગેરે નાના કણ નીકળી જાય છે. પરંતુ હિમોગ્લોબિન વગેરે કલિલમય કદ ના કણ પડદામાંથી નીકળી શકતા નથી.



આકૃતિ 8.4 :

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 8.2

1. બે કલિલોના નામ આપો જેમને બ્રેડિંગ ચાપ વિધિ દ્વારા બનાવવામાં આવે છે
2. બે કલિલો ના નામ આપો જેમને રાસા. વિધિઓ દ્વારા બનાવી શકાય છે ?
3. નીચેનામા ભિન્નતા બતાવો: (a) લાયોફિલીક અને લાયોફોબિક (b) વિરાટ આણ્વીય અને બહુ આણ્વીય કલિલ
4. મિસેલનાં બનવાની વ્યાખ્યા કરો.

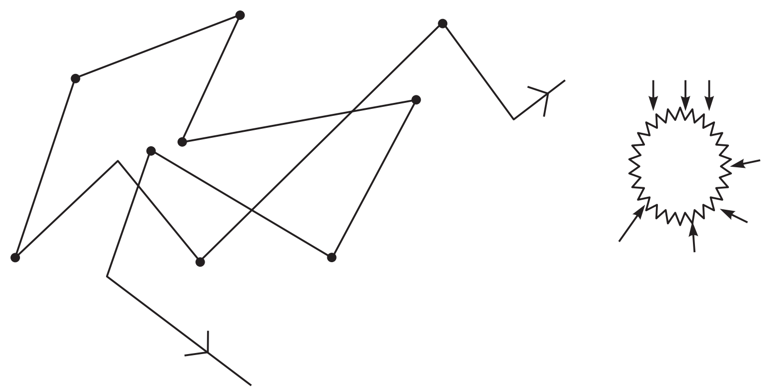
8.6 કલિલ નાં ગુણધર્મ :

GMNW

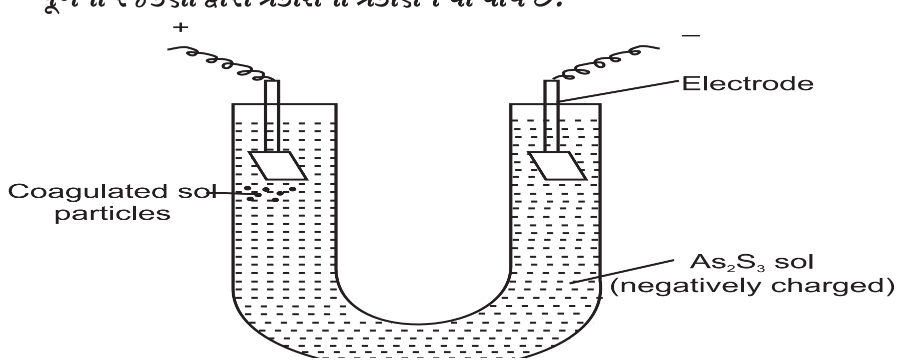
કલિલોનાં ગુણધર્મોની ચર્ચા નીચે કરવામાં આવી છે.

a) **વિષમાંગ લક્ષણ :-** કલિલ કણ પોતાની જ સીમાના પૃષ્ઠોમાં રહે છે. જે તેમને વિક્ષેપન માધ્યમ થી પૃથક કરે છે. આ રીતે કલિલમય તંત્ર બે અવસ્થાઓનુ વિષમાંગ મિશ્રણ હોય છે. આ બે અવસ્થાઓ છે.(૧) વિક્ષેપિત કલા (૨) વિક્ષેપન માધ્યમ

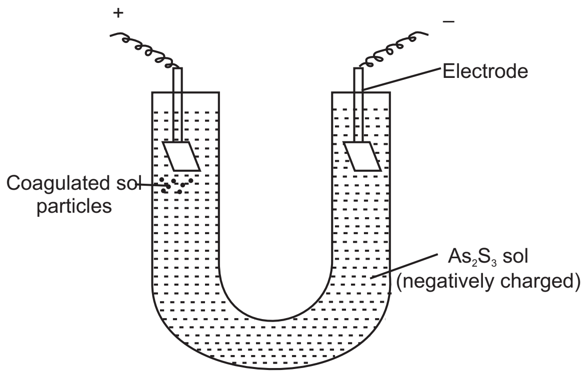
b) **બ્રાઉનિયન ગતિ :-** બ્રાઉનિયન ગતિ આના શોધક રોબર્ટ બ્રાઉન (વનસ્પતિ શાસ્ત્રી) ના લીધે પડયું કલિલ કણોની સંતત અનિયમિત વાંકી-ચૂકી ગતિને બ્રાઉનિયન ગતિ કહેવાય છે. (આકૃતિ 8.5). દ્રાવક ના અણુઓની કલિલ કણોની સાથે અથડામણથી બ્રાઉનિયમ ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે. ભિન્ન દિશાઓથી લાગતુ બળ અસમાન હોય છે. આથી આ કણોની ગતિ વાંકીચૂંકી હોય છે.



c) **ટિન્ડલ અસર :-** 1869 માં ટિન્ડલે જણાવ્યુ કે જો કલિલમય દ્રાવણમાં પ્રકાશનું તીવ્ર કિરણ પસાર કરવામાં આવે તો તેનો માર્ગ પ્રજવલિત થાય છે. આ ઘટનાને ટિન્ડલ અસર કહે છે. આ ઘટના કલિલમય કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણનથી થાય છે. (આકૃતિ 8.6) જયારે સૂર્યના કિરણો છિદ્રમાંથી અંધારા રૂમમાં પ્રવેશ કરે છે તો આ અસર જોવા મળે છે. આ હવામાં ધૂળના રજકણો દ્વારા પ્રકાશનો પ્રકીર્ણન થી થાય છે.



d) **વિદ્યુતીય ગુણધર્મ :-** કલિલ દ્રાવણના કણ વિદ્યુતભાર ધરાવતા હોય છે. બધા કણોમાં ઘન અથવા ઋણ એકસરો વિદ્યુતભાર હોય છે. વિક્ષેપન માધ્યમનો સમાન અને વિરુધ્ધ વીજભારહોય છે. આથી કલિલ કણ એકબીજાનું અપાકર્ષણ કરે છે અને ભેગા થઈને નીચે બેસતા નથી. ઉદા. માટે આર્સેનિયસ સલ્ફાઈડ, ગીલ્ડ, સિલ્વર સોલમાં ઋણવીજભાર હોય છે. જયારે ફેરિક હાઈડ્રોકસાઈડ, એલ્યુમિનિયમ હાઈડ્રોકસાઈડમાં ઘન વીજભારિત કલિલમય કણ હોય છે. કલિલ કણોના વીજભારીત થવાના અનેક કારણો છે.



(i) કલિલ કણો દ્વારા ઘનઆયનો તથા ઋણ આયનોનુ અધિશોષણ મિસેલ વીજભારિત હોય છે.

(ii) કલિલોના વિચરન દરમિયાન મુખ્યત્વે બ્રેડિંગ ચાપ પધ્ધતિમાં કલિલ કણ ઈલેકટ્રોનો ને સ્વીકારી વીજભારીત થઈ જાય છે. કલિલ કણો પર વીજભારની હાજરી ને વૈધુતકણ સંચાલન પ્રકમ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે. વૈદ્યુતકણ સંચાલન પ્રકમમાં કલિલ કણ વિદ્યુત પ્રવાહના પ્રભાવથી કેથોડ અને એનોડની બાજુ ગતિશીલ હોય છે. પ્રયોગમા આવતા સાધનો નીચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા છે.

8.7 કલિલમય દ્રાવણનાં ઉપયોગ

કલિલોની આપણા જીવનમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા છે. તેમના કેટલાક ઉપયોગોની ચર્ચા અહીં કરવામાં આવી છે.

(i) મળ વ્યવસ્થા :- ધુળ, હવા વગેરેના કલિલ કણોમાં વિદ્યુત વીજભાર હોય છે. જયારે મળને ઉંચા તાપમાન પર રાખેલી ધાતુની પ્લેટોની વચ્ચેથી પસાર કરવામાં આવે છે તો કલિલ કણ વિરુધ્ધ વીજભારીત ઈલેકટ્રોડની બાજુ જાય છે અને ત્યાં અવક્ષેપિત થઈ જાય છે. આનાથી ગંદા-પાણીનં શુદ્ધીકરણ થઈ જાય છે.

(ii) કૂવાઓના પાણીનુ શુદ્ધીકરણ :- જયારે ગંદા પાણીમાં ફટકડી નાખવામાં આવે છે તો કલિલ

ના ઋણ વીજભારીત કણ ફટકડીના આયનો દ્વારા તટસ્થ થઈ જાય છે. આ રીતે પંક કણ નીચે બેસી જાય છે અને પાણીનો ગાળીને ઉપયોગ કરી શકાય છે.

(iii) **ધુમાડા અવક્ષેપણ :-** ધુમાડાના કણ વાસ્તવમાં હવામાં કાર્બનનાં વિદ્યુત વીજભારીત કલિલમય કણ હોય છે. આ કાર્બનનુ અવક્ષેપન કોટ્રેલ અવક્ષેપણ દ્વારા કરવામાં આવે છે. ચીમની માંથી નીકળતા ધુમાડાને એક રૂમમાં મોકલવામાં આવે છે. રૂમમાં અનેક ધાતુ પ્લેટો એક ધાતુના તારથી જોડાયેલી રહે છે. આ તાર ઊંચા તાપમાને સ્ત્રોતથી જોડાયેલો રહે છે. જેવુ કે આકૃતિ 8.8 માં દર્શાવ્યુ છે. ધુમાડાના વીજભારીત કણ વિરુધ્ધ વીજભાર વાળા ઈલેક્ટ્રોડની બાજુ આકૃષ્ટ થઈને અવક્ષેપિત થઈ જાય છે અને ગરમ સ્વચ્છ વાયુ બહાર નીકળી જાય છે.

દૈનિક જીવનમાં અન્ય ઉપયોગો આ રીતે છે :-

i) **ફોટોગ્રાફી :-** જિલેટિનમાં સિલ્વર બ્રોમાઈડના કલિલમય દ્રાવણને કાચની પ્લેટો અથવા સેલ્યુલોઈડ ફીલ્મો પર પ્રયુકત કરવામાં આવે છે. આ રીતે ફોટોગ્રાફીમાં ઉપયોગ કરવામાં આવતી સુગ્રાહી ફિલ્મો પ્રાપ્ત થાય છે.

(ii) **રુધિરગાંઠણ :-** રૂધિર કલિલ દ્રાવણ છે જે ઋણ વીજભારીત હોય છે. દ્રાવણ પ્રયુકત કરવાથી રૂધિરનુ વહેવુ બંધ થઈ જાય છે. રૂધિરનુ ગાંઠણ થાય છે. આનુ કારણ એ છે કે આયન રૂધિરના કલિલ કણોના વીજભારને તટસ્થ કરી દે છે. જેનાથી ગાંઠણ થાય છે.

(iii) **રબર પ્લેટિંગ :-** લેટેકસ, ઋણ વીજભારિત રબર કણોનુ કલિલ દ્રાવણ હોય છે. જે વસ્તુને રબર પ્લેટિંગ કરવુ હોય તેને રબર પ્લેટિંગ બાથમાં એનોડ બનાવવામાં આવે છે. ઋણ વીજભારીત રબર કણ એનોડની બાજુ જાય છે અને તેના પર નિક્ષેપિત થઈ જાય છે.

(iv) **આકાશનો વાદળી રંગ :-** શું તમે કયારેય વિચાર્યુ છે કે આકાશ નો રંગ વાદળી કેમ હોય છે. આનુ કારણ એ છે કે આકાશમાં તરતા કલિલમય ધૂળના કણો વાદળી પ્રકાશનુ પ્રકીર્ણન કરે છે. જેનાથી આકાશનો રંગ વાદળી જોવા મળે છે. જો આકાશમાં કલિલમય કણ ના હોત તો આખુ આકાશ અંધકારપૂર્ણ હોત.

8.8 પાયસ અને જેલ

પાયસ એ કલિલમય દ્રાવણ હોય છે જેમાં વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ બંને જ પ્રવાહી હોય છે. બંને પ્રવાહી એકબીજામાં અમિશ્રણીય હોય છે કારણકે મિશ્રણીય થવાથી તે વાસ્તવિક દ્રાવણ બનાવી દે છે. પાયસ બે પ્રકારનાં હોય છે.

(a) **પાણીમાં તેલ :-** અહીયા વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ પાણી હોય છે. આ ઉદાહરણ

દુધ છે. કારણકે દુધમા પ્રવાહી ચરબી પાણીમાં વિક્ષેપિત હોય છે. આનુ બીજુ ઉદાહરણ ચહેરા પર લગાવવામાં આવતી ક્રીમ છે.

(b) **તેલમા પાણી :-** આમાં વિક્ષેપિત કલા પાણી અને વિક્ષેપન માધ્યમ તેલ હોય છે. માખણ, કોડલિવર ઓઈલ, કોલ્ડક્રીમ વગેરે તેના ઉદા. છે.

રાખવાથી અમિશ્રણીય હોવાથી પાયસના બંને પ્રવાહી એટલે કે તેલ અને પાણી અલગ થઈ જાય છે. આથી પાયસને સ્થાયી બનાવવા માટે આમા પાયસીકારક મિશ્ર કરવામાં આવે છે. સાબુ પણ એક ઉપયોગી પાયસીકારક છે. પાયસીકારક ની હાજરીમાં પાયસ બનાવવાના પ્રકમને પાયસીકરણ કહેવાય છે.

દુધ છે. કારણકે દુધમા પ્રવાહી ચરબી પાણીમાં વિક્ષેપિત હોય છે. આનુ બીજુ ઉદાહરણ ચહેરા પર લગાવવામાં આવતી ક્રીમ છે.

(b) **તેલમા પાણી :-** આમાં વિક્ષેપિત કલા પાણી અને વિક્ષેપન માધ્યમ તેલ હોય છે. માખણ, કોડલિવર ઓઈલ, કોલ્ડક્રીમ વગેરે તેના ઉદા. છે.

રાખવાથી અમિશ્રણીય હોવાથી પાયસના બંને પ્રવાહી એટલે કે તેલ અને પાણી અલગ થઈ જાય છે. આથી પાયસને સ્થાયી બનાવવા માટે આમા પાયસીકારક મિશ્ર કરવામાં આવે છે. સાબુ પણ એક ઉપયોગી પાયસીકારક છે. પાયસીકારક ની હાજરીમાં પાયસ બનાવવાના પ્રકમને પાયસીકરણ કહેવાય છે.

પાયસીકારક કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ? પાયસીકારક તેલ અને પાણીના અંતરાપૃષ્ઠ પર સાદ્રિત થઈને તેમને બાંધી દે છે.

પાયસના ઉપયોગ : પાયસ આપણા જીવનમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી છે. કેટલાક ઉપયોગો નીચે આપેલ છે.

1. કપડાઓ અને શરીર પરથી મેલ દુર કરવા માટેનો સાબુ અને સાંશ્લેષિત ધોવાણ ની પ્રક્રિયા, તેલ અને પાણીનાં પાયસ બનવા પર જ આધારિત છે.
2. દૂધ, પાણી અને ચરબીનો પાયસ છે. માખણ અને ક્રીમ પણ પાયસ છે.
3. કોડ લિવર ઓઈલ જેવી તૈલી ઔષધિ જલ્દી અને સારા અવશોષણ માટે પાયસ ના રૂપમાં આપવામાં આવે છે. કેટલાક મલમ પણ પાયસના રૂપમાં હોય છે.
4. આંતરડામા ચરબીનુ પાચન પણ પાયસીકરણ દ્વારા થાય છે.
5. સલ્ફાઈડ ક્ષાર ના શુદ્ધીકરણ માટે પ્રયુકત ફિણ પ્લવન પધ્ધતિમાં તેના તેલના પાયસની સાથે ઉપચાર કરવામાં આવી છે. મિશ્રણને સંપિડીત વાયુથી પ્રક્ષેપિત કરવાથી કણ પૃષ્ઠ પર આવી

જાય છે ત્યારે તેમને અલગ કરવામાં આવે છે.

જેલ :-જે કલિલોમાં વિક્ષેપિત કલા પ્રવાહી અને વિક્ષેપન માધ્યમ ઘન હોય છે. તેમને જેલ કહેવામાં આવે છે. પનીર, જેલી, બૂટ-પોલીશ, જેલના ઉદાહરણ છે. વધુ પડતી ઉપયોગમાં આવતી જેલ જળરાગી કલિલ દ્રાવણ હોય છે. જેનુ મંદ દ્રાવણ યોગ્ય પરિસ્થિતિઓમાં લચીલા અર્ધઘન પદાર્થમા ફેરવાઈ જાય છે. ઉદા. તરીકે જિલેટીનનુ પાણીમાં પ જલીય દ્રાવણ ઠંડુ કરવાથી જેલીનુ બ્લેકબોન બની જાય છે.

રાખવાથી જેલ તેમા હાજર કેટલુંક પ્રવાહી ગુમાવી દે છે અને સંકોચાઈ જાય છે આને .... કહે છે.

જેલ બે પ્રકારની હોય છે.લચીલી જેલ અલચીલી જેલ. **લચીલી જેલ** ઉત્કમણીય હોય છે. પાણી ગુમાવવાથી જેવા તે જામે છે. પાણી મિશ્ર કરવાથી તે પાછી મૂળ અવસ્થામાં આવી જાય છે. અલચીલી જેલ અનુત્કમણીય હોય છે.

જેલ ઘણા પ્રકારથી ઉપયોગમાં આવે છે. સિલિકા, પનીર, જેલી, બુટ પોલીશ, દહી, કોફી ઉપયોગમાં આવતી જેલ છે. ઘન આલ્કોહોલ ઈંધણ, આલ્કોહોલનુ કેલ્શિયમ એસિટેટ પણ જેલ છે.

તમે શુ શીખ્યા

- કલિલમય અવસ્થામાં કણોનું કદ, નિલંબન ના અને વાસ્તવિક કણોના કદના મધ્યવર્તી હોય છે.
- કલિલમય તંત્ર આઠ પ્રકારના હોય છે.
- દ્રાવણોનુ વર્ગીકરણ વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમની વચ્ચે અન્યોન્ય પ્રક્રિયા વિક્ષેપિત
- કલાનાં આણ્વિક કદના આધારે થાય છે.
- કલિલમય દ્રાવણ ભૌતિક અને રાસાયણિક, બંને વિધિઓ દ્વારા બનાવાય છે.
- કલિલમય કણીની વાંકી-ચૂકી ગતિને બ્રાઉનિયન ગતિ કહે છે.
- કલિલમય કદનાં કણ પ્રકાશનુ પ્રકિર્ણન કરે છે અને ધૂળના કણોને લીધે અર્ધ પ્રકાશિત રૂમમાં પ્રકાશ પથ જોવા મળે છે.
- કલિલમય કણોમા વિદ્યુતભાર હોય છે
- એક પ્રવાહીનું બીજા પ્રવાહીમાં કલિલમય વિક્ષેપનને પાયસ કહેવાય છે.
- જો ઘન માધ્યમમાં કોઈ પ્રવાહી વિક્ષેપિત હોય તો પ્રાપ્ત કલિલમય દ્રાવણને જેલ કહે છે.
- કલિલોનો દૈનિક જીવન અને ઉદ્યોગોમાં ખૂબ ઉપયોગ થાય છે.

પાઠ સંબધિત પ્રશ્ન

1. વાસ્તવિક દ્રાવણ અને કલિલમય દ્રાવણમાં જોવા મળતી ત્રણ ભિન્નતાઓ બતાવો.
2. નીચેના કલિલોને બનાવવાની એક વિધિનું વર્ણન કરો. (a) લાયોફિલિક કલિલ (b)લાયોફોબિક

કલિલ

3. સંગુણિત કલિલ શું હોય છે ?

4. બ્રાઉનિયન ગતિ શું હોય છે ? આ કેવી રીતે આરંભ થાય છે.

5. ફટકડી લગાવવાથી તાજા ઘા પર રકત સ્ત્રાવ કેમ બંધ થઈ જાય છે ?

6. A અને B બે બીકરોમાં ક્રમશઃ ફેરિક હાઈડ્રોકસાઈડ દ્રાવણ અને NaCl દ્રાવણ રાખેલ છે. જયારે કોઈ અંધકારમય રૂમમાં તેમા પ્રકાશનું કિરણ કેન્દ્રીત કરવામાં આવે તો A બીકર માં પ્રકાશ પુંજ

દેખાય છે પણ B બીકર માં દેખાતુ નથી. આનુ કારણ આપો. આ અસરનુ નામ બતાવો.

7. નીચેના શબ્દોની વ્યાખ્યા કરો અને પ્રત્યેકના બે ઉદા. આપો.

   (i) જેલ (ii) દ્રાવણ

8. કલિલમય દ્રાવણોના બે મુખ્ય ઉપયોગોનું વર્ણન કરો.

9. દૈનિક જીવનમાં પ્રયુકત પાયસોનાં બે ઉદા. આપો.

10. પાયસના પાયસીકારક શુ કાર્ય કરે છે ?

પોતાના જવાબોની તપાસ કરો.

1. નિલંબન - પાણીમાં .... પાણીમાં.........

   કલિલ દ્રાવણ - દૂધ, લોહી, બૂટપોલિશ, ચહેરાની ક્રીમ, જેલી

   વાસ્તવિક દ્રાવણ - પાણીમાં શર્કરા

2. જેલ - પાણીમા સ્ટાર્ચ

   વાયુસોલ - સિલિકા જેલ

   પાયસ - દૂધ

3. આલ્કોહોલ - જયારે આલ્કોહોલ વિક્ષેપન માધ્યમ હોય છે

   હાલડ્રોસોલ - જયારે પાણી વિક્ષેપન માધ્યમ હોય છે.

4.

વાસ્તવિક દ્રાવણ	કલિલમય દ્રાવણ
1. દ્રાવ્ય કણોનુ કદ થી ઓછુ	1. કણોનુ કદ
2. પારદર્શી દ્રાવણ બનાવે છે જેમાથી	2. પ્રકાશનો માર્ગ દેખાય છે.

પ્રકાશ પસાર થઈ શકે છે.

8.2

1. ગોલ્ડ દ્રાવણ, પ્લેટિનમ દ્રાવણ
2. (આર્સેનિયસ સલ્ફાઈડ, ફેરિક હાઈડ્રોકસાઈડ)
3. (a)

લાયોફિલિક કલિલ	**લાયોફોબિક કલિલ**
1. સરળતાથી બને છે.	1. વિશેષ વિધિઓ દ્વારા બને છે
2. વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન	2. બંને અવસ્થાઓમાં કોઈ જ
3. માધ્યમમાં મિત્રતા હોય છે.	3. મિત્રતા હોતી નથી

(b)

ઉત્ક્રમણીય હોય છે.	અનુત્ક્રમણીય હોય છે.
વિરાટ આણ્વીય	બહુઆણ્વીય
કણોનુ કદ કલિલમય	પ્રત્યેક કણ કલિલમય
કણોના કદના ક્ષેત્રમાં આવે છે.	કદની નથી હોતો પણ જોડાઈને પુંજ બનાવ્યા પછી કલિલમય કદના થઈ જાય છે.

9

રાસાયણિક ઉષ્માગિતશાસ્ત્ર :

જયારે એક રાસાયણિક પ્રકિયા થાય છે તો તેમાં ઊર્જા ફેરફાર પણ થાય છે કે જે ભિન્ન રૂપોમાં હોઈ શકે છે. ઉદા. માટે ઈંધણ, જેવા કે કેરોસીન, કોલસો, લાકડું તથા પ્રાકૃતિક ગેસનાં સળગવામાં આ ઊર્જા ફેરફાર ઉષ્મા અને પ્રકાશનુ રૂપ લે છે. બેટરીઓમાં થતી રાસા. પ્રકિયાથી વિદ્યુતઊર્જા મળે છે. પ્રકાશ સંશ્લેષણ દ્વારા ગ્લુકોઝ નાં નિર્માણમાં પણ સૂર્યની પ્રકાશ ઊર્જાનુ અવશેષણ થાય છે. આ રીતે આપણે જોઈએ છે કે એક રાસા. પ્રકિયાની સાથે થતા ઊર્જા ફેરફાર વિભિન્ન રૂપ લઈ શકે છે. આ પાઠમાં તમે તે પ્રકિયાઓનો અભ્યાશ કરશો. જેમાં ઉષ્માં ઉત્પન્ન થાય છે અથવા અવશોષિત થાય છે.

હેતુ :

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે :

- ઉષ્માગતિશાસ્ત્રમાં મુખ્યત્વે પ્રયુકત શબ્દોને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.
- ઉષ્માક્ષેપક તથા ઉષ્માશોષક પ્રકિયાઓમાં ભેદ કરી શકશો.
- ઉષ્માગિતશાસ્ત્રનાં પ્રથમ નિયમની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- આંતરિક ઊર્જાની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- એન્થાલ્પી અને એન્થાલ્પી ફેરફારને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.
- એન્થાલ્પી ફેરફાર તથા આંતરિક ઊર્જા ફેરફારમાં સબંધ સ્થાપિત કરી શકશો.
- સંભવન એન્થાલ્પી, તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પી અને દહન એન્થાલ્પીની ચર્ચા કરી શકશો.

GNW

- પ્રક્રિયા એન્થાલ્પી અને પ્રક્રિયકો તથા નીપજોની સંભવત એન્થાલ્પીઓમાં પરસ્પર સબંધ બતાવી શકશો.
- એન્થાલ્પી ફેરફાર પર આધારિત સંખ્યાત્મક પ્રશ્નનાં જવાબ મેળવી શકશો.
- હેસનો નિયમ બતાવી શકશો.
- હેસના નિયમની મદદથી પ્રક્રિયા એન્થાલ્પીને શોધી શકશો.
- બંધન એન્થાલ્પી અને બંધન-વિયોજન એન્થાલ્પીને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.

9.1 સામાન્ય રીતે પ્રયુક્ત શબ્દ

આ પાઠમ કેટલાક શબ્દોનો ખૂબ જ ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે આવો, પહેલા તેનો અર્થ સમજીએ.

9.1.1 પ્રણાલી અને પર્યાવરણ

જો આપણે કોઈ બીકરમાં રાખેલા બે પદાર્થો **A** અને **B**ની પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કરીએ તો તેમાં પ્રક્રિયા મિશ્રણ **A** અને **B**, પ્રણાલી છે તથા બીકર અને રૂમ જયાં તેને રાખવામાં આવ્યા છે, પર્યાવરણ છે. જેવું કે ચિત્ર **9.1** માં દર્શાવ્યું છે.

પ્રણાલી તે ભૌતિક સમષ્ટિ, જેની અભ્યાસ કરવામાં આવી રહયો છે. તેનો એક ભાગ હોય છે. જયારે સમષ્ટિની બાકીની ભાગ પર્યાવરણ કહેવાય છે.

તમે જાણો છો કે એક ડોકટર થર્મસ ફલાસકમાં રાખેલી ગરમ ચા/દુધ (જેને પ્રણાલી કહીશું) કેટલાક જ કલાકો સુધી ગરમ રહે છે. જો ફલાસ્ક સંપૂર્ણ ઉષ્મારોધી પદાર્થનો બનેલ હોય તો પ્રણાલી અને પ્રયાવરણ વચ્ચે કોઈ પણ પ્રકારના દ્રવ્ય તથા ઊર્જાનો વિનિમય થતો નથી આવી પ્રણાલીને વિયુકત પ્રણાલી કહે છે.

વિયુકત પ્રણાલી તે પ્રણાલીને કહેવાય છે જે પર્યાવરણ સાથે ન તો દ્રવ્યનો તથા ન તો ઊર્જાનો વિનિમય કરી શકે છે.

જો આપણે ગરમ ચા/દુધ ને ડોકટર સ્ટેઈનલેસ સ્ટીલનાં ફલાસકમાં રાખીએ તો કેટલાક સમય પછી ગરમ રહેતી નથી. અહી યો ઊર્જા સ્ટીલની દીવાલો થી પર્યાવરણમાં લુપ્ત થઈ જાય છે. જયારે ના લીધે દ્રવ્યનું નુકસાન થતું નથી આવી પ્રણાલીને બંધ પ્રણાલી કહેવાય છે.

બંધ પ્રણાલી તે પ્રણાલીને કહેવાય છે જે પર્યાવરણ સાથે ઊર્જાનો વિનિમય તો કરી શકે છે પરંતુ દ્રવ્યનો વિનિમય કરી શકતા નથી.

જો આપણે સ્ટેઈનલેસ સ્ટીલના ફલાસકને અથવા થર્મસ ફલાસક ને ખુલ્લા મૂકી દઈએ તો ઊર્જાના વ્યયની સાથે-સાથે બાષ્પના દ્વારા કેટલાક દ્રવ્યનો પણ વ્યય થાય છે. આવી પ્રણાલીને ખુલ્લી પ્રણાલી કહેવાય છે. વનસ્પતિ, જન્તુ, મનુષ્ય વગેરે ખુલ્લી પ્રણાલી નાં ઉદાહરણ છે. કારણકે તે સતત ની સાથે દ્રવ્ય (ભોજન વગેરે) તથા ઊર્જાનો સતત વિનિમય કરતા રહે છે.

ખુલ્લી પ્રણાલી તે પ્રણાલી ને કહેવાય છે જે પર્યાવરણની સાથે ઊર્જા તથા દ્રવ્ય બંનેનો વિનિમય કરી શકે છે.

9.1.2. પ્રણાલીની અવસ્થા

આપણે કોઈ પ્રણાલીની અવસ્થાને તેનાં માપવા યોગ્ય ગુણધર્મોના દ્વારા વ્યકત કરીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ વાયુની અવસ્થાને વ્યકત કરવા માટે તેનાં દબાણ, તાપમાન, આયતન વગેરેને વિનિર્દિષ્ટ કરવામાં આવે છે. આ મુખ્ય ગુણધર્મોને અવસ્થા મુખ્ય અથવા અવસ્થા વિધેય કહેવાય છે. તેનાં માન પ્રણાલી દ્વારા નકકી કરેલા પથ પર નહીં પરંતુ માત્ર પ્રણાલીની પ્રારંભિક તથા અંતિમ અવસ્થા પર નિર્ભર કરે છે. એટલે કે જયારે પ્રણાલીની અવસ્થામાં ફેરફાર થાય છે. તો ફેરફાર, પ્રણાલીની માત્ર આરંભિક અને અંતિમ અવસ્થાઓ પર નિર્ભર કરે છે.

અવસ્થા વિધેય તે વિધેયોને કહેવાય છે જે માત્ર પ્રણાલીની આરંભિક અવસ્થા અને અંતિમ અવસ્થા પર નિર્ભર કરે છે.

પ્રણાલીની અવસ્થામાં ફેરફારને પ્રણાલીની પ્રારંભિક તથા અંતિમ અવસ્થા ધ્વારા વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. એક અન્ય ઉદાહરણ દ્વારા આને સમજી શકાય છે. આપણે એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ જઈએ છીએ નકકી કરવામાં આવેલ અંતર તે પથ ઉપર નિર્ભર કરે છે. જેનું આપણે અનુસરણ કરીએ છીએ જયારે આ બંને સ્થાનોની વચ્ચેનું અંતર નિશ્રિત હોય છે. આ રીતે અંતર એક અવસ્થા વિધેય છે. પરંતુ નકકી કરવામાં આવેલ અંતર અવસ્થા વિધેય નથી.

9.1.3 પ્રણાલીના ગુણધર્મ

પહેલાં બતાવવામાં આવ્યુ છે કે પ્રણાલીમાં ગુણધર્મ જ અવસ્થા મુખ્ય કહેવાય છે. તેમને મુખ્યત્વે બે વર્ગોમાં વહેંચવામાં આવ્યા છે. માત્રાત્મક ગુણધર્મ, ગુણધર્મ

(i) માત્રાત્મક ગુણધર્મ :- તે છે જેનું માન પ્રણાલીની માત્રા પર નિર્ભર કરે છે. ઉદા. માટે આયતન, દ્રવ્યમાન, ભાર, ઉષ્મા વગેરે

(ii) માત્રા સ્વતંત્ર ગુણધર્મ :- તે છે જેનુ માન પ્રણાલીની માત્રા પર નિર્ભર કરતું નથી. ઉદા. માટે તાપમાન, દબાણ, શ્યાનતા, ઘનતા, પૃષ્ઠ તણાવ

તમે જોશો કે સબંધિત પદાર્થની એકમ માત્રાને નિર્દેશિત કરવાથી માત્રાત્મક ગુણધર્મ, માત્રા સ્વતંત્ર

ગુણધર્મ બની શકે છે. ઉદા. માટે દ્રવ્યમાન તથા આયતન માત્રાત્મક ગુણધર્મ છે. પરંતુ (આયતન માત્રાત્મક ગુણધર્મ છે. પરંતુ (આયતન પ્રતિ .... દ્રવ્યમાન) .... ગુણધર્મ છે.

9.1.4 પ્રક્મોનાં પ્રકાર

આવો, આપણે પહેલાં આ સમજીએ કે પ્રક્મનો અર્થ શું થાય છે માની લો કે આપણે કોઈ પ્રણાલી નું તાપમાન વધારવા માંગીએ છીએ આ કાર્ય આપણે તેને શરમ કરીને કરી શકીએ છીએ.. અહીયાં ગરમ કરવુ જ પ્રક્મ છે.

કોઈ અવસ્થામાં ફેરફાર કરવાની વિધિને જ પ્રક્મ કહેવાય છે.

પ્રક્મ ભિન્ન પ્રકારના હોય શકે છે. જેની વ્યાખ્યા નીચે કરવામાં આવી છે.

(i) **સમતાપી પ્રક્મ :-** બરફ 273 K તથા 1 atm દબાણ પર ઓગળે છે. જયાં સુધી ઓગળવાની ક્રિયા પૂરી નથી થતી ત્યાં સુધી પ્રણાલીના તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી. આવા પ્રક્મ સમતાપી પ્રક્મના ઉદાહરણ છે. સમતાપી પ્રક્મની વ્યાખ્યા નીચે પ્રમાણે પણ કરી શકાય છે.

જયારે ભિન્ન પ્રક્રિયાઓ દરમ્યાન પ્રણાલીનું તાપમાન અચળ રહે છે. તો આ પ્રક્મ સમતાપી પ્રક્મ કહેવાય છે. આ પ્રક્મમાં પ્રણાલીથી ઉષ્માં નિષ્કાસિત થાય છે. અથવા તો અવશોષિત થાય છે.

(ii) સમોષ્મી પ્રક્મ :- જો એક બંધ થર્મસ ફલાસકમાં એક એસિડને એક ક્ષાર ની સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો ઉત્પન્ન ઉષ્માં પ્રણાલીમાં જ રહે છે. આવા પ્રક્મોને સમોષ્મી પ્રક્મ કહેવાય છે. કારણકે થર્મસ ફલાસક ના લીધે પ્રણાલી તથા પર્યાવરણ ની વચ્ચે ઉષ્મા વિનિમય થતો નથી. સમીષ્મી પ્રક્મની વ્યાખ્યા નીચે પ્રમાણે આપી શકાય છે.

સમોષ્મી પ્રક્મમાં પ્રણાલી અને પર્યાવરણ ની વચ્ચે ઉષ્માનો વિનિમય થતો નથી. આ રીતે સમોષ્મી પ્રક્મ દરમિયાન હંમેશા તાપમાનમાં પરિવર્તન થાય છે.

(iii) પ્રતિવર્તી પ્રક્મ :- પ્રતિવર્તી પ્રક્મમાં પ્રારંભિક અને અંતિમ અવસ્થાઓ એકબીજાની સાથે ક્મિક સંતુલીત અવસ્થાઓ થી જોડાયેલી હોય છે. પ્રક્મના કોઈ ભાગમાં થતાં ફેરફાર, વિરૂધ્ધ દિશામાં થઈને તરત જ ઊલટાઈ જાય છે. આ રીતે પ્રક્રિયાને પૂરી કર્યા પછી ફરી

પ્રતિવર્તી દિશામાં કરવાથી પ્રણાલી અને પર્યાવરણ બંને જ પોતાની પ્રારંભિક અવસ્થા પ્રાપ્ત કરી લે છે.

આવો આને એક ઉદાહરણથી સમજીએ માની લો કે એક પ્રવાહી પોતાની બાષ્પની સાથે એક ઘર્ષણરહિત પિસ્ટનવાળા સિલિંડરમાં સંતુલિત અવસ્થામાં બંદ છે અને તેને અચળ-તાપમાન બાથમાં રાખવામાં આવ્યું છે. જેવુકે ચિત્ર માં બતાવ્યુ છે. જો પિસ્ટન પર બહારનુ દબાણ થોડી માત્રામાં વધારવામાં આવે તો બાષ્પ સંઘનિત થઈ જશે. પરંતુ સંઘનન એટલું ધીમે-ધીમે થશે કે ઉત્પન્ન ઉષ્મા અચળ તાપમાન બાથ દ્વારા અવશોષિત થઈ જશે. પ્રણાલીનું તાપમાન વધશે નહી અને આ પ્રવાહીની ઉપરનુ દબાણ સ્થિર રહેશે. જો બાષ્પનુ સંઘનન થઈ રહયું છે. પરંતુ પ્રત્યેક ક્ષણે પ્રણાલી સંતુલિત અવસ્થામાં રહેશે. જો બહારનુ દબાણ, બાષ્પ દબાણથી થોડુ ઓછુ કરી દેવામાં આવે તો પ્રવાહી ખૂબ ધીરે-ધીરે બાષ્પિત થશે અને તેના ફળરૂપે તાપમાન અને દબાણ અચળ રહેશે.

પ્રતિવર્તી પ્રક્રમ તે પ્રકમોને કહેવાય છે જેમાં ફેરફાર એટલો ધીમો-ધીમો થાય છે કે પ્રણાલી અને પર્યાવરણ હમેશા સંતુલિત અવસ્થામાં રહે છે.

(iv) અપ્રતિવર્તી પ્રકમ :- ઉપરના ઉદાહરણમાં બહારના દબાણની અચાનક ઘટાડાથી અથવા વૃદ્ધિથી તીવ્ર ઉદ્‌બાષ્પન અથવા સંઘનન થાય છે. જેનાથી પ્રણાલીમાં તાપમાન અને દબાણ અસમાન રહેશે અને સંતુલિત રહેશે નહી. આવા પ્રકમોને અપ્રતિવર્તી પ્રકમ કહે છે.

9.1.5 મુકત અવસ્થાઓ

રાસાયણિક ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર::

તમે જોયુ કે કોઈ પ્રકમને અવસ્થા-વિધેયો દ્વારા વ્યકત કરવામાં આવે છે. ભિન્ન સંયોજનોની ઊર્જાઓની તુલના માટે મુકત અવસ્થા સેટની પસદંગી કરવામાં આવે છે. તેનો અર્થ છે સ્થાયી રૂપથી કોઈ પદાર્થનુ વિશિષ્ટ તાપમાન પર **1** બાર દબાણ પર સૌથી સ્થાયી રૂપ

9.2 ઉષ્માક્ષેપક અને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ

એક કસનળીમાં દાણાદાર ઝિંકના કેટલાક ટુકડા લો અને તેમાં મંદ હાઈડ્રોકલોરીક એસિડનાં થોડા ટીપા નાખો તથા તેનાથી ઉત્પન્ન થતા વાયુને જુઓ. કસનળીને સ્પર્શ કરો તે ગરમ લાગશે.

તમે જોયું હશે કે ચૂનો કરવા માટે જયારે ચૂનામાં પાણી નાખવામાં આવે છે તો બહુ જ ઉષ્માં ઉત્પન્ન થાય છે.

જયાર ભોજન બનાવવા વાળો ગેસ તથા કોલસાને સળગાવવામા આવે છે તો પ્રકાશની સાથે સાથે ઉષ્માં પણ ઉત્પન્ન થાય છે. ઘણી બધી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના ફળરૂપે પર્યાવરણમાં ઉર્જા મુકત થાય છે. આ પ્રકારની પ્રક્રિયાઓને આપણે ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓ કહેવાય છે.

ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓને તે પ્રક્રિયાઓ હોય છે જેમા ઉષમા ઉત્પન્ન થાય છે.

હવે આપણે નીચેની પ્રક્રિયાઓ પર વિચાર કરીએ :-

એક કસનળીમાં જે કે પાણીથી અડધી ભરેલી હોય. ઘન એમોનિયમ કલોરાઈડની કેટલીક માત્રા ઉમેરો. કસનળીને હલાવો અને સ્પર્શ કરો તે ઠંડી લાગશે.

આ જ પ્રયોગને પોટેશિયમ નાઈટ્રેટ ની સાથે કરો તથા કસનળીને સ્પર્શો. તે ઠંડી લાગશે.

એક કસનળીમાં પાણી લઈને તેમાં થોડી માત્રામાં બેરિયમ હાઈડ્રોકસાઈડ અને એમોનિયમ કલોરાઈડ મિશ્ર કરો. કસનળી ને સ્પર્શ કરો તે ઠંડી લાગશે.

ઉપરના બધા પ્રકમોમાં આપણે જોઈએ છીએ કે પ્રણાલી પોતાના .. થી ઉષ્માનું અવશોષણ કરે છે. આવી પ્રક્રિયાઓની ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ કહેવાય છે.

ઉષ્માશોષક ક પ્રક્રિયાઓ તે પ્રક્રિયાઓ હોય છે જેના થવાથી ઉષ્માનું શોષણ થાય છે.

9.3 ઉષ્મારાસાયણિક સમીકરણ

તમે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના સમીકરણોથી પરિચિત છો. જ્યારે આપણે તે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ ને લખીશુ જેમાં ઉષ્માં ફેરફારો તથા પ્રક્રિયકો અને નીપજોની અવસ્થાઓને નિર્દેશિત કરવામાં આવે છે. તેને ઉષ્મા રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે. આ સમીકરણોને લખવા માટે નીચેના મૂદાઓનું અનુસરણ કરવામાં આવે છે.

(i) કોઈ પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન અથવા અવશોષિત ઉષ્મા પ્રક્રિયક પદાર્થોની ભૌતિક અવસ્થા દ્વારા પ્રભાવિત થાય છે. આથી વાયુ, પ્રવાહી અને ઘન અવસ્થાઓને નિરૂપીત કરવા માટે રાસાયણિક સુત્રો ની સાથે **(g)**, **(l)**, અને **(s)** પ્રતિક લખવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ માટે ઓકસીજનમાં મિથેનના દહનને આપણે આ રીતે લખીશુ.

$$CH_4(g) + 2O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l) + \text{ઉષ્મા}$$

ઉષ્મા રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને લખવામાં ઉત્પન્ન અથવા શોષિત ઉષ્માને દ્વારા વ્યકત કરવામાં આવે છે. ઉત્પન્ન અથવા અવશોષિત ઉષ્માને સમીકરણની પછી લખવામાં આવે છે. ΔH અને સમીકરણની વચ્ચે અર્ધવિરામનું ચિહન લખવામાં આવે છે. ΔH ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓ માટે ઋણ તથા ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ માટે ઘન હોય છે.

ઉદા. માટે એક ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા આ રીતે લખી શકાય છે :-

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \qquad CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l)\,;\ \Delta H = -\,891\ kJ$$

જ્યારે એક ઉષ્માક્ષોષક પ્રક્રિયાને આ રીતે લખી શકાય.

$$H_2\,(g) + I_2\,(g) \qquad 2HI\,(g)\,;\ \Delta H = 52.2\ kJ$$

(ii) અપુરતા દર્શાવતા તત્વોની સાથે અપરરૂપનુ નામ લખવામા આવે છે. ઉદા. માટે **C** (ગ્રેફાઈટ), **C** (હીરો) વગેરે

(iii) જલીય દ્રાવણ વાળા પદાર્થોને (aq) ચિહન દ્વારા દર્શાવાય છે. ઉદા. તરીકે સોડિયમ કલોરાઈડનાં જલીય દ્રાવણ માટે NaCl (aq) લખવામાં આવે છે.

(iv) જો જરૂરી હોય તો ઉષ્મા રાસાયણિક સમીકરણોને ભિન્ન-ભિન્ન ગુણાંકો દ્વારા પણ સંતુલિત કરવામાં આવી શકે છે. રાસાયણિક સમીકરણોમાં પદાર્થોના ગુણાંક તેના મોલોની સંખ્યાને

વ્યકત કરતા હોય છે. અને નુ ΔH માન તે પદાર્થોની માત્રાને અનુરૂપ હોય છે.

(v) જો ગુણાંકોને કોઈ ગુણક દ્વારા ગુણવામાં અથવા ભાગવામાં આવે છે તો નાં ΔHમાન ને પણ તે ગુણક દ્વારા ગુણવા અથવા ભાગવા જોઈએ આવા કિસ્સાઓમા માન ગુણાંકો પર નિર્ભર કરે છે. ઉદા. માટે નીચેના સમીકરણ માં :

$$H_2\,(g) + \quad O_2\,(g) \qquad H_2O\,(g)\ ;\ \Delta H = -\,242\ kJ$$

જો ગુણાંકોને વડે ગુણવામાં આવે તો સમીકરણ આ રીતે બને :-

$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) \qquad 2H_2O\,(g)\ ;\ \Delta H = 2\,(-\,242) = -\,484\ kJ$$

9.4 ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો પહેલો નિયમ

તમે જાણો છો કે રાસાયણિક પ્રકિયાઓમા ઉર્જા ફેરફાર થાય છે. આ ઊર્જા ફેરફારોને આપણે કેવી રીતે નિર્ધારિત કરીએ છીએ ? તમને યાદ હશે કે ઊર્જા ને ન તો ઉત્પન્ન કરી શકાય છે અને ન તો નષ્ટ કરી શકાય છે. ઊર્જાને માત્ર એક રૂપમાંથી બીજા રૂપમાં રૂપાંતર જ કરી શકાય છે. અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ આનું પ્રેક્ષણ ઘણા વર્ષો સુધી કર્યુ. આ પ્રેક્ષણ ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો પ્રથમ નિયમ કહેવાય છે. આ નિયમ ભિન્ન પરિસ્થિતિઓમા માન્ય કરવામાં આવ્યો છે. આ નિયમને આ રીતે લખી શકાય છે.

ઊર્જાને ન તો ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, ન તો નષ્ટ કરી શકાય છે સમષ્ટિ અથવા કોઈ વિયુકત પ્રણાલીની કુલ ઊર્જા અચળ રહે છે.

ગણિતની ભાષામાં, ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો પહેલો નિયમ આ રીતે લખી શકાય.

$$\Delta U = q + w \qquad (9.1)$$

જયાં, ΔU =આંતિરક ઊર્જા ફેરફાર q = પ્રણાલી દ્વારા અવશોષિત ઉષ્મા w = પ્રણાલી પર કરવામાં આવેલ કાર્ય

9.4.1 આંતરિક ઊર્જા (U)

દરેક પ્રણાલીમાં ઊર્જાની નિશ્ચિત માત્રા હોય છે. આ માત્રા ભિન્ન પદાર્થો માટે ભિન્ન હોય છે. આનાં અંતગર્ત અણુઓની સ્થાનાંતરિત, કંપન તથા ધૂર્ણન ઊર્જા અને ઈલેકટ્રોનો તથા કેન્દ્રોની ઊર્જા આવે છે.

છે.

આંતરિક ઊર્જા પ્રણાલીમાં હાજર બધા પરમાણુઓ, અણુંઓ તથા આયનો ની ઊર્જાઓનો યોગ હોય છે.

આ અવસ્થા વિધેય છે. આંતરિક ઊર્જાનાં નિરપેક્ષ માનો ને માપવુ સંભવ નથી. પરંતુ આપણે આંતરિક ઊર્જા પ્રારંભિક અવસ્થામાં U_1 અને અંતિમ અવસ્થામાં U_2 હોય તો આંતરિક ઊર્જામાં ફેરફાર તે ΔU પથ પર નિર્ભર કરતો નથી. જેની પ્રણાલી પ્રારંભિક અવસ્થાથી અંતિમ અવસ્થા સુધી પહોચવામાં અનુસરણ કરે છે. આપણે આ ફેરફારને આ રીતે લખી શકીએ છીએ.

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

પ્રણાલીની આંતરિક ઊર્જામાં બે રીતે ફેરફાર કરી શકાય છે.

(i) પ્રણાલીમાં ઉષ્મા પ્રવાહિત કરવાથી અથવા નિષ્કાસિત કરવાથી

(ii) પ્રણાલી પર કાર્ય કરવાથી અથવા પ્રણાલી દ્વારા કાર્ય કરવાથી

9.4.2 ઉષ્મા (q) અને કાર્ય (w)

ઉષ્મા અને કાર્ય અવસ્થા વિધેય નથી. આવું એટલા માટે છે કારણકે q તથા w ના માન, ફેરફારની વિધિ પર નિર્ભર કરતા નથી.

જોકે નિયમ ઉષ્મા તથા કાર્યના સ્થાનાંતરથી સબંધિત છે, આથી આપણે આ માત્રાઓ માટે કેટલાક ચિહનો નિર્ધારિત કરીએ છીએ. પ્રણાલીની આંતરિક ઊર્જામાં વૃધ્ધિ કરવાવાળી કોઈ પણ વસ્તુને ઘન ચિહ્ન આપવામાં આવે છે.

પ્રણાલીને આપેલી ઉષ્મા (q) અને તેના પર કરવામાં આવેલ કાર્ય (w) ને ઘન ચિહ્ન આપવામાં આવે છે. આવો ઉદાહરણ દ્વારા આને સ્પષ્ટરૂપથી સમજીએ.

માની લો કે કોઈ ફેરફારમાં 50 kJ ઊર્જાનુ અવશોષણ તથા 30 kJ કાર્યનો વ્યય થાય છે., તો

$$q = +50 \text{ kJ}$$

$$w = -30 \text{ kJ}$$

આંતરિક ઊર્જામાં ફેરફાર $\Delta U = (+50 \text{ kJ}) + (-30 \text{ kJ}) = = +20 \text{ kJ}$

આ પ્રકારે પ્રણાલીની ઊર્જામાં +20 kJ ની વૃદ્ધિ થાય છે. આથી ની આંતરિક ઊર્જામા -20 kJ ઊર્જાનો ફેરફાર થશે.

9.4.3 પ્રસારનું કાર્ય

માની લો કે દબાણ p અચળ છે. તથા પ્રણાલીનો વેગ V_1 થી બદલાઈને V_2 થઈ ગયા છે. ત્યારે પ્રણાલી દ્વારા કરવામાં આવેલ કાર્ય આ રીતે આપવામાં આવશે :-

$$w = -p\,(V_2 - V_1) = -p\,\Delta V \qquad (9.2)$$

(અહીં ઋણ નિશાન એટલે લખ્યુ છે કે પ્રણાલી દ્વારા કાર્ય થાય છે.) સમીકરણ 9.1 થી w ના માન ને પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે :

$$\Delta U = q - p\,\Delta V \qquad (9.3)$$

જો આ પ્રક્રમને અચળ વેગ પર કરવામાં આવે તો, એટલે કે $\Delta V = 0$, તો

$$\Delta U = q_v \qquad (9.4)$$

q_v માં નીચે દર્શાવેલ v દર્શાવે છે કે ફેરફાર અચળ વેગ થાય છે.

સમીકરણ 9.4 થી જાણવા મળે છે કે જો પ્રણાલીનાં ઉષ્મા ફેરફારને અચળ વેગ પર માપવામાં આવે તો આંતરિક ઊર્જા ફેરફારને જાણી શકાય છે. પરંતુ રસાયણ વિજ્ઞાનમાં, સાધારણ રીતે રાસાયણિક પ્રકિયાઓને અચળ દબાણ પર કરવામાં આવે છે ત્યારે આપણે શું કરીએ છીએ ? આવો એક અન્ય અવસ્થા-વિધેય, એન્થાલ્પીને વ્યાખ્યાયિત કરીએ.

9.4.4 એન્થાલ્પી (*H*)

અચળ દબાણ પર ઉષ્મા ફેરફારોને માપવા માટે આપણે એક અવસ્થા-વિધેય જેને એન્થાલ્પી કહે છે. ની વ્યાખ્યા કરીએ છીએ. આને H દ્વારા વ્યકત કરવામાં આવે છે અને આ રીતે આપવામાં આવે છે.

$$H = U + p\,V \tag{9.5}$$

એન્થાલ્પી ફેરફાર ΔH , આ રીતે થશે :

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(pV) \tag{9.6}$$

અથવા $\Delta H = \Delta U + p\,\Delta V + V\,\Delta p$

જો ફેરફાર અચળ દબાણ પર કરવામાં આવે તો $\Delta p = 0$ ત્યારે સમીકરણ 9.6 આ રીતે થશે.

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V \text{ (અચળ દબાણ પર)} \tag{9.7}$$

સમીકરણ 9.3 થી ΔUના માનનુ સમીકરણ 9.7માં રાખવાથી

$$\Delta H = q - p\,\Delta V + p\,\Delta V$$

$$= q \text{ (અચળ દબાણ પર)}$$

આપણે અચળ દબાણ પર q ને q_pવડે દર્શાવીએ છીએ. આથી

$$\Delta H = q_p \tag{9.8}$$

સમીકરણ 9.8 થી જાણવા મળે છે કે અચળ દબાણ પર ઉષ્મા ફેરફાર ને માપીને કોઈ પણ પ્રક્મ થી એન્થાલ્પી ફેરફારને માપી શકે છે.

9.4.5 ΔH તથા ΔU ની પરસ્પર સબંધ

પ્રવાહી તથા ઘન માટે $\Delta_r H$ અને $\Delta_r U$ ની વચ્ચે અંતર બહુ મહત્વપૂર્ણ નથી હોતુ પરંતુ વાયુઓ માટે આ અંતર મહત્વપૂર્ણ હોય છે. જેવું કે આપણે અહીયાં જોઈએ છીએ.

માન્યું કે અચળ દબાણ તથા તાપમાન પર V_Aવાયુ પ્રકિયકોનો કુલ વેગ છે.

V_B વાયુ નીપજો નો કુલ વેગ છે.

n_Aવાયુ પ્રકિયકોનાં મોલની સંખ્યા છે.

તથા n_B નીપજો ના મોલની સંખ્યા છે. ત્યારે આદર્શ વાયુ નિયમ ની મદદથી આપણે લખી શકીએ

છીએ કે :-

$$p\,V_A = n_A\,RT \qquad (9.9)$$

$$p\,V_B = n_B\,RT \qquad (9.10)$$

સમીકરણ 9.9 ને સમીકરણ 9.10 થી બાદ કરતા

$$p\,V_B - pV_A = n_B\,RT - n_A\,RT = (n_B - n_A)\,RT$$

$$p\,(V_B - V_A) = p\,\Delta\,V = \Delta\,n_g RT$$

અચળ દબાણ પર,

$$\Delta\,H = D\,U + p\,D\,V$$

આથી $\Delta\,H = \Delta\,U + \Delta\,n_g\,RT$ જ્યાં,

$\Delta\,n_g$ = (વાયુ નીપજોનાં મીલોની સંખ્યા) - (વાયુ પ્રક્રિયકોનાં મોલોની સંખ્યા)

આ રીતે, આપણે $\Delta\,H$ થી $\Delta\,U$ નુ માન તથા $\Delta\,U$ થી $\Delta\,H$ ના માનને શોધી શકીએ છીએ.

ઘન તથા પ્રવાહીઓ માટે $\Delta\,V$ નું માન ખૂબ જ ઓછું હોય છે. આથી $p\,\Delta\,V$ પદને છોડી શકાય છે અને આથી $\Delta\,H$ લગભગ $\Delta\,U$ના જેટલો જ થશે.

પાઠ સંબિધત પ્રશ્ન 9.1

1. નીચેના કથનોમાં કયું કથન અસત્ય છે ?

   (ક) $H_2(g) + Cl_2(g)$ $2HCl\,(g) + 185\text{ kJ}$ આ ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયા છે.

   (ખ) એન્થાલ્પી ફેરફાર અવસ્થા વિધેય છે.

   (ગ) વાયુ પ્રણાલી માટે મુકત અવસ્થા સ્થિતિ વિશિષ્ટ તાપમાન પર અને 1 બાર દબાણ પર નિર્દેશિત કરવામાં આવે છે.

2. 298 K પર નીચેની પ્રક્રિયા માટે, $N_2(g) +$ $H_2\,(g)$ $NH_3(g)\,;\,\Delta\,H = -\,46\text{ kJ}$

   નું માન કેટલું છે ?

   (ક) Δn_g પર નું માન શોધો

   (ખ) 298 K પર $\Delta\,U$ નુ માન શોધો

3. *નીચેનામાંથી કોના લીધે આંતરિક ઊર્જામાં વૃદ્ધિ થશે ?*

(ક) પ્રણાલીને આપેલ ઉષ્મા

(ખ) પ્રણાલી દ્વારા કરેલ કાર્ય

9.5 પ્રક્રિયાઓની મુક્ત એન્થાલ્પી

આપણે પ્રકિયકોની કુલ એન્થાલ્પી ને $H_{પ્રકિયક}$ તથા નીપજોની કુલ એન્થાલ્પીને $H_{નીપજ}$ માનીએ છીએ. આ બે એન્થાલ્પી માનો નું અંતર ΔH પ્રક્રિયાની એન્થાલ્પી હોય છે.

$$\Delta_r H = H_{નીપજ} - H_{પ્રકિયક}$$

જયારે $H_{નીપજ}$ થી $H_{પ્રકિયક}$ વધારે હોય છે. તો ΔH ધન હોય છે. અને પ્રક્રિયામાં ઉષ્મા અવશોષિત થાય છે. આથી પ્રક્રિયા ઉષ્માશોષક થશે. ઉદાહરણ તરીકે ,

$H_2(g) + I_2(g) \quad 2HI(g);\ D_r H = 52.5$ kJ

જયારે $H_{પ્રકિયક}$ થી $H_{નીપજ}$ ઓછું હોય છે તો ΔH નુ માન ઋણ હોય છે. અને પ્રક્રિયામાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે. આથી પ્રક્રિયા ઉષ્માક્ષેપક થશે. ઉદાહરણ તરીકે

$CH_4(g) + 2O_2(g) \quad CO_2(g) + 2H_2O(l);\ \Delta_r H = -890.4$ kJ

દબાણ અને તાપમાનની સાથે પ્રક્રિયાની એન્થાલ્પીમાં ફેરફાર થાય છે. પ્રક્રિયાઓની એન્થાલ્પી ને પદાર્થોની મુક્ત અવસ્થામાં વ્યક્ત કરવી સુવિધાજનક રહે છે. મુક્ત અવસ્થાને પહેલા સ્પષ્ટ કરવામાં આવી છે. જયારે પદાર્થ મુક્ત અવસ્થામાં હોય છે. તો પ્રકિયા એન્થાલ્પીને પ્રક્રિયાની મુક્ત એન્થાલ્પી કહેવાય છે. મુક્ત પ્રકિયા એન્થાલ્પી કોઈ પ્રકિયાનો એન્થાલ્પી ફેરફાર હોય છે. જયારે મુક્ત તાપમાન અને દબાણ પર પ્રકિયક અને નીપજ પોતાની મુક્ત અવસ્થામાં હોય છે. આને $\Delta_r H^0$ દ્વારા દર્શાવાય છે.

9.5.1 સંભવન એન્થાલ્પી ($\Delta_f H°$)

જયારે કોઈ શુદ્ધ સંયોજનનો એક મોલ પોતાના તત્વો દ્વારા નિર્મિત થાય છે. તો તેમાં થતા એન્થાલ્પી ફેરફારને સંભવન એન્થાલ્પી કહેવાય છે અને આને $\Delta_f H^0$ દ્વારા દર્શાવાય છે.

જયારે પ્રકિયક તત્વ અને નિર્મિત નીપજ બધી મુક્ત અવસ્થામાં હોય છે તો રાસાયણિક પ્રકિયાની સાથે થતા એન્થાલ્પી ફેરફાર મુક્ત સંભવન એન્થાલ્પી કહેવાય છે. અને તેને $\Delta_f H^0$ દ્વારા દર્શાવાય છે. નિયમના અનુસાર મુક્ત અવસ્થામાં કોઈ તત્વની મુક્ત સંભવન એન્થાલ્પીને શુન્ય માનવામાં આવે છે.

ઉદા માટે

$$C_{(Graphite)} + O_2(g) \quad CO_2\,(g)\,;\, \Delta_f H^0 = -\,393.5\ \text{kJ mol}^{-1}$$

આનો અર્થ એ થયો કે કાર્બન ડાયોક્સાઈડ પોતાના તત્વોથી તેમની સૌથી અવસ્થાઓથી નિર્મિત હોય છે. કાર્બન ગ્રેફાઈટના રૂપમાં 1 બાર દબાણ અને સામાન્ય તાપમાન પર હોય છે અને O_2 તથા CO_2 વાયુઓના રૂપમાં 1 બાર દબાણ પર છે.

9.5.2 દહન એન્થાલ્પી (Δ_{comb} H°)

આપેલા તાપમાન અને 1 બાર દબાણ પર એક મોલ સંયોજન ના ઓક્સિજનમાં સંપૂર્ણ દહન થી થતાં એન્થાલ્પી ફેરફારને દહન એન્થાલ્પી કહે છે.

ઉદાહરણ માટે,

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \quad 2CO_2(g) + 3H_2O(l)\,;\, \Delta_{comb} H^0 = -\,1365.6\ \text{kJ}$$

$C_2H_5OH(l)$ ની દહન એન્થાલ્પી $-\,1365.6\ \text{kJ mol}^{-1}$ છે.

→ ### 9.5.3 તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પી ($\Delta_{neut}\,H^o$)

જયારે મંદ જલીય માધ્યમમાં એક મોલ હાઈડ્રોજન આયનો (H^+) નો એક મોલ હાઈડ્રોક્સિલ આયનો (OH^-) દ્વારા તટસ્થીકરણ થઈને પાણી બનાવે છે તો એન્થાલ્પી ફેરફારને તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પી કહેવાય છે.

ઉદા. માટે

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \quad H_2O\,(l)\,;\, \Delta_{neut} H = -57\ \text{kJ/mol}$$

પ્રબળ એસિડની પ્રબળ ક્ષારની સાથે તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પી હંમેશા અચળ હોય છે. જેનું માન –57 kJ હોય છે. પરંતુ પ્રબળ એસિડના નિર્બળ ક્ષાર અને નિર્બળ એસિડના પ્રબળ ક્ષાર ની સાથે તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પીનું માન પણ ભિન્ન હશે કારણકે નિર્બળ એસિડો અને નિર્બળ ક્ષારોની આયનીકરણ ની માત્રા ભિન્ન હોય છે.

9.6 ઉષ્મારસાયણનાં નિયમ

ઉષ્મા રસાયણના બે નિયમ છે. તે લેવોજિયર લાપ્લાસ નિયમ અને હેસનો અચળ ઉષ્મા સંકલનનો નિયમ છે.

લેવોજિયર લાપ્લાસ નિયમ : જયારે કોઈ રાસાયણિક સમીકરણને વિરૂધ્ધ રૂપથી લખવામાં આવે છે. તો નુ $\Delta_r H$ ચિહ્ન બદલાય જાય છે. ઉદા. તરીકે,

$$N_2\,(g) + O_2\,(g) \quad 2NO\,(g);\ \Delta_r H = 180.5\ kJ$$

$$2NO\,(g) \quad N_2\,(g) + O_2\,(g);\ \Delta_r H = -180.5\ kJ$$

હેસના સ્થિર ઉષ્મા સંકલનનો નિયમ : હેસ નિયમ અનુસાર કોઈ પ્રકિયાની એન્થાલ્પી મધ્યવર્તી પદોની સંખ્યા અને પ્રકૃતિ પર નિર્ભર કરતી નથી.

તમે વાંચ્યુ છે કે પ્રકિયા :-

$$C\,(graphite) + O_2(g) \quad CO_2(g)$$

નો મુકત એન્થાલ્પી ફેરફાર – 393.5 kJ mol^{-1} છે. આ માન એક કેલોરીમીટરની મદદથી જાણી શકાય છે. જો કેટલીક પ્રકિયા એવી છે. જેનુ પ્રયોગશાળામાં પ્રત્યક્ષ એન્થાલ્પી-માપન સંભવ નથી.

ઉદા. પ્રકિયા

$$C\,(graphite) + \quad O_2\,(g) \quad CO\,(g)$$

ના મુકત અન્થાલ્પી ફેરફારને કેલોરીમીટરની મદદથી માપવું શકય નથી. કારણકે ઓકસીજનના વધારા વગર કાર્બનનુ પુર્ણ દહન થતુ નથી. પરંતુ જો ઓકિસજનના વધારા નો પ્રયોગ કરવામાં આવે તો કેટલાક CO નુ CO_2 માં ઓકિસડેશન થઈ જાય છે. આથી આ પ્રકારની પ્રકિયાઓ જેના માટે પ્રત્યક્ષ માપન સંભવ નથી. તો એન્થાલ્પી ફેરફાર કેવી રીતે શોધી શકાય ? જો કે ΔH એક અવસ્થા વિધેય છે. આથી તેનુ માન આની પર નિર્ભર કરતું નથી કે પ્રકિયા કેવી રીતે કરી શકાય. આવો, પ્રકિયાને આ રીતે કરીએ.

(1) પહેલા નીચેની પ્રકિયા કરો અને માનો કે આ પ્રકિયાનો એન્થાલ્પી ફેરફાર $\Delta_r H_1^0$ છે.

$$C\,(graphite) + O_2\,(g) \quad CO_2\,(g);\ \Delta_r H_1^{\,0} = -393.5\ kJ/mol.$$

(2) હવે આ પ્રકિયાને લખીએ જેનાં માટે પ્રકિયા એન્થાલ્પી ફેરફાર શોધવો છે . માનો કે તે $\Delta_r H_2^{\circ}$ છે.

$$C\,(graphite) + \quad O_2\,(g) \quad CO(g);\ \Delta_r H_2^{\,0} = ?$$

(3) હવે નીચેની પ્રકિયા કરીએ જેનો પ્રકિયા એન્થાલ્પી ફેરફાર, માનો $\Delta_r H_3^0$ છે.

$$CO(g) + \quad O_2(g) \quad CO_2(g);\ \Delta_r H_3^0 = -283.0\ kJ$$

આપણે કાર્બન અને ઓકસીજન થી $CO_2(g)$ નીપજને બે રીતે પ્રાપ્ત કર્યો. પહેલુ ચરણ (1) થી અને બીજા ચરણ (2) + (3) થી,

હેસના નિયમ અનુસાર,

$$\Delta_r H_1^0 = \Delta_r H_2^0 + \Delta_r H_3^0$$

અથવા $$\Delta_r H_2^0 = \Delta_r H_1^0 - \Delta_r H_3^0$$

આકૃતિ માં કાર્બન અને ઓકિસજન ના CO_2 માં ફેરફાર નાં વૈકલ્પિક પથ બતાવ્યા છે.

$[(-393.5) - (-283.0)]$
2

હેસ નિયમથી આ પરિણામ નીકળે છે કે બીજ ગણિતીય સમીકરણોની જેમ ઉષ્મારાસાયણિક સમીકરણોને પણ વધારી અથવા ઘટાડી શકાય છે. જેનાથી વધેલી પ્રકિયા પ્રાપ્ત થાય છે. આ નિયમનો એક વ્યાવહારિક ઉપયોગ એ છે કે તેનાથી આ પ્રકિયાઓના એન્થાલ્પી ફેરફાર શોધી શકાય છે. જેનો સીધો અભ્યાસ કરી શકાતો નથી. જેવુ કે આપણે હાલ ઉપરની સ્થિતિમાં જોયુ હતુ. આ પ્રકિયાના એન્થાલ્પી ફેરફારને શોધવા માટે આપણે $\Delta_r H^0$ ના જાણીતા માનો ને બીજગણિતીય વિધિથી જોડીએ છીએ. જેવી રીતે સ્વયં પ્રકિયાઓને જોડીએ છીએ.

આથી C(graphite) + O_2 (g) $\quad CO_2$ (g) ; $D_r H_1^0 = -393.5$ kJ/mol

$$-[CO(graphite) + \quad O_2(g) \quad CO_2\ (g)];\ \Delta_r H_3^0 = -283.0\ kJ/mol$$

$$C(graphite) + \quad O_2\ (g) \quad CO(g)\ ;\ \Delta_r H_2^0 =$$

$= -110.5$ kJ/mol

ઉદાહરણ 9.1: ગ્લુકોઝનાં દહનથી ઉત્પન્ન ઊર્જા નીચેના સમીકરણમાં આપેલ.

$$C_6H_{12}O_6\,(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2\,(g) + 6H_2O(l);\ \Delta_{comb}H = -2840 \text{ kJ/mol}$$

1.08 g ગ્લુકોઝના ઉત્પાદન માટે કેટલી ઊર્જાની જરૂર પડશે ?

જવાબ : ગ્લુકોઝને ઉત્ક્રમ પ્રક્રિયા દ્વારા બનાવવામાં આવે છે. એટલે કે,

$$6CO_2(g) + 6H_2O\,(l) \quad C_6H_{12}O_6\,(s) + 6CO_2\,(g)\ ;\ \Delta H = 2840 \text{ kJ.}$$

આ સમીકરણ 1 મોલ ગ્લુકોઝ (180 g ગ્લુકોઝ) માટે

180 g ગ્લુકોઝ બનાવવા માટે ઊર્જા = 2840 kJ

1.08 g ગ્લુકોઝ બનાવવા માટે ઊર્જાની જરૂર

$$\times\ 1.08 \text{ g} = 17.04 \text{ kJ}$$

ઉદાહરણ 9.2 : ઈથેનની મુક્ત સંભવન એન્થાલ્પી શોધો. આપેલ છે :

$$C(\text{graphite}) + O_2(g) \quad CO_2\,(g)\ ;\ \Delta_f H^0 = -394 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$H_2(g) + \quad O_2\,(g) \quad H_2O(\ell);\ \Delta_f H^0 = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$C_2H_6(g) + \quad O_2\,(g) \quad 2CO_2(g) + 3H_2O\,(\ell);\ \Delta_r H^0 = -1560 \text{ kJ mol}^{-1}$$

જવાબ : આપેલ છે.

$$C_{(\text{graphite})} + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ ;\ \Delta_r H^0{}_1 = -394 \text{ kJ/mol} \qquad (1)$$

$$H_2(g) + \quad O_2(g) \rightarrow H_2O(l)\ ;\ \Delta_r H^0{}_2 = -286 \text{ kJ/mol} \qquad (2)$$

$$C_2H_6(g) + \quad O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)\ ;\ \Delta_r H^0{}_3 = -1560 \text{ kJ/mol} \qquad (3)$$

સમીકરણ

$$2C_{(\text{graphite})} + 3H_2(g) \quad C_2H_6(g)\ ;\ \Delta_f H^0 = ? \qquad (4)$$

આ સમીકરણ ને પ્રાપ્ત કરવા માટે સમીકરણ(1) ને 2 તથા સમી.(2) ને 3 થી ગુણીને બંને સમીકરણોને જોડો.

$$C_{(graphite)} + 3H_2(g) + \quad O_2(g) \qquad 2CO_2(g) + 3H_2O(l) \,;\, \Delta_r H^0_5 = -1656 \text{ kJ/mol} \quad (5)$$

(જ્યાં $\Delta_r H^0_5 = 2\Delta_r H^0_1 + 3\Delta_r H^0_2 = 2 \times (-394) + 3 \times (-286) = -1656$ kJ/mol)

સમી. (4) ને પ્રાપ્ત કરવા સમી. (5) માંથી સમી. (3) ને બાદ કરો.

$$2C_{(graphite)} + 3H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g) \,;$$

જ્યા $\Delta_f H^0 = -1656 - (-1560) = -96$ kJ/mol

આથી ઈથેનની મુકત સંભવત એન્થાલ્પી –96 kJ/mol છે.

પાઠ સબંધિત પ્રશ્ન 9.2

1. નીચેનામાંથી કયું સત્ય છે ?

   (ક) જયારે કોઈ પદાર્થનો એક ગ્રામ તેના તત્વોથી જો કે સૌથી સ્થાયી રૂપમાં હોય છે. બને છે તો ઉત્પન્ન અથવા અવશોષિત ઉષ્માને એન્થાલ્પી કહે છે.

   (ખ) જયારે H+ (aq) નો એક મોલ તથા નો OH^- (aq) એક મોલ પરસ્પર ક્રિયા કરે છે. તો 57.1 kJ ઊર્જા શોષિત થાય છે.

   (ગ) નીચેના ઉષ્મારાસાયણિક સમીકરણમાં,

   $$C(graphite) + O_2\,(g) \qquad CO_2(g) \,;\, \Delta_f H^0 = -394 \text{ kJ mol}^{-1}$$

   $\Delta_f H^0$ ને $CO_2(g)$ ની એન્થાલ્પી કહે છે.

2. 29.0 g ગ્રામ બ્યૂટોન નાં પૂર્ણ દહનમાં થતો એન્થાલ્પી ફેરફાર શોધો.

   જો $C_4H_{10}(g) + \quad O_2\,(g) \qquad 4CO_2\,(g) + 5H_2O\,(l) \,;\, D_{comb}\, H^0 = -\,2658$ kJ

3. નીચેની પ્રક્રિયાની મુકત એન્થાલ્પી શોધો.

   $2H_2S(g) + SO_2(g) \qquad 3S\,(s) + 2H_2O\,(l)$ આપેલ છે.

$\Delta_f H^0 (H_2S) = -20.6 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta_f H^0 (SO_2) = -296.9 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta_f H^0 (H_2O) = -289.9 \text{ kJ mol}^{-1}$

9.7 બંધન એન્થાલ્પી

તમે જોયું કે એક રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ઊર્જા અથવા તો અવશોષિત થાય છે. અથવા ઉત્પન્ન થાય છે. શું તમને આ ઊર્જા સ્રોતના ઉદ્ભવની જાણકારી છે ? શું તમે જાણો છો કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં બંધ ટુટે છે. તથા નવા બંધ બને છે. પ્રક્રિયકોના બંધોના તૂટવાથી અને નીપજોના નવા બંધોના બનવામા ઊર્જા ફેરફાર હોય છે. આ રીતે કાઈ રાસા. પ્રક્રિયામાં થતાં ઊર્જા ફેરફાર બંધોના તૂટવાથી અને બનવાના કારણે હોય છે. આવો વાયુ પ્રક્રિયાઓ પર વિચાર કરીએ, કારણકે તેમાં માત્ર બંધોના તૂટવાથી અને બનવાથી જ ઊર્જા-ફેરફાર થાય છે.

ઊંચા તાપમાન પર હાઈડ્રોજન અણું વિયોજિત થઈને પરમાણુ બને છે જેવા કે :

$$H_2(g) \quad H(g) + H(g) ; \Delta_r H = 435 \text{ kJ/mol}$$

આ પ્રક્રિયામાં અવશોષિત ઉષ્મા હાઈડ્રોજન પરમાણુનુ બંધિત કરતાં રાસાયણિક બંધોને તોડવામાં પ્રયુક્ત હોય છે. ના જેવા દ્વિપરમાણ્વીય આપણે બંધ વિયોજન ઊર્જા ને આ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ.

બંધ વિયોજન ઊર્જા, પ્રક્રિયા ની તે એન્થાલ્પી ફેરફાર છે. જેમાં વાયું અણું, વાયુ પરમાણુઓથી પૃથક થઈ જાય છે.

આવો, હવે $H_2O(g)$ *જેવા બહુપરમાણ્વીય અણું પર વિચાર કરીએ. આના અંક અણુંના વિયોજનથી એક પરમાણુ અને એક પરમાણું સમૂહ જેને મૂલક કહીએ છીએ, પ્રાપ્ત થાય છે જેવું કે-*

$$H_2O(g) \quad H(g) + OH(g) ; \Delta_r H^0 = 502 \text{ kJ/mol}$$

$$OH(g) \quad O(g) + H(g) ; \Delta_r H^0 = 427 \text{ kJ/mol}$$

પહેલી પ્રક્રિયામાં $H_2O(g)$ *નાં બે* OH *બંધોમાંથી એક વિયોજિત થઈ જાય છે. જેનો એન્થાલ્પી ફેરફાર* 502 kJ/mol *છે અને બીજી પ્રક્રિયામાં બીજા* OH *બંધનુ વિયોજન થાય છે. જેમાં* 427 kJ/mol *એન્થાલ્પી ફેરફાર છે. આ સ્પષ્ટ છે કે* O–H *બંધની બંધ વિયોજન ઊર્જા પોતાનાં પર્યાવરણનાં અનુસાર ભિન્ન હોય છે. પરંતુ અંતર બહું વધુ નથી હોતુ. આપણે, બહુપરમાણ્વીય અણુંઓના કિસ્સામાં સરેરાશ માન (આ કિસ્સામાં* 464.5 kJ/mol*) લઈએ છીએ અને તેને બંધ એન્થાલ્પી કહીએ છીએ.*

ભિન્ન વાયુ સંયોજનોમાં હાજર બંધોને એક મોલને વિયોજિત કરવાથી એન્થાલ્પી ફેરફારની સરેરાશ માત્રાને બંધ એન્થાલ્પી કહે છે.

હવે તમને બંધ વિયોજન એન્થાલ્પી અને બંધ એન્થાલ્પી ની વચ્ચે ભિન્નતાની જાણકારી થઈ ગઈ છે. બંધ વિયોજન એન્થાલ્પીનો અર્થ કોઈ વિશિષ્ટ અણુંમાં વિશિષ્ટ બંધનુ ભંજન કરે છે. જયારે બંધ એન્થાલ્પી કોઈ વિશેષ પ્રકાર થી બંધ માટે બંધ વિયોજન ઊર્જાઓનું સરેરાશ માન હોય છે. કેટલાક બંધોની બંધ એન્થાલ્પીઓની સૂચી કોષ્ટક 9.1. માં આપેલ છે.

બંધ એન્થાલ્પિઓ (B.E.) નાં ઉપયોગ દ્વારા વાયુ પરમાણુઓ દ્વારા કોઈ વાયુ અણુ બનવામાં મુકત ઊર્જાનુ આકલન કરવામાં આવી શકે છે. ઉદા. અચળ દબાણ પર નીચેની પ્રકિયામાં મુકત ઊર્જા ($\Delta_r H$) :

$$3H(g) + C(g) + Cl(g) \quad CH_3Cl(g)$$

ત્રણ C – H બંધો અને એક C – Cl બંધની ઊર્જાઓનો યોગ હોય છે. આમાં ઊર્જા મુકત થાય છે. આથી બધાના ચિહ્ન ઋણ હશે. કોષ્ટક 9.1 થી બંધ એન્થાલ્પીઓ નાં માન રાખવાથી, આપણને પ્રાપ્ત થાય છે.

$$\Delta_r H = -3 \times \text{B.E.}(C-H) - \text{B.E.}(C-Cl)$$

$$= (-3 \times 415 - 335) \text{ kJ mol}^{-1}$$

→

$$= (-1245 - 335) \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$= -1574 \text{ kJ mol}^{-1}$$

હવે આપણે જોઈશું કે જયારે કેલોરીમીટર થી સીધા આંકડા પ્રાપ્ત ન થાય તો પ્રકિયાની એન્થાલ્વી આકલન માટે બંધ એન્થાલ્વી આંકડાઓનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરી શકાય છે. ધ્યાન આપો કે ભાગ 9.7 માં આપણે પ્રકિયા એન્થાલ્પીના આકલન માટે સંભવન એન્થાલ્પી નાં આકડાઓનો ઉપયોગ કર્યો હતો. સૈદ્ધાંતિક રૂપમાં કોઈ વાયુ અવસ્થામાં થતી રાસા. પ્રકિયાનાં ને $\Delta_r H$ ગણવા માટે બંધ એન્થાલ્પીનાં આકડાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ માટે પ્રકિયક બંધોના ટુટવામાં અને નીપજોના બંધોના બનવામાં મુકત ઊર્જા નાં અંતર નો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

$$\Delta_r H = \Sigma \text{ B.E. (reactants)} - \Sigma \text{ B.E. (products)}$$

કોષ્ટક : 9.1 સરેરાશ બંધ એન્થાલ્પીઓ

બંધ	બંધ એન્થાલ્પી /(kJ mol^{-1})
H – H	435
C – H	415
C – Br	284
C – C	356
C = C	598

Br – Br	193
Cl – Cl	242
C – Cl	339
f – f	155
H – Cl	431
H – O	462
H – N	390
H – f	563
H – Br	366
H – I	296
C – O	355
C = O	723
C – N	391
C = N	619
C N	878
C C	832

*ઉદા. **9.3**: નીચેની પ્રકિયાની એન્થાલ્પી ગણવા માટે કોષ્ટક માં આપેલ બંધ એન્થાલ્પી આંકડાઓનો ઉપયોગ કરો.*

$$CH_3\,(g) + Cl_2\,(g) \qquad CH_3Cl\,(g) + HCl\,(g)$$

જવાબ : 1. *બંધારણીય સૂત્રોમાં સમીકરણ લખો :-*

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array} + Cl-Cl \rightarrow \begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-Cl \\ | \\ H \end{array} + H-Cl$$

2. *સમીકરણમાં વિભકત બંધો અને નિર્મિત બંધોની સૂચી બનાવો.*

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array} + Cl-Cl \qquad \begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-Cl \\ | \\ H \end{array} + H-Cl$$

વિભકત બંધોની સંખ્યા	*નિર્મિત બંધોની સંખ્યા*
C – H = 4	C – Cl = 1
Cl – Cl = 1	H – Cl = 1
	C – H = 3

3. *પ્રક્રિયકો અને નીપજોનાં બંધોની બંધ એન્થાલ્પીઓનાં માન જુઓ તથા તેમને સૂચીબદ્ધ કરો.*

પ્રક્રિયક	*નીપજ*
B.E. (C – H) = 435 kJ mol^{-1}	B.E. (Cl – C) = 339 kJ mol^{-1}
B.E. (Cl – Cl) = 242 kJ mol^{-1}	B.E. (H – Cl) = 431 kJ mol^{-1}
	B.E. (C – H) = 435 kJ/mol

4. *સમીકરણ 9.10 નો ઉપયોગ કરો :*

પ્રક્રિયા એન્થાલ્પી, $\Delta_r H = \Sigma$ *બંધ એન્થાલ્પી(પ્રક્રિયક) -* Σ *બંધ એન્થાલ્પી (નીપજ)*

$$= 4[\text{B.E. (C – H)} + \text{B.E. (C – Cl)}] – [\text{B.E. (C – Cl)} + \text{B.E. (H – Cl)} + 3\ \text{B.E. (C – H)}]$$

$$= [4 \times 435 + 242] – [339 + 431 + 3 \times 435] = – 93\ \text{kJ}$$

આવો હવે એવું ઉદાહરણ લઈએ જેમાં આપણે

(i) *એન્થાલ્પી આંકડાઓ*

(ii) *બંધ એન્થાલ્પી આંકડાઓ નો ઉપયોગ કરીને પ્રક્રિયા એન્થાલ્પીને ગણી શકીએ.*

ઉદા. 9.4 *: નીચેની પ્રક્રિયા માટે* $\Delta_r H°$ *ગણો.*

Cl_2 (g) + 2Hf (g)   2HCl (g) +f_2 (g)

(ક) *એન્થાલ્પી આંકડાઓનો ઉપયોગ કરીને,*

$\Delta_f H°$ (HCl) = – 92.5 kJ

$\Delta_f H°$ (Hf) = – 269 kJ

(ખ) *બંધ એન્થાલ્પી આંકડાઓનો ઉપયોગ કરીને,*

બંધ એન્થાલ્પી (H – Cl) = 431 kJ mol^{-1}

બંધ એન્થાલ્પી (f – f) = 155 kJ mol^{-1}

બંધ એન્થાલ્પી (H – f) = 563 kJ mol^{-1}

બંધ એન્થાલ્પી (Cl – Cl) = 242 kJ mol^{-1}

જવાબ : (ક) સંયોજનોની સંભવન એન્થાલ્પીનો ઉપયોગ કરીને

$$\Delta_r H = [2\Delta_f H^0 (HCl) + \Delta_f H(f_2)] - [2\Delta_f H^0 (Hf) + \Delta_f H^0(Cl_2)]$$

$$= [2x (-92.5) + 0] - [2x - (269) + 0] \text{ kJ}$$

$$= -185 \text{ kJ} + 538 \text{ kJ}$$

$$= +353 \text{ kJ}$$

(ખ) બંધ એન્થાલ્પી(B.E.) ઓનો ઉપયોગ કરીને

$\Delta_r H^0$ = બંધ એન્થાલ્પી (પ્રક્રિયક) – બંધ એન્થાલ્પી (નીપજ)

$$= [B.E. (Cl - Cl) + 2B.E. (H - f)] - [2 B.E. (H - Cl) + B.E. (f - f)]$$

$$= [242 + 2 (563)] \text{ kJ} - [2 \times 431 + 155] \text{ kJ}$$

$$= 1368 \text{ kJ} - 1017 \text{ kJ}$$

$$\Delta_r H^0 = 351 \text{ kJ}$$

આ બંને વિધિઓ દ્વારા ગણેલુ નુ $\Delta_r H^0$ માન સમાન છે.

પાઠ સંબધિત પ્રશ્ન 9.3

1. સાચુ અથવા ખોટું બતાવો :-

(ક) નીપજોની સંભવન એન્થાલ્પીઓના યોગમાંથી પ્રક્રિયકોની સંભવન એન્થાલ્પીઓના યોગનો ઘટાડવાથી પ્રક્રિયા એન્થાલ્પી પ્રાપ્ત થાય છે.

(ખ) કોઈ તત્વની સંભવન એન્થાલ્વી શૂન્ય થાય છે.

(ગ) જયારે કાંઈ પ્રક્રિયા અનેક ચરણોમાં થાય છે તો સંપૂર્ણ પ્રક્રિયાની સેન્થાલ્પી ફેરફાર અંતિમ ચરણનાં એન્થાલ્પી ફેરફાર જેટલી થાય છે.

(ઘ) બહુપરમાણ્વીય અણુઓની બંધ એન્થાલ્પી અને બંધ વિયોજન એન્થાલ્પી સમાન હોય છે.

(૨) NH_3 (g) માં N – H ની બંધ એન્થાલ્પી શોધો. આપેલ છે :

$$N_2 (g) + \quad H_2 (g) \quad NH_3(g) ; \quad \Delta_f H^0 = -46 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$H_2(g) \quad H(g);$ $\quad \Delta_r H^0 = 218\ kJ\ mol^{-1}$

$N_2(g) \quad N(g);$ $\quad \Delta_r H^0 = 973\ kJ\ mol^{-1}$

(૩) નીચેની પ્રક્રિયાની એન્થાલ્પી શોધો.

$H_2(g) + Cl_2(g) \quad 2HCl(g)$

આપેલ છે.

બંધ એન્થાલ્પી (H - H) = 435 kJ mol^{-1}

બંધ એન્થાલ્પી (Cl - Cl) = 242 kJ mol^{-1}

બંધ એન્થાલ્પી (H - Cl) = 431 kJ mol^{-1}

તમે શુ શીખ્યા :-

- ભૌતિક સમષ્ટિનાં જે ભાગ નો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને પ્રણાલી કહેવાય છે. જયારે સમષ્ટિ નાં બાકીના ભાગને પર્યાવરણ કહેવાય છે. વિયુકત પ્રણાલી તે પ્રણાલી ને કહેવાય છે જે પર્યાવરણની સાથે ન તો દ્રવ્ય અને ન તો ઉર્જા નો વિનિમય કરી શકે.
- બંધ પ્રણાલી તે પ્રણાલીને કહે છે જે પર્યાવરણની સાથે ઊર્જાનો વિનિમય તો કરી શકે છે પરંતુ દ્રવ્યનો વિનિમય કરી શકતી નથી.
- ખુલ્લી પ્રણાલી તે પ્રણાલીને કહે છે જે પર્યાવરણની સાથે ઊર્જા અને દ્રવ્ય બંનેનો વિનિમય કરી શકે છે.
- અવસ્થા વિધેય તે વિધેય છે જે માત્ર પ્રણાલીની પ્રારંભિક અને અંતિમ અવસ્થા પર નિર્ભર કરે છે.
- માત્રાત્મક ગુણધર્મ પ્રણાલીમાં હાજર દ્રવ્યમાનની માત્રા પર નિર્ભર કરે છે. જયારે માત્રા સ્વતંત્ર ગુણધર્મ પ્રણાલીની માત્રા પર નિર્ભર કરતા નથી.
- જયારે કોઈ પ્રક્રમ દરમિયાન પ્રણાલીન તાપમાન અચળ રાખવામાં આવે છે તો આવા પ્રક્રમને સમતાપી પ્રક્રમ કહેવાય છે.

GMW

- સમોસ્મી પ્રક્રમમાં પ્રણાલી અને પર્યાવરણ ની વચ્ચે કોઈ ઉષ્માનો વિનિમય થતી નથી.
- પ્રતિવર્તી પ્રક્રમ તે પ્રક્રમોને કહેવાય છે જેમાં ફેરફાર ધીરે ધીરે થાય છે અને પ્રણાલી તથા પર્યાવરણ હમેશા સંતુલિત અવસ્થામાં રહે છે.
- ઉષ્માક્ષેપક પ્રકિયાઓ તે પ્રકિયાઓ છે જેમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે.
- ઉષ્માશોષક પ્રકિયાઓ તે પ્રકિયાઓ છે જે પર્યાવરણ થી ઉષ્માનુ શોષણ કરે છે.
- ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર નાં પહેલા નિયમ અનુસાર ન તો ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે અને ન તો તેને નષ્ટ કરી શકાય છે
- આંતરિક ઊર્જા પ્રણાલીમાં હાજર બધા પરમાણુઓ, અણુંઓ તથા આયનોની ઊર્જા નો યોગ હોય છે.
- અવસ્થા વિધેય એન્થાલ્પી સબંધ દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે.
- જયારે રાસા. સમીકરણ વિરૂધ્ધ દિશામાં લખવામાં આવે છે, તો નુ ચિહ્ન બદલાય જાય છે.
- પ્રકિયાની એન્થાલ્પી મધ્યવર્તી ચરણોની સંખ્યા અને પ્રકૃતિ પર નિર્ભર કરતી નથી.
- ભિન્ન વાયુ સંયોજનોમાં હાજર કોઈ વિશિષ્ટ બંધ માટે બંધ વિયોજન એન્થાલ્પીઓની સરેરાશ માત્રાને બંધ એન્થાલ્પી કહે છે જયારે વાયુ અવસ્થામાં બંધોનાં એક મોલનુ ભંજન કરવામાં આવે છે.

પાઠ સંબધિત પ્રશ્ન

1. ઈથાઈલ આલ્કોહોલ ની દહન એન્થાલ્વી છે એક ગ્રામ ઈથાઈલ આલ્કોહોલના દહનથી કેટલી ઉષ્મા ઉત્પન્ન થશે ?

2. આપેલ છે.

$C_2H_2(g) + \quad O_2(g) \quad 2CO_2(g) + H_2O(l)\ ;\ \Delta_{comb}H = -1299$ kJ/mol

C(ગ્રેફાઈટ) $+ O_2(g) \quad CO_2(g)\ ;\ \Delta_f H = -393$ kJ/mol

$H_2(g) + \quad O_2(g) \quad H_2O(l)\ ;\ \Delta_f H = -285.5$ kJ/mol

$C_2H_2(g)$ ની સંભવન એન્થાલ્વી ગણો.

3. પ્રોપેનની દહન એન્થાલ્વી ગણો.

$C_3H_8\ (g) + 5O_2(g) \qquad 3CO_2(g) + 4H_2O\ (l)$

આપેલ છે.

$H_2(g) + \quad O_2(g) \qquad H_2O\ (l); \qquad \Delta_f H = -285.5$ kJ/mol

$C(s) + O_2(g) \qquad CO_2(g); \qquad \Delta_f H = -393$ kJ/mol

$3C\ (s) + 4H_2(g) \qquad C_3H_8(g); \qquad \Delta_f H = -104$ kJ/mol

4. જ્યારે 373 K તાપમાન અને 1 બાર દબાણ પર ના H_2 બે મોલ અને ના O_2 એક મોલની પરસ્પર પ્રક્રિયાથી જળવાયુ નાં બે મોલ પ્રાપ્ત થાય છે તો કુલ 484 kJ ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે. એક મોલ જળવાયુ ઉત્પન્ન કરવા માટે (ક) ΔH અને (ખ) ΔU નું માન કેટલુ હશે ?

5. પ્રક્રિયાની એન્થાલ્વી ગણો :-

$2Na_2O_2\ (s) + 2H_2O\ (l) \qquad 4NaOH\ (s) + O_2\ (g)$

NaOH (s), Na_2O_2 (s) અને H_2O ની એન્થાલ્વીઓ ક્રમશ : -426.4 kJ mol^{-1}, 504 kJ mol^{-1} અને - 285 kJ mol^{-1} છે.

6. વાયુ સ્વરૂપ ઈથાઈલ આલ્કોહોલની ઉષ્મા શોધો

$2C$(ગ્રેફાઈટ) $+ 3H_2(g) + \quad O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH\ (g)$

આપેલ છે. ગ્રેફાઈટની ઊર્ધ્વપાતન એન્થાલ્વી 714 kJ/mol છે અને H – H, O = O, C – C, C – H, C – O અને O – H ની બંધન એન્થાલ્વીઓ ક્રમશ : 435 kJ/mol^{-1}, 498 kJ/mol^{-1}, 347 kJ/mol^{-1}, 415 kJ/mol^{-1}, 355 kJ/mol^{-1} , 462 kJ/mol^{-1} છે.

પોતાના જવાબોની તપાસ કરો

9.1

1. (ક)

2. (ખ) $\Delta n = 1 - \quad - \quad = -1$

(ખ) $\Delta U = \Delta H - \Delta n RT$

$= 46000\ (\text{J mol}^{-1}) - (-1)\ (8.314\ \text{Jk}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (298\ \text{K})$

$= -46000\ (\text{J mol}^{-1}) + 2247.6\ (\text{J mol}^{-1})$

$= -43.5\ \text{kJ mol}^{-1}$

3. (ક)

9.2

1. (ગ)
2. – 1329 kJ
3. $\Delta_r H^0 = 2\ \Delta_f H^0\ (H_2O) - 2\Delta_f H^0\ (H_2S) - \Delta_f H^0\ (SO_2)$

   $= -241.7$ kJ

9.3

1. (ક) સાચુ

   (ખ) સાચુ

   (ગ) ખોટું

   (ઘ) ખોટું

2. $\Delta r H^0 =$ બંધ એન્થાલ્વી (પ્રક્રિયક) – બંધ એન્થાલ્વી (નીપજ)

   અથવા $-46\ (\text{kJ mol}^{-1}) = 3 \times 218\ (\text{kJ mol}^{-1}) + 973\ (\text{kJ mol}^{-1})$

   – બંધ એન્થાલ્વી (NH_3(g) બંધ) $= 1673\ \text{kJ mol}^{-1}$

   બંધ એન્થાલ્વી (N – H) $= 557.7\ \text{kJ mol}^{-1}$

3. $\Delta_r H^0 = -185\ \text{kJ mol}^{-1}$

10

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની સ્વયંભૂ પ્રવૃત્તિ

પાઠ-09 માં આપણે ઉષ્માગતિશાસ્ત્રના પહેલા નિયમ વિશે ભણ્યા. આ નિયમ અનુસાર પ્રક્રમ એ રીતે હોય છે કે વિશ્વની સંપૂર્ણ ઊર્જા સ્થિર રહે છે. પરંતુ આ નિયમથી એ ખબર નથી પડતી કે કોઈ વિશિષ્ટ પરિવર્તન અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા સહિત કોઈ પ્રક્રિયા આપમેળે થઈ શકે છે. અથવા નહિ ઊંધ માટે પહેલો નિયમ આ સંભાવના ને નકારતો નથી કે એકસમાન તાપમાન વાળી કોઈ ધાતુ આપમેળે એકબાજુથી ગમ અને બીજીબાજુ ઠંડી હોઈ શકે છે. પરંતુ અનુભવથી જાણવા મળે છે કે કોઈ બહારમાં સ્રોતથી ઊર્જાનો વ્યય કર્યા વગર આવું પરિવર્તન શક્ય નથી.

પહેલો નિયમ એ પણ બતાવે છે કે એક પ્રકારની ઊષ્જાની તુલ્યમાત્રાનો બીજા પ્રકારની ઊષ્જામાં પરિવર્તિત કરવામાં આવી શકે છે પરંતુ તે એ નથી બતાવતો કે અન્ય જગ્યાએ કોઈ પરિવર્તન ઉત્પન્ન કર્યા વગર ઉષ્માને સંપૂર્ણ તુલ્ય માત્રાનાં કાર્યમાં પરિવર્તિત નથી કરી શકાતી. આપઠામાં આપણે ભણીશું કે આ વાતની પ્રયુક્તિ કેવા પ્રકારના કરવામાં આવે કે જેથી કોઈ પ્રક્રમ અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા આપમેળે થઈ શકે છે અથવા નહીં.

હેતુ :

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે :-

- એન્ટ્રોપીને વ્યાખ્યાપિત કરી શકશો.
- જાણી શકશો કે કોઈ પ્રણાલીમાં એન્ટ્રોપી ફેરફાર નીચેનાં સમીકરણ દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે.

$$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$$

- બતાવી શકશો કે આપમેળે થતા પ્રક્રમ માટે $\Delta S_{universe} > 0$ અને $\Delta S_{universe} = 0$ સંતુલિત અવસ્થામાં સમિષ્ટ =0
- ઉષ્મા ગતિશાસ્ત્રનો ત્રીજો નિયમ આપી શકશો.

- G, H અને S એ ની વચ્ચે સંબંધ બતાવી શકશો
- $\Delta G_{system} = T \Delta S_{system}$;સંબંધની ઉત્પત્તિ કરી શકશો.
- આપમેળે થતા પ્રક્રમો માટે ગિબ્સ-ઊર્જા માપદંડોને બતાવી શકશો.

    આપમેળે થતા પ્રક્રમો માટે $\Delta G < 0$

    સંતુલિત અવસ્થા પર $\Delta G = 0$

    આપમેળે ન થતા પ્રક્રમો માટે $\Delta G > 0$

- કોઈ પદાર્થની મુક્ત ગિબ્સ સંભવન ઊર્જાની પરિભાષા કરી શકશો.
- મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર નો સંતુલન અચળાંકની સાથે સંબંધ સ્થાપિત કરી શકશો અને
- સંખ્યાત્મક પ્રશ્નોનાં જવાબ મેળવી શકશો.

10.1 આપમેળે થતા (સ્વયંભૂ) પ્રક્રમો અને આપમેળે ન થતા પ્રક્રમો

આપણે જાણીએ છીએ કે એક વાસણમાં રાખેલ હરમ પાણી પોતાના પરિવેશમાં ઊર્જા ગુમાવીને ધીમે ધીમે ઠંડુ થઈ જાય છે. જ્યારે રૂમનાં તાપમાને રાખેલ પાણી પોતાનાં પરિવેશથી ઊર્જા મેળવી ગરમ નથી થતું તેને એક ગેસ-બર્નર પર ગરમ કરીને જ ગરમ કરવામાં આવી શકે છે. ગરમ પાણીનું ધીમે ધીમે ઠંડુ થવું એ આપમેળે થતી પ્રક્રમનું એક ઉદાહરણ છે. (રૂમ તાપમાને) પાણીનું ગરમ થવું એ આપમેળે ન થી પ્રક્રિયાનું એક ઉદાહરણ છે કારણે કે આમાં એક બાહ્ય ઉપકરણ (ગેસ-બર્નર) નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

આપમેળે થતા પ્રક્રમ : એક પ્રણાલીમાં આપમેળે જ થઈ જતી પ્રક્રિયાને કહે છે આમાં એક વાર પ્રક્રિયા ચાલુ થઈ ગયા પછી કોઈ બહારનાં ઉપકરણની જરૂર હોતી નથી તથા પ્રણાલીના બહારથી કોઈ પણ કાર્યની પ્રક્રિયાને પૂરી કરવા માટે જરૂર હોતી નથી.

આપમેળે ન થતા પ્રક્રમ : આપમેળે ન થતી પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી પૂરી નથી થતી જ્યાં સુધી તેને બાહ્ય ઉપકરણની મદદ ના મળે આવો એક અન્ય ઉદાહરણ જોઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, લોખંડની કોઈ પણ વસ્તુને ભેજવાળા વાતાવરણમાં રાખવાથી તે વસ્તુ પર કાટ લાગી જાય છે. લોખંડ પર કાટ લાગવાની પ્રક્રિયા એક ધીમી પ્રક્રિયા છે. તથા આ પ્રક્રિયા હંમેશાં આજ રીતે દીશામાં હોય છે. આથી આપણે કહી શકીએ કે લોખંડ પર કાટ લાગવાની પ્રક્રિયા આપમેળે થતી પ્રક્રિયા છે. લોખંડ પર કાટ લાગવાની પ્રક્રિયામાં iron નું ઓક્સિડેશન થઈ iron (III) ઓકસાઈડ બનાવે છે.

$$4\,Fe(s) + 3O_2(g) \qquad 2Fe_2O_3\,(s)$$

આ પ્રક્રિયાનું વિરુદ્ધ દિશામાં થવું પણ સંભવ છે પરંતુ તે આપમેળે ન થતી પ્રક્રિયા છે આમાં એક

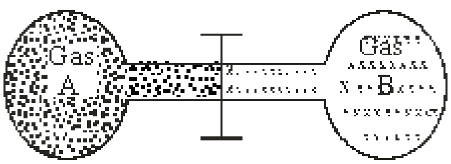
બાહ્ય ઉપકરણનો ઉપયોગ કરીને iron (III) ઓક્સાઈડને લોખંડમાં બદલવામાં આવે છે.

આનાથી આપણે આ નિષ્કર્ષ નીકાળીએ છીએ કે,

- જો એક પ્રક્રિયા આપમેળે થતી પ્રક્રિયા છે તો તેની વિરુદ્ધ દિશામાં થવું એક આપમેળે થતી પ્રક્રિયા અને આપમેળે ન થતી પ્રક્રિયા બંને જ સંભવ છે.
- આપમેળે થતી પ્રક્રિયા પ્રાકૃતિક રૂપથી થાય છે જ્યારે આપમેળે ન થતી પ્રક્રિયાઓ માટે કોઈ બાહ્ય ઉપકરણની મદદની જરૂર હોય છે.

10.2 એન્ટ્રોપી

આકૃતિ (10.1) માં 1 માં એક આદર્શ ગેસ છ નાં 1 મોલ 1 બાર દબાણ પર તથા ગોળા 2 માં એક અન્ય આદર્શ ગેસ ળ નાં 1 મોલ 1 બાર દબાણ પર તથા ગોળા 2 માં એક અન્ય આદર્શ ગેસ નાં 1 મોલ 1 બાર પર લેવામાં આવે છે. બંને ગોળાઓને વાલ્વ દ્વારા જોડવામાં આવ્યા છે.



I (a) II (b)

આકૃતિ ૧૦.૧

જ્યારે બંને ગોળાઓ વચ્ચેનો વાલ્વ ખોલી દેવામાં આવે છે તો બંને ગેસો આપમેળે પરસ્પર મળી જાય છે. આ ગેસો ત્યાં સુધી મિશ્રીત થતી રહે છે જ્યાં સુધી બંને ગોળાઓમાં પ્રત્યેક ગેસનું આંશિક દબાણ 0.5 બાર ન થઈ જાય અર્થાત સમાન અવસ્થા પ્રાપ્ત ન થઈ જાય. અનુભવ દ્વારા આપણને જાણવા મળે છે કે પ્રક્રિયાને આપમેળે ઊલટી કરી શકાતી નથી. અર્થાત ગેસોને આપમેળે પૃથક કરવામાં આવી શકાતા નથી. આ પ્રક્રિયા માટે ક્યું પ્રેરક બળ કાર્ય કરે છે ?

આપણે જાણીએ છીએ કે, કોઈ આદર્શવાયુની આંતરિક ઊર્જા (U) અને એન્થાલ્પી (H) વાયુનાં માત્ર તાપમાન પર જ નિર્ભર કરે છે પરંતુ તેનાં દબાણ અને વેગ પર નિર્ભર કરતી નથી કેમ કે, આદર્શ વાયુઓમાં આંતર આણ્વીય બળ હોતું નથી આથી જ્યારે આદર્શ વાયુઓ સ્થિર તાપમાન પર પરસ્પર મિશ્રીત થાય છે તો $\Delta U = \Delta H = 0$ આથી આદર્શ વાયુઓનાં સ્વયંભૂ મિશ્રણમાં ઊર્જા-પરિવર્તન, પ્રેરક બળનું કાર્ય કરતું નથી. આમાં બે વાયુઓનાં અણુઓ દ્વારા વધારે પડતાં મિશ્રણની સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરવાની પ્રવૃત્તિ જ પ્રેરક બળ છે. આનાથી અવ્યવસ્થાથી સંબંધિત ઉષ્માગતિકિય ગુણધર્મને એન્ટ્રોપી કહે છે.

એન્ટ્રોપી કોઈ પ્રણાલીમાં અવ્યવસ્થા અથવા અસ્તવ્યસ્તતા નું માપ હોય છે. પ્રણાલીમાં જેટલી

વધારે અવ્યવસ્થા હશે પ્રણાલીની એનટ્રોપી તેટલી જ વધુ હશે.

કોઈ આપેલ પદાર્થ માટે,

(i) સ્કટીકીય અવસ્થા સૌથી વધુ વ્યવસ્થિત અવસ્થા હોય છે આથી આની એન્ટ્રોપી સૌથી વધારે હોય છે.

(ii) વાયુ અવસ્થા સૌથી વધુ અવ્યવસ્થિત હોય છે આથી આની એન્ટ્રોપી સૌથી વધારે હોય છે.

(iii) પ્રવાહી અવસ્થાની અવ્યવસ્થા ઘન અને વાયુ અવસ્થાઓની વચ્ચે હોય છે.

જ્યારે કોઈ પ્રણાલી એક અવસ્થામાંથી બીજી અવસ્થામાં પરિવર્તિત થાય છે તો અન્ટ્રોપી ΔS પરિવર્તન નીચેનાં સમીકરણ દ્વારા જાણી શકાય છે.

$$\Delta S = \qquad (10.1)$$

જ્યારે T તાપમાન પર ઉત્ક્રમણીયતા q_{rev} આપેલ છે.

10.3 આપમેળે થતાં પરિવર્તનનાં માપદંડ : ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો બીજો નિયમ:

હાલ સુધી આપણે આંતરિક ઊર્જા, એન્થાલ્પી તથા એન્ટ્રોપી વિશે ભણ્યા. શું કોઈ પ્રક્રિયાની આપમેળે થતી પ્રક્રિયાની પ્રવૃત્તિ આ ગુણોને આધારે પરિભાષિત કરી શકાય છે ? આવો જોઈએ છે કે શું આ પરિવર્તોનાં ગુણોને પ્રક્રમની આપમેળે થતી પ્રક્રિયાની પ્રવૃત્તિની કસોટીનાં રૂપમાં પ્રયોગ કરવામાં આવી શકે છે અથવા નહીં.

(i) આપણે જાણીએ છીએ કે આપમેળે થતી મોટાભાગની પ્રક્રિયાઓ ઉષ્માક્ષેપક હોય છે પરંતુ સામાન્ય તાપમાન પર કોઈ પાત્રમાં રાખેલ પામી આપમેળે બાષ્પિત થઈ જાય છે આ પ્રક્રિયા ઉષ્માશોષક છે આથી એન્યાલ્પી પરિવર્તનનો ઉપયોગ આપમેળે થતાં પરિવર્તનનાં માપદંડનાં રૂપમાં કરવામાં આવતો નથી.

(ii) શું આપણે એન્ટ્રોપી વૃદ્ધિનો ઉપયોગ આપમેળે થતા પરિવર્તનની કસોટીનાં રૂપમાં કરી શકીએ છીએ ? ત્યારે આપણે -10 તાપમાન પર પાણીને આપમેળે જામવાની વૃત્તિની વ્યાખ્યા કેવી રીતે કરી શકીએ ? આપણે જાણીએ છીએ કે ક્રિસ્ટલીય જળ પ્રવાહી જળથી વધારે વ્યવસ્થિત હોય છે. આનાથી એન્ટ્રોપી ઓછી થઈ જવી જોઈએ. આ પ્રશ્નનો જવાબ આ છે કે આપણે એક સાથે બે એન્ટ્રોપી પરિવર્તનો પર વિચાર કરવો જોઈએ.

(a) આપમેળે ના એન્ટ્રોપી પરિવર્તન તથા,

(b) પરિવેશનું એનટ્રોપી પરિવર્તન

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{univ} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surroundings} > 0 \qquad (10.2)$$

આ સમીકરણ ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનાં બીજા નિયમંના અનેક રૂપોમાંથી એક છે.

ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનાં બીજા નિયમ અનુસાર બધી આપમેળે થતી અથવા પ્રાકૃતિક પ્રક્રિયા, સમિષ્ટની એન્ટ્રોપીમાં વૃદ્ધિ કરે છે.

આથી આપમેળે થતી પ્રક્રિયા માટે જ્યારે કોઈ સંતુલિત અવસ્થામાં હોય છે તો એન્ટ્રોપી વધારે હોય છે અને એન્ટ્રોપી ફેરફાર શૂન્ય હોય છે.

$\Delta S = 0$ (સંતુલિત અવસ્થા પર) (10.3)

10.4 અવસ્થા સંક્રમણોમાં એન્ટ્રોપી ફેરફાર

જ્યારે કોઈ ઘન પીગળે છે અને પ્રવાહી બને છે ત્યારે આ પ્રક્રિયા ઘનનાં ગલનબિંદુ પર થાય છે ઉદાહરણ તરીકે બરફ 273 કિ. પર ઓગળે છે અને તે જ તાપમાને પાણી બને છે.

ગલનની પ્રક્રિયામાં પ્રયુક્ત ઉષ્માને ગલનની એન્થાલ્પી $(\Delta_{fus}H)$ કહેવાય છે. આથી ગલનની એન્ટ્રોપી $(\Delta_{fus}S)$ ને આ રીતે લખી શકાય :-

$\frac{\Delta_{vap}H}{T}$ $H_2O(s) \xrightarrow{273\,K} H_2O(l)$ / $H_2O(l) \xrightarrow{373\,K} H_2O(g)$

$$\Delta_{fus}S = \frac{\Delta_{fus}H}{T} \qquad (q_{rev} \text{ at const } p = \Delta_{fus}H)$$

સ્થિર દબાણ પર

તે જ રીતે, T સંતુલિત અવસ્થા માટે,

$$\Delta_{vap}S = \frac{\Delta_{vap}H}{T}, \text{ (}T\text{ ઉત્કલનબિંદુ છે.)}$$

ઉદાહરણ: 10.1 : 373 કિ. પર પ્રવાહી જળની બાષ્પમાં સંક્રમણ માટે એન્થાલ્પી ફેરફાર 40.8 kJ mol^{-1}. છે આ પ્રક્રમની એન્ટ્રોપી ફેરફાર ગણો.

જવાબ :- $H_2O(l)$ $H_2O(g)$

$\Delta_{vap}S =$

$\Delta_{vap}H = 40.8 \text{ kJ mol}^{-1} = 40.8 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$

$T = 373$ K

GMW

$\Delta_{vap}S =$ $= 109\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 10.1

1. 273 કિ પર બરફનો પ્રવાહી દળમાં સંક્રમણ માટે એન્થાલ્પી ફેરફાર 6.02 $kJ\ mol^{-1}$ છે આ પ્રક્રમ માટે એન્ટ્રોપી ફેરફાર ગણો
2. નીચેની પ્રણાલીને વધતી અસ્તવ્યસ્તતાના ક્રમાં લખોઃ-
   (i) વાયુ A નો એક મોલ
   (ii) ઘન A નો એક મોલ
   (iii) પ્રવાહી A નો એક મોલ
3. બતાવો કે નીચેની પ્રક્રિયાઓમાં ની એન્ટ્રોપીમાં વૃદ્ધિ થશે કે ઘટકો થશે.
   (a) $2SO_2\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2SO_3\ (g)$
   (b) $N_2\ (g) + 3H_2\ (g)$ $2NH_3\ (g)$
   (c) $O_2\ (g)$ $2O\ (g)$

10.5 ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર નો ત્રજો નિયમ અને નિરપેક્ષ એન્ટોપી

સામાન્ય રીતે પદાર્થની એન્ટોપી નું મુલ્ય તાપમાન વધારાની સાથે વધે છે કારણ કે તાપામાન વધતા પદાર્થના અણુઓમાં અવ્યસ્થિતતા વધે છે અણુઓની આંદોલન ગતી, રેખીય ગતી ભ્રમણ ગતીમાં વધરો થવાની પદાર્થની એન્ટોપીનું મુલ્ય વધે છે તેનાથી વિરૂધ્ધ તાપમાન ના ધટાડાની સાથે પદાર્થના અણુઓની આંદોલન ગતી રેખીયગતી અને ભ્રમણગતીમાં ધટાડો થવાથી અવ્યવસ્થિતતા ધટે છે અને વ્યવસ્થિતતામાં વધારો થતાં એન્ટોપીનું મુલ્ય ધટે છે

- નિરપેક્ષ શૂન્ય તાપમાને સંપૂર્ણ શુધ્ધ સ્ફિટકમય પદાર્થની એન્ટોપીનું મુલ્ય શૂન્ય હોય છે.
- નિરપે શૂન્ય તાપમાને સંપૂર્ણ શુધ્ધ સ્ફિટકમય પદાર્થમાં તેના ધટકકણોની ગોઠવણી સંપૂર્ણ વ્યવસ્થિત હોય છે આથી ધનમાં વાયુમાં સોથી વધારે એન્ટોપી હોય છે,
- એક મોલ પદાર્થની એન્ટોપી sm દ્રારા દર્શાવવામાં આવે છે નિયમ તાપમાને અને પ્રમાણિત સ્થિતએ એક મોલ પદાર્થની એન્ટોપી ને પ્રમાણિત મોલર એન્ટોપીને નિરપક્ષે એન્ટોપી પણ કહે છે મોલર એન્ટોપીનો એકમ જુલ કેલ્વિન$^{-1}$ મોલ છે 298K તાપમાને કેટલાક તત્વો અને સંયોજક નોની નિરપેક્ષ એન્ટોપીના મુલ્યો કોષ્ટક 10.1 માં આપવામાં આવ્યા છે.

ઘન	એન્ટ્રોપી	પ્રવાહી	એન્ટ્રોપી	વાયુ	એન્ટ્રોપી
C (graphite)	5.7	H_2O	69.9	H_2	130.7
C (diamond)	2.4	Hg	76.0	O_2	205.1
Fe	27.3	C_2H_5OH	160.7	N_2	191.6
Pb	64.8	C_6H_6	173.3	CO_2	213.7
Cu	33.1	CH_3COOH	159.8	NO_2	240.1
Al	96.2			N_2O_4	304.3
$C_{12}H_{22}O_{11}$	360.8			NH_3	192.3
$CaCO_3$	92.9			CH_4	186.2

પ્રક્રિયા માટે એન્ટ્રોપી ફેરફાર

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં થતા મુક્ત એન્ટ્રોપી ફેરફારે ગણવા માટે સંપૂર્ણ એન્ટ્રોપી માનો નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આને પ્રક્રિયકોની મુક્ત એન્ટ્રોપીને નીપજોની મુક્ત એન્ટ્રોપીથી ઓછી કરી પ્રાપ્ત કરવામાં આવી શકે છે. આથી એક સામાન્ય પ્રક્રિયા

$$aA + bB + \ldots\ldots \qquad pP + qQ + \ldots$$

$$\Delta_r S^o = \sum v_P S_m^o \text{ (products)} - \sum v_R S_m^o \text{ (reactants)}$$

$$\Delta S_m^0 = [pS_m^0 (P) + qS_m^0 (Q) + \ldots] - [aS_m^0 (A) + bS_m^0 (B) + \ldots]$$

$$\Delta_r S_m^0 = \Sigma S_m^0 \text{ (નીપજ)} - \Sigma S_m^0 \text{ (પ્રક્રિયક)}$$

ઉદાહરણ: 10.2 : 298 K પર નીચેની પ્રક્રિયા માટે એન્ટ્રોપી ફેરફાર $\Delta_r S_m^0$ ગણો.

$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$ આપેલ છે.

298 K પર Fe(s), $O_2(g)$ અને $Fe_2O_3(s)$ નાં આણ્વીક એન્ટ્રોપી માન ક્રમશઃ 27.3, 205.0 અને 87.4 J K^{-1} mol^{-1} છે.

જવાબ : $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$

$$\Delta_r S^o = 2S_m^o (Fe_2O_3) - [4S_m^o (Fe) + 3S_m^o (O_2)]$$

$$= [2 \times 87.4 - (4 \times 27.3 + 3 \times 205.0)] \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$= -549.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

10.6 ગિબ્સ ઊર્જા અને સ્વયંભૂ પ્રવૃત્તિ

સ્વયંભૂ ફેરફારની મૂળ કસોટીના રૂપમાં આપણે નીચેનાં વ્યંજકનો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ.

સમિષ્ટ કુલ પ્રણાલી પરિવેશ

$$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{total}} = \Delta S_{\text{system}} + \Delta S_{\text{surrounding}} > 0 \qquad (10.4)$$

પરંતુ અને પ્રયુક્ત કરવું ખૂબ જ આધરું છે કારણ કે, આપણે સંપૂર્ણ એન્ટ્રોપી પરિવર્તનનું માન એટલે કે પ્રણાલી અને પરિવેશની કુલ એન્ટ્રોપી ફેરફારનું માન શોધવું છે. આ જટિલ પ્રક્રિયા છે કારણ કે પ્રણાલી અને પરિવેશની વચ્ચે બધી પારસ્પરીક પ્રક્રિયાઓને જાણવી મુશ્કેલ છે આ રીતે તે પ્રણાલી માટે પોતાના પરિવેશથી વિયુક્ત નથી.

$$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_{\text{system}} + \Delta S_{\text{surrounding}} \qquad (10.5)$$

સ્થિર તાપમાન અને દબાણ પર જો દ્વારા ઉષ્મા પરિવેશને આપવામાં આવે છે તો આપણે લખી શકીએ છીએ કે,

$$\Delta S_{\text{surrounding}} = \frac{-q_p}{T} = - \qquad (10.6)$$

(કારણ કે સ્થિર દબાણ પર $q_{\text{p}} = \Delta H$)

સમીકરણ 10.6 ને સમીકરણ 10.5 માં વિસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે.

$$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_{\text{system}} - \frac{\Delta H_{\text{system}}}{T}$$

$$T\Delta S_{\text{total}} = T\Delta S_{\text{system}} - \Delta H_{\text{system}}$$

or $$-T\Delta S_{\text{total}} = \Delta H_{\text{system}} - T\Delta S_{\text{system}} \qquad (10.7)$$

હવે આપણે એક અન્ય ઉષ્માગતિકીય ગુણધર્મ ગિબ્સ ઊર્જાને વ્યાખ્યાયિત કરીશું જૈને નીચેના સમીકરણ દ્વારા વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

$$G = H - TS \qquad (10.8)$$

ગિબ્સ ઊર્જામાં ફેરફાર માટે આપણે લખી શકીએ છીએ કે,

$$\Delta G = \Delta H - \Delta (TS)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S - S\Delta T$$

સ્થિર તાપમાન પર ફેરફાર માટે $\Delta T = 0$ થાય છે.

આથી $$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \qquad (10.9)$$

કારણ કે, H, T અને S અવસ્થા વિધેય છે. આથી G પણ અવસ્થા વિધેય છે સમીકરણો 10.7

અને 10.9 ની તુલના કરવાથી,

$$\Delta G = -T \Delta S_{total} \tag{10.10}$$

આપણે જોયું કે જો કુલ ધન ΔS_{total} હોય તો ફેરફાર આપમેળે થશે સમીકરણ 10.10નો ઉપયોગ કોઈ ફેરફારની સ્વયંભૂત પ્રવૃતિની પ્રગુક્તિ 10.10 નો ઉપયોગ કોઈ ફેરફારની સ્વયંભૂ પ્રવૃત્તિની પ્રયુક્તિ કરવા માટે કરવામાં આવી શકે છે જે નાં માન પર આધારિત છે.

ગિબ્સ ઊર્જાનાં ઉપયોગનો લાભ એ છે કે તેનો સંબંધ માત્ર પ્રણાલીથી હોય છે આ રીતે, સ્થિર તાપમાન અને દબાણ પર થતા પ્રક્રમ માટે, જો,

$\Delta G < 0$ (ઋણ) છે તો પ્રક્રમ આપમેળે થાય છે.

$\Delta G > 0$ (ધન) છે તો પ્રક્રમ આપમેળે થતુ નથી.

$\Delta G = 0$ (શૂન્ય) છે તો પ્રક્રમ સંતુલિત અવસ્થામાં છે.

રાસાયણિક પ્રક્રિયાની સ્વયંભૂ પ્રવૃત્તિને નક્કી કરવામાં સમીકરણ $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ બે કારકો પર નિર્ભર કરે છે.(i) ઊર્જા કારક, ΔHઅને (ii) એન્ટ્રોપી કારક ΔH અને ΔSનાં ચિહ્નોનાં આધારે ΔG માટે ચાર સંભાવનાઓ છે જેને કોષ્ટક 12.2 બતાવી છે.

કોષ્ટક 10.2 સ્વયંભૂ ફેરફાર માટે માપદંડ..

ક્રમ સંખ્યા	ΔH	ΔS	ΔG	પરિણામ
1	-	+	-	બધા તાપમાનો પર આપમેળે
2	-	-	-	નીચા તાપમાને આપમેળે
		+		ઊંચા તાપમાને આપમેળે થતો નથી.
3	+	+	+	નીચા તાપમાને આપમેળે થતો નથી.
			-	ઊંચા તાપમાને આપમેળે થતો નથી.
4	+	-	+	બધા જ તાપમાને આપમેળે થતો નથી.

ઉદા: 10.3$\Delta_r G$ 700 કિ. પર K પ્રક્રિયા માટે ($\Delta_r H$ અને $\Delta_r S$)નું માન ગણો જ્યારે એન્થાલ્પી

અને એન્ટ્રોપી ફેરફાર ($\Delta_r H$ and $\Delta_r S$) ક્રમશઃ -113.0 –145 JK^{-1} અને -145 1 કિ. ભાગ છે.

$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

$$\Delta H = -113.0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta S = -145 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = -145 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$T = 700 \text{ K}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = (-113.0 \text{ kJ mol}^{-1}) - (700 \text{ K})(-145 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$$

$$= (-113.0 \text{ kJ mol}^{-1}) + (101.5 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$= -11.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 10.2

(1) શોધો કે 298 કિ. પર નીચેની પ્રક્રિયા આપમેળે થાય છે કે નહી આ પ્રક્રિયા માટે 298 કિ. પર $\Delta_r H = 91.35$ અને $\Delta_r S = 41.5 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ છે.

$CCl_4(l) + H_2(g) \quad HCl(g) + CHCl_3(l)$

(2) નીચેની અવસ્થામાં કઈ અવસ્થા હંમેશા આપમેળે થતા પ્રક્રમની પ્રાગુક્તિ કરશે ?

(i) $\Delta H > 0, \Delta S > 0$

(ii) $\Delta H > 0, \Delta S < 0$

(iii) $\Delta H < 0, \Delta S > 0$

(iv) $\Delta H < 0, \Delta S < 0$

10.7 મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર અને સંતુલન અચળાંક

- મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર તે પ્રક્રમનો ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર હોય છે, જેમાં મુક્ત અવસ્થાઓમાં પ્રક્રિયક મુક્ત અવસ્થામાં નીપજોમાં પરિવર્તિત થાય છે આને $\Delta_r G°$. દ્વારા વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

- પદાર્થોની મુક્ત સંભવત ગિબ્સ ઊર્જાથી $\Delta_r G°$ ને શોધી શકાય છે.

- કોઈ સંયોજનની મુક્ત સંભવત ગિબ્સ ઊર્જા તે ઊર્જા ફેરફારને કહેવાય છે જે સંયોજનનાં 1 મોલને મુક્ત અવસ્થાઓમાં તેનાં ઘટક તત્ત્વોથી નિર્મિત થવાથી થાય છે કોઈ તત્વની મુક્ત સંભવન એન્થાલ્પીનાં સમાન મુક્ત અવસ્થામાં તેની ગિબ્સ ઊપ્જા પણ શૂન્ય લેવામાં આવે છે આ રીતે

$$aA + bB + ... \rightarrow pP + qQ + ...$$

નીચેની પ્રક્રિયા, $\Delta_r G^\circ = (p\,\Delta_f \quad + q\,\Delta_f \quad + ...) - (a\,\Delta_f \quad + b\,\Delta_f \quad + ...)$

માટે $\Delta_r G^\circ = \quad v_R\,\Delta_f G^\circ$ (products) – $\quad G^\circ$ (reactants)

(નીપજો) (પ્રક્રિયકો)

-મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર ($\Delta_r G^\circ$) માટે પ્રક્રિયાનાં સંતુલન અચળાંક (K) ની સાથેના સંબંધને આ રીતે વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

$$\Delta_r G^o = -RT \ln K = -2.303\, RT \log K$$

ઉદાહરણ : 2.00×10^{24} at 500 K. કિ નીચેની પ્રક્રિયાનો સંતુલ અચળાંક $\Delta_r G^\circ$.છે નું માન શોધો.

$$K = 2.00 \times 10^{24}$$

$$T = 500 \text{ K}$$

$$\Delta_r G^\circ = -2.303\, RT \log K$$

$$= -2.303 \times (8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (500 \text{ K}) \log 2.0 \times 10^{24}$$

$$= -2.303 \times (8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (500 \text{ K})\ 24.30$$

$G\ v_R\ \Delta_f$

$$= -232.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ઉદાહરણ : 10.5 298 કિ. CH_4, CO_2 પર નીચેની પ્રક્રિયાનો મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર ગણો.

..

આપેલ છે :- 298 કિ. પર .. અને .. ની મુક્ત ગિબ્સ સંભવને ઊર્જાઓ ક્રમશઃ 508 H_2O at 298K are – 50.8 kJ mol^{-1} -394.4 તથા –237.2 kJ mol^{-1} છે.

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \qquad CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l)$$

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_f G^\circ(CO_2) + 2\,\Delta_f G^\circ\,(H_2O) - \Delta_f G^\circ\,(CH_4) - 2\Delta_f G^\circ\,(O_2)$$

$$= -394.4 + 2 \times (-237.2) - (-50.8) - 2 \times 0$$

$$= -394.4 - 474.4 + 50.8$$

$$= -818 \text{ kJ mol}^{-1}$$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 10.3

(10 કોઈ પ્રક્રિયા માટે મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર અને સંતુલન અચળાંકમાં શું સંબંધ છે ?

(2) 298 કિ. પર નીચેની પ્રક્રિયાની મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર -24.8 છે 298 કિ. પર સંતુલન અચળાંકનું માન શ શું હશે?

$CO (g) + 2H_2 (g) \qquad CH_3OH (l)$

તમે શું શીખ્યા

- બધા આપમેળે થતા પ્રક્રમોમાં અવ્યવસ્થા અથવા અસ્તવ્યસ્તતામાં વૃદ્ધિ થાય છે.

- કોઈ પ્રણાલીમાં અવ્યવસ્થાથી સંબંધિત ઉષ્માગતિકીય વિધેયને એન્ટ્રોપી જી કહેવાય છે.

- આપમેળે થતાં ફેરફાર માટે પ્રણાલી અને પરિવેશની સંપૂર્ણ એન્ટ્રોપીમાં વૃદ્ધિ થવી જોઈએ.

- ગિબ્સ ઊર્જાને આ રીતે વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

$G = H - TS$

- સ્થિર તાપમાન પર, ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફારમાં ઘટાડો થવો જોઈએ એટલે કે,

સંતુલિત સ્થિતિ પર

- કોઈ પ્રક્રિયાનો ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફારનો સંતુલન અચળાંકની સાથેનો સંબંધ નીચેના વ્યંજક દ્વારા વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.$\Delta G = \Delta H - T\Delta$

$S\Delta G = 0$

- મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ફેરફાર નીચેના સમીકરણ દ્વારા આપવામાં આવે છે.

(નીપજો) (પ્રક્રિયકો) $\Delta_r G^\circ = \qquad \text{(products)} - \sum \nu_R \Delta_f G^0$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્નઃ

(1) કોઈ પ્રણાલીમાં અવ્યવસ્થા અથવા અસ્તવ્યવસ્તતાનાં માપને શું કરે છે ?

(2) નીચેના પ્રક્રમો માટે .. નાં ચિહ્નની પ્રાગુક્તિ કરો.

(i) $H_2 (g) \rightarrow 2H (g)$

(ii) O_2 (g, 300 K) $\quad O_2$ (g, 500 K)

(3) એન્ટ્રોપીને વ્યાખ્યાતિત કરો.

(4) સ્પષ્ટ કરો કે કોઈ પ્રક્રમની સ્વયંભી પ્રવૃત્તિનો નિર્ધારણ માટે એન્ટ્રોપી ઉત્તમ માપદંડ કેમ નથી

(5) સંતુલિત અવસ્થામાં કોઈ પ્રણાલીની એન્થાલ્પી અને એન્ટ્રોપી ફેરફારની વચ્ચે શું સંબંધ હોય છે ?

(6) 298 કિ. પર નીચેની પ્રક્રિયાઓ માટે

O_3 (g) + O (g) $2O_2$ (g)

$\Delta_r H$ = - 391.9 kJ mol^{-1} ***અને*** $\Delta_r S$ = 10.3 J K^{-1} mol^{-1} ***લાગે છે. આ તાપમાને*** 298 K. ***ગણો*** $\Delta_r G$ ***અને બતાવો કે પ્રક્રિયા આપમેળે થશે કે નહીં ?***

(7) નીચેની સ્થિતિઓમાં ... શું હોય છે?

(ક) આપમેળે થતું પ્રક્રમ

(ખ) આપમેળે ન થતું પ્રક્રમ

(ગ) સંતુલિત પ્રક્રમ

(8) 298 કિ. પર પ્રક્રિયા $\Delta_r G°$ માટે K શોધો... શું આ પ્રક્રિયા આપમેળે થશે ?

$2NO_2$ (g) N_2O_4 (g)

Given $\Delta_r H$ = - 57.20 kJ mol^{-1} and $\Delta_r S$ = - 175.8 J K^{-1} mol^{-1}

(9) 298 K are – 202.85 kJ mol^{-1} ***પર મુક્ત ગિબ્સ સંભવન ઊર્જાઓનાં માન*** NH_4Cl (s), ***માટે*** – 16.45 kJ mol^{-1} for NH_3 (g) ***તથા*** – 95.3 kJ mol^{-1} for HCl (g) ***છે.***

6.02 kJ mol^{-1} 10^3 J mol^{-1} $\Delta_{fus}H$ / T 273 K 273 K

(એ) નીચેની પ્રક્રિયા માટે $\Delta_r G°$ નું માન શું થશે ?

NH_4Cl (s) NH_3 (g) + HCl (g)

(બી) આ અપઘટન પ્રક્રિયાનો સંતુલન અચળાંક ગણો.

(10) 298 કિ. પર નીચેની પ્રક્રિયા માટે .... છે

CCl_4 (l) + H_2 (g)   HCl (g) + $CHCl_3$ (l)

$\Delta_r G°$ = – 103.7 kJ mol^{-1} at 298 K ***પ્રક્રિયાનો સંતુલન અચળાંક ગણો.***

પોતાનાં જવાબોની તપાસ કરો.

10.1

(1) $\Delta_{fus}S$ =   =   =

= 22.0 J mol^{-1} K^{-1}

(2) ઘનનો 1 મોલ, પ્રવાહીની 1 મોલ, વાયુનો 1 મોલ

GMW

(1)- 103.7 *કિ.ગ્રા. આથી પ્રક્રિયા આપમેળે થશે.*

(2) (3)

10.3

(1) $\Delta G^{o} = -2.303\ RT$ *કિ.ગ્રા.*

(2) 2.2×10^{4}

GMW

11

રાસાયણિક સંતુલન

કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયાને કરવા માચે પ્રક્રિયકોને સંપૂર્ણ રીતે નિશ્ચિત માત્રામાં ઉમેરવામાં આવે છે તો આ માનવામાં આવે છે કે બધા પ્રક્રિયક સંપૂર્ણ નીપજોમાં પરિવર્તિત થઈ જશે તથા ઊર્જા મુક્ત તથા અવશોષિત થશે. પરંતુ હંમેશા આ સત્ય નથી હોતુ. ઘણી બધી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કેટલાક સમય સુધી ચાલે છે અને પઍછી અટકી જાય છે આનું વિશ્લેષણ કરવાથી મિશ્રણમાં પ્રક્રિયક તથા નીપજ બંને પ્રાપ્ત થાય છે. આવું એટલે થાય છે કે જેમ પ્રક્રિયક સંયુક્ત થઈને ફરીથી પ્રક્રિયક બનાવવો શરૂ કરી દે છે.

- જ્યારે આવા વિરુદ્ધ પ્રક્રમ સમાન દરનાં હોય છે. તો કોઈ પ્રક્રિયા થતી દેખાતી નથી અને આ સ્થિતિ સંતુલિત સ્થિતિ કહેવાય છે. આપણે રાસાયણિક સંતુલનનાં વિભિન્ન મુદ્દાઓ પર વિચાર કરીશું. આપણે આની પર પણ વિચાર કરીશું કે આપણે કેવી રીતે સંતુલિત અવસ્થાની વિભિન્ન પરિસ્થિતિઓમાં પરિવર્તન કરીને કોઈ પ્રક્રિયાની થવાની સીમાને નિયંત્રિત કરી શકીએ છીએ જેથી પ્રક્રિયા ચાલુ રહે.

ઉદ્દેશ્યો

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે :

- સ્થિતિ જ અને ગતિ જ. સંતુલિત અવસ્થામાં ભેદ કરી શકશો.

- ઉત્ક્રમણીય અન્ અનુત્ક્રમણીય પ્રક્રિયાઓની ઓળખ અને તેમની વચ્ચે ભેદ કરી શકશો.

- સંતુલિત અવસ્થા પર થતી ઉત્ક્રમણીય પ્રક્રિયાઓની વ્યાખ્યા કરી શકશો.

- સંતુલિત અવસ્થા પર કોઈ તંત્રના લક્ષણોને સૂચીબદ્ધ કરી તેમની વ્યાખ્યા કરી શકશો.

- વિભિન્ન પ્રકારનાં સંતુલનો જેવાં ભૌતિક, રાસાયણિક, સમાંગી, વિષમાંગી માટે સંતુલન નિયમને પ્રયુક્ત કરી શકશો તથા સંતુલન અચળાંક માટે સમી કાપી શકશો.

- Kc તથા Kp નાં પરસ્પર સંબંધ બતાવી શકશો તથા તેમની ઉત્પતી શકશો અને તેને સંબંધિત

કેટલાક દાખલા ગણી શકશો અને

- સંતુલિત અવસ્થાને પ્રભાવિત કરતા કારકોની સૂચી બનાવી શકશો તથા લા-શેટેલિયર નિયમનો પ્રયોગ કરી શકશો.

11.1 સ્થિતિજ અને ગતિજ સંતુલન

- સંતુલિત અવસ્થા ભૌતિક તથા રાસાયણિક બંને પ્રકારની પ્રણાલીઓમાં જોવા મળે છે. આજ રીતે સંતુલિત અવસ્થા પ્રકૃતિમાં સ્થિતિજ અને ગતિજ બંને પ્રકારની હોઈ શકે છે. એક ટેબલ પર રાખેલ પુસ્તક સ્થિતિજ સંતુલનનું એક ઉદાહરણ છે અહીંયા ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયા બળ એકબીજાને નિરસ્ત કરી દે છે જેનાથી કોઈ પરિવર્તન થતું નથી. આથી આ સ્થિતિજ સંતુલનની ઘટના છે. બીજી બાજુ એક એસ્કેલેટર જે ગતિથી નીચે આવે છે. યાત્રી તે જ ગતિથી ઉપરની બાજુ જાય છે આ એક ગતિજ સંતુલનની ઘટના છે. અહીંયા જે બંને વિરુદ્ધ દીશાઓમાં તથા સમાન ગતિથી ચાલી રહ્યા છે આથી કોઈ પણ શુદ્ધ પરિવર્તન થતું નથી. પરનાં ઉદા. માં દર્શાવવામાં આવેલ સંતુલન ભૌતિક પ્રણાલીઓમાં થાય છે.

11.2 પ્રતિવર્તી તથા અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ

રાસ્તા, પ્રક્રિયાઓને પ્રતિવર્તી તથા અપ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયાઓમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

11.2.1 પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ

- આવો ઈથેનોલ અને એસિટિક એસિડની વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા પર વિચાર કરીએ. મંદ સલ્ફ્યુરિક એસિડની હાજરીમાં મિશ્ર કરવાથી તે પરસ્પર ક્રિયા કરીને ઈથાઈલ એસિટેર તથા પાણી બનાવે છે.

$$C_2H_5OH(l) + CH_3COOH\ (l) \xrightarrow{H^+} CH_3COO\ C_2H_5(l) + H_2O(l)$$

- આની વિરુદ્ધ જ્યારે ઈથાઈલ એસિટેટ તથા પાણીને મંદ સલ્ફ્યુરિક એસિડની હાજરીમાં મિશ્ર કરીએ છીએ તો પશ્ચ પ્રક્રિયા થાય છે.

- આ જોઈ શકાય છે કે, બીજી પ્રક્રિયા પહેલી પ્રક્રિયાની પશ્ચ પ્રક્રિયા છે. અને અહીંયા આ જ પરિસ્થિતિઓમાં અગ્ર તથા પશ્ચ પ્રક્રિયાઓ સાથે સાથે થાય છે. આવી પ્રક્રિયાઓ જે વિરુદ્ધ દીશાઓમાં સાથે સાથે થાય છે. પ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયાઓ કહેવાય છે.

- એક પ્રક્રિયા પ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયા ત્યારે કહેવાય છે જ્યારે કોઈ નિશ્ચિત તાપમાન અને દબાણ પર અગ્ર અન્ પશ્ચ બંને પ્રક્રિયાઓ સાથે સાથે થાય છે.

- પ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયાઓને બે અડધા તીરો () જે વિરુદ્ધ દીશાઓમાં પ્રક્રિયકો અને નીપજોની બાજુ સંકેત કરે છે દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. આથી ઉપરની પ્રક્રિયાને લખવાની યોગ્ય વિધિ આ પ્રકારે છે.

- જ્યારે અગ્ર પ્રક્રિયામાં ઈથાઈલ એસિટેટ તથા પાણી બને છે ત્યારે જ પશ્ચ પ્રક્રિયામાં ઈથેનોલ અને એસિટેક એસિડ બનવાનું પ્રારંભ થઈ જાય છે. કેટલાક સમય પછી પ્રક્રિયકો અને નીપજોની સાંદ્રતાઓ સ્થિર થઈ જાય છે. આ સ્થિતિ ત્યારે પ્રાપ્ત થાય છે. જ્યારે અગ્ર અને ઉત્ક્રમ પ્રક્રિયાઓનાં દર સમાન થઈ જાય તથા પ્રણાલીના બધા ગુણધર્મ સ્થિર થઈ જાય. આવી સ્થિતિમાં કહેવામાં આવે છે કે પ્રણાલીએ સંતુલિત અવસ્થા પ્રાપ્ત કરી લીધી છે. આ ધ્યાન આપવાની યોગ્ય વાત છે કે સંતુલિત અવસ્થા માત્ર ત્યારે પ્રાપ્ત થાય છે જ્યારે પ્રક્રિયા સંવૃત્ત તંત્ર (બંધ પ્રણાલી) માં કરવામાં આવે સંતુલન સમયે અગ્ર અને ઉત્ક્રમ બંને પ્રક્રિયાઓ થાય છે અને સ્થિતિ ગતિ જ સંતુલિત અવસ્થાની છે કારણ કે, તંત્રમાં કોઈ શુદ્ધ () પરિવર્તન નથી થતું.

- કોઈ પ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયાને સંતુલિત અવસ્થામાં ત્યારે કહેવામાં આવે છે જ્યારે અગ્ર અને પશ્ચ પ્રક્રિયાઓ એક બંધ પ્રણાલીમાં સમાન દરથી થાય તથા સમયની સાથે સાથે પ્રક્રિયકો અને નીપજોની

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOH + H_2O\ ) + H_2O(l)$$

A+B = C+D જેવી પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાક ઉદા :-

ચિત્ર 11.1 માં આલેખો દ્વારા પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓમાં સંતુલિત અવસ્થાને દર્શાવવામાં આવી છે.

આકૃતિ

Fig. 11.1 : Equilibrium in reversible reaction

- આ આલેખ દર્શાવે છે કે, અગ્ર પ્રક્રિયાનો દર ધીરે ધીરે ઓછો થાય છે જ્યારે પશ્ચ પ્રક્રિયાનો દર વધે છે. આવું ત્યાં સુધી થાય છે જ્યાં સુધી આ દરો સ્થિર અને એકબીજાને સમાન ન થઈ જાય.

11.2.2 અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ

- મોટાભાગની પ્રક્રિયાઓ એક જ દીશામાં થાય છે તેમને અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

- ઉદા.માટે જ્યારે કાર્બનને હવામાં સળગાવીને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ બનાવે છે. તો પ્રક્રિયા માત્ર એક જ દીશમાં થાય છે એટલે કે કાર્બન ડાયોક્સાઈડ બનવાની દીશામાં,

સાચું તો એ છે કે બધી પ્રક્રિયાઓ પ્રતિવર્તિને માનવામાં આવે છે પરંતુ પ્રક્રિયાનો દર એક વિશેષ દીશામાં બીજાની તુલનામાં ખૂબ જ ઓછો હોય છે. આથી પ્રક્રિયા લગભગ એક જ દીશામાં પૂર્ણ થઈ જાય છે અને પ્રક્રિયકોની ખૂબ ઓછી માત્રા બાકી રહે છે.

- જ્યારે હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડને સમાન આણ્વીક માત્રાઓ સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ બેઈઝની સાથે મિશ્ર કરતાં એક તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા થાય છે જેમાં સોડિયમ ક્લોરાઈડ અને પાણી બને છે.

- આ પ્રક્રિયા અગ્ર દીશમાં પૂર્ણતાની બાજુ આગળ વધે છે. આ જ રીતે, જ્યારે સોડિયમ ક્લોરાઈડ ક્લોરાઈડનાં દ્રાવણમાં સિલ્વર ક્લોરાઈડ અવક્ષેપિત થઈ જાય છે.

11.3 સંતુલિત અવસ્થાનાં લક્ષણ

(1) કોઈ પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયામાં રાસા. સંતુલનની અવસ્થા ત્યારે પ્રાપ્ત થાય છે. જ્યાર

`(1) તંત્રનું તાપમાન એક સ્થિર માન પ્રાપ્ત કરી લે છે.

(2) તંત્રનું દબાણ સ્થિર માન પ્રાપ્ત કરી લે છે.

(3) બધા પ્રક્રિયકો અને નીપજોની સાંદ્રતાઓ સ્થિર માન પ્રાપ્ત કરી લે છે.

સંતુલિત અવસ્થાના નીચેનાં લાક્ષણિક ગુણધર્મ હોય છે.

(1) રાસાયણિક સંતુલન ગતિશીલ પ્રકૃતિનું હોય છે.

-રાસા. સંતુલન બે સમાન પરંતુ વિરુદ્ધ પ્રક્રમોનું પરિણામ હોય છે જે અગ્ર અને ઉત્ક્રમ દીશામાં થાય છે. અને તંત્રમાં કોઈ નેટ પરિવર્તન નથી મળતું.

(2) સંતુલન બંને બાજુથી પ્રાપ્ત કરવામાં આવશકે છે.

- ભલે પ્રક્રિયા પ્રક્રિયકોથી પ્રારંભ કરવામાં આવે અથવા નીપજોથી બંને તે સંતુલિત અવસ્થા પ્રાપ્ત થાય છે. કોઈ પ્રક્રિયાની સંતુલિત અવસ્થાનું લક્ષણ તેનો સંતુલન અચળાંક હોય છે, જેની ચર્ચા પછી કરવામાં આવશે. ઉદા. માટે

- આ પ્રક્રિયામાં તે જ સંતુલન સ્થાપિત થાય છે ભલે આપણે ... થી પ્રારંભ કરીએ અથવા ... થી

(3) સંતુલન માત્ર બંધ પ્રણાલીમાં જ થાય છે.

- સંતુલન માત્ર ત્યારે પ્રાપ્ત થાય છે જ્યારે તંત્રનાં કોઈ ભાગથી પ્રક્રિયક અથવા નીપજને બહાર ન નીકળવા દેવામાં આવે એટલે કે, પ્રણાલી બંધ હોય. જો કોઈ તંત્રમાં વાયું અવસ્થા અથવા બાષ્પશીલ પ્રવાહી હોય તો તેને બંધ પાત્રમાં રાખવું જોઈએ. ઉદા. તરીકે

- જે તંત્રમાં માત્ર અબાષ્પશીલ પ્રવાહી અને ઘન અવસ્થાઓ છે તો તેમને ખુલ્લા પાત્રમાં પણ રાખવામાં આવી શકે છે કારણ કેઆવા પદાર્થોની પ્રણાલીથી બહાર નીકળવાની પ્રવૃત્તિ હોતી નથી. ઉદા. તરીકે..

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

$$FeCl_3(aq) + 3\ NH_4SCN(aq) \rightleftharpoons Fe\ (SCN)_3\ (s) + 3\ NH_4Cl(aq)$$

() ઉત્પ્રેરક સંતુલિત અવસ્થામાં પરિવર્તન કરી શકતા નથી.

- ઉત્પ્રેરક ઉમેરવાથી અગ્ર અને ઉત્ક્રમ પ્રક્રિયાઓની ગતિઓમાં સમાન માત્રામાં વૃદ્ધિ થાય છે. જેનાથી સંતુલિત અવસ્થા ઝડપથી પ્રાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ પ્રક્રિયકો અને નીપજોની સંતુલિત અવસ્થાની સાંદ્રતાઓ પર કોઈ પ્રકારનો પ્રભાવ પડતો નથી.

11.4 ભૌતિક પ્રક્રમોમાં સંતુલન : સંતુલન અવસ્થા

સંતુલિત અવસ્થાને ભૌતિક પ્રક્રમોમાં પણ પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે.

11.4.1 પ્રવાહી બાષ્પ સંતુલિત અવસ્થા

-આવો એક ખાલી પાત્રમાં કેટલુંક પ્રવાહી લઈને તેને બંધ કરી દઈએ પ્રારંભમાં પ્રવાહીની ઉપર બાષ્પ દબાણ શૂન્ય હશે. થોડા સમય પછી પ્રવાહી બાષ્પિત થવાનું પ્રારંભ થઈ જશે અને બાષ્પ તેનાં ઉપરનાં ખાલી સ્થાનને ભરી દેશે.

પ્રવાહી-બાષ્પ

- ઉદ્‌બાષ્પન દર પ્રારંભમાં વધારે હોય છે. જેમ જેમ બાષ્પની માત્રો વધશે તેનાં દબાણમાં વૃદ્ધિ થાય છે અને ઉદ્‌બાષ્પન -દર ઓછો થઈ જાય છે. સાથે જ પ્રવાહીકરણનો પ્રક્રમ પ્રારંભ થઈ જાય છે અને તેનો દર બાષ્પ દબાણની માત્રા વધવાની સાથે વધે છે (ચિત્ર 13.2) કેટલાંક સમય પછી ઉદ્‌બાષ્પન અને પ્રવાહીકરણનાં દર સમાન થઈ જાય છે અને નીચેનું સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છે.

પ્રવાહી-બાષ્પ

$$\text{Vapour} \rightarrow \text{Liquid}$$

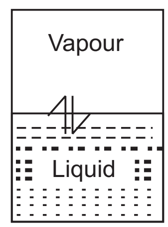


Fig. 11.2 : Liquid Vapour equilibrium

- સંતુલન પર બાષ્પ દબાણનું માન વધારે થઈ જાય છે અને આ સંતૃપ્ત બાષ્પ દબાણ અને સાધારણ બાષ્પ દબાણનાં નામથી ઓળખાય છે એક નિશ્ચિત તાપમાન પર પ્રત્યેક પ્રવાહીનું પોતાનું એક વિશિષ્ટ બાષ્પ દબાણ હોય છે. તાપમાનમાં વૃદ્ધિની સાથે પ્રવાહીનાં બાષ્પ દબાણમાં પણ વૃદ્ધિ થાય છે.

11.4.2 ઘન-બાષ્પ સંતુલન

- બાષ્પશીલ ઘનોનાં ઉર્ધ્વપાતનથી બાષ્પ બને છે. આ સ્થિતિ પ્રવાહી -બાષ્પ તંત્રનાં જેવી જ હોય છે સ્થિર (અચળ) તાપમાન પર બંધ પ્રણાલીમાં રાખવાની નીચેનું સંતુલન પ્રાપ્ત થાય છે.

ઘન-બાષ્પ

Fig. 11.3 : Solid vapour equilibrium

- આ પ્રકારનું સંતુલન કેટલાક આયોડીનનાં એક વાયુ જારમાં રાખીને તેને ઢાંકણથી બંધ કરીને કેટલાક સમય પછી પ્રાપ્ત કરવામાં આવી શકે છે. (ચિત્ર 13.3) ધીરે -ધીરે જાંબલી રંગની આયોડિન બાષ્પ પૂરા જારને ભરી દે છે અને નીચેનું સંતુલન સ્થાપિત થાય છે.

11.4.3 ઘન-પ્રવાહી સંતુલન

- ગલનબિંદુની નીચે પ્રવાહી સતતઃ જામી જાય છે.

પ્રવાહી -ઘન

- ઘનને ગલનબિંદુ સુધી ગરમ કરવાથી ઘન સ્વતઃ પીગળી જાય છે.

ઘન-પ્રવાહી

- ગલનબિંદુ પર બંને અવસ્થાઓ સંતુલન પર થાય છે.

ઘન-પ્રવાહી

- કરાણ કે ઉપરનાં બે પ્રક્રમ સાથે સાથે અને સમાન દરથી થાય છે તાપમાન એટલે કે ઘનનું ગનલબિંદુ આ સંતુલનનું અભિલાક્ષણિક હોય છે.

11.4.4 દ્રાવક-દ્રાવણ સંતુલન

Fig. 11.4 : Solute - Solution Equilibrium

-જ્યારે શર્કરાનાં ક્રિસ્ટલ શર્કરાનાં સંતૃપ્ત જલીય દ્રાવણમાં નાખવામાં આવે છે તો એ જાણવા મળે છે કે કોઈ પરિવર્તન થતું નથી તથા શર્કરા અમિશ્રિત જ હોય એવું દેખાય છે. વાસ્તવમાં અમિશ્રિત શર્કરા, સંતૃપ્ત શર્કરા દ્રાવણમાં મિશ્રીત છે. અને એકસમાન માત્રામાં દ્રાવણ થી શર્કરા પૃથક થઈ જાય છે આમાં ઘન શર્કરા તથા દ્રાવણ શર્કરા એક સંતુલન તંત્ર બનાવે છે કે જે પ્રકૃતિમાં ગતિશીલ હોય છે.

શર્કરા (ઘન) શર્કરા દ્રાવણ (સંતૃપ્ત)

- જ્યારે શર્કરાનાં દ્રાવ્યકરણનો દર સ્ફટિકીકરણ દરને સમાન થઈ જાય છે. તો સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છે. સામાન્ય રીતે આવા સંતુલનને નીચેનાં પ્રકારે દર્શાવાય છે.

દ્રાવક (ઘન)- દ્રાવણ (સંતૃપ્ત)

આ સંતુલનને દ્રાવ્યતા-સંતુલન કહે છે.

11.4.5 પ્રાવસ્થા અને પ્રાવસ્થા સંતુલન

- ઉપર આપેલ સંતુલનોમાં તમે જરૂર એ ધ્યાન આપ્યું હશે કે તંત્ર બે વિભિન્ન ભાગો ઘન, પ્રવાહી, દ્રાવણ અથવા વાયુથી બનેલ હોય છે. અહીંયા પ્રત્યેક ભાગ પ્રાવસ્થા કહેવાય છે.

- કોઈ તંત્રનો એવો સમાંગી ભાગ જેનાં એક સમાન સંઘટન તથા ગુણધર્મ હોય છે પ્રાવસ્થા કહેવાય છે.

- પ્રાવસ્થા ભૌતિક અવસ્થા નથી હોતી. ઘણું વધારે ઝીણું દળેલ બે ઘનોનું મિશ્રણ જેને પણ બે પ્રાવ્સથાઓવાળું તંત્ર હોય છે આવું એટલે થાય છે કારણ કે બે ઘનોનાં કણોનાં ભિન્ન રાસા. સંઘટન તથા ભૌતિક ગુણધર્મ હોય છે સંપૂર્ણ મિશ્રણીય પ્રવાહી , દ્રાવણ તથા બધા વાયુ મિશ્રણમાં પ્રત્યેકમાં માત્ર એક પ્રાવસ્થા છે.

- બધા ભૌતિક સંતુલન એવા તંત્રોનાં ઉદા. છે. જેમાં ભિન્ન પ્રાવસ્થાઓ સંતુલનમાં હોય છે, વાસ્તવમાં આવું માત્ર ત્યારે થાય છે જ્યારે તેમાં ઓછામાં ઓછો એક ઘટક ઉભયનિષ્ઠ થાય છે જ્યારે વિનિનયનાં દર સમાન થિ જાય છે તો સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છે ઉપર આપેલ ઉદા. માં ઘન દ્રાવક તથા દ્રાવણ સંતુલનમાં શર્કરા ઉભયનિષ્ઠ ઘટક છે.

11.5 સમાંગી અને વિષમાંગી તંત્રોમાં સંતુલન

11.5.1 સમાંગી તથા વિષમાંગી તંત્ર

-જે તંત્રમાં માત્ર એક પ્રાવ્સથા હોય છે.તે સમાંગી તંત્ર કહેવાય છે. તેનાં રાસા. સંઘટન તથા ગુણધર્મ સર્વત્ર સમાન હોયથ છે. આ માત્ર અણું ત્રિજ્યાનાં કણોનાં બનેલા હોય છે. શુદ્ધ ઘન, પ્રવાહી વાયું અને દ્રાવણ- બધા સમાંગી તંત્રનાં ઉદા. છે.

- એક એવું તંત્ર જેમાં માત્ર એક પ્રાવસ્થા હોય તેને સમાંગી તંત્ર કહેવાય છે.

- બીજી બાજુ વિષમાંગી તંત્રમાં ઓછામાં ઓછી બે પ્રાવ્સથામાં હોય છે. ઘનોનું મિશ્રણ અથવા અમિશ્રણીય પ્રવાહીઓનું મિશ્રણ વગેરે વિષમાંગી તંત્રોનાં ઉદા. છે.

- જે તંત્રમાં બે અથવા બેથી વધારે પ્રાવ્સથામાં હોય છે તેને વિષમાંગી તંત્ર કહેવાય છે.

- બંને પ્રકારનાં તંત્રોમાં સંતુલન સ્થાપિત કરવામાં આવી શકે છે જો કે બધા ભૌતિક સંતુલન ઓછામાં ઓછી બે પ્રાવસ્થાઓથી બને છે. આથી તે બધા વિષમાંગી સંતુલનનાં ઉદા. છે. પરંતુ રાસા. સંતુલન

કુદરતમાં સમાંગી અથવા વિષમાંગી હોઈ શકે છે. જો પ્રક્રિયક અને નીપજ બંને એક જ પ્રાવસ્થા (પ્રવાહી અથવા વાયુ) માં હાજર હોય તો તે સમાંગી હોય છે. અને જો એકથી વધુ પ્રાવસ્થાઓમાં હાજર હોય તો આ વિષમાંગી હોય છે. નીચે આપેલાં ભાગોમાં આપણે આ રીતે તંત્રોનો અભ્યાસ કરીશું.

11.5.3 સમાંગી રાસાયણિક સંતુલન તંત્ર

(ક) વાયુ-પ્રાવ્સથા સમાંગી તંત્ર :-

આવા તંત્રોમાં માત્ર વાયું પ્રક્રિયક અને નીપજ હોય છે. જો કે બધા વાયુ મિશ્રણ સમાંગી હોય છે તે માત્ર એક બનાવે છે નીચેના ઉદા. આ પ્રકારનું સંતુલન દર્શાવે છે.

(ખ) પ્રવાહી-પ્રાવસ્થા સમાંગી તંત્રઃ-

આ તંત્રોમાં હાજર બધા પ્રક્રિયક અને નીપજ પ્રવાહી પ્રાવસ્થા (જેવાં દ્રાવણ)માં હોય છે.

ઉદા. તરીકે,

(i) $Fe\,(s) + 4H_2O\,(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4\,(s) + 4H_2\,(g)$

(ii) $CaCO_3\,(s) \rightleftharpoons CaO\,(s) + CO_2\,(g)$

$)OC_2H_5(l) + H_2O\,(l)$

$I\,(aq)$

11.5.4 વિષમાંગી રાસાયણિક સંતુલન તંત્ર

- આ તંત્રોમાં પ્રક્રિયક અને નીપજ એક થી વધુ પ્રાવસ્થાઓમાં હાજર રહે છે. ઉદા. તરીકે

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન11.1

(1) પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા કોને કહે છે ? તેનાં બે ઉદા. આપો.

જવાબઃ-

(2) કોઈ પ્રક્રિયા સંતુલિત અવસ્થા ક્યારે પ્રાપ્ત કરે છે ?

જવાબ :-

(3) તમે કેવી રીતે જાણશો કે તંત્રએ સંતુલિત અવસ્થા પ્રાપ્ત કરી લીધી છે અથવા નહીં ?

જવાબ :

(4) ભૌતિક સંતુલનનાં બે ઉદા. આપો.

જવાબ:-

(5) રાસા. સમાંગી અને વિષમાંગી સંતુલનો માટે પ્રત્યેકનાં બે ઉદા. આપો.

જવાબ :-

11.7.1 સંતુલન નિયમ અને સાંદ્રણ સંતુલન અચળાંક

નીચેના સંતુલન પર વિચર કરો.

-સંતુલન પર H2, I2 D yLku H1 ની સાંદ્રતાઓ સ્થિર થઈ જાય છે પ્રયોગાત્મક રૂપમાં આ પણ જોવામાં આવ્યું છે કે ૐ2 અનેૈ2 ની પ્રારંભિક સાંદ્રતાઓ ભલે ગમે તે હોય સાંદ્રણ પદોના નીચેનાં અનુપાત હંમેશા સ્થિર રહે છે.

Here $[H_2]$, $[I_2]$ and $[HI]$ ની મોલર સાંદ્રતાઓ છે. અને .. ને સાન્દ્રણ સંતુલન અચળાંક કહે છે. (ક્યારેક-ક્યારેક અને માત્ર ..થી દર્શાવવામાં આવે છે. સાધારણ રીતે પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા માટે

સંતુલન પર સાંદ્રણ પદોનાં નીચેના અનુપાત કોઈ નિશ્ચિત તાપમાન પર હંમેશા સ્થિર રહે છે.

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

- ઉપરનાં સંબંધને સંતુલન નિયમ કહે છે આ ધ્યાન આપવાની વાત છે કે સંતુલન નિયમમાં બધા સાંદ્રણ માન ,પ્રક્રિયકો અને નીપજોનાં સંતુલન સાંદ્રણ હોય છે. સંતુલન નિયમનો અંશ નીપજોની સંતુલિત મોલર સાંદ્રતાઓનું ગુણનફળ હોય છે. દરેક પદ રાસા. સમીકરણમાં મૂળ તત્વાનુંપાતી

ગુણાંકની ઘાત દ્વારા ઉત્પત્તિ રહે છે આ જ રીતે છંદ નાં પ્રક્રિયકોનાં આજ પ્રકારનાં સાંદ્રતા પદોનાં ગુણનફળ હોય છે.

11.7.2 દબાણ સંતુલન અચળાંક

-સંતુલન નિયમમાં વાયુઓનાં કિસ્સામાં મોલર સાંદ્રતાઓનાં સ્થાન પર વાયુઓનાં આંસિક દબાણનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવી શકે છે.(કારણ કે બંને એકબીજાને અનુક્રમાનુપાતી હોય છે.) નવા સંતુલન અચળાંક ..ને જબાણ-સંતુલન અચળાંક કહે છે. .. અને .. ની વચ્ચે પ્રક્રિયા માટે .. આ રીતે પ્રાપ્ત થાય છે.

નાં સંતુલિત આંશિક દબાણ છે. કોઈ સામાન્ય વાયુ પ્રાવસ્થા પ્રક્રિયા માટે .

$$K_p = \frac{p_C^c \times p_D^d}{p_A^a \times p_B^b} \text{ and } K_C = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

g) આ રીતે આફવામાં આવે છે.

11.7.3 ..અને .. ની વચ્ચે સંબંધ

- સંતુલન પર સામાન્ય વાયુ પ્રાવસ્થા પ્રક્રિયા માટે,

$$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$$

- દબાણ અને સાંદ્રણ સંતુલન અચળાંક .. અને .. આ રીતે હોય છે.

- વાયુ પદાર્થ.. માટે, પદાર્થ વાયુ સમીકરમ આ રીતે લખી શકાય છે.

- જેમાં .. તથા ... ક્રમશઃ તેનું આંશિક દબાણ અને વાયુ મિશ્રણમાં તેની માત્રા છે તથા .. અને .. તેનો વેગ તાપમાન છે અને () વાયુ અચળાંક છે. આ સંબંધને આ રીતે લખી શકાય છે.

$$p_i = \frac{n_i}{V}RT = c_i RT$$

- જેમાં ... નું મોલર સાંદ્રણ છે. જેને મોલ પ્રતિ લીટરમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે. આ સંબંધનો ઉપયોગ .. નાં સૂત્રકમાં આંશિક દબાણ પદોને પ્રતિસ્થાપિત કરવા માટે કરવામાં આવે છે.

- મોલર સાંદ્રતાઓ માટે સામાન્ય રીતે ગુરુ કોષ્ઠક સંવત પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવાથી,

- જેમાં .. પ્રક્રિયામાં વાયુ પદાર્થોની માત્રામાં ફેરફાર છે જે વાયુ નીપજોની માત્રા .. અને વાયુ પ્રક્રિયકોની માત્રા .. નાં અંતર બરાબર હોય છે.

(1) નીચેની પ્રક્રિયામાં,

નીપજની માત્રા..

વાયુ પ્રક્રિયકો .. અને.. ની માત્રા ..

Hence $\Delta n_g = n_p - n_R = 2 - 2 = 0$

$\Delta n_g = 0$

(2) પ્રક્રિયામાં

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

$n_p = 2, n_R = 1 + 3 = 4$

and $\Delta n_g = 2 - 4 = -2$

(3) નીચેની પ્રક્રિયા જેમાં ઘન અને વાયુ છે

...

11.7.4 કેટલીક પ્રક્રિયાઓનાં સંતુલન અચળાંકનાં સૂત્રો

- સંતુલન નિયમનો પ્રયોગ કેટલીક પ્રક્રિયાઓ માટ સૂત્ર લખવા માટે કરવામાં આવી શકે છે.

11.8 સમાંગી સંતુલન

(1) .. નું અપઘટન

$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

$CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$

$$K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]}$$

(2) સલ્ફર ડાયોક્સાઇડનું ઓક્સીકેશન

(3) આંસિટિક એસિડનું ઈથેનોલની સાથે એસ્ટરીકરણ,

આ પ્રક્રિયામાં કોઈ વાયુ નથી આથી ..નું સૂત્ર લખી શકાય નહીં

11.8.1 વિષમાંગી સંતુલન

- નીચેના સંતુલન પર વિચાર કરીએ,

સંતુલન નિયમનાં અનુસાર,

- તેમાં .. અને ... ઘન છે. અચળ તાપમાન પર શદ્ધ ઘન અથવા પ્રવાહીનું સાંદ્રણ અચરળ રહે છે. આથી તેમને વિષયમાંગી પ્રક્રિયાઓનાં સંતુલન અચળાંકનાં સૂત્રમાં લખી શકાતાં નથી. આ પ્રક્રિયાનો સંતુલન અચળાંક આ રીતે લખી શકાય છે.

વિષયમાંગી સંતુલનનાં કેટલાક બીજા ઉદા. નીચે આપેલ છે.

(1) લોખંડ અને બાષ્પ વચ્ચેની પ્રક્રિયા

(2) પ્રવાહી-બાષ્પ સંતલુન

11.9 સંતુલન અચળાંકનાં લક્ષણ

11.9.1 સંતુલન અચળાંક અને રાસા. સમીકરણ

- રાસા. સમીકરણનું સૂત્ર તે વિધિ પર નિર્ભર કરે છે. જેમાં તેને નિરૂપિત કરતું રાસા. સમીકરણ લખવામાં આવે છે. પ્રક્રિયા માટે,

- સંતુલન અચળાંક $K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ને આ રીતે લખી શકાય છે.

- જ્યારે આ પ્રક્રિયાને નીચેના પ્રકારે લખવામાં આવે છે.

(ક)

$_2(g) + I_2(g)$ (g)

$K_2 = \frac{1}{K}$

ત્યારે સંગત સંતુલન અચળાંક આ પ્રકારે આપવામાં આવે છે.

$K_2 = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$

- આ પ્રકારનો સંબંધ દબાણ સંતુલન અચળાંત .. માં પણ મળે છે. આ રીતે સંતુલન અચળાંતનું સૂત્ર આ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પ્રક્રિયાના રાસા. સમીકરણને ક્યા રૂપમાં વ્યક્ત કરી શકાય છે.

11.9.2 સંતુલન અચળાંકનાં એકમ

- સંતુલન અચળાંક .. અને .. નાં એકમ આ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થની માત્રમાં કોઈ પરિવર્તન થાય છે કે નહીં.

(ક) પ્રક્રિયાઓ જેમાં પદાર્થોની માત્રામાં કોઈ પરિવર્તન થતું નથી. એટલે કે, .. આવી પ્રક્રિયાઓનાં સંતુલન અચળાંક .. નાં કોઈ એકમ નથી. હોતા ઉદા. માટે .. અને .. ની વચ્ચે પ્રક્રિયામાં

- આથી આવી સ્થિતિઓમાં . તથા .. નો કોઈ એકમ નથી હોતો

(ખ) પ્રક્રિયાઓ જેમાં પદાર્થોની માત્રામાં ફેરફાર થાય છે એટલે કે ... આવી પ્રક્રિયાઓનાં સંતુલન અચળાંકના એકમ હોય છે જે પદાર્થોની માત્રાઓનાં પરિવર્તન પર નિર્ભર કરે છે.

ઉદા. તરીકે.

- આ પ્રક્રિયા માટે ... નો એકમ (..) અથવા .. તથા .. નો એકમ .. થશે. જેવું કે નીચે બતાવ્યું છે.

- આ પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ માટે સંતુલન -અચળાંક,

પ્રક્રિયા

માટે   આથી,

નાં એકમ ક્રમશઃ તથા થશે.

11.9.3 .. નાં પરિમાણની સાર્થકતા

- કોઈ પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંકનું એક આપેલ તાપમાન પર નિયત અભિલાક્ષણિક માન હોય છે. પ્રારંભિક સાંદ્રતા અને દબાણમાં પરિવર્તન તથા ઉત્પ્રેરકની હાજરીથી સંતુલન અચળાંકમા માનમાં કોઈ અંતર નથી હોતું. પરંતુ જો તાપમાનમાં પરિવર્તન આવે તો સંતુલન-અચળાંકનું માન પણ પરિવર્તન થઈ જાય છે.

- સંતુલન-અચળાંકનું પરિમાણ તે સીમાનું માપ હોય છે જ્યાં સુધી સંતુલન પ્રાપ્ત થતાં પહેલાં પ્રક્રિયા થાય છે. જો સંતુલન-મિશ્રણમાં પ્રક્રિયકોની સાપેક્ષે નીપજ વધારે માત્રામાં હાજર હોય તો ..નું પરિમાણ વધુ હશે. નીચેની પ્રક્રિયા માટે.

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g) \qquad K_c = 90 \text{ at } 298 \text{ K}$

તથા

and for $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) \qquad K_c = 2.2 \times 10^{22} \text{ at } 1000 \text{ K}$.

- બીજી પ્રક્રિયા માટે .. નું માન વધુ હોવું એ દર્શાવે છે કે સંતુલનનાં સમય પર નીપજોની માત્રા પ્રક્રિયકોની માત્રાથી ખૂબ વધુ છે. આ જ પ્રકારે સંતુલન-અચળાંકનનું સંતુલનની સ્થિતિ વિશે જણાવે છે.

11.9.4 સંતુલન - અચળાંકોની ગણતરી

- જો સંતુલન સાંદ્રતાઓ અથવા આંશિક દબાણ જાણતા હોઈએ તો આપેલ આંકડાઓથી તેમને પ્રાપ્ત કરવામાં આવી શકે છે તો સંતુલન-અચળાંકો .. તથા .. ને ગણી શકાય છે નીચેના ઉદા. માં આ ગણતરીઓ દર્શાવી છે.

ઉદા. 11.1 નીચેની પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંક ગણો.

આપેલ છે : સંતુલન પર 1 લીટરનાં પાત્રમાં .. નો 1 મોલ, ... નાં 0.5 મોલ, .. નાં 3.0 મોલ તથા .. નાં 10 મોલ હાજર છે.

જવાબઃ- સંતુલન નિયમથી

જો કે પાત્રનો વેગ 1 લીટર છે આથી ...તથા .. ની સાંદ્રતાઓ તેમનાં મોલોની સંખ્યા જેટલી થશે. આથી,

ઉદા. 11.2 298 કિ. પર કરવામાં આવેલ એક પ્રયોગમાં એક 2 લીટરનાં ફ્લાસ્કમાં .. નાં 4 મોલ લીધા. સંતુલન પ્રાપ્ત થતાં .. નાં 1.32 મોલ થયાં. 298 .. પર નીચેની પ્રક્રિયા માટે .. નું માન ગણો.

જવાબ :- સંતુલિત સાંદ્રતાઓની ગણતરી,

(i) $[NO] = \dfrac{\text{No. of moles of NO}}{\text{Volume}} = \dfrac{1.32\ \text{mol}}{2\text{L}} = 0.66\ \text{mol L}^{-1}$

(ii) $[Cl_2] = \dfrac{\text{No. of moles of } Cl_2}{\text{Volume}} = \dfrac{\frac{1}{2}(\text{No. of moles of NO})}{\text{Volume}}$

(

પ્રક્રિયા..ની માટે

ઉદા. 11.3 :- 713 કિ. પર એક લીટર વાળા પાત્રમાં .. નાં 2 મોલો ને સંતુલન પ્રાપ્ત થાય ત્યાં સુધી ગરમ કરવામાં આવ્યાં. સંતુલન પર 25 ટકા .. વિયોજીત થતું જોવા મળ્યું પ્રક્રિયા માટે .. તથા .. નું માન ગણો.

જવાબ:- નાં પ્રારંભિક મોલ -2

સંતુલન પર નાં વિયોજિત મોલ...

(2 – 0.5) 0.25 0.25

2 0 0

$= \frac{(0.66)^2 \times 0.33}{(1.34)}$ નું વિયોજન આ રીતે થશે.

$= 0.080 \text{ mol·L}^{-1}$

$K_c = 0.080 \text{ mol L}^{-1}$

પ્રારંભિક મોલ	2	0	0
સંતુલન પર મોલ	(2-0.5)	0.25	0.25
પ્રક્રિયા પાત્રનો વેગ	1 લી.	1 લી.	1 લી.
સંતુલન સાંદ્રતા	1.5	0.25	0.25

પ્રક્રિયા માટે,

ઉદા. 11.4 નીચેની પ્રક્રિયા માટે

$$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO\,(g) + Cl_2\,(g)$$

$$K_p = \frac{p_{co} \times p_{Cl_2}}{p_{COCl_2}} = \frac{(0.16\ \text{atm})(0.26\ \text{atm})}{(0.20\ \text{atm})} = \frac{0.16 \times 0.26}{0.20}\ \text{atm}$$

$$= 0.21\ \text{atm.}$$

ઉદા. 11.5 : 300 કિ. પર ઈથેનોલ અને એસિટિક એસિડનાં મોલોની સમાન સંખ્યા પરસ્પર મિશ્ર કરવાથી સંતુલન પ્રાપ્ત થાય ત્યાં સુધી પ્રત્યેક નાં ભાગે પરસ્પર પ્રક્રિયા કરી લીધી હતી.નીચે આપેલ પ્રક્રિયાનો સંતુલન અચળાંક ગણો. ....

જવાબ :- માન્યું પ્રારંભમાં ઈથેનોલ તથા એસિટિક એસિડનાં પ્રત્યેકનાં ... મોલ ઉમેરવામાં આવે.

- પ્રત્યેકનાં અભિક્રિયિત મોલોની સંખ્યા ..

-માન્યું પ્રક્રિયા મિશ્રણનો વેગ- .. લીટર છે.

...

પ્રારંભિક મોલ

સંતુલન સાંદ્રતા

$$K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]}$$

$$= \frac{\left(\frac{n}{3V}\right)\left(\frac{2n}{3V}\right)}{\left(\frac{n}{3V}\right)\left(\frac{n}{3V}\right)} = 2 \times 2 = 4$$

$K_c = 4$

$K_c + B \rightleftharpoons 3C + 3D$

		(l) ⇌	$CH_3COOC_2H_5(l)$ +	$H_2O(l)$
Initial mole		n	0	0
Equilibrium	)	$(n - \frac{2}{3}n)$	$\frac{2}{3}n$	$\frac{2}{3}n$
	$\frac{1}{3}n$	$\frac{1}{3}n$	$\frac{2}{3}n$	$\frac{2}{3}n$
Equilibrium concentration	$\frac{n}{3V}$	$\frac{n}{3V}$	$\frac{2n}{3V}$	$\frac{2n}{3V}$

(1) નીચેની પ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયા

માટે સંતુલન અચળાંકનો એકમ લખો.

જવાબ :

(2) તથા નો પરસ્પર સંબંધ શું હોય છે ?

જવાબ :

(3) (1) નીચેનાં સમીકરણો માટે સંતુલન નિયમ પ્રયુક્ત કરો તથા K_p અને માટે એકમ

લખો.

(a) $CO_2\,(g) + H_2\,(g) \rightleftharpoons CO\,(g) + H_2O\,(g)$

(b) $I_2\,(s) \rightleftharpoons I_2\,(g)$

(2) ઉપરનાં સમીકરણ માટે .. તથા .. માટે એકમ લખો.

જવાબ :

(4) નીચેની પ્રક્રિયાઓ માટે,

સંતુલન અચળાંક ક્રમશઃ .. તથા .. છે તેમની વચ્ચેનો સંબંધ બતાવો.

જવાબ :

(5) સંતુલન અચળાંકનાં પરિમાણની સાર્થકતા શું છે ?

11.9 સંતુલિત અવસ્થાને પ્રભાવિત કરતાં કારક

- માની લો કે એક પ્રક્રિયા અવસ્થાને પ્રાપ્ત કરે છે ત્યારે કેટલીક પરિસ્થિતિઓ જેવી કે, સાંદ્રતાઓ, તાપમાન, દબાણ વગેરે પરિવર્તિત થઈ જાય છે. શું આનાથી સંતુલિત અવસ્થા પ્રભાવિત થશે ? જો હા તો કેવી રીતે ?

- આ ભાગમાં આપણે આ પ્રકારનાં પ્રશ્નોને સમજીશું.

- સંતુલિત અવસ્થા અગ્ર તથા પ્રશ્ચ પ્રક્રિયાની વચ્ચે ગતિશીલ સંતુલનમાં રહે છે આ સંતુલનને સાંદ્રતા, તાપમાન અથવા દબાણમાં પરિવર્તન કરીને વિક્ષુબ્ધ કરી શકાય છે આવું કરવાથી તંત્રમાં કેટલુંક શુદ્ધ (નેટ) પરિવર્તન થઈ શકે છે આવું કરવાથી તંત્રમાં કેટલુંક શુદ્ધ નેટ પરિવર્તન થઈ શકે છે પરિવર્તનની દીશાની પ્રાગુક્તિ લા-શેટેલિયર નિયમની મદદથી કરી શકાય છે.

11.10.1 લા-શેટેલિયરનો નિયમ

- આ નિયમ અનુસાર, જો સાંદ્રતા, દબાણ અથવા તાપમાન માં પરિવર્તન કરીને સંતુલન પર કોઈ તંત્રને વિક્ષુબ્ધ કરવામાં આવે છે તો તેમાં તે દીશામાં નેટ પરિવર્તન થાય છે જે વિક્ષોભ કારકનાં પ્રભાવને ઓછા કરી દે છે.

- આ નિયમને વિભિન્ન સ્થિતિઓમાં પ્રયુક્ત કરી શકાય છે.

11.10..2 સાંદ્રતામાં ફેરફાર

- નાઈટ્રોજન તથા હાઈડ્રોજનમાં એમોનિયાનાં બનવાની પ્રક્રિયામાં સંતુલિત અવસ્થા પર વિચાર કરીએ.

- સંતુલન બિંદુ પર નાઈટ્રોજન, હાઈડ્રોજન તથા એમોનિયાની સાંદ્રતાઓ સ્થિર થઈ જાય છે હવે જો પ્રક્રિયકો અથવા એમોનિયાની કેટલીક માત્રામાં વૃદ્ધિ અથવા ઘટાડો કરવામાં આવે તો તેમની સાંદ્રતાઓ પરિવર્તિત થિ જશે તથા સંતુલન વિક્ષુબ્ધ થઈ જશે.

(1) કોઈ પ્રક્રિયકની સાંદ્રતામાં વૃદ્ધિં - જ્યારે નાઈટ્રોજન અથવા હાઈડ્રોજનથી કોઈની પણ સાંદ્રતામાં વૃદ્ધિ કરવામાં આવે છે. એક નેટ અગ્ર પ્રક્રિયા હોય છે જેનાથી ઉમેરવામાં આવેલ પ્રક્રિયકની કેટલીક માત્રા ઉપયોગમાં લેવાઈ જાય છે.

11.10..3 દબાણમાં ફેરફાર

- દબાણમાં ફેરફાર,વાયુ પ્રાવસ્થાઓનાં સંતુલનને પ્રભાવિત કરે છે ભલે તે સમાંગી તંત્રમાં હોય અથવા વિષમાંગી તંત્રમાં.

- વાયુ તંત્રોમાં લા-શેટેલિયર નિયમનો અભ્યાસ નીચેના રૂપોમાં કરવામાં આવે છે.

... ીપજોના મોલોની સંખ્યા પ્રક્રિયકોનાં મોલોથી વધારે હોય જેવું કે નીચેના

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g),\ \Delta H = -92.4\ kJ/mol$$

- જો તાપમાનને અચળ રાખે ને કુલ દબાણમાં વૃદ્ધિ કરવામાં આવે તો વેગમાં ઘટાડો થશે એટલે કે મોલોની સંખ્યા પ્રતિ વેગ વધી જશે. સંતુલનમાં એક નેટ પરિવર્તન તે દીશામાં થશે જેમાં મોલોની સંખ્યા ઓછી હોય અર્થાત પશ્ચ દીશમાં

(2) જ્યારે નીપજોનાં મોલોની સંખ્યા પ્રક્રિયકોનાં મોલોની સંખ્યાથી ઓછી હોય જેવું કે નીચેની સ્થિતિમાં છે.

- લા-શેટેલિયર નિયમના અનુસાર કુલ દબાણમાં વૃદ્ધિ સંતુલનમાં તે દીશામાં નેટ પરિવર્તન લાવશે. જે બાજુ કુલ મોલોની સંખ્યમાં ઘટાડો કરવામાં આવી શકે અર્થાત નીપજોની દીશામાં જ્યાં .. સંપૂર્ણ દબાણમાં ઘટાડો, સંતુલનમાં તે દીશમાં નેટ પરિવ્રતન લાવશે જ્યાં મોલોની કુલ સંખ્યમાં વધારો થાય છે. એટલે કે પશ્ચ દીશમાં

GMW

(3) જ્યારે પ્રક્રિયકો તથા નીપજોનાં મોલોની કુલ સંખ્યામાં પરિવર્તન ન હોય જેવું કે નીચેના સંતુલનની સ્થિતિમાં છે તો દબાણને પરિવર્તિત કરવાથી સંતુલિત અવસ્થામાં કોઇ નેટ પરિવર્તન થશે નહીં.

11.10..4 *તાપમાનમાં ફેરફાર*

- લા.શેટેલિયર નિયમનાં અનુસાર જ્યારે તાપમાનમાં પરિવર્તન કરવામાં આવે છે. (તાપમાન વધારવામાં આવે છે અથવા ઘટાડવામાં આવે છે) તો સંતુલન તંત્ર ઉષ્માની માત્રામાં પરિવર્તનને નિરસ્ત કરવા માટે અભિક્રિયિત હોય છે જે સંતુલનમાં નેટ પરિવર્તન પ્રક્રિયાની ઉષ્મા શોષક અથવા ઉષ્માક્ષેપક પ્રકૃતિ દ્વારા નિર્ધારિત થાય છે.

(1) ઉષ્માક્ષેપક સંતુલન :-

નીચેની ઉષ્માક્ષેપક પ્રૃકતિનાં સંતુલન તંત્ર માટે,

- લા. શેટેલિયર નિયમ અનુસાર તાપમાનમાં વૃદ્ધિથી સંતુલન તંત્રમાં નેટ પરિવર્તન તે દીશામાં થશે જ્યાં આ વધારાની ઉષ્મા અવશોષિત થઈ જાય. આ નેટ પરિવર્તન પશ્ચ દીશામાં થશે અને કેટલાક એમોનિયા વિઘટિત થઈને નાઈટ્રોજન અને હાઈડ્રોજન બનાવશે. આરીતે જો તાપમાનમાં ઘટાડો કરવામાં આવે તો સંતુલન અગ્ર દીશમાં થશે.

(2) ઉષ્માશોષક સંતુલન :

- જો તાપમાનમાં વૃદ્ધિ કરવામાં આવે તો વધારાની ઉષ્મા પ્રક્રિયકો દ્વારા અવશોષિત કરવામાં આવશે તથા સંતુલનમાં નેટ પરિવર્તન અગ્ર દીશમાં જ્યાં આ ઉષ્માક્ષેપી છે.

- ઉત્પ્રેરકની હાજરી :- આનો સંતુલન પર કોઇ પ્રભાવ પડતો નથી. પરંતુ આ સંતુલન પ્રાપ્ત કરવાની ગતિમાં વૃદ્ધિમાં મદદ કરે છે.

11.10.5 *લા-શેટેલિયર નિયમનાં ઉપયોગ*

આને ભૌતિક તથા રાસા. બંને પ્રકારનાં સંતુલનો માટે પ્રયુક્ત કરવમાં આવી શકે છે.

(ક) ભૌતિક સંતુલન

(1) બરફનું ઓગળવું

બરફ-પાણી (જળ)

$$Ice \rightleftharpoons Water ; \qquad \Delta H = + 6\ kJ/mol^{-1}$$

- બરફનું પાણીમાં પરિવર્તન ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રમ છે. લા-શેટેલિયર નિયમ અનુસાર જો તાપમાન વધારવામાં આવે તો નેટ પરિવર્તન અગ્ર દીશમાં થશે જેનાથી કેટલોક બરફ ઓગળી પાણી બનીજશે. જ્યારે સંતુલન -તંત્ર પર દબાણ વધારવામાં આવે તો વેગમાં ઘટાડો થશે. લા-શેટેલિયર નિયમ અનુસાર સંતુલનમાં નેટ પરિવર્તન અગ્ર દીશમાં થશે તથા બરફ ઓગળશે. આવી બરફ દબાણમાં વધારાથી ઓગળે છે.

(2) પાણીનું બાષ્પન

પાણી-પાણી (બાષ્પ)

- આ પ્રક્રમમાં વેગમાં ખૂબ વધુ વૃદ્ધિ થાય છે કારણ કે અને આમાં ઉષ્માનું અવશોષણ થાય છે.

-તાપમાનમાં વૃદ્ધિથી વધારે બાષ્પ બને છે કેમ કે ... (ઉષ્માશોષક પ્રક્રમ) આથી દબાણમાં વૃદ્ધિનાં પરિણામે સંતુલનમાં નેટ પરિવર્તન પશ્ચ દીશમાં થાય છે કારણે કે પાણીના નિશ્ચિત દ્રવ્યમાન માટે પાણી બાષ્પોનો વેગ પ્રવાહી જળથી વધારે હોય છે.

$\Delta n_g = 1 - 0 = +1,$

(3) દ્રાવ્યતા સંતુલન

આ સંતુલન આ રીતે છે.

દ્રાવક-દ્રાવક (દ્રાવણ)

- દ્રવ્યીકરણ પ્રક્રમ ઉષ્માશોષક અથવા ઉષ્માક્ષેપક કોઈ શકે છે. .... તથા ... જેવા દ્રાવણો ના કિસ્સામાં .. ઘન (ઉષ્માશોષક) હોય છે. આથી ગરમ કરવાથી વધારે દ્રાવ્ય પદાર્થ મિશ્ર થશે આ રીતે તાપમાનમાં વૃદ્ધિથી દ્રાવ્યતા વધી જાય છે. ... તથા ... જેવા દ્રાવક પદાર્થોનાં કિસ્સામાં ક્રમ ઋણ (ઉષ્માક્ષેપક) હોય છે. અને તેમની દ્રાવ્યતા ગરમ કરવાથી ઓછી થઈ જાય છે.

(ખ) રાસાયણિક સંતુલન

(1) એમોનિયા-સંશ્લેષણ માટે અનુકૂળ પરિસ્થિતિઓ

- આ પ્રક્રિયાનું અત્યંત ઔદ્યોગિક મહત્વ છે. એમોનિયા સંશ્લેષણ દરમીયાન એવી પરિસ્થિતિઓ બનાવીને રાખવામાં આવી હોય છે. જે નેટ અગ્ર પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ હોય છે. આ પરિસ્થિતિઓ છે. નીચું તાપમાન અને ઊંચુ દબાણ. ઉત્પ્રેરક ઉમેરવાથી પ્રક્રિયા તીવ્ર ગતિથી થાય છે. આની સાથે જ નાઈટ્રોજન અને હાઈડ્રોજન વાયુઓની આપૂર્તિ પ્રક્રિયા રૂપમાં સતત કરવામાં આવે છે. અને

એમોનિયાને સતત પૃથક કરવામાં આવે છે. આ બધાથી તંત્ર પર એક પ્રકારનો દબાવ હોય છે. અને સંતુલન પ્રાપ્ત નથી થતું જેનાથી એમોનિયાનું સંશ્લેષણ સતત થતું રહે છે.

- ઉદ્યોગોમાં આ પ્રક્રિયા અતિ સુક્ષ્મ વિભાજિત લોખંડ (ઉત્પ્રેરક) અને મોલિબ્કેનમ (વર્ધક)ની હાજરીમાં 450 તાપમાન પર અને 200 .. દબાણ પર કરાવવામાં આવે છે.

(2) SO_3 નું નિર્માણ

પ્રક્રિયા

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2SO_3\,(g)\;;\; \Delta H = -\,ve$$ ઋણ

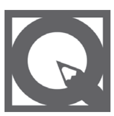
- આ પ્રક્રિયા ઉષ્માક્ષેપક છે અને ... ઉત્પ્રેરકની હાજરીમાં ઊંચુ દબાણ તથા નીચા તાપમાનથી .. ના નિર્માણમાં મદદ મળે છે.

(3) નું નિર્માણ

પ્રક્રિયા

$$N_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2NO\,(g)\;; \qquad \Delta H = +\,ve$$ ઘન

- આ પ્રક્રિયા ઉષ્માશોષક છે અને ... છે. આ પ્રક્રિયા પર દબાણમાં પરિવર્તનનો કોઈ પ્રભાવ નથી પડતો ઉપયુક્ત ઉત્પ્રેરકની હાજરી મદદરૂપ થાય છે.



(1) લા-શેટેલિયરનો નિયમ શું છે ?

(2) સંતુલન પર કોઈ તંત્રને પ્રભાવિત કરવાવાળા કારક ક્યા ક્યા છે ?

(3) જ્યારે તાપમાન અને દબાણ ઓછું કરી દેવામાં આવે તો તેમનો ઘન-બાષ્પ સંતુલન પર શું પ્રભાવ પડશે ?

(4) (ક) નીચેની પ્રક્રિયામાં,

$$A\,(g) + 2B\,(g) \rightleftharpoons C\,(s) + D\,(g)\;;\; \Delta H = +\,ve$$. ઘન

નીચે આપેલ કારકોમાંથી ક્યા કારથી નેટ અગ્ર પ્રક્રિયા થસે ?

(1) ને ઉમેરવાથી

(2) ને ઉમેરવાથી

(3) દબાણમાં ઘટાડો

(4) તાપમાનમાં વધારો

જવાબ :

(ખ) C અને D નાં બનવા માટે સૌથી અનુકૂળ પરિસ્થિતિઓ બતાવો.

તમે જે શીખ્યા

- નિશ્ચિત પરિસ્થિતિઓમાં કોઈ રાસા. પ્રક્રિયા ત્યારે પ્રતિવર્તિ કહેવાય છે જ્યારે પ્રક્રિયકો દ્વારા નીપજોનાં નિર્માણની સાથે સાથે નીપજ પણ પરસ્પર પ્રક્રિયા કરીને પ્રક્રિયક બનાવે.

- પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ પૂર્ણ નથી હોતી અને સંતુલિત અવસ્થાની સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરી લે છે. સંતુલિત અવસ્થા ત્યારે પ્રાપ્ત થાય છે જ્યારે બે વિરુદ્ધ પ્રક્રમ એક દરથી થાય છે.

- સંતુલન સ્થાપિત થિ ગયા પછી તંત્રનાં સ્થૂળ ગુણધર્મોમાં પરિવર્તન પરિવર્તન નથી થું.

- અપ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયાઓ વાસ્તવમાં પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ જ હોય છે જેમાં સંતુલન ત્યારે પ્રાપ્ત થાય છે જ્યારે પ્રક્રિયકોની ન ગણ્ય માત્રા પ્રક્રિયા કર્યા વગર બાકી રહે છે.

- રાસાયણિક સંતુલન ગતિક હોય છે તેને બંધ પ્રણાલીમાં કોઈ પણ બાજુથી પ્રક્રિયા પ્રારંભ કરી પ્રાપ્ત કરવામાં આવી શકે છે.

- જો સંતુલન બે ભૌતિક પરિવર્તનોનાં ફળરૂપે પ્રાપ્ત થાય તો તેને ભૌતિક સંતુલન કહે છે. પરંતુ જો સંતુલન બે વિરુદ્ધ રાસા. પરિવર્તનોનાં ફળરૂપે પ્રાપ્ત થાય તો તેને રાસાયણિક સંતુલન કહે છે.

- પ્રાવસ્થા કોઈ સમાંગ તંત્ર અથવા તંત્રનો હિસ્સો હોય છે જેનો સમાન સંઘટન અને એકસમાન ગુણધર્મ હોય છે. આ ભૌતિક અવસ્થાની ભિન્ન હોય છે.

- જે તંત્રમાં માત્ર એક પ્રાવસ્થા હોય છે તેને સમાંગી તંત્ર કહે છે અને જે તંત્રમાં એકથી વધુ પ્રાવસ્થાઓ હોય છે તેને વિષમાંગી તંત્ર કહે છે.

- રાસાયણિક સંતુલન સમાંગી પણ હોઈ શકે છે અને વિષમાંગી પણ જ્યારે ભૌતિક સંતુલન હંમેશા વિષમાંગી હોય છે.

- ... સામાન્ય પ્રક્રિયા માટે સંતુલન નિયમ અનુસાર સંતુલન અચળાંક, .. નીચેના સૂત્ર દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે.

- જ્યારે .. ની ગણતરી માટે મોલર સાંદ્રતાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે તો સાંદ્રતા સંતુલન અચળાંક .. પ્રાપ્ત થાય છે. શુદ્ધ ઘનો અને પ્રવાહીઓનાં સાન્દ્રણ સ્થિર હોય છે અને તેમને ... નાં સૂત્ર માં શામિલ કરવામાં આવતાં નથી.

- વાયુ તંત્રોમાં વાયુની સાંદ્રતાને તેનાં આંશિક દબાણોના રૂપમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે આ રીતે પ્રાપ્ત સંતુલન અચળાંક દબાણ સંતુલન અચળાંક .. કહે છે.

- .. અને .. ની વચ્ચે સંબંધ હોય છે : .. જેમાં ... પ્રક્રિયા દરમિયાન વાયુ પદાર્થોનાં મોલોની સંખ્યામાં પરિવર્તન છે.

- સંતુલન અચળાંકનું સૂત્ર આ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પ્રક્રિયાનું રાસા. સમીકરણ કેવી રીતે લખવામાં આવે છે.

- સંતુલન અચળાંકનું પરિમાણ આ વાત પર માપ હોય છે કે પ્રક્રિયા પૂર્ણતા સ્થિતિની કેટલી નજીક છે.

- .. નો એકમ પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થોના મોલની સંખ્યામાં પરિવર્તન પર નિર્ભર કરે છે.

- સાન્દ્રતા, દબાણ અને તાપમાન, સંતુલન તંત્રોને પ્રભાવિત કરી શકે છે. ગુણાત્મકતઃ આ પ્રભાવની પ્રાગુક્તિ લા-શેટેલિયર નિયમ દ્વારા કરી શકાય છે. આ નિયમ અનુસાર સાન્દ્રતા,દબાણ અને તાપમાનમાં ફેરફાર કરી જ્યારે કોઈ તંત્રનું સંતુલન વિક્ષુબ્ધ કરવામાં આવે છે તો તે દીશમાં નેટ પરિવર્તન થાયછે જે વિક્ષોભકારકનાં પ્રભાવને સમાપ્ત કરી દે છે.

- કેટલીક રાસા. પ્રક્રિયાઓમાં સાંદ્રતા અને દબાણમાં પરિવવર્તન થાય છે પરંતુ સંતુલન અચળાંક નાં માનમાં કોઈ પરિવર્તન થતું નથી.

- ઉત્પ્રેરકથી સંતુલન અચળાંક માં કોઈ ફેરફાર નથી તથો આ માત્ર સંતુલિત અવસ્થા શીઘ્ર પ્રાપ્ત કરવામાં મદદ કરે છે.

- તાપમાન ફેરફારથી સંતુલન અચળાંકનાં માનમાં ફેરફાર થાય છે.

પાઠયાંત પ્રશ્નો

(1) પ્રતિવર્તી અને અપ્રતિવર્તિ પ્રક્રિયાઓથી તમે શું સમજો છો ?

પ્રત્યેકનું એક ઉદાહરણ આપો.

(2) ભૌતિક સંતુલન શું હોય છે ?

(3) સંતુલિત અવસ્થામાં લક્ષણ બતાવો.

(4) શું પ્રાવસ્થા અને ભૌતિક અવસ્થા સમાન હોય છે ? પ્રત્યેકનું એક ઉદા. આપી પોતાનાં જવાબો સ્પષ્ટ કરો.

(5) સમાંગી અને વિષમાંગી તંત્રોમાં કેવા પ્રકારની ભિન્નતા હોય છે ?

નીચેનામાં ક્યા સમાંગી તંત્ર છે ?

(a) Liquid $\rightleftharpoons$ Vapour

(b) N_2O_4 (g) $\rightleftharpoons$ $2NO_2$ (g)

(c) NH_4Cl (s) $\rightleftharpoons$ NH_3 (g) + HCl (g)

(d) CH_3COOH (l) + C_2H_5OH (l) $\rightleftharpoons$ $CH_3COOC_2H_5$ (l) + H_2O (l)

(6) અને શું હોય છે ? તેમની વચ્ચે સંબંધ બતાવો.

(a) CO_2 (g) + H_2 (g) $\rightleftharpoons$ CO (g) + H_2O (l)

(b) $3Fe(s) + 4H_2O(l)$ $\rightleftharpoons$ Fe_3O_4 (s) + $4H_2$ (g)

(c) $2SO_3$ (g) $\rightleftharpoons$ $2SO_2$ (g) + O_2 (g)

ેકમ પણ બતાવો

(a) N_2O_5 (g) $\rightleftharpoons$ $2NO_2$ (g) + $\frac{1}{2}$ O_2 (g)

(b) CH_4 (g) + H_2O (l) $\rightleftharpoons$ CO (g) + $3H_2$ (g)

(c) $FeCl_3$ (aq) + $3NH_4SCN$ (aq) $\rightleftharpoons$ Fe $(SCN)_3$(aq) + $3NH_4Cl$ (aq)

જવાબ :

(8) નીચેની પ્રક્રિયાઓ ણઆઠએ ॥ ણઆઠએ શઊત્ર લખો. પ્રત્યેક માટે (..માં) .. નાં એકમ બતાવો.

(9) નીચેની પ્રક્રિયા માટે .. અને .. ની વચ્ચે સંબંધ બતાવો.

જવાબ :

(10) .. અને ,, ની વચ્ચે સંબંધની મદદથી નીચેનાનું સૂત્ર લખો.

(i) K_p for the reactions given in Q. No.7

(ii) K_c for the reactions given in Q. No.8

(12) લા-શેટેલિયરનો નિયમ લખો.

જવાબ:

(13) સંતુલન પર નીચેના તંત્રો પર નીચેના કારકોનો શું પ્રભાવ થશે ?

ઘન

(1 નો ઉમેરવું

(2) Z ને પૃથ્થક કરવો.

(3) ઉત્પ્રેરક ઉમેરવો.

(4) દબાણ વધારવું

(5) તાપમાન વધારવું.

(14) 717 કિ. પર .. નાં 7.5 મોલો અને .. ની બાષ્પનાં 2.6 મોલો ને મિશ્ર કરવાથી .. નાં 5 મોલ પ્રાપ્ત થયા નીચેની પ્રક્રિયાનો સંતુલન અચળાંક ગણો.

જવાબ :

(15) 333 કિ. પર ... પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંક, .. નું માન 1.33 .. મળ્યું જ્યારે કુલ દબાણ .. હતું 333 કિ. તથા 1 ... દબાણ પર મીચેની પ્રક્રિયા માટે .. ગણો.

(16) 717 કિ. પર એક લિટર વેગ વાળા ફલાસ્કમાં .. નાં 0.30 મોલ અને .. નાં .30 મોલ લીધા કેટલાક સમય પછી સંતુલન પ્રાપ્ત થયું.

સંતુલન પ્રાપ્ત થયા પછી એ મળ્યું કે .. નું સાંન્દ્રણ ઘટીને 0.26 ... થઈ જાય છે. ઉપરની તાપમાન પ્રક્રિયાનો .. ગણો.

(17) નીચેની પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંક 4 છે.

૧૮.

જો એસિટિક એસિડનો 1 મોલ અને ઈથેનોલનાં 8 મોલ લેવામાં આવે તો સંતુલન મિશ્રણનું સંઘટન શું થશે ?

(1શ્ર0 673 કિ પર પ્રક્રિયા

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

$2SO_2(g) + O_2$ ... $SO_3(g)$

ના પ્રક્રિયા માટે નું માત્રા એકમોમાં ગણો.

પાઠગત પ્રશ્નોના ઉત્તર

11.1

(1) એક રાસા. પ્રક્રિયા પ્રતિવર્તિ કહેવાય છે જો નિશ્ચિત પરિસ્થિતિઓમાં તેની નીપજ પરસ્પર પ્રક્રિયા કરીને ફરીથી પ્રક્રિયકો ઉત્પન્ન કરે

(2) જ્યારે બે વિરુદ્ધ પ્રક્રિયાઓ સમાન દરથી થાય છે અને નિશ્ચિત તાપમાન પર એકબીજીને સંતુલિત કરે છે તો પ્રક્રિયા સંતુલિત અવસ્થા પ્રાપ્ત કરી લે છે.

(3) જ્યારે કોઈ તંત્ર સંતુલિત અવસ્થા પ્રાપ્ત કરી લે છે તો તેનાં તાપમાન અને દબાણ તથા બધા પ્રક્રિયકો , નીપજોની સાંદ્રતામાં કોઈ પરિવર્તન થતું નથી.

(4) (1) નિશ્ચિત તાપમાન પર બંધ પાત્રમાં જળ બાષ્પ તંત્ર

GMW

(2) અચળ તાપમાન પર સંતૃપ્ત દ્રાવણ જેમાં કેટલાક અદ્રાવ્ય દ્રાવ્ય પદાર્થ હોય.

(5) (1) સમાંગી તંત્ર

(2) વિષમાંગી તંત્ર

$$CaCO_3\,(s) \rightleftharpoons CaO\,(s) + CO_2(g)$$

$$Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \rightleftharpoons Cu\,(s) + ZnSO_4\,(aq)$$

11.2

1. $K = \dfrac{[C]^3\,[D]^3}{[A]^2\,[B]}$

2. $K_p = K_c\,(RT)^{\Delta n_g}$

3. (i) (a) $K_c = \dfrac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$; $K_p = \dfrac{p_{CO} \times p_{H_2O}}{p_{CO_2} \times p_{H_2}}$

   (b) $K_c = [I_2]$; $K_p = p_{I_2}$

(2) પહેલી પ્રક્રિયા માટે ... આથી

જ્યારે બીજી પ્રક્રિયા માટે ..

(4)

(5) આ તે સીમાનું માપ હોય છે જ્યાં સુધી કોઈ પ્રક્રિયા સંતુલન પ્રાપ્ત કરવા પહેલા સુધી હોય છે.

11.3

(1) લા-શેટેલિયર નિયમ અનુસાર જ્યારે સાંદ્રતા, દબાણ અથવા તાપમાનમાં પરિવર્તન કરીને સંતુલન પર કોઈ તંત્રને વિક્ષબ્ધ કરવામાં આવે છે તો તે દીશામાં નેટ પરિવર્તન થાય છે જે વિક્ષોભ

કારકનાં પ્રભાવને સમાપ્ત કરી દે છે.

(2) દબાણ, તાપમાન તથા પ્રક્રિયકો અને નીપજોની સાંદ્રતાઓમાં પરિવર્તન

(3) જ્યારે તાપમાન ઓછું કરવામાં આવે છે તો કેટલીક બાષ્પ સંઘનિત થઈ જશે અને જ્યારે દબાણ ઓછું કરવામાં આવે તો કેટલાક ઘનનું ઉર્ધ્વપાતન થઈ જશે.

(4) (a) (ii) and (iv)

(ક) (2) અને (4)

(ખ) ઊંચુ તાપમાન, ઉત્પ્રેરકની હાજરી અને .. નું સતત નિષ્કાસન D.

12

આયનિક સંતુલન

- આ પ્રકારનાં પહેલા પાઠમાં તમે રાસાયણિક સંતુલન તેના પ્રકાર અને સંતુલિત અવસ્થાને પ્રભાવિત કરતા ઘટકો વિશે શીખ્ય છો. આ પાઠમાં તમે એવા સંતલનોનો અભ્યાસ કરશો જેમાં આયનિક સ્પીશીજ હોય છે. સંતુલન જેમાં એસિડો અને બેઈઝોને શામિલ કરવામાં આવે છે. અનેક પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ માટે મહત્વપૂર્ણ હોય છે જીવન તંત્ર, કૃષિ અને ઔદ્યોગિક ઉપક્રમોમાં બફર દ્રાવણો દ્વારા pH ને નિયંત્રિત કરવી મહત્વપૂર્ણ હોય છે. આ જ રીતે ઓછ્છા દ્રાવ્ય ક્ષારોનાં દ્રાવણોમાં દ્રાવ્યતા સંતુલન સ્થાપિત કરવું પણ મહત્વપૂર્ણ છે. ઉદા. તરીકે આપણાં હાડકાઓ તથા દાંતોમાં જે એક ઓછ્છો દ્રાવ્ય ક્ષાર છે, કેલ્શિયમ ફોસ્ફેટ $Ca_3(PO_4)_2$,હોય છે. પ્રારંભિક રીતે આપણે આપણું ધ્યાન એસિડ-બેઈક તથા દ્રાવ્યતા સંતુલનો અને તેનાથ અંર્ત સંબંધિત કેટલાક તથ્યો જેવાં કે pH, બફર દ્રાવણ અને સમ આયન પ્રભાવો પર રાખીશું આ પ્રક્રમમાં તમે પહેલા પાઢમાં શીખેલા કેટલાક તથ્યોનો પ્રયોગ કરીશું.

ઉદેશ્યો

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે :-

- એસિડો અને બેઈકો નાં વિભિન્ન તથ્યોને વ્યાખ્યાપિત તથા તેમના વ્યાખ્યા કરી શકશો.

- સંયુક્ત એસિડ-બેઈજ યુગ્મોને વ્યા

- નિર્બળ એસિડો તથા નિર્બળ બેઈઝો માટે આયનીકરણ અચળાંકનાં સૂત્રની વ્યત્પત્તિ કરી શકશો.

- આયનીકરણ અચળાંક અને એસિડો તથા બેઈઝોની પ્રબળતાની વચ્ચે સંબંધ સ્થાપિત કરી શકશો.

- પાણીના સ્વતઃ આયનીકરણની વ્યાખ્યા કરી શકશો અને પાણીની આયનિક નીપજ માટે સૂત્રની વ્યુત્પત્તિ કરી શકશો.

- pH ને વ્યાક્તાપિત કરી શકશો અને તેનાં જલીય દ્રાવણોની પ્રકૃતિ 9તટસ્થ, એસિડિક અથવા બેઈઝક)થી સંબંધ સ્થાપિત કરી શકશો.

- નિર્બળ એસિડો તથા બેઈકોનાં આયનીકરણમાં સ-આયન પ્રભાવની તથા તેને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.

- બફર દ્રાવણને વ્યાખ્યાપિત કરી શકશો.

- એસિડિક તથા બેઈઝક બફર દ્રાવણોમાં pH ની ગણતરી કરવા માટે હેન્ડરસન સમીકરણની પ્રયોગ કરી શકશો.

- રાસાણિક સમીકરણોની મદદથી ક્ષારોની જલ-અપઘટ્યતાની વ્યાખ્યા કરી શકશો.

- દ્રાવ્યતા સંતુલનને એક સમીકરણની મદદથી પ્રદર્શિત કરી શકશો.

- AB, AB_2 A_2Bતથા A_2B_3ની જેવા ક્ષારોની દ્રાવ્યતા અને દ્રાવ્યતા સંતુલનની વચ્ચે સંબંધોને ઓળખી શકશો.

- દ્રાવ્યતા સંતુલન પર સમ-આયન પ્રભાવની વ્યાખ્યા કરી શકશો અને

- સમ-આયન પ્રભાવના કેટલાક અનુપ્રયોગો ને ફરીથી કરી શકશો.

12.1 એસિડો તથા બેઈઝોની સમાન્ય સંકલ્પના

- તમે એસિડ, બેઈઝ, એસિડિક તથા એસિડિકતા વગેરે પદોથી પરિચિત છો. પરંતુ આપણે એક એસિડ અથવા એક બેઈઝને કેવી રીતે વ્યાખ્યાપિત કરી શકીએ છીએ ? એસિડો તથા બેઈઝોની કોઈ સામાન્ય પરિભાષા નથી. એસિડો તથા બેઈઝો માટે ત્રણ ભિન્ન સંકલ્પનાઓ (ક્રમશઃ ઓર્ડનિયસ, બ્રાસ્ટેડ અને લોરી તથા લૂઈસ દ્વારા પ્રસ્તાવિત) જાણીતી છે. આમાંથી પ્રત્યેકમાં એસિડ બેઈજ રસાયણનાં ભિન્ન-ભિન્ન બાજુઓ પર ભાર આપવામાં આવે છે.

14.1.1 ઓર્ડોનિયસ સંક્લપના

- સામાન્ય રીતે પ્રયુક્ત, એસિડો તથા બેઈઝોની સંક્લપનાને 1884માં સુએન્ટે ઓર્ડિનિયસ એ પ્રસ્તુત કરી. આ સંક્લપનાને અનુસાર એવા પદાર્થ જે જલીય દ્રાવણમાં વિયોજિત થઈને હાઈડ્રોજન આયન () આપે છે તે એસિડ કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયા આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

...

- અહીયાં .. એસિડને દર્શાવે છે તથા .. હાઈડ્રોજન આયન વગર એસિડિક અણુને દર્શાવે છે. ઓર્ડનિયસ એસિડનું એક ઉદા. હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ .. છે પરંતુ આયનીકરણ આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

...

- અહીયા પ્રોટોન અથવા હાઈડ્રોજન આયન સ્વયં એક પાણીનાં અણુથી સંયોગ કરીને .. આયન બનાવે છે જેને હાઈડ્રોનિયમ આયન કહે છે.

...

- હાઈડ્રોનિયમ આયનને ઓક્સિનિયમ આયન અથવા હાઈડ્રોક્લોનિયમ આયનના રૂપમાં પણ ઓળખવામાં આવે છે. આ તથ્યને આધારે સમી. 14.1 આ રીતે પણ લખી શકાય છે.

....

- બીજી બાજુ બેઈઝ એક એવા પદાર્થને કહેવાય છે. જે જલીય દ્રાવણમાં વિયોજિત થવાથી એક હાઈડ્રોકિસલ આયન () આપવામાં સક્ષમ હોય.

...

- અહીયાં .. બેઝિક અણું જે હાઈડ્રોકિસલ આયનના વગર હોય દર્શાવે છે. સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ, આર્ડેનિયસ બેઈઝનું એક ઉદા. છે. જે આ રીતે વિયોજિત થાય છે.

...

- ઓર્ડનિયસ સંક્લપના ઘણી ઉપયોગી છે તથા આ એસિડ બેઈઝ વ્યવહારની ખૂબ સારા પ્રકારથી વ્યાખ્યા કરે છે પરંતુ આની કેટલીક ખામીઓ પણ છે જેવી કે,

- આ માત્ર જલીય દ્રાવણો સુધી જ સીમિત છે અને આમાં પદાર્થનું વિભાજન થવું જોઈએ.

- આવા પદાર્થોનાં એસિડિક વ્યવહારને જેમાં હાઈડ્રોજન ન હોય, આ તેની વ્યાખ્યા કરી શકતા નથી. ઉદા. તરીકે .. આ રીતે આ કેટલાંક પદાર્થો જેવાં કે ... અને ... નાં બેઝિક ગુણની વ્યાખ્યા પણ કરી શકથા નથી. એટલે કે એવા પદાર્થ જેમાં હાઈડ્રોકસાઈડ સમૂહ ન હોય.

12.2.2 બ્રોસ્ટેડ અને લોરીની સંક્લપના

- 1923 માં બ્રોસ્ટેડ તથા લોરીએ સ્વતંત્ર રૂપથી એસિડ-બેઈઝ પ્રક્રિયાઓને પ્રોટીન સ્થાનાંતરણ પ્રક્રિયાઓના રૂપમાં વિવેચિત કરી. તેનાં એનુસાર એક એસિડ પ્રોટોન (0 દાતાના રૂપમાં અને એક બેઈજ પ્રોટોન (H^+) ગુણકર્તાના રૂપમાં વ્યાખ્યાપિત કરવામાં આવે છે. આ વ્યાખ્યા ઘણી હદ સુધી વ્યાપર છે અને ઓર્કનિયસ સંકલ્પનાની પ્રથમ ખામીને દૂર કરે છે. કોઈ અણું અથવા આયન જેમાં હાઈડ્રોજન છે પ્રોટોન (NH_3) આપવાની ક્ષમતા રાખે છે તો તે એસિડ છે જ્યારે કોઈ અણું અથવા આયન જે પ્રોટીન (HF) ને સ્વીકારે છે તે બેઈઝ છે.

- ઉદા. તરીકે એમોનિયા એક બેઈઝની જેમ કાર્ય કરે છે. (એક પ્રોટોનને ગ્રહણ કરે છે જ્યારે HFએક એસિડની જેમ વ્યવહાર કરે છે (પ્રોટોન આપે છે)

$$NH_3 + HF \longrightarrow NH_4^+ + F^-$$

- બ્રોસ્ટેડ-લોહી સિદ્ધાંત અનુસાર એસિડ એક એવો પદાર્થ છે જે પ્રોટોન આપી શકે છે. જ્યારે બેઈઝ એક એવો પદાર્થ છે જે પ્રોટોન ગ્રહણ કરે છે.

- આ ઉદા.માં તમે જોયુ હશે કે અહીંયા દ્રાવકની કોઈ પામતા નથી. આવો હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડની, દ્રાવક જેવાં કે પાણીમાં એમોનિયાની સાથે પ્રક્રિયા પર વિચાર કરીને આપણે આવું આયનિક સમીકરણ

આ રીતે લખી શકીએ છીએ.

$$H_3O^+(aq) + Cl^-(aq) + NH_3(aq) \longrightarrow H_2O(l) + NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

- અહીંયાં .. નાં આયનીકરણથી હાઈડ્રોનિયમ તથા ક્લોરાઈડ આયન પ્રાપ્ત થાય છે બંને બાજુથી ક્લોરાઈડ આયન (Cl^-) ને કાપવાથી આપણે નીચેના આયનિક સમી. પ્રાપ્ત કરીએ છીએ.

$$NH_3\,(g) + H_3O^+(aq) \longrightarrow H_2O(l) + NH_4^+(aq)$$

- અહીંયા જલીય દ્રાવણમાં હાઈડ્રોનિયમ આયન H_3O^+ થી એક પ્રોટોન સ્થાનાંતરિત થઈને એમોનિયા NH_3 એણુને મળે છે તથા H_2O આયન અને યય બનાવે છે. અહીયા NH_4^+ એક એસિડની જેમ કાય કરે છે. કારણ કે, તે પ્રોટોન આપે છે. તથા NH_4^+. પ્રોટોન ગ્રહણ કરે છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે અહીંયા પાણી (દ્રાવક) મધ્યસ્થતા કરે છે આ ધ્યાન રાખવું જોઈએ કે બ્રોસ્ટેડ લોહી સિદ્ધાંતના અનુસાર એસિડ અને બેઈઝ અથવા તો આયની અથવા આણ્વીક પદાર્થ હોઈ શકે છે.

- કોઈ પણ એસિડ બેઈઝ સંતુલિત અવસ્થામાં બંને અગ્ર અને પશ્ચ પ્રક્રિયાઓમાં પ્રોટોનનું સ્થાનાંતરણ થાય છે આવો પાણીની એમોનિયાની સાથે પ્રક્રિયા પર વિચાર કરીએ.

$$\underset{acid_1}{H_2O(l)} + \underset{base_2}{NH_3(aq)} \rightleftharpoons \underset{acid_2}{NH_4^+(aq)} + \underset{base_1}{OH^-\,(aq)}$$

એસિડ1 બેઈઝ1 એસિડ2 બેઈઝ2

- અગ્ર પ્રક્રિયામાં .. પાણીથી પ્રોટોન ગ્રહણ કરે છે આથી NH_3 એક બેઈઝ છે અને પાણી એક એસિડ છે. પશ્ચ પ્રક્રિયામાં H_2O. આયન H_2O ને એક પ્રોટોન આપે છે. આથી NH_4^+ આયન એક એસિડની જેમ કાર્ય કરે છે અને OH^-. એક બેઈઝની જેમ અહીંયા તમે જોશો કે NH_4^+ અને NH_3 એક પ્રોટોનથી ભિન્ન છે. એટલે કે OH^- એક પ્રોટોન ગ્રહણ કરીને NH_4^+ આયન બની જાય છે. જ્યારે NH_4^+ આયન એક પ્રોટોન ગુમાવીને NH_3 અણું બની જાય છે. NH_4^+ અને NH_3 સ્પીશીજ ને સંયુગ્મી એસિડ-બેઈઝ જોડ કહેવાયમાં આવે છે. એક સંયુગ્મી એસિડ બેઈઝ જોડ એસિડ-બેઈઝ પ્રક્રિયાના બે સ્પીશીજ હોય છે. એક એસિડ અને એક બેઈઝ તેમને પ્રોટોનની પ્રાપ્તિ અથવા પ્રોટોનની હાનિ દ્વારા અલગ સમજવામાં આવે છે. આને NH_4^+ / NH_3 થી પણ દર્શાવી શકાય છે. આવી જોડમાં એસિડ-બેઈઝનો સંયુગ્મી એસિડ એને બેઈઝ એસિડનો સંયુગ્મી બેઈઝ હોય છે. આ રીતે NH_4^+ નો સંયુગ્મી એસિડ અને NH_3, નો સંયુગ્મી બેઈજ છે. સંયુગ્મી જોડના પ્રત્યેક સભ્યને એક જ અંક જ્યારે .. જોડને 1 એક આપવામાં આવે છે. આવો આપણે એક અન્ય ઉદા. પાણીમાં હાઈડ્રોજન કલ્રાઈડનાં આયનન પર વિચાર કરીએ. આ નીચેની રીતે દર્શાવી શકાય છે.

GMW

$$\underset{acid_1}{HF(g)} + \underset{base_2}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{acid_2}{H_3O^+(aq)} + \underset{base_1}{F^-(aq)}$$

એસિડ1 બેઈઝ2 એસિડ2 બેઈઝ1

- સંતુલન ચિહ્ન દર્શાવે છે કે પ્રક્રિયા ક્યારેય પૂર્ણ નથી હોતી. F^- અણુનાં આયનનથી પ્રાપ્ત .. આયન કોઈ પણ બે બેઈઝો F^- અને H_2O. દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવી શકે છે. સંતુલનની માત્ર અલપ માત્રામાં ડાબી બાજુ જવાના તથ્ય આપણને એ બતાવે છે કે .. પ્રોટોનને ગ્રહણ કરી પ્રક્રિયા જે જમણી બાજુ અગ્રસર કરે છે એટલે કે આયન H_2O. મી સાપેક્ષે પ્રબળ ક્ષાર છે.

- આ જ રીતે જ્યારે પાણીમાં HCI મિશ્ર થાય છે તો HCI અણુંઓ દ્વારા આપેલ H^+ આયન બે બેઈઝો Cl^- અને H_2O. માંથી કોઈ પણ ના દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવી શકે છે.

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

-આ તથ્ય મંદ જલીય દ્રાવણમાં HCI પૂરી રીતે આયનિત થઈ જાય છે (એક જ તીર દ્વારા નિર્દેશિત) આપણને એ બતાવે છે કે Cl^- ની સાપેક્ષે H_2O એક નિર્બળ બેઈઝ છે આ બંને ઉદાહરણોથી આપણે આ નિષ્કર્ષ નીકાળીએ છીએ કે એક પ્રબળ એસિડ (HCl) નો સંયુગ્મો બેઈજ નિર્બળ બેઈઝ Cl^- છે. તથા એક નિર્બળ એસિડ HF નો પ્રબળ સંયુગ્મી બેઈઝ F^-. છે સામાન્ય રીતે એક સંયુગ્મી એસિડ-બેઈઝ જોડમાં એક નિર્બળ એસિડનાં સંયુગ્મી પ્રબળ હોય છે આજ રીતે એક નિર્બળ બેઈઝનો સંયુગ્મી એસિડ પ્રબળ હોય છે.

- હવે તમે સમજી ગયા હશો કે પ્રબળ અને નિર્બળ પદ અન્ય ઘણા બધા વિશેષણોની જેમ આપેક્ષિત રૂપમાં ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. નીચેની પ્રક્રિયા પર વિચાર કરો.

$$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$$

- અહીયાં .. ની તુલનામાં .. એક નિર્બળ ક્ષાર છે.

- આવો કેટલાક સંયુગ્મી એસિડ-બેઈઝની જોડ વાળી પ્રક્રિયાઓ લખીએ.

$$\underset{acid_1}{HF(aq)} + \underset{base_2}{HCO_3^-(aq)} \rightleftharpoons \underset{acid_2}{H_2CO_3(aq)} + \underset{base_1}{F^-(aq)}$$

$$\underset{acid_1}{HCO_3^-(aq)} + \underset{base_2}{OH^-(aq)} \rightleftharpoons \underset{base_1}{CO_3^{2-}(aq)} + \underset{acid_2}{H_2O(l)}$$

$$\underset{acid_1}{H_2CO_3(aq)} + \underset{base_2}{CN^-(aq)} \rightleftharpoons \underset{base_1}{HCO_3^-(aq)} + \underset{acid_2}{HCN(aq)}$$

- જો આપણે નજીકથી ઉપરની પ્રક્રિયાઓની તપાસ કરીએ તો આપણને જાણવા મળે છે કે તેમાં કેટલાંક સ્પીશીજ એસિડ અને બેઈઝ બંનેની જેમ કાર્ય કરી શકે છે. આવા સ્પીશીજને એમ્ફીપ્રોહિક

કહે છે. ઉપર આપેલ પ્રક્રિયાઓમાં .. ની હાજરીમાં .. બેઈઝની જેમ કાર્ય કરે છે. પરંતુ .. ની હાજરીમાં એક એસિડની આજ રીતે .. એસિડ અને બેઈજ બંનેની જેમ વ્યવહાર કરે છે.

- આથી આપણે જોયું કે બ્રોસ્ટેડ-લોરીનાં એસિડ-બેઈઝ સિદ્ધાંતનું ક્ષેત્ર આર્કેનિયસ સિદ્ધાંતની અપેક્ષાકૃત વધારે વ્યાપક છે.

12.2.3 લુઈસ સિદ્ધાંત :

- જેવું કે ઉપર વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે કે બ્રોસ્ટેડ-લોરી સિદ્ધાંત દ્રાવકની પ્રકૃતિ પર નિર્ભર નથી કરતા (આર્કેનિયસની ખામીઓ દૂર કરવામાં આવી). પરંતુ આર્કેનિયસ સિદ્ધાંતને સમાન આ ને પદાર્થો જેમાં હાઈડ્રોજન પરમાણું નથી હોતા. કે એસિડિકતાની વ્યાખ્યા નથી કરતા (ઉદા. તરીકે $AlCl_3$) તથા એવા પદાર્થ જે OH સમૂહ વગરનાં છે. (જેવાં કે Na_2CO_3) G.N ની બેઝિકતાની પણ વ્યાખ્યા નથી કરતા. જી.એન. લુઈસ 1923 માં આ પ્રકારના એસિડો તથા બેઈઝોથી સંબંધિત પદાર્થો માટે એક અન્ય સિદ્ધાંત આપ્યાં તેનાં અનુસાર એક એસિડ આ રીતે વ્યાખ્યાપિત કરી શકાય છે એક પરમાણું, અણું અથવા આયન જે એક ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મને કોઈ અન્ પરમાણું, અણું અથવા આયનથી ગ્રહણ કરી શકે. તેને એસિડ કહેવાય છે. બીજી બાજુ કોઈપણ પરમાણું, અણું અથવા આયન જે એક ઈલોક્ટ્રોન યુગ્મ આપી શકે છે તેને લૂઈસ બેઈઝની જેમ વ્યાખ્યાપિત કરી શકાય છે આવો એક ઉદા. લઈએ.

$$AlCl_3 + NH_3 \longrightarrow Cl_3Al \longleftarrow NH_3$$

- ઉપરનાં ઉદા. માં .. એક અપૂર્ણ ઈલેક્ટ્રોન સ્પીનીજ છે આ .. અણુથી એક ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ પર થાય છે. તેને ગ્રહણ કરે છે. આથી ... એક લૂઈસ એસિડ અને .. એક લુઈસ બેઈઝ છે.

પાઠ સંબધિત પ્રશ્ન 12.1

(1) આર્કેનિયસ-એસિડને વ્યાખ્યાપિત કરો અને બે ઉદા. આપો.

(2) આર્કેનિયસ વ્યાખ્યાની શું સીમાઓ છે ?

(3) બ્રોસ્ટેડ લોરી બેઈઝ, આર્કેનિયસ બેઈઝથી કેવી રીતે અલગ છે ?

(4) નીચેનાને બ્રોસ્ટેડ-લોહી એસિડ અને બેઈઝમાં વર્ગીકૃત કરો.

HCl, NH_3, H_3O^+, CN^-

12.3 એસિડો તથા બેઈઝોની સાપેક્ષ શક્તિ

- ભિન્ન-ભિન્ન એસિડો અને બેઈઝોની શક્તિઓ ભિન્ન હોય છે જે તેમની પ્રકૃતિ પર નિર્ભર કરે છે. કારણ કે એસિડો અને બેઈઝોને વ્યાખ્યાપિત કરવાની અલગ અલગ રીતો છે. આમની સાપેક્ષ

GMW

શક્તિનીતુલના કરવાની પણ અલગ અલગ રીતો છે.

14.3.1 આર્કેનિયસ સિદ્ધાંત અનુસાર સાપેક્ષ શક્તિ

- આર્કેનિયસનાં સિદ્ધાંત અનુસાર પ્રબળ વિદ્યુત-અપઘટ્ય (જેવાં કે ..) કે જે જલીય દ્રાવણોમાં પૂર્ણ રૂપથી વિયોજિત થઈ જાય છે અને HCl અથવા H^+ (or H_3O^+) આયન ઉત્પન્ન કરે છે તે પ્રબળ એસિડ કહેવાય છે.

- પ્રબળ એસિડોનાં અન્ય ઉદા. H_2SO_4, HBr, HI, HNO_3 અને $HClO_4$ બીજીબાજુ નિર્બળ વિદ્યુત અપઘટ્ય જેવા કે CH_3COOH જેનું આયનન પૂર્ણ નથી હોતું. (કારણે કે, આ પ્રક્રમ પ્રતિવર્તી છે.) અને H^+ (અથવા .. H_3O^+) આયન ઉત્પન્ન કરે છે. તે નિર્બળ એસિડ કહેવાય છે. આ જ રીતે પ્રબળ તેવિદ્યુત અપઘટ્ય છે જેનું પૂર્ણ આયનન થાય છે અને નિર્બળ બેઈઝ તે વિદ્યુત અપઘટ્ય છે જેનું પૂર્ણ આયનન નથી.થતું. .. અને .. ક્રમશઃ અને નિર્બળ બેઈઝનાં ઉદા. છે. આનાં આયનનના આ રીતે કરી શકાય છે.

$$CH_3COOH\,(aq) + H_2O \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

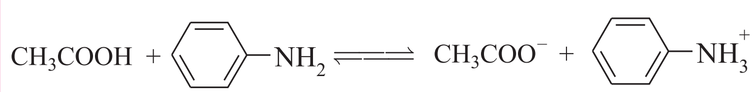
$$NaOH\,(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

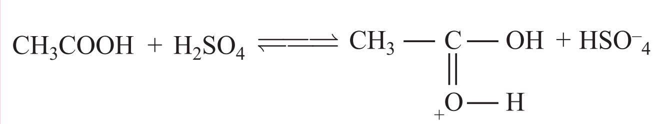
$$NH_3\,(aq) + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

- મુખ્ય પ્રબળ બેઈઝ વર્ગ 7 અને 2 નાં હાઈડ્રોકસાઈડ છે. (સિવાય) વધારે બીજા બેઈઝ નિર્બળ હોય છે.

12.3.2

- તમે શીખી ગયા છે કો બ્રોસ્ટેક લોરી સિદ્ધાંત અનુસાર એસિડ તે સ્પીશીજ છે જે પ્રોટોન આપે છે. જ્યારે બેઈજ તે સ્પીશીજ છે જે પ્રોટોન ગ્રહણ કરે છે. પદાર્થની પ્રોટોન આપવાની ક્ષમતા પ્રોટોન ગ્રહણ કરવાવાળી સ્પીશીજ પર ભિન્ન-ભિન્ન શ્કિત રાખી શકે છે. (ભિન્ન બેઈઝ શક્તિ અથવા પ્રોટોન ગ્રહણ કરવાની વૃત્તિ) ઉદા. તરીકે.





- બેઝિક દ્રાવક એનિલીનમાં એસિટિક એસિડ પ્રોટોન ગુમાવે છે પરંતુ વાસ્તવમાં સલ્ફયુરિક એસિડમાં આ પ્રોટોન ગ્રહણ કરે છે અને બેઈઝની જેમ કાર્ય કરે છે. આથી ભિન્ન ભિન્ન એસિડો અને બેઈઝોની સાપેક્ષ શક્તિઓની તુલના એક સમાન દ્રાવક કે જે સાધારણ રીતે પાણી છે. મા કરવામાં આવે છે. આથી પ્રોસ્ટેડ લોહી સિદ્ધાંતમાં આપણે એસિડની સાપેક્ષ શક્તિને તેની પ્રોટોન ગુમાવવાની (અથવા આપવાની) સાપેક્ષ વૃત્તિને કહીએ છીએ. બ્રોસ્ટેડ-લોહી સિદ્ધાંત અનુસાર પ્રબળ એસિડ તે હોય છે જે પાણીમાં લગભગ સંપૂર્ણ પ્રોટીન ગુમાવી દે છે. પ્રક્રિયા

$$\underset{\text{acid}}{HCl\,(aq)} + \underset{\text{base}}{H_2O\,(aq)} \longrightarrow \underset{\text{acid}}{H_3O^+\,(aq)} + \underset{\text{base}}{Cl^-\,(aq)}$$

પૂર્ણરૂપથી અગ્ર દીશામાં જાય છે જે સૂચિત કરે છે કે .. એક પ્રબળ એસિડ છે. એસિડટિક એસિડ પાણીને માત્ર 3 ટકા પ્રોટોન આપે છે. અને નીચેનું સંતુલન સ્થાપિત થાય છે.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$$

- આથી એસિટિક એસિડ એક નિર્બળ એસિડ કહેવાય છે.

12.2 એસિડો અને એસિડ બેઈઝોની શક્તિઓની માત્રાત્મક બાજુ

- હાલ સુધી આપણે એસિડો અને બેઈઝોની સાપેક્ષ શક્તિઓનાં માત્ર ગુણાત્મક વર્ણન કર્યું જેવું કે કોણ પ્રબળ છે અને કોણ નિર્બળ ઘણીવાર આપણને માત્રાત્મક બાજુ જાણવાની પણ જરૂર હોય છે જેવું કે કેટલું વધુ ? જેવુ કે જો એક એસિડ બીજાની સાપેક્ષે પ્રબળ છે તો આપણે જાણવું પસંદ કરીશું કે કેટલા ઘણું પ્રબળ છે. આવો શીખીએ કે માત્રા કેવી રીતે શોધીશું.

12.4.1 નિર્બળ એસિડોનું આયનન (વિયોજન)

- કોઈ નિર્બળ એસિડ, ..નું વિયોજન અથવા આયનન, આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

$$HA\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

- જેવું કે તમે જાણો છો કે પ્રબળ એસિડોમાં વિયોજન થોડું થોડું પૂરતું અથવા 100 ટકા થઈ જાય છે. અથવા આપણે કરી શકીએ છીએ. સંતુલન ડાબી બાજુ રહે છે. આ બધા કિસ્સાઓમાં સંતુલન નું ચિહ્ન માત્ર એક તીર () દ્વારા બદલી શકીએ છીએ.

$$HA\,(aq) \longrightarrow H^+\,(aq) + A^-\,(aq)$$

$$HA\,(aq) + H_2O\,(l) \longrightarrow H_3O^+\,(aq) + A^-\,(aq)$$

- ઉપર (12.22) દ્વારા આપેલ પ્રક્રિયાને આપણે આયનન સંતુલનની જેમ ઉલ્લેખિત કરી શકીએ છીએ અને સંતુલન અચળાંક જ્વારા અભિલાક્ષણિક કરી શકીએ છીએ.

$$K_{eq} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_2O][HA]}$$

- જો કે એક શુદ્ધ પ્રવાહી અથવા ઘનની સાંદ્રતા 1 લેવામાં આવે છે. આથી આપણે ઉપરનાં સૂત્રને આ રીતે લખી શકીએ છીએ.

$$K_{eq} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = K_a$$

- અહીંયા K_a એક નવો અચળાંક છે જેને એસિડનો વિયોજન અચળાંક અથવા આયનન અચળાંક કહે છે. સંતુલન અચળાંકનીમાત્રા એસિડની પ્રબળતાની માપ છે. સંતુલન અચળાંનું માન જેટલું વધારે હશે એસિડ તેટલો જ પ્રબળ હશે. બધા પ્રબળ એસિડો માટે સંતુલન અચળાંકનાં માન ખૂબ વધારે હોય છે અને આ તેનો સાપેક્ષ પ્રબળતાઓની જાણકારીનાં વિષયમાં વધારે મદદરૂપ નથી હોતા છતાં પણ કોઈ નિર્બળ એસિડ માટે આ અચળાંક ઘણે ઉપયોગી છે.

12.1 એસિટિક એસિડ એક નિર્બળ એસિડ છે જો આ રીતે આયનન થાય છે. કે વિયોજન અચળાંક માટેનું એક સૂત્ર લખો.

જવાબ : રાસા. સંતુલનનાં નિયમને અનુસાર આપણે સંતુલન અચળાંક K ને આ રીતે લખી શકીએ છીએ.

$$K = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH][H_2O]}$$

ફરીથી વ્યવસ્થિત કરવાથી આપણે લખી શકીએ છીએ.

$$K[H_2O] = K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

- અન્ય નિર્બળ એસિડો માટે પણ વિયોજન અચળાંક આ રીતે લખી શકાય છે.

- K_a નું માન એ બતાવે છે કે કોઈ એસિડ પામીમાં કોઈ સીમા સુધી વિયોજિત થાય છે એસિડોની સાપેક્ષ પ્રબળતાને વિયોજન અચળાંકને આધારે પરખીએ છીએ. અન્ય સંતુલન અચળાંકની જેમ વિયોજન અચળાંક K_a પણ તાપમાન પર નિરભર કરે છે. આથી આયનન અચળાંક અથવા વિયોજન અચળાંકની તુલના સમાન તાપમાન પર કરવામાં આવે છે.

ઉદા. તરીકે,

$CH_3COOH\ (aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \quad K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

$HCN\ (aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)\ Ka = 4.9 \times 10^{-10}$

- માનોનાં આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે એસિટિક એસિડ, હાઈડ્રોસા.નિક એસિડ (K_a) ની સાપેક્ષે વધારે આયનિત હોય છે. બીજા શબ્દોમાં એસિટિક એસિડ,હાઈડ્રોસાયિક એસિડથી વધારે પ્રબળ છે જ્યારે પૂર્ણ આયનન ન હોવાને કારણે બંને નિર્બળ એસિડ છે.

12.4.2 નિર્બળ બેઈઝોનું આયનન (વિયોજન)

- નિર્બળ બેઈઝો (BOH) નું આયનન આ રીતે વ્યક્ત કરવામાં આવી શકે છે.

..

(પ્રબળ બેઈઝ માટે આ સંતુલન ચિહ્નને ચિહ્નથી બદલી શકીએ છીએ)

- દ્રાવણમાં બેઈઝનું પ્રોટોનિત બેઈઝ, .. હાઈડ્રોક્સ્ઈડ આયન .. તથા પાણી સંતુલનમાં છે. પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંકનું સૂત્ર છે.

$$BOH\ (aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$$

- ઉદા. તરીકે .. નાં વિયોજનને આ રીતે દર્શાવાય છે.

$$K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]}$$

અને આ રીતે લખવામાં આવે છે.

$$NH_4OH\ (aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

- અચળાંક .. બેઈઝનો વિયોજન અચળાંક કહેવાય છે. .. નાં માનોની જેમ .. નાં માન પણ નિર્બળ બેઈઝોની સાપેક્ષિત પ્રબળતાઓનું અનુમાન આપે છે. .. નું માન જેટલું વધારે હોય છે બેઈઝ એટલો જ પ્રબળ હોય છે.

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

14.3.3 બહુ પ્રોટોની એસિડ

- ઘણાં બધા એસિડોમાં એક થી વધુ આયનન યોગ્ય પ્રોટોન હોય છે. તે બહુપ્રોટોની એસિડ કહેવાય છે. એસિડોને દ્વિપ્રોટિક કહેવાય છે. જો તેમાં બે આયનન યોગ્ય પ્રોટીન પ્રતિ અણું હોય (જેવા કે H_2SO_3, H_2CO_3, વગેરે) અને ત્રિપ્રોટિક કહેવાય છે. જો તેમાં ત્રણ આયનન યોગ્ય પ્રોટીન હોય (જેવાં કે H_3PO_4, વગેરે) આવા એસિડ એકથી વધારે પદો અથવા ચરણોમાં વિયોજિત હોય છે.

જેમાં પ્રત્યેક પદનો પોતાનો વિયોજન અચળાંક હોય છે. સ્લફયુક્ત એસિડ, H_2SO_3, નાં ચરણ છે.

$$H_2SO_3 + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + H_3O^+$$

$$K_1 = \frac{[H_3O^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]} = 1.3 \times 10^{-2}$$

$$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$$

$$K_2 = \frac{[H_3O^+][SO_3^{2-}]}{[HSO_3^-]} = 6.3 \times 10^{-8}$$

- બંને આયનન અચળાંકો ($K_1.K_2$)નાં માન ઘણાં ભિન્ન છે K_1 ના 20 મિલિયન ઘણો છે. આ સુઝાવે છે કે સલ્ફયુક્ત એસિડનું પ્રથમ આયનન બીજા આયનન થી ખૂબ વધારે છે. બીજા શબ્દોમાં સલ્ફયુરસ એસિડ, બાયસલ્ફાઈટ આયન (K_2) ની સાપેક્ષે ખૂબ વધારે પ્રબળ એસિડનો વ્યવહાર કહે છે.

12.4.4 આયનની માત્રા અથવા વિયોજનની માત્રા

- જેવું કે તમે જાણો છો કે નિર્બળ એસિડ બેઈજ પૂર્ણ રૂપથી આયનિત નથી તથા તથા આયનિત અને અનઆયનિત સ્પીશીજ ની મધ્ય સંતુલન હાજર હોય છે. આયમમની માત્રાને આ રીતે વ્યાખ્યાપિત કરી શકાય કે એક નિર્બળ એસિડ અથવા બેઈઝની કુલ માત્રા આયનિત અવસ્થામાં હાજરીનો ભાગ છે. આ ગ્રીક અક્ષર , દ્વારા દર્શાવાય છે. એક નિર્બળ એસિડ અથવા બેઈઝના આયનની માત્રાને ગમવા માટે સંતુલન અચળાંકનો ઉપયોગ કરવામાં આવી શકે છે. á અને K_a અથવા K_b થી સંબંધિત સૂત્રની વ્યત્પત્તિ નીચેના પ્રકારે કરવામાં આવી શકે છે.

- માની લો કે એક નિર્બળ એસિડ .. પોતાના જલીય દ્રાવમમાં આંશિક વિયોજીત થાય છે અને નીચેનું સંતુલન સ્થાપિત કરે છે.

$$HA\,(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

પ્રારેભિક સાંદ્રતાઓ	c	~ 55	0	0
સંતુલિત સાંદ્રતાઓ	$c(1-\alpha)$	~ 55	$c\alpha$	$c\alpha$

- સંતુલિત અચળાંકનું સૂત્ર આ રીતે લખી શકાય છે.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_2O][HA]} = \frac{[c\alpha][c\alpha]}{c(1-\alpha)\,55}$$

- ફરીથી વ્યવસ્થિત કરવાથી આપણને પ્રાપ્ત થાય છે.

- $55K = K_a = \frac{[c\alpha][c\alpha]}{c[1-\alpha]} = \frac{c^2\alpha^2}{c[1-\alpha]} = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$

- જો કે એસિડ HA ખૂબ નિર્બળ છે આથી $\alpha << 1$; આથી 1 ની તુલનામાં .. ની ઉપેક્ષા કરવાથી આપણને મળે છે.

$$K_a = c\alpha^2 \quad \text{or} \quad \alpha^2 = \frac{K_a}{c} \quad \text{or} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$$

- આ રીતે જો આપણે એસિડનાં વિયોજન, અચળાંકનું માન તથા નિર્બળ એસિડોની સાંદ્રતા જાણતા હોઈએ તો આપણે આની વિયોજન અથવા આયનની માત્રા જાણી શકીએ છીએ આવો એક ઉદા. લઈને આ સંબંધનાં ઉપયોગને જોઈએ.

ઉદા. 12.2 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$. એસિટિક એસિડ દ્રાવણ માટે વિયોજનની માત્રા તથા વિયોજન પ્રવિશતતાની ગણના કરો. આપેલ છથે. M

સૂત્ર નો પ્રયોગ કરી તથા K_a અને c, નાં માન

પ્રતિસ્થાપિત કરી આપણને પ્રાપ્ત થાય છે.

$$\alpha \equiv \sqrt{\frac{K_a}{c}} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-5}}{0.1}} = \sqrt{1.8\times10^{-4}} = 1.34\times10^{-2} = 0.0134$$

- એક નિર્બળ એસિડની વિયોજન પ્રતિશતતાને આ રીતે વ્યાખ્યાપિત કરી શકાય છે.

વિયોજન પ્રતિશતતા

એસિડની વિયોજિત અવસ્થામાં મોલો ની સંખ્યા

એસિડનાં કુલ મોલોની સંખ્યા

(વિયોજનની માત્રા)

$$\text{Percent dissociation} = \frac{\text{The number of moles of acid in the dissociated form}}{\text{Total number of moles of the acid}} \times 100\%$$

$$= \text{Degree of dissociation} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \quad = \alpha \times 100\% = 0.0134 \times 100 = 1.34\%$$

- આથી .. જલીય દ્રાવમમાં એસિટિક એસિડ માત્ર M જ વિયોજિત થાય છે.

- આ જ રીતે એક સૂત્રથી નિર્બળ બેઈઝની વિયોજનની માત્રાને પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}}$$

14.5 પામીનું સ્વતઃ આયનન અથવા સ્વ-આયનીકરણ

GMW

- આપણે જોયું કે પાણી એક નિર્બળ એસિડ તથા આ રીતે એક ખૂબ નિર્ભળ બેઈઝની જેમ ક્રિયા કરી શકે છે.પાણીનાં કોઈ નમૂનામાં પાણીનાં અણુઓની થોડી સંખ્યા સ્વતઃ આયનન કરે છે. તેમાંથી અડધા એસિડની જેમ વ્યવહાર કરે છે જ્યારે બીજા અડધા બેઈઝની જેમ વ્યવહાર કરે છે. આનાં ફળસ્વરૂપે પાણીમાં H_3O^+ તથા OH^- ની થોડી સાંન્દરતા બની જાય છે. પાણીના સ્વતઃ આયનન ને આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

- આને અનુરૂપ સંતુલિત અચળાંકનાં સૂત્રને આ રીતે લખી શકાય છે.

$$K_{eq} = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

- જોકે H_2O ની સાંદ્રતા અચળ છે આપણે સૂત્રને ફરીથી વ્યવસ્થિત કરીએ છીએ અને એક નવા અચળાંક K_w , as ને આ રીતે વ્યાખ્યાપિત કરીએ છીએ.

$[H_3O^+]\ [OH^-] = K_{eq} \times\ [H_2O]^2 = K_w$

- આ અચળાંક .. પાણીનો વિયોજન અચળાંક અથવા આયનિક ઉપીજ અચળાંક કહેવાય છે. 298 1.0×10^{-14} પર $mol^2\ dm^{-6}$. નું માન, સાવધાની પૂર્વક પ્રાપ્ત શુદ્ધ પાણીની વૈધુત ચાલકતાનાં માપ કરીને પ્રાપ્ત કરવામાં આવી શકે છે અને આ .. જેટલું મળે છે.

- જોકે H_3O^+ તથા OH^- આયનોની સાંદ્રતાઓ સમાન હોય છે.

આપણે લખી શકીએ છીએ.

$$K_w = [H_3O^+]\ [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}\ mol^2\ dm^{-6}$$

$$K_w = [H_3O^+]^2 = 1.0 \times 10^{-14}\ mol^2\ dm^{-6}$$

$$\Rightarrow \qquad [H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-7}\ mol\ dm^{-3}$$

તથા તે જ રીતે $[OH^-] \quad = \quad 1.0 \times 10^{-7}\ mol\ dm^{-3}$

- આ રીતે શુદ્ધ પાણી તથા તટસ્થ દ્રાવણોમાં 298 કિ. પર ..

12.5.1 એસિડિક, બેઈઝ તથા તટસ્થ દ્રાવણ

- એક એસિડિક દ્રાવણ તેને કહે છે જેમાં હાઈડ્રોજન આયન (અથવા હાઈડ્રોનિયમ આયન) ની

સાંદ્રતા હાઈડ્રોકસાઈડ આયનની સાંદ્રતાથી વધારે હોય એક બેઝિક દ્રાવણ તે છે જેમાં તેનું વિરુદ્ધ સત્ય છે અર્થાત તેમાં (OH^-) આયન (H_3O^+) થી વધારે હોય તથા એક તટસ્થ દ્રાવણ તે હોય છે જેમાં (OH^-), (H_3O^+) નાં બરાબર હોય

તટસ્થ દ્રાવણ $[H_3O^+] = [OH^-]$

એસિડિક દ્રાવણ $[H_3O^+] > [OH^-]$

બેઝિક દ્રાવણ $[H_3O^+] < [OH^-]$

- જો કે $[H_3O^+]$ $[OH^-]$ ગુણન સ્થિર છે જો તેમાંથી કોઈની પણ સાંદ્રતા વધે છે. તો બીજાની સાંદ્રતા ઘટશે. બીજા શબ્દોમાં $[H_3O^+]$ તથા $[OH^-]$ ની સાંદર્તાઓ સ્વતંત્ર નથી હોતી. પરંતુ આ એકબીજાથી આ સંબંધ દ્વારા જોડાયેલી હોય છે.

$$[H_3O^+]\ [OH^-] = K_w$$

- આ સૂત્ર આપણને એકની સાંદ્રતાની ગણતરી જો બીજાની જાણતા હોઈએ તો કરવાની એક સરળ વિધિ પિરસ્તુત કરે છે

- ધ્યાન આપો કે ઉપર આપેલા આયનન સંતુલન શુદ્ધ પાણી પર જ લાગુ નથી પડતા પરંતુ કોઈ પણ જલીય દ્રાવણ પર પાણીનું સ્વ-આયનન લાગુ પડે છે. હાઈડ્રોનિયમ અને હાઈડ્રોકસાઈડ આયન કોઈ પણ જલીય દ્રાવણમાં રહે છે. અને તે પાણીનાં અણુંઆની સાથે સંતુલનમાં રહે છે. આવો આ આયનોની સાંદ્રતાઓની ગણતરી કરેટલાક સરળ ઉદા. લઈને કરીએ.

ઉદા. 14.3 0.01 OH^- નાં દ્રાવણમાં H_3O^+ તથા 0.01 આયનોની સાંદ્રતા ગણો.

જવાબઃ-HCl. નાં જલીય દ્રાવણમાં નીચેની બે પ્રક્રિયાઓ એક સાથે ઘટિત થાય છે.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

$$HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$$

- HCl નું આયનન પૂર્ણ થાય છે અને પાણીનું ખૂબ ઓછી સીમા સુધી થાય છે. આની સાથે સાથે લા-શેટેલિયર નિયમ અનુસાર Le- ના આયનનથી પ્રાપ્ત H_3O^+ આયન , સ્વ-આયનન પ્રક્રિયાનાં સંતુલનને ડાબી બાજુ સરકાવે છે આના પરિણામ સ્વરૂપે HCl આયનોની સાંદ્રતા ઘણી ઓછી થઈ જશે. માની લો OH^- is 'x' mol dm^{-3} આયનોની સાંદ્રતા પણ .. જ થવી જોઈએ. H_3O^+ નાં આયનનથી ,આયનોની સાંદ્રતા HCl is0.010 . છે.

(aq) ની કુલ સાંન્દ્રતાઓ $= (0.010 + x)$ mol dm^{-3}.

- આથી H_3O^+ તથા OH^- આયનોની સંતુલિત સાંદ્રતાઓ ક્રમશઃ $(0.01 + x)$ તથા $x$mol dm^{-3} થશે.

- આ માનોને સ્વ-આયનન અચળાંકનાં સૂત્રમાં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી આપણે પ્રાપ્ત કરીએ છીએ.

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = (0.01 \times x)(x) \, mol^2 \, dm^{-6} = 1.0 \times 10^{-14} \, mol^2 \, dm^{-6}$$

- જો કે . ખૂબ જ નાનો હશે. આપણે માની શકીએ છીએ કે .. આથી .. આયનોની સંતુલન પર સાંદ્રતા 0.01 બરાબર થશે.

$$..(0.01 + x) \cong 0.01, \text{ so}$$

$$0.01x = 1.0 \times 10^{-14}$$

અથવા

$$x = 1.0 \times 10^{-14} / 0.01$$

$$x = 1.0 \times 10^{-12}$$

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-12} \, mol \, dm^{-3} \text{ and}$$

$$[H_3O^+] = 0.01 + 1.0 \times 10^{-12} \, mol \, dm^{-3} = 0.01 \, mol \, dm^{-3}$$

- જોકે .. નું માન x (1.0×10^{-12}) પાણીના સ્વ-આયનનથી પ્રાપ્ત થયેલા હાઈડ્રોનિયમ આયનની સાંદ્રતા (0.01) થી ખૂબ નાનો છે. આથી આપણી કલ્પના સ્થાપિત થઈ જાય છે. આ રીતે તમે જોઈ શકો છો કે પ્રબળ એસિડોનાં જલીય દ્રાવણોના કિસ્સામાં આ માનવું કે, H_3O^+ આયનોની સાંદ્રતા સ્વયં એસિડની સાંદ્રતાના બરાબર હોય છે, તર્કપૂર્ણ છે.

12.5.2 *p*H સ્કેલ

- એસિડો અને બેઈઝોનાં જલીય દ્રાવણોમાં H_3O^+ તથા OH^- આયનોની સાંદ્રતા 10 M થી 10^{-14} M સુધી પરિવર્તિત થાય છે. આ બધી સાંદ્રતાઓને 10ની ઘાતનાં રૂપમાં દર્શાવવું ઘણું અસુવિધાજનક હોય છે. 1909 માં ડેનમાર્કનો એક વનસ્પતિશાસ્ત્રના વૈજ્ઞાનિક એસ.પી.એલ. સોરેન્સન એ S.P.L. આયનોની સાંદ્રતાઓને દર્શાવવા માટે એક લઘુગુણકીય માન (જે *p*H સ્કેલ કહેવાય છે.) ને પ્રસ્તાવિત કર્યો. તેણે હાઈડ્રોજન આયનની આણ્વીક સાંદ્રતાનાં ઋણ લઘુગુણકને *p*H ની જેમ વ્યાખ્યાપિત કરી જેવું કે,

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

- આ આજકાલ આ રીતે નિરૂપિત કરી શકાય છે.

$$pH = -\log_{10}[H_3O^+]$$

- તટસ્થ દ્રાવણો (અથવા શુદ્ધ પાણી) માટે

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$$

$$pH = -\log 1 \times 10^{-7} = 7.0$$

- એસિડિક દ્રાવણો માટે

$[H_3O^+] > [OH^-]$

$\Rightarrow \quad [H_3O^+] > 1 \times 10^{-7}$

$\Rightarrow \quad pH = -\log (>1 \times 10^{-7}) = < 7.0$

- બેઝિક દ્રાવણો માટે

$[H_3O^+] < [OH^-]$

$\Rightarrow \quad [H_3O^+] < 1 \times 10^{-7}$

$\Rightarrow \quad pH = -\log (< 1 \times 10^{-7})$

$\Rightarrow \quad > 7.0$

- એક પ્રબળ એસિડિક દ્રાવણની pH *શૂન્યથી ઓછી (* i.e., negative *) અને એક પ્રબળ બેઝિક દ્રાવણની* pH14 *થી વધારે હોઈ શકે છે. પરંતુ .. નો પરિસર* pH *ની વચ્ચે પ્રેક્ષિત કરવામાં આવે છે. સંકેતન .. નો ઘણાં બધા સ્થાનો પર પ્રયોગ કરવામાં આવ્યો છે. આનો અર્થ છે. - ત્મક*

0 to 14. *લઘુગુણકનો આને* $OH^-(aq)$ *તથા સંતુલન અચળાંકો જેવાં કે* K_a, K_b and K_w, etc. *તથા . વગેરેને વિસ્તારિત કરી શકાય છે.*

$pOH = -\log_{10}[OH^-]$
$pK_a = -\log_{10} K_a$
$pK_b = -\log_{10} K_b$
$pK_w = -\log_{10} K_w$

*- આ એક મહત્વપૂર્ણ સંબંધ આપે છે તમને યાદ હશે (સમી.*14.42*)*

$K_w = [H_3O^+] [OH^-]$

બંને બાજુ લઘુગુણક લેવાથી આપણને મળે છે.

..

- 1 થી ગુણવાથી

$\log K_w = \log [H_3O^+] + \log [OH^-]$

$-\log K_w = -\log [H_3O^+] - \log [OH^-]$

$pK_w = pH + pOH$

- જો કે .. નું માન .. આતી $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ $pK_w = 14$

એટલે કે .. $pH + pOH = 14$

- જો આપણે કોઈ દ્રાવણનાં pH *નું માન જાણતા હોઈએ તો આપણે* pOH *ને જાણી શકીએ છીએ અને વિલોમત પણ કરી શકીએ છીએ.*

- આવો આ મહત્વપૂર્ણ સૂત્રોનો ઉપયોગ સમજવા માટે કેટલાક ઉદાહરણ લઈએ છીએ.

ઉદા: 12.4 : 0.01 pHનાં જલીય દ્રાવણની HCl? શું છે ?

જવાબ :- જો કે .. એક પ્રબળ એસિડ છે આ પૂર્ણ રૂપથી આયનિત હશે.

આથી ..$[H_3O^+]$ in 0.01 M HCl = 0.01 M

$= -(-2.0) = 2.0.$

ઉદા : 12.5 : 0.010 M ના જલીય દ્રાવણની NaOH. ગણો.

જવાબ :- જો કે NaOH એક પ્રબળ બેઈઝ છે આથી આ પૂર્ણ રૂપથી આયનિત થઈને Na^+ તથા OH^- આપે છે.

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.00 \times 10^{-14}\ mol^2\ L^{-2}$$

આથી $[H_3O^+] = \dfrac{K_w}{[OH^-]} = \dfrac{1.00 \times 10^{-14}\ mol^2\ dm^{-6}}{1.00 \times 10^{-2}\ mol\ dm^{-3}}$

$$= 1.00 \times 10^{-12}\ mol\ dm^{-3}$$

$$pH = -\log_{10}(1.0 \times 10^{-12}) = 12$$

ઉદા : 12.6 : pH પર વરસાદનાં પાણીના એક નમૂનાની 25 °C is 5. છે. હાઈડ્રોનિયમ આયનની સાંદ્રતા શું છે ?

$pH = -\log[H_3O^+]$

અથવા $5 = -\log[H_3O^+] \Rightarrow \log[H_3O^+] = -5$

પ્રતિલઘુગુણક લેવાથી

$[H_3O^+] = 10^{-5}\ mol\ dm^{-3}.$

ઉદા. 12.7 : pH0.1 M એસિટિક એસિડનાં જલીય દ્રાવણની ગણો વિયોજન અચળાંક K_a= 1.85×10^{-5}, $\alpha = 0.0134$.

જવાબ :- આ દ્રાવણમાં નીચેનું સંતુલન સ્થાપિત થાય છે.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

- જો આ દ્રાવણમાં એસિટિક એસિડનાં વિયોજનની માત્રા જ હશે ભિન્ન સ્પીશીજની સાંદ્રતાઓમાં

સંતુલન થશે.

$CH_3COOH(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$

c(1– á)   cá   cá

જો કે c = 0.1 M

0.1(1– á)   0.1á   0.1á

$[H_3O^+]$ = c á

⇒ $[H_3O^+] = 0.1 \times 0.0134 = 0.00134$

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[0.00134] = -\log[1.34 \times 10^{-3}] = -(-2.87) = 2.87$

12.5.3 નિર્બળ એસિડો અને બેઈઝોવાં વિયોજન પર સમ આયનોનો પ્રભાવ :

- પાછળનાં પાઠમાં તમે લા-શેટેલિયર નિયમ શીખ્યો હતો. આ નિયમ અનુસાર એક નિર્બળ એસિડ અથવા બેઈઝનાં દ્રાવણમાં હાજર સમઆયન તેનાં વિયોજન પર અસર કરે છે વાસ્તવમાં આ એક એસિડ અને બેઈઝનાં વિયોજનનું દમન કરે છે.
- એક નિર્બળ એસિડ HA અને તેનાં ક્ષાર NaA, એક દ્રાવણમાં નીચેનું સંતુલિત સ્થાપિત થાય છે.

$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$

$NaA(aq) \rightleftharpoons Na^+(aq) + A^-(aq)$

અહીંયા પર A^-(aq)is the common-ion સમ-આયન છે.

- એક નિર્બળ બેઈઝ BOH તથા ક્ષાર BX ની સંતુલિત સ્થિતિઓ આ રીતે છે.

$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)$

$BX(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + X^-(aq)$

- અહીંયા B^+ સમ-આયન છે લા-શેટેલિયર નિયમ અનુસાર સમ Le-આયનોની હાજરી સંતુલનને જમણી બાજુ ધકેલી દે છે. આ કહેવામાં આવે છે કે સમ-આયન સંતુલનનાં દમનક હોય છે.
- આવો એક ઉદા. લઈને આ પ્રકારનાં સતુલનો પર સમ-આયનોનો પ્રભાવ સમજીએ.

ઉદ. 12.8 0.1 M એસિટિક એસિડનાં દ્રાવણ જેમાં pH સોડિયમ એસિટેટ પણ સામિલ છે. તેની 0.1 M વિયોજનનું માપ તથા વિભિનન્ સ્પીશીજની સાંદ્રતા ગણો. (K એસિટિક એસિમ માટે) = 1.85×10^{-5} mol dm^{-3}).

$$CH_3COOH(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-(aq)$$

$$CH_3COONa\ (aq) \longrightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

આપેલ દ્રાવણમાં નીચેનાં બે સંતુલન એક સાથે સ્થાપિત થાય છે.

$$CH_3COOH(aq) \longrightarrow H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

$$c(1-á) \qquad\qquad cá \qquad\qquad cá$$

- માન્યુ કે આ દ્રાવણમાં એસિટિક એસિડનાં વિયોજનનું માપ . છે. વિભિન્ન સ્પીશીજની સંતુલિત સાંદ્રતાઓ થશે.

$$= 0.1\ M\ 0.1(1-á) \qquad\qquad 0.1á \qquad\qquad 0.1á$$

$$\underset{0}{CH_3COONa(aq)} \longrightarrow \underset{0.1}{Na^+(aq)} + \underset{0.1}{CH_3COO^-(aq)}$$

$$CH_3COOH = 0.1(1-á)$$

$$CH_3COO^- = 0.1 + 0.1á = 0.1\ (1 + á)$$

જો કે $H_3O^+ = 0.1á$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COO^-]}$$

- સૂત્રને પુનઃ વ્યવસ્થિત કરવાથી આપણને મળે છે,

$$[H_3O^+] = K_a = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

વિભિન્ન માન રાખવાથી આપણને મળે છે.

$$[H_3O^+] = 1.85 \times 10^{-5} \times \frac{0.1(1-\alpha)}{0.1(1+\alpha)}$$

- જો કે એસિટિક એસિડ એક નિર્બળ એસિડ છે આની વિયોજનની માત્રા એસિટેટ (આયન સમ આયન) ની હાજરીમાં વધારે ઘટે છે. આથી આ કલ્પના કરવી તર્કસંગત છે.

$\alpha << 1$; ***અને*** $(1 - \alpha) \sim 1$; ***પણ આ આપે છે.*** $(1 + \alpha) \sim 1$

$[H_3O^+] = 1.85 \times 10^{-5} \times 0.1 / 0.1 = 1.85 \times 10^{-5}$

અને $pH = -\log\ (1.85 \times 10^{-5}) = 4.73$

પણ જો કે since $[H_3O^+] = 0.1\ \alpha$

$\therefore \alpha = 1.85 \times 10^{-5} / 0.1 = 1.85 \times 10^{-4} = 0.000185$

- સંતુલન પર વિભિન્ન સ્પીશીજની સાંદ્રતા થશે,

$CH_3COOH = 0.1 (1 - 0.000185) = 0.1$

$CH_3COO^- = 0.1 (1 + 0.000185) = 0.1$

$H_3O^+ = 0.1 \times á = 0.1 \times 0.000185 = 1.85 \times 10^{-5}$

- એસિડની સાંદ્રતા એસિડની પ્રારંભિક સાંદ્રતા

- CH_3COO^- આયનોની સાંદ્રતા ક્ષારની પ્રારંભિક સાંદર્તા

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 152.2

(1) પાણીમાં HF એક નિર્બળ એસિડ છે. K_a નાં વિયોજન માટે HF. નું સૂત્ર લખો.

(2) એક નિર્બળ બેઈઝ .. જે પાતોના જલીય દ્રાવણમાં આંશિક વિયોજિત થાય છે. નીચેના સંતુલન અનુસાર વિચાર કરો.

$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$

(3) લીંબુ રસનાં એક નમૂનામાં હાઈડ્રોનિયન આયનની સાંદ્રતા 6.3×10^{-2} M. છે તેની *p*H. ગણો.

(4) pH of 1.0 M એમીનો એસિડ ગ્લાઈસીન એક નિર્બળ એસિડનાં જલીય દ્રાવણની .. ગણો આપેલ છે. $K_a = 1.67 \times 10^{-10}$.

12.6 બફર દ્રાવણ

- ઉપરનાં ઉદા. પરથી આપણે એક મહત્વપૂર્ણ નિર્ણય પર પહોંચીએ છીએ કે એક નિર્બળ એસિડનાં વિયોજન ને એક સમ-આયનવાળાં ક્ષારને મિશ્ર કરવાથી કોઈ સીમા સુધી પહોંચી શકે છે. આગળ આ પણ જોઈ શકીએ છીએ કે સમ આયનની સાંદ્રતાને પરિવર્તિત કરી વિયોજનની સીમામાં પરિવર્તનન્ બદલી શકાય છે. એક નિર્બળ બેઈઝ અને તેનો સમ- આયનન વાળા ક્ષારનું મિશ્રણ પણ આ દીશામાં વ્યવહાર કરે છે. આ નિર્બળ એસિડો-બેઈઝોનાં જલીય દ્રાવણ, જેમાં એક સમ આયન વાળો ક્ષાર પણ હોય અન્ય પ્રકારથી પણ ઘણાં મહત્વપૂર્ણ હોય છે. આ બફર દ્રાવણોની જેમ કાર્ય કરે છે.

- બફર દ્રાવણ તે દ્રાપણ હોય છે જે અલ્પ માત્રામાં એસિડ અથવા બેઈઝને ઉમેરવાથી .. માં કોઈ ફેરફાર થતો નથી.

- પ્રયોગશાળા પ્રક્રિયાઓમાં, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં અને વનસ્પતિઓ તથા પ્રાણીઓમાં pH ને

અચળ રાખવી આવશ્યક (જરૂરી) હોય છે. એટલે કે એસિડ અથવા બેઈઝ ઉમેરવાથી pH માં કોઈ વિશેષ પરિવર્તન ન થાય. હિમોગ્લોબીન ની ઓક્સીજન બહનની ક્ષમતા અને કોશિકાઓમાં ઉત્સેચકો માં પ્રયોગ બધા આપણાં શરીરની તરલ .. પર નિર્ભર કરે છે. લોહીની pH લગભગ 1.4 હોય છે તથા લાળની pH6.8 થી ખૂબ નજીક હોય છે. સદ્‌ભાગ્ય થી પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ તીવ્ર pH પરિવર્તનોથી બફરની હાજરી દ્વારા રક્ષિત હોય છે.

-સામાન્ય પીતે બે પ્રકારનાં બફર દ્રાવણ જાણીતાં છે.

(1) એક નિર્બળ એસિડ તથા તે જ નિર્બળ એસિડનો એક મિશ્રિત આયનિક ક્ષાર જેમ કે એસિટિક એસિડ અને સોડિયમ એસટેટ $CH_3COOH + CH_3COONa$ અને

(2) એક નિર્બળ બેઈઝ તથા તે જ નિર્બળ બેઈઝનો એક મિશ્રિત આયનિક ક્ષાર જેમ કે એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ અને એમોનિયમ ક્લોરાઈડ, $NH_4OH + NH_4Cl$.

-7 થી ઓછી . વાળા બફર, એસિટિક બફર અને 7 થી વધુ pH વાળાં બેઝિક બફર કહેવાય છે. એસિટિક એસિડ સોડિયમ એસિટેટ બફર એક એસિટિક બફરનું ઉદાહરણ છે. જ્યારે એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ એમોનિયમ ક્લોરાઈડ એક બેઝિક બફર છે.

12.6.1 બફર ક્રિયા

- એક બફર તંત્રમાં એક સંયુગ્મી એસિડ-બેઈઝ યુગ્મ હોય છે. અને આ બંનેની સાંદર્તાઓ હાઈડ્રોનિયમ આયનની તુલનામાં ખૂબ વધુ હોય છે. આ ક્રમશઃ એસિડ આરક્ષિત અને બેઈઝ આરક્ષિત કહેવાય છે. ઉમેરવામાં આવેલ એસિડ અને બેઈઝ આ આરક્ષિતોથી પ્રક્રિયા કરે છે. અને હાઈડ્રોનિયમ આયનની સાંદ્રતામાં કોઈ મહત્વપૂર્ણ પરિવર્તન કર્યા વગર પણ ઉપભોગ થઈ જાય છે. આથી pH માં કોઈ મહત્વપૂર્ણ પરિવર્તન થતું નથી આવી આપણે એક બફર દ્રાવણ જેમાં એશિટિક ઓસિડ CH_3COOH અને સોડિયમ એસિટિક CH_3COONa છે તેથી બફર ક્રિયાને સમજીએ.

- એસિટિક એસિડ-સોડિયમ એસિટિક બફરમાં .. એસિડ આરક્ષિત અને .. બેઈઝ આરક્ષિત છે. દ્રાવણ મિશ્રણમાં ઉમેરવામાં આવેલ ઘટક નીચેના પ્રકારથી વિયોજીત થાય છે. નિર્બળ આંશિક વિયોજિત થાય છે. જ્યારે ક્ષારનું વિયોજન પૂર્ણ થઈ જાય છે.

$$CH_3COOH\,(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

$$CH_3COONa\,(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

- જો આ દ્રાવણમાં આપણે એક પ્રબળ એસિડ જેવું કે HC ઉમેરીએ. આ H_3O^+. ઉત્પન્ન કરે છે ઉમેરવામાં આવેલ H_3O^+ (એસિડ) તુલ્ય માત્રમાં બેઈઝ આરક્ષિત $[CH_3COO^-]$ થી પ્રક્રિયા કરે છે. અને અવિયોજિત એસિટિક એસિડ બનાવે છે. પ્રક્રિયા છે-

$$H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \longrightarrow CH_3COOH(aq) + H_2O(l)$$

- આ પ્રક્રિયાનો નેટ પ્રભાવ આ છે કે, એસિડ આરક્ષિતની સાંદ્રતામાં થોડી વૃદ્ધિ થાય છે અને બેઈઝ આરક્ષિતની સાંદર્તામાં થોડો ઘટાડો થાય છે. પ્રભાવી પ્રક્રિયા છે.

- આજ રીતે NaOH જેવો પ્રબળ બેઈઝ અલ્પ માત્રમાં ઉમેરવાથી OH^- આયન ઉત્પન્ન થાય છે આ અતિરિક્ત OH^- દ્રાવણમાં હાજર H_3O^+ અયનથી પ્રક્રિયા કરે છે.

- જો કે એસિડ વિયોજન સંતુલન (eq) ની કોઈ એક નીપજનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો સંતુલિત અવસ્થાને પુનઃ સ્થિર કરવામા માટે CH_3COOH નું થોડું આયનીકરણ ફરીથી થાય છે.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

- આનું નેટ પરિણામ OH^- નું CH_3COOH. દ્રાવા તટસ્થીકરણ થાય છે બીજા શબ્દોમાં આપણે કહી શકીએ છીએ કે ઉમેરવામાં આવેલ OH– આયનન (બેઈઝ) એસિડ આરક્ષિત થી પ્રક્રિયા કરી CH_3COO^- બને છે.

$$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

$$HCl(aq) + CH_3COONa(aq) \longrightarrow CH_3COOH(aq) + NaCl(aq)$$

$$OH^-(aq) + CH_3COOH(aq) \longrightarrow CH_3COONa^- + H_2O(l)$$

- ઉમેરવામાં આવેલ બેઈઝ અને એસિડ આરક્ષિતની પ્રક્રિયાની પ્રભાવી પ્રક્રિયા છે.

- આ પ્રક્રિયાનો નેટ પ્રભાવ આ છે કે બેઈઝ આરક્ષિતની સાંદ્રતામાં થોડી વૃદ્ધિ ઝાય છે અને એસિડ આરક્ષિતની સાંદ્રતામાં થોડી ઓછી હોય છે.

- અહીં તમે વ્યાન આપો કે ઉમેરવામાં આવેલ એસિડ અથવા બેઈઝ નિર્બળ એસિડ અને તેનાં ક્ષારની સાંદ્રતાઓમાં અલ્પ માત્રમાં પરિવર્તન કરે છે. હાઈડ્રોનિયમ આયનની સાંદ્રતા અને તેને કારણે .. માં કોઈ મહત્વૂર્ણ પરિવર્તન નથી થતું. આવો બફર દ્રાવણની .. શોધવા માટે એક ગાણિતિક સૂત્રની ઉત્પત્તિ કરીએ.

12.6.2 હેન્ડરસન- હોસલવાંચ સમીકરણ

- આ સમી. આપેલ બફર દ્રાવણની pH નો સંબંધ આના ઘટકોની સાંદ્રતનાથી રાખે છે જેવું કે નિર્બળ એસિડ ક્ષાર અથવા નિર્બળ બેઈઝ ભાર આવો આપણે ઉપર વર્ણન કરવામાં આવેલ એસિડિક બફર તંત્રના સૂત્રની ઉત્પત્તિ કરીએ. એસિટિક એસિડ, સોડિયમ એસિટિક બફરમાં કેન્દ્રીય સંતુલન છે.

GMW

જેને એસિડ વિયોજન અચળાંક દ્વારા અભિલક્ષિત કરવામાં આવે છે.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

- પુનઃ વ્યવસ્થિત કરવાથી આપણને મળે છે.

$$[H_3O^+] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

- અવિયોજિત એસિટિક એસિડની સાંદર્તાને કુલ એસિડની સાંદ્રતા લઈ શકાય છે. (એસિડ) અને સોડિયમ એસિટિટ ને કુલ ક્ષારની સાંદ્રતા (ક્ષાર) આ પ્રકાશમાં ઉપરનું સમીકરણ આ રીતે ફરીથી લખી શકાય છે.

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[Acid]}{[Salt]}$$

- લઘુગુણક લેવાથી અને બધાને (-1) થી ગુણવાથી આપણને મળે છે.

$$-\log [H^+] = -\log K_a - \log \frac{[Acid]}{[Salt]}$$

- યાદ રાખો કે $pH = -\log [H_3O^+]$ and $pK_a = -\log K_a$. આ ઈચ્છિત સમીકરણ આપે છે.

$$pH = pK_a - \log \frac{[Acid]}{[Salt]} = pK_a + \log \frac{[Salt]}{[Acid]}$$

- આ સમીકરણ હેન્ડરસન-હોસલવોચ સમીકરણ કહેવાય છે. આ જ રીતે બેઝિક બફર માટે સૂત્રની ઉત્પત્તિ કરી શકાય છે. (ઉદા. તરીકે એમોનિયમ હાઈડ્રોકસાઈડ અને એમોનિયમ કલોરાઈઢ) સૂત્ર છે.

$$pOH = pK_b + \log \frac{[Salt]}{[Base]}$$

- આ સમીકરણનું મહત્વ જોવા માટે આપણે કેટલાક ઉદા. લઈએ

ઉદા. 12.9 એસિટિક એસિડ-સોડિયમ એસિટેટ બફર જેમાં pH એસિટિક એસિડ અને 0.1 M સોડિયમ એસિટેટ છે ની 0.1 M ગણો ($K_a = 1.85 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}).

જવાબઃ- અહીંયા (એસિડ) = 0.1 M અને [Salt] = 0.1 M છે.

જો કે $K_a = 1.85 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3} ;

$pK_a = -\log K_a = -\log\ 1.85 \times 10^{-5}$

$\Rightarrow \quad pK_a = 4.73$

હેન્ડરસન સમીકરણ અનુસાર $pH = pK_a + \log \dfrac{[Salt]}{[Acid]}$

માનને હેન્ડરસન સમીકરણમાં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે.

$pH = 4.73 + \log (0.1 / 0.1) = 4.73 + \log 1 = 4.73.$

ઉદા. 12.10 એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ-એમોનિયમ ક્લોરાઈડ બફર દ્રાવણ જેમાં કે 0.1 M એમોનિયમ, હાઈડ્રોક્સાઈડ અને 0.01 Mએમોનિયમ ક્લોરાઈઢ છે. (pK_b of NH_4OH = 9.25).

જવાબ:- અહીંયા (બેઈઝ) = 0.1 Mઅને (ક્ષાર) = 0.01 M

જોકે **p**K_b = 9.25 ;

હેન્ડરસન સમીકરણ અનુસાર

$pOH = pK_b + \log$

$\dfrac{[Salt]}{[Base]}$

14.7 ક્ષારનું જલવિઘટન

- કેટલાક ક્ષારોમાં જલીય દ્રાવણ એસિડી અથવા બેઈઝોની જેમ વ્યવહાર કરે છે તે આવું એટલે કરે છે કારણે કે ઘન આયન અથવા ઋણ આયન અથવા બંનેનું જળવિઘટન થાય છે જેવું કે તમે જાણો છે કે જળ વિઘટન જળની સાથે એક પ્રક્રિયા છે. જળવિઘટનની બાજુ થતાં વ્યવહારનાં આધારે ક્ષારોનાં ચાર પ્રકાર છે.

પ્રબળ એસિડ પ્રબળ બેઈઝનો ક્ષાર (ઉદા. HCl + NaOH) NaCl

પ્રબળ એસિડ નિર્બળ બેઈઝનો ક્ષાર (ઉદા.HCl + NH_4OH) NH_4Cl

નિર્બળ એસિડ પ્રબળ બેઈઝનો ક્ષાર (ઉદ.CH_3COOH + NaOH) CH_3COONa

નિર્બળ એસિડ નિર્બળ બેઈઝનો ક્ષાર ($CH_3COOH + NH_4OH$) CH_3COONH_4..

- આવો આપણે કેટલાક ભિન્ન પ્રકારનાં ક્ષારોનાં એસિડ બેઈઝ વ્યવહારનાં વિશે શીખીએ.

- પ્રબળ એસિડ પ્રબળ બેઈઝનો ક્ષાર :-

પ્રબળ બેઈઝોનાં ઘનાયન તથા પ્રબળ એસિડોનાં ઋણાયન જળ-અપઘટિત થતાં નથી. આથી આ વર્ગનાં ક્ષાર કોઈ એસિડ બેઈઝ વ્યવહાર બતાવતાં નથી અને તટસ્થ હોય છે.

- પ્રબળ એસિડ નિર્બળ બેઈઝનો ક્ષાર :-

આ રીતનાં ક્ષાર જલીય દ્રાવણમાં વિયાજિત થઈને નિર્બળ બેઈઝનાં ઘન આયન અને સંબધિત પ્રબળ એસિડનાં ઋમાયન આપે છે. ઉદા. માટે,

- જેવું કે ઉપર બતાવ્યું છે ઋણાયન જલ-વિઘટિત નથી થાં પરંતુ ઘનાયન જલવિઘટિત થાય છે નીચેનાં સમી. અનુસાર ,

- જો કે આ $H^+(aq)$ આયન પેદા કરે છે. દ્રાવણની પ્રકૃતિ એસિડિક હોય છે.

- નિર્બળ એસિડ પ્રબળ બેઈઝનો ક્ષાર :

આ પ્રકારના ક્ષાર જલીય દ્રાવણમાં વિયોજિત થઈને નિર્બળ એસિડનાં ઋણાયન તથા સંબંધિત પ્રબળ બેઈઝનાં ઘનાયન બનાવે છે. ઉદા.CH_3COONa આ રીતે વિયોજિત થાય છે.

$$CH_3COONa(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

- આ સ્થિતિમાં ઘનાયન જલવિઘટિત થથાં નથી. પરંતુ ઋમાયન જલવિઘટિત થઈ જાય છે. નીચેની પ્રક્રિયા અનુસાર,

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$$

- જો કે આ હાઈડ્રોક્સિલ આયન બનાવે છે, દ્રાવણ બેઝિક પ્રકૃતિનું છે.

- નિર્બળ એસિડ અને નિર્બળ બેઈઝનો ક્ષાર :

આ પ્રકારનાં ક્ષાર જલીય દ્રાવણોમાં વિયોજિત થઈને નિર્બળ એસિડનો એનાયન આપે છે. અને ઘનાયન નિર્બળ બેઈઝથી સંબંધિત હોય છે. ઉદા. માટે એમોનિયમ એસિટેટ આ પ્રકારે વિયોજિત થાય છે.

$$CH_3COONH_4(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

- આ સ્થિતિમાં ઋણાયન અને ઘનાયન બંને જ જલવિઘટિત થિ જાય છે. અને દ્રાવણની પ્રકૃતિ એસિડિક, બેઝિક અથવા તટસ્થ તેમને સંબધિત નિર્બળ એસિડ અને નિર્બળ બેઈઝની શક્તિ પર નિર્ભર કરે છે.

12.8 દ્રાવ્યતા સંતુલન

- જ્યારે આપણે એક ઘનને પાણીમાં ઓગાળવાની કોશિશ કરીએ છીએ અને જો તે આગળી જાય છે તો ત્યાં ત્રણ સંભાવનાઓ હોય છે.

(1) ઘન વૈધુત, અન અપઘટય છે અને તટસ્થ અણુઓની જેમ ઓગળે છે.

(2) ઘન ખૂબ વધુ મિશ્રિત વૈધુત અપઘટ્ય છે અને આ થોડો થોડો પૂર્ણ રૂપથી મિશ્ર થાય છે.

(3) ઘન થોડી માત્રામાં મિશ્રિત વૈધુત અપઘટ્ય છે આ એક મિશ્રિત સીમા સુધી ઓગળે છે.

- અહીંયા આપણે ત્રીજી સંભાવના પર વિચાર કરીએ આવો...નાં વિયોજનનાં ઉદા. લઈને આ પ્રકારનાં સંતુલનોને સમજીએ સિલ્વર ક્લોરાઈડ ઉમેરવાથી નીચેનું સંતુલન સ્થાપિત થાય છે.

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$$

- આ એક વિષમાંગ સંતુલનનું ઉદા. છે કારણ કે આમાં ઘન અને દ્રાવણ બંને હોય છે આ સંતુલન દ્રાવ્યતા સંતુલનનાં નામથી ઓળખાય છે.

- સામાન્યરીતે અમિશ્રિત ઘનની સાંદ્રતા 1 લેવામાં આવે છે આપણે આ સંતુલનને ફરીથી આ રીતે લખી શકાય છે.

$$K = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl(s)]}$$

- હવે સંતુલન અછલાંક આયનોની સાન્દ્રતાનું ગુણનફળ છે. આ દ્રાવ્યતા નીપજ અચળાંક અથવા દ્રાવ્યતા નીપજ કહેવાય છે. આ નવું ચિહ્ન .. આ અચળાંકને આપવામાં આવ્યું છે જમણી બાજુના દ્રવ્યમાન સૂત્રોને આયન નીપજ અથવા આયનિક નીપજ કહેવાય છે. કોઈ ક્ષારની દ્રાવ્યતા નીપજ અછલાંક નિશ્ચિત તાપમાન પર સ્થિર હોય છે.

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

12.8.1 દ્રાવ્યતા તથા દ્રાવ્યતા નીપજ અચળાંકની વચ્ચે સંબંધ

- કોઈ પદાર્થ માટે દ્રાવ્યતા નીપજ તેની દ્રાવ્યતાથી સંબંધિત છે. આ સંબંધની પ્રકૃતિ ક્ષારની પ્રકૃતિ પર નિરભર હોય છે.

Salt of AB પ્રકારનાં ક્ષાર : ઉદા. માટે AgCl, $CaSO_4$

આ સ્થિતિઓમાં દ્રાવ્યતા સંતુલન આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

- જો ક્ષારની દ્રાવ્યતા .. હોય તો ઘનાયન તથા ઋણાયન પ્રત્યેકની સાંદ્રતાઓ .. થશે આ માનોને .. નાં સૂત્રમાં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે.

$$AB(s) \rightleftharpoons A^+(aq) + B^-(aq)$$

Salt of AB_2 પ્રકારનાં ક્ષાર : (ઉદા. CaF_2)) આ સ્થિતિઓમાં દ્રાવ્યતા સંતુલન આ રીતે દર્શાવી શકાય છે. $AB_2(s) \rightleftharpoons A^{2+}(aq) + 2B^-(aq)$

તથા $K_{sp} = [A^{2+}]\,[B^-]^2$

- જો ક્ષારની દ્રાવ્યતા 's' mol dm^{-3} હોય ત્યારે ઘનાયનો તથા ઋણાયનોની સાંદ્રતાઓ ક્રમશઃ 's' તથા K_{sp} થશે. આ માનોને 's' mol dm^{-3} નાં સૂત્રમાં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે.

. પ્રકારનાં ક્ષાર (ઉદા. માટે ..)K_{sp} = [‘s’ mol dm^{-3}] × [‘s’ mol dm^{-3}] = s^2 mol^2 dm^{-6}

- આવી સ્થિતિઓમાં દ્રાવ્યતા સંતુલનને આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

- જો ક્ષારની દ્રાવ્યતા ‘s’ mol dm^{-3} છે ત્યારે ઘનાયનો અને ઋણાયનોના સાંદ્રતાઓ ક્રમશ:.‘s’ mol dm^{-3} and ‘2s’ mol dm^{-3} થશે. માનોનેK_{sp} નાં સૂત્રમાં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી

- .. પ્રકારનાં ક્ષાર : (ઉદા. માટે ())

K_{sp} = [‘s’ mol dm^{-3}] × [‘2s’ mol dm^{-3}]^2 = $4s^3$ mol^3 dm^{-9}

- આવી સ્થિતિઓમાં દ્રાવ્યતા સંતુલનને આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

અને

- જો ક્ષારની દ્રાવ્યતા **Salt of A_3B_2** છે તો ઘન આયનો અને ઋણાયનોની સાંદ્રતાઓ ક્રમશ: $Ca_3(PO_4)_2$. અને થસે આ માનોને .. નાં સૂત્રમાં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી

$$A_3B_2(s) \rightleftharpoons 3A^{2+}(aq) + 2B^{3-}(aq)$$

and $$K_{sp} = [A^{2+}]^3 [B^{3-}]^2$$

- સાધારણ રીતે .. સૂત્રી અને દ્રાવ્યતા .. વાળા ક્ષાર માટે દ્રાવ્યતા અને ..ની વચ્ચેનાં સંબંધને આ રીતે આપી શકીએ છીએ.

ઉદા. : 12.11:- 4.9×10^{-3} mol dm^{-3} at 298K. પર કેલ્શિયમ સલ્ફેટની પાણીમાં દ્રાવ્યતા 4.9 K_{sp} છે. આ તાપમાન પર $CaSO_4$ ની દ્રાવ્યતા નીપજ ગણે

જવાબ : આ સ્થિતિમાં નીચેની સંતુલિત અવસ્થા થશે.

$$CaSO_4(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

- આ પ્રક્રિયા માટે $K_{sp} = [Ca^{2+}] [SO_4^{2-}]$

- સમીકરણથી આપણે જોઈએ છીએ કે જ્યારે 4.9×10^{-3} મોલ $CaSO_4$ મિશ્ર થાય છે. તો .. સંતૃપ્ત દ્રાવણ પ્રાપ્ત થાય છે.

આયનોની સાંદ્રતા છે.

ઉદા. 12.12 8.5×10^{-17} at 25°C. પર સિલ્વર આયોક્સાઈડની દ્રાવ્યતા નીપજ .. ની પાણીમાં આ તાપમાન પર મોલર દ્રાવ્યતા શું છે ?

જવાબ :-.. આ સમીકરણ અનુસાર મિશ્ર થાય છે.

$$AgI(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + I^{-}(aq)$$

- જો ની દ્રાવ્યતા ‘s’ mol dm^{-3} લઈએ છીએ તો પ્રત્યેક સિલ્વર અને આયોડોઈડની સાંદ્રતાઓ ‘s’

$mol\ dm^{-3}$ થશે. સંતુલન પર .. માનને પ્રતિ સ્થાપિત કરવાથી,

આ .. ની દ્રાવ્યતા આપે છે. $K_{sp} = [Ag^+][I^-]$;

ઐઆથી પર ..ની પાણીમાં દ્રાવ્યતા .. છે. $[‘s’\ mol\ dm^{-3}]\ [‘s’\ mol\ dm^{-3}] = s^2\ mol^2\ dm^{-6} =$
$8.5 \times 10^{-17}\ mol^2\ dm^{-6}$

$(s) = [8.5 \times 10^{-17}\ mol^2\ dm^{-6}\ ]^{1/2}$

$$= 9.2 \times 10^{-9}\ mol\ dm^{-3}.$$

14.8.2 સમા આયનનો દ્રાવ્યતા સંતુલન પર પ્રભાવ :

- જો આપણે સમ આયનવાળા મિશ્રિત ક્ષારને અલપ દ્રાવ્ય ક્ષારમાં ઉમેરવામાં આવે તો શું થશે ? તમે બતાવી શકો છે કે લા-શેટેલિયર સિદ્ધાંત અનુસાર સંતુલન ડાબી બાજુ જશે જેમાંથી તેની દ્રાવ્યતા અને ઓછી થઈ જશે વાસ્તવમાં આ સ્થિતિ છે આને આપણે એક ઉદા.ની મદદથી સમજીએ.

ઉદા. 12.13 ની મોલર દ્રાવ્યતા તે દ્રાવણમાં ગણો જેમો $0.1\ mol\ dm^{-3}\ AgNO_3$ છે. Agl is 8.5 $\times 10^{-17}\ mol^2$ પર dm^{-6} at 298 ની દ્રાવ્યતા નીપજ K. છે.

જવાબ :- સિલ્વર નાઈટ્રેટ એક પ્રબળ વૈદ્યુત અપઘટ્ય છે જેનું આયનન આવું થાય છે.

$$AgNO_3(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

અને ..માટે દ્રાવ્યતા સંતુલન છે.

$$AgI(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + I^-(aq)$$

- જો આપણે ‘s’ $mol\ dm^{-3}$, ની દ્રાવ્યતાને Ag^+ લઈએ છીએ તો દ્રાવણમાં Ag^+ આયનોની કુલ સાંદ્રતા $[0.1 + s]\ mol\ dm^{-3} \sim [0.1]\ mol\ dm^{-3}$ થસે. કારણ કે ‘s’ નું માન ખૂબ નાનું છે અને ‘s’ $mol\ dm^{-3}$. આયનોની સાંદ્રતા .. થશે.

સૂત્ર $K_{sp} = [Ag^+][I^-]$; we get માં માન રાખવાથી,

$[0.1]\ mol\ dm^{-3}\ ]\ [‘s’\ mol\ dm^{-3}\ ] = 0.1\ s\ mol^2\ dm^{-6} = 8.5 \times 10^{-17}\ mol^2\ dm^{-6}$

આનાથી પ્રાપ્ત થાય છે.

દ્રાવ્યતા (s) $= [8.5 \times 10^{-17}] / [0.1]\ mol\ dm^{-3} = 8.5 \times 10^{-16}\ mol\ dm^{-3}$.

- (‘s’ નું માન 0.10 ની તુલનામાં વાસ્તવમાં ઉપેક્ષા કરવા યોગ્ય છે આતી આપણી માન્યતાને ઓચિંતુ મળે છે.

- આથી $0.1M\ AgNO_3$ પર $8.5 \times 10^{-16}\ mol\ dm^{-3}$ ની 298 K. માં દ્રાવ્યતા AgI છે. આ માગની .. ની પાણીમાં દ્રાવ્યતા જેનો પાછળના ઉદા.માં જાણ્યું હતું થી તુલના કરો.

દ્રાવ્ય પાણી $0.1M\ AgNO_3$

દ્રાવ્યતા **9.2×10^{-9} mol dm^{-3} 8.5×10^{-16} mol dm^{-3}.**

- આ રીતે આપણે જોઈએ છીએ કે ઓછા દ્રાવ્ય ક્ષારોની દ્રાવ્યતા અન્ય ક્ષાર જેમાં સમ આયન હોયની હાજરીમાં ઘટે છે દ્રાવ્યતામાં આ ક્યારેક સમ આયન પ્રભાવનું એક ઉદા. છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 14.3

(1) 0.05 . બેન્ઝોઈક એસિડ તથા 0.025 સોડિયમ બેન્ઝોએટ નાં દ્રાવણની M ગણો બેન્ઝોઈક એસિડ માટે pK_a of 4.2.

(2) Ag_2SO_4 if $[SO_4^{2-}] = 2.5$ ′ 10^{-2} M. ની દ્રાવ્યતા નીપજ ગણો જો .. હોય

14.8.3 ગુણાત્મક વિશ્લેષણમાં દ્રાવ્યતા નીપજની ઉપયોગીતા

- ઘન આયનોનાં ગુણાત્મક વિશ્લેષણ માટે તેમને કેટલાક વર્ગોમાં વહેંચવામાં આવે છે. ઘનાયનોનાં વર્ગોમાં પૃથ્થકરણ દ્રાવણમાં હાજર ઘણા બધા ઘનાયનોમાં કેટલાંક ઘનાયોના ચરણાત્મક અવક્ષેપન પર આધારિત છે. આનાં દ્રાવણની દશાને આ રીતે સમયોજિત કરે છે કે કેટલાક ઘનાયાનોનાં વિશેષ ક્ષારો K_{sp} વધી જાય છે. અને તે અવક્ષેપિત થઈ જાય છે.બાકીના ઘનાયન દ્રાવણમાં રહી જાય છે. H_2S નો ઉપયોગ એક પ્રતિરૂપી ઉદ. છે. પડનાં વિયોજનમાં આ રીતે લખી શકાય છે.

H_2S

- જોકે સંતુલનમાં હાઈડ્રોજન આયન હોય છે. દ્રાવણની એસિડિકતા સલ્ફાઈડ આયનની સાંદ્રતાને નિયંત્રણમાં કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવશે.

$$H_2S(aq) \rightleftharpoons 2H^+(aq) + S^{2-}(aq)$$

- તમે જાણતા હશો કે વર્ગ નાં સલ્ફાઈડ્સ પૃથક કરવામાં દ્રાવણનાં માધ્યમને એસિડિક રાખવામાં આવે છે. આ માધ્યમમાં .. ની સાંદ્રતા ખૂબ ઓછી હોય છે. અને માત્ર વર્ગ સલ્ફાઈડ્સ અવક્ષેપ હોય છે. બીજી બાજુ બેઝિક માધ્યમમાં સલ્ફાઈડ આયનની સાંદ્રતા વ્યાપિત ઊંચી હોય છે અને વર્ગ ..નાં ઘનાયન અવક્ષેપિત થઈ જાય છે.

તમે જે શીખ્યા

- એસિડ અને બેઈઝની ત્રણ ભિન્ન સંકલ્પના છે જેને ક્રમશઃ ઓર્કનિયસ બ્રોસ્ટેક અને લોરી અને લુઈસને પ્રસ્તાવિત કર્યા છે.

- ઓર્કનિયસ અનુસાર એસિડ એવા પદાર્થ છે જે જલીય દ્રાવણમાં વિયોજિત થઈને હાઈડ્રોજન આયન ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે બેઈઝને પદાર્થ છે.કે જે બાઈડ્રોક્સિલ આયન ઉત્પન્ન કરે છે. તટસ્થ પ્રક્રિયા સાધારણ રીતે પ્રોટોન અને હાઈડ્રોક્સિલ આયનની વચ્ચે પ્રક્રિયા છે જે પાણીનો અણું આપે છે.

- જો કે હાઈડ્રોજન આયન H^+ ઊંચા ઘન વીજભાર સાથે ખૂબ નાના હોય છે. આ પાણી જેવા ધ્રુવીય દ્રાવકોમાં મુક્ત રૂપથી હાજર નથી હોતા આ પોતે પાણીથી બંધાઈને હાઈડ્રોનિયમ (H_3O^+). આયન બનાવે છે. બ્રોસ્ટેડ અને લોરીનાં અનુસાર એસિડ પ્રોટોન આપે છે. તથા બેઈઝ પ્રોટોન ગ્રહણ કરે છે.

- એક એસિડ બેઈઝ પ્રક્રિયાને એસિડથી બેઈઝને પ્રોટોન (H^+) સ્થાનાંતરણના રૂપમાં વિચારી શકાય છે. આ સંકલ્પનામાં એસિડ અને બેઈઝ આયનિક અથવા આણ્વીક પદાર્થ હોઈ શકે છે.

- બ્રોસ્ટેડ અને લોરીની વ્યાખ્યા અનુસાર એસિડ બેઈઝ સંતુલન માં મળતી સ્પીશીજ પ્રોટોનને ગ્રહણ કરવાથી અથવા આપવાથી જ ભિન્ન હોય છે. તે સંયુગ્મી એસિડ બેઈઝ યુગ્મ કહેવાય છે. આ યુગ્મોમાં પ્રબળ એસિડનાં એક નિર્બળ સંયુગ્મી બેઈઝ હોય છે જ્યારે એક નિર્બળ એસિડની પ્રબળ સંયુગ્મી બેઈઝ હોય છે.

-લૂઈસ પરિભાષા ઘણી વિસ્તૃત છે તેના અનુસાર એક એસિડ આ રીતે વ્યાખ્યાપિત થાય છે કોઈ પણ પરમાણું , અણું અથવા આયન જે એક ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મને કોઈ અન્ય પરમાણું, અણું અથવા આયનનથી ગ્રહણ કરી શક. જ્યારે એક બેઈઝ છે. કોઈ પણ પરમાણું , અણું અથવા આયન જે એક ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ આપી શકે એસિડ અને બેઈઝનાં વચ્ચે પ્રક્રિયાની નીપજ યોગોત્પાદ કહેવાય છે.

- પ્રબળ ઓર્કેનિયસ એસિડ અને બેઈઝ જલીય દ્રાવણમાં પૂર્ણતઃ વિયોજિત થિ જાય છે.જ્યારે નિર્બળ એસિડ અને બેઈઝ એસિડ આયનિત હોય છે આયનનની ઊંચી સીમા એસિડ અથવા બેઈઝમાં પ્રબળ હોવાનું માપ છે.

- બ્રોસ્ટેડ લોરોની ધારણામાં એક એસિડની સાપેક્ષ પ્રબળતાને તેનાં પાણીનો એક પ્રોટોન ગુમાવવાની (અથવા આપવાની) સાપેક્ષ પ્રવૃત્તિનાં રૂપમાં વ્યાખ્યપિત કરી શકાય છે.

- નિર્બળ ઓસિડો અને નિર્બળ બેઈઝોનાં આયનન સંતુલનોમાં અભિલાક્ષણિક સંતુલન અચળાંક કહેવાય છે. આ અચળાંકોનાં માન તેમની સાપેક્ષિત પ્રબળતાનું માપ છે.

- પણી એક નિર્બળ એસિડ અને નિર્બળ બેઈઝ બંનેની જેમ કામ કરી શકે છે. પાણીનાં એક નમૂનામાં પાણીનાં અણુંઓની ખૂબ જ ઓછી સંખ્યામાં સ્વતઃ આયનનનમાં ભાલ લે છે. જેમાં અડધા આયન એસિડની જેમ જ્યારે અન્ય અડધા બેઈઝની જેમ કામ કરે છે.

- જલીય દ્રાવણોમાં H_3O^+ ની સાંદ્રતાને લઘુ ગુણક સ્કેલનાં પદોમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે. જેને pH સ્કેલ કહે છે. આ દ્રાવણની pH આ રીતે વ્યાખ્યાપિત છે. $pH = -\log_{10}[H^+]$ or $pH = -\log_{10}[H_3O^+]$.

- એક તટસ્થ દ્રાવણની 7 ; હોય છે. અન્ય દ્રાવણ જેની pHથી ઓછી છે તે એસિડિક પ્રકૃતિનં હોય છે. જ્યારે એવા જેની 7 થી વધુ હોય છે. તે બેઝિક પ્રકૃતિનાં હોય છે.

- એક નિર્બળ ઍસિડ અથવા નિર્બળ બેઈઝના દ્રાવણમાં સમ આયનોની હાજરી તેમનાં વિયોજન નું દમન કરે છે આવા દ્રાવણ બફર દ્રાવણોની જેમ કાર્ય કરે છે. જે કોઈ એસિડ અથવા બેઈઝની થોડી માત્રા ઉમેવાથી પોતાની.. પરિવર્તન થવાથી રોકે છે.બફર દ્રાવણોની.. તેનાં સંઘટન પર નિર્ભર કરે છે. તથા એક સાધારણ સમીકરણ જેને હેન્ડરુસન કોસલવોચ સમીકરણ કહે છે. નો ઉપયોગ કરી આને જાણી શકાય છે.

- કેટલાક ક્ષારોનાં જલીય દ્રાવણ પણ એસિડો અથવા બેઈઝોની જેમ વ્યવહાર કરે છે. આવું તેનાં ધનાયન અથવા ઋણાયનન અથવા બંનેનાં જળ વિઘટનથી થાય છે.

- અલ્પ દ્રાવ્ય ક્ષારનાં જલીય દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય ક્ષારથી પ્રાપ્ત આયનો અને અદ્રાવ્ય ક્ષારની વચ્ચે સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છે. આને દ્રાવ્યતા સંતુલન કહેવાય છે.

- દ્રાવ્યતા સંતુલનમાં નીપજોનાં આયનોની સાંદ્રતા સ્થિર હોય છે. જેને દ્રાવ્યતા નીપજ (K_{sp})કહે છે. અને આ અલ્પ દ્રાવ્ય ક્ષારની દ્રાવ્યતાને આનુંપાતિક હોય છે.

- અલ્પ દ્રાવ્ય ક્ષારોની દ્રાવ્યતા સમ આયનોની હાજરીથી ઓછી થાય છે. આ સમ આયન પ્રભાવ કહેવાય છે. અને ગુણાત્મક વિશ્લેષણમાં આનો ઉપયોગ થાય છે.

પાઠયાંત પ્રશ્નો

(1) એક જલીય દ્રાવણમાં હાઈડ્રોજન આયન મુક્ત રૂપથી હાજર નથી થઈ શકતા કેમ ? સમજાવો.

(2) નીચેની પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંકનું સૂત્ર લખો.

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

(3) પ્રબળ બ્રોસ્ટેડ લોરી એસિડનો નિર્બળ સંયુગ્મી ક્ષાર કેમ હોય છે ?

(4) ઊભયધર્મી પદ થી તમે શું સમજો છો ? સમીકરણોનીમદદથી પાણીની ઊભયધર્મી પ્રકૃતિ બતાવો.

(5) pH of 1×10^{-3} M દ્રાવણની NH_4OH. ગણો NH_4OH is 1.85×10^{-5} mol dm^{-3}.
નાં વિયોજન અચળાંક છે.

(6) pH નાં જલીય દ્રાવણની HCl is 2.301. છે. આ દ્રાવણમાં હાઈડ્રોજન આયનોની સાંદ્રતા શોધો.

(7) બફર દ્રાવણ શું છે ? તેનાં મુખ્ય અવયવ શું છે ?

(8) PbI_2 is 1.20×10^{-3} mol dm^{-3} at 298K. પર લેક આયોડાઈડ ની દ્રાવ્યતા ..છે. તેનો દ્રાવ્યતા નીપજ અચળાંક ગણો.

(9) Bi_2S_3 પર 298K ની પાણીમાં દ્રાવ્યતા ગણો જો તેનો $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-97}$ mol^5 dm^{-15} હોય

(10) AgI in 0.10M પર 298 K. K_{sp} માં .. ની દ્રાવ્યતા ગણો આ તાપમન પર AgI નો 8.5×10^{-7} છે.

પાઠગત પ્રશ્નોના ઉત્તર

14.1

(1) ઓર્કનિયસ ધારણા અનુસાર એસિડ એવા પદાર્થ છે કે જે જલીય દ્રાવણનાં આયનન પર હાઈડ્રોજન આયન (H^+)ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા રાખે છે. ઉદા. HCl માટે CH_3COOH.અથવા ..

(2) ઓર્કનિયસ વ્યાખ્યાની નીચેની ખામીઓ છે. :

- આ માત્ર જલીય દ્રાવણ માટે સીમીત છે અને પદાર્થનું આયનન આવશ્યક હોય છે.

- આ કેટલાક પદાર્થો જેમાં હાઈડ્રોજન આયન (અથવા હાઈડ્રોક્સાઈડ)ની કમી હોય છે. તે એસિડિક અને બેઝિક વ્યવહારની વ્યાખ્યા નથી કરતા. ઉદા. માટે $AlCl_3$ અને Na_2CO_3

(3) બ્રોસ્ટેડ લોરી ધારણામાં કોઈ અણું અથવા આયન જે પ્રોટોન ગ્રહણ કરી શકે તે બેઈઝ છે જ્યારે ઓર્કનિયસ ધારણામાં બેઈઝ એવા પદાર્થ છે જે દ્રાવણમાં હાઈડ્રોક્સાઈડ આયન આપે છે.

(4) એસિડ HCl, H_3O^+

બેઈઝ NH^3, CN^-

$$K_a = \frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]}$$

12.2

(1) નિર્બળ એસિડ HF નાં આયનને આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

$$HF(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$$

The expression for K_a would be,

(2) એક નિર્બળ બેઈઝ BOH માટે જે જલીય દ્રાવણમાં આંશિક વિયોજિત થાય છે અને તેનો વિયોજન નું માપ હોય તો આપણે લખી શકીએ છીએ કે,

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

પ્રારંભિક સાંદ્રતાઓ c ~55 0 0

સંતુલિત સાંદ્રતાઓ $c(1-\alpha)$ ~55 $c\alpha$ $c\alpha$

- સંતુલન અચળાંક સૂત્ર અથવા બેઈઝ વિયોજન અચળાંક આ રીતે લખી શકાય છે.

પુનઃ વ્યવસ્થિત કરવાથી

$$K = \frac{[BH^+][OH^-]}{[H_2O][B]} = \frac{[c\alpha][c\alpha]}{c[1-\alpha]55}$$

જો કે એસિડ ખૂબ નિર્બળ છે B આપણે એકની તુલના $\alpha <<1$; અવગણ્ય માની શકીએ છીએ આથી,

$$\Rightarrow \quad 55K = K_b = \frac{[c\alpha][c\alpha]}{c[1-\alpha]} = \frac{c^2\alpha^2}{c[1-\alpha]} = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

$K_b \approx c\alpha^2$ or or

(3) આપેલ હાઈડ્રોનિયમ આયન સાંદ્રતા $[H_3O^+] = 6.3 \times 10^{-2}M$

વ્યાખ્યા અનુસાર

As per definition $pH = -\log [H_3O^+]$

$\Rightarrow pH = -\log 6.3 \times 10^{-2}$

$\Rightarrow pH = -(0.7993 - 2.0000)$

$\Rightarrow pH = -(-1.2007) =$ **1.2007**

(4) આપેલ છે : ગ્લાઈસિનની સાંદ્રતા = 1.0M

$K_a = 1.67 \times 10^{-10}$.

For a weak acid $= \alpha =$ $= 1.29 \times 10^{-5}$

$\Rightarrow \quad [H_3O^+] = 1 \times 1.29 \times 10^{-5} = 1.29 \times 10^{-5}M$

$pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1.29 \times 10^{-5}] = -(-4.8894) =$

એક નિર્બળ એસિડ માટે

14.3

(1) અહીંયા (એસિડ) ..તથા અને = 0.05M and [Salt] = 0.025M; and $pK_a =$ **4.2**

આ માનોને હેન્ડરસન સમી.માં પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી,

$pH = 4.2 + \log (0.05/0.025) = 4.2 + \log 2 = 4.2 + 0.3010 =$ **4.5010**

(2) Ag_2SO_4 be 's' mol dm^{-3} ની દ્રાવ્યતા છે અને .. ની સાંદ્રતા ક્રમશઃ તથા .. થશે અને

આપેલ છે. Ksp = $[Ag^+]^2\ [SO_4^{-2}]$

આ માનોને .. નાં સૂત્રમાં મૂકવાથી $[SO_4^-] = 2.5 \times 10^{-2}M \Rightarrow [Ag+] = 2 \times 2.5 \times 10^{-2}M$
$= 5 \times 10^{-2}M$

Ksp $= [5 \times 10^{-2}]^2 \times [2.5 \times 10^{-2}] = \mathbf{6.25 \times 10^{-5}\ mol^3\ dm^{-9}}$

13

વિધુત રસાયણ

વિધુત રસાયણમાં વિદ્યુત ઊર્જા અને રાસા. ઊર્જાના પારસ્પરિક ફેરફારનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે જ્યારે કેટલાક પદાર્થોનાં જલીય દ્રાવણો અથવા ગલિત ક્ષારો માંથી વિદ્યુત ધારા પ્રવાહિત કરવામાં આવે છે તેનાથી રાસા. પ્રક્રિયા થાય છે. બીજી બાજુ શુષ્ક કોષો અથવા લેડ-એસિડ બેટરીઓમાં રાસા. પ્રક્રિયાઓ વિદ્યુત ઊર્જા ઉત્પન્ન કરે છે. આ પાઠમાં તમે આજ પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાક ભાગોનો અભ્યાસ કરશો.

ઉદ્દેશ્યો

- ઓક્સિડેશન તથા રિડક્શનને ઈલેક્ટ્રોન સ્થાનાંતરણ સંક્લપનાનાં પદોમાં સમજી શકશો.
- એક અણુ અથવા આયનમાં કોઈ પરમાણુંનાં ઓક્સિકેશન આંક (ON) ને ગણી શકશો.
- રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ માટે રાસા. સમીકરણોને સંતુલિત કરી શકશો.
- વિદ્યુત અપઘટની ચાલન-ચાલત્વ અને મોલર ચાલકતા સ્પષ્ટ કરી શકશો.
- વિદ્યુત-અપઘટની અને ગેલ્વેની કોષોમાં ભિન્નતા કરી શકશો.
- મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ અને કોષનાં મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવની ગણતરી કરવામાં આનાં ઉપયોગની ચર્ચા કરી શકશો.
- મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- વદ્યુત રાસા. શ્રેણી અને તેનાં ઉપયોગોનું વર્ણન કરી શકશો.
- ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ પર સાંદ્રતાની અસર (નર્નસ્ટ સમીકરણ)ને સ્પષ્ટ કરી શકશો.

- નર્નસ્ટ સમી. પર આધારિત સંખ્યાત્મક પ્રશ્નોનો જવાબ મેળવી શકશો અને
- કોષના મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ (Nernst equation) અને ગિબ્સ ઊર્જા પરિવર્તનમાં સંબંધ સ્થાપિત કરી શકશો.

13.1 ઓક્સિકેશન અને રિડકશન ઈનેક્ટ્રોન સ્થાનાંતરણ પ્રક્રમોનાં

- ઓક્સિકેશન તથા રિડકશન પ્રક્રિયાઓ રાસા. પ્રક્રિયાઓનો એક મહત્વપૂર્ણ સંઘટક વર્ગ છે ઈલેક્ટ્રોનિક ધારણા નાં અંતર્ગત ઓક્સિકેશન તથા રિડક્શનને ઈલેક્ટ્રોન સ્થાનાંતરણના રૂપમાં આ રીતે દેખવામાં આવે છે. આવા પ્રક્રમ જેમાં કોઈ પરમાણું અથવા આયન એક અથવા વધારે ઈલેક્ટ્રોન હોય છે તેને ઓક્સિડેશન કહેવાય છે. અને તે પ્રક્રમ જેમાં એક પરમાણું અથવા આયન એક અથવા વધારે ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કહે છે તેને રિડક્શન કહેવાય છે. NaCl તથા Na નાં Cl નિર્માણમાં

$Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$ થી હાની ઓક્સિડેશન)

$Cl + e^{-} \rightarrow Cl^{-}$ (દ્વારા એક હેતું ગ્રહણ, રિડકશન)

- સોડિયમનું ઓક્સિડેશન થાય છે તથા ક્લોરિનનું રિડકશન થાય છે. અહીંયા સોડિયમ ક્લોરિનમાં મદદ કરે છે અને તેથી રિડકશન કારક અથવા રિડકશન કર્તા કહેવાય છે.

- રાસા. પ્રક્રિયામાં રીડકશન કર્તા તે સ્પીશીજ છે કે જે પોતાના ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરે છે. આથી આ એક ઓક્સિડેકશન કારક અથવા ઓક્સિડેકશનકર્તા છે. ઓક્સિડેશન કર્તા તે સ્પીશીજ છે જે રાસા. પ્રક્રિયામાં ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરે છે આ ધ્યાન આપો કે ઓક્સિડેશન અને રિડકશન પ્રક્રમ અલગ અલગ નથી થતાં પરંતુ સાથે સાથે થાય છે. અને આથી આ પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ ઓક્સિડેશન-રિડકશન પ્રક્રિયાઓ અથવા રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ કહેવાય છે. એક રેડોક્ષ પ્રક્રિયા રાસા. પ્રક્રિયામાં ઓક્સિડેશન અને રિડકશન અર્ધ પ્રક્રિયાઓનો યોગ હોય છે.

13.2 ઓક્સિડેશન આંક

- એક સાધારણ અણુંમાં ઓક્સીકૃત અથવા રીડકશન થથી સ્પીશીઝને સરળતાથી ઓળખી શકાય છે. પરંતુ બહુપરમાણ્વીય અણુંઓમાં આવું કરવું અઘરૂ છે. પહેલા NaCl ના ઉદા. સોડિયમનાં ઓક્સિડેશનની અને ક્લોરિનનાં રિડકશનની ઓળખ કરવી હતી. પરંતુ ફેરસ સલ્ફેટ અને પોટેશિયમ પરમેગનેટ ($KMnO_4$) માં થતી પ્રક્રિયામાં આંક કહેવામાં આવે છે તેનાં પ્રયોગ કરવામાં આવ્યો. ઓક્સિડેશન આંક એક પ્રત્યક્ષ આવેશ છે જે પરમાણું પર પ્રતીત થાય છે. જ્યારે પ્રત્યેક ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મને વધારે વિદ્યુત ઋણ પરમાણુંની સાથે ગણવામાં આવે છે. ઓક્સિડેશન આંક હંમેશા પરમાણું માટે નિશ્ચિત કરવામાં આવે છે. આ એક અંક છે કે જે ઘન અથવા ઋણ ચિહ્નથી લખવામાં આવે છે. અંક ઈલેક્ટ્રોનોની સંખ્યાને સૂચિત કરે છે કે જે વિષમ કેન્દ્રીત સંહસંયોજક બંધમાં એક પરમાણુંથી

વધારે વિદ્યુત ઋણ પરમાણુંની બાજુ સ્થાનાંતરિત કરી જાય છે. ઘન ચિહ્ન તે પરમાણું માટે ઈલેક્ટ્રોન સ્થાનાંતરિત થાય છે. અને ઋણ +ve or – ve ઋણ વિદ્યુતી પરમાણુંને આપવામાં આવે છે. ઓક્સિડેશન આંકની ધારણા આ વાત પર આધારિત છે કે એક વિષમ કેન્દ્રીય પરમાણુંનાં સહસંયોજક બંધમાં સાજા ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મ વધારે ઋણ વિદ્યુતી પરમાણું થી સંબંધિત હોય છે. ઓક્સિડેશન આંક માટે ઓક્સિડેશન અવસ્થા પદનો પણ ઉપયોગ કરાય છે.

13.2.1 ઓકિસડેશન આંકને નિર્ધારિત કરવાનાં નિયમઃ

- કેટલાક નિશ્ચિત નિયમ છે જેનાં દ્વારા અણુંના કોઈ આયનમાં કોઈ પરમાણુંની ઓક્સિડેશન સંખ્યાને અભિકલિત કરવામાં આવે છે.

(1) જો પરમાણું તાત્વિક રૂપમાં હોય છે તો ઓક્સિડેશન આંક શૂન્ય લેવામાં આવે છે. ઉદા.O_2, Na, P માટે . તાત્વિક રૂપોમાં છે આથી ઓક્સિડેશન આંક શૂન્ય છે.

(2) એક પરમાણ્વીય આયનનાં ઓક્સિડેશન આંક તેનાં પર હાજર વીજભાર નાં જેટલો જ હોય છે. ઉદા.Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Cl^-, S^{2-} માટે +1, +2, +3, –1, –2 નો ઓક્સિડેશન આંક ક્રમશઃ.. છે.

(3) લગભદ બધા સંયોજનોમાં ઓક્સિજનનો ઓક્સિડેશન આંક શૂન્ય છે પરંતુ (ક) પેરોક્સાઈડો જેવાં કે –1 માં ઓકિસડેશન આંક હોય છે. (ખNa_2O_2, H_2O_2 સુપર ઓક્સાઈડોમાં (–1) માં .. છે. (KO_2) where it is $-\frac{1}{2}$.

(4) મનો ઓક્સિડેશન આંક Hછે. +1 જ્યારે આ અધાતુથી સંયોજન કરે છે. અને જ્યારે ધાતુથી સંયોજન કરે છે. ત્યારે –1હોય છે. ઉદા. HCl તરીકે O.N માં H નાં ઓક્સિડેશન આંક +1 છે પરંતુ Ca H_2 માં છે.–1.

(5) બેઝિક ધાતુઓનો પોતાનાં સંયોજનોમાં ઓક્સિડેશન આંક +1 હોય છે.

(6) જો એક સંયોજન બે ભિન્ન તત્વોથી બનેલ છે તો વધારે વિદ્યુત ઋણ પરમાણુંનો ઓક્સિડેશન આંક ઋણ હોય છે અને ઓછા વિદ્યુત ઋણ પરમાણુંનો ઓકિસડેશન આંક ઘન હોય છે. ઉદા. તરીકે N Cl_3 , N નો ઓક્સિડેશન આંક +3છે. અને Clનો ઓક્સિડેશન આંક –1 છે.

(7) તટસ્થ સંયોજનમાં તેનાં બધા પરમાણુઓનાં ઓક્સિડેશન આંકનો સરવાળો શૂન્ય થાય છે.

(8) બહુ ધાત્વિક આયનમાં તેનાં બધા પરમાણુંઓનાં ઓક્સિડેશન આંકનો સરવાળો આયન પર વીજભારનાં બરાબર હોય છે. માં કાર્બન અને ઓક્સિજન સંખ્યાઓનો સરવાળો –2.છે.

- આવો આપણે કેટલાંક ઉદ. S, Nલઈને Cl સમજીએ (ક) H_2SO_4 (ખ) NO^-_3 (ગ) ClO^-_4 માં

..નાં ઓક્સિડેશન આંક ક્રમશઃ આ રીતે ગણવામાં આવે છે.

(ક) માં સલ્ફરનો ઓક્સિડેશન આંક x. ની માનીએ છીએ

- જોકે O નો ઓક્સિડેશન આંક –2 છે. આથી ચાર O પરમાણું ઓનાં ઓક્સિડેશન આંકનો સરવાળો –8. ના બરાબર થશે.

- પ્રત્યેક H નો ઓક્સિડેશન આંક +1 છે કારણ કે આ અધાતુથી આંબંધિત છે.આથી બે હાઈડ્રોજન પરમાણુંઓનો કુલ ઓક્સિડેશન આંક +2. છે.

H_2SO_4 એક તટસ્થ અણું છે આથી બધા ઓક્સિડેશન સાંકોનો સરવાળો શૂન્યનાં બરાબર છે આથી,

$$+2 + x - 8 = 0$$
$$x = +6$$

આથી H_2SO_4 માં સલ્ફરનો ઓક્સિડેશન આંક + 6. છે.

(ખ) NO_3^- માં પહેલા પ્રત્યેક ઓક્સિજન પરમાણુંનો ઓસ્કિડેશન આંક ને –2 માની લો અહીયાં બધા હાજર પરમાણુંઓનો ઓક્સિડેશન આંકોનો સરવાળો આયન પર હાજર વીજભારનાં બરાબર થશે.

ClO_4^- ∴ $x - 6 = -1$

$$x = +5$$

.N નો ઓક્સિડેશન આંક +5. છે.

(ગ) માં $x - 8 = -1$

$$x = +7$$

13.3 રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને સંતુલિત કરવી.

- રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને નીચેની બે વિધીઓ દ્વારા સંતુલિત કરી શકાય છે.

(1) ઓક્સિડેશન આંક વિધિ

(2) આયન ઈલેક્ટ્રોન વિધિ

13.3.1 ઓક્સિડેશન આંક વિધિ દ્વારા સંતુલિત કરવું

- આ વિધિ દ્વારા પ્રક્રિયાને સંતુલિત કરવામાં નીચેના પદ શામિલ છે.

(1) પ્રક્રિયાનું રચનાત્મક સમીકરણ લખો એટલે કે સ્ટાઈકિયોમિટ્રિક ગુણાકો વગર સમીકરણ

(2) સમીકરણમાં પ્રત્યેક પરમાણુંનો ઓક્સિડેશન આંક તેનાં સંકેત ઉપર લખો.

(3) તે પરમાણુંઓને ઓળખો જેનાં ઓક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થઈ રહ્યો હોઈ.

(4) જે પરમાણુંઓનાં ઓક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થઈ રહ્યો છે તેના ઓક્સિડેશન આંકમાં પ્રતિ પરમાણુંમાં વધારો અથવા ઘટાડો ગણો. જો આંકથી વધુ પરમાણું તેમાં હાજર હોય તો આ આંકનાં ઘટાડા કે વધારોને તે પરમાણુંઓ જેમાં ફેરફાર થઈ રહ્યો છે આંકથી ગુણીને ઓક્સિડેશન આંકમાં કુલ ફેરફાર નીકળવામાં આવે છે.

(5) પ્રક્રિયકની બાજુનાં ઓક્સિડેશન આંકમાં વધારો અથવા ઘટાડોને ઓક્સિડેશનકર્તાઓ તથા રીડક્શનકર્તાઓના સૂત્રોનો યથાયોગ્ય આંકથી ગુણીને બરાબર કરો.

(6) હાઈડ્રોજન તથા ઓક્સિજન સિવાય સમીકરણનાં બધા પરમાણું ઓને સંતુલિત કરો.

(7) અંતમાં H અને O ને પણ સંતુલિત કરો.

(8) જો પ્રક્રિયા એસિડિક માધ્યમમાં થઈ રહી હોય તો પરમાણુંને સંતુલિત કરવા માટે જ્યાં O પરમાણું ઓછા હોય તે તરફ H_2O અણુંઓની જરૂરી સંખ્યા જોડવામાં આવે છે. O પરમાણુંઓને સંતુલિત કરવા માટે તે બાજુ જ્યાં H પરમાણું ઓઠા હોય, H^+ જોડવામાં આવે છે.H

(9) જો પ્રક્રિયા બેઝિક માધ્યમમાં થઈ રહી હોય ત્યારે જ્યાં ઋણ વીજભારોની સંખ્યા ઓછી હોય છે ત્યાં OH^- ને જોડવામાં આવે છે. તથા તેનાં પછી H_2O અણુઓને જોડીને OH^- ને સંતુલિત કરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ : જ્યારે ફોસ્ફોરસની નાઈટ્રિક એસિડથી પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે તો નાઈટ્રિક ઓક્સાઈડ બને છે.

(1) તેનું રચનાત્મક સમીકરણ છે.

$$P + HNO_3 \qquad HPO_3 + NO + H_2O$$

(2) રચનાત્મક સમી. માં પ્રત્યેક પરમાણુંની ઉપર તેનો ઓક્સિડેશન આંક લખવામાં આવે છે.

$$\overset{0}{P} + \overset{+1\,+5\,-2}{HNO_3} \longrightarrow \overset{+1\,+5\,-2}{HPO_3} + \overset{+2\,-2}{NO} + \overset{+1\,-2}{H_2O}$$

(3) P અને N ની ઓક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થાય છે.

$$\overset{0}{P} + \overset{+5}{HNO_3} \xrightarrow{\text{increase in ON} = 5} \overset{+5}{HPO_3} + \overset{+2}{NO} + H_2O$$

ઓ. આંકમાં વધારો

decrease in ON = 3

(4) પ્રક્રિયકોની બાજુ P અને N નાં ઓક્સિડેશન આંકમાં વધારો અથવા ઘટાડાને બરાબર કરવાથી $3P + 5HNO_3 \longrightarrow HPO_3 + NO + H_2O$

(5) સમીકરણની બંને બાજુ P અને N પરમાણુઓને સંતુલિત કરીએ છીએ.

$$3P + 5HNO_3 \longrightarrow 3HPO_3 + 5NO + H_2O$$

(6) સમી. માં O તથા H પહેલા થી સંતુલિત છે.

13.3.2 આયન ઈલેક્ટ્રોન વિધિ દ્વારા સંતુલન

- આ વિધિ એ સિદ્ધાંત પર આધારિત છે કે ઓક્સિડેશન અર્ધપ્રક્રિયા દરમિયાન ખોવાઈ ગયેલ ઈલેક્ટ્રોનોની સંખ્યા રીડક્શન અર્ધપ્રક્રિયામાં ગ્રહણ કરેલા ઈલેક્ટ્રોનોને બરાબર હોય છે.

આમાં નીચે પ્રકારનાં ચરણ છે -

(1) રચનાત્મક સમી. માં પ્રત્યેક પરમાણુંનાં સંકેતની ઉપર તેનો ઓક્સિડેશન આંક લખો.

(2) ઓક્સિ. આંકમાં ફેરફાર થતાં પરમાણુંઓને શોધો આ રીતે તે સ્પીશીજ ને શોધો જે ક્રમશઃ ઓક્સિડેશન અને રિડક્શન કરે છે.

(3) પૂરી સમી.ને બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં વહેંચો એટલે કે ઓક્સિડેશન અર્ધપ્રક્રિયા તથા રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા.

(4) પ્રત્યેક અર્ધ પ્રક્રિયામાં ઓક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થતાં પરમાણુંઓને સંતુલિત કરો.

(5) પ્રત્યેક અર્ધ પ્રક્રિયામાં ઓક્સિડેશન આંકમાં કુલ ફેરફાર ગણો કે જે કુલ ઈલેક્ટ્રોન સ્થાનાંતરણની સંખ્યાને સમાન હોય છે.

(6) સ્થાનાંતરણ ઈલેક્ટ્રોનોની સમસ્ત સંખ્યાઓ જેવું કે ઉપર ગણેલ છે ને પ્રક્રિયકોની બાજુ રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયામાં અને ઓક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા જમણી બાજુ જોડો.

(7) વીજતારોને .. (એસિડિક માધ્યમ પ્રક્રિયાઓ માટે) અથવા .. (બેઝિક માધ્યમ પ્રક્રિયાઓ માટે) સમીકરણમાં અથવા તો ડાબી બાજુ અથવા જમણી બાજુ જોડીને સંતુલિત કરો.

(8) અંતમાં ને આવશ્યક બાજુ જોડીને H^+ અને OH^- ને સંતુલિત કરો.

(9) બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓને એ રીતે જોડો જેનાથી કુલ ઈલેક્ટ્રોનોની સંખ્યા બંને બાજુ નિરસ્ત થઈ જાય આવું કરવા માટે અર્ધ પ્રક્રિયાઓને કોઈ સંખ્યાથી ગુણવામાં આવે છે જેનાથી ઈલેક્ટ્રોનોની સંખ્યા બંને બાજુ બરાબર થઈ જાય

ઉદા. 13.1 નીચેની રચનાત્મક પ્રક્રિયાને આયન ઈલેક્ટ્રોન વિધિ દ્વારા સંતુલિત કરો.

$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+}$ એસિડિક માધ્યમમાં આપેલ નિયમોનો ઉલ્લેખ કરીને

- ચરણ અને ..

$$\overset{+6}{Cr_2}\,O_7^{2-} + \overset{+2}{Fe^{2+}} \longrightarrow \overset{+3}{Cr^{3+}} + \overset{+3}{Fe^{3+}}$$

- રચનાત્મક સમી.માં પરમાણુંનાં સંકેત પર ઓક્સિડેશન આંક લખો.

- ચરણ Fe^{2+}નો ઓક્સિડેશન આંક વધે છે આથી તેનું ઓક્સિડેશન થાય છે અને (નો ઓક્સિડેશન આંક ઘટે છે તેથી તેનું રિડક્શન થાય છે.

ચરણ

પ્રક્રિયાઓને બે અર્થ પ્રક્રિયાઓમાં વહેંચો

(ગ) રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા $\quad Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$

(6) ઓક્સિડેશન અર્ધ-પ્રક્રિયા $\quad Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$

પહેલા રિડકશન અર્ધ પ્રક્રિયાને સંતુલિત કરો.

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$$

ચરણ 4 :- તે પરમાણુંઓ જેનો ઓક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થાય છે સંતુલિત કરો.

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+}$$

..ચરણ 5 અને 6 :- સ્થાનાંતરણ કરેલ ઈલેક્ટ્રોનોની કુલ સંખ્યા ગણો અહીંયાં પ્રત્યેક પરમાણુંનાં ઓક્સિડેશન ONઆંકમાં 3 નો ફેરફાર છે આથી બે પરમાણુઓની ઓક્સિડેશન આકંમાં 6 નો ફેરફાર થશે. $\quad Cr_2O_7^{2-} + 6e \longrightarrow 2Cr^{3+}$

ચરણ 8 :- ડાબી બાજુ H^+ જોડીને વીજભારને સંતુલિત કરો.

$$Cr_2O_7^{2-} + 6e + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+}$$

ચરણ 9 :- જમણી બાજુ H જોડીને O અને H_2O ને સંતુલિત કરો.

$$Cr_2O_7^{2-} + 6e + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

ઓક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયાને સંતુલિતકરો.

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$

- ચરણોને અનુસાર જેનો ઓક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયામાં અનુસરણ કરવામાં આવ્યું છે.

(1) પરમાણું બંને બાજુ સંતુલિત છે, આથી આપણે આગળનાં ચરણ પર જઈએ જેમાં આ જોવાનું છે કે કેટલા ઈલેક્ટ્રોન સ્થાનાંતરિત થયા છે.

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e.$$

વીજભારને સંતુલિત કરો અને આ સંતુલિત છે.

ચરણ 10 : બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓને જોડો :

$$Fe^{2+} \longrightarrow [Fe^{3+} + e] \times 6$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Ca^{3+} + 7H_2O$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 13.1

(1) નીચેનામાં મોટા અક્ષરોમાં લખેલા તત્વોનાં ઓક્સિડેશન આંક શોધો.

SiH_4 **B**H_3 **B**F_3 **S**$_2O_4^2$

BrO_4 H**P**O_4^2 **S**$H_{12}O$ H**N**O_3

$$2I^-_{(aq)} + 2Fe^{3+}_{(aq)} \longrightarrow I_2(s) + 2Fe^{2+}(aq)$$

(2) ઓક્સિડેશન અને રિડક્શનમાં ઓક્સિડેશન આંકનો ફેરફાર કેવી રીતે થાય છે ?

(3) નીચેનાંમાં ઓક્સિડેશન કારકો અને રિડક્શન કારકોને લખો.

$H_2S + HNO_3$ $NO + S + H_2O$

(4) નીચેના માટે અર્ધ પ્રક્રિયા લખો.

$$Mg(s) + CI_2(g) \longrightarrow MgCI_2(s)$$

(જલીય) $I_2 + HNO_3$ $HIO_3 + NO_2 + H_2O$

(5) ઓક્સિડેશન આંક વિધિ દ્વારા સંતુલિત કરો.

$CuO + NH_3$ $Cu + N_2 + H_2O$

$MnO_4 + HCl$ $MnCl_2 + C_2 + H_2O$

(6) નીચેના ને આયન ઈલ્ક્ટ્રોન અર્ધ પ્રક્રિયા વિધિ દ્વારા સંતુલન કરો.

N + Bi $Bi^{3+} + NO_2$ ઓસિડિક માધ્યમ

$M_nO_4 + Fe^{2+}$ $Mn^{2+} + Fe^{3+}$ એસિડિક માધ્યમ

Cr_2 $+ Fe^{2+}$ $Fe^3 + Cr^{3+}$ એસિડિક માધ્યમ

બેઝિક માધ્યમ

13.4 વિદ્યુત અપઘટકીય વહન :

- જ્યારે વિદ્યુત ધારાને કોઈ પદાર્થનાં જલીય દ્રાવણમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે તો તે આ વિદ્યુત ધારા પ્રવાહીત પણ થઈ શકે છે. અને ન પણ થઈ શકે. રાસા. પદાર્થો કે જે જલીય દ્રાવણમાં વિદ્યુત ધારાને પ્રવાહીત કરે છે તે વિદ્યુત અથઘટ્ય કહેવાય છે. અને જે ધારાનું વહન નથી કરતો તેને વિદ્યુત અન અપઘટ્ય કહેવાય છે. દ્રાવણમાં વિદ્યુત ઘારાને પ્રવાહની આ ઘટનાને વિદ્યુત અપઘટકીય વહન કહે છે.

- વિદ્યુત અપઘટકીય વહન દ્રાવણમાં ધનાયનો અને ઋણાયનોનાં ગતિશીલ હોવાનાં કારણે હોય છે. દ્રાવણની વિદ્યુત વાહકતા (ક) દ્રાવ્યની પ્રકૃતિ (ખ) આયનની સંયોજકતા (ગ) દ્રાવણની સાંદ્રતા (ઘ) તાપમાન પર નિર્ભર કરે છે. આ ભાગમાં તમે વિદ્યુત અપઘટ્યોની વાહકતાને વ્યક્ત કરવા તથા તેને પ્રભાવિત કરતાં કારકોને રજૂ કરવા વિભિન્ન રીતો શીખીશું.

15.4.1 વાહકત્વ અને વાહુકતા

- ધન વાહકોની જેમ વિદ્યુત અપઘટકીય દ્રાવણ પણ સોહમ નાં નિયમનું પાલન કરે છે જ્યારે કોઈ દ્રાવણમાંથી *I* એમ્પિયર પ્રવાહ પસાર થાય છે અને જેનાથી R ઓહમ નો અવરોધ થાય છે. ત્યારે V વોલ્ટની બેટરી પરઓહમ નિયમ અનુસાર

$$V = I \cdot R$$

- જો દ્રાવણને એક વિદ્યુત અપઘટકીય કોષમાં લેવામાં આવે છે. અને તેમાં ઈલ્કટોડો ની વચ્ચે *l* નું અંતર હોય અને પ્રત્યેકનાં ક્રોસ સેક્શનનું ક્ષેત્રફળ A cm^2, હોય તો વિદ્યુત અપઘટ્યનો અવરોધ R નાં સમપ્રમાણમાં હોય છે અને *l* નાં વ્યસ્તપ્રમાણમાં હોય છે આ રીતે, જ્યાં (R) સમપ્રમાણિત અચળાંક છે અને આ સાપેક્ષિત અવરોધ અથવા અવરોધકતા કહેવાય છે. આ વિદ્યુત અપઘટ્યનાં સ્વભાવ , સાંદ્રતા તાપમાનની એક વિશિષ્ટતા છે.

- દ્રાવણોનાં સંદર્ભમાં આ વધારે ઉપયુક્ત છે કે તેમની વાહકતા અને વાહકત્વ પર વિચાર કરવામાં આવે ન કે તેમની અવરોધકતા અને સાપેક્ષિક અવરોધકતા પર વાહકત્વ અવરોધનો વ્યસ્ત હોય છે. વાહકતાને L થી અંકિત કરવામાં આવે છે. અને તેને ohm^{-1} નાં એકમોમાં માપવામાં આવે છે. જેને હવે સાઈમેન્સ (*S*) નામ આપવામાં આવે છે. વાહકત્વ અથવા વાહકતાને k ("kappa") થી

દર્શાવાય છે આ રીતે વ્યાખ્યા દ્વારા

નાં એકમોને (1) નાં સંબંધથી નીકાળવામાં આવે છે જેવો કે,

$R \propto$

$R = \rho .$ (1) નું ઊંધુ છે :

અથવા.

$L =$ and $k =$

અને

$= .$

or $L = k$

and $k = L$

Acm

Acm²

$= S$

$= S\ cm^{-1}$

વાહકત્વ ((K) ને S cm^{-1} અથવા 100 S m^{-1}. માં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે.

12.4.2 વાહકત્વનું માપન

- વિદ્યુત અપઘટ્યની વાહકત્વ વાહકતા કોષની મદદથી માપવામાં આવે છે વાહકતા કોષ એક યુક્તિ છે જેમાં બે સમાંનતર પ્લેટિનમ ઈલેક્ટ્રોડ પ્લેટિનમ બ્લેક દ્વારા કોલ્ડ થાય છે.

આકૃતિ :

- લંબાઈનો SI એકમ મીટર છે. આથી વાહકતા SI નો એકમ K છે. પરંતુ સાધારણ રીતે Sm^{-1}, એકમ નો ઉપયોગ થાય છે વાહકતાનાં સૂત્રમાં Scm^{-1} એક અચળાંક છે અહીંયા પર બે સમાનાંતર ઈલેક્ટ્રોડોનનું અંતર દર્શાવે છે અને ઈલેક્ટ્રોકોનાં કોસ સેક્શન ક્ષેત્રફળ દર્શાવે છે.જેને કોષ અચળાંક કહેવાય છે.

K (વાહકતા) વાહકત્વ અચળાંક

કેટલાક પદાર્થોની વાહકતાઓ કોષ્ટક 13.1 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 15.1 298 .. પર કેટલાક ખાસ પદાર્થોની વાહકતા.

Substance	k/S cm^{-1}	Substance	k/S cm^{-1}
Pure water	6.0×10^{-8}	Silver metal	6.1×10^{5}
0.1 M HCl	3.5×10^{-2}	Mercury metal	1.0×10^{4}
0.1M NaCl	9.2×10^{-3}	Glass	1.0×10^{-14}
0.1M CH_3COOH	4.7×10^{-4}		
0.1M NH_4OH	3.4×10^{-4}		

કોષ્ટકથી આપણને મળે છે કે ધાતુઓની વાહકતાઓ ખૂબ ઊંચી હોય અને શુદ્ધ પાણી અને કાચની ખૂબ ઓછી.

13.4.3 મોલર વાહકતા

- કોઈ દ્રાવણની વિદ્યુત અપઘટકીય વાહકતા દ્રાવણમાં વિદ્યુત અપઘટ્યની સાંદ્રતા પર નિર્ભર કરે છે. આથી વિદ્યુત અપઘટ્યની વાહકતાને વિધિવત મોલર વાહકતાનાં રૂપમાં સ્પષ્ટ કરવામાં આવે છે.

- મોલર વાહકતા એક નિશ્ચિત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણમાં એક મોલ વિદ્યુત અપઘટ્ય દ્વારા બનતા બધા આયનોનું વાહકતા બળ છે.

- આને λ_m દ્વારા દર્શાવાય છે અને તેનો K થી સંબંધ આ રીતે છે.

$$\lambda_m =$$

- અહીંયા પર M દ્રાવણની મોલારીટી છે તેનો એકમ S cm^2 mol^{-1}. છે.

15.5 વાહકતાને પ્રભાવિત કરતાં કારક

- જેવું કે બતાવવામાં આવ્યું છે વિદ્યુત અપઘટ્યનોની વાહકતા તેમના પ્રકૃતિનાં નીચેનાં બાજુઓ પર

(ક) વૈદ્યુત અપઘટ્યનો સ્વભાવ :- વૈદ્યુત અપઘટયોની વાહકતા તેનાં સ્વભાવનાં નીચેના બિંદુઓ પર નિર્ભર કરે છે.

(1) નિર્બળ અથવા પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્ય :- નિર્બળ વૈદ્યુત અપઘટ્ય ઓછા આયન આપે છે આવી આની વાહકતા સમાન સાંદ્રતાનો પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્યથી અપેક્ષાકૃત ઓછી હોય છે.

(2) આયનોની સંયોજકતા :- ઊંચી સંયોજક્તા વાળા આયન વધારે વીજભાર વહન કરે છે અને

આથી તે નીચી સંયોજકતાવાળા આયનોની સાપેક્ષે વધારે વીજભાર ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રકારે તેમની વાહકતા ઓછી સંયોજક્તા વાળા વિદ્યુત અપઘટ્યોથી વધારે હોય છે.

(3) આયનોની ગતિ :- તે આયન જેની ગતિ તેજ હોય છે વીજભારને પણ ઝડપથી વહન કરશે અને આથી તેનું વાહકતા બળ વધારે હોય છે.

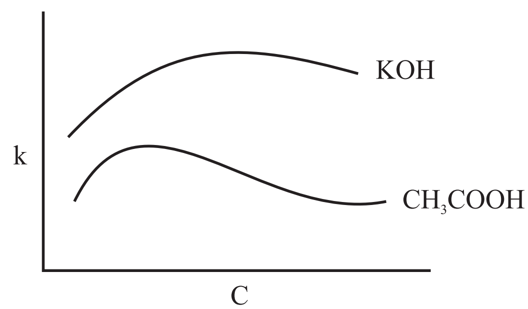
(ખ) તાપમાન :- વિદ્યુત અપઘટ્યનોની વાહકતા સામાન્ય રીતે પ્રત્યેક ડિગ્રી તાપમાનના વધવાથી લગભગ 2-3 પ્રતિશત વધે છે. તાપમાનાં વધવાથી દ્રાવકની શ્યાનતા ઘટે છે અને આયન ઝડપથી ગતિ કરે છે નિર્બળ વિદ્યુત અપઘટ્યોની સ્થિતિમાં જ્યારે તાપમાન વધે છે, આવી વિયોજનની માત્રા વધી જાય છે આથી વાહકતા વધે છે.

(ગ) સાંદ્રતા

(1) સાંદ્રતાની સાથે વાહકતા () નું પરિવર્તન :- જ્યારે દ્રાવણનું તનુકરણું કરવામાં આવે છે તો તેની વાહકતા પણ ઓછી થઈ જાય છે. કારણ કે .. દ્રાવણ નાં .. આયથનણઆઁ ઙઆઝર ભધા આયનોની વાહકતા બળ પર છે જ્યારે દ્રાવણનું તનુકરણ કરવામાં આવે છે આયનોની સંખ્યા પ્રતિ .. પણ ઘટે છે આથી .. પણ ઓછો થઈ જાયછે.

આકૃતિ

$\frac{1000k}{M}$



(2) સાંદ્રતાની સાથે મોલર અને તુલ્યાંકી વાહકતામાં પરિવર્તન દ્રાવણનું તનુકરણ કરવામાં આવે છે તો તેનાં આયનોની સંખ્યા ને આ રીતે નિરૂપતિ કરવામાં આવે છે.

$$\lambda m =$$

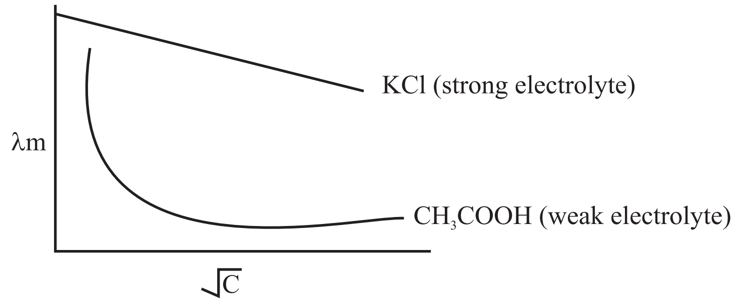
અહીંયા k વિદ્યુત વાહકતા છે અને M મોલર સાંદ્રતા છે.

- ... માં આ વૃદ્ધિ બે કારકોનાં પરિણામ સ્વરૂપ છે. સાંદ્રતામાં ઘટાડો કરવાથી .. અને .. બંને ઘટે છે.

- આ બંનેમાંથી λm ને ઓછો કરવાની કોશિશ કરે છે. જ્યારે બીજો કારક On તેને વધારવાની

કોશિશ કરે છે જો કે k માં ખામી વધુ છે. આથી નેટ પરિણામમાં λm વધે છે પરંતુ પ્રબળ અને નિર્બળ વિદ્યુત અપઘટ્ય તનુકરણ કરવાથી વિભિન્ન પ્રકારનાં વ્યવહાર દર્શાવે છે.

(આકૃતિ : 15.3)



આકૃતિ

- આકૃતિ 15.3 માં આપણને જાણવા મળે છે કે તનુકરણ કરવાથી પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્ય જેવાં કે KCl ની મોલર વાહકતામાં વધારો ખૂબ ધીરે ધીરે થાય છે.અને આનો બધી સાંદ્રતાઓ પરમાન ઊંચા હોય છે. જ્યારે નિર્બળ અપઘટ્ય જેવા કે CH_3COOH, માં તનુકરણ કરવાથી KCl ધીરે ધીરે વધે છે. જ્યારે વધારે મંદ કરવાથી આમાં ઝડપથી વધારો થાય છે. આ પ્રેક્ષણો ને આ રીતે સ્પષ્ટ કરવામાં આવી શકે છે. જો કે λm એક પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્ય છે. આ બધી સાંદ્રતાઓ પર પૂર્ણરૂપથી વિયોજિત થઈ જાય છે. સાંદ્રિત દ્રાવણોમાં બે વિરુદ્ધ આયનોમાં આકર્ષણ વધારે હોય છે અને તેની વાહકતાની યોગ્યતા ઓછી થઈ જાય છે તનુકરણ કરવાથી આંતર-આયનિક બળોમાં ઘટાડો થાય છે અને આયન ઝડપથી ગતિશીલ થાય છે જેનાથી મોલર વાહકતા વધે છે.

- બીજ બાજુ, વિદ્યુત અપઘટ્યોનાં સાંદ્ર દ્રાવણોમાં મોલર વાહકતા ઓછી હોય છે. આવું નિર્બળ વિદ્યુત અપઘટ્યોનાં આંશિક વિયોજન (આયનન) ને કારણે થાય છે દ્રાવણનું તનુકરણ કરવાથી આયનનનું સ્તર વધે છે જેનાથી આયનોની મોલર વાહકતામાં ઝડપથી વધારો થાય છે.

13.5.1 કોહલશેશ નિયમ :

- કોહલરોશ એ ઘણી વધારે સંખ્યામાં પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્યોની અનંત તનુતા પર મોલર વાહકતા શોધી. પોતાના પ્રેક્ષણોને આધારે તેણે આ નિષ્કર્ષ નીકાળ્યો કે અનંત મંદને પ્રત્યેક આયન વિદ્યુત અપઘટ્યની કુલ વાહકતામાં એક નિશ્ચિત માત્રાનું યોગદાન કરે છે. આ યોગદાન મોલર આયનિક વાહકતા કહેવાય છે તેમણે પોતાનાં પ્રેક્ષણોનું આ રીતે વિશ્લેષણ કર્યું.

- પ્રત્યેક આયન, વિદ્યુત, અપઘટ્યની કુલ વાહકતામાં એક નિશ્ચિત માત્રાનું યોગદાન કરે છે જે બીજા આયનોની હાજરી પર નિર્ભર નથી કરતા.

- આ આયનોનાં સ્વતંત્ર અભિગમનને કોહલરોશનો નિયમ કહેવાય છે.

- અનંત મંદને એક ક્ષાર જેવો કે, KCl, માટે મોલર વાહકતા આ રીતે લખી શકાય છે.

$$KCl = \quad K^+ + \quad Cl^-$$

- સામાન્ય રીતે. અનંત મંદને આ સૂત્ર .. વાળા ક્ષાર માટે મોલર વાહકતા આ રીતે લખી શકાય છે.

$$(A_xB_y) = x \quad (A^{y+}) + y \quad (B^{x-})$$

- અહીંયા અનંત મંદને મોલર વાહકતાનું સૂચન કરે છે આ નિયમ નિર્બળ વિદ્યુત અપઘટ્યોની અનંદ મંદને મોલર વાહકતા ગણવામાં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જેને ને આલેખીય વિધિ દ્વારા પ્રાપ્ત નથી કરવામાં આવી શકતા.

ઉદા. 13.2 :- તથા NaCl, HCl માટે ક્રમશઃ CH_3COONa are 126.0, 426.0 તથા 91.0 S cm^2 mol^{-1} છે. for CH_3COOH. માટે .. ગણો

$$CH_3COOH \qquad =$$

$$= \lambda^0(H^+) + \lambda^0(Cl^-) + \lambda^0(Na^+) + \lambda^0(CH_3COO^-) - \lambda^0(Na^+) - \lambda^0(Cl^-)$$

$$= 426.0 + 91.0 - 126.0 = 391.0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}.$$

$\Lambda_m^0(H^+) + \lambda^0(CH_3COO^-)$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 13.2

(1) વિદ્યુત અપઘટ્યોનાં દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કેવી રીતે કરે છે ?

(2) વાહકત્વ અને મોલર વાહકતા ને વ્યાખ્યાપિકૉત કરો.

(3) વાહકત્વ અને વાહકતાનાં એકમો લખો.

(4) એક વિદ્યુત અપઘટ્યનાં એકમને પ્રભાવિત કરતાં કારકોને સૂચીબદ્ધ કરો.

(5) નિર્બળ અને પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્યોની મોલર વાહકતા ફેરફારનો આલેખ બનાવો.

(6) $Al_2(SO_4)_3$. ની અનંત મંદને મોલર વાહકતા માટે સૂત્ર લખો.

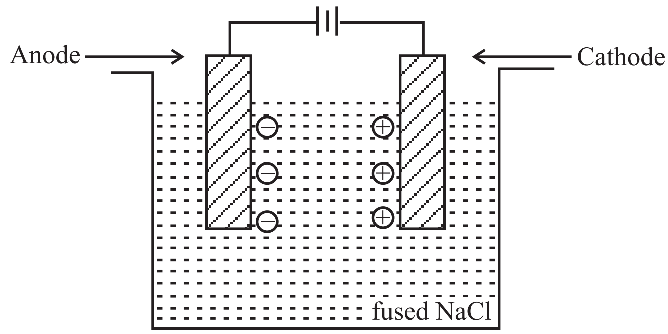
13.6 વિદ્યુત રાસાયણિક કોષ

- એક વિદ્યુત રાસા. કોષ તે ઉપાય છે જેનો ઉપયોગ વિદ્યુત ઊર્જા અને રાસા. ઊર્જાનાં અંતરા-રૂપાંતરણમાં થાય છે. એક વિદ્યુત રાસા. કોષમાં બે ઈલેક્ટ્રોડ (ક્યોક અને એનોડ) હોય છે. અને એક વિદ્યુત અપઘટ્ય

- તે બે પ્રકારનાં હોય છે : ઊર્જાનાં રૂપાંતરણનાં સ્વભાવ પર આધારિત છે :

(ક) વિદ્યુત અપઘટકીય કોષ (ફેરાડિયક કોષ)

(ખ) ગેલ્વનિક કોષ (વોલ્ટાઈક કોષ)



આકૃતિ

- એક વિદ્યુત અપઘટકીય કોષમાં બે ઈલેક્ટ્રોડ હોય છે. જે બેટરીથી જોડાયેલ હોય છે જેવું કે આકૃતિ 15.4 દર્શાવવામાં આવ્યું છે એક વિદ્યુત અપઘટકીય કોષમાં વિદ્યુત ઊર્જા રાસા. ઊર્જામાં પરિવર્તિત થાય છે. વિદ્યુત અપઘટ્યનાં તેનાં આયનોમાં અપઘટિત થવાનાં પ્રક્રમને જ્યારે તેમાં વિદ્યુત પ્રવાહ પસાર થઈ રહ્યો હોય તો તેને વિદ્યુત અપઘટન કરે છે. જ્યારે એક વિદ્યુત અપઘટયથી વિદ્યુત પસાર થાય છે. એક રાસા. પરિવર્તન એટલે કે ઈલેક્ટ્રોડ પર વિદ્યુત અપઘટ્યનું આયનોમાં અપઘટન થાય છે.

- વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં Cl^- આયન ધન ઈલેક્ટ્રોડ (એનોડ) પર જાય છે અને ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવી ઓક્સિકૃત થઈ જાય છે. Na+ આયન ઋણ ઈલેક્ટ્રોડ (કેથોડ) પર જાય છે. અને તેનું રિડક્શન થઈ જાય છે.

- આ પ્રક્રમને આ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

એનોડ પર ઓક્સિડેશન	Cl^-	$\longrightarrow$	$Cl + e^-$
	$Cl + Cl$	$\longrightarrow$	$Cl_2(g)$
અને કેથોડ પર રિડક્શન.	$Na^+ + e^-$	$\longrightarrow$	Na.

13.8. ગેલ્વેનિક કોષ

- આવા કોષોને વોલ્ટાઈક કોષ કહે છે આવા કોષો રાસા. ઊર્જાને વિદ્યુત ઊર્જામાં રૂપાંતર કરે છે. શુષ્ક કોષ કારોમાં હાજર બેટરીઓ તથા ઘડિયાળોમાં હાજર બટન-સેલ વગેરે વિદ્યુત રાસા. કોષના ઉદા. છે. આ ઊર્જા ઉત્પન્ન કરતી યુક્તિઓ છે.

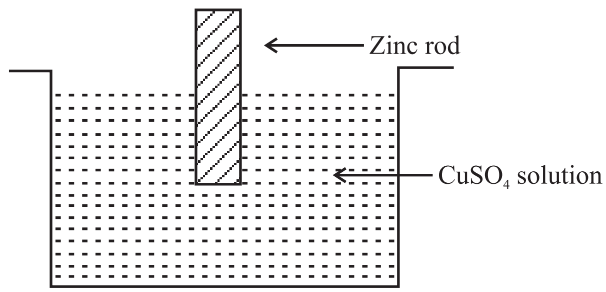
15.8.1 રેડોક્ષ પ્રક્રિયા અને ગેલ્વેનિક કોષ

- તમે પહેલાં જ શીખ ગયા છો કે જ્યારે દ્રાવણમાં વિદ્યુત પસાર થાય છે. ત્યારે ઓક્સીડેશન - રિડક્શન પ્રક્રિયા થાય છે. હવે આપણે ભણીશું કે ઓક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયા વિદ્યુત ઉત્પન્ન

કરવામાં કેવી રીતે ઉપયોગી થઈ શકે છે.

- જ્યારે ઝિંકનાં ટુકડાને $CuSO_4$ નનાં દ્રાવણમાં ડુબાડવામાં આવે છે. તો દ્રાવણમાં પ્રક્રિયા શરૂ થઈ જાય છે.

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Zn\,SO_4\,(aq) + Cu(s)$$



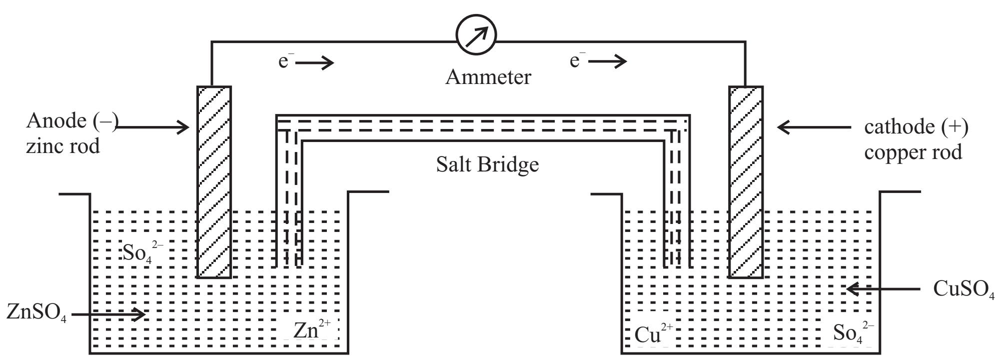
આકૃતિ

- આ એક ઓક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાનું ઉદા. છે. બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓ આ રીતે છે.

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$$ (ઓક્સીડેશન)

$$Cu^{2+}\,(aq) + 2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$$ (રીડક્શન)

- આ ઓક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયામાં ઝિંકનાં ટુકડાથી નીકળેલ ઈલેક્ટ્રોનનો સીધો .. ઉપભોગ કરી લે છે. જો જેવી રીતે પણ આપણે આવું કરીએ કે જે ઈલેક્ટ્રોન ઝિંકનાં ટુકડા દ્વારા આપેલ છે તે તારમાં પ્રવાહિત થઈને .. આયન સુધી પહોંચી જાય તો આપણે વિદ્યુત પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરી શકીએ છીએ આવું કરવા માટે પ્રક્રિયાને વિદ્યુત રાસાયણિક કોષમાં કરવાં આવે છે. જેવું કે ચિત્ર 15.6 માં દર્શાવવામાં આવ્યું છે.



આકૃતિ

- વિદ્યુત રાસા. કોષમાં રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને રૂપાંતરીત કરવામાં આવી છે. ઝિંકનાં ટુકડાને એક બીકરમાં રાખીને ઝિંક સલ્ફેટનાં દ્રાવણમાં ડુબાડવામાં આવે છે. જ્યારે બીજા બીકરમાં કોપર સલ્ફેટમાં કોપરનાં ટુકડાને ડુબાડવામાં આવે છે. બંને દ્રાવણોને એક ક્ષાર સેતુનાં માધ્યમથી જોડવામાં આવે છે. અને બંને છેડાઓને સેમીટરથી જોડી દેવામાં આવે છે. આપણને ખબર પડે છે કે ઈલેક્ટ્રોન તારમાંથી થઈને ઝિંકથી કોપરનાં ટુકડા પર જાય છે. જ્યારે એક ધાતુને તેનાં ક્ષારના દ્રાવણમાં ડુબાડવામાં આવે છે તો અર્ધ કોષ પ્રાપ્ત થાય છે. ઝિંક સલ્ફેટ દ્રાવણમાં ડુબેલો ઝિંકનો છેડો ઓક્સીડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા છે કારણ કે અહીંયા ઓક્સીડેશન થાય છે.

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \quad \text{(oxidation)}$$

(રીડક્શન અથવા ઓક્સિડેશન)

- કોપર સલ્ફેટ એડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા છે કોપર કેથોડની જેમ કાર્ય કરે છે. અને અહીંયા પર રિડક્શન થાય છે. કોપરનો છેડો ઘન ભારયુક્ત થઈ જાય છે કોપર ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરે છે. અને આ પ્રક્રમમાં ઘનભારયુક્ત થઈ જાય છે.

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$$

- અહીંયા પર ઈલેક્ટ્રોન ઋણ ભાર યુક્તની બાજુથી ઘનભારયુક્ત કોપર ઈલેટ્રોનની બાજુ જાય છે.

બાહ્ય સર્કિટમાં ઈલેક્ટ્રોનનું વહન

- ઓક્સીડેક્શનમાં એનોડ પરમુક્ત થયેલ ઈલેક્ટોરન વિદ્યુત ભારથી થથાં કેથોડ પર પહોંચે છે જ્યાં તે રીડક્શનમાં પ્રયુક્ત થઈ જાય છે. આ રીતે ગેલ્વેનિક કોષમાં ઈલેક્ટ્રોન બાહ્ય પથમાંથી એનોડથી કેથોડની બાજુ જાય છે. જ્યારે પારમ્પરિક વિદ્યુત પ્રવાહ વિરુદ્ધ દીશામાં વહે છે. એટલે કે કેથોડ થી એનોડ

- જોકે વિદ્યુત પ્રવાહ હંમેશા એક બંધ સર્કિટમાં વહે છે બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં વિદ્યુત સંપર્ક સ્થાપિત કરવા માટે ક્ષાર સેતુનો ઉપયોગ થાય છે.

13.8.2 ક્ષાર-સેતુ

- ક્ષાર સેતુમાં એક ઊંધી U આકારની જાળી હોય છે. જેમાં નિષ્ક્રિય વિદ્યુત અપઘટ્ય જેવાં કે KCl અથવા NH_4NO_3 નું સાંદ્ર દ્રાવણ ભરેલ હોય છે. જે સ્વયં કોષ પ્રક્રિયામાં કોઈ ભાગ નથી લેતા વિદ્યુત અપઘટ્યનાં દ્રાવણને થોડી અંગારની માત્રાની સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે. પછી મિશ્રણને ગરમ કરીને નળીમાં ભરવામાં આવે છે. ઠંડું થવાથી આ જેલીનાં રૂપમાં જામી જાય છે. અને પ્રયોગ વખતે બહાર વહેતું નથી. ક્ષાર-સેતુનાં બે કાર્ય હોય છે.

(1) આ આંતરિક સર્કિટને પૂરી કરે છે. આ બંને વિદ્યુત અપઘટ્યોની વચ્ચે વિદ્યુત સંપર્ક સ્થાપિત

કરે છે.અને વિદ્યુત અપઘટ્યોને મિશ્ર નથી થવા દેતા.

(2) આ બંને અર્ધ કોષોનાં દ્રાવણોમાં વીજભારને એકત્રિત થતાં વિદ્યુત અને નિરપેક્ષતાને બનાવી રાખે છે. ક્ષાર સેતુનાં ઘનઆયન અને ઋણ આયન બે અર્ધ કોષોમાં જાય છે. અને વધારે વીજભારને તટસ્થ કરી દે છે. ઋણાયન ઓક્સિડેશન અર્ધ કોષમાં જાય છે. અને વધારે વીજભારને તટસ્થ કરે દે છે. ઘનાયન રીડક્શન અર્ધ કોષમાં જાય છે. અને વીજભારને તટસ્થ કરી દે છે.

- ડેનિયલ કોષમાં ક્ષાર સેતુને સરંધ્રી પાત્ર દ્વારા બદલવામાં આવ્યો છે અને આ રીતે કોષને પ્રયોગ કરવામાં સરળ બનાવવામાં આવ્યો છે.

13.8.3 ગેલ્વેનિક કોષનું સાંકેતિક પ્રસ્તુતીકરણ

- પાછળના ભાગમાં .. એક કોષ હતો પરંતુ કોઈ બે યોગ્ય ધાતુઓ કોષને બનાવવામાં ઉપયોગી થઈ શકે છે. અને પ્રત્યેક સમય આપણે કોષને બનાવવા માટે ચિત્ર નથી બનાવતા આને સાંકેતિક રૂપમાં મુક્ત સંકેતનોની મદદથી દર્શાવાય છે.

સંકેતનાં નિયમ નીચેનાં પ્રકારે છે.

(1) એનોડને ડાબી બાજુ તથા કેથોડને જમણી બાજુ લખવામાં આવે છે.

(2) એનોડ અર્ધ કોષનાં ધાતુ ઈલેક્ટ્રોડને તેનાં સૂત્ર દ્વારા લખવામાં આવે છે. અને તેના પછી ઘનાયન (ધાતુ આયન) લખવામાં આવે છે. આ પછી એક નાનાં કોષ્ટકમાં આની સાંદ્રતા આપવામાં આવે છે. ધાતુ અને ઘનાયન ને એક ઉધ્વાધર રેખા અથવા સેમીકોલનથી અલગ કરવામાં આવે છે.

$$Zn_{(s)} \mid Zn^{2+}{}_{(aq)}\,(1M)$$

(3) રીડક્શન અર્ધ-કોષમાં, ઋણાયનને તેની સાંદ્રતા સાથે પહેલા લખવામાં આવે છે. પછી ઉધ્વાધર રેખા પછી ધાતુ લખવામાં આવે છે. પછી ઉર્ધાધર રેખા અને પછી ધાતુ

$$Cu^{2+}{}_{(aq)}\,(1M) \mid Cu_{(s)}$$

(4) ક્ષાર સેતુને બે ઊર્ધવાધર રેખાઓથી દર્શાવાય છે આથી ઉપર વર્ણિત ગેલ્વેનોક કોષને આ રીતે લખી શકાય છે.

$$Zn_{(s)} \mid Zn^{2+}{}_{(aq)}(1M) \,\|\, Cu^{2+}{}_{(aq)}(IM) \mid Cu_{(s)}$$

or

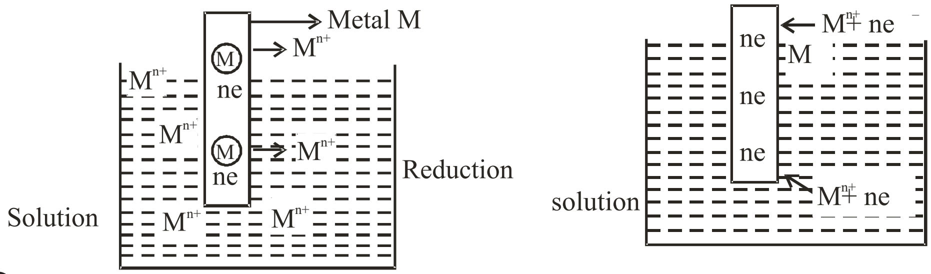
$$Zn \mid Zn^{2+}{}_{(1M)} \,\|\, Cu^{2+}{}_{(1M)} \mid Cu$$

13.9 ઈલેક્ટોક વિભવ

- ધાતુ પરમાણુઓની પ્રવૃત્તિ ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવીને દ્રાવણમાં ધાતુ બનાવવાની હોય છે ઈલેક્ટોડ

વિભવ આ વૃત્તિનું માપન હોય છે જેનાથી ધાતુ પરમાણું ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવે અથવા ગ્રહણ કરે છે. જ્યારે આ પોતાના જ દ્રાવણનાં પોતાના આયનોનાં સંપર્કમાં હોય છે.

- જ્યારે એક ધાતુ પટ્ટી .. ને તેનાં ક્ષાર વાળા દ્રાવણમાં જેમાં (M^{n+}) આયન છે. માં ડુબાવવામાં આવે છે તો ચિત્ર 15.7 (એ) અથવા (બી) માં બતાવેલ પ્રક્મો માંથી એક હોઈ શકે છે.



આકૃતિ

(1) દ્રાવણ પ્રક્મ જ્યાં ધાતુ ઈલેક્ટ્રોનનાં પરમાણું કેટલાક ઈલેક્ટ્રોન આપી શકે છે. અને દ્રાવણમાં M પ્રવેશ કરે છે.

$$M \rightarrow M^{n+} + ne$$ (ધાતુનું ઓક્સીડેશન થાય છે.)

- ધાતુ ઈલેક્ટ્રોડ ઋણભાર યુક્ત થઈ જાય છે અને દ્રાવણ વધારે ઘનભાર યુક્ત થઈ જાય છે.

(2) નિક્ષેપણ પ્રક્મ જ્યારે દ્રાવણમાં હાજર ધાતુ ઘનાયન M^{n+} ધાતુ પટ્ટીનાં સંપર્કમાં આવે છે. કેટલાક ઈલેક્ટ્રોન ગ્રહણ કરે છે. અને ધાતુ પરમાણુંઓ ($M_,$) માં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. કે જે ધાતુ પટ્ટીની સપાટી પર નિક્ષેપણ થઈ જાય છે. વીજભારોનું પૃથક્કરણ થિ જાય છે. અને એક વિભવ ઉત્પન્ન થાય છે જેને ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ કહે છે.

$M^{n+} + ne^- \rightarrow M$ (આયનનું રીડક્શન થાય છે.)

- ઈલેક્ટ્રોડ પ્રક્રિયા એક સંતુલન સ્થાપિત કરી લે છે જેને નીચે દર્શાવવામાં આવ્યું છે.

$$M(S) \underset{\text{reduction}}{\overset{\text{oxidation}}{\rightleftharpoons}} M^{n+}(aq) + ne^-$$ ઓક્સિડેશન

રિડક્શન

- ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ તે વિભવ છે કે જે ધાતુ અને દ્રાવણની વચ્ચેનાં પાર્થક્ય પૃષ્ઠ પર ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે ધાતુને પોતાનાં જ ક્ષારનાં દ્રાવણમાં ડુબાડવામાં આવે છે.

13.9.1 મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ

- કોઈ ઈનેક્ટ્રોડને મુક્ત અવસ્થામાં કહેવામાં આવશે જો વિદ્યુત અપઘટ્ય ની સાંદ્રતા 1 મોલર હોય અને તાપમાન 298 હોય. આ પરિસ્થિતિમાં ઈલેક્ટ્રોડ વિભવને મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ

કહેવામાં આવે છે. અને તને E°. થી દર્શાવાય છે જો કોઈ વાયુનો ઈલેક્ટ્રોડ બનાવવા માટે પ્રયોગ કરવામાં આવે છે તો તેનું દબાણ 1 બાર () હોવું જોઈએ.

13.10 ઈલેક્ટ્રોડ વિભવનું માપન

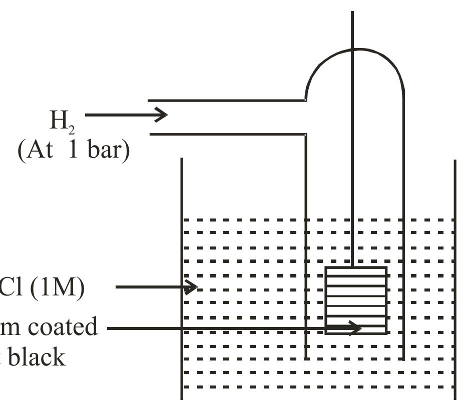
- એકઈલેક્ટ્રોડ વિભવને માપવું અસંભવ છે આ એટલે કે કારણ કે ઈલેક્ટ્રોડ પર ઓક્સિડેશન અથવા રિડક્શન પ્રક્રિયા થાય છે અને આ પ્રક્રિયાઓ અલગાવમાં નથી નથી આને ઈલેક્ટ્રોડની સાપેક્ષમાં માપી શકાય છે આ કાર્ય માટે મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડને સંદર્ભ ઈલેક્ટ્રોડનાં રૂપમાં લેવામાં આવે છે.

13.10.1 મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડ

- મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડમાં એક પાત્રમાં 298 પર એક .. દ્રાવણ લેવામાં આવે છે. દ્રાવણમાં એક તારથી બગાડેલ પ્લેટિનમ પ્લેડથી લેપિત ઈલેક્ટ્રોડ ડુબાડવામાં આવે છે. શુદ્ધ હાઈડ્રોજન વાયુને 1 બાર દબાણ પર દ્રાવણમાં પસાર કરવામાં આવે છે.

$$H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$$

$$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$$



આકૃતિ

- બધા તાપમાનો પર 298K. નો વિભવ (SHE) શૂન્ય વોલ્ટ (1M HCl) લેવામાં આવે છે.

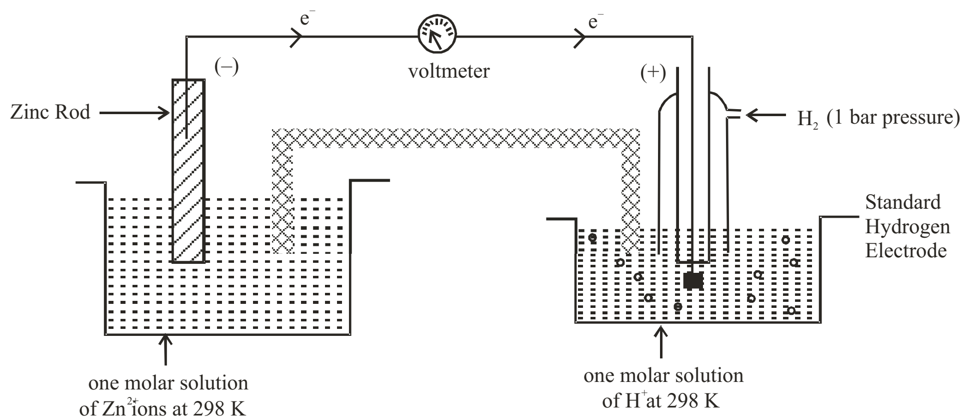
- મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડ એનોડ અથવા કેથોડનાં રૂપમાં કાર્ય કરી શકે છે. જે આની પર નિર્ભર કરે છે કે બીજા ઈલેક્ટ્રોડનો સ્વભાવ કેવો છે જો SHE (E°) આ એનોડની જેમ કાર્ય કરે તો ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા થાય છે.

- જો આ કેથોડની જેમ કાર્ય કરે છે તો રિડક્શન અર્થ પ્રક્રિયા નીચેનાં પ્રકારે થાય છે.

13.10.2 મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવનું માપન

(1) પરિણાણનું નિર્ધારણ :-

કોઈ ઈલેક્ટ્રોડનો મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડથી માંડીને માપવામાં આવે છે. આને સમજ્યા માટે ઝિંક ઈલેક્ટ્રોડનાં મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવને માપવાનું ઉદા. 1M $ZnSO_4$ લઈએ છીએ A ઝિંક સલ્ફેટ માં ઝિંકની એક પટ્ટી ડુબાડીને રાખેલી હોય છે. અને આને મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈલેક્ટ્રોડથી જોડી દેવામાં આવે છે. આ રીતે કોષ 0.76 V. મળે છે.



આકૃતિ

- જ્યારે કોપર ઈલેક્ટરોડને 1M $CuSO_4$ કોપર સલ્ફેટ દ્રાવણમાં ડુબાડવામાં આવે છે. અને મુક્ત હાઈડ્રોજન જોડવામાં આવે છે અને કોષ 0.34 . થાય છે.

(2) ઈલેક્ટ્રોડ વિભવનું ચિહ્ન

- અભ્યાસ કરેલ ઈલેક્ટ્રોડ અને SHE ને જોડવાથી ગેલ્વેનિક કોષ બને છે. તેમાં ઈલેક્ટ્રોડની ધ્રુવિયતાને 1 વોલ્ટમીટરની મદદથી શોધી શકાય છે. આપેલ ઈલેક્ટ્રોડનાં ઘન ઈલેક્ટ્રોડ હોવાની સ્થિતિમાં આના ઈલેક્ટ્રોડ વિભવને ઘન ચિહ્ન આપવામાં આવે છે અમે જો આ ઋણ હોય તો આને ઋણ ચિહ્ન આપવામાં આવે છે. ઝિંકને .. થી જોડવાથી ધ્રુવીયતા ઋણાત્મક થાય છે. જ્યારે કોપરની સ્થિતિમાં આ ઘન હોય છે.

13.11 વિદ્યુત રાસાયણિક શ્રેણી તેનાં ઉપયોગ

13.11.1 કોષ .. અને વિભવાંતર

- કોઈ ગ્લેવનિક કોષમાં બંને ઈલેક્ટ્રોડોનાં વિભવનાં અંતરને જ્યારે ખુલ્લા પરિપથમાં માપવામાં આવે છે તો આને કોષનો વિદ્યુત વાહક બળ કહેવાય છે. જ્યારે આને કેટલાક બહારનાં ભારની સાથે બંધ પરિપથમાં માપવામાં આવે છે. તો આને વિભવાંતર કહેવાય છે વિભવમાંથીની મદદથી કોષનું .. માપી શકાય છે આ ઈલેક્ટ્રોડના સ્વભાવ, વિદ્યુત અપઘટ્યની સાંદ્રતા અને તાપમાન પર નિર્ભર કરે છે.

13.12.2 મુક્ત કોષ ..

- જો બંને અર્ધ કોષ (ઈલેક્ટ્રોડ) પોતાની મુક્ત અવસ્થામાં હોય તો કોષનાં .. નું માન મુક્ત હોય છે. આને .. કોષથી દર્શાવય છે.

13.11.3 કોષ .. અને ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ

- મુક્ત કોષ ... કોષનાં એનોડ અને કેથોડનાં મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવો થી સંબંધિત હોય છે.

E^0 cell = E^0 cathode – E^0 **એનોડ**

$$= E^o_{Right} - E^o_{left}$$

- કોષ .. કેથોડ અને એનોડનાં ઈલેક્ટ્રોડ વિભવોથી આ રીતે સંબંધિત હોય છે.

$$E_{cell} = E_{cathode} - E_{anode}$$

$= E_{right} - E_{left}$ **કોષ કેથોડ એનોડ**

જમણી બાજુ ડાબી બાજુ

13.11.4 વિદ્યુત રાસાયણિક શ્રેણી

- મોટી સંખ્યામાં ઈલેક્ટ્રોડોનાં મુક્ત વિભવ માપવામાં આવ્યા. તેમને એક કોષ્ટકમાં વધતા ક્રમમાં એક શ્રેણીમાં રજૂ કરવામાં આવ્યા જેને વિદ્યુત રાસા. શ્રેણી કહે છે. કોષ્ટક 15.2 માં કેટલાક ઈલેક્ટ્રોડોનાં મુક્ત વિભવ આપેલ છે.

કોષ્ટક 15.2 : મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ અને વિદ્યુત રાસા. શ્રેણી

તત્ત્વ	ઈલેક્ટ્રોડ પ્રક્રિયા	$E°(V)$
Li	$Li + e^- \rightarrow Li$	–3.045
K	$K^+ + e^- \rightarrow K$	–2.925
Cs	$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs$	–2.923
Ba	$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	–2.906
Ca	$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	–2.866
Na	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	–2.714
Mg	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	–2.363
Al	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	–1.662
H_2	$H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	–0.829
Zn	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	–0.763
Fe	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	–0.440
Cd	$Cd^2 + 2e^- \rightarrow Cd$	–0.403
Pb	$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	–0.310
Co	$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	–0.280
Ni	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	–0.250

Sn	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	–0.136
Pb	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	–0.126
Fe	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	–0.036
H_2	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$(SHE)	0
Cu	$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	+0.153
S	$S_4O_6^{2-} + 2e^- \rightarrow 2S_2O_3^{2-}$	+0.170
Cu	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0.337
I_2	$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+0.534
Fe	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0.77
Ag	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0.799
Hg	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	+0.854
Br_2	$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+1.066
O_2	$O_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.230
Cr	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.330
Cl_2	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1.359
Au	$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+1.498
Mn	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^2 + 4H_2O$	+1.510
F_2	$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2.870

- વધારે સક્રિય ધાતુ લીથિયમ સૌથી ઉપર અને સૌથી વધુ સક્રિય ધાતુ ફ્લોરિન સૌથી નીચે રાખવામાં આવ્યાં છે આથી આપણે જાણીએ છીએ કે લીથિયમ સૌથી વધુ પ્રબળ રિક્કમકર્તા છે અને ક્લોરિન સૌથી વધુ ઓક્સિડેશન કર્તા છે.

13.11.5 વિદ્યુત રાસાયણિક શ્રેણીનાં ઉપયોગ

(1) આ રેડોક્ષ પ્રક્રિયાની પ્રાગુક્તિ કરવામાં મદદ કરે છે. એક આપેલ આયન પોતાનાથી નીચેની બધી ધાતુઓનું ઓક્સિડેશન કરશે. અને એક આપેલ ધાતુશ્રેણીમાં પોતાનાથી ઉપરની ધાતુઓનાં આપયનોનું રિડક્શન કરશે.

-ઉદા. E^0*ઝિંક અને લોખંડની વચ્ચે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાની પ્રાગયુક્તિ કરો આપેલ છે.*Zn^{2+} / Zn is –0.763 *નો છે.* E^0 for Fe^{2+} / Fe is –0.44 V. *અને નાં નુમ માન નાં માનની સાપેક્ષે ઓછું છે. અર્થ છે કે* E *ની રિડક્શન શક્તિ* Fe^{2+}/Fe *ની સાપેક્ષે વધુ છે અથવા કિકનું ઓક્સિડેશન કરશે અને તેનું સ્વયં ઓક્સિડેશન થઈ જાય છે.* Fe*અને* Fe *ની વચ્ચે નીચે આપેલી પ્રક્રિયા થશે.*

$$Zn + Fe^{2+} \longrightarrow Fe + Zn^{2+}$$

(2) આ ગેલ્વેનિક કોષનું ... શોધવામાં મદદ કરે છે.

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}.$$

- કોષનો E^0 *હંમેશા ઘન હોવો જોઈએ જોઈએ જો કોષનો* –ve *ઋણ આવે છે. તો તેનાં અર્થ એ છે કે કોષ કાર્ય નથી કરતી અને ઈલેક્ટ્રોડને પરસ્પર બદલી દેવા જોઈએ.*

ઉદાહરણ : નીચે આપેલ કોષ માટે .ની પ્રાગુક્તિ કરો.

$$Mg \mid Mg^{2+}(1M) \parallel Ag^{+}(1M) \mid Ag$$

કોષ્ટકથી

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

$E^0_{Mg^{2+}/Mg} = -2.365V$ અને

$$E^0_{Ag^{+}/Ag} = 0.80V$$

$$E^0_{cell} = 0.80 - (-2.365)V$$

$$= 0.80 + 2.365$$

$= 3.165$ V કોષ

(3) આ રેડોક્ષ પ્રક્રિયાની સંભાવનાની પ્રાગુક્તિ કરવામાં સહાયક છે

- રેડોક્ષ પ્રક્રિયા માટે E^0કોષની ગણતરી કરીને તેનાં હોવાની સંભાવનાને જાણી શકાય છે. રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં વહેંચવામાં આવે છે. ઓક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા એનોડ અને રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા કેથોડનું કાર્ય કરે છે. E^0કોષનું ઘન માન સંકેત કરે છે કે રેડોક્ષ પ્રક્રિયા સંભવ છે.

ઉદા. 153.3 નીચેની પ્રક્રિયા થવાની સંભાવના છે કે નહીં. પ્રાગુક્તિ કરો

આપેલ છે. $Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s) \longrightarrow Cu(s) + 2Ag^{+}(aq$

$)E^0_{Ag^{+}/Ag} = 0.80V$ and $E^0_{Cu^{2+}/cu} = 0.34V$

- આપેલ રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓનાં રૂપમાં લખવામાં આવે છે.

એનોડ (રિડક્શન) પ્રક્રિયા :$2Ag(s) \longrightarrow 2Ag^{+}(aq) + 2e$

કેથોડ (રિડક્શન) પ્રક્રિયા : $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$

કોષ કેથોડ એનોડ $E^0cell = E^0$ cathode — E^0 anode

$$= E^0\ Cu^{2+}/Cu — E^0 Ag^{+}/Ag$$

$$= 0.34\ V - 0.80\ V$$

$$= -0.46V$$

-–ve E^0 કોષનું ઋણ માન આ સ્પષ્ટ કરે છે કે આ પ્રક્રિયા સંભવ નથી અને સિલ્વર Cu^{2+} આયનનાં દ્રાવણથી કોપર ને વિસ્થાપિત નથી કરી શકતા પરંતુ આની વિરુદ્ધ વાળી પ્રક્રિયા સંભવ થશે.

GMW

(4) આ. તેને જાણવામાં મદદરૂપ થાય છે કે શું કોઈ ધાતુ એસિડનું હાઈડ્રોજન નીકાળશે ?

- કોઈ ધાતુ જો વિદ્યુત જો વિદ્યુત રાસાયણિક શ્રેણીમાં હાઈડ્રોજનથી ઉપર છે. એસિડથી હાઈડ્રોજન નીકળી શકાય છે કારણે કે આ ધાતુ હાઈડ્રોજનથી વધારે ઉત્તમ રીડક્શનકર્તા છે. આથી ધાતુઓ જેવી કે ઝિંક, મેગ્નેશિયમ, કેલ્શિયમ વગેરે હાઈડ્રોજન ને .. અને .. થી વિસ્થાપિત કરી શકે છે.પરંતુ ધાતુઓ જેવી કે કોપર , સિલ્વર વગેરે એસિડોથી હાઈડ્રોજનને વિસ્થાપિત નથી કરી શકતી.

13.12 ઈલ્કટ્રોડ વિભવનું નર્નસ્ટ સમીકરણ

- નર્નસ્ટ સમીકરણ બતાવે છે કોઈ પણ ઈલેક્ટ્રોડ વિભવનાં વિદ્યુત અપઘટ્યનાં આયનોની સાંદ્રતાનો સંબંધ બતાવે છે કોઈ પણ ઈલેક્ટ્રોડ પ્રક્રિયા હંમેશાં રિડક્શન પ્રક્રિયાનાં રૂપમાં લખવામાં આવે છે. આવો, આપણે એક સામાન્ય ધાતુ M. નાં માટે ઉદા. લઈ એ છીએ

ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ માટે નર્નસ્ટ સમીકરણ છે.

$M^{n+}(aq) + ne \longrightarrow M(s)$ આથી,

$$E = E^0 - \frac{2.303\,RT}{nF}\log$$

ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ E = Electrode potential

મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ (રિડક્શન) = Standard electrode Potential (Reduction)

વાયુ અચળાંક .. માં E^0 R = gas constant in $JK^{-1}\ mol^{-1}$

કેલ્વિનમાં તાપમાન T= Temperature in Kelvin

ફેરાડે અચળાંક n = number of electrons involved in the electrode

ઈલેક્ટ્રોડ પ્રક્રિયામાં હાજર ઈલક્ટ્રોડોનોની સંખ્યા

$[M^{n+}]$ = આયનોની મોલર સાંદ્રતા $E = E^0 - \frac{2.303\,RT}{nF}\log$

શુદ્ધ ઘન ધાતુની માત્રા જે 1 લેવામાં આવે છે.

આથી

- જો આપણે સમીમાં (1) માR, T અને F નાં માનોને રાખતાં

$R = 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$ $F = 96500$ Coulomb

$T = 298$ K

તો આપણને મળે છે. $E = E^0 - \frac{0.0591}{n} \log$

ઉદાહરણ : કોપર ઈલેક્ટ્રોડ જેમાં અર્ધ કોષ પ્રક્રિયા આ રીતે છે.

અહીંયા.. છે. $Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$

જો કે .. છે. આ સમી. આ રીતે થાય છે. $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - \frac{0.0591}{2} \log$$

ઉદા. 13.7 298 પર નીચેનાં અર્ધ કોષનું રિડક્શન વિભવ ગણો.

$$Ag^+ (0.1M) + e^- \qquad Ag(s)$$

$$E^0 = 0.80V$$

$$E = E^0 - \frac{0.0591}{n} \log$$

$\frac{[X]^x[Y]^y}{[A]^a[B]^b}$

$$= 0.80 - \qquad \log$$

$$= 0.80 - 0.0591 \log 10$$

$$= 0.80 - 0.0591 = 0.741V$$

13.12.1 કોષ .. માટે નર્નસ્ટ સમીકરણ

$$aA + bB \qquad xX + yY$$

$$E\,cell = E^0\,cell - \frac{2.303\,RT}{nF} \log$$

- સામાન્ય કોષ પ્રક્રિયા માટે

- આથી કોષ પ્રક્રિયા માટે

$Ni(s) + 2Ag^+(aq) \qquad Ni^{2+}(aq) + 2Ag$

$$E\,cell = E^0 cell - \frac{2.303\,RT}{n\,F} \log$$

ધ્યાન આપો : માત્ર આયન જ ભિન્ન રૂપમાં લખવામાં આવે છે. કારણ કે, શુદ્ધ ઘન અને પ્રવાહીની

સાંદ્રતા 1 લેવામાં આવે છે.

- .. નું માન શોધવા માટે પ્રક્રિયાને બે અર્ધ-પ્રક્રિયાઓમાં લખવામાં આવે છે.

- એનોડ (ઓક્સિડેશન) પ્રક્રિયા $Ni(s) \quad Ni^{2+}(aq) + 2e^-$

- કેથોડ (રિડક્શન) પ્રક્રિયા $2Ag^+(aq) + 2e^- \longrightarrow 2Ag(s)$

- આને કોષનાં રૂપમાં આ રીતે દર્શાવાય છે. $Ni \mid Ni^{2+} \| Ag^+ \mid Ag$

$n = 2$નું માન $2e^-$ છે કારણ કે એનોડ અને કેથોડની વચ્ચે બે ઈલેક્ટ્રોનોનું આવાગમન હોય છે.

ઉદા. 13.8 EMF 298 પર નીચેનાં કોષનો K શોધો

$Ni(s)|Ni^{2+}(0.001M)\|Ag^+(0.1M)|Ag(s)$

$$E^0_{Ni^{2+}|Ni} = 0.25V \qquad E^0_{Ag^+|Ag} = 0.80V$$

આપેલ માનોથી આપણે ન પહેલા નીચેનું મળે છે.

કોષ કેથોડ એનોડ $E^0\,cell = E^0\,cathode - E^0\,anode = 0.80 - (-0.25)\,V = 1.05V$

$$E\,cell = E^0 cell - \frac{0.0591}{2}\log$$

$$= 1.05 - \qquad \log \qquad = 1.05 - 0.0295\log$$

$$= 1.05 + 0.0295\ \log 10^{-1} = 1.0795\ V$$

13.14 કોષ .. અને ગિબ્સ ઊર્જા

- પોતાની મુક્ત અવસ્થામાં કોષ જો વધારે કાર્ય કરી શકે છે. તો તેને આ રીતે દર્શાવાય છે.

વધારે $W_{max} = -n\,FE^0$

- ઋણ ચિહ્નનું આ મહત્વ છે કે કોષ દ્વારા કાર્ય કરવામાં આવ્યું છે જો કે મહત્વપૂર્ણ કાર્યની તે વધારે જે એક પ્રણાલી કરી શકે છે. ગિબ્સ ઊર્જામાં ઘટાડાને બરાબર હોય છે.

આથી વધારે $W_{max} = \Delta G^0 = -nFE^0$

- જો ગણેલ .. ઋણ આવે છે ત્યારે કોષ પ્રક્રિયા સ્વતઃ થાય છે અથવા તો નહીં.

ઉદા. 15.6 298 પર ડેનિયલ કોષમાં થથી પ્રક્રિયા માટે મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ΔG^0 ની ગણતરી કરો.

આ તાપમાન પર .. કોષ છે. શું પ્રક્રિયા સ્વતં થશે ?

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \qquad Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

ડેનિયલ કોષ માટે $n = 2$. છે.

$$\Delta G^0 = -nFE^0$$

$$\Delta G^0 = -2 \times 96500 \times 1.1$$

$$= -212{,}300 J$$

$$= -212.3 kJ$$

જો કે ΔE^0 ઋણ છે આથી કોષ પ્રક્રિયા સ્વતઃ થાય છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 13.4

(1) ગેલ્વીનિક કોષ અને વિદ્યુત અપઘટકીય કોષમાં અંતર કરો.

(2) ક્ષાર-સેતુ શું છે ? ક્ષાર-સેતુનું કાર્ય શું છે ?

(3) વિદ્યુત રાસા. શ્રેણી શું છે ? આ શ્રેણીનાં કોઈ બે ઉપયોગ લખો.

(4) વિદ્યુત રાસા. શ્રેણીની સાપેક્ષમાં નીચેની ધાતુઓ તે ક્રમમાં વ્યવસ્થિત કરો જેમાં તે પોતાનાં ક્ષારોનાં દ્રાવણમાંથી તે એક બીજાને વિસ્થાપિત કરી દે. Al, Cu, Ge, Mg, Zn, Ag

તમે જે શીખ્યા

- ઓક્સિડેક્શન તે પ્રક્રમ છે જેમાં કોઈ પરમાણું અથવા આયન ઈલેક્ટ્રોનોને ગુમાવે છે.

- રિડક્શન તે પ્રક્રમ છે જેમાં કોઈ પરમાણું અથવા આયન ઈલેક્ટ્રોનોને ગ્રહણ કરે છે.

- તે પરમાણું અથવા આયન જેનું ઓક્સિડેશન આંક ઓક્સિડેશનની તે અવસ્થા હોય છે કે જે એક નિશ્ચિત નિયમો દ્વારા ગણવામાં આવે છે આ તે ધારણ પર આધારિત છે કે સહસંયોજક બંધોમાં ઈલેક્ટ્રોન વધારે વિદ્યુત ઋણ તત્વથી વધારે સંબંધતિ હોય છે.

- તાત્વિક રૂપમાં એક પરમાણુંનો ઓક્સિડેશન આંક શૂન્યનાં રૂપ માં હોય છે. અન્યથા સંખ્યાને હંમેશા ધન અથવા ઋણ ચિહ્નની સાથે લખવામાં આવે છે.

- એક પદાર્થ જો ગલિત અવસ્થા અથવા જલીય દ્રાવણમાં ધારાને પ્રવાહિત કરે છે તો વિદ્યુત અપઘટ્ય કહેવાય છે અને જો ધારાને પ્રવાહિત ન કરે તો તે વિદ્યુત અને અપઘટ્ય કહે છે.

- વિદ્યુત અપઘટ્યમાં આયન વીજભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી વહન કરે છે. વિદ્યુતની વાહકતા ઓહમનાં નિયમનું પાલ કરે છે.

- અવરોધ અને અવરોધકતાનાં વ્યસ્તને ક્રમશઃ વાહકત્વ અને વાહકતા કહે છે.

- દ્રાવણનું તનુકરણ કરવાથી તેની વાહકતા ઘટે છે. જ્યારે મોલર વાહકતામાં વૃદ્ધિ થાય છે.

- વિદ્યુત અપઘટન એક પ્રક્રમ છે જેમાં કે વિદ્યુત ઊર્જાનું વિદ્યુત અપઘટ્યને અપઘટિત કરવામાં ઉપયોગ થાય છે.

- પોતાના અર્ધ-કોષોમાં ઓક્સિડેશન અથવા રીડક્શન થવાથી વિદ્યુત રાસા. અથવા ગેલ્વેનિક કોષ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરે છે.

- ગેલ્વેનિક કોષને સાંકેતિક રૂપમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે છે. જેમ કે એનોડ વિદ્યુત અપઘટ્ય વિદ્યુત અપઘટ્ય કેથોડ

- કોષનું .. એક ખુલ્લા પરિપથમાં બે ઈલેક્ટ્રોડોની વચ્ચેનું વિભાંતર હોય છે.

- જ્યારે એક ધાતુને તેનાં પોતાનાં ક્ષારોનાં દ્રાવણમાં ડુબાડવામાં આવે છે તો ધાતુ દ્રાવણની સાપેક્ષમાં ધાતુમાં વિભવને ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ કહે છે. વિભવને સંદર્ભ ઈલેક્ટ્રોડ જેને મુક્ત હાઈડ્રોજન ઈનેક્ટ્રોડ કહે છે તો સાપેક્ષ માપવામાં આવે છે.

- વિદ્યુત રાસા શ્રેણી ઈલેક્ટ્રોડ વિભવને (રિડક્શન)થી આ રીતે સંબંધતિ હોય છે.

$E_{cell} = E_{cathode} - E_{anode}$

- નર્નસ્ટ સમીકરણ નીચેના રૂપમાં છે.

$$E = E^0 - \frac{2.303RT}{nF} \log \qquad \text{(રીડક્શન)}$$

(ઓક્સિડેશન)

- મુક્ત ગિબ્સ ઊર્જા ΔG^0 કોષનાં મુક્ત $\Delta G^0 = -nFE^0$.થી આ સંબંધિત હોય છે.

પાઠચાંત પ્રશ્નો

(1) તે તત્ત્વોની ઓક્સિડેશન સંખ્યા ગણો જે મોટા અક્ષરોમાં છે.

$[\mathbf{Cr}(H_2O)_6]^{3+}$, $[\mathbf{Fe}(CN)_6]^{3-}$, H**C** , $\mathbf{Pb}_3O_4$

(2) નીચેની પ્રક્રિયાઓને ઓક્સિડેશન આંક વિધિ દ્વારા સંતુલિત કરો.

(એ) $Fe_2O_3 + C \qquad Fe + CO$

(બી) $C_6H_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

(3) નીચેનાં સમી. ને આયન ઈલેક્ટ્રોન વિધિ દ્વારા સંતુલિત કરો.

(1) $Zn + HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

(2) $ClO_3^- + Mn^{2+}$ $MnO_2 + Cl^-$ (એસિડિક માધ્યમમાં)

(3) $Fe(OH)_2 + H_2O_2 \longrightarrow Fe(OH)_3 + H_2O$ (બેઝિક માધ્યમ)

(4) નીચેનાને વ્યાખ્યાપિત કરો અને તેમનાં એકમ આપો.

(1) વાહકતા

(2) મોલર વાહકતા

(5) એક આલેખ બનાવો જેમાં નિર્બળ વિદ્યુત અપઘટ્યો અને પ્રબળ વિદ્યુત અપઘટ્યોની સાંદ્રતાની સાથે મોલર વાહકતાનાં પરિવર્તનને પ્રકટ કરવામાં આવ્યાં હોય.

(6) તનુકરણ પર વિદ્યુતઅપઘટ્યની મોલર વાહકતા વધે છે જ્યારે વાહકતા ઘટે કે વ્યાખ્યા કરો.

(7) એક વાહકત્તવ કોષ જેમાં 7.5×10^{-3} પર KCl at 25ºC was 1005 દ્રાવણ લીધું છે. તેનો માપિત અવરોધ 1.25 cm^{-1} છે. દ્રાવણની (ક) વાહકતા અને (ખ) મોલર ગણો આપેલ છે. : કોષ અચળાંક ..

(8) 0.05M વાળાં દ્રાવણનાં એક વિદ્યુત અપઘટ્યની 298 K પર વાહકતા 0.0025 cm^{-1} છે આના મોલર વાહકતા ગણો.

(9) મુક્ત ઈલેક્ટ્રોડ વિભવ પદની વ્યાખ્યા કરો. પ્રયોગ દ્વારા આને કઈ રીતે નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે.

(10) તે કોષનું ચિત્ર બનાવો જેની નીચેની કોષ પ્રક્રિયા છે.

$$Zn(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

(11) કોષ માટે

$$Mg \mid Mg^{2+} \parallel Zn^{2+} \mid Zn$$

(1) કોષનું ચિત્ર બનાવો

(2) એનોડ અને કેથોડને ઓળખો

(3) કોષ પ્રક્રિયા લખો.

(4) કોષ માટે નર્નસ્ટ સમી. લખો.

(5) કોષ્ટક 15.2 માં આપેલ આંકડાઓનો ઉપયોગ કરી .. ગણો.

(12) ક્ષાર-સેતુનાં કાય શું છે ?

(13) વિદ્યુત રાસા. શ્રોણીનો ઉપયોગ કરી બતાવો કે શું નીચેની પ્રક્રિયા થવાની સંભાવના છે કે નહીં ?

$$Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s) + Ni^{2+}(aq)$$

(14) વિદ્યુત રાસા. શ્રેણીનાં ઉપયોગથી વ્યાખ્યા કરો કે શું કોઈ પ્રક્રિયા થશે જ્યારે..

(1) ગરમ ...પર બાષ્પ પસાર કરવામાં આવે

(2) .. ને .. માં ડુબાડવામાં આવે

(15) નીચેની પ્રક્રિયા માટે ΔG^0 ગણો.

$$2Al(s) + 3Sn^{4+}(aq) \longrightarrow 2Al^{3+}(aq) + 2Sn^{2+}(aq)$$

(16) કોષનું emf ગણો

$$Cr \mid Cr^{3+}\ (.1M) \parallel Fe^{2+}\ (0.1M) \mid Fe$$

(17) 298k પર આપેલ કોષ પ્રક્રિયાનું emf શોધો.

$$Sn^{4+}\ (1.5M) + Zn(s) \longrightarrow Sn^{2+}(0.5M) + Zn^{2+}\ (2M)$$

(18) $CuSO_4$ નો વાદળી રંગ ઊડી જાય છે જ્યારે તેમાં એક ઝિંકનો છેડો ડુબાડવામાં આવે છે વ્યાખ્યા કરો.

(19) ઓક્સિડેશન રીડક્શન વગર કેમ નથી થતું ?

(20) આ જાણતા હોઈએ કે,

$$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu\ ; \qquad E^0 = .34V$$

$$2Ag^{+} + 2e \longrightarrow 2Ag\ ; \qquad E^0 = +.80V$$

કારણ બતાવો કે શું .. સિલ્વર નાઈટ્રેડ દ્રાવણમાં તોબાનં પાત્રમાં રાખવામાં આવી શકે છે અથવા .. કોપર સલ્ફેટ દ્રાવણને ચાંદી પાત્રમાં રાખવામાં આવી શકે છે.

જવાબઃ-

પાઠગત પ્રશ્નોના ઉત્તર

13.1

(1) ઓક્સિડેશન આંક $-4, -3, +3, +2, +7, +5, 0, +5$

(2) ઓક્સિડેશનમાં ઓક્સિડેશન આંક વધે છે.

રિડક્શનમાં ઓક્સિડેશન આંક ઘટે છે.

(3) ઓક્સિડેશન કર્તા O.N.

(4) રીડક્શન કર્તા O.N

(1) ઓક્સિડેશન

(2) રીડક્શન

(3) ઓક્સીડેશન

રીડક્શન

(5) ઓક્સીડેશન રીડક્શન

13.2

(1) વિદ્યુત અપઘટ્ય દ્રાવણમાં આયન આપે છે. અને આ આયન ઈલેક્ટ્રોડોની બાજુ એટલે કે ધનાયન કેથોડની બાજુ તથા ઋણાયન એનોડની બાજુ ગતિ કરી તેને વિદ્યુત વાહક કરી દે છે.

(2) એક કોષ જેમાં બંને ઈલેક્ટ્રોડ ..નો સંતર પર તથા જેમાં પ્રત્યેકનું પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ .. હોય માં રાખેલ દ્રાવણની વાહકતાને વિશિષ્ટ વાહકતા કહેછે.

(3) કોઈ વિદ્યુત અપઘટ્યનાં એક તુલ્યાંક દ્વારા બનાવવામાં આવેલ બધા આયનોની વાહકતાને તેની તુલ્ય વાહકતા કહે છે.

(4) વિદ્યુત અપઘટ્યનો સ્વભાવ (પ્રબળ અથવા નિર્બળ) તેનાં આયનોની સંયોજકતા, આયનોની ગતિ, સાંદ્રતા અને તાપમાન

(5) ચિત્ર 15.2 જુઓ

(6)

15.3

(1) વિદ્યુત અપઘટ્ય કોષમાં વિદ્યુત ઊર્જાનો ઉપયોગ રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને કરવામાં થાય છે જ્યારે એક વિદ્યુત રાસા. કોષમાં રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ વિદ્યુત ઊર્જાનાં નિર્માણ માટે થાય છે.

(2) 13.6.2 ભાગ જુઓ

(3) 13.8 ભાગ જુઓ

(4) Mg > Al > Zn > Fe > Cu > Ag.

GMNW

14

રાસાયણિક બળગતિકી

તમે જાણો છો કે પ્રિક્યામાં ગિલ્સ ઊર્જા પરિવર્તનનાં જ્ઞાનથી તમે બતાવી શકો છો કે તે પ્રક્રિયા થશે કે નહીં. પરંતુ ગિલ્સ ઊર્જાની અછત પ્રક્રિયાની ગિતનાં વિશે કોઈ સંકેત આપતી નથી ઉદા. માટે. હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજનની વચ્ચે પ્રક્રિયાથી પાણી બનવું સંભવિત છે પણ આ પ્રક્રિયા ખૂબ ધીમી છે. અહીં સુધી કે હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજનને મિશ્ર કરીને એક જ પાત્રમાં બહુ દિવસો સુધી રાખવામાં આવેતો પણ તેમાં પાણી બનતું દેખાશે નહી બીજી બાજુ, એવી પ્રક્રિયા પણ છે જે તત્કાલ થાય છે ઉદા. માટે જ્યારે Hcl ને ઓુળધ3 માં મિશ્ર કરવામાં આવે તો Agcl નો અવક્ષેપ તત્કાલ બને છે. આ પાઠમાં આપણે પ્રક્રિયાઓની ગતિ અથવા તેમનાં થવાનાં દર વિશે અભ્યાસ કરીશું જે ન તો ખૂબ ધીમી અને ન તો ખૂબ ઝડપ થી થાય છે. આપણે તે કારકો વિશે પણ અભ્યાસ કરીશું જે પ્રક્રિયાનાં દરને પ્રભાવિત કરે છે.

ઉદેશ્યો

- *રાસાયણિક પ્રક્રિયાનાં દરની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*
- *સરેરાશ દર અને તત્કાલીન દરમાં અંતર કરી શકશો.*
- *વિભિન્ન પ્રક્રિયકો અને નીપજોની સાંદ્રતામાં ફેરફાર થવાની સાથે. સરેરાશ તથા તત્કાલીન દરોમાં સંબંધ બતાવી શકશો.*
- *પ્રક્રિયાનાં દરને પ્રભાવિત કરતાં કારકોની વ્યાખ્યા કરી શકશો.*
- *પ્રક્રિયાની અણુ સંખ્યા અને ક્રમને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.*
- *પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયાનાં નિયમોની ઉત્પતિ કરી શકશો અને પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયાનો અર્ધ આયુષ્ય સમયને પણ વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.*

- પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે અર્ધ આયુષ્ય અને દર અચળાંકનાં સંબંધોની વ્યુત્પત્તિ કરી શકશો.
- સંબંધો પર ગાણિતીય પ્રશ્નો ગણી શકશો.
- પ્રક્રિયાનાં દર પર તાપમાનની અસરની વ્યાખ્યા કરી શકશો, અને
- આર્હેનિયસ સમીકરણ અને સક્રિયણ ઊર્જાની વ્યાખ્યા કરી શકશો.

14.1 રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો દર

- જયારે પ્રક્રિયકો ને પ્રક્રિયા કરાવવા માટે ઉમેરવામાં આવે છે, પ્રારંભમાં નીપજ નથી હોતી, જેમ-જેમ સમય જાય છે નીપજોની સાંદ્રતા વધે છે અને પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતા ઘટે છે. કોઈ પ્રક્રિયા દરને તેમાં થતાં પ્રક્રિયકો (અથવા નીપજો)ની સાંદ્રતામાં ફેરફારનાં દરથી પ્રગટ કરવામાં આવે છે.

રાસા પ્રક્રિયા નો દર = સાદ્રંતામાં ફેરફાર મોલ પ્રતિ લીટર

લાગેલો સમય સેકન્ડ

- આવો નીચેની રાસા. પ્રક્રિયા પર વિચાર કરીએ

$$2NO\ (G) + Br2\ (g) - 2NOBr\ (g)$$

- આ પ્રક્રિયાનો દર ભિન્ન સમયમાં NoBr ની મોલર સાંદ્રતામાં વૃદ્ધિનું માપન કરીને શોધી શકાય છે.

- આવો જોઈએ. આપણે આ પ્રક્રિયાને કેવી રીતે પ્રગટ કરી શકીએ છીએ? તમે જાણો છો કે પદાર્થની મોલર સાંદ્રતા તે પદાર્થને વર્ગીકાર કોષ્ટકમાં રાખીને દર્શાવી શકાય છે.NOBr

- ઉદા. માટે ની સોલર સાંદ્રતા રજૂ કરે છે.

- માની લો કે (NOBr) સમય પર સાંદ્રતા છે અને સમય પરનાં પછી સાંદ્રતા છે.

- ત્યારે મોલર સાંદ્રતામાં ફેરફાર $= [NOBr]_2 - [NOBr]_1 = \Delta[NOBr]$

- ફેરફાર માટે જરૂરી સમય $= t_2 - t_1 = \Delta t$

- અહીંયાં નો Δ અર્થ છે અમુક માત્રામાં ફેરફાર આથી નિર્માણ નો દર

- આ નો પદોમાં પ્રક્રિયાનો દર આપે છે. $= \dfrac{\Delta[NOBr]}{\Delta t}$

- જો NO Br_2 અથવા ની મોલર સાંદ્રતા ઘટાડવાનું માપન કરવામાં આવે છે તો પ્રક્રિયાનો દર ની સાપેક્ષમાં આ રીતે લખી શકાય છે.

દર ઋ

અને ની સાપેક્ષમાં આવો દર = Br_2 as $= \dfrac{-\Delta[Br_2]}{\Delta t}$

- આથી, પ્રક્રિયાનાં દર ને પ્રક્રિયકો અથવા નીપજોના પદોમાં દર્શાવી શકાય છે. આપણે ઉપરની પ્રક્રિયામાં જોયું કે નાં બે મોલ, નાં એક મોલથી પ્રક્રિયા કરે છે. આથી ની સાંદ્રતા એક નિશ્ચિત સમયમાં ની સાપેક્ષે બે ગણી હશે. આથી ભિન્ન પ્રક્રિયકો અથવા નીપજોનાં દરોને સમાન કરવા માટે દર ને સંતુલિત રાસા. સમી માં સ્ટોકિયોમિતિ ગુણાંકથી ભાગ કરે છે.

ઉદા. માટે સમીકરણાં, $2NO(g) + Br_2(g) \qquad 2NOBr(g)$

- પ્રક્રિયકો અને નીપજોની સાપેક્ષ પ્રક્રિયાનો દર આ રીતે લખી શકાય છે.

પ્રક્રિયાનો દર =+ $\qquad$ =– $\qquad$ =

14.2 સરેરાશ દર અને તત્કાલીન દર

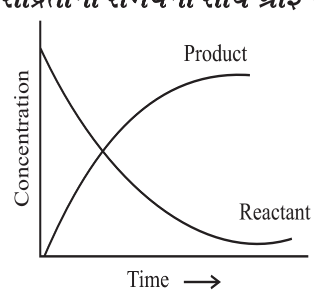
- કોઈ પ્રક્રિયાનો દર તેનાં પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતા પર નિર્ભર કરે છે. જેમ-જેમ પ્રક્રિયા આગળ વધે છે. પ્રક્રિયકોનો વ્યય થાય છે અને તેમની સાંદ્રતા સમયની સાથે ઘટે છે. આથી પૂરી પ્રક્રિયા દરમિયાન પ્રક્રિયાનો દર સ્થિર રહેતો નથી.

- પ્રક્રિયાનાં દરને આ રીતે, $\dfrac{\Delta \text{સાંદ્રતા}}{\Delta t}$ આપવાથી આ સરેરાશ દર પ્રાપ્ત થાય છે.

- ઉદા. માટે પ્રક્રિયાનો સરેરાશ $\qquad$ દર આપે છે કોઈ વિશેષ સમય પર પ્રક્રિયાનો દર તાત્કાલિન કહેવાય છે તત્કાલિન દરને દર્શાવવા માટે આપણે ને શૂન્યની નજીક અથવા ખૂબ જ નાનો. દર્શાવીએ છીએ.

$$\lim_{\Delta t \to 0} \qquad =$$

- જ્યારે, પ્રક્રિયકો અથવા નીપજોની સાંદ્રતાનો સમયની સાથે ગ્રાફ બનાવવામાં આવે છે તો તે નીચે દર્શાવ્યા અનુસાર બને છે.



આકૃતિ

- પ્રક્રિયા માટે, $2N_2O_5(g) \qquad 2NO_2(g) + O_2(g)$

સરેરાશ પ્રક્રિયા દર $= -$ $\qquad = \qquad =$

તત્કાલિન દર $=$

14.3 પ્રક્રિયાનાં દરને અસરકર્તા કારક

- રાસા. પ્રક્રિયાનો દર નીચેનાં કારકો દ્વારા પ્રભાવિત થાય છે.

(1) પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતા :- સામાન્ય રીતે પ્રક્રિયાનો દર પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતા વધવાથી વધે છે.

(2) તાપમાન :- ઝડપથી થાય છે ત્યારે તાપમાન વધે છે.

(3) ઉત્તેજકની હાજરી :- એક ઉત્તેજક સ્વયં ખર્ચ ન થતાં પ્રક્રિયાનો દર વધારે છે.

$$\frac{\Delta[N_2O_5]}{2\,\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{d[NO_2]}{dt} = \frac{d[O_2]}{dt}$$

ઉદા. : (1) હાઈડ્રોજન તથા ઓક્સીજન પ્રક્રિયા કરીને પાણી બનાવે છે આ પ્રક્રિયા અત્યંત ધીમી છે. પરંતુ જ્યારે પ્લેટિનમ ને ઉત્તેજકનાં રૂપમાં પ્રયુક્ત કરવામાં આવે છે. તો પ્રક્રિયા ખૂબ ઝડપી થાય છે.

- તમે આ પાઠનાં નીચેનાં અનુચ્છેદોમાં ઉત્તેજકની અસર વિસ્તારથી ભણશો.

ઉદા. 16.1 નીચે આપેલ પ્રક્રિયાનો સરેરાશ અને તત્કાલિન દર રજૂ કરો.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \qquad 2NH_3(g)$$

આ પદોમાં (1) NH_3, ના નિર્માણનો દર

(2) N_2 લોપ થવાનો દર

(3) H_2. નો લોપ થવાનો દર

ભિન્ન ને લખો.

જવાબ :

- ત્રણ દરો માટે ક્રમ આ પ્રકારે છે.

- નો સરેરાશ નિર્માણ દર $= NH_3 \quad = \dfrac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$

- નો લોપ થવાનો સરેરાશ દર $= N_2 = -$

- નો લોપ થવાનો સરેરાશ દર $= H_2 =$

- નો તત્કાલિન નિર્માણ દર $= NH_3 =$

- નો તત્કાલિન લોપ થવાનો દર $= NH_3 =$

- ત્રણેય દરોને સરખા કરવા માટે સમીકરણમાં તત્સંબંધી પદાર્થોનાં ગુણકો દ્વારા ભાગો.

સરેરાશ દર = + $\qquad = - \qquad = -$

તત્કાલિન દર == $\qquad = - \qquad = -$

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન : 14.1

(1) મેગ્નેશિયમ અને હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડની વચ્ચે પ્રક્રિયાનો દર રજૂ કરવા માટે નીચેના એકમોમાંથી કયા એકમની પ્રયુક્તિ કરી શકાય છે.

a) $cm^{-3}\ s$

(b) $cm^3\ min^{-1}$

(c) $cm^3\ s^{-1}$

(d) $mol\ dm^{-3}\ min^{-1}$

(2) નીચેની પ્રક્રિયા માટે,

$$2NO_2(g) + F_2(g) \qquad 2NO_2F(g)$$

પદોમાં પ્રક્રિયાનાં સરેરાશ દર માટે

(ક) NO_2Fનાં નિર્માણ નો દર

(ખ) NO_2નાં લોપ થવાનો દર

(ગ) F_2નાં લોપ થવાનો દર

(ઘ) નીપજનાં નિર્માણનો તુલ્યાંક દર અને પ્રકિયકો નાં લોપ થવાનો તુલ્યાંક દર

(3) ઉપરની પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોનાં લોપ અને નીપજોનાં નિર્માણનો તત્કાલીન દર રજૂ કરો.

(4) જ્યારે તંત્રનો વેગ વધારવામાં આવે છે તો પ્રક્રિયા ખૂબ ધીરે-ધીરે થાય છે કેમ? સમજાવો.

14.4 સાંદ્રતા પર પ્રક્રિયા દરની નિર્ભરતા

- જો આપણે કોઈ રાસા. પ્રક્રિયાનું વધારે સમય સુધી અવલોકન કરીએ તો આપણને ખબર પડે છે કે તેનો દર પ્રક્રિયકોની અછતની સાથે ઓછો થઈ જાય છે આપણે કરી શકીએ છીએ કે પ્રક્રિયાનો દર પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતાથી સંબંધિત છે. દર પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતા પર લગાવવામાં આવેલ કોઈ ઘાતનાં સીધા સમપ્રમાણમાં હોય છે.

- ઉદા. માટે, પ્રક્રિયા પર વિચાર કરીએ.

$$xA(g) + yB(g) \rightarrow \text{Products}$$

- જ્યાં a અને b સંતુલિત સમીકરણમાં ક્રમશઃ A અને B નાં ગુણાંક છે.

દર $\alpha [A]^x [B]^y$

અથવા દર $= k [A]^x [B]^y$

જ્યાં સમાન અચળાંક

- ઉપરનું સમીકરણ પ્રક્રિયા માટે 'દર નિયમ'નાં રૂપમાં ઓળખવામાં આવે છે.

- પ્રક્રિયાનાં દર અને પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતાની વચ્ચેનાં ગાણિતીય સંબંધને દર નિયમ કહેવાય છે.

- એ ધ્યાન આપવું જરૂરી છે કે અને કોઈ જરૂરી નથી કે પ્રક્રિયામાં અને નાં આ રસમીકરણમિતીય ગુણાંકનાં બરાબર જ હોય. અચળાંક ι દર નિયમમાં અચળાંક છે. આંકિક દ્રષ્ટિથી આ પ્રક્રિયાનો દર બરાબર થશે જો બધી સાંદ્રતાઓનું માન એક લેવામાં આવે તો.

દર $= k [1]^x [1]^y$

દર $= k$

- આનો અર્થ એ છે કે ને મોટું માન પ્રક્રિયાને ઝડપી થવા માટે અને નાનું માન પ્રક્રિયાને ધીમી ધીમી થવાનો સંકેત કરે છે.

પ્રત્યેક પ્રક્રિયાનો પોતાનો વિશિષ્ટ દર અચળાંક હોય છે તેનું માન તાપમાન નિર્ભર કરે છે પરંતુ પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતાથી સ્વતંત્ર છે.

14.5 પ્રક્રિયાનો ક્રમ

- દર માં સાંદ્રતા પદ પર જે ઘાતોને ઉઠાવવામાં આવે છે તો એક વિશિષ્ટ પ્રક્રિયક ની સાપેક્ષે તે પ્રક્રિયાનો ક્રમ બતાવે છે.

દર નિયમ માં,

$$\text{દર} = k\,[A]^x\,[B]^y$$

-x અને y અ નાં માન ક્રમશઃ પ્રક્રિયકો જી અને અ નિ સાપેક્ષે પ્રક્રિયાનો ક્રમ છે. ઘાતોનો સરવાળો $x + y$ પ્રક્રિયાનો સંપૂર્ણ ક્રમ દર્શાવે છે.

ઉદા માટે પ્રક્રિયામાં. $2NO(g) + O_2(g) \quad\quad 2NO_2(g)$

પ્રયોગ થી દર નિયમ આ પ્રકારે મળે છે.

$$\text{દર} = k\,[NO]^2\,[O_2]^1$$

- અહીં દ્ર નિ સાપેક્ષે પ્રક્રિયા ક્રમ 2 અને 2 ની સાપેક્ષ 1 છે. ઘાતોનો સરવાળો પ્રક્રિયાનો સંપૂર્ણ ક્રમ માનવામાં આવે છે. ઉપરનાં ઉદા. માં 2 + 1 = 3 છે.

- આ યાદ રાખવું જોઈએ કે પ્રક્રિયાનો દર પ્રયોગ દ્વારા નીકાળવો જોઈએ અને માત્ર સંતુલિત સમીકરણમાં ગુણાંકોથી આને નીકાળી શકતો નથી.

$$2N_2O_5(g) \longrightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

- સંપૂર્ણ ક્રમ એક છે અને આ પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા છે.

- પ્રક્રિયાનો ક્રમ 0, 1, 2, 3 હોઈ શકે છે. આમને ક્રમશઃ શૂન્ય ક્રમ, પ્રથમ ક્રમ, દ્વિતીય ક્રમ, તૃતીય ક્રમ કહેવાય છે. પ્રક્રિયાનો ક્રમ ભિન્ન પણ હોઈ શકે છે. ઉદા માટે ઈથેનાલનું મિથેન અને કાર્બન મોનોક્સાઈડમાં વિયોજન. પ્રયોગથી નીચેનો દર નિયમ મળે છે.

દર $CH_3\,CHO\,(g) \xrightarrow{723\text{ K}} CH_4(g) + CO(g)$

14.5.2 પ્રક્રિયાનો દર અને દર અચળાંકની વચ્ચે અંતર

પ્રક્રિયાનો દર	દર અચળાંક
- આ એક ગતિ છે જેના પર	- આ દર નિયમમાં આને પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતામાં
પ્રક્રિયાનું નીપજમાં ફેરફાર થાય છ	- આ પ્રક્રિયકોની પ્રારંભીક સાંદ્રતા
આને પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતામાં ઘટાડાને ગતિ અથવા	ત્યારે પ્રત્યેક માં વૃદ્ધિ ની ગતિનાં રૂપમાં
નીયમોની સાંદ્રતાઆ પ્રક્રિયાની ગતિ દરનાં બરાબર	માપવામા આવે છે.પ્રક્રિમકની સાંદ્રતા 1 છે.
હોય છે સમપ્રમાણિત અચળાંક છે.	- આ પ્રક્રિયકોની પ્રારંભિક સાંદ્રતા પર નિર્ભર કરતો
અને	પર નિર્ભર કરે છે. નથી અને સ્વતંત્ર હોય છે.

- શૂન્ય ક્રમનાં માટે :- = $k\,[A]^o$

દર = k

પ્રક્રિયાનાં દરનો એકમ છે. k શૂન્ય ક્રમનાં માટે નો એકમ તે જ હોય છે જે mol L^{-1} s^{-1}. નો છે.

- પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે :

$$\text{દર} = k\,[A]^1$$

$$\frac{\text{mol L}^{-1}}{\text{s}} = k \text{ mol L}^{-1}$$

$$k = s^{-1}$$

- પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે દર અચળાંકનો એકમ સમયે છે.

દ્વિતીય ક્રમની પ્રક્રિયા માટે

$$\text{દર} = k\,[A]^2$$

$$= k\,(\text{mol L}^{-1})^2$$

$$\frac{\overrightarrow{\text{mol L}^{-1}}}{\text{s}} \qquad k = \text{mol}^{-1}\text{ L s}^{-1}$$

આથી સામાન્ય રીતે કોઈ ક્રમ માટે દર અચળાંક, ι નો એકમ આ રીતે આપી શકાય છે.

$$k = (\text{mol L}^{-1})^{1-n}\text{ s}^{-1}$$

14.6.1 શૂન્ય ક્રમની પ્રક્રિયા

- શૂન્ય ક્રમની પ્રક્રિયાઓ તે હોય છે જેમાં હોય છે. જ્યાં દર, પ્રક્રિયકોની સાંદ્રતા પર નિર્ભર હોતો નથી આવી પ્રક્રિયાઓ ખૂબ અસામાન્ય છે આનું એક ઉદાહરણ છે એમોનિયાનો પ્લેટિનમ અથવા ટંગસ્ટન ધાતુની સપાટી પર વિઘટન એમોનિયા નો ઉચ્ચ દબાણ પર એમોનિયા જે દરથી વિઘટિત થાય છે તે તેની સાંદ્રતા પર નિર્ભર કરતાં નથી. વિઘટન દર સમાન રહે છે.

16.6.2 પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા

- આપણે આની પર વિચાર કરીશું કે પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે દર અચળાંક કેવી રીતે શોધી શકાય છે. પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે આ સમીકરણ આપણને બનાવશે કે સમયની સાથે કેવી રીતે સાંદ્રતા ફેરફાર થાય છે. પછી પ્રાગુક્તિ કરવામાં આવી કે ભિન્નતાઓ પ્રાયોગિક આંકાડાઓથી તુલના કરીને પ્રક્રિયાનો ક્રમ પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે.

આવો, આ. પ્રક્રિયા A Product.જી - નીપજ, ની માટે

GMW

દર $= \frac{-d[A]}{dt} = k_1[A]$

અહીંયાં પર k_1 દર અચળાંક છે.

દર ને પુનઃ વ્યવસ્થિત કરવાથી,

$$= k_1 dt$$

બંને બાજુ સંકલન કરતાં, $-\ln [A] = k_1 t + \text{constant}$

અચળાંક

- અહીંયાં પ્રારંભિક સ્થિતિઓથી અચળાંક માણી શકાય છે.$[A]_0$ $[A]$ માની લો નો સાંદ્રતા છે.$t = 0$

- જ્યારે અથવા દર $= -\ln [A] = -\ln [A]_0$, when $t = 0$

અથવા અચળાંક $= -\ln [A]_0$

- અચળાંકનું માન સમી. માં રાખવાથી,

$$-\ln [A] = k_1 t - \ln [A]_0$$

અથવા $-\ln [A] + \ln [A]_0 = k_1 t$

અથવા $= k_1 t$

દર અચળાંક $k_1 =$

- 10 આપણે આને સાધર માં પરિવર્તિત કરી શકીએ છીએ

$$k_1 = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A]_0}{[A]}$$

$$\frac{k_1 t}{2.303} = \log [A]_0 - \log [A]$$

$$= \log [A] - \log [A]_0$$

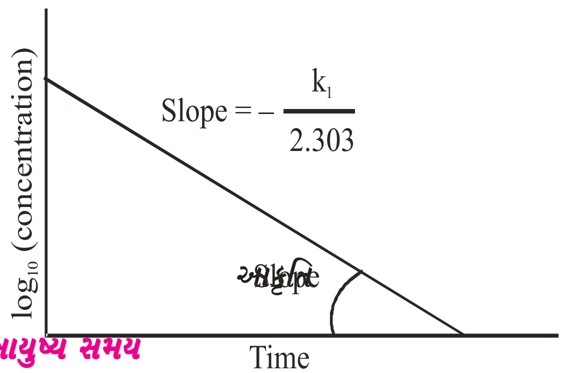
$$\log [A] = - \quad t + \log [A]_0$$

1 નો એકમ k_1 = સમયે

$$y = mx + c$$

- આ સમીકરણનું તે રૂપ છે [A] vs t, જે એક સીધી રેખાનાં સમીકરણનું હોય છે.

- જ્યાં m ઢાળ છે. અને c અંતઃખંડ છે જો આપણે ને આલેખિત કરીએ તો આ એક સીધી રેખા આપશે જેનો ઢાળ જેટલો થશે. ત્યારે અચળાંક ા1 ને ઢાળથી શોધી શકાય છે. જેવું કે આકૃતિ 14.1.માં બતાવ્યું છે.



$\left\{\frac{[A]_0}{2}\right\}$

16.6.3 અર્ધ-આયુષ્ય સમય

- કોઈ પ્રક્રિયાને અર્ધ-ચરણ અવસ્થા સુધી પહોંચવા માટે જે સમય લાગે છે એટલે કે જ્યારે પ્રક્રિયકની પ્રારંભિક માત્રાનો અડધી માત્રા પ્રક્રિયા કરી દે છે તો તેને પ્રક્રિયાનો અર્ધ-આયુષ્ય સમય કહે છે. આને $t_{1/2}$ અથવા $t_{0.5}$. થી દર્શાવાય છે. હવે આવો જોઈએ કે પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયાનો અર્ધ - આયુષ્ય સમય કેવી રીતે ગણવામાં આવે છે.

તમે જાણો છો કે, $\ln[A] = \ln[A]_0 - k_1 t$

જ્યાં $[A] = \frac{1}{2}[A]_0$ (પ્રક્રિયકોની પ્રારંભિક સાંદ્રતા અડધી થઈ જાય છે.)

ત્યાર $t = t_{1/2}$ (અર્ધ આયુષ્ય સમય)

હવે આપણને મળે છે.

અથવા $\ln \quad = \ln[A]_0 - k_1 t_{1/2}$

અથવા $\ln \quad - \ln[A]_0 = -k_1 t_{1/2}$

અથવા 1n $= -k_1 t_{1/2}$

$t_{1/2} =$

- તમે જોશો કે અર્ધ આયુષ્ય સમય સાંદ્રતાથી પ્રભાવિત છે.

ઉદા. 14.2 હાઈડ્રોજન પર ઓક્સાઈડનું પાણી અને ઓક્સિજનમાં વિઘટન

$$2H_2O_2(\ell) \longrightarrow 2H_2O\,(\ell) + O_2(g)$$

પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા છે જેનો દર અચળાંક $0.0410\ \text{min}^{-1}$ પ્રતિ મિનિટ છે જો આપણે 0.20 નાં M M દ્રાવણથી પ્રારંભ H_2O_2,કરીએ તો 10 મિનિટ પછી તેની સાંદ્રતા શું હશે?

જવાબઃ- પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે આપણી પાસે આ સમીકરણ છે.

$$k =$$

આને માં પરિવર્તન કરવાથી,

$$k =$$

જો $[A] = x$, 10 મિનિટ પછી હોય તો k અને t, નાં માને ને પ્રિતસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે.

$$0.0410\,(\text{min}^{-1}) =$$

$$\log \quad = \qquad = 0.178$$

મોલ પ્રતિ લિટર

$$\frac{0.20}{x} = \text{antilog}\ 0.178 = 1.51$$

$$x = \qquad = 0.132\ \text{mol litre}^{-1}.$$

ઉદા 14.3 ઉદા. 14.2 માં જો આપણે 0.50 સ્ની પ્રારંભિક સાંદ્રતાથી પ્રારંભ કરીએ તો સાંદ્રતા

ઓછી થઈને 0.10M. થવામાં કેટલો સમય લાગશે?

$$k = \quad \log$$

જવાબ :- આપણને તે સમય શોધવો છે જેમાં ની સાંદ્રતાને થી સુધી જવામાં લાગે.

આપણે સમીકરણ પ્રાપ્ત કરીએ છીએ

- અને નાં માનો ને પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી આપણને મળે છે.

પ્રતિ મિનિટ $0.0410\ \text{min}^{-1} \quad = \quad \log$

મિનિટ$t\ = \log 5 \times \qquad \text{min}$

મિનિટ $\quad t = 39$ minutes

ઉદા. 14.4 ઉદા. 14.2 પ્રતિદર્શને વિઘટિત થઈને 50% થવામાં કેટલો સમય લાગશે?

જવાબ :- જ્યારે અડધું પ્રતિદર્શ વિઘટિત થાય છે તો આપણને મળે છે,

$\frac{2.303}{0.0410\ \text{min}^{-1}} = \frac{0.699 \times 2.303}{0.041}$ નાં માનોને રાખવાથી મળે છે.

મિનિટ $t_{1/2} \quad = \frac{0.693}{k} t_{1/2} \quad =$

મિનિટ $t = \qquad \text{min} = 16.9$ minutes

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 16.2

(1) કોઈ પ્રક્રિયા, નીપજનો દર મોલ પ્રતિ લીટર છે. જો ની સાંદ્રતા હોય તો દર અચળાંક શું છે. જો પ્રક્રિયા A = 0.020M,

(ક) શૂન્ય ક્રમની હોય

(ખ) પ્રથમ ક્રમની હોય

(2) નીચે આપેલ પ્રક્રિયા

$C_2H_4\,(g) + I_2(g) \qquad C_2H_4I_2(g)$

નાં દરનું સમીકરણ આ રીતે છે. દર $= k [C_2H_4(g)] [I_2(g)]^{3/2}$

(ક) પ્રત્યેક પ્રક્રિયકોનાં સંબંધમાં પ્રક્રિયાનો ક્રમ શું છે?

(ખ) પ્રક્રિયાનો સંપૂર્ણ ક્રમ શું છે?

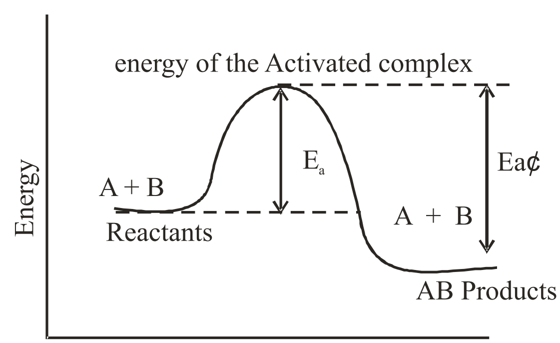
(ગ) જો સાંદ્રતા નું માપન માં કરવામાં આવે તો નો એકમ શું છે?

(3) C_2H_5Cl at 700K નાં અપઘટન માટે 300 પર પ્રથમ ક્રમનો દર અચળાંક 2.5×10^{-3} min^{-1} પ્રતિ મિનિટ છે. જો પ્રારંભિક સાંદ્રતા 0.01 મોલ પ્રતિ લિટર હોય તો ની સાંદ્રતા પ્રારંભિકથી અડધી થઈ જવામાં કેટલો સમય લાગે છે તે ગણો. C_2H_5Cl

જવાબ :

14.7 તાપમાન પર પ્રક્રિયાનાં દરની નિર્ભરતા

- તમે પહેલા શીખ્યું છે કે તાપમાનનાં વધવાથી પ્રક્રિયાનો દર વધે છે. 10 ડિગ્રી તાપમાનનાં વધવાથી ઘણી બધી પ્રક્રિયાઓનો દર બે-ગણો થઈ જાય છે આ વ્યવહારની આપણે કેવી રીતે વ્યાખ્યા કરી શકીએ છીએ કાંઈ પ્રક્રિયાને થવા માટે એ જરૂરી છે કે પ્રક્રિયા કરવા વાળા અણું આપસમાં સંઘટ્ટ કરે. માત્ર તીવ્ર ગતિમાન અણું અર્થાત જે અણુંઓની ઉર્જા ઊંચી હોય તે પ્રક્રિયા કરવામાં સૂક્ષ્મ હોય છે. સંઘટનમાં અભિકારી અણુંઓને પ્રક્રિયા કરવા માટે જરૂરી છે કે તેમની કેટલી ઊર્જા ન્યૂનતમ હોય તેને આપણે દેહલી ઊર્જા કહીએ છીએ બધા અણું જેની ઊર્જા દેહલી ઊર્જાથી વધુ હોય છે તે બધા જ પ્રક્રિયા કરવામાં સક્ષમ હોય છે. બીજા શબ્દોમાં પ્રક્રિયાનો દર વધશે. આથી જો આપણે તાપમાન વધારીએ છીએ તો આપણે પ્રક્રિયાનો દર પણ વધારીએ છીએ આવો જોઈએ કે શું આપણે તેને પરિમાણાત્મકત રીતે રજૂ કરી શકીએ છીએ.



આકૃતિ

આકૃતિ 14.2માં એક પ્રક્રિયાનાં દરમિયાન ઉર્જા ફેરફાર ને દર્શાવ્યો છે. ક્ષેતિજ અક્ષ પ્રક્રિયાની

GMW

પ્રગતિને દર્શાવે છે અને આ સંકેત કરે છે કે પ્રક્રિયક અણુઓ અને ની પાસે ઘણી ઊર્જા હોવી જોઈએ. આ સક્રિયણ ઊર્જા કહેવાય છે અને સ્થિતિ ઊર્જા હિલ પર ચઢવા માટે સક્રિયિત સંકુલ બનાવે છે. બધા અભિકારી અણુઓની પોતાની સાધારણ અવસ્થામાં ઊર્જા દેહલી ઊર્જાનાં જેટલી હોતી નથી આથી કેટલીક નિશ્ચિત માત્રામાં વધારે ઊર્જા આપવાની જરૂર હોય છે જેથી તેમની ઊર્જા સક્રિયણ ઊર્જાનાં બરાબર થઈ જાય. સક્રિયિત સંકુલની સ્થિતિ ઊર્જા વધારે હોય છે. (એટલે કે નાં નિર્માણમાં) સક્રિયણ ઊર્જા અગ્ર પ્રક્રિયાની છે તથા પાછળની પ્રક્રિયાની સક્રિયણ ઉર્જા છે.

- તમે જાણો છો કે પ્રક્રિયાનો દર (સાંદ્રતા) છે. જો સાંદ્રતાનું માન 1 છે તો પ્રક્રિયાનો દર અચળાંક નાં બરોબર છે દર અચળાંક, સક્રિયણ ઊર્જા નાં પરિમાણ તથા પરમ તાપમાન (t) પર પણ નિર્ભર કરે છે નું માન ખૂબ ઓછું હોય છે જ્યારે નું માન ખૂબ વધારે અથવા તાપમાન ઓછું હોય છે.

- આ સંબંધને આપણે ગાણિતીય સમીકરણથી રજૂ કરીએ છીએ. આ સમીકરણને આર્હેનિયસ સમીકરણ (શોધકર્તાનાં નામ પર) કહીએ છીએ. એસ. એર્હિનિયસ સમી આ રીતે છે.

- જેમાં સમપ્રમાણીત અચળાંક છે અને આવૃતિ કારકનાં નામથી ઓળખવામાં આવે છે. R વાયુ અચળાંક છે. k, Ea અને T ની વચ્ચે આપણે આ સંબંધને કેવી રીતે ઉપયોગમાં લઈ શકીએ છીએ? આપણે સક્રિયણ ઊર્જાને ગણી સમીકરણનો સ્વાભાવિક લઘુગુણક લેવાથી આપણને મળે છે.

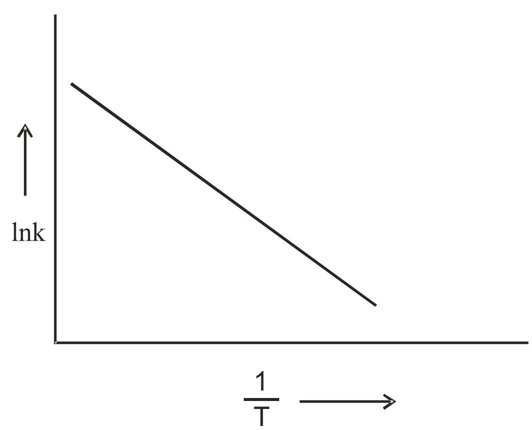
$\left(\frac{-E_a}{R}\right)$

$$k = Ae^{-Ea/RT}$$

આ સમીકરણની તુલના આપણે સીધી રેખા g = mx+c થી કરી શકીએ છીએ, જેવું કે

- આ રીતે $\ln k = \ln A - \frac{Ea}{RT}$ ની વિરૂદ્ધ આલેખ એક સીધી રેખા આપે છે. જેની ઢાળ $\ln k$ =

+ lnA બરાબર છે જેનો અંતઃખંડ ln A છે. (ચિત્ર 16.3)



આકૃતિ

- આપણે સીધી ગણતરીથી બે તાપમાનો પર k થી Ea ને જાણી શકીએ છીએ. તાપમાન T1, પર સમીકરણ થાય છે.

- T2 પર આપણે લખી શકીએ છીએ $k_1 =$

- k1 ને k2 થી ભાગતાં, $k_2 = Ae^{-Ea/RT_2}$

પ્રાકૃતિક લઘુગુણક લેવાથી, $\frac{k_1}{k_2} =$

$$\ell n \qquad =$$

- આને આધાર 10 નાં લઘુગુણકમાં પરિવર્તન કરવાથી,

$$\log \quad = \quad \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 . T_2}\right)$$

- બંને બાજુ - 1 થી ગુણાકાર કરીને છેદ ઉલટાતાં,

$$\log \quad = \quad \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 . T_2}\right)$$

- જો Ea અને k અન્ય તાપમાન પર જાણતા હોઈએ તો આ સમીકરણને કોઈ વિશિષ્ટ તાપમાન પર અચળાંકની ગણતરીમાં પ્રયુક્ત કરવામાં આવી શકે છે.

ઉદા 16.5 કોઈ પ્રક્રિયાનું તાપમાન 300 થી 310 કરવાથી આનો દર અચળાંક બે ગણો થઈ જાય છે તો તેનાં નું માન શું હોય ?

જવાબ : આપેલ છે.

- આપણને સમીકરણ પ્રાપ્ત છે

- માનો ને પ્રતિસ્થાપિત કરવાથી,

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 14.3

(1) મોટા ભાગે ઘણા બધા પ્રક્રિયકોનાં દરો 10°c તાપમાન વધારવાથી બે ગણો થઈ જાય છે.

(2) 288k પર એક પ્રક્રિયાનો દર અચળાંક 1.3 x 10 -5 લીટર પ્રતિમોલ છે. જ્યારે 323 k પર આનો દર અચળાંક 8 x 10 -3 લીટર પ્રતિ મોલ છે. પ્રક્રિયાની સક્રિયણ ઊર્જા Ea શું છે?

(3) જ્યારે તાપમાન થી માં પરિવર્તિત થઈ જાય છે તો પ્રક્રિયાનો દર ત્રણ ગણો થઈ જાય છે આ પ્રક્રિયા માટે સક્રિયણ ઊર્જા શોધો.

(4) અને સંઘટિત થઈને બનાવે છે 293 કે 323 જે ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે તે સંઘટિત કેમ નથી થતાં? જ્યારે કોઈ પણ સમય માટે સાથે-સાથે રાખવામાં આવે છે.

તમે જે શીખ્યા

- કોઈ પ્રક્રિયાનાં દરને પ્રક્રિયક અથવા નીપજની સાંદ્રતામાં ફેરફારનાં દર થી રજૂ કરી શકાય છે.

- કોઈ પ્રક્રિયાનો દરને અસર કર્તા કારક છે. સાંદ્રતા, તાપમાન અને ઉત્તેજક

- પ્રક્રિયાનાં દરની સાથે પ્રક્રિયકની સાંદ્રતાની વચ્ચે ગાણિતીક સંબંધનાં રૂપમાં દર નિયમ ને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે.

- દર નિયમમાં અચળાંક k ને દર અચળાંક કહેવાય છે આંકિક દષ્ટિથી જો સાંદ્રતા એકમ એક હોય તો આ પ્રક્રિયાનાં દરને બરાબર હોય છે.

- દર માં સાંદ્રતા પદોને જે ઘાતો સુધી ઉઠાવામાં આવે છે. તેમનો સરવાળો પ્રક્રિયાની ક્રમનું વર્ણન કરે છે.

- પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયાનો દર અચળાંક k આ રીતે પ્રગટ કરવામાં આવે છે.

$$k_1 = \quad \text{In} \qquad \frac{[A]_0}{t[A]}$$

- કોઈ પ્રક્રિયાની અર્ધ - સ્થિતિ સુધી પહોચવામાં જે સમય લાગે છે એટલે કે જેટલા સમયમાં પ્રક્રિયકની અડધી માત્રા પ્રક્રિયા કરી લે છે તેને પ્રક્રિયાનાો અર્ધ-આયુષ્ય સમય કહેવાય છે.

- સક્રિયણ ઊર્જા Ea પરિમાણ અને તાપમાન જ પર દર અચળાંક પર નિર્ભર હોવું આર્કેનિયસ સમીકરણ, દ્વારા આપવામાં આવે છે. $Ae^{-Ea/RT}$.

- એક સંયોજનનાં વિઘટન માટે સક્રિયણ ઊર્જા સંબંધિત હોય છે તે અંતરના જે પ્રક્રિયકોની ઊર્જા અને ઊર્જા વક્ર પર વધારે ઊર્જામાં હોય છે.

પાઠચાંત પ્રશ્નો

(1) પ્રક્રિયાની પ્રગતિ નાં વિરૂધ્ધ ઊર્જાનો આલેખ દોરો. E'_a અગ્ર (E_a) અને પશ્ચ બંને પ્રક્રિયાઓ માટે સક્રિયણ ઊર્જાનો સંકેત આપો.

(2) પ્રક્રિયા માટે મળી આવે છે. કે વિઘટન મોલ પ્રતિ મીટર નાં $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$,દર થી થઈ રહ્યું છે. પ્રક્રિયાનો દર શોધો. સેકન્ડોમાંની સાથે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે.

with Δt in seconds.

(3) કોઈ પ્રથમ ક્રમની વિઘટન પ્રક્રિયા માટે દર અચળાંક 673k પર 0.23 સેકન્ડ આ પ્રક્રિયા માટે અર્ધ આયુષ્ય સમયનો ફેરફાર ગણો

(4) એક નિશ્ચિત પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે 298K પર દર અચળાંક 1 x 10-3 પ્રતિ સેકન્ડ છે. પ્રક્રિયા માટે પર અચળાંક છે. આ પ્રક્રિયા માટે સક્રિયણ ઊર્જા શોધો.

(5) પ્રક્રિયાનો દર મોલ પ્રતિ લીટર સેકન્ડ મળી આવે છે.3.0×10^{-4} દર શું થશે જ્યારે આને મોલ પ્રતિ લીટર મિનિટમાં રજૂ કરવામાં આવ છે?

(6) ત્રણ કારકોને સૂચી બદ્ધ કરો કે જે રાસાઃ પ્રક્રિયાને અસર કરે છે.

(7) એક નિશ્ચિત પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે પ્રક્રિયકનો સાંદ્રતા 64 મિનિટમાં 2 મોલ પ્રતિ લીટરથી ઘટાડી 1.50 મોલ પ્રતિ લીટર થઈ જાય છે. આ પ્રક્રિયા માટે દર અચળાંક શોધો.

(8) એક નિશ્ચિત પ્રથમ ક્રમની પ્રક્રિયા માટે દર અચળાંક $1.0 \times 10^{-3}\ min^{-1}$ પ્રતિ મિનિટ છે. જો સક્રિયણ ઊર્જા હોય તો 323k પર અચળાંક શું છે?

પાઠગત પ્રશ્નોના ઉત્તર

14.1

(1) d

14.2

(1) (ક) 1.0×10^{-3} mol litre^{-1} s^{-1}

(ખ) $5.0 \times 10^{-2}\ s^{-1}$

(2) (ક) ની સાપેક્ષ પ્રથમ ક્રમ અને ની સાપેક્ષ 1.5

(ખ) પ્રક્રિયાનો સંપૂર્ણ દર 205 છે.

(ગ) $k = \frac{sec^{-1}}{(mol\ dm^{-3})^{3/2}}$

$= mol^{-3/2}\ dm^{9/2}\ s^{-1}$.

(3) (ક) $2.5 \times 10^{-3}\ (min^{-1}) =$ $\log_{10}$

(ખ) જ્યારે અડધો નમૂનો વિઘટિત થાય છે.

$t_{1/2} =$ $min = 0.277 \times 10^{3}\ min = 2.77 \times 10^{2}\ min$

0.2.0693mol L^{-1}
2.05min10^{-3}

16.3

(1) 10

(2) 34 k cal mol 7

(3) 28.82 ky

(4) અણુઓની ઊર્જા એટલી નથી હોતી કે જે દેહલી ઊર્જા નાં બરાબર હોય.

GMW

15

અધિશોષણ અને ઉત્પ્રેરણ

ઘનોની સપાટી ઘણી બધી થતી ભૌતિક અને રાસાયણિક ઘટનાઓમાં એક નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવે છે. આ નિર્ણાયક ભૂમિકાનાં બે મુખ્ય કારણ છે. પહેલું, પદાર્થોનું પૃષ્ઠ પહેલા તેના પ્રભાવિત કરે છે તથા સ્વયં પર્યાવરણથી પ્રભાવિત થાય છે. બીજું ઘનનાં પૃષ્ઠ અણું તેનાં અંદરનાં અણુઓની તુલનામાં ભિન્ન-ભિન્ન અવસ્થામાં હોય છે. પૃષ્ઠનાં અણું પાસે આવતા બીજા પદાર્થોને વધારે ઝડપથી પ્રભાવિત કરે છે. અને ઘણા બધા વિશેષ ગુણધર્મો માટે જવાબદાર હોય છે. આ પાઠમાં આપણે આ પ્રકારનાં બે ગુણધર્મો - અધિશોષણ અને ઉત્પ્રેરણનાં વિષયમાં ભણીશું.

ઉદ્દેશ્યો

આ પાઠને વાંચ્યા પછી તમે :-

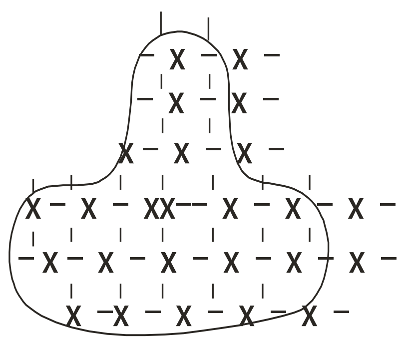
- અધિશોષણને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.
- ભૌતિક અધિશોષણ તથા રાસા.અધિશોષણમાં અંતર કરી શકશો.
- અધિશોષણોને પ્રભાવિત કરતાં કારણેની સૂચી બનાવીને વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- ફ્રન્ડલીચ સમતાથી વક્રને ગાણિતીક બતાવી શકશો અને તેની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- લેંગ્મૂર સમતાયી વક્રની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- ઉત્પ્રેરણને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.
- સમાંગ અને વિષમાંગ ઉત્પ્રેરણમાં અંતર કરી શકશો, તથા.
- ઉત્પ્રેરણમાં સક્રિયણ ઉર્જાની ભૂમિકાની વ્યાખ્યા કરી શકશો.

15.1 અધિશોષણ

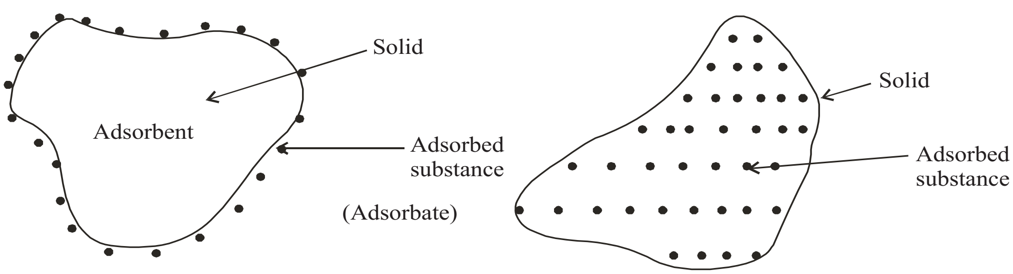
- ધનનાં પૃષ્ઠ આનાં સંપર્કમાં આવતાં વાયુ અણુઓ અથવા મિશ્રીત પદાર્થનાં અણુંઓને પોતાની બાજુ આકર્ષિત કરી તેને સ્થાપિત કરે છે. આ અણું માત્ર પૃષ્ઠ પર જ રહે છે અને ખૂબ વધારે ઊંડા જતાં નથી. આકૃતિ 15.2 (ક)

- ઘનની સપાટી દ્વારા વાયુ અણુઓ અથવા મિશ્રીત પદાર્થનાં અણુઓની આકર્ષિત કરીને પોતાની પાસે જ રાખવાનાં પરિણામે તેમની પૃષ્ઠ પર ઊંચી સાંદ્રતા હોવાની ઘટના અધિશોષણ કહેવાય છે. અને આક્ષ્યશોષિત કરવા વાળા ઘન પદાર્થ અધિશોષક કહેવાય છે.

- ઘનનાં અંતરંગમાં એક અણું બધી દિશાઓમાં અન્ય અણુંઓ દ્વારા ઘેરાયેલ રહે છે. (ચિત્ર 15.1) પરંતુ પૃષ્ઠની પાસેનો એક અણું ઘન અવસ્થાની અંદર હાજર અન્ય અણુંઓથી ઘેરાયેલ રહે છે અને બહારથી નહી. આથી આ પૃષ્ઠીય અણુઓમાં કેટલાક અસંતુલિત બળ અથવા અવશિષ્ટ બળ હોય છે.



આકૃતિ



15.11 અવિશોષણ અને અવશોષણ

- અવિશોષણની ઘટનાઓ અવશોષણથી ભિન્ન હોય છે. પછીનું બીજું ચરણ એ પ્રદર્શિત કરે છે. કે એક પદાર્થ એકસમાન રૂપથી ઘનની અંદર વિતરિત થઈ જાય છે. ચિત્ર (15.2 (ખ)) જો આપણે ખુલ્લામાં કેલ્શિયમ ક્લોરાઈડનો એક નાનો ટુંકડો મૂકી દઈએ તો આ હવાથી ભેજને અવશોષિત કરી લે છે અને કેટલાક સમય પછી તો તે તેમાં મિશ્ર થવાનું શરૂ કરી દે છે બીજી બાજુ જો આપણે સિલિકા જેલનાં નમૂનાને ખુલ્લામાં રાખીએ, તો આ ભેજને પોતાની સપાટી પર અવિશોષિત કરે છે

જેવું કે ચિત્ર 15.2 (ક)માં બતાવ્યું છે.

15.1.2 અવિશોષણને પ્રભાવિત કરતાં કારક

- લગભગ બધા ઘનોના પૃષ્ઠ પર અધિશોષણ થાય છે. પરંતુ એક વાયુની ઘનની સપાટી પર અધિશોણની સીમા નીચેના કારકો પર નિર્ભર કરે છે.

(i) અવિશોષણની પ્રકૃતિ અને પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ

(ii) અવિશોષણ વાયુની પ્રકૃતિ

(iii) તાપમાન

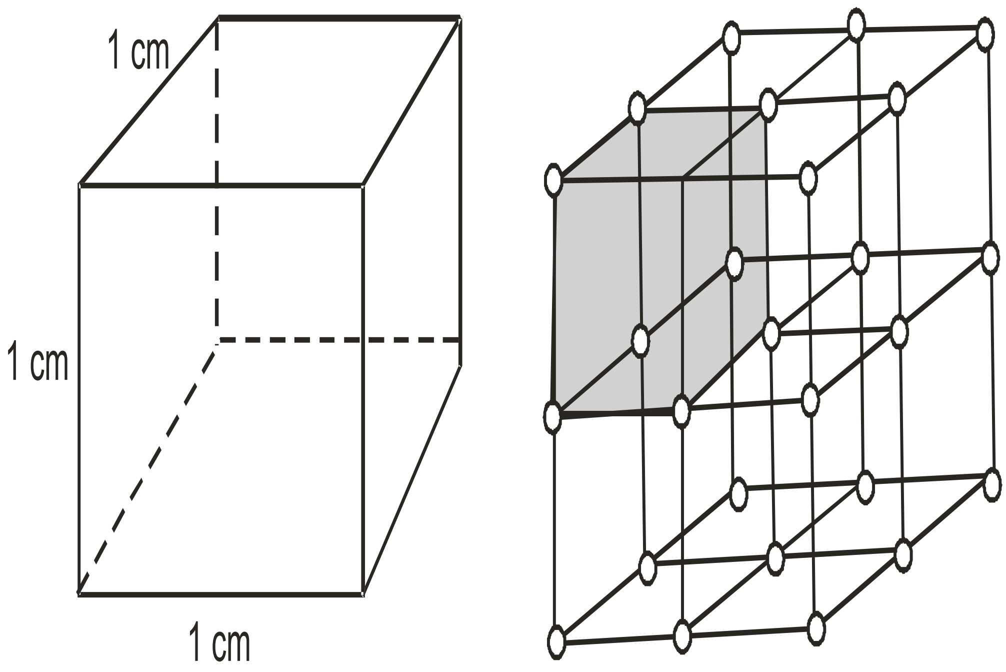
(iv)વાયુનું દબાણ

આવો હવે આ કારકો પર સંક્ષિપ્ત રૂપથી વિચાર કરીએ

(i) અવિશોષકની પ્રકૃતિ અને પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ

- એક સમાન સ્થિતિઓમાં પણ ભિન્ન ઘન એકસમાન વાયુ વિભિન્ન માત્રામાં અવિશોષણ કરશે પદાર્થો જેવા કે ચારકોલ અને સિલિકા જેલ ઉત્કૃષ્ટ આધિશોષક છે. પદાર્થ જે સ્વભાવમાં સરઘ્રી હોય છે. અને જેની સપાટી ખરબચડી હોય છે. તે ઉત્તમ અવિશોષક હોય છે.

- અધિશોષણની સીમાં ઘનનાં પૃષ્ઠ ક્ષેત્ર પર પણ નિર્ભર કરે ચે જો પૃષ્ઠ ક્ષેત્ર મોટું છે તો અધિશોષણ માટે વધારે પૃષ્ઠ મળે છે અને વધારે અધિશોષણ થાય છે. પૃષ્ઠ ક્ષેત્ર પદાર્થનાં કણનાં આકાર પર નિર્ભર કરે છે. આ ઘન જેની પ્રત્યેક ભુજા એક સેન્ટીમીટર જેટલી હોય છે અને આનાં છઃ ફલક છે. પ્રત્યેક ફલકનું પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ 1 વર્ગ સેન્ટીમીટર હોય છે. આથી આ ઘનનું સંપૂર્ણ પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ, 6 સેન્ટીમીટર છે. (ચિત્ર 15.3a) જો આની પ્રત્યેક ભુજા ને બે બરાબર ભાગો, 1/2 સેન્ટીમીટર લાંબી, માં વહેંચવામાં આવે અને ઘનને સાંકેતિક પંક્તિઓની દિશામાં કાપવામાં આવે તો ઘન આઠ નાનાં ઘનોમાં જેની પ્રત્યેક ભુજા 0.5 સેન્ટીમીટર,માં વહેંચવામાં આવશે. (ચિત્ર 15.6) પ્રત્યેક નાના ઘનનું પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ (6x 0.5) = 1.5 (સેમી)2 થશે અને 8 નાનાં ઘનોનું કુલ ક્ષેત્રફળ 12 (સેમી)2 થશે કે જે પ્રારંભિક ઘનનાં અને પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળથી બે ગણું છે. જો આ અને નાનાં ઘનોમાં વહેંચવામાં આવે જેની પ્રત્યેક ભુજા $1x10^{-6}$ સેન્ટીમીટર હોય તો પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળમાં $6x10^{-6}$ (સેમી)2 અથવા 600 (મી)2 ની વૃદ્ધિ થશે પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળમાં વૃદ્ધિનાં પરિણામે વધારે અવિશોષણ થશે.



(a) (b)

- હવે આપણે આની વ્યાખ્યા કરી શકીએ છીએ કે આવા ઘન જેની પ્રકૃતિ સરંધ્રી હોય અને જેની સપાટી ખરબચડી હોય, તે સારા અવિશોષક કેમ હોય છે. આવું આથી થાય છે. કારણ કે આ બધા કારણ પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળને વધારે છે.

(ii) અધિશોષિત વાયુની પ્રકૃતિ

- અધિશોષણની સીમા વાયુની પ્રકૃતિ પર પણ નિર્ભર કરે છે. તે વાયુઓ જે વધારે સરળતાથી પ્રવાહીકૃત થઈ જાય છે. અથવા પાણીમાં વધારે મિશ્રીત હોય છે, તે અન્ય વાયુઓની સાપેક્ષે વધારે ઝડપથી અધિશોષિત થાય છે. ઉદા માટે સમાન પરિસ્થિતિઓમાં so_2 અથવા NH3 ની ચારકોલ દ્વારા અધિશોષિત માત્રા અથવા વાયુઓની સાપેક્ષે ખૂબ વધારે હોય છે આથી એટલે થાય છે કારણ કે પ્રવાહીકૃત વાયુઓમાં આંતર-આણ્વીય બળ પ્રબળ હોય છે. આથી આ વધારે પ્રબળતાથી અધિશોષત થાય છે.

(iii) તાપમાન

- તાપમાનનાં વધવાથી અવિશોષણની સીમા ઓછી થઈ જાય છે. ઉદા. માટે એક એક બાર વાતાવરણ દબાણ પર એક ગ્રામ ચારકોલ 273k પર N_2 વાયુને લગભગ તથા પર તથા પર અધિશોષિત કરે છે.272 K, 20 cm^3 at 248 K and 45 cm^3 at 195 K.

- અધિશોષણ એક ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રમ છે. જ્યારે એક મોલ પદાર્થ અવિશોષણ થાય છે તો એન્થાલ્પીમાં ફેરફારને અવિશોષણની એન્થાલ્પી કહેવાય છે. અધિશોષણ પ્રક્રમ સંઘનન પ્રક્રમને સમરૂપ છે. જ્યારે આના વિરૂદ્ધ પ્રક્રમને વિશોષણ કહેવાય છે. આ પ્રકૃતિમાં તે ઉષ્માશોષક હોય છે આ બાષ્પન પ્રક્રમને સમરૂપ છે. જ્યારે એક વાયુને એક બંધ પાત્રમાં ઘન અધિશોષકનાં સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે તો સમયની સાથે એક ગતિ સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છે.

વાયુ + ઘન = ઘન પર આવિશોષિત + ઉષ્મા અધિશોષ્ય અધિશોષક વાયુ

- જો કે અગ્ર પ્રક્રમ (આધિશોષણ) સ્વભાવમાં ઉષ્માક્ષેપક હોય છે. લા-શર્ટેલિયરનાં સિદ્ધાંત અનુસાર આ ઓછા તાપમાન પર અનુકૂળ થશે. આથી અધિશોષણની સમી તાપમાનને ઓછું કરવાથી વધી જશે. અને તાપમાનનાં વધારવાથી ઓછી થશે.

(iv) વાયુનું દબાણ

- એક નિશ્ચિત તાપમાન પર વાયુનાં દબાણ વધરાવાની સાથે અધિશોષણની સીમા વધી જશે. થોડી વાર પછી આપણે બંનેની વચ્ચેનાં સંબંધને વિસ્તારથી ભણીશું.

15.1.3 ભૌતિક અને રાસા. અધિશોષણ

- અધિશોષણને મુખ્ય બે ભાગોમાં વહેંચવામાં આવી શકે છે. ભૌતિક અને રાસા. અધિશોષણ

(i) ભૌતિક અધિશોષણ :-

- આ સામાન્ય પ્રકારનું અધિશોષણ છે. ભૌતિક અધિશોષણનાં સાધારણ લક્ષણ છે કે નિર્બળ વાન-ડર-વાલ્સ બળો દ્વારા અધિશોષણ અણુઓને અધિશોષકની સપાટી પર રોકી લેવામાં આવે છે આ બળ છે જે બધા દ્રવ્યોનાં કણોની વચ્ચે હોય છે. કારણ ક આમનો સ્વભાવ સંતુલિત ભૌમિક હોય છે. આ બળ કોઈ અધિશોષણ અને અધિશોષ્ય યુગ્મની વચ્ચે સંપાદિત હોય છે આથી ભૌતિક અધિશોષણની સીમા અધિશોષક અને અધિશોષ્યનાં સ્વભાવનાં અનુસાર ભિન્ન હોય છે. જેવું કે પહેલા વ્યખ્યા કરી હતી.

- ભૌતિક અધિશોષણને અધિષણની ઓછી એન્થાલ્પી દ્વારા અભિલક્ષિત કરવામાં આવે છે કે જે લગભગ 10-40 હોય છે.

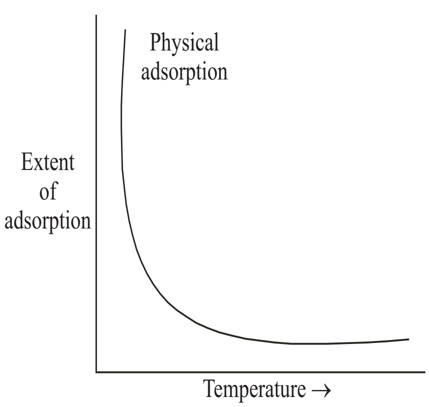
- વાયુના ઘન દ્વારા ભૌતિક અધિશોષણનું એક અન્ય લક્ષણ આ છે કે તે સ્વભાવમાં ઉત્ક્રમણીય છે અને અધિશોષક તથા અધિશોષ્યની વચ્ચે સંતુલન સ્થાપિત થઈ જાય છએ જેવું કે પહેલા વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે દબાણની સીમા વધારવાથી અધિશોષણ વધે છે અને દબાણ છોડવાથી વાયુનું વિશોષણ થાય છે જ્યારે તાપમાન વધારીએ છીએ, ભૌતિક અધિશોષણ ઓછું થઈ જાય છે. અને હવે તેને ઓછું કરીએ અધિશોષણ વધે છે ઘણા બધા ભૌતિક અધિશોષણમાં અધિશોષણનાં ઘણાં બધાં પડો એકબીજા પર અધિશોષિત થઈ જાય છે.

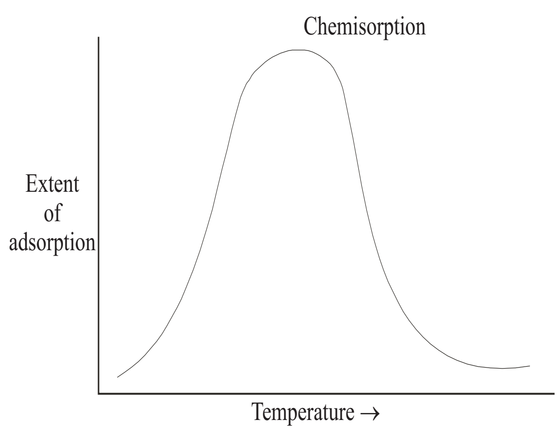
(ii) રાસાયણિક શોષણ અથવા રાસાયિણક અધિશોષણ

- આપણે પહેલા જોઈ ગયા છે કે કેટલીક અસંતૃપ્ત સંયોજક્તા ઘનનાં પડ પર હોય છે જ્યારે પણ

અધિશોષક અને અધિશોષ્યની વચ્ચે રાસાયણિક સંબંધ હોય છે અધિશોષણ ખૂબ પ્રબળ થઈ જાય છે. આ રીતે અધિશોષણ તે બળોનાં કારણે હોય છે જે અધિસોષક અને અધિશોષ્યની વચ્ચે બનતા રાસાયણિક અધિશોષણ કહેવાય છે.

- અધિશોષણની એન્થાલ્પી રાસાયણિક બંધો જેવી ઊંચી હોય છે. અને તેનો વિસ્તાર 40-400 છે. રાસાયણિક અધિશોષણ અતિ વિશેષ હોય છે અને આ વિશેષ અધિશોષક- અધિશોષ્ય યુગ્મની વચ્ચે સંભવ હોય છે. ઘણા બધાં રાસાયણિક પરિવર્તનોની જેમ આ અનુક્રમણીય હોય છે અધિશોષિત વાયુઓને નિકાળવાની કોશિશ કરવાથી વાયુ અને કેટલીક માત્રા નિશ્ચિત સંયોજનથી મળે છે. ઉદાહરણ માટે, ઓક્સિજન વાયુ ટંગસ્ટનની ઉપર રાસાયણિક શોષિત થાય છે. આ ટંગસ્ટનનાં પડથી ઓક્સિજન તથા ટંગસ્ટન ઓક્સાઈડનાં મિશ્રણનાં રૂપમાં નીકળે છે. ભૌતિક અધિશોષણની વિરુધ્ધ રાસાયણિક અધિશોષણ તાપમાનનાં વધ્યા પહેલાથી વધે છે. અને પછી અધિશોષણ તાપમાનનાં વધ્યા પહેલાથી વધે છે. અને પછી ઓછું થઈ જાય છે. (ચિત્ર 17.4ખ) આ દર્શાવે છે કે રાસાયણિક અધિશોષણની પાસે સક્રિયણ ઊર્જા હોય છે રાસાયણિક અધિશોષણ દરમિયાન અધિશોષણ અણુંઓનું માત્ર એક પડ જ અધિશોષિત થાય છે. ભૌતિક અધિશોષણ તથા રાસાયણિક અધિશોષણની વચ્ચે મુખ્ય અંતર કોષ્ટક 17.1 માં આપેલ છે.





આકૃતિ

કોષ્ટક 17.1 ભૌતિક અધિશોષણ અને રાસાયણિક અધિશોષણ

ભૌતિક અધિશોષણ	રાસાયણિક અધિશોષણ

(1) અધિશોષ્ય અને અધિશોષકની વચ્ચે નિર્બળ વાન-ડર-વાલ્સ બળે પ્રબળ કાર્ય કરે છે.

(2) અધિશોષણની એન્થાલ્પી ઓછી હોય છે. અને તેનો વિસ્તાર10 થી 40 kg mol-[1] છે.

(3) સક્રિયણ ઊર્જા શામિલ હોતી નથી

(4) અધિશોષણ ઓછું તાપમાન અને ઊંચા દબાણે સરળતાથી થાય છે.

(5) આ સ્વભાવમાં વિશેષ હોતું નથી બધા વાયુઓ બધા ઘનોની ઉપર અતિ વિશેષ હોય છે અને તે કોઈ સંયોજન બનતું નથી.

(6) આ સ્વભાવમાં ઉત્ક્રમણીય છે આ વાયુનાં તાપમાનનાં વધારવા અનુક્રમણીય હોય છે વિશેષણ જે

(7) ઘણા બધા પડોનું બનવું સામાન્ય છે.

(1) રાસાયણિક અધિશોષણ અધિશોષ્ય અને અધિશોષકની રાસાયણિક બંધનાં છે અને સમાન હોય છે.

(2) અધિશોષણની એન્થાલ્પી ઊંચી હોય છે અને તેનો વિસ્તાર 40 થી 400 kg mol-[1] છે.

(3) મહત્વપૂર્ણ સક્રિયણ ઊર્જા શામિલ હોય છે.

(4) રાસાયણિક અધિશોષણ તુલનાત્મક ઊંચા તાપમાને અને દબાણે થાય છે.

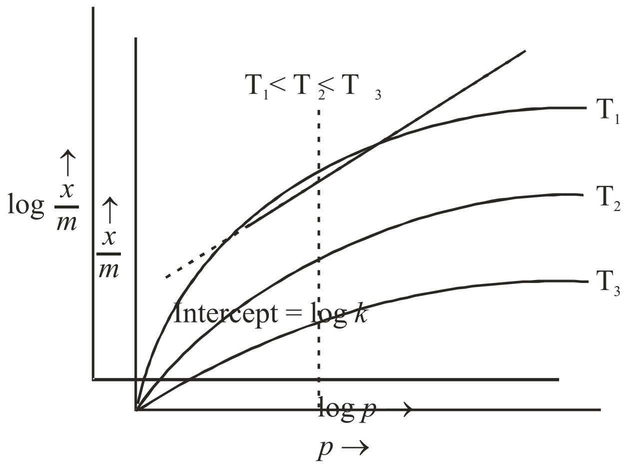
(5) આ સ્વભાવમાં અધિશોષિત થાય છે અધિશોષક અને અધિશોષ્યની વચ્ચે હોય છે જેમાં સંયોજન બનાવવાની સંભાવના હોય છે.

(6) આ સ્વભાવમાં અને દબાણને ઓછા કરવાથી વિશેષણ કરે છે.કેટલીક માત્રામાં સંયોજન બનાવે છે તેને પણ પૃથક કરે છે.

(7) એક જ પડ બને

15.1.4 અધિશોષણ સમતાથી વક્ર

- અધિશોષણની સીમાનાં પરિમાણ ને પદોમાં માપવામાં આવે છે જ્યાં ગેસ (અધિશોષ્ય)નો ભાર છે. કે જે સંતુલન પર અધિશોષકનાં ભાર પર અધિશોષિત થાય છે. અધિશોષ્યના ભાર છે કે જે અધિશોષકની પ્રતિ એકમ ભાર પર અધિશોષિત થાય છે. એક સચળ તાપમાન પર દબાણની સાથે માં ફેરફારને જે ગ્રાફમાં દર્શાવવામાં આવેલ છે. તેને અધિશોષણ સમતાથી વક્ર કહે છે. આવો આપણે જોઈએ કે વાયુઓ અને દ્રાવકની પોતાનાં દ્રાવણોમાં કઈ સીમા સુધી અધિશોષણમાં ભિન્નતા હોય છે.



આકૃતિ

(1) વાયુઓનું અધિશોષણ

- વાયુઓનું અધિશોષણ સમતાપી વક્ર કે જે ઘનની ઉપર અધિશોષિત થાય છે. તેને ચિત્ર 15.5માં દર્શાવ્યામાં આવ્યું છે. આ દર્શાવે છે કે વાયુને ઘન પર અધિશોષણની સીમા વાયુનાં દબાણ (P) વધારવાથી ત્રણ ભિન્ન નિમિત તાપમાનો પર વધે છે વક્ર એ પણ દર્શાવે છે કે અધિશોષણની સીમા, જેવું જ તાપમાન વધે છે. એક નિશ્ચિત દબાણ પર ઓછી થાય છે. (બિંદુવાળી રેખાને જુઓ)

ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી વક્ર

- ફ્રુન્ડલીચને અધિશોષણની સીમા અને વાયુનાં દબાણની વચ્ચે એક અનુભવિક ગાણિતીક સંબંધ આપેલ છે. જે આ પ્રકારે છે.

- આ સંબંધમાં k એક આવેલ તાપમાન પર અચળાંક છે. અને અધિશોષ્ય તથા અધિશોષકનાં સ્વભાવ પર નિર્ભર કરે છે. નું માન દબાણ વધારવાથી વધે છે. આ સંબંધ માત્ર સ્થિર તાપમાન પર જ માન્ય છે. આથી આને ફ્રુન્ડલીચ સમતાથી વક્ર કહે છે. ઉપરનાં સમી.નો લઘુગુણક લેવાથી,

- આ સમીકરણ એક સીધી રેખા માટે છે અને નો આલેખ p વિરૂદ્ધ ની સાથે સીધી રેખા હોવી જોઈએ. જેવું કે ચિત્ર 15.6માં બતાવ્યું છે વાસ્તવમાં અભ્યાસમાં એક સીધી રેખા મળે છે. પૂર્વ નિર્દિષ્ટ ઓછુ અને ઊંચા દબાણની નીપજની ઉપેક્ષા કરવામાં આવે.

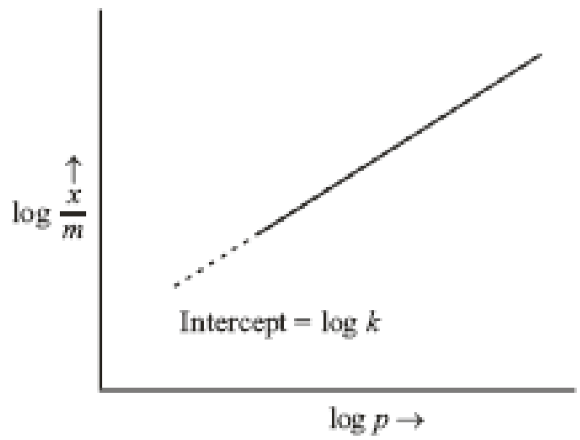


Fig. 15.6 : Plot of log $\frac{x}{m}$ against log p.

આકૃતિ

5.1.5 લેંગમ્યુર અધિશોષણ સમતાપી વક્ર

- અધિશોષણ સમતાપી વક્ર :- ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી વક્રની એક ખામી એ છે કે આ વાયુનાં ઊંચા દબાણ પર હોવાથી અનુકુળ થઈ જાય છે લેંગમ્યુરે એક અધિશોષણ સમતાપી વક્રને વાયુઓનાં ગતિજ સિદ્ધાંતનાં આધારે અનુમાનિત સૈદ્ધાંતિક વિચારનાં રૂપમાં પ્રસ્તુત કર્યો આ લેંગમ્યુર અધિશોષણ સમતાપી વક્ર કહેવાય છે. આ સમતાપી વક્ર આ સંકલ્પના પર આધારિત છે કે પ્રત્યેક અધિશોષણ તુલ્ય હોય છે. અને આની કણને બાંધવાની ક્ષમતા આ વાત પર નિર્ભર નથી હોતી કે આસપાસનાં સ્થળો ઘેરાયેલ છે. અથવા નહીં. પોતાની આ વ્યુત્પત્તિમાં લેંગમ્યુરે આ વિચાર કર્યો કે અધિશોષણ નીચેનાં બે વિરુદ્ધ પ્રક્રમાંથી મળીને થાય છે.

- વાયુ અણુઓનું ઘનની સપાટી પર અધિશોષણ
- અધિશોષિત અણુઓનું ઘનની સપાટીથી વિશોષણ થવુ
- લેગમ્યુરે વિચાર કર્યો કે ઉપરનાં બે વિપરીત પ્રક્રમોની વચ્ચે એક ગતિજ સંતુલન સ્થાપિત થાય છે તેણે એ પણ કલ્પના કરી કે અધિશોષિત સ્તર પર અણુની એક મોટી સપાટી હોય છે. જો કે આ પ્રકારનાં અધિશોષણ, રાસાયણિક અધિશોષણની સ્થિતિમાં મળે છે. લેગમ્યુર અધિશોષણ સમતાપી વક્ર વિશેષ રીતે રાસાયણિક શોષણમાં સારી રીતે કાર્ય કરે છે.
- લેંગમ્યુર અધિશોષણ સમતાપી વક્ર નીચેના સંબંધ દ્વારા દર્શાવાય છે.

$$\frac{x}{m} = \frac{a\,p}{1+bp}$$

જ્યાં a અને b બે લેંગમ્યુર મૂલ્ય છે. ઘણાં ઊંચા દબાણ પર ઉપરનાં સમતાપી વક્ર સીમિત રૂપ ગ્રહણ કરી લે છે.

- ઘણાં ઓછા દબાણ પર સમી. (15.1) આ રીતે થાય છે.

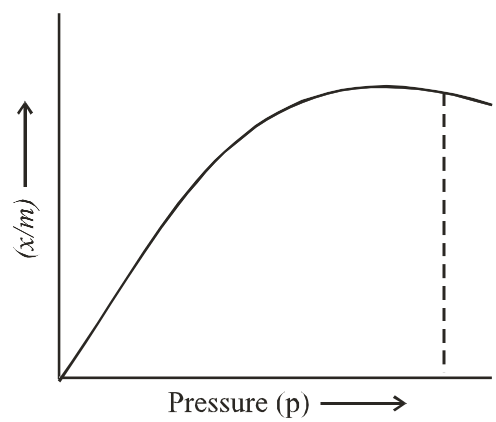
(ઘણા ઓછા દબાણ પર)

- a તથા b મૂલ્યોને શોધવા માટે સમી. (15.1)ને વિરુદ્ધ રૂપમાં લખવામાં આવી શકે છે.

(at very high pressure)

- નો ની વિરુદ્ધ આલેખ એક સીધી રેખા જેનો ઢાળ તથા અંતઃખંડ ક્રમશઃ તથા થાય છે. માં પ્રાપ્ત થાય છે. આ પ્રકારે બંને મૂલ્યો પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.

- લેંગમ્યુર સમતાપી વક્ર, ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી વક્રની તુલનામાં સમીકરણ (15.1)નાં રૂપમાં આંકડાઓનાં નિરૂપણમાં સાધારણ રીતે વધારે સફળ છે. જ્યારે એક અણુ સપાટી બનાવે છે. તથા દબાણ ની વિરુદ્ધ એક આલેખ ચિત્ર (15.7)માં બતાવ્યું છે. સમી (15.3)ની જેમ ઓછા દબાણ પર દબાણ ની સાથે રેખીય રૂપમાં વધે છે. જાય છે. એટલેકે સપાટી પૂરી રીતે ઢંકાઈ ગઈ છે. અને દબાણનાં ફેરફારનો કોઈ પ્રભાવ હોતો નથી તથા કોઈ આગળ અધિશોષણ થતું નથી જેવું કે ચિત્ર



$\frac{x}{m} = k c^{\frac{1}{n}}$ $\frac{a}{b}$

આકૃતિ

(ii) દ્રાવણોથી અધિશોષણ

- દ્રાવણોથી પણ અધિશોષણ થાય છે. દ્રાવ્ય પદાર્થ ઘન અધિશોષકની સપાટી પર અધિશોષિત થાય છે એક સારો અધિશોષક, ચારકોલ, એસિટિક એસિડ, ઓકઝેલિક એસિડ તથા રાસા. રંગકો ને તેમનાં જલીય દ્રાવણો થી અધીશોષિત કરવાનો ઉપયોગમાં લાવવામાં આવે છે.

- અધિશોષણની સીમા દ્રાવ્ય પદાર્થની સાંદ્રતા પર નિર્ભર કરે છે. ફ્રુન્ડલીચ સમતાથી વક્ર દ્રાવણોથી અધિશોષણમાં લાગુ રહે છે. જ્યારે દબાણનાં સ્થાન પર સાંદ્રતાનો ઉપયોગ થાય છે. જેવું કે નીચે

બતાવ્યું છે. =

અને લઘુગુણકનાં રૂપમાં આ રીતે,

$$\log \quad = \log k + \quad \log c$$

- નો ની વિરુદ્ધ ખેંચવામાં આવેલ આલેખ પણ એક સીધી રેખા જ હોય છે જો ખૂબ ઓછી અને ખૂબ વધુ સાંદ્રતાઓને

15.1.6 અધિશોષણનાં ઉપયોગ

- અધિશોષણની પ્રતિક્રિયાનાં ખૂબ ઉપયોગ હોય છે જેમાંથી કેટલાકને નીચે બનાવ્યા છે.

(1) સક્રિય ચારકોલનો વાયુ માસ્કમાં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જેમાં ઝેરી વાયુઓનું અધિશોષણ થઈ જાય છે અને હવા પ્રવાહિત થઈ જાય છે.

(2) સીલિકા જેલને નાનાં કપડાનાં થેલાઓમાં બાંધીને ઔષધિઓની બોટલોમાંથી ભેજને અધિશોષિત કરવામાં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

(3) ચારકોલનો ઉપયોગ ઘણા બધા સંયોજનોનો બનાવતી વખતે રંગહીન કરતી વખતે થાય છે.

(4) ફોટોગ્રાફીમાં વિભિન્ન દ્રાવણોનું ઘન અધિશોષકની સપાટી પર ચયનિત અધિશોષણ તેમને પૃથક કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

(5) રંગવાની પ્રક્રિયા સમયે ઘણા બધા રંગકોની સાથે રંગ-બંધક ઉપયોગમાં લાવવામાં આવે છે. આ સ્થિતિઓમાં રંગ-બંધક રંગકને કપડા પર અધિશોષણ દ્વારા સ્થિર કરી દે છે.

પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 15.1

(1) નીચેના વાક્યો સાચા છે કે ખોટાં તેનો સંકેત કરો. (T/F)

(i) વધારે પ્રવાહીકૃત વાયુઓ વધારે પ્રબળતાથી અધિશોષિત થાય છે.

(ii) અસરંધ્રી અધિશોષક સરંધ્રી અધિશોષકની તુલનામાં એક વાયુની સમાન પરિસ્થિતિઓમાં વધારે માત્રા અધિશોષિત કરે છે.

(iii) તાપમાનમાં વૃદ્ધિ અધિશોષણની સીમાં વૃદ્ધિ કરે છે.

(v) અધિશોષણ દ્રાવણો દ્વારા પણ થઈ શકે છે.

જવાબ

15.2 ઉત્પ્રેરણ

- જ્યારે હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજનને એક બીજાનાં સંપર્કમાં લાવવામાં આવે છે તો કોઈ દશ્ય પ્રક્રિયા નથી હોતી. પરંતુ જ્યારે આ વાયુઓનાં મિશ્રણમાં થોડું પ્લેટિનમ ગેજનો ટુંકડો નાખવામાં આવે છે તો પ્રક્રિયા તત્કાલ થાય છે. અહીંયા પ્લેટિનમ ગેજ પ્રક્રિયાની ગતિને વધારી દે છે અને ઉત્તેજક કહેવાય છે.

- ઉત્તેજક એવા પદાર્થ હોય છે. જે પ્રક્રિયાનાં દરને બદલી નાખે છે. પરંતુ રાસાયણિક રૂપથી પ્રક્રિયાનાં અંતમાં બદલાયા વગરનાં રહે છે.

- કોઈ પદાર્થનાં મિશ્ર કરવાથી, કે જે સ્વયં રાસા. રૂપથી અપરિવર્તિત રહે છે. નાં કારણે પ્રક્રિયા

દરમાં ફેરફારની પ્રક્રિયા ઉત્તેજક કહેવાય છે. ઉત્પ્રેરણનાં કેટલાક બીજા ઉદા. નીચે છે.

(i) પોટેશિયમ ક્લોરેટ ઊંચા તાપમાને વિઘટિત થાય છે. જો તેમાં થોડી માત્રામાં મેગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ મિશ્ર કરવામાં આવે તો વિઘટનનો દર ઘણો ઓછાં તાપમાન પર થઈ જાય છે. જ્યાં મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ ઉત્પ્રેરકની જેમ કાર્ય કરે છે.

(ii) ઝિંક અને હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડની પ્રક્રિયા જલીય કોપર (II)સાયનોની હાજરીમાં ઉત્પ્રેરિત થઈને હાઈડ્રોજન બનાવે છે.

(iii) હાઈડ્રોક્લોરિક વાયુનું ઓક્સીજન દ્વારા ઓક્સિડેશન વધુ તીવ્રતાથી થાય છે. જો આ વાયુઓ ક્યુપ્રિક ક્લોરાઈડની ઉપરથી પ્રવાહિત કરવામાં આવે તો.

સ્વ-ઉત્પેરણ

- કેટલીક પ્રક્રિયાઓમાં નીપજોમાંથી એક પ્રક્રિયામાં ઉત્તેજકની જેમ કાર્ય કરે છે. ઉદા. માટે ઓક્ઝેલિક એસિડનો એસિડિક પોટેશિયમ પરમેગેનેટ દ્વારા ઓક્સીડેશન આ રીતે થાય છે.

- રૂમ તાપમાને શરૂઆતમાં પ્રક્રિયા ખૂબ ધીમી હોય છે ધીરે ધીરે આ આયનોનીલ ઉત્પ્રેરક ક્રિયાનાં કારણે ઝડપી થઈ જાય છે કે જે પ્રક્રિયામાં એક નીપજ નાં રૂપમાં હોય છે. ઉત્પ્રેરકની જેમ કાર્ય કરે છે. આ પ્રક્રિયા સ્વ-ઉત્પ્રેરણ કહેવાય છે.

ઋણાત્મક ઉત્પ્રેરણ

- કેટલાક ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયા દરની તીવ્રતાને વધારવાને બદલે મંદ કરી દે છે. તેમને ઋણાત્મક ઉત્પ્રેરક કહેવાય છે. ઉદા. માટે

(i) ગ્લિસરોલ હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડનાં વિઘટનને મંદ કરી દે છે.

(ii) ફિનોલ સલ્ફયુરસ એસિડનાં ઓક્સીડેશનને મંદ કરી દે છે.

વર્ધક અને વિષ

- કેટલાક પદાર્થ ઉત્પ્રેરકની સક્રિયતામાં વૃદ્ધિ અથવા ઘટડો કરી દે છે. તે સ્વયં કોઈ ઉપ્રેરક સક્રિયતા નથી દર્શાવતા.

- પદાર્થ કે જે ઉત્પ્રેરકની સક્રિયતામાં વૃદ્ધિ કરે છે તેમને વર્ધક કરે છે. અને તે પદાર્થ કે જે ઉત્પ્રેરકની સક્રિયતાને ઓછી કરી દે છે તેમને વિષ કરે છે. ઉદા. માટે.

(i) એમોનિયાના નિર્માણ માટે હાવર પ્રક્મમાં, લોખંડનો ઉત્પ્રેરક સક્રિયતા મોલિબ્ડેનમ દ્વારા વધારી દેવામાં આવે છે કે જે વર્ધકનું કાર્ય કરે છે.

(ii) હાઈડ્રોજિનેશન દરમિયાન કોપર નિકલની સક્રિયતાને વધારી દે છે.

(iii) હાવર પ્રક્મમાં આયર્ન ઉત્પ્રેરક હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડ દ્વારા ઝેરી થઈ જાય છે.

(iv) સલ્ફયુરિક એસિડ નિર્માણનાં કોન્ટેક્ટ પ્રક્મમાં ની થોડી માત્રા પણ પ્લેટિનમ ઉત્પ્રેરકને ઝેરી કરી દે છે.

15.2.1 ઉત્પ્રેરકનો સામાન્ય લક્ષણ

- ઉત્પ્રેરકનાં નીચેના સામાન્ય લક્ષણ હોય છે.

(i) ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયાના અંતમાં અપરિવર્તનશીલ રહે છે.

- ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયામાં ઉત્પ્રેરકની માત્રા અને રાસા. સંઘટન અપરિવર્તનશીલ રહે છે. પરંતુ ઉત્પ્રેરકમાં ભૌતિક પરિવર્તન થઈ શકે છે ઉદા. માટે, મેગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ કે જે પોટેશિયમ ક્લોરેટનાં તાપીય વિઘટનમાં ઉપયોગ થાય છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન પાઉડર થઈ જાય છે.

(ii) સામાન્ય રીતે ઉત્પ્રેરકની અલ્પ માત્રા જ પર્યાપ્ત હોય છે.

- મોટા ભાગની પ્રક્રિયાઓમાં ઉત્પ્રેકની ખૂબ થોડી માત્રા જ આવશ્યક હોય છે. માત્રા એક ગ્રામ આયન 10^9 લિટર સોડિયમ સલ્ફાઈડ દ્રાવણનાં ઓક્સિડેશનમાં ઉત્પ્રેરકનાં રૂપમાં પર્યાપ્ત થાય છે. કેટલીક સિથતિઓમાં પ્રક્રિયા પર હાજર ઉત્પ્રેરકની સાંદ્રતાનાં અનુક્રમાનુપાતી હોય છે. આ રીતે ઉત્પ્રેરણ સામાન્ય રીતે એસિડો અથવા બેઈઝડોમાં હોય છે.

(iii) ઉત્પ્રેરક ઉત્ક્રમણીય પ્રક્રિયાઓની સંતુલિત અવસ્થાની સ્થિતિમાં કોઈ બદલાવ નથી. કરતા.

- ઉત્પ્રેરક સંતુલનને તીવ્ર પહોંચાડવામાં મદદ કરે છે. પરંતુ આ પ્રક્રિયાનાં સંતુલન સંઘટનમાં કોઈ પરિવર્તન નથી કરતા. આવું એટલે થાય છે કારણ કે ઉત્પ્રેરક અગ્રતયી પશ્ચ પ્રક્રિયાનાં દરને બરાબર વધારે છે.

(iv) ઉત્પ્રેરક સામાન્ય રીતે પોતાના કાર્યમાં વિશિષ્ટ હોય છે.

- સામાન્ય રીતે એક ઉત્પ્રેરક માત્ર એક પ્રક્રિયાનાં દરમાં પરિવર્તન કરે છે. ઉદા. માટે મેગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ, પોટેશિયમ ક્લોરેટનાં વિઘટનને ઉત્પ્રેરિત કરે છે. પરંતુ પોટેશિયમ પરક્લોરેટ ને નહીં

(v) ઉત્પ્રેરક એક પ્રક્રિયાને પ્રારંભ નથી કરી શકતા.

- ઉત્પ્રેરક એક પ્રક્રિયા દરને પરિવર્તિત કરી શકે છે કે જે ઉત્પ્રેરકની ગેરહાજરીમાં પણ થઈ શકે છે. આ પ્રક્રિયાને પ્રારંભ નથી કરી શકતા.

- ઉત્પ્રેરક એક પ્રક્રિયા દરને પરિવર્તિત કરી શકે છે કે જે ઉત્પ્રેરકની ગેરહાજરીમાં પણ થઈ શકે છે. આ પ્રક્રિયાને પ્રારંભ નથી કરી શકતા.

(vi) ઉત્પ્રેરકની સક્રિયતાં વર્ધકોની હાજરી દ્વારા વધારી શકાય છે. અને વિષની હાજરી દ્વારા ઘટાડી શકાય છે.

- વર્ધકની હાજરી ઉત્પ્રેરકની સક્રિયતા વધારે છે જ્યારે એક વિષની હાજરી આને ઘટાડે છે.

15.2.2 સમાંગી અને વિષમાંગી ઉત્પ્રેરક

- પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં હાજર અવસ્થાઓની સંખ્યાઓનાં આધારે ઉત્પ્રેરણની પ્રક્રિયાને બે મુખ્ય પ્રકારોમાં વહેંચવામાં આવે છે. સમાંગી અને વિષમાંગી ઉત્પ્રેરણ (પ્રણાલીની સમાંગ ભાગ અવસ્થા છે.)

(ક) સમાંગી ઉત્પ્રેરણ

- જ્યારે ઉત્પ્રેરક અને પ્રક્રિયક સમાન અવસ્થામાં હાજર હોય તો આ પ્રક્રિયા સમાંગી ઉત્પ્રેરણ કહેવાય છે. ઉદા. માટે.

(i) લેડ ચેમ્બર પ્રક્રમમાં સલ્ફર ડાયોક્સાઈડનાં ઓક્સીડેશનને સલ્ફર ડાયોક્સાઈડનાં બનવામાં

નાઈટ્રીક ઓક્સાઈડ ઉત્પ્રેરિત કરે છે.

(ii) હાઈડ્રોજન આયન શર્કરાનાં પ્રતિલોમનને ઉત્પ્રેરિત કરે છે.

(b) વિષમાંગી ઉત્પ્રેરણ :- જ્યારે ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયકોની અવસ્થાઓથી ભિન્ન અવસ્થામાં હાજર હોય તો આ પ્રક્રિયા વિષમાંગી ઉત્પ્રેરણ કહેવાય છે. ઉદા. માટે.

(1) લોખંડ એમોનિયા વાયુનાં નિર્માણને ઉત્પ્રેરિત કરે છે.

(ii) સલ્ફ્યુરિક એસિડનાં નિર્માણ માટે કોન્ટેક પ્રકમમાં પ્લેટિનીકૃત એસ્બેટોસને ઉત્પ્રેરકની જેમ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

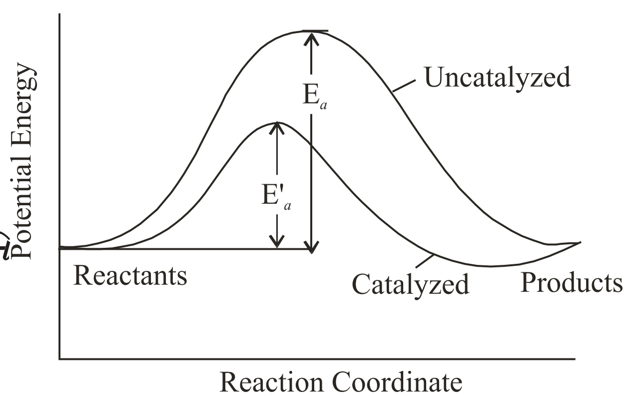
15.2.3 ઉત્પ્રેરણ અને સક્રિયણ ઊર્જા

- આપણે જોયું કે ઉત્પ્રેરક કોઈ પ્રક્રિયાનાં દરને વધારે છે ચિત્ર 15.8 પર વિચાર કરીને આપણે આની વ્યાખ્યા કરી શકીશું.

- આ ચિત્રમાં અનુપ્રેરિત પ્રક્રિયાની સક્રિયણ ઊર્જા છે અને ઉત્પ્રેરિત પ્રક્રિયાની સક્રિયણ ઊર્જા છે. જેવું કે તમે ચિત્રથી સમજો છો એવું ઉત્પ્રેરક સક્રિયણ ઊર્જાને ઓછી કરી દે છે. સક્રિયણ ઊર્જામાં આ ઘટાડો પ્રક્રિયા માટે ઓછી ઊર્જાનો વૈકલ્પિક માર્ગ આપીને પ્રાપ્ત થાય છે.

- તમે આ ચિત્રમાં એ પણ જોશો કે પ્રક્રિયકો અને નીપજોની અપેક્ષિત ઊર્જાઓ પરિવર્તિત નથી થતી. ઉત્પ્રેરિત અથવા અનુપ્રેરિત પ્રક્રિયાઓ માટે એન્થાલ્પી ફેરફાર સમાન છે.

આકૃતિ



પાઠ સંબંધિત પ્રશ્ન 17.2

(1) ઉત્પ્રેરકનાં કોઈ પણ બે લક્ષણોની સૂચી બનાવો.

(2) જ્યારે ઓછી માત્રામાં આલ્કોહોલને સોડિયમ સલ્ફાઈટમાં મિશ્ર કરવામાં આવે છે તો આ તેના સોડિયમ સલ્ફેટમાં ઓક્સીડેશનનાં દર ઓછો કરી દે છે. આલ્કોહોલ કેવા પ્રકારનો ઉત્પ્રેરક છે?

(3) ઉપરની પ્રક્રિયા (પ્રશ્ન 2માં આપેલ છે)માં આલ્કોહોલને ઉમેરવાથી સક્રિયણ ઊર્જા કેવી રીતે

પ્રભાવિત થાય છે.

(4) હાવર પ્રક્રમ દ્વારા એમોનિયામાં નિર્માણમાં મોલિબ્ડેનમને ઉમેરવાથી લોખંડની ઉત્પ્રેરક સક્રિયતા વધે છે. મોલિબ્ડેનમ જેવા પદાર્થને શું કરે છે.

તમે જે શીખ્યા

- વાયુનાં અણુઓને આકર્ષિત અથવા ઓગળી જાય એવા પદાર્થને ઘનની સપાટી પર રોકીને રાખવાની પ્રક્રિયાને અધિશોષણ કરે છે.
- પદાર્થ જે એવિશોષિત થાય છે તે અધિશોષ્ય અને જે અધિશોષણ કરે છે. તે અધિશોષક કહેવાય છે.
- પદાર્થો જે સ્વભાવમાં સરંધ્રી અને જેની સપાટી ખરબચડી હોય છે તે ઉત્તમ અધિશોષક હોય છે.
- સરળતાથી પ્રવાહીકૃત થતાં વાયુઓ વધારે ઝડપથી અધિશોષિત થઈ જાય છે.
- અધિશોષણની સીમા તાપમાનનાં વધવાથી ઓછી થાય છે અને વાયુનાં દબાણનાં વધવાથી વધે છે.
- ભૌતિક અધિશોષણ વાન-ડર-વાલ્સ બળોને કારણે અને રાસાયણિક અધિશોષણ બળ જે રાસાયણિક બંધોનાં સમાન હોવાથી થાય છે.
- અચળ તાપમાન પર વાયુનાં દબાણ પર નિર્ભર અધિશોષણને ફ્રન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાથી વક્ર દ્વારા દર્શાવવામાં આવ્યું છે.
- એક ઉત્પ્રેરક તે પદાર્થ છે જે સ્વયંમાં કોઈ પ્રકારનો રાસાયણિક ફેરફાર ન કરતાં પ્રક્રિયાનાં દરને પરિવર્તિત કરી દે છે.
- એક ઉત્પ્રેરક જે પ્રક્રિયાનાં દરને તીવ્ર કરે છે તે ઘનાત્મક ઉત્પ્રેરક જ્યારે જે ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયાની ગતિ મંદ કરે છે તે ઋણાત્મક ઉત્પ્રેરક કહેવાય છે.
- સ્વયં ઉત્પ્રેરિત તે પ્રક્રિયાઓ છે જેમાં એક નીપજ ઉત્પ્રેરકનાં રૂપમાં કાર્ય કરે છે..
- વર્ધક ઉત્પ્રેરકની કાર્યક્ષમતાને વધારે છે પરંતુ વિષ ઓછી કરે છે.
- એક ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયા આરંભ નથી કરી શકતો અને ન તો તે ઉત્ક્રમણીય પ્રક્રિયાની સંતુલિત અવસ્થાની સ્થિતિ ને પરિવર્તિત કરી શકે છે.
- જ્યારે ઉત્પ્રેરક અને પ્રક્રિયકોની અવસ્થાઓ સમાન હોય છે તો તેને સમાંગી ઉત્પ્રેરક કહે છે.
- જ્યારે ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયકોની અવસ્થાઓથી અલગ અવસ્થામાં હાજર હોય છે તો તેને વિષમાંગી ઉત્પ્રેરક કહે છે.
- એક ઉત્પ્રેરક પ્રક્રિયાનાં દરમાં તેનો માર્ગ અને સક્રિયણ ઊર્જા બદલીને પરિવર્તન કરી દે છે.

પાઠ્યાંત પ્રશ્નો

(1) અધિશોષણ અને અવેશોષણની વચ્ચે ભેદ કરો

જવાબ

(2) ભૌતિક અને રાસાયણિક અધિશોષણોની વચ્ચે ભેદ કરો.

જવાબ

(3) પ્રક્રિયકો કે જે અધિશોષણને પ્રભાવિત કરે છે. સૂચી બદ્ધ કરો.

જવાબ

(4) કયા પ્રકારનાં ઘન સારા અધિશોષક હોય છે.

જવાબ

(5) સરળતાથી પ્રવાહીકૃત થતાં વાયુઓ વધારે ઝડપથી અધિશોષિત થઈ જાય છે. વ્યાખ્યા કરો.

જવાબ

(6) 'અધિશોષણની સીમા' શું છે?

જવાબ

(7) (i) ભૌતિક અધિશોષણ અને (ii) રાસાયણિક અધિશોષણોમાં તાપમાનનો સાથે અધિશોષણ કેવી રીતે ભિન્ન હોય છે? આલેખ દ્વારા સમજાવો.

જવાબ

(8) અધિશોષણની એન્થાલ્પી શું હોય છે?

જવાબ

(9) લ. શેટેલિયર સિદ્ધાંતની મદદથી ભૌતિક અધિશોષણની સીમા પર તાપમાનનાં પ્રભાવની વ્યાખ્યા કરો.

જવાબ.

(10)અધિશોષણ સમતાપી વક્ર શું છે?

જવાબ

(11) ફ્રન્ડલીચ સમતાપી વક્રને ગાણિતકી રૂપમાં લખો અને આલેખ દ્વારા સમજાવો કે કઈ પરિસ્થિતિઓમાં તે માન્ય છે.

જવાબ

(12) દ્રાવણોથી દ્રાવકોનાં અધિશોષણ માટે ગાણિતીક ફ્રુન્ડલીચ સમતાથી આપો.

જવાબ

(13) અધિશોષણની કોઈ ત્રણ ઉપયોગિતાઓ આપો.

જવાબ

(14) (i) ઉત્પ્રેરક અને (ii) ઋણાત્મક ઉત્પ્રેરક શું હોય છે?

જવાબ

(15) વર્ધક અને વિષ શું છે? પ્રત્યેકનું ઉદા. આપો.

જવાબ

(16) સ્વયં ઉત્પ્રેરક શું છે? એક ઉદા. આપો.

જવાબ

(17) ઉત્પ્રેરકનાં કોઈ પાંચ લક્ષણ આપો.

જવાબ

(18) સમાંગી અને વિષમાંગી ઉત્પ્રેરક વચ્ચે ભેદ કરો.

જવાબ

(19) સમાંગી અને વિષમાંગી ઉત્પ્રેરકનાં બે ઉદા. આપો.

જવાબ

(20) પ્રક્રિયાના દરને ઉત્પ્રેરક કેવી રીતે પરિવર્તિત કરે છેય યોગ્ય ઉદા. આપો. આની વ્યાખ્યા કરો.

પાઠગત પ્રશ્નોના ઉત્તર

15.1

(i) T

(ii) F

(iii) F

(iv) T

(v) T

15.2

(1) પાઠનો ભાગ 17.2.1 જુઓ

(2) ઋણાત્મક ઉત્પ્રેરક

(3) વધે છે.

(4) વર્ધક

અભ્યાસક્રમ

મોડ્યુલ	ફાળવેલ ગુણ	અભ્યાસ સમય
૧. પરમાણુઓ, અણુઓ અને અંકગણિત	૪	૧૩
૨. પરમાણ્વી બંધારણ અને રાસાયણિક બંધન	૧૦	૩૦
૩. દ્રવ્ય અવસ્થાઓ	૮	૨૮
૪. રાસાયણિક ઊર્જા	૬	૨૩
૫. રાસાયણિક ગતિકી	૧૨	૩૬
૬. તત્વોનું રસાયણ વિજ્ઞાન	૧૮	૬૦
૭. કાર્બનિક સંયોજનોનું રસાયણ વિજ્ઞાન	૧૮	૬૦
૮. રોજિંદા જીવનમાં રસાયણ વિજ્ઞાન	૦૪	૨૦
	૮૦	૨૭૦

અભ્યાસક્રમની વિગત : -

મોડ્યુલ - રસાયણવિજ્ઞાનના કેટ કેટલાક પાયાના ખ્યાલો

સમય - ૧૩ કલાક   માર્ક - ૦૪

- રસાયણવિજ્ઞાનનું મહત્વ અને અવકાશ
- દ્રવ્યના સૂક્ષ્મસ્ત્રાવનો ઐતિહાસિક ખ્યાલ
- પાયાના SI યુનીટોનો સાદો ખ્યાલ
- રાસાયણિક સંયોગીકરણનો નિયમ
- ડાલ્ટનનો પરમાણ્વીય સિધ્ધાંત :

  તત્વો, પરમાણુ અને અણુઓનો પરિચય
- મોલ સંકલ્પના
- પરમાણુઆ અને અણુઓની ગણતરી અને વજન

- એવેગેડ્રો આંક
- મો
- પરમાણુ અને અણુતાયો
- રાસાયણિક સૂત્ર અને ટકાવાર પ્રમાણ
- પ્રમાણસૂચક અને અણુસૂત્ર
- મોલ, દ્રવ્યમાન, કદનો રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં સંબંધં
- તત્વયોગમિતિ અને તત્વયોગમિતિ આધારિત ગણતરીઓ
- મર્યાદીત પ્રક્રિયકનો ખ્યાલ અને નીપજનું ટકાવાર પ્રમાણ.

મોડયુલ - ૨ પરમાણ્વીય બંધારણ અને રાસાયણિક બંધન

સમય - ૩૦ કલાક | માર્ક - ૧૦

પ્રકરણ - ૨ પરમાણ્વીય બંધારણ

- પરમાણુના મૂળભૂત કણો : ઈલેક્ટ્રોન,પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રોન
- રૂર્થફોર્ડનું પરમાણ્વીય નમૂનો
- પરમાણુક્રમાંક અને પરમાણુતાર
- સમસ્થાનિક અને સમભારીકો
- H પરમાણુનો રેખીય વર્ણપટ
- બોહરનો પરમાણુ નમૂનો (તારવણી વિહિન)
- તરંગકણનો દ્વૈતવાદ અને દ - બોગ્લી સબંધં
- હાઈઝેનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિધ્ધાંત
- તરંગ યંગશાસ્ત્રીકી નમૂનો - કક્ષાઓ
- ક્વોન્ટમ આંકો
- કક્ષકોના પ્રકારો (s,p,d,F) :

આકાર : s, p,d અને F કક્ષકોનો

- આઉબાઉનો સિધ્ધાંત : પરમાણુઓની ઈલેક્ટ્રોન રચના
- પાઉલીનો નિષેધ સિધ્ધાંત
- હુંડનો નિયમ
- પૂર્ણ અને અર્ધપૂર્ણ કક્ષકોની સ્થાયીતા

પ્રકરણ - ૩

આવર્ત કોષ્ટક અને ગુણધર્મમાં આવર્તતા (સમય -૬ કલાક)

- તત્વોના વર્ગીકરણમાં થયેલા પૂર્વ પ્રાપ્તનો
- આવર્ત કોષ્ટકનું વિસ્તૃત સ્વરૂપ
- ૧૦૦ કરતાં વધારે પરમાણુક્રમાંક ધરાવતા તત્વોનુ IUPAC નામકરણ.
- પરમાણ્વીય ગુણધર્મોમાં (પરમાણ્વીય કદ, આયનીક ત્રિજયા, આયનીકરણ, એન્થાલ્પી, ઈલેક્ટ્રોન પ્રાપ્તિ એન્થાલ્પી, સંયોજકતા અને વિદ્યુતઋણમયતા) વિવિધતા

પ્રકરણ - ૪

રાસાયણિક બંધન (સમય - ૧૨ કલાક)

- પરમાણુઓ શા માટે જોડાય ?

  (સ્થિતિ ઉર્જા આલેખ)
- બંધોના પ્રકાર અને તેની લાક્ષણિકતાઓ

  (આયનિક, સહસંયોજક અને હાઈડ્રોજન બંધ બોર્ન હેબર ચક્ર)
- બંધ પ્રાચલા : બંધક્રમાંક, બંધ લંબાઈ, બંધ કોણ, બંધ - એન્થાલ્પી - બંધ ધ્રુવીયતા, દ્વિ-ધ્રુવી ચાકમાત્રા, આયનિક બંધની સહસંયોજક લાક્ષિણકતા
- સસ્પંદન
- અણુઓના આકાર : VSEPR સિધ્ધાંત (માત્ર ૬ ઈલેક્ટ્રોન યુગ્મો સુધી)
- સંયોજકતા બંધનવાદ

- પરમાણવીય કક્ષકોનું સંકરણ
-
- M. O. વાદ : દ્વિસમપરમાણ્વીય અણુ

  H^2,O^2, F^2,C^2

મોડ્યુલ - દ્રવ્ય અવસ્થાઓ

સમય - ૨૮ કલાક   માર્ક - 08

પ્રકરણ - ૫ વાયુ અને પ્રવાહી અવસ્થા

- દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થાઓ
- આંતર આણ્વી આર્કષણબળો અને તેના પ્રકારો
- વાયુની સામાન્ય વર્તણૂક : વાયુના નિયમો
- આદર્શ વાયુ સમીકરણ
- ડાલ્ટનનો આંશિક દબાણનો નિયમ
- વાયુઓનો આણ્વીય ગતિવાદ (તારવણી વિહિન)
- ગતિ ઊર્જા અને Urms
- ગ્રેહામનો પ્રસરણનો નિયમ
- વાસ્તવિક વાયુઓ - આદર્શ વર્તણૂકથી વિચલન
- વાન્ડર વાલ્સ સમીકરણ
- વાયુઓનું પ્રવાહીકરણ
- ક્રાંતિક અચળાંકો
- પ્રવાહીના ગુણધર્મો
- બાષ્પ દબાણ
- પૃષ્ઠતાણ

- સ્નિગ્ધતા (માત્ર ગુણદર્શક + ખ્યાલ ગણિતીય તારવણી વિહિન)
- સંયોજિત કદોનું ગે- લ્યૂસેક નિયમ

પ્રકરણ - ૬ ઘન અવસ્થા

(સમય - ૮ કલાક)

- ઘન પદાર્થોનો સ્વભાવ
- ઘન પદાર્થોનું વર્ગીકરણ : સ્ફટિકમય અને અસ્ફટિકમય
- સ્ફટિકમય પદાર્થોનું વર્ગીકરણ.
- સ્ફટિકમાં પેકિંગ
- એકમ કોષો અને તેના પ્રકારો
- પેકીંગ ક્ષમતા :

  અંત : કેન્દ્રિત એકમકોષની પેકીંગ - ક્ષમતા ccp અને hcp લેટાઈસમ પેકીંગ - ક્ષમતા) :
- એકમ કોષની ઘનતા ગણતરી
- સાદા આયનિક સંયોજનોનું બંધારણ
- ઘન પદાર્થોના વૈદ્યુતી અને ચુંબકીય ગુણધર્મો
- ધાતુઓનો પ્રવાહ, વાહકો, અર્ધવાહકો (n - અને P પ્રકારના અર્ધવાહકો)
- ઘન પદાર્થોમાં અપૂર્ણતા (ફ્રેનલ અને શોલ્કી ખામીઓ)

પ્રકરણ - ૭ દ્રાવણો

(સમય - ૫ કલાક)

- દ્રાવણોના ઘટકો
- દ્રાવણોની સાંદ્રતા : વિવિધ સ્વરૂપે રજૂઆતો
- દ્રાવણોના પ્રકારો
- દ્રાવણોમાં વાયુની દ્રાવ્યતા

- રાઉલ્ટનો નિયમ
- આદર્શ અનેબિન આદશ દ્રાવણ
- દ્રાવણોના સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો
- અસાધારણ અણુભાર : વોન્ટહોફ અવય

પ્રકરણ - ૮ કલિલ (સમય ૫ કલાક)

- કલિલ દ્રાવણ
- સાચુ કલિલ અને આલંબિત દ્રાવણ
- કલિલોનું વર્ગીકરણ
- કલિલ દ્રાવણોની બનાવટ અને ગુણધર્મો
- સ્કંદન,હાર્ડી શુલ્કનો નિયમ
- કલિલોની ઉપયોગિતા
- ઈમ્લ્ઝન અને જેલ
- નેનો દ્રવ્યોનો પ્રાથમિક ખ્યાલ

મોડયુલ ૪

રાસાયણિક ઉર્જાઓ (સમય - ૨૩ કલાક)

ગુણ - ૬

પ્રકરણ - ૯ રાસાયણિક ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર

- પ્રણાલી અને પર્યાવરણ
- પ્રણાલીના પ્રકારો
- પ્રણાલીના ગુણધર્મો
- પદાર્થની પ્રમાણભૂત અવસ્થા
- ઉષ્માક્ષેપક અને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ

- ઉષ્મા રાસાયણિક સમીકરણો
- ઉષ્મા ગતિશાસ્ત્રનો પ્રથમ નિયમ
- આંતિરક ઉર્જા અને એન્થાલ્પી પરિવર્તનનો ખ્યાલ
- ઉષ્મા અને કાર્ય
- પ્રક્રિયાઓની પ્રમાણભૂત એન્થાલ્પી
- ભૌતિક (પિગલન, બાષ્પીભવન, ઉર્ધ્વપાતન અને દ્રાવણ) અને રાસાયણિક પ્રક્રમો (પરમાણ્વીયકરણ, આયનીકરણ) દરમિયાન એન્થાલ્પી ફેરફાર
- હેન્રીનો નિયમ અને તેની ઉપયોગિતા
- બંધ એન્થાલ્પી

પ્રકરણ - ૧૦

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની સ્વયંભૂપીતા

- સ્વંયભૂ અને બિનસ્વયંભૂ પ્રક્રિયાઓ
- એન્ટ્રોપી, એન્ટ્રોપી ફેરફાર અને સ્વયંભૂયીતાનો ખ્યાલ
- ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો બીજો નિયમ
- ગીલ્ક - ઉર્જા ફેરફાર અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાની સ્વયંભૂયતા
- ગીલ ઊર્જા ફેરફા અને સંતુલન અચળાંક
- ઉષ્માગતિશાસ્ત્રનો ત્રીજો નિયમ અને નિરપેક્ષ એન્ટ્રોપી

મોડયુલ - ૫ રાસાયણિક ગતિશીલતા

(સમય - ૩૬ કલાક) માર્ક - ૧૨

પ્રકરણ - ૧૧ રાસાયણિક સંતુલન (સમય - ૮ કલાક)

- સ્થિર અને ગતિશીલ સંતુલિતતા
- પ્રતિવર્તી અને અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ

- રાસાયણિક અને ભૌતિક પ્રક્રમોમાં સંતુલન
- સમાંગ અને વિષમાંગ પ્રણાલીમાં સંતુલન
- સક્રિય જગ્યાનો નિયમ અને સંતુલન અચળાંકો
- Kc અને Kp વચ્ચેનો સબંધ
- સંતુલન અચળાંકનો લાક્ષણિકતાઓ
- સંતુલન અવસ્થાને અસરકર્તા પરિબળો - લ - શેટેલિયરનો સિધ્ધાંત

પ્રકરણ - ૧૨ આયનિક સંતુલન (માર્ક - ૧૦ કલાક)

- એસિડ અને બેઈઝના સામાન્ય ખ્યાલ
- નિર્બળ એસિડ અને બેઈઝનો આયનીકરણ અચળાંક
- પ્રબળ અને નિર્બળ વિદ્યુતવિભાજય નિર્બળ વિદ્યુત વિભાજય નું આયનીકરણ
- પાણીનું આયનીકરણ
- pH નો ખ્યાલ
- ક્ષારોનું જળવિભાજન
- બફર દ્રાવણો
- હેન્ડરસન સમીકરણ
- દ્રાવ્યતા ગુણાંક (Ksp) અને તેની ઉપયોગિતા
- સમાન આયન અસર

પ્રકરણ - ૧૩ વિદ્યુત રસાયણ

- ઓકસીડેશન અને રિડકશન (ઈલેકટ્રોન વિનિમય ખ્યાલ)
- ઓકસીડેશન આંક
- ઓકસીડેશન આંક અને આયન ઈલેકટ્રોન પધ્ધતિ વડે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનું સંતુલન
- વિદ્યુત રાસાયણિક કોષ

- *વિદ્યુત વિભાજન વહનશીલતા, (વહન, વાહકતા, આણ્વીય વાહકતા, મંદનની અસર, કોહલરોશનો નિયમ)*

- *રાસાયણિક અને ભૌતિક પ્રક્રમોમાં સંતુલન*

- *સમાંગ અને વિષમાંગ પ્રણાલીમાં સંતુલન*

- *સક્રિય જથ્થાનો નિયમ અને સંતુલન અચળાંકો*

- *વિદ્યુત વિભાજયના હેરોડના નિયમો વિદ્યુત વિભાજય કોષ અને ગેલ્વેનીક કોષ લેડ સંગ્રાહક કોષ, કોષની* EMF *પ્રમાણભૂત કોષ - પોટેન્શિયલ*

- *વિદ્યુત રાસાયણિક શ્રેણી અને તેની ઉપયોગિતા*

- *રાસાયણિક કોષ માટે નર્નસ્ટ સમીકરણ અને તેની ઉપયોગિતા*

- E.M.F. *અને ગીબ્ઝ મુક્ત ઊર્જા વચ્ચેનો સંબંધ*

- *બેટરી અને બળતણ કોષ*

- *ક્ષારણ.*

પ્રકરણ - ૧૪ રાસાયણિક ગતિકી

- *પ્રક્રિયા દર : સરેરાશ અને તાત્ક્ષણિક*

- *પ્રક્રિયા દરને અસરકર્તા પરિબળો*

- *વેગ નિયમ અને વિશિષ્ટ વેગ અચળાંક*

- *પ્રક્રિયાનો ક્રમ અને આણ્વિકતા.*

- *શૂન્યક્રમની પ્રક્રિયા, શૂન્યક્રમની પ્રક્રિયા માટે સંકલિત વેગ સમીકરણ.*

- *પ્રથમ ક્રમની પ્રકીયા*

- *અર્ધ-આયુષ્ય સમય*

- *પ્રક્રિયા વેગ પર તાપમાનની અસર*

- *અથડામણવાદ*

પ્રકરણ - ૧૫ અધિશોષણ અને ઉદ્દીપન

- અધિશોષણ - ભૌતિક અને રાસાયણિક
- અધિશોષણ સમતાપી (ફ્રૂન્ડલીચ અને લેન્ગમ્યૂર)
- ઉદીપન - સમાંગ અને વિષમાંગ
- સક્રિયકરણ - ઊર્જા

મોડ્યુલ - તત્વોનું રસાયણ

(સમય - ૬૦ કલાક)　　　　(માર્ક - ૧૮)

પ્રકરણ - ૧૬ ધાતુનું નિષ્કર્ષણ અને પ્રાપ્તિ

ધાતુના સ્ત્રોતો

- કેટલાક તત્વોની મહત્વની ખનીજો

  Na, Al, sn, pb, Ti , Fe, Cu , Ag અને Zn

- ભારતની ખનીજ સંપત્તિ
- એલ્યુમિનિયમ, કોપર, ઝીક અને આર્યનન તેમની ખનીજમાંથી નિષ્કર્ષણ કરવાના સિધ્ધાંતો

પ્રકરણ - ૧૭ હાઈડ્રોકાર્બન અને ડ - વિભાગના તત્વો

(સમય ૧૦ કલાક)

- હાઈડ્રોજનનો ઈતિહાસ અને સ્ત્રોત
- આવર્ત કોષ્ટકમાં હાઈડ્રોજનનું સ્થાન
- હાઈડ્રોજનના સમસ્થાનિકો
- હાઈડ્રાઈડો
- હાઈડ્રોજનના ઉપયોગો
- આર્થિક રીતે હાઈડ્રોજન (હાઈડ્રોજન બળતણ તરીકે)
- પાણી : પાણીનું બંધારણ અને પુંજન, ભારે પાણી
- હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ

- સમૂહ - ૧ આલ્કલી ધાતુઓ
- પરમાણુ અને ભૌતિક ગુણધર્મોમાં ઈલેક્ટ્રોન રચનાનો
- સમૂહ - ૧ ની કેટલીક સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓ
- આલ્કલી ધાતુનો સ્ત્રોત અને ઉપયોગ
- લિથિયમ અને મેગ્નેશિયમનો વિકર્ણ સ્વભાવ
- કેટલાક સંયોજનની બનાવટ અને ગુણધર્મો :
- સોડિયમ કાર્બોનેટ, સોડિયમ કલોરાઈડ સોડિયમ હાઈડ્રોકસાઈડ અને સોડિયમ હાઈડ્રોજન - કાર્બોનેટ.
- સોડિયમ અને પોટેશિયમનું જૈવિક મહત્વ
- સક્રિયતા, ઈલેક્ટ્રોડ પોટેન્શિયલ, ઓકસીજન, સાથેની પ્રક્રિયા, હાઈડ્રોજન, હેલોજન અને પાણી સાથેની પ્રક્રિયા, તેમના ઓકસોએસિડની ઉષ્મીય સ્થાયીતા અને દ્રાવ્યતા

પ્રકરણ - 18 P - વિભાગના તત્વોની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓ

(સમય - ૬ કલાક)

- P - વિભાગના તત્વોનો સામાન્ય પરિચય
- કુદરતી સ્ત્રોત અને લઈકટ્રોનીય રચના
- ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો
- નિષ્ક્રીય યુગ્મ અસર
- પ્રથમ તત્વોના અનિયમિત ગુણધર્મો

પ્રકરણ - ૧૯ P - વિભાગના તત્વો અને તેમના સંયોજન - I

(સમય - ૧૦ કલાક)

- P - વિભાગના તત્વોનો સામાન્ય પરિચય
- સમૂહ - ૧૩ અને ૧૪ ના P - વિભાગના તત્વો

- બોરોન સમૂહ - બોરેક્સ, બોરીક એસિડ, બોરોન હાઈટ્રાઈડ, હેલાઈડ

- કાર્બન સમૂહ - બહુરૂપો (ગ્રેફાઈટ, હીરો, ફુલેરીનનો તાત્વીક ખ્યાલ)

- ઓકસાઈડો, કાર્બાઈડો, હેલાઈડો

- નાઈટ્રોજન સમૂહ - એમોનિયા, નાઈટ્રીક એસિડ, ખાતરો (N અને P)

- નાઈટ્રોજન અને ફોસ્ફરસયુક્ત ખાતરો

પ્રકરણ - ૨૦ P - વિભાગના ત્તત્વો અને તેમના સંયોજનો - II

- ઓકસીજન સમૂહ - ઓકસાઈડ - એસિડીક, બેઝિક અને ઉભયગુણી, ઓઝોન (ઓકસીડેશન કર્તા ગુણ)

- હેલોજન - હાઈડ્રોઈડો, ઓકસાઈડો અને કલોરીનના ઓકસોએસિડો

- બ્લીચીંગ પાઉડર - બનાવટ અને ગુણધર્મો

- આંતરહેલોજન સંયોજનો

- નિષ્ક્રીય વાયુ - ઝીનોનના સંયોજનો, ઝીનોનના ફલોરાઈડો, ઓકસાઈડો (બનાવટ, બંધારણ)

પ્રકરણ - ૨૧ d - વિભાગના અને f - વિભાગના ત્તત્વો

- ઈલેક્ટ્રોનીય રચના

- પ્રથમ શ્રેણીના સંક્રાતિ તત્વોમાં સામાન્ય વર્તણુક

- ગુણધર્મો, - ધાત્વીય લાક્ષણિકતા, ઓકસીડેશન અવસ્થા, આયનીક ત્રિજયા, ઉદ્દીપકીય ગુણ, ગ્રીન આયનો, સંકીર્ણ નિર્માણ, ચુંબકીય ગુણ, આંતરાલીય સંયોજનો, મિશ્રધાતુ બનાવટ

- બનાવટ, ગુણધર્મો અને ઉપયોગિતા :

  $KMno_4$, $K_2cr_2o_7$

- f વિભાગના ત્તત્વો - ઈલેક્ટ્રોન સંરચના, ગુણધર્મી અને લેન્થેનાઈડ સંકોચન

- સ્ત્રોત

- લેન્થેનાઈડની ઓકસીડેશન અવસ્થા

- એક્ટીનોઈડ : ઓક્સીડેશન અવસ્થાની ઈલેક્ટ્રોન સંરના અને લેન્થેનાઈડ સાથે સરખામણી

પ્રકરણ - ૨૨ સંકીર્ણ સંયોજનો (સમય - ૮ કલાક)

- વર્નરનો સિધ્ધાંત
- નામાકરણ
- બંધન - V . B ખ્યાલ
- CFT (રંગ અને ચુંબકીય ગુણ)
- બંધારણીય અને પ્રકાશીય સમઘટકતા
- સંકીર્ણ સંયોજનોનું મહત્વ

મોડયુલ - ૭

કાર્બનિક સંયોજનનું રસાયણ વિજ્ઞાન

(સમય - ૬૦ કલાક) (માર્ક - ૧૮)

પ્રકરણ - ૨૩ નામકરણ અને સામાન્ય સિધ્ધાંતો (સમય - ૧૦ કલાક)

- IUPAC નામકરણના નિયમો
- બંધ વિખંડનના પ્રકારો
- પ્રક્રિયાઓના પ્રકારો : વિસ્થાપન, યોગશીલ, વિલોપનઘ ઓક્સીડેશન / રિડકશન
- (ઈલેક્ટ્રોઅનુરાગી અને કેન્દ્ર અનુરાગી)
- સહસંયોજકબંધમાં ઈલેક્ટ્રોન વિસ્થાપન, પ્રેરક અસર, ઈલેક્ટ્રોમેરીક અસર, સંસ્પદન અસર

સંસ્પદન અને હાઈપરકોન્જયુગેશન અને અવકાશીય અસર

- સમઘટકતા : બંધારણીય અને પ્રકાશીય
- નિરપેક્ષ વિન્યાી નક્કી કરવો કિરાલ કેન્દ્ર માટે (R - S અને D - L)
- કાર્બનિક સંયોજનોનું ગુણદર્શક પૃથ્યકરણ
- કાર્બનિક સંયોજનોનું પ્રમાણદર્શક પૃથ્થકરણ

પ્રકરણ - ૨૪ હાઈડ્રોકાર્બન

- હાઈડ્રોકાર્બનની વ્યાખ્યા અને પ્રકારો

(આલ્કેન, આલ્કીન, આલ્કાઈન, એરિન)

- IUPAC નામકરણ
- હાઈડ્રોકારબ્નની બનાવટ અને ગુણધર્મો
- હાઈડ્રોકાર્બન ના ભૌતિક ગુણધર્મો
- હાઈડ્રોકાર્બન ના રાસાયણિક ગુણધર્મો (યોગશીલ, વિસ્થાપન, વિલોપન, ઓક્સીડેશન)
- કન્ફર્મેશન (ઈથન માટે)
- કાર્બોકેટાયનની સ્થિરતા
- કેન્સરજન્યતા અને વિષાલુતા

પ્રકરણ - ૨૫ હેલોજન ધરાવતા કાર્બનિક સંયોજન

(હેલો આલ્કેન અને હેલોએરિન) (સમય - ૮ કલાક)

- હેલોજન સંયોજનનું IUPAC નામકરણ
- હેલોઆલ્કેન અને હેલોએરિનની બનાવટ
- ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો, ઉપયોગો

પ્રકરણ - ૨૬ આલ્કોહોલ, ફિનોલ, ઈથર

- વર્ગીકરણ
- IUPAC નામકરણ
- સંશ્લેષણની પધ્ધતિઓ
- ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો

પ્રકરણ - ૨૭ આલ્ડિહાઈડ, કિટોન અને કાર્બોક્ઝીલીક એસિડ

- કાર્બોક્ઝીલીછક એસિડો અને એસિડના વ્યુતપન્નો

- બનાવટ અને ગુણધર્મો

- એસિડ વ્યુતપન્નોના આંતર વ્યુતક્રમાગ

પ્રકરણ ૨૮ નાઈટ્રોજન ધરાવતા કાર્બનિક સંયોજનો (સમય - ૮ કલાક)

- નાઈટ્રોજન સંયોજનો - એમાઈન

- એમાઈનનું વર્ગીકરણ.

- IUPAC નામકરણ.

- બનાવટ અને ગુણધર્મ

પ્રકરણ - ૨૯ જૈવિક અણુઓ (સમય - ૮ કલાક)

- DNA અને RNA નો તફાવત

- જૈવિક તંત્રમાં જૈવિક અણુઓ

- પ્રોટીન, લિપિડઅને કાર્બોહાઈડ્રેટના બંધારણો

- વિટામિનો અને ઉત્સેચકો

- હાર્મોન્સ (વર્ગીકરણ અને કાર્ય)

મોડ્યુલ - ૮ રોજિંદા જીવનમાં રસાયણવિજ્ઞાન (સમય - ૨૦ કલાક) (ગુણ - ૪)

- ડ્રગ્સ અને ઔષધો વચ્ચેનો ભેદ

- વર્ગીકરણ.

- વેદનાહાર, ટ્રંકલાઈઝર્સ, ચેપનાશકો, એન્ટિસેપ્ટીક, એન્ટી બાયોટિક, એન્ટી માઈક્રોબીયલ, એન્ટિ ફર્ટિલીટી, ઔષધો, એન્ટીબાયોટીક, એન્ટાસીડ, એન્ટિ હિસ્ટામાઈન

- એન્ટિઓકસીડન્ટોનો પ્રાથમિક ખ્યાલ, ખાદ્યપદાર્થોમાં રસાયણો - સંરક્ષકો અને કૃત્રિમ ગળ્યા પદાર્થો,

પ્રકરણ ૩ સાબુ, પ્રક્ષાલકો અને બહુલકો

- સફાઈકર્તા પ્રક્રિયકો

સાબુ અને પ્રક્ષાલકો

- સાબુ અને પ્રક્ષાલકોની સફાઈ ક્રિયાવિધિ

- બહુલકોનું વર્ગીકરણ - કુદરતી અને સંશ્લેષિત

- બહુલીકરણની પધ્ધતિઓ (યોગશીલ અને સંઘનન), સહબહુલીકરણ

- કેટલાક મહત્વના બહુલકો : કુદરતી અને સંશ્લેષિત જેમ કે પોલીથીન, નાયલોન ૬૬, પોલીએસ્ટર, બેકેસાઈટ, રબર

- જૈવિક બહુલકો : - જૈવ વિઘટનીય અને બિન જૈવ વિઘટનીય બહુલકો.

પ્રકરણ - ૩ પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાન

- પર્યાવરણીય સંસર્ગ
- પ્રદૂષકો
- હવા પ્રદૂષકો
- પ્રકાશ રાસાયણિક ધુમ્મસ
- એસિડ વર્ષા
- ગ્રીન હાઉસ અસર
- ગ્લોબલ વોર્મિંગ
- ઓઝોન સ્તરમાં ગાબડા
- હવા પ્રદૂષણ નિયંત્રણ
- જલ પ્રદૂષણ
- જલ પ્રદૂષકો
- જૈવિ ઓકસીજન જરૂરિયાત
- જલ પ્રદૂષણની અટકાયત
- ભૂમિ પ્રદૂષણ

- પ્રદૂષણ ઘટાડવા માટેનું વૈકલ્પિક સાધન : હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન
- હરિયાળા રસાયણવિજ્ઞાનનું સિધ્ધિઓ
- પર્યાવરણીય પ્રદુષણના નિયંત્રણ માટેની રૂપરેખા.

રસાયણવિજ્ઞાનનો પ્રાયોગિક અભ્યાસક્રમ

- પ્રાયોગીક અભ્યાસક્રમમાના હેતુઓ નીચે પ્રમાણે છે.

૧. પ્રાયોગિક નિપુણતા અને તકનીકો વિકસાવવી અને રસ દાખવવો.

૨. મૂળભૂત રાસાયણિક ખ્યાલને સમજવા માટે વિદ્યાર્થીએ લાયક બનવું.

૩. રાસાયણિક સંયોજનો અને મિશ્રણોની વૈશ્લેષ્કિ અને સંશ્લેષિત મૂળભૂત જાણકારી વિકસાવવી.

- પ્રાયોગિક રસાયણવિજ્ઞાનના આ ત્રણ જુદા - જુદા હેતુઓનું સંમલિન એ હાલના અભ્યાસક્રમમાં પુરો પાડવામાં આવેલ છે.

૧. પ્રાયોગિક નિપુણતા અને તકનીકોના વિકાસ માટેના પ્રયોગ

૨. મૂળભૂત પરિચય આધારિત પ્રયોગો

૩. જૂના ચાલી આવતા પ્રયોગો (વૈશ્લેષ્કિ અને સંશ્લેષિત સંયોજનો માટે)

   અ. પ્રસ્તાવના

   બ. સામાન્ય સલામતીના પરિમાપનો

   ક. પ્રયોગોની યાદીઓ

૧. મૂળભૂત પ્રાયોગિક તકનીકો

(૧) રાસાયણિક પ્રયોગશાળા અને મૂળભૂત પ્રાયોગિક તકનીકો (કાપવું, વાળવું, કાચની ટયૂબને છિદ્ર પાડવું, ઉપકરણોને સીલ કરવું, ગાળણ, નિસ્યંદન, સ્ફટિકકરણ, અંકનની તૈયારી, કાચના સાધનોને સાદ કરવા અને બર્નરનો ઉપયોગ વગેરે) ની ઓળખ.

(૨) કદ, લંબાઈ, દ્રવ્યમાન અને ઘનતાનું માપન.

૨. રાસાયણિક પદાર્થની લાક્ષણિકતાઓ

(૧) નીચા ગલનબિંદુવાળા ($< 100^0$ C)કાર્બનિક પદાર્થનું ગલનબિંદુ ગ્લાસ કેપલરીટયૂબ પધ્ધતિ વડે માપન (પેરાફીન તેલનો બાથ તરીકે વાપરવું)

૩. દ્રાવણોનું મંદન કરવું.

(૧) જાણીતી સાંદ્રતાવાળા સલ્ફયુરિક એસિડ, હાઈડ્રોકલોરિક એસિડ, નાઈટ્રીક એસિડના સ્ટોક દ્રાવણોમાંથી મંદન કરવાની તૈયારીઓ.

૪. pH પરિવર્તનને સંબંધિત પ્રયોગો

(અ) () પત્રો અથવા સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણોના ઉપયોગ વડે આપેલ પદાર્થના pH નું માપન (૧) ક્ષારોનું દ્રાવણ (૨) એસિડ અને બેઈઝના જુદા - જુદા મંદ દ્રાવણો (૩) શાકભાજી અને ફળોના રસો

બ. ઉપરની પધ્ધતિ વડે નિર્બળ એસિડ અને નિર્બળ બેઈઝના કિસ્સામાં સમાન આયન અસર વડે pH ના બદલાવનો અભ્યાસ. (CH_3COOH અને $CH_3COONCl$ અને NH_3OH અને NH_4Cl ના ઉદાહરણો ખાસ કરીને લઈ શકાય.

૫. પૃષ્ઠ રસાયણશાસ્ત્ર

(અ) જલાનુરાગી અને જલરોધી સોલની બનાવટ, જલાનુરાગી સોલ - સ્ટાર્ચ, જલરોધી સોલ એલ્યુમિનિયમ હાઈડ્રોકસાઈડ અને ફેરિક હાઈડ્રોકસાઈડ

૬. વિદ્યુત રસાયણ

- ઓરડાના તાપમાને વિદ્યુતવિભાજયના $CuSO_4$ અથવા $2nSO_4$ ફેરફાર દ્વારા $2n/2n^{+2}||$ $Cu^{+2}|$ Cu ના કોષ પોટેન્શિયલમાં વૈવિધ્યતા

૭. ઉષ્મા ગતિશાસ્ત્ર

આપેલ કોઈ પણ એક.

(૧) $CuSO_4$ અને KNO_3 ના દ્રાવકીકરણ માટેની એન્થાલ્પી નક્કી કરવી.

(૨) પ્રબળ એસિડ (HCl) નું પ્રબળ બેઈઝ (NaOH) સાથે તટસ્થીરણ માટેની એન્થાલ્પી નક્કી કરવી.

૮. રાસાયણિક સંતુલન

ફેરિક આયન અને આયોસાયનેટ આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયામાં આ આયોનોની સાંદ્રતાના ફેરફાર દ્વારા તેમના સંતુલનમાં દિશા સ્થાનાંતરનો અભ્યાસ.

૯. રાસાયણિક ગતિકી.

(અ) સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ અને હાઈડ્રોકલોરિક એસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર સાંદ્રતાની અસરનો અભ્યાસ

(બ) સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ અને હાઈડ્રોકલોરિક એસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર તાપમાનની અસરનો અભ્યાસ.

૧૦. અકાર્બનિક સંયોજનોની બનાવટ.

(૧) ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ અને પોટાશ એલમ દ્વિ- ક્ષારની બનાવટ.

(૨) પોટેશિયમ ફેરિક ઓકઝેલરની બનાવટ.

૧૧. કાર્બનિક સંયોજનોની બનાવટો.

આપેલ કોઈ પણ એક.

(૧) એસિટા એનિલાઈડ

(૨) આયોડોફાર્મ

૧૨. ક્રોમેટોગ્રાફી

(અ) પેપર ક્રોમેટોગ્રાફી વડે રંગીન પદાર્થોનું અલગીકરણ અને સાલ, તૂરી અને કાળી શાહીઓ માટે Rf મૂલ્યોની સરખામણી.

અથવા

(બ) પેપરક્રોમેટોગ્રાફી વડે રંગીન પદાર્થોનું અલગીકરણ અને ફૂલો અથવા ઘાસના રસો માટે Rf મૂલ્યોની સરખામણી

૧૩. તત્ત્વોની પરખ

નાઈટ્રોજન સલ્ફર, ક્લોરીન, બ્રોમીન અને આયોડિનની કાર્બનિક સંયોજનોના પરખ (હેલોજનોનું સંયોગ લેવું નહી) આપેલ ક્રાબનિક સંયોજનમા બે કરતા વધારે ઉપરના તત્ત્વો હાજર હોવા જોઈએ નહિ.

૧૪. શુધ્ધ સ્વરૂપતા લાક્ષણિક કસોટીઓ :

કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન, ખાદ્ય સામગ્રીમા તેમાના પરખની હાજરી

૧૫. કદમાપક પૃથ્થકરણ (પ્રમાણદર્શક પૃથ્થકરણ)

(અ) વજન દ્વારા જાણીતી મોલારીટી સાંદ્રતાવાળા ઓકઝેલિક એસિડ અને ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટના દ્રાવણ તૈયાર કરવા (મૂલ્યાંકન વિનાનુ) રાસાયણીક સમીકરણના સંતુલનનુ ઉપયોગ કરીને સમજાવો.

(બ) એસિડ - બેઈઝના તટસ્થીકરણનો અભ્યાસ (એકલ અનુમાપન માત્ર)

(૧) ઓકઝેલિક એસિડની મૂળભૂત દ્રાવણના NaoH વિરૂધ્ધના અનુમાપનમા NaoH ની મોલારિટી સાંદ્રતા શોધવી બંને દ્રાવણો પૂરા પાડવામા આવશે.

(ક) રેડોક્ષ અનુમાપનનો અભ્યાસ

(એકલ અનુમાપન માત્ર)

(૧) $KMno_4$ ના દ્રાવણની મોલારીટી સાંદ્રતા અને પ્રબળતા 1/50 M મોહર - ક્ષારના (ફેરસ એમોનીયમ સલ્ફેટ) દ્રાવણના વિરૂધ્ધ અનુમાપન વડે શોધવી.

બંને દ્રાવણો આપવામાં આવશે.

(૨) $KMno_4$ ના દ્રાવણની મોલારીટી સાંદ્રતા અને પ્રબળતા 1/50 M ઓકઝેલિક એસિડના દ્રાવણના વિરૂધ્ધ અનુમાપન વડે શોધવી બંને દ્રાવણો આપવામા આવશે.

૧૬. ગુણદર્શક પૃથ્થકરણ

- નીચે આપેલ સમૂહોમાંથી ક્ષારના ગુણદર્શક પૃથ્થકરણ દ્વારા એક ઘનમૂલક અને એક ઋણમૂલકની પરખ

(HCl અદ્રાવ્ય ક્ષાર લેવા નહિ)

કેટાયન

Pb^{+2} Cu^{+2} AS^{+3} Al^{+3} Fe^{+3} Mn^{+2},

Ni^{+2}, Zn^{+2}, Co^{+2}, Ca^{+2}, Sr^{+2},

Ba^{+2}, Mg^{+2}, Nh_4^+

એનાયન

Co_3^{-2}, S^2, So_3^{-2}, So_4^{-2}, No_2^-,

No_3^-, Cl^-, Br^-, I^-, Po_4^{-3},

$C_2O_4^{-2}$, Ch_3Coo^-

૧૭. કાર્બનિક સંયોજનોમાનાં ક્રિયાશીલ સમૂહોની કસોટીઓ

આપેલ અજ્ઞાત કાર્બનિક સંયોજનોમાં હાજર

ક્રિયાશીલ સમૂહના પરખની કસોટીઓ.

૧. અસંતૃપ્તીકરણની કસોટીઓ

૨. કાર્બોક્સીઝીક, ફિનોલીક, આલ્ડીહાઈડીક, કિટોનીક સમૂહોની કસોટીઓ.

પ્રાયોગિક પરીક્ષાની રૂપરેખા

પ્રાયોગિક પરીક્ષા ૨૦ માર્કસની અને ૩ કલાક માટે લેવામાં આવશે.

માર્ક વિતરણ નીચે મુજબના રહેશે.

પ્રયોગો	માર્ક
૧. ક્ષાર વિશ્લેષણ (એક ધનમૂલક + એક ઋણ મૂલક)	૪
૨. કદ માપક પૃથ્થકરણ	૬

૧. વિદ્યાર્થીને પૂછવામાં આવેલ માટેના લખાણ	
ટૂંકી પધ્ધતિ, સૂચક, સમીકરણ, અંતિમ બિંદુનું લખાણ.	
૨. પ્રયોગની ગોઠવણ	૨
૩. પરિણામ	૨
૩.	
૧. કાર્બનિક સંયોજનોમાં તત્વોની પરખ.	૨
૨. ક્રિયાશીલ સમૂહોની પરખ	૨
પ્રયોગોના શ્રેણીના નંબર - ૨ થી ૧૦, ૧૨ અને ૧૩, ૪	
માંથી કોઈ પણ એક પ્રાયોગિક ગોઠવણ માટે.	
૪. મૌખિક કસોટી	૩
૫. નોંધપોથી	૩
કુલ	૨૦