రసాయన శాస్త్రం

సైద్ధాంతిక, భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు

డా. బి.ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం
హైదరాబాదు
1992

T-3411
3-12-93

కోర్సు టీము

ప్రొ. ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు (సంపాదకుడు)
శ్రీ యస్. వి. అప్పారావు
శ్రీ యం. డి. సిద్ధాంతి
డా. కె. లక్ష్మీనారాయణ
శ్రీమతి పి. శేషారత్నం

సహసంపాదకులు
డా. జి. రామచంద్రయ్య (కోర్సు ఇన్‌చార్జి)
శ్రీ వి. సంతోష్ రెడ్డి.

ముఖ చిత్రం
చంద్ర

గ్రాఫిక్స్
యం. రమేష్

Dr. BRAOU
LIBRARY

Dr. B R A.O.U. LIBRAR
Ac T-3411
Da 3-12-93
Call No

డా. బి.ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం,
హైదరాబాదు.

ప్రథమ ముద్రణ 1985
పరిష్కృత ముద్రణ 1990
తృతీయ ముద్రణము : 1992
కాపీరైట్ © 1985, డా. బి.ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం

అన్ని హక్కులు విశ్వవిద్యాలయానివి. ఈ పుస్తకంలోని ఏ భాగం అయినా ఉపయోగించదలచుకుంటే, విశ్వవిద్యాలయం అనుమతి పొందాలి. ఈ పాఠ్యప్రణాళిక మొత్తం వివరాలు ఈ పుస్తకం చివరలో ఉన్నాయి.

ఇతర వివరాలకు : డైరెక్టర్ (అకాడమిక్), డా. బి.ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం
సోమాజిగూడ, హైదరాబాదు - 500 482.

ముద్రణ : Bharani Graphics, Hyderabad
Andhra Pradesh.

పీఠిక

ఆంధ్రప్రదేశ్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం బి.యస్సీ. విద్యార్థులకు రూపొందించిన రెండవ సంవత్సరం పాఠ్యప్రణాళికలోని సైద్ధాంతిక, భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలకు సంబంధించిన వివిధ అంశాల వివరణే ఈ కోర్సు. బి.యస్సీ. మూడు సంవత్సరాల కోర్సులో సౌలభ్యం కోసం పాఠ్యప్రణాళికను ఖండాలుగా విభజించాము. ఈ ఖండాలను తిరిగి కొన్ని భాగాలుగా విభజించాము. ప్రతి సాధారణంగా పాఠ్య విషయానికి సంబంధించిన ఒక ప్రత్యేక రంగాన్ని వివరిస్తుంది. విద్యార్థి పెద్ద కష్టం లేకుండానే తనంత తాను చదివి పాఠాలు అర్థం చేసుకోవడానికి అనువుగా పాఠాలను నిపుణులు రూపొందించారు. ప్రతి ఖండం ముందు ఆ ఖండం వివరణ ఉంటుంది. తర్వాత భాగం లక్ష్యం, సారాంశం సంగ్రహంగా ఉంటుంది. భాగం చివరలో విద్యార్థికి విషయం ఎంతవరకు అర్థమయిందో అన్న దాన్ని పరీక్షించడానికి అవగాహన ప్రశ్నలుంటాయి. అవసరమైన చోట పరిచయంలేని సాంకేతిక పదాల వివరణలు ప్రతి బ్లాక్ లేదా ఖండం చివరలో పదకోశం అనే పేరుతో యిచ్చాం.

ఈ పుస్తకంలో ఒక విభాగమైన సైద్ధాంతిక రసాయనశాస్త్రంలో పరమాణు నిర్మాణం, రసాయన బంధం, అణు నిర్మాణాలకు సంబంధించిన సైద్ధాంతిక సూత్రాలను విపులీకరించాం. ద్రవ్యం యొక్క ధర్మాలు, ప్రవర్తనల గురించి తెలుసుకోవడానికి ఈ విభాగంలోని సైద్ధాంతిక సూత్రాలు విద్యార్థికి ఉపకరిస్తాయని ఆశిస్తున్నాం.

ఈ పుస్తకంలో మరో విభాగమైన భౌతిక రసాయన శాస్త్రంలో వాయువుల, ద్రావణాల ప్రవర్తనలను బాగా అర్థమయ్యేటట్లు వర్ణించాం. భౌతిక ధర్మాల ఆధారంగా అణు నిర్మాణాలను నిర్ణయించడం భౌతిక రసాయన శాస్త్రం యొక్క ఒక ముఖ్యోద్దేశ్యం. ఈ అంశానికి ప్రాధాన్యత యివ్వడం జరిగింది.

రసాయన శాస్త్రానికి సంబంధించిన భావనలను, ధర్మాలను స్థూలంగా తెలిసకోవడానికి, సైద్ధాంతిక రసాయన శాస్త్రం, భౌతిక రసాయన శాస్త్రాల భావనలను ప్రత్యేకించి తెలుసుకోవడానికి ఈ పాఠ్యాంశాలు తోడ్పడుతాయని విశ్వవిద్యాలయం ఆశిస్తున్నది.

B R A O U

BRAOU

విభాగం – ఎ

సైద్ధాంతిక రసాయన శాస్త్రం

BRAOU

BRAOU

ఖండం - 5 : వాయువుల ప్రవర్తన	155
భాగం - 17 : వాయు నియమాలు	157
భాగం - 18 : అణుచలన సిద్ధాంతం	169
భాగం - 19 : వాయునియమాల విచలనం	180
భాగం - 20 : సంధిగ్ధ దృగ్విషయాలు	188
ఖండం - 6 : ద్రావణాలు	201
భాగం - 21 : ద్రవాలలో వాయువులు	203
భాగం - 22 : ద్రవాలలో ద్రవాలు	210
ఖండం - 7 : కణాధార ధర్మాలు	231
భాగం - 23 : భాష్పపీడనంలో నిమ్నత	233
భాగం - 24 : భాష్పీభవన ఉన్నతి, ఘనీభవన నిమ్నత	240
భాగం - 25 : ద్రవాభిసరణ లేదా ఆస్మాసిస్	253
భాగం - 26 : ద్రావణాల అసాధారణ ప్రవర్తన	266
ఖండం - 8 : రసాయన సమతాస్థితి	277
భాగం - 27 : ద్విగత చర్యలు	279
భాగం - 28 : ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమం - అనువర్తనాలు	288
ఖండం - 9 : ఆమ్లాలు - క్షారాలు	307
భాగం - 29 : ప్రాచీన, నవీన భావాలు	309
భాగం - 30 : అయానిక సమతాస్థితి	315
ఖండం - 10: ఆక్సీకరణం - క్షయకరణం	321
భాగం - 31 : సాంప్రదాయిక, ఆధునిక భావాలు	323

BRAOU

విషయసూచిక

పేజీ సంఖ్య

ఖండం – 1 : పరమాణు నిర్మాణం 3

భాగం – 1 : రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా 5

భాగం – 2 : ప్లాంక్ క్వాంటం సిద్ధాంతం 11

భాగం – 3 : పరమాణు వర్ణపటాలు 16

భాగం – 4 : క్వాంటం సంఖ్యలు 25

భాగం – 5 : ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం 30

భాగం – 6 : పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలు 39

ఖండం – 2 : రసాయన బంధం 49

భాగం – 7 : అయానిక బంధం 51

భాగం – 8 : సమయోజనీయ బంధం 61

భాగం – 9 : ఇతర రసాయన బంధాలు 75

ఖండం – 3 : అణు నిర్మాణం 85

భాగం – 10 : ద్విధ్రువ భ్రామకాలు 87

భాగం – 11 : అణువర్ణ పటాలు 98

భాగం – 12 : అణువర్ణ పటాల సామాన్య (గుణాత్మక) అనువర్తనాలు 103

భాగం – 13 : దృశ్య, శోషణ వర్ణపటాల (పరిమాణాత్మక) అనువర్తనాలు 121

ఖండం – 4 : రేడియో ధార్మికత 129

భాగం – 14 : రేడియో ధార్మిక ఆవిష్కరణ 131

భాగం – 15 : రేడియో ధార్మిక విఘటన రేటు 136

భాగం – 16 : రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులు 144

BRAOU

ఖండం – 1 : పరమాణు నిర్మాణం

పదార్థాలలో గల అతి చిన్న కణాలను అణువులంటారు. విభజింప వీలుకాని అతి సూక్ష్మ కణాన్ని పరమాణువులందురు. పరమాణువులు స్వేచ్ఛగా సంచరించవచ్చు లేకపోవచ్చు. కాని అణువులు స్వేచ్ఛగా సంచరించగలవు. అణువులు ఏక పరమాణుకములు (Na, K, Ca, He, Ne మొ.), ద్వి పరమాణుకములు (H_2, C_2, N_2, Cl_2 మొ.) లేదా బహుపరమాణుకములు (CO_2, NH_3, SO_3 మొ.) కావచ్చును. మూలకస్థితిలో వాయువులన్నీ సాధారణంగా ద్విపరమాణుకములే. జడవాయువులు మాత్రం ఏక పరమాణుక వాయువులే. ఒకే మూలకపు పరమాణువులన్నీ ఒకే ధర్మాలను చూపగా, వేర్వేరు మూలకపు పరమాణువులు విభిన్న ధర్మాలను ప్రదర్శించును. సాధారణముగా పరమాణువులు సరళ పూర్ణాంక నిష్పత్తిలో సంయోగం చెంది సమ్మేళనముల నేర్పరచును.

రసాయన చర్యలలో పరమాణువులు దుర్భేద్యాలు. కాని ప్రత్యేక పరిస్థితులలో మూడు మౌలిక కణాలుగా విభజింపబడును. ఈ మూడు ప్రాథమిక కణాలైన ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్‌ల ఆవిష్కరణ, ధర్మాలు, వాటి అమరిక ఈ ఖండంలో వివరింపబడినవి.

BRAOU

BRAOU

భాగం – 1 : రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూన

విషయక్రమం

1.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
1.2 పరిచయం
1.3 ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్‌లను కనుగొనడం
1.4 థామ్సన్ పరమాణు నమూనా
1.5 రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా
  1.5.1 రూథర్‌ఫర్డ్ ఆల్ఫాకిరణ పరిక్షేపణ ప్రయోగం
  1.5.2 రూథర్‌ఫర్డ్ ప్రయోగ పరిశీలన – ఫలితాలు
1.6 రూథర్‌ఫర్డ్ వివరణ
1.7 సారాంశం
1.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
1.9 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

రూథర్‌ఫర్డ్ ప్రతిపాదించిన పరమాణు నమూనాను గురించి వివరించడమే ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం. ఈ భాగంను అధ్యయనం చేసి మీరు అర్థం చేసుకోవలసిన విషయాలు.

- పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లు అనే మౌలికకణాలచే నిర్మితమైంది.
- పరమాణువులోని యీ మౌలిక కణాల సంఖ్య దాని పరమాణు సంఖ్య పరమాణు ద్రవ్యరాశిపై ఆదారపడివుంటుంది.
- ప్రతి మూలకపు పరమాణువులో ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు విశిష్ట అమరికలో ఉంటాయి.
- రూథర్‌ఫర్డ్ ఆల్ఫా కిరణాల పరిక్షేపణం ప్రయోగ ఫలితంగా ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు కేంద్రకమనే అత్యంత అల్ప పరిమాణంలో ఆక్రమించుకున్నట్లు తెలియును.
- పరమాణు కేంద్రకం భావనను, కేంద్రకం చుట్టూ తిరుగుతున్న ఎలక్ట్రాన్‌ల అమరికను తెలుసుకొనడం.
- పరమాణు ధర్మాలను విశదీకరించడంలో రూథర్‌ఫర్డ్ నమూనా వైఫల్యం
- రూథర్‌ఫర్డ్ నమూనాలను పునఃపరిశీలించవలసిన అవసరం.

1.2 పరిచయం

1. పరమాణువులోని మౌలిక కణాలు ఏవి ?

2. పరమాణువులోని యీ మౌలిక కణాలు ఒక్కొక్క రకం ఎన్ని ఉన్నాయి ?

3. పరమాణువులో యీ కణాల అమరిక ఏమిటి ?

పై ప్రశ్నల సమాధానాలే ఆధునిక పరమాణు నిర్మాణ శాస్త్రానికి పునాదులు.

BRAOU

1.3. ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రానులను కనుగొనడం

తక్కువ పీడనం వద్ద ఉత్సర్గనాళంలో వుంచబడిన వాయువును అధిక పొటెన్షియల్‌కు గురిచేస్తే కాథోడ్ కిరణాలు ఉద్భవిస్తాయి. ఇవి ఋణధృవం (కాథోడ్) నుండి దానికి లంబంగా ప్రయాణిస్తాయి. ఈ కారణంగానే వీటిని కాథోడ్ కిరణాలు అంటారు. ఇవి కంటికి కనపడవు. కాని యివి గాజు ఉపరితలంపై ఏర్పరిచే ప్రతిదీప్తిని గుర్తించవచ్చు. దీని మార్గంలో ఉంచిన అపారదర్శక వస్తువు యొక్క నీడలు ఏర్పడతాయి. ఆ కిరణాల మార్గంలో వుంచిన పండ్ల చక్రం తిరుగుతుంది. విద్యుత్‌క్షేత్రం, అయస్కాంత క్షేత్రాలు ఈ కిరణాల మార్గాన్ని మార్చుతాయి. పై లక్షణాలను బట్టి కాథోడ్ కిరణాలు సరళరేఖలో ప్రయాణించే ఋణావేశ కణాలచే ఏర్పడ్డాయని తెలుస్తుంది. థాంసన్ (Thomson) అనే శాస్త్రవేత్త వివిధ రకాల వాయువులను లేదా బాష్పాలను ఉత్సర్గ నాళికలో వుంచి కాథోడ్ కిరణాలను పరీక్షించాడు. అంతేకాక యీ కిరణాలలోని కణాలయొక్క విద్యుద్ ఆవేశం, భారం నిష్పత్తి (e/m)స్థిరంగా ఉంటుందని చూపించగల్గాడు. ఈ ప్రయోగ ఫలితంగా కాథోడ్ కిరణాల్లో ఉండే కణాలు అన్ని వాయువులలోను (స్థూలంగా అన్ని పదార్థాలలోను) ఒకే రకంగా వున్నాయని తెలుసుకోగల్గాడు. ఈ కణానికి 'ఎలక్ట్రాన్' అని పేరు పెట్టాడు. ఎలక్ట్రాన్ ఒక యూనిట్ ఋణవిద్యుద్ ఆవేశం కల్గివుంటుంది. దాని భారం $\frac{1}{1840}$ a m u. దీనిని బట్టి యిది పరిమాణంలో చాలా చిన్నది అని తెలుస్తుంది.

పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ ఒక అంతర్భాగం అని తెలిసిన తర్వాత, పరమాణువు తటస్థం కాబట్టి, ధనావేశ కణాలకై అన్వేషణ ప్రారంభం అయింది. రంధ్రాలుగల లోహపు పలకను ఋణ ధృవంగా వుపయోగించి పై ప్రయోగాన్ని హైడ్రోజన్ వాయువు సమక్షంలో జరిపించినప్పుడు ఈ ధనావేశ కణాలను గుర్తించి వాని లక్షణాలను కనుగొన్నారు. వీటి ఆవేశం, భారం నిష్పత్తి (e/m) విలువ నాళంలోని వాయువును అనుసరించి వుంటుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణువు నుంచి ఒక ఎలక్ట్రాన్ తొలగిస్తే అతి తక్కువ భారంగల ధనాత్మక కణం ఏర్పడుతుంది. దీన్నే 'ప్రోటాన్' అని పిలుస్తారు. ప్రోటాన్ ఒక యూనిట్ ధన విద్యుద్ ఆవేశం కలిగి వుంటుంది. దాని భారం 1 a m u.

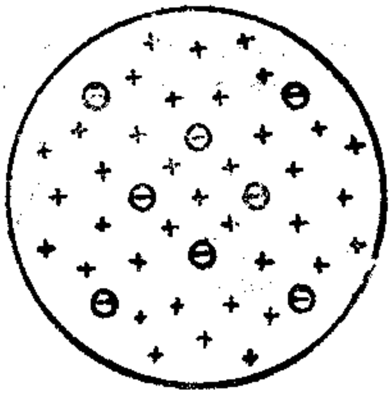
పరమాణువులో ఎలక్ట్రానులు, ప్రోటాన్‌లు మాత్రమే (సమాన సంఖ్యలలో) ఉంటాయనే భావన కొన్ని ప్రయోగ ఫలితాలతో ఏకీభవించలేదు. అందుచేత 1920 సంవత్సరంలో **రూథర్‌ఫర్డ్** (Rutherford) ఎలక్ట్రాన్ ప్రోటాన్‌లతో బాటు మరొక మౌలిక కణం కూడా పరమాణువులో ఉండి వుండాలని ప్రతిపాదించాడు. ఆ కణం భారం 1 a m u అని దానికి విద్యుద్ ఆవేశం లేదని, 1932లో **చాడ్‌విక్** (Chadwick) అనే శాస్త్రవేత్త బోరాన్, బెరిలియం వంటి తేలికైన మూలకాలపై ఆల్ఫా కిరణ తాడన ప్రయోగాల ద్వారా తెలుసుకొన్నాడు. ఈ తటస్థ మౌలిక కణానికి 'న్యూట్రాన్' (neutron) అని పేరు పెట్టారు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1: పరమాణువులో మూడు మౌలిక కణాలు కలవని ఏ విధంగా నిర్ధారించగలవు ?

1.4 థాంసన్ పరమాణు నమూనా

ఆ విధంగా 20 వ శతాబ్దం ప్రారంభం నాటికి ఒక పరమాణువులో సమాన సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లు, యింతే కాక మరి కొన్ని న్యూట్రాన్‌లు వుంటాయని తెలిసికొన్నారు. పరమాణువులో ఈ మౌలిక కణాల అమరికను తెలుసుకొనేందుకు పరమాణు నమూనాలను ప్రతిపాదించటానికి ప్రయత్నాలు జరిగాయి. జె.జె. థాంసన్ (J.J. Thomson) అను ప్రఖ్యాత శాస్త్రవేత్త అట్టి ఒక నమూనాను మొట్ట మొదటిసారిగా ప్రతిపాదించాడు. దీనిని అనుసరించి ఋణావేశిత ఎలక్ట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లచే ఏర్పడిన ధనావేశ గోళంలో అక్కడక్కడ అమర్చబడి వుంటాయి (పటం 1.1). పరమాణువును ఒక పుచ్చకాయతో పోల్చినట్లైతే అందులోని గింజలను ఎలక్ట్రాన్‌లతోను, దాని గుజ్జు పదార్థాన్ని ప్రోటాన్‌లతో కూడిన ధనావేశ గోళంతోను పోల్చవచ్చు. కాని ప్రయోగాత్మక నిదర్శనాలతో ఈ నమూనా ధృవీకరింపబడ లేదు. ఆ కారణంగా యీ నమూనా ఆమోదించబడలేదు.

BRAOU



పటం 1.1 థాంసన్ పరమాణు నమూనా

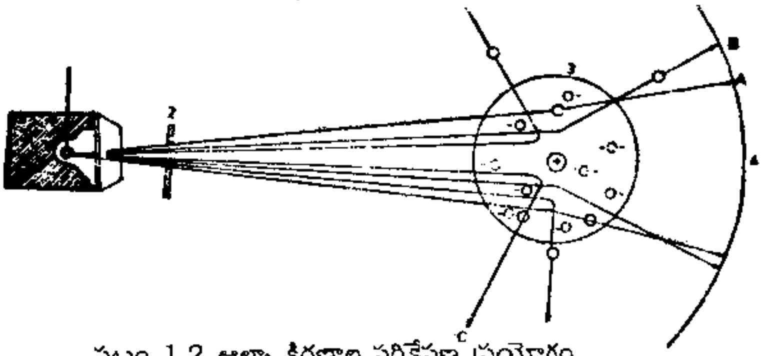
1.5. రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా

రూథర్ ఫర్డ్ కొన్ని ప్రయోగ ఫలితాలను ఆధారంగా చేసుకొని మరొక నమూనాను ప్రతిపాదించాడు. సహజంగా ఈ కొత్త పరమాణు నమూనా ఉన్నతమైందిగా పరిగణించారు. ఈ నమూనాను అవగాహన చేసుకొనేందుకు ముందుగా అతను చేసిన ప్రయోగాన్ని పరిశీలిద్దాం. రూథర్‌ఫర్డ్ ప్రయోగాన్ని వర్ణించే ముందుగా మరొక సాధారణ అనుభవం గూర్చి చర్చిద్దాం. ఒక గదిలో కూర్చుని ఒక బొమ్మ తుపాకితో అనేక గోళీలను (సుమారు 1000) గోడ పైకి ప్రయోగిస్తున్నామను కొందాం. అవి వేగంగా సరళ రేఖలో ప్రయాణించి గోడను తాకి యివి వెనక్కిపడిపోతాయి. వానిలో ఒక్కటి కూడా గోడ అవతలి భాగాన్ని చేరలేవు. దీనికి కారణం గోళీలు (పదార్థ కణాలు) ఘన పదార్థం అయిన గోడ ద్వారా ప్రయాణించ లేకపోవడం. రెండవ ప్రయత్నంగా ఇనుప చట్రం లేక ఊచలు బిగించబడిన కిటికీ ఊచల మధ్య మార్గం ద్వారా ప్రయాణించగలవు. ఊచల మధ్య మార్గం గుండా ప్రయాణించిన గోళీలు బుజు మార్గంలోనే ప్రయాణిస్తాయి. ఏదైనా ఒక గోళం ఒక ఊచకు తగిలితే అది తన మార్గాన్ని కొద్దిగా మార్చుకొని తిరిగి ప్రయాణిస్తుంది. ఇలా ఊచలను ఢీ కొన్న గోళాలు వేరు వేరు కోణాలలో తమ మార్గాన్ని మార్చుకుంటాయి. అంతే కాక ఒక గోళం ఒక ఊచను ఢీ కొని వెనుకకు తిరిగి రావడానికి కూడా వీలుంటుంది.

1.5.1. రూథర్‌ఫర్డ్ ఆల్ఫా కిరణ పరిక్షేపణ ప్రయోగం

ప్రసిద్ధి చెందిన రూథర్ ఫర్డ్ ప్రయోగాన్ని గూర్చి యిప్పుడు తెలిసికొందాం. ఇతడు ఆల్ఫా కిరణాలను (గోళీలకు బదులుగా) తాడన పదార్థ కణాలుగా ఉపయోగించాడు. ఒక పలుచని బంగారు రేకును (చట్రం అమర్చబడిన గోడకు బదులుగా) యీ ఆల్ఫా కణాల తాడనానికి గురి చేసినాడు. పోలోనియం అనే రేడియో ధార్మిక పదార్థం ఒక సీసపు పెట్టెలో వుంచి అందులో గల రంధ్రం ద్వారా ఆల్ఫా కిరణ పుంజం బయటకు వచ్చేటట్టు ఏర్పాటు చేసాడు. బంగారు రేకును ఈ కిరణాల మార్గంలో వుంచడం ద్వారా, దీనికి ఆల్ఫా కిరణాల తాడనంకు గురి చేయగల్గాడు. ఆల్ఫాకణం 4 a m u భారం, + 2 విద్యుత్ ఆవేశం కలిగి వుంటుంది. బంగారు

రేకు చుట్టూ కొద్ది దూరంలో ప్రతిదీప్తి తెర అమర్చబడింది. ఆల్ఫా కణం దానిపై పడినప్పుడు 'తళుకు' మని మెరుపు కనిపిస్తుంది. దీనిని ఆధారంగా చేసుకొని ఆల్ఫా కణం ప్రయాణించిన మార్గాన్ని తెలుసు కోవచ్చు.



పటం 1.2 ఆల్ఫా కిరణాల పరిక్షేపణ ప్రయోగం

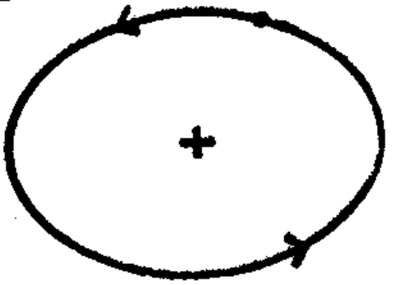
1. రేడియో ధార్మిక పదార్థం 2. చీలిక 3. బంగారు రేకు 4. ప్రతిదీప్తి తెర 5. పరిక్షేపిత కిరణాలు

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : పరమాణువులో అధిక భాగం శూన్య ప్రదేశమని ప్రయోగాత్మకంగా ఎట్లు నిరూపించగలవు ?

1.5.2. రూధర్‌ఫర్డ్ ప్రయోగ పరిశీలన, ఫలితాలు

1 పెక్కు ఆల్ఫాకణాలు రేకు గుండా సరళ మార్గంలో ప్రయాణించి ప్రతి దీప్తి తెరను చేరుతాయి. దీనిని బట్టి ఆల్ఫాకణాలకు లోహపు రేకు ఎటువంటి అడ్డు కలిగించలేదని తెలుస్తుంది. లోహపు రేకు పరమాణువులచే నిర్మితమైంది కదా! ఈ పరమాణువులు పూర్తిగా ఘన పదార్థాలే అయితే ఆల్ఫా కణాలు యీ పరమాణువులను ఢీ కొని వెనుకకు త్రిప్పి కొట్టబడేవి (గోడను ఢీ కొన్న మాదిరిగా). కాని యిక్కడ చాలా ఆల్ఫా కణాలు తమ మార్గాన్ని మార్చు కోకుండా తిన్నగా ముందుకు ప్రయాణిస్తున్నాయి. దీనిని బట్టి పరమాణువులో అధిక భాగం శూన్య ప్రదేశం అని తెలుస్తుంది.

2. కొన్ని ఆల్ఫాకణాలు వివిధ కోణాల్లో పరిక్షేపణం చెందుతాయి అని పటం 1.2 సూచిస్తుంది. అయితే కొన్ని వేల ఆల్ఫా కణాలలో ఒకటి అధిక కోణంలో పరిక్షేపణం చెందడం గమనించ వచ్చు. సజాతి ఆవేశాలు గల కణాలు వికర్షించు కొంటాయని మనకు తెలుసు. ఆల్ఫాకణం వక్ర గతిలో ప్రయాణించడానికి యిదే కారణం అని తెలుసుకోవాలి. దానిని బట్టి ధనావేశ ప్రాంతంతో ఢీ కొంటున్నాయని తెలుస్తోంది. పరిక్షేపణం చెందిన ఆల్ఫాకణాలు స్వల్పం కాబట్టి ధనావేశ ప్రాంతం స్వల్పమైనా ఘనపరిమాణం కలిగి ఉందని తెలుస్తోంది. అంటే పరమాణువులో అతి స్వల్ప ప్రదేశంలో ధన విద్యుదావేశ పూరితమైన భారయుత కణాలు కేంద్రీకరించబడ్డాయి అని తెలుస్తుంది. దీనినే **కేంద్రకం (Nucleus)** అంటారు. కేంద్రకం ధనావేశం కలిగి భారంతో కూడి ఉండటం వలన తనను ఢీకొన్న ఆల్ఫా కణం ఎక్కువ కోణాల్లో పరిక్షేపణం చెందగలిగింది. ఋణావేశం కలిగిన ఎలక్ట్రానులు పరమాణువులో కేంద్రకం వెలుపల ఉంటాయి. అయితే విరుద్ధ ఆవేశం గల ఈ కణాలు ఒక దాని నొకటి ఆకర్షించుకోకుండా ఉండటానికి కారణంగా ఈ ఎలక్ట్రానులు కేంద్రకం చుట్టూ (సౌర మండలంలో సూర్యుని చుట్టూ తిరిగే గోళాలవలె) అధిక వేగాలతో తిరుగుతుంటాయని రూథర్ ఫర్డ్ ప్రతిపాదించినాడు. దీనినే రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా అంటారు.



పటం 1.3 రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా

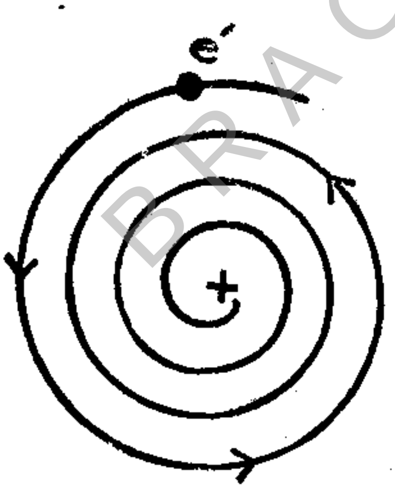
BRAOU

రూథర్ ఫర్డ్ నమూనా అనేక విద్యుత్ ఆవేశ ప్రయోగ ఫలితాలతో ఏకీభవించలేదు. సజాతి ఆవేశాలు వికర్షించు కొంటాయని విజాతి ఆవేశాలు పరస్పరం ఆకర్షించు కొంటాయని తెలుసు. దీని ఫలితంగా విజాతి ఆవేశాలు ఒకదాని కొకటి దగ్గర చివరకు ఒకదానిలో నొకటి కలిసిపోయి తటస్థం చెందాలి. అయితే నిజానికి పరమాణువులో ధనావేశిత కేంద్రకం, ఋణావేశిత ఎలక్ట్రానులు వేరు వేరుగా వున్నాయని ఆల్ఫాకిరణ పరిక్షేపణ ప్రయోగ ఫలితాలు తెలుపుతున్నాయి కదా! ఈ వాస్తవాన్ని వివరించడానికి ఏదో ఒక బలీయమైన కారణం వలన కేంద్రకం ఆకర్షణకు లోనైనప్పటికీ, ఎలక్ట్రానులు కేంద్రకంలో విలీనం కావని భావించాలి.

కేంద్రకం ఎలక్ట్రానులను ఆకర్షిస్తున్నప్పటికీ అవి కేంద్రకంలో విలీనం కాకుండా అడ్డుకునే ఆ శక్తి ఏదై ఉండవచ్చు ?

1.6. రూథర్ఫర్డ్ వివరణ

రూథర్ ఫర్డ్ ఒక కొత్త భావనను ప్రతిపాదించాడు. సూర్యుని చుట్టూ భూమీ, యితర గ్రహాలు తిరుగుతున్నట్లుగానే కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్‌లు పరిభ్రమణం చెందుతాయి అని రూథర్ ఫర్డ్ వివరించాడు. ఇది గ్రహమండలం నమూనా (Planetary model) లోని ముఖ్యాంశం. ఈ పరిభ్రమణం ఫలితంగా ఏర్పడిన అపకేంద్ర బలం (Centrifugal force) కేంద్రానికి, ఎలక్ట్రానులకు మధ్య ఉన్న ఆకర్షణ బలాన్ని నిరోధిస్తుంది. దీని ఫలితంగా పరమాణువులోని ఎలక్ట్రానులు, కేంద్రకంలో లీనం చెందడం లేదని తెలుస్తుంది. కాని ప్రయాణిస్తున్న వస్తువు, తన మార్గం దిశలో మార్పును చెందినప్పుడు త్వరణం చెందుతుంది. విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతం ప్రకారం త్వరణం చెందే విద్యుత్ ఆవేశ కణం క్రమేణా దాని శక్తిని కోల్పోతుంది. రూథర్ ఫర్డ్ నమూనాలోని ఎలక్ట్రానులు ఈ కారణంగా, త్వరణం చెంది క్రమేణా శక్తిని కోల్పోయి, సర్పిలాకార మార్గంలో కేంద్రకాన్ని సమీపించవలసి వుంటుంది. అంతే కాకుండా ఈ ప్రక్రియలో ఎలక్ట్రాను శక్తిని అవిచ్ఛిన్నంగా విడుదల చేస్తుంది. శక్తిని యీ విధంగా కోల్పోవడం ద్వారా ఎలక్ట్రాను, కేంద్రకాన్ని సమీపించి, చివరకు దానిలో లీనం కావాలి. (పటం 1.4) పరమాణువు నశించాలి.



B R A O U

పటం 1.4 ఎలక్ట్రాన్ సర్పిలాకార మార్గంలో కేంద్రకాన్ని సమీపించడం

ఆ విధంగా ఎలక్ట్రాన్ అవిచ్ఛిన్నంగా శక్తిని విడుదల చేస్తూ ఉంటే పరమాణు వర్ణ పటం, అవిచ్ఛిన్న వర్ణ పటంగా ఉండాలి. కాని నిజానికి పరమాణు వర్ణపటాలన్నీ అక్కడక్కడ గీతలుకల విచ్ఛిన్న వర్ణపటాలే కాని అవి అవిచ్ఛిన్న వర్ణపటాలుగాలేవు. దీనిని అనుసరించి రూథర్ ఫర్డ్ నమూనా గీతల వర్ణపటాలు (Line spectra) ఎలా ఏర్పడుతాన్నయనే విషయాన్ని వివరించలేకపోయింది అని తెలుస్తుంది. అంతేకాకుండా పరమాణువు

నశించకుండా, స్థిరత్వం పొంది ఉండటాన్ని కూడా వివరించలేకపోయింది. ఈ కారణాలుగా రూథర్ ఫర్డ్ ప్రవేశ పెట్టిన పరమాణు గ్రహమండల నమూనాను, తగువిధంగా మార్పు చేయవలసిన అవసరం ఏర్పడింది. దీని స్థానే ప్రతిపాదించడిన **బోర్ పరమాణు నమూనాయి** ప్రయోగ ఫలితాలను చాలా వరకు విజయవంతంగా వివరించగల్గింది.

1.7. సారాంశం

ఈ ఖండికలో :

- ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్లను కనుగొనుట
- థాంసన్ మరియు రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనాలు
- రూథర్ ఫర్డ్ ఆల్ఫా వికిరణ ప్రయోగ ఫలితాలు
- పరమాణువులో ధనావేశ, భారయుత కేంద్రక భావన
- రూథర్ ఫర్డ్ ప్రతిపాదనలు, లోపాలు క్లుప్తంగా వివరింపబడినవి.

1.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. కాథోడ్ కిరణాలు అంటే ఏమిటి ? వాటి స్వభావం వర్ణించండి.
2. రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనాను వివరించండి ?

II. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. పరమాణు వర్ణపటాలు రూథర్ ఫర్డ్ నమూనాను ఎలా వ్యతిరేకిస్తాయి ?
2. రూథర్ ఫర్డ్ నమూనాలోని లోపాలను వివరించండి.

1.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1 : వాయు ఉత్సర్గనాళ ప్రయోగాలలో అధిక పొటెన్షియల్‌కు గురిచేసినచో ఋణావేశ కిరణాలు వెలువడునని, ఏక మాత్ర ఋణావేశ కణాల నిర్మితమని, వాటినే ఎలక్ట్రానులు అని అందురు. పరమాణువులు తటస్థాలు కనుక ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య కు సమమగు ధనావేశ కణాలుండవలెను. వాటినే ప్రోటానులుగా కనుగొనిరి. ఎలక్ట్రాన్ల, ప్రోటాన్ల మొత్తము ద్రవ్యరాశి పరమాణు ద్రవ్యరాశికి సమానము కాలేదు కనుక ద్రవ్యయుత ఆవేశ రహిత కణాలుండ వలెను. అవియే న్యూట్రానులుగా ఛాడ్విక్ కనుగొనెను.

2 : రూథర్ ఫర్డ్ ఆల్ఫా కిరణ ప్రయోగంలో అధిక ఆల్ఫాకణాలు తమ మార్గాన్ని మార్చుకోకుండా ప్రయాణిస్తున్నాయి. కనుక పరమాణువులో అధిక భాగం శూన్య ప్రదేశ మని, అత్యల్ప భాగం లో ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు కేంద్రకంగా కలవని నిరూపితమైనది.

– రచయిత, అనువాదం : ఎస్.వి.అప్పారావు

భాగం – 2 : ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం

విషయక్రమం

2 ు, లక్ష్యాలు
2 చయం
2.3 కాంతి కణ సిద్ధాంతం
2.4 కాంతి తరంగ సిద్ధాంతం
2.5 తరంగ అభి లక్షణాలు
2.5.1 తరంగ దైర్ఘ్యము
2.5.2 తరంగ పౌనఃపున్యము
2.5.3 తరంగ వేగము
2.5.4 తరంగ సంఖ్య
2.6 నల్లని వస్తువుల వికిరణము
2.6.1 ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం
2.7 ఐన్‌స్టైన్ సామాన్య క్వాంటం సిద్ధాంతం
2.8 సారాంశం
2.9 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
2.10 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

2.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

శక్తి రూపాంతరమైన కాంతి యొక్క స్వభావాన్ని గురించి, క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం గురించి మరియు విద్యుదయస్కాంతత వర్ణపటంలో వివిధ ప్రాంతాల గురించి మీకు తెలియజేయడమే ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం.

ఈ భాగాన్ని పూర్తిగా చదివిన తరువాత మీరు తెలుసుకునే విషయాలు:

- కాంతి కణ సిద్ధాంతం
- కాంతి తరంగ సిద్ధాంతం
- తరంగ అభి లక్షణాలు
- నలుపు వస్తువు వికిరణం
- ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం
- పరమాణు నిర్మాణం అధ్యయనంలో, క్వాంటమ్ సిద్ధాంత ప్రాముఖ్యత

BRAOU

2.2. పరిచయం

సూర్య కాంతిని కటకం గుండా కాగితము లేదా దు పై ప్రసరించునట్లు కొంతసేపుంచిన వేడెక్కి మండిపోవును. దీనిని బట్టి ప్రసరించిన సూర్య కిరణాలు వస్తువుల యొక్క ఉష్ణోగ్రతను పెంచునని తెలియుచున్నది. అనగా సూర్య కిరణాలు వస్తువు ఉష్ణశక్తిని పెం రియైన ఉష్ణోగ్రత లభించగానే మండునట్లు చేయును. ఈ కిరణాల మార్గంలో వస్తువులున్న యెడల నీడ డును. దీని వలన సూర్య కిరణాలు ఋజు మార్గంలో ప్రయాణించునని స్పష్టమగుచున్నది. ఇట్లు కాంతి శక్తి రూపాంతరమని తెలియుచున్నది. సూర్యుని నుంచి వస్తువు వరకు కాంతి ఏ విధంగా ప్రసరిస్తున్నదీ ప్రశ్న.

అవగాహన ప్రశ్న – 1: కాంతి స్వభావమెట్టిది ?

2.3. కాంతి కణ సిద్ధాంతం

కాంతి చిన్న చిన్న పదార్థభాగాలు లేదా కణాలచే నిర్మితమైందని న్యూటన్ (Newton) భావించాడు. ఈ కణ ప్రవాహాలే కాంతి జనకం నుండి వెదజల్లబడి అన్ని దిశలలో వికిరణం రూపంలో సరళరేఖలో ప్రయాణిస్తున్నాయి. కాని యీ సిద్ధాంతం కాంతి ధర్మాలన్నిటిని విజయవంతంగా వివరించలేక పోయింది. ఉదాహరణకు న్యూటన్ కణ సిద్ధాంతం సాధారణంగా కాంతి ప్రదర్శించే వివర్తనం (diffraction), వ్యతికరణం (interferen...) మొదలగు ధర్మాలను అన్నిటిని వివరించలేక పోయింది. అంతేకాక కాంతివేగం గాలిలో కన్న నీటిలో ఎందువలన తక్కువగా వుందో కూడా వివరించలేక పోయింది.

2.4. కాంతి తరంగ సిద్ధాంతం

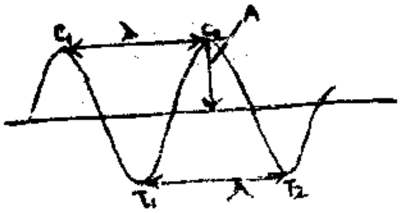
హ్యూజెన్స్ (Hugens) అనే శాస్త్రవేత్త కాంతితరంగ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం ఒక ప్రకాశవంతమైన పదార్థం నుండి వెలువడే కాంతి తరంగ రూపంలో అన్ని దిశలకు ప్రయాణిస్తుంది. ఈ సిద్ధాంతం వ్యతికరణం వంటి దృగ్విషయాలను వివరించగలిగింది. ఈ కారణంగా కాంతి తరంగ సిద్ధాంతం ఎక్కువ ఆదరణ పొందింది. ఇంతే కాక కాంతి యితర ధర్మాలను వివరించడంలో కూడా తరంగ సిద్ధాంతం ఎక్కువగా ఉపయోగపడింది.

2.5. తరంగ అభిలక్షణాలు

తరంగాలలో చాలా రకాలున్నాయి. వీటిలో ఒక రకాన్ని నీటి తరంగాలు సూచిస్తాయి. నీటి తరంగాలు మీకు తెలిసినవే. ఎత్తైన చెరువు గట్టుమీద నిలబడి కదులుతున్న నీటి ఉపరితలాన్ని చూసినట్లైయితే, నీటి తరంగాలను చూడవచ్చు. నీటి తరంగాలు కదలిక చాలా క్రమబద్ధంగా ఉండి ఒక 'లయ'ను కలిగి వుంటాయి. నీటి తరంగాలు నిర్ణీత విరామాలలో తీరాన్ని చేరుతాయి. నీటి తరంగాలు పదేపదే చెరువుగట్టు లేదా సముద్రతీరాన్ని ఢీ కొంటాయి. ఆ కారణంగా కొన్నాళ్ళకు యీ తరంగాలు చెరువు గట్టును లేదా సముద్రతీరాన్ని కోసి వేస్తాయి. దీనిని బట్టి నీటి తరంగాలు కూడా శక్తితో కూడి వున్నాయని తెలుస్తుంది. కాంతి తరంగం నీటి తరంగాన్ని పోలివుంటుంది అని భావిద్దాం. అప్పుడు కాంతి తరంగానికి కూడా శక్తి వుందని తెలుస్తుంది. కాంతి తరంగం కింది అభిలక్షణాలను కలిగి వుంటుంది.

i) కాంతి తరంగం శక్తిని కలిగి వుంటుంది.
ii) కాంతి తరంగానికి నిర్దిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యం వుంటుంది.
iii) కాంతి తరంగానికి నిర్దిష్టకంపన పరిమితి వుంటుంది.
iv) కాంతి తరంగం దాని శక్తికి అనువైన పౌనఃపున్యం కలిగివుంటుంది.
v) కాంతి తరంగం స్థిరవేగంతో ప్రయాణిస్తుంది.

తరంగం యొక్క కొన్ని యీ అభిలక్షణాలు పటం 2.1 లో సూచించ బడ్డాయి.



పటం 2.1 తరంగం అభిలక్షణాలు

BRAOU

2.5.1. తరంగ దైర్ఘ్యం

ఒక తరంగంలో ఒకే దిశలో వుండి అనుక్రమంలో వున్న రెండు బిందువుల మధ్య దూరాన్ని తరంగ దైర్ఘ్యం అంటారు. ప్రక్క ప్రక్కనే గల రెండు శృంగాలు C_1,C_2 (Crests) లేక ద్రోణులు T_1,T_2 (Troughs) మధ్య దూరాన్ని (పటం 2.1) తరంగ దైర్ఘ్యం అంటారు. దీనిని అంగ్ స్ట్రామ్ యూనిట్లలో (A^o) కొలుస్తారు. $1A^o = 10^{-8}$ సెం.మీ.

2.5.2. తరంగ పౌనఃపున్యం

కంపన వస్తువు తన విరామస్థితి (rest position) లేదా మధ్య పథం నుండి పొందిన గరిష్ట స్థాన భ్రంశమును కంపనపరిమితి అంటారు (పటం 2.1)

పౌనఃపున్యం: ఒక సెకను కాలంలో ఒక నిర్ణీత బిందువు మీదుగా ప్రయాణించు తరంగాల సంఖ్యను, ఆ తరంగం యొక్క పౌనఃపున్యం అని అంటారు (పటం 2.1). దీనిని ఒక సెకనులో తరంగం ప్రయాణించే దూరంలోని సైకిల్స్ (Cycles) సంఖ్యగా వ్యక్తం చేస్తారు.

2.5.3. తరంగ వేగం

ఒక సెకను కాలంలో ఒక తరంగం ప్రయాణించు దూరాన్ని ఆ తరంగం వేగం అంటారు. దీని యూనిట్‌ను సెకనులో తరంగం ప్రయాణించే దూరం (సెంటీమీటర్లలో) గా వ్యక్తం చేస్తారు. కాంతి వేగం విలువ $3 X10^{10}$ సెంమీ/సెకను. కాంతి విద్యుదయస్కాంత వికిరణం. విద్యుదయస్కాంత వికిరణాలు అన్నీ ఒకే వేగంతో అంటే $3 X10^{10}$ సెంమీ/సెకనుతో ప్రయాణిస్తాయి. అయినప్పటికీ అవి ఒక దాని నుండి మరొకటి వాటి తరంగ దైర్ఘ్యం, పౌనఃపున్యం విలువలలో భేదిస్తాయి.

2.5.4. తరంగ సంఖ్య

కాంతి వర్ణ పటాల అధ్యయనంలో కాంతి పౌనః పున్యాన్ని సామాన్యంగా తరంగ సంఖ్య $\bar{\nu}$లో వ్యక్తం చేస్తారు. ఒక సెంటీమీటరు పొడవులో గల తరంగాల (తరంగ దైర్ఘ్యాల) సంఖ్యను తరంగ సంఖ్యగా పరిగణిస్తారు. తరంగ సంఖ్య సెంటీమీటర్లలో కొలిచిన తరంగ దైర్ఘ్యానికి విలోమం అవుతుంది.

$$\bar{\nu} = 1/\lambda \text{ సెం.మీ.}^{-1}$$

కాని పౌనఃపున్యం $\nu = C/\lambda$ అని తెలుసు.

C = కాంతి వేగం (3×10^{10} సెం.మీ./సెకను)

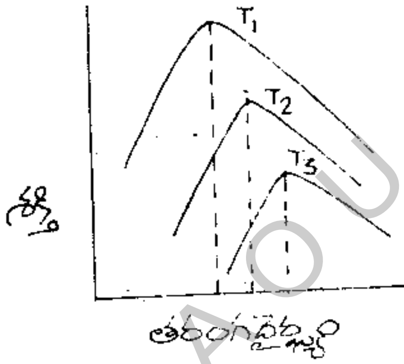
కాబట్టి $\nu = C\bar{\nu}$ అవుతుంది.

2.6. నలుపు వస్తువు వికిరణం

ఒక వస్తువు ఉపరితలంపై కాంతి వికిరణం పడినప్పుడు అది ముఖ్యంగా మూడు ప్రక్రియలకు గురి అవుతుంది. అవి పరావర్తనం (reflection), శోషణం (absorption), ప్రసరణం (transmission).వికిరణంలో కొంత భాగం పరావర్తనం, మరి కొంత శోషణం, మిగిలిన భాగం ప్రసరణం చెందుతుంది. ఎంత భాగం శోషణం చెందుతుంది అనే విషయం కాంతి స్వభావం మీద, వస్తువు స్వభావం మీద ఆధార పడి వుంటుంది. దీనిని అనుసరించి పతన కాంతి వికిరణం యొక్క శక్తి మొత్తం శోషణం చెందదు అని స్పష్టం అవుతుంది. వస్తువులు

BRAOU

పరిపూర్ణ శోషకాలు (Perfect absorbers) కాక పోవటమే దీనికి కారణం. కాని శక్తిని పరిపూర్ణంగా శోషించగల్గే వస్తువు "నలుపు వస్తువు" (Black body) అంటారు. అటువంటి వస్తువు తనపై బడిన వికిరణాన్ని పరిపూర్ణంగా శోషించి, దాని శక్తిని తనలో నిలుపుకోగలదు. ఉదాహరణకు ఒక చిన్న రంధ్రం గల్గి ఉండి లోపలి ఉపరితలం మీద నల్లని పూత పూయబడిన బోలుగా వున్న గోళాన్ని 'పరిపూర్ణ శక్తి శోషకం' గా చెప్పుకోవచ్చు. రంధ్రం ద్వారా గోళంలోకి ప్రవేశించిన వికిరణం నల్లని ఉపరితలంపై పడుతుంది. చాలా వరకు యిది శోషించబడుతుంది. కొద్ది భాగం మాత్రం పరావర్తనం చెందుతుంది. అయినప్పటికీ యిది తిరిగి నల్ల ఉపరితలంపైబడి చివరకు యిది కూడా శోషించబడుతుంది. ఈ విధంగా శక్తి పూర్తిగా శోషణం చెందేవరకూ, యీ ప్రక్రియ పునరావృతం అవుతుంది. కనుక ఈ గోళం పరిపూర్ణ శోషిణిగా పని చేస్తుంది. ఈ కారణంగా ఈ గోళాన్ని "నలుపు వస్తువు" అనవచ్చు. పరిపూర్ణ శోషణకారి అయిన "నలుపు వస్తువు" పరిపూర్ణ ఉద్గారి కూడా అవుతుంది. ఇది పరిసరాలలో ఉష్ణ సమతాస్థితిలో వుంటుంది. అదే ఉష్ణోగ్రతకు వేడి చేసిన యితర వస్తువులతో పోల్చినప్పుడు 'నలుపు వస్తువు' గరిష్ఠ శక్తిని వికిరణం చేస్తుంది. ఈ శక్తి ఒకే విలువ కలిగి వుండదు. అంటే ఉద్గారిత శక్తి ఒకే పౌనః పున్యం కలిగి ఉండదు. వర్ణ పటంలో ఈ శక్తి ఏక రీతిలో పంపిణీ చేయబడదు. ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా "నలుపు వస్తువు" ఒక నిర్దిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యం వద్ద శక్తిని 'గరిష్ఠ విలువ' లో ఉద్గారిస్తుంది. ఉష్ణోగ్రత విలువ పెరిగిన కొద్దీ యీ 'గరిష్ఠ స్థాయి శక్తి' ఉద్గార స్థానం అల్ప విలువ తరంగ దైర్ఘ్యాల వైపు జరుగుతుంది. అంతే కాక 'నలుపు వస్తువు' ఉద్గారించిన మొత్తం శక్తి ఉష్ణోగ్రత యొక్క నాల్గవ ఘాతానికి అనులోమ సంబంధం కలిగి వుంటుంది. అంటే ($E \alpha T^4$) అను సంబంధాన్ని అనుసరించి వుంటుంది. 'నలుపు వస్తువు' వికిరణం ప్రదర్శించే యీ దృగ్విషయాలని సాంప్రదాయక సిద్ధాంతం (Classical theory) ద్వారా విశదీకరించడానికి వీలు పడదు. ఎందు కంటే ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం శక్తి అవిచ్ఛిన్న ఉద్గార వికిరణంగా (Continuous emission of Radiation) విడుదల కావాలి. నిజానికి శక్తి ఉద్గారం ఆ విధంగా లేదు.



పటం 2.2 వివిధ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నలుపు వస్తువు నుంచి వర్ణపటంలో శక్తి పంపిణీ

B R A O U

2.6.1. ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం

'నలుపు వస్తువు' వికిరణం అభిలక్షణాలను వివరించడానికి ప్లాంక్ శాస్త్రవేత్త "క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం" ను ప్రతిపాదించాడు. 'నలుపు వస్తువు' శక్తి అవిచ్ఛిన్నంగా కాక విచ్ఛిన్నంగా 'క్వాంటమ్' (quantum) అని పిలువబడే 'శక్తి ప్యాకెట్ల' (energy packets) రూపంలో ఉద్గారించబడుతుంది అని యీ సిద్ధాంతం తెలుపుతుంది. నిర్దిష్ట పౌనఃపున్యం (υ)కల వికిరణం శక్తి (E)ని $E = h\upsilon$ అనే సమీకరణం ద్వారా వ్యక్తం చేయవచ్చునని యీ సిద్ధాంతం తెలుపుతుంది.

h = ప్లాంక్ స్థిరాంకం. ఇది ఒక సార్వత్రిక స్థిరాంకం. దీని విలువ 6.63×10^{-27} ఎర్గ్ సెకనులు.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : "నలుపు వస్తువు" వికిరణం అంటే ఏమిటి ?

2.7. ఐన్‌స్టీన్ సామాన్య క్వాంటం సిద్ధాంతం

ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం 'నలుపు వస్తువు' ల వికిరణం అభిలక్షణాలను విజయవంతంగా వివరించగల్గింది. ఈ కారణంగా ఐన్‌స్టీన్ యీ సిద్ధాంతాన్ని యితర వికిరణాలకు అనువర్తింపచేసి, వాటి ఫలితాల ఆధారంగా అన్ని

రకాల వికిరణాలు, తమ శక్తిని క్వాంటాల రూపంలోనే ఉద్గారిస్తాయని ప్రతిపాదించాడు. అంతేకాక కాంతి ప్రసరణం కూడా క్వాంటాల లోనే జరుగుతుందని, కాంతి శక్తి క్వాంటాలను, ఫోటాన్ (Photon) లు అంటారు అని ప్రతిపాదించడం జరిగింది. కాంతి క్వాంటమ్ లేదా ఫోటాన్ శక్తి విలువ దాని పౌనః పున్యం 'υ' మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. దీనిని $E = h\upsilon$ అనే సమీకరణం సహాయంతో లెక్క కట్టవచ్చు.

2.8. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు తెలుసుకున్న విషయాలు

i) కాంతి ద్వంద్వ స్వభావము, కణ సిద్ధాంతము, తరంగ సిద్ధాంతము
ii) కాంతి ధర్మాలను వివరించుటలో తరంగ సిద్ధాంత ప్రాముఖ్యత
iii) తరంగ అభిలాక్షణిక ధర్మాలయిన కంపన పరిమితి, దైర్ఘ్యం, పౌనఃపున్యము, వేగము మరియు తరంగ సంఖ్యల గురించి, వాటి అవినాభావ సంబంధాల గురించి
iv) నలుపు వస్తువు వికిరణం మరియు దీనికి ప్లాంక్ క్వాంటం సిద్ధాంత వివరణ
v) శక్తి వికిరణాల అనువర్తించు ఐన్‌స్టైన్ సామాన్య క్వాంటమ్ సిద్ధాంతము.

2. 9. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I) సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతంలో ముఖ్య అంశాలు ఏమిటి ?
2. ప్లాంక్ సిద్ధాంతానికి ఐన్‌స్టైన్ సూచించిన మార్పులు ఏమిటి ?

II) సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. కాంతి స్వభావం, నలుపు వస్తువు వికిరణం, యివి పదార్థాల శక్తి ఉద్గారాలని అర్థం చేసుకోడానికి ఎలా వుపకరిస్తాయి ?
2. ప్లాంక్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతాన్ని వివరించి ఐన్‌స్టైన్ క్వాంటమ్ సిద్ధాంతీకరణను తెల్పుము.

2.10. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. కాంతి శక్తి రూపాంతరం. దీనికి కణ మరియు తరంగ ద్వంద్వ స్వభావము కలదు. వివర్తనం, వ్యతికరణం మొదలగు ధర్మాలు తరంగ స్వభావాన్ని నిరూపించగా, ఫొటో విద్యుత్ మరియు కాంప్టన్ ప్రభావాలు కణ సిద్ధాంతాన్ని నిరూపించాయి.

2. శక్తి యొక్క పరిపూర్ణ శోషిణి మరియు పరిపూర్ణ ఉద్గారి నలుపు వస్తువు. నలుపు వస్తువు నుంచే వెలువడే శక్తి ఇతర వస్తువుల కన్నా అత్యధికం. ఈ ఉద్గారమగు శక్తి వేర్వేరు పౌనః పున్యాలు కలిగి ఉంటుంది. శక్తి అవిచ్ఛిన్న ఉద్గార వికిరణం నలుపు వస్తువు వికిరణాన్ని వివరించలేక పోయింది.

రచయిత, అనువాదం : ఎస్.వి.అప్పారావు

Dr. BRAOU
LIBRARY
Acc. No: T-3411
Class No: 540
RAS
BRAOU

భాగం - 3 : పరమాణు వర్ణపటాలు

విషయక్రమం

3.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
3.2 పరిచయం
3.3 రేఖా వర్ణపటం
3.4 హైడ్రోజన్ వర్ణపటం
  3.4.1 బోర్ హైడ్రోజన్ పరమాణు నమూనా
  3.4.2 బోర్ సిద్ధాంత ముఖ్యాంశాలు
  3.4.3 హైడ్రోజన్ వర్ణపట వివరణ
3.5 సారాంశము
3.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
3.7 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

3.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూనాలో ఎదురైన సమస్యల పరిష్కారానికి పరమాణు వర్ణ పటం అధ్యయనం ఏ విధంగా తోడ్పడిందో వివరించడం మరియు పరమాణు భూస్థితి, ఉద్రిక్త స్థితుల ద్వారా బోర్ ప్రతిపాదనలు తెలియజేయడానికి ఈ భాగం ఉద్దేశింపబడినది.

పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకునే విషయాలు :

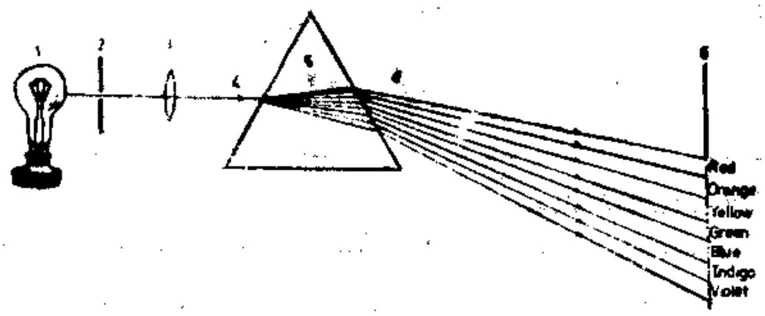
* వర్ణపటాలు ఏర్పడుట – రకాలు
* హైడ్రోజన్ వర్ణపటం అధ్యయనం
* బోర్ పరమాణు సిద్ధాంతంలోని ముఖ్య అంశాలు
* పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్‌ల శక్తి క్వాంటీకరణం
* ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య ప్రతిపాదన
* హైడ్రోజన్ వర్ణపటం వివరణ

3.2. పరిచయం

తెల్లవారుతూనే ప్రసరించే సూర్యకిరణాలు, చీకటిపడుతూనే వెలిగించే విద్యుత్ బల్బు నుండి లభించే కాంతి మనందరికి పరిచితమే. ఈ ప్రకాశవంతమైన తెల్లని కాంతిలో నిజానికి ఇంద్ర ధనుస్సులో వలె ఏడు రంగులు కలవు (ఉదా: ఇండిగో, నీలి, ఆకుపచ్చ, పసుపు,పచ్చ, ఆరెంజ్ మరియు ఎర్రుపు). ఈ ఏడు రంగులు వరుసగా గల ఒక అట్ట ముక్కను వేగంగా తిప్పిన అన్నీ కలసి పోయి ఒకే రంగుగా కన్పించును. అదే తెలుపు. ఇట్లే వర్షం పడ్డప్పుడు ఆకాశంలో సూర్యకిరణాలు ఏడురంగులు గల ఇంద్ర ధనుస్సుగా కన్పించడం మనకు తెలుసు. తెల్లని కాంతిని లేదా విద్యుత్ బల్బునుండి వచ్చు కాంతిని పట్టకం గుండా పోనిచ్చినప్పుడు విభిన్న

BRAOU

రంగుల కాంతి కిరణాలు వేర్వేరు కోణాలలో వక్రీభవనం చెందుతాయి. ఇట్లు తెల్లని కాంతి ఇంద్ర ధనుస్సులోని రంగుల వలె విడిపోవుటను విక్షేపణం అంటారు. ఈ కిరణాలను తెరపై పడేటట్లు చేసిన లభించునదే వర్ణపటము.

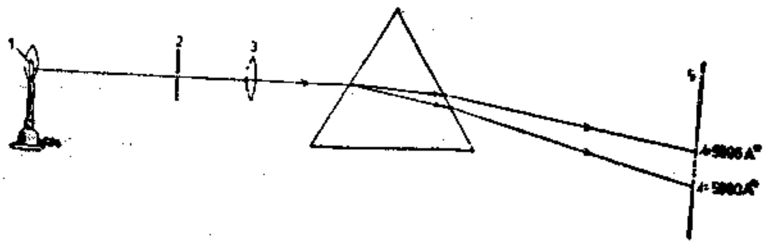


పటం 3.1. కాంతి వర్ణపటం, 1. ఫిలమెంట్ బల్బు 2. చీలిక 3. కటకం 3. తెల్లని కాంతిపుంజం 5. పట్టకం 6. తెర

అందులో ప్రతి రంగు దానికి సంబంధించిన ఒక ప్రత్యేక పౌనఃపున్యం (లేదా పౌనఃపున్యాల సముదాయం) తరంగ దైర్ఘ్యం (లేదా తరంగ దైర్ఘ్యాల సముదాయం) కలిగి ఉంటాయి. ఈ వర్ణపటాన్ని ఒక తెల్లని తెరపైన లేక ఫోటోఫిల్ముపై పట్టవచ్చును. సూర్యకాంతి లేదా విద్యుద్దీపకాంతి వర్ణపటంలో, నీలలోహితం నుంచి ఎరుపు వరకుగల రంగులన్నీ చూడవచ్చు. వర్ణపటంలో వివిధ రంగుల పట్టీల మధ్య ఖాళీలులేని వర్ణపటాన్ని అవిచ్ఛిన్న వర్ణపటం అని పిలుస్తారు.

3.3. రేఖా వర్ణపటం (Line Spectrum)

పై ప్రయోగంలో బల్బులోని టంగ్‌స్టన్ తీగను హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతకు వేడిచేసి, కాంతిని వెదజల్లేటట్లు చేస్తారు. అయితే చాలా పదార్థాలు అధిక ఉష్ణోగ్రతలు ఇవ్వగల జ్వాలలో ఉండినపుడు అవి కాంతిని ఉద్గారం చేస్తాయి. ఉదాహరణకు సోడియం క్లోరైడ్‌ను బున్సెన్ జ్వాలలో వుంచినపుడు పసుపు వర్ణపు కాంతిని అది వెలువరిస్తుంది. ఈ విధంగా ఉద్గారమైన కాంతిని ఒక పట్టకం ద్వారా పంపి అధ్యయనం చేయవచ్చు. ఇలా రాబట్టిన సోడియం వర్ణపటంలో రెండు నిర్దిష్టమైన గీతలను వేర్వేరు స్థానాలలో చూడవచ్చు. ఇట్టి వర్ణ పటాలను రేఖా పటాలు అంటారు. వర్ణపటంలోని ప్రతి రేఖ ఒక విశిష్ట పౌనఃపున్యం లేదా తరంగ దైర్ఘ్యంచే నిర్దేశింపబడుతుంది.



పటం 3.2. సోడియం పరమాణువు వర్ణపటం
1. సోడియం జ్వాల 2. చీలిక 3. కటకం 4. పట్టకం 5. తెర

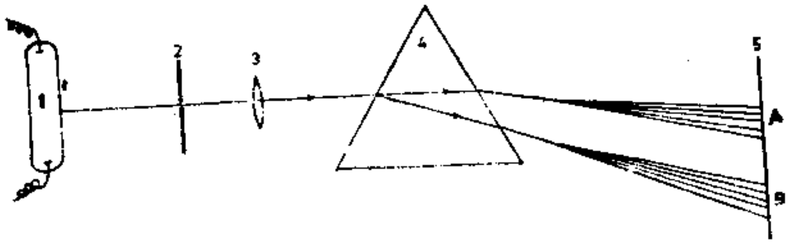
BRAOU

వేడి చేసిన ఘనపదార్థాల నుంచి ఉద్గారమైన కాంతి వర్ణపటంలో రేఖలు, సూర్యకాంతి వర్ణపటంలో వలె, ఒక దానితో మరొకటి దాదాపు కలసిపోయి పట్టీ వలె ఏర్పడిన దానిని పట్టికా వర్ణపటం అంటారు. ఇట్లు వర్ణ పటాలు రేఖలుగా గాని, పట్టీలుగా గాని ఉంటాయి. రేఖా వర్ణ పటాలు పరమాణువుల వల్ల, పట్టికా వర్ణ పటాలు అణువుల వల్ల వస్తాయని ప్రయోగాల వల్ల తెలుసుకున్నారు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : రేఖా వర్ణ పటమనగానేమి ?

3.4. హైడ్రోజన్ వర్ణపటం

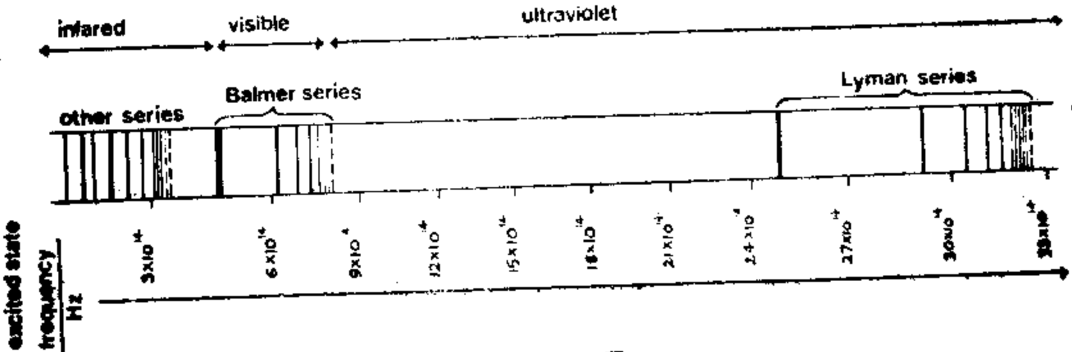
ఈ ప్రయోగాలను మార్చి చేయవచ్చు. విద్యుద్దీపంలోని టంగ్‌స్టన్ తీగ లేదా బున్సెన్ జ్వాలలో సోడియం క్లోరైడ్ బదులుగా అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద హైడ్రోజన్ వాయువు గల ఉత్సర్గ నాళాన్ని కాంతి జనకంగా వాడతారు.



పటం 3.3. (ఎ) హైడ్రోజన్ వర్ణపటం.
1. హైడ్రోజన్ ఉత్సర్గనాళం 2. చీలిక 3. కటకం 4. పట్టకం 5. తెర.

BRAOU

హైడ్రోజన్ ఉత్సర్గనాళంలో విద్యుత్తు ప్రవహించినపుడు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల నుంచి ఎర్ర కాంతి వెలువడుతుంది. ఈ ఎరుపు కాంతి యొక్క వర్ణపటంలో ఒక వరుస క్రమంలో నున్న కొన్ని నిర్దిష్టమైన గీతలు ఉంటాయి. వీనిలోని ప్రతిగీత ఒక ప్రత్యేకమైన పౌనఃపున్యం కలిగి ఉంటుంది. ఈ గీతల పౌనఃపున్యాలను ఆధారంగా జేసుకొని, వీటిని సముదాయాలుగా వర్గీకరించారు. అవి అతినీలలోహిత (ultraviolet) దృశ్య (visible), పరారుణ (infrared) ప్రాంతాలకు సంబంధించినవి. మిగిలిన మూలకాలన్నిటి కన్న హైడ్రోజన్ చాలా సరళమైన గీతల వర్ణపటాన్ని ఇస్తుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణ పటం సాంభ్యత శాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకర్షించింది. హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటం, ఆ పరమాణు నిర్మాణం పై ఆధారపడి ఉందా ? హైడ్రోజన్ వర్ణ పటంలోని గీతలు శాస్త్రజ్ఞుల ముందున్న సమస్యా పరిష్కారానికి మార్గం చూపుతుందా ? అనే ప్రశ్నలకు జవాబు రాబట్టడానికి ప్రయత్నిద్దాం. సమస్యను పరిష్కరించే ముందు సమస్యను మరొకసారి జ్ఞప్తికి తెచ్చుకుందాం. ధనావేశితమైన కేంద్రకం చుట్టూ తిరిగే ఎలక్ట్రానులను ఆకర్షిస్తున్నప్పటికి ఆ ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకంలో లీనం కావడం లేదు. దీనికి కారణాలు ఏమిటి ?



పటం 3.3. (బి) హైడ్రోజన్ వర్ణపటం

హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటంలోని గీతలను సరిగా అధ్యయనం చేసి వివరించ గలిగితే, ఆ పరమాణు నిర్మాణముపై సరియైన అవగాహన ఏర్పడుతుంది అని చాలామంది శాస్త్రజ్ఞులు భావించారు. హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో దృశ్య ప్రాంతంలోని గీతల సముదాయాన్ని బామర్ శ్రేణి అంటారు. 1885 లో బామర్ వీటి పౌనఃపున్యాలను వివరించడానికి ఒక సులభతరమైన సమీకరణాన్ని సూచించాడు. దానిని $\bar{\upsilon} = 109,677 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ అని రాయవచ్చు. n విలువ 3 అంత కంటె ఎక్కువైన పూర్ణసంఖ్య.

పై సమీకరణంలో 'n' కు బదులుగా 3,4,5,6,7, ... విలువలను ప్రతిక్షేపిస్తే బామర్ శ్రేణిలో గీతల 'తరంగ సంఖ్యలు' (wave numbers) వస్తాయి. వర్ణపటంలో నీలలోహిత వర్ణం వైపు జరిగేకొలదీ గీతల మధ్య దూరం తగ్గుతూ అవి ఒకదానికొకటి సన్నిహిత మవుతాయనే విషయంతో పై సమీకరణం ఏకీభవిస్తుంది. పైన చెప్పిన సమీకరణం ద్వారా గణించిన తరంగ సంఖ్య విలువలు ప్రయోగ ఫలితాలతో చక్కగ సరిపోవడం శాస్త్రజ్ఞులకు ఆశ్చర్యపరిచింది. అతినీలలోహిత ప్రాంతంలోని గీతల సముదాయాన్ని లైమన్ శ్రేణి (Lyman Series) అని పిలుస్తారు. ఈ గీతలకు అన్వయించే సమీకరణాన్ని $\bar{\upsilon} = 109,677 \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}$ అని రాయవచ్చు.

n విలువ 2, అంతకంటె ఎక్కువైన పూర్ణసంఖ్య. హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో అన్ని ప్రాంతాల గీతల సముదాయాలకు వర్తింపగల సాధారణ సమీకరణం రైడ్‌బర్గ్ (Rydberg) సూచించాడు. దానిని

$\bar{\upsilon} = 109,677 \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$ అని రాయవచ్చు. n_1, n_2 లు పూర్ణసంఖ్యలు. n_1 విలువ n_2 కన్న ఎక్కువగా ఉంటుంది. 109, 677 అనే స్థిరాంకాన్ని రైడ్‌బర్గ్ స్థిరాంకం అంటారు. ఇది హైడ్రోజన్ వర్ణపటం యొక్క అభిలక్షణం. దీని విలువను cm^{-1} (సెంటీమీటరుకు విలోమరాశి) లో వ్యక్తం చేస్తారు. ఒక సముదాయంలో n_2 విలువ స్థిరంగా ఉండి, n_1 విలువ ఆ వరుసలోని ప్రతిగీతకు మారుతూ ఉంటుంది.

అతినీలలోహిత ప్రాంతంలోని లైమన్ (Lyman) శ్రేణికి

$n_2 = 1$, $n_1 = 2, 3, 4$ .... విలువలు ఉంటాయి.

దృశ్య ప్రాంతంలోని బామర్ (Balmer) శ్రేణికి

$n_2 = 2$, $n_1 = 3, 4, 5$ .... విలువలు ఉంటాయి.

పరారుణ ప్రాంతంలోని ఫాషన్ (Paschen) శ్రేణికి

$n_2 = 3$, $n_1 = 4, 5, 6$ .... విలువలు ఉంటాయి.

పరారుణ ప్రాంతంలోని బ్రాకెట్ (Brackett) శ్రేణికి

$n_2 = 4$, $n_1 = 5, 6, 7$ .... విలువలు ఉంటాయి.

పరారుణ ప్రాంతంలోని ఫుండ్ (Pfund) శ్రేణికి

$n_2 = 5$, $n_1 = 6$, ... విలువలు ఉంటాయి.

చివరి మూడు వరుసలు ఒకే ప్రాంతంలో ఉండుట గమనించాలి. పై చెప్పిన సమీకరణాలన్నీ పూర్తిగా అనుభావిక (Empirical) సమీకరణాలే. అయినప్పటికీ ప్రయోగ ఫలితాలు యాదృచ్ఛికమైనవి కావు. ఇవి సమీకరణాలకు అనుగుణంగా ఉన్నాయి. తృప్తికరమైన హైడ్రోజన్ పరమాణు నమూనాకు ఈ సమీకరణాలు పునాదులు అయితీరాలి.

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న 2 : బామర్ శ్రేణిలో మొదటి గీత యొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును లెక్కించుము.

3.4.1. బోర్ హైడ్రోజన్ పరమాణు నమూనా

పైన చెప్పిన కొన్ని వాస్తవాలను వివరించడానికి 1913 లో నీల్స్ బోర్ (Niels Bohr) అనే ప్రఖ్యాత శాస్త్రవేత్త ఒక పరమాణు నమూనాను ప్రతిపాదించాడు. పరమాణు నిర్మాణం అధ్యయనం చేయడానికి క్వాంటమ్ సిద్ధాంతాన్ని ప్రయోగ ఫలితాలకు అనువర్తించి అతడు క్రొత్త మార్గం అనుసరించాడు. రూథర్ ఫర్డ్ నమూనా ఎదుర్కొన్న సమస్యల పరిష్కారానికి యిది దారి చూపించింది. ఎలక్ట్రాన్ లు కేంద్రకంలో లీనమై పోకుండా ఎలా ఉండ గలుగుతాయో విశదీకరించటమే కాకుండా, గీతల వర్ణపటం ఎలా ఏర్పడిందో కూడా అతడు వివరించగలిగాడు. రూథర్ ఫర్డ్ నమూనాలో కేంద్రకం భావన ప్రయోగ ఫలితాలపై ఆధారపడి ఉంది. కాబట్టి అతడు దానిని అంగీకరించాడు. అంతేగాక ఎలక్ట్రాన్ లు కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయని కూడా ఒప్పుకున్నాడు. కాని కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమించే ఎలక్ట్రాన్ లకు ప్లాంకు క్వాంటం సిద్ధాంతం (Planck's Quantum Theory) అనువర్తించి క్రొత్త పంథాలో ముందంజవేశాడు. పరిభ్రమించే ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని కోల్పోనటువంటి కర్పరాలను అతడు ఊహించాడు. అంటే పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ కు కొన్ని నిర్దేశించబడిన విలువల్లో వాటి శక్తి, కోణీయ ద్రవ్య వేగాలు ఉంటాయని ప్రతిపాదించాడు. ఎలక్ట్రాన్ లు ఆక్రమించే అట్టి కక్ష్యలను స్థిర కక్ష్యలు అంటారు. మరో విధంగా చెప్పాలంటే పరమాణువులో కొన్ని స్థిర కక్ష్యలు ఉంటాయి. వాటి కోణీయ ద్రవ్యవేగాలు (mur) క్రింది సమీకరణం ద్వారా సూచించవచ్చు.

$$mur = n \frac{h}{2\pi}$$

$n = 1, 2, 3 \ldots$ విలువలు గల పూర్ణాంకం. దీనిని ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య అంటారు.

h = ప్లాంక్ స్థిరాంకం.

m = భారం ; u = వేగం ; r = కక్ష్య వ్యాసార్థం

దీనిని అనుసరించి ఎలక్ట్రాన్ శక్తి కొన్ని నిర్దేశించిన విలువలు కలిగివుంటుందని తెలుస్తుంది. విలువను కింది సమీకరణం సూచిస్తుంది. π, m, e మరియు h విలువలను ప్రతిక్షేపించిన

$$E_n = -\frac{2\pi^2 me^4}{n^2h^2} \qquad E_n = -\left(\frac{2.179 \times 10^{-8} J}{n^2}\right)$$ అగును.

ఇందులో $n = 1, 2, 3$ మొదలైన పూర్ణాంకాలు.

ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమించే కక్ష్య వ్యాసార్థం $r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2me^2}$

ఎలక్ట్రాన్ ఒకే కక్ష్యలో పరిభ్రమించినంత వరకు దాని శక్తిలో మార్పు వుండదు.

3.4.2. బోర్ సిద్ధాంత ముఖ్యాంశాలు

i) రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనాలోని కేంద్రకం భావన సరియైనదే.

ii) కేంద్రకం చుట్టూ స్థిరకక్ష్యలో ఎలక్ట్రానులు పరిభ్రమిస్తూ వాటికి నిర్దేశితమైన ఇచ్చితమైన శక్తి విలువలను కలిగి ఉంటాయి. ఆ కక్ష్యలో తిరిగే ఎలక్ట్రాన్ లకు శక్తి స్థిరంగా ఉంటుంది. అందుచేత వీనిని స్థిర కక్ష్య (స్థాయి) లు అంటారు. కేంద్రకాన్ని కేంద్రకంగా జేసుకొని పెరుగుతున్న వ్యాసార్థాలతో ఒకదానిపై ఒకటి

B R A O U

ఉండే ఖాళీ గోళాకార ఉపరితలాలను ఊహించాలి. వీటినే కక్ష్యలు లేదా కర్పరాలు అంటారు. కేంద్రకానికి దగ్గరగా ఉన్న కర్పరంతో మొదలు పెట్టి n = 1, 2, 3 ..... వరుస సంఖ్యలతో లేదా K, L, M, N అక్షరాలతో వాటిని సూచిస్తారు. ఈ సంఖ్యలనే ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్యలు (Principal Quantum number) అంటారు.

iii) బాహ్య కర్పరం (కక్ష్య) నుండి అంతర కర్పరం (కక్ష్య) లోనికి ఎలక్ట్రాను స్థానచలనం చెందినపుడు శక్తి వెలువడుతుంది. ఇది వర్ణ పటంలో ఒక గీతగా కనబడుతుంది. $E = E_2 - E_1 = h\upsilon$ శక్తిని పరమాణువుకు అంద జేసి నప్పుడు కూడా యిటువంటి స్థాన చలనం అంతర కర్పరం నుండి బాహ్య కర్పరంలోకి జరుగుతుంది.

iv) కేంద్రకం చుట్టూ తిరిగే ఎలక్ట్రాన్ కోణీయ ద్రవ్య వేగం క్వాంటీకరణం చెంది క్రింది నిబంధనలకు లోబడి ఉంటుంది.

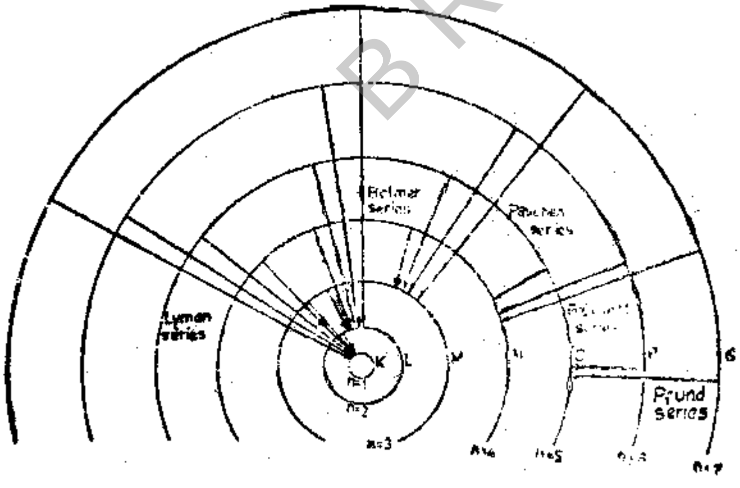
$$mur = \frac{n.h}{2\pi}$$

n ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్యను, h ప్లాంక్ స్థిరాంకాన్ని, r కక్ష్య వ్యాసార్థాన్ని u ఎలక్ట్రాన్ వేగాన్ని, m ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్య రాశిని సూచిస్తాయి.

3.4.3. హైడ్రోజన్ వర్ణపట వివరణ

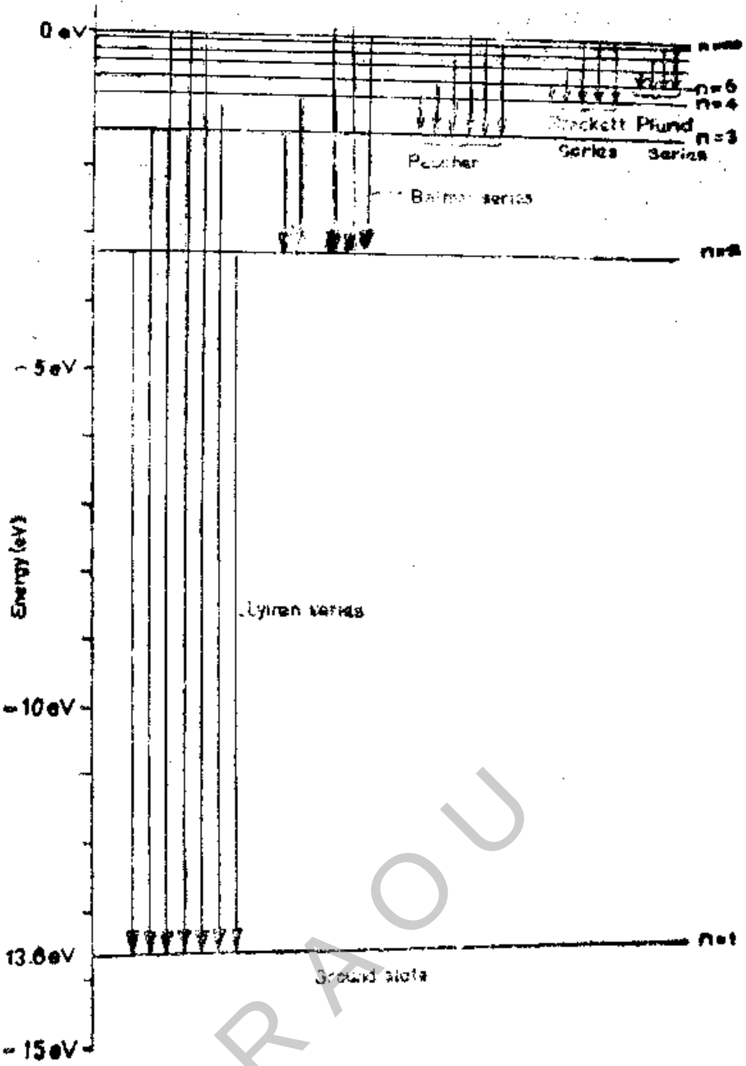
పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకంలో లీనం కాకుండా ఎలా ఉండగలవో బోర్ సిద్ధాంతం విజయవంతంగా వివరించింది. బోర్ నమూనాలో ఎలక్ట్రాన్‌కు అనుమతింపబడిన స్థిర కక్ష్యలు వుంటాయి. ఎలక్ట్రాన్‌లు ఈ స్థిర కక్ష్యలో పరిభ్రమిస్తున్నంత వరకూ

B R A O U



పటం 3.4. (ఎ) హైడ్రోజన్ పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ పరివర్తనలు

దాని శక్తిలోను, కోణీయ ద్రవ్య వేగంలోనూ మార్పు ఉండదు. కాబట్టి ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకం పడిపోవడం కానీ, తత్ఫలితంగా పరమాణువు నశించడం కాని జరగదు.



పటం 3.4. (బి) హైడ్రోజన్ పరమాణువు లోని ఎలక్ట్రాన్ పరివర్తనలు

B R A O U

బోర్ హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో గీతలకు కారణం ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఒక కక్ష్య నుండి వేరొక కక్ష్యకు పోగల్గడం. ఈ శక్తి గీతల రూపంలో వ్యక్తం అవుతుంది. వీని విలువలు 24.4 ఎ, బి లలో చూపబడ్డాయి. హైడ్రోజన్ పరమాణువులోని ఉత్తేజిత ఎలక్ట్రాన్ దూకే కక్ష్యల క్రమాన్ని అనుసరించి వర్ణపటంలో వివిధ శ్రేణులు ఏర్పడుతాయి (పటం 3.4. బి). పై కక్ష్య నుంచి నేరుగా $n = 1$ కక్ష్యలోకి ఎలక్ట్రాన్ వచ్చినప్పుడు (లైమన్ శ్రేణి) ఉద్గారమయ్యే శక్తి ఎక్కువ, కనుక రేఖలు అతి నీలలోహిత ప్రాంతంలో ఏర్పడతాయి. (శక్తి ఎక్కువ లేదా తరంగ దైర్ఘ్యం తక్కువ) పై కక్ష్య నుంచి $n = 2$ కక్ష్యకు ఎలక్ట్రాన్ వచ్చినప్పుడు వెలువడే శక్తి కొంత తక్కువ (బామర్ శ్రేణి). అందువల్ల రేఖలు దృశ్యా ప్రాంతంలో ఏర్పడుతాయి. మిగతా శ్రేణులలో ఎలక్ట్రానులు $n = 3$ లేదా అంతకన్న ఎక్కువ విలువగల కక్ష్యలోనికి దూకును. వెలువడే శక్తి తగ్గిపోవుటచే ఈ శ్రేణులు పరారుణ ప్రాంతంలో ఏర్పడును. (ఉదా : పాషన్ శ్రేణి).

ఇట్లు ఒకే ఎలక్ట్రాను గల హైడ్రోజన్ వర్ణపటాన్ని బోర్ విజయవంతంగా వివరింపగల్గెను. కాని బహు ఎలక్ట్రాను పరమాణువుల వర్ణపటాలను మాత్రం వివరింప లేకపోయెను.

3.5. సారాంశము

ఈ భాగంలో మీరు తెలుసుకున్న విషయాలు :

i) అవిచ్ఛిన్న వర్ణ పటము, రేఖా వర్ణ పటముల అభిలాక్షణిక లక్షణాలు.

ii) హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో రేఖలు ఏర్పడుట, సమీకరణం ద్వారా రైడ్‌బర్గ్ స్థిరాంకమునుపయోగించి వెలువడు వికిరణ తరంగ సంఖ్యను కనుగొనుట.

iii) హైడ్రోజన్ వర్ణ పటంలోని వేర్వేరు శ్రేణులు.

iv) ఆమోదింప దగినదిగా గల బోర్ పరమాణు నమూనా.

v) బోర్ పరమాణు నమూనా నుండి హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో రేఖలు ఏర్పడుట – సహేతుక వివరణ.

3.6. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. బోర్ సిద్ధాంతము నందలి ముఖ్యాంశాలను వివరించండి.
2. హైడ్రోజన్ వర్ణపటం ఎలా ఏర్పడుతుందో బోర్ సిద్ధాంత సహాయంతో విశదీకరించండి.
3. ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్య అంటే ఏమిటి ? దాని ప్రాముఖ్యత ఏమిటి ?

II. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. పరమాణు వర్ణ పటాలు ఎలా ఏర్పడతాయి ? వాటిని సమర్థించడానికి సిద్ధాంత రీత్యా ఎలా వీలుపడుతుంది.
2. బోర్ పరమాణు నమూనా గూర్చి తెలపండి.

BRAOU

3.7. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. పరమాణువులు శక్తిని గ్రహించినప్పుడు ఎలక్ట్రానులు ఉత్తేజిత స్థాయిలో చేరును. తిరిగి భూస్థాయికి వచ్చునప్పుడు ఈ శక్తిని వికిరణ రూపంలో ఇచ్చి వేయును. ఇది పట్టకం కాకుండా పోనిచ్చి తెరపై పట్టిన రేఖలు గల వర్ణపటాలేర్పడును. దీనినే రేఖా వర్ణపటాలంటారు.

2. $\bar{\upsilon} = 109,677 \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right) cm^{-1}$

ఇది రైడ్‌బర్గ్ సమీకరణము

$$\bar{\upsilon} = 109,677 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) cm^{-1}$$

బామర్ శ్రేణిలో మొదటి గీతకు సరియగు ఫార్ములా $n_1 = 3$ $n_2 = 2$

$$\bar{\upsilon} = 109,677 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \ cm^{-1}$$

$$= 109,677 \times \frac{5}{36} \ cm^{-1}$$

$$\bar{\upsilon} = \frac{1}{\lambda} \ \therefore \quad \lambda = \frac{36}{109677 \times 5} \ cm$$

$$\lambda = 6.564 \times 10^{-5} \ cm$$

$$\lambda = 6564 \ A^0$$

రచయిత, అనువాదం : ఫ్.వి.అప్పారావు

BRAOU

భాగం 4 : క్వాంటం సంఖ్యలు

విషయక్రమం

4.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
4.2. పరిచయం
4.3. ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య 'n'
4.4. అజిముథల్ క్వాంటం సంఖ్య 'l'
4.5. అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య 'm'
4.6. స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య 's'
4.7. పౌలి విసర్జన సూత్రం
4.8. సారాంశం
4.9. మాదిరి పరీక్ష ప్రశ్నలు
4.10. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

4.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో మీరు తెలుసుకునే విషయాలు - క్వాంటం సంఖ్యలు, వాటి ప్రాముఖ్యత; పరమాణువులో ఎలక్ట్రాను స్థానాన్ని, శక్తిని గుర్తించుటలో వాటి ఉపయోగం.

తరువాత ఈ భాగంను అధ్యయనం చేసి మీరు తెలుసుకునే విషయాలు.

* బోర్ సిద్ధాంతం అవధులు
* ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య 'n', దాని సహాయంతో ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని పూర్తిగా వివరించ లేకపోవడం.
* అజిముథల్ క్వాంటం సంఖ్య 'l', దాని సహాయంతో ఎలక్ట్రాన్ ప్రధాన శక్తి స్థాయిలోని ఉప స్థాయిలను విశదీకరించడం.
* అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య 'm' ప్రతిపాదన, దాని ప్రాముఖ్యత.
* స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య 's' ప్రతిపాదన.
* పౌలీ విసర్జన సూత్రం.

B R A O U

4.2 పరిచయం

హైడ్రోజన్ పరమాణు ఉద్గార వర్ణ పటాన్ని బోర్ విజయవంతంగా వివరించ గలిగెను. కాని వివిధ శ్రేణులలోని రేఖల మధ్య సూక్ష్మ రేఖల నిర్మాణాన్ని వివరించడానికి బోర్ సూచించిన ఒక క్వాంటం సంఖ్య సరిపోదు. ఎలక్ట్రాన్ శక్తి స్థాయిలను పూర్తిగా వివరించడానికి మొత్తం నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు అవసరం. అవి :

* ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య (n)
* అజిముథల్ క్వాంటం సంఖ్య (l)
* అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య (m)
* స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య (s)

4.3. ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య

బోర్ సిద్ధాంతం సహాయంతో హైడ్రోజన్ పరమాణువు కర్పరాల వ్యాసార్థం, శక్తిని లెక్కకట్టడానికి వీలవుతుంది. పరమాణువులో ఎలక్ట్రానులకు కొన్ని నిర్దిష్ట శక్తి విలువలు మాత్రమే నిర్దేశింపబడ్డాయి అన్నది యిందులోని ప్రాథమిక అంశం. ఈ నిర్దేశింపబడిన శక్తి విలువలలో కనిష్ట స్థాయిని "ఒకటి" (n=1) అని, అంతకంటె ఎక్కువ స్థాయిని "రెండు" (n=2) అని, దానిపై స్థాయిని "మూడు" (n=3) అని, వరుస క్రమసంఖ్యలలో సూచిస్తారు. 'n' చే సూచించబడిన శక్తి స్థాయి సంఖ్యను దాని ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య అంటారు. ఈ ప్రధాన స్థాయిలను అంకెలతోనే కాక K,L,M,N అనే అక్షరాలతో కూడా తెలియజేస్తారు. బోర్ సిద్ధాంతం ఆధారంగా లెక్కకట్టిన విలువలు, ప్రయోగ ఫలితాలతో ఏకీభవించడం ముఖ్యంగా తెలుసుకోవలసిన విషయం. బోర్ సిద్ధాంతం హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలోని గీతల స్థానాన్ని, అవి ఏర్పడడానికి గల కారణాలను విజయవంతంగా విశదీకరించింది. పైన చెప్పిన విషయాలకు సంబంధించినంత వరకూ బోర్ నమూనా విజయవంతమైందని చెప్పవచ్చు. ఎలక్ట్రాన్ వంటి అతి చిన్న కణాల గమనానికి సంబంధించిన సూత్రాలను క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రం (quantum mechanics) తెలుపుతుంది. యీ యాంత్రిక శాస్త్రాన్ని పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్‌లకు అనువర్తించి, ఒక ప్రధాన శక్తిస్థాయి (కర్పరం)లో వుండే ఎలక్ట్రానుల గరిష్ట సంఖ్య $2n^2$ విలువను మించి ఉండదు అని తెలుసుకొన్నారు. దీనిని అనుసరించి మొదటి కర్పరంలో (n=1) ఉండే ఎలక్ట్రానుల గరిష్ట సంఖ్య $2 X 1^2 = 2$ అని, రెండు కర్పరంలో (n=2) ఉండే ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య $2 X 2^2 = 8$ అని తెలిసింది. ఇదే విధంగా మిగిలిన కర్పరాలలోని ఎలక్ట్రాన్ గరిష్ట సంఖ్యను లెక్కకట్టవచ్చు. బోర్ సిద్ధాంతం ప్రకారం ఒక కర్పరంలో వుండే ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్నీ ఒకే శక్తి విలువను కలిగివుంటాయనే భావం స్ఫురిస్తుంది. కాని యిది నిజం కాదు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య దేనిని తెలియజేయును ?

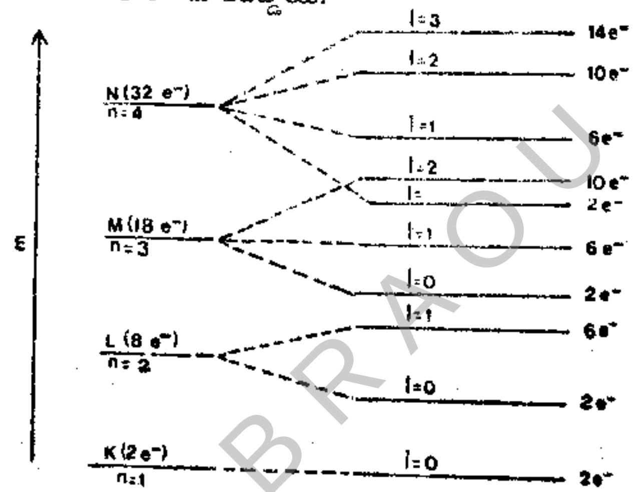
4.4. అజిముథల్ క్వాంటం సంఖ్య

హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటం బోర్ సిద్ధాంతం ప్రతిపాదనకు ఆధారభూతం అయింది. వర్ణపటంలోని ప్రతీ గీత హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉద్గారించే వికిరణం శక్తిని సూచిస్తుంది. ఈ వికిరణం యొక్క పౌనఃపున్యం లేదా తరంగ దైర్ఘ్యం ద్వారా, శక్తిని లెక్క కట్టవచ్చు. అయితే తరువాతి కాలంలో ఎక్కువ పృథక్కరణ సామర్థ్యం గల సున్నిత వర్ణపటమాపకాల సహాయంతో హైడ్రోజన్ వర్ణపటాన్ని రాబట్టి ఒక కొత్త విషయాన్ని తెలుసుకొన్నారు. అదేమిటంటే, హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలోని ఒక్కొక్క గీత కేవలం ఒక గీత కాదని, అది కొన్ని అతిసూక్ష్మ గీతల సముదాయం అని గుర్తించడం. ఈ వాస్తవం కర్పరంలోని ఎలక్ట్రానులన్నీ ఒకే స్థాయికి చెందవలసిన అవసరంలేదని తెలుపుతుంది. ఈ సూక్ష్మ గీతలు ఎలా ఏర్పడ్డాయి అనే అంశాన్ని బోర్ పరమాణు సిద్ధాంతం వివరించలేక పోయింది. ఈ కారణంగా బోర్ నమూనాను సోమర్‌ఫెల్డ్ (Sommerfeld) అను శాస్త్రవేత్త కొద్దిగా మార్పుచేయడం జరిగింది. అదేమిటంటే బోర్ వూహించినట్లుగా కర్పరాలు వృత్తాకారంలో కాక దీర్ఘ వృత్తాకారంలో వున్నాయనే ప్రతిపాదన. ఈ కారణంగా యీ కర్పరాలలోని ఎలక్ట్రానుల శక్తి ఒకే విలువలో ఉండదు. శక్తిపరంగా యీ ఎలక్ట్రానులను వర్గాలుగా విభజించవచ్చని సోమర్‌ఫెల్డ్ సూచించాడు. వీటిని వ్యక్తం చేయడానికి 'k' అనే అజిముథల్ సంఖ్య ప్రవేశపెట్టినాడు. అయితే సోమర్‌ఫెల్డ్ వివరణ కర్పరంలోని ఈ వర్గాల మొత్తం సంఖ్యను తెలుసుకొనడానికి ఉపకరించినప్పటికీ, ఒక వర్గం యొక్క ప్రత్యేక 'k' విలువను నిర్దుష్టంగా వ్యక్తం చేయలేకపోయింది. ఈ కారణంగా సోమర్‌ఫెల్డ్ అజిముథల్ సంఖ్య 'k' ఆదరణ పొందలేదు. అయితే హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలోని ప్రతిగీత నిజానికి కొన్ని సూక్ష్మ గీతల సముదాయం అనే వాస్తవం ప్రాథమిక శక్తిస్థాయి సన్నిహితంగా కూర్చబడిన కొన్ని ఉపశక్తి స్థాయిల సముదాయం అని తెలుసుకోడానికి సహాయ పడింది. అంటే ప్రధాన కర్పరం (ప్రధాన శక్తిస్థాయి) ఒకటి లేదా అంతకన్న ఎక్కువ ఉపకర్పరాలు (ఉపశక్తి స్థాయి) ను కలిగి ఉందని చెప్పడానికి యిది దోహదం చేసింది. ఈ ఉప

BRAOU

కర్పరాల మధ్య శక్తి భేదం అంత ఎక్కువగా లేకపోయినప్పటికి అది విశిష్టతను, ప్రాముఖ్యాన్ని కలిగివుంది. ఒక కర్పరంలోని ఉపకర్పరాల సంఖ్య, కర్పరం ప్రధాన శక్తి స్థాయి సంఖ్య n కు సమానంగా ఉంటుంది. K కర్పరంలో (n=1) ఒకే ఒక ఉపకర్పరం వుంటుంది. L కర్పరంలో (n=2) రెండు ఉప కర్పరాలు (ఉపశక్తి స్థాయిలు) ఉంటాయి. ఈ కర్పరంలోని ఎలక్ట్రానులు అన్నీ ఒకే శక్తి విలువను కలిగి వుండవు. ఈ ఎలక్ట్రానులను రెండు వర్గాలుగా గుర్తించవచ్చు. ఒక వర్గంలోని ఎలక్ట్రాన్లు, రెండవ వర్గంలోని ఎలక్ట్రానుల కంటె స్వల్పంగా ఎక్కువ శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. అదే విధంగా 'M' కర్పరం లేదా మూడో కర్పరం (n=3) లోని మూడు ఉపకర్పాలు (ఉప శక్తిస్థాయిలు) ఉంటాయి. మిగిలిన కర్పరాలలోని ఉప కర్పరాల సంఖ్య ఇదే విధంగా పెరుగుతుంది.

హైడ్రోజన్ పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ క్వాంటీకరణం చెందిన కోణీయ ద్రవ్యవేగం (angular momentum) కలిగి ఉందని తెలుసుకొన్నాం. ఈ కోణీయ ద్రవ్య వేగాన్ని సూచించడానికి ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య మాత్రమే సరిపోదని దీనితో బాటుగా ఇంకొక క్వాంటం సంఖ్య అవసరం అని భావించడం జరిగింది. దీనిని అజిముథల్ క్వాంటం సంఖ్య లేదా కోణీయ ద్రవ్యవేగం క్వాంటం సంఖ్య అంటారు. దీనిని 'l' అక్షరంతో సూచిస్తారు. యీ సంఖ్య 'l' ప్రధాన శక్తిస్థాయి (కర్పరం) లోని ఉపశక్తి స్థాయిలను (ఉపకర్పరాలను) గుర్తించడానికి ఉపకరిస్తుంది. 'l' విలువలు ధనాత్మక పూర్ణ సంఖ్యలలో ఉంటాయి. అవి l = 0,1,2,3, ... (n-1) వరకూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకు "L" కర్పరం (n=2)లో l = 0, l = 1 చే సూచించబడే రెండు ఉపకర్పరాలు వుంటాయి. 'M' కర్పరం (n=3) లో l = 0, l = 1, l = 2 చే సూచించబడు మూడు ఉపకర్పరాలు వుంటాయి. l = 0 విలువ వున్న ఉప కర్పరం కనిష్ట శక్తిస్థాయి ఉపకర్పరాన్ని సూచిస్తుంది. దాని కంటె ఎక్కువ శక్తి గల ఉప కర్పరాన్ని l = 1 సూచిస్తుంది. దీనికంటె ఎక్కువ శక్తిస్థాయిని సూచించే ఉపకర్పరాన్ని l = 2 సూచిస్తుంది. ప్రధాన శక్తి స్థాయిలను, ఉపశక్తి స్థాయిలను వ్యక్తం చేసే శక్తిస్థాయిలు పటం. 4.1 లో చూపబడ్డాయి.



పటం.4.1 ప్రధాన శక్తిస్థాయిలు, ఉప శక్తిస్థాయిలు

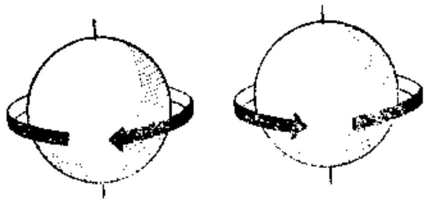
ఒక కర్పరంలోని ఉప కర్పరాలు ఒకదానితో ఒకటి సామాన్యంగా అతిపాతం చెందవు. కొన్ని ఉపకర్పారాల విషయంలో మాత్రం పరస్పరం అతిపాతం చెందే అవకాశం వుంది.

4.5. అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య

ఎలక్ట్రాన్ కోణీయ ద్రవ్యవేగం కలిగి వుంటుంది. ఈ కారణంగా అది పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ తిరుగుతూ వుంటుంది. అంతేకాక ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశాన్ని కలిగి వుంది. ఈ కారణంగా ఎలక్ట్రాన్ గమనాన్ని విద్యుత్ ప్రవాహంగల తీగెవలయంతో సరిపోల్చ వచ్చు. దీని ఫలితంగా పరిభ్రమిస్తున్న ఎలక్ట్రాన్ అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడిన క్షేత్రం కూడా క్వాంటీకరణం చెందుతుంది. ఈ క్వాంటీకరణం విలువను అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య 'm' సూచిస్తుంది. 'm' విలువలు 'l' విలువలపై ఆధారపడి ఉంటాయి. 'm' విలువలు -l నుండి +l వరకు (-l ... 0 ..... + l) ఉంటాయి.

4.6 స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య

ఎలక్ట్రాన్ పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ తిరగడమే కాక, అది తన అక్షంపై ఆత్మ ప్రదక్షిణం (భ్రమణం) చేస్తుంది. ఈ ఆత్మ ప్రదక్షిణం కూడా అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని కలిగిస్తుంది. దీనిని సూచించడానికి స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య 's' ప్రవేశ పెట్టబడింది. ఎలక్ట్రాన్ భ్రమణం సవ్యంగానూ, అపసవ్యంగానూ కూడా ఉంటుంది. (పటం 4.2) ఈ రెండు రకాల భ్రమణాలను $s = -\frac{1}{2}$, $s = +\frac{1}{2}$ అనే స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్యలతో సూచిస్తారు.



పటం 4.2 ఎలక్ట్రాన్ భ్రమణం (స్పిన్)

అవగాహన ప్రశ్న-2 స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య ప్రాధాన్యత తెల్పుము ?

4.7. పౌలీ వినర్జన సూత్రం

కాబట్టి పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ పూర్తిగా వర్ణించడానికి n,l,m,s అనే నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు ఉపకరిస్తాయి. శక్తిపరంగాను, ఉనికి పరంగాను ఎలక్ట్రాన్ యొక్క పూర్తి వివరణ యీ నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు తెలుపుతాయి.

ఒక పరమాణువులోని వివిధ ఎలక్ట్రానులకు వాని క్వాంటం సంఖ్యలను కేటాయించడానికి వీలుగా పౌలి వినర్జన సూత్రం ప్రతిపాదించబడింది. దీని ప్రకారం ఒక పరమాణువులోని ఏ రెండు ఎలక్ట్రానులకు కూడ వాని నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు సమానంగా వుండవు. అవి కనీసం ఒక క్వాంటం సంఖ్యలోనైనా భేదించాలి.

4.8 సారాంశం

ఈ ఖండిక చదివిన తర్వాత మీరు అర్థం చేసుకున్న విషయాలు :

i) బోర్ నమూనా వివరించలేకపోయిన విషయాలకు క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రాన్ని అనువర్తించి ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని, స్థానాన్ని నిర్దేశించడం.

ii) నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు : వివరణ.

iii) పౌలి వినర్జన నియమం.

4.9. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి

1. పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్‌లను శక్తిపరంగాను, ఉనికి పరంగాను ఎలా వర్ణిస్తారు ?
2. బోర్ పరమాణు నమూనాను సవరించవలసిన అవసరం ఏమిటి ? యీ సవరణలు ఏమిటి ?

II. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి

1. క్వాంటం సంఖ్యలు, వాటి ఆవశ్యకతను చర్చించండి.
2. హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటం, క్వాంటం సంఖ్యలను ప్రతిపాదించడానికి ఎలా తోడ్పడింది?

4.10. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య

ఎ) ఎలక్ట్రాన్ ఏ కక్ష్యలో కలదో బి) దాని శక్తి మరియు,
సి) కేంద్రకము నుండి దూరము తెలియ చేయును.

2. ఎలక్ట్రాను భ్రమణాన్ని స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య తెలుపును. ఇది సవ్యదిశలో కాని, అపసవ్య దిశలో కాని ఉండవచ్చు. ఈ రెండు రకాల భ్రమణాలను $+\frac{1}{2}$; $-\frac{1}{2}$ గా సూచిస్తారు. వీటిని ↑ లేదా ↓ గుర్తులతో కూడా + మరియు – భ్రమణదిశలతో కూడా తెలుపుతారు.

రచయిత, అనువాదం : ఎస్.వి. అప్పారావు

BRAOU

భాగం – 5 : ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం

విషయక్రమం

5.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
5.2. పరిచయం
5.3. కాంతి తరంగ స్వభావం
5.4. కాంతి ద్వంద్వస్వభావం
5.5. అనిశ్చితత్వసూత్రం
5.6. ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం
5.7. తరంగ సమీకరణం
5.8. తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రం
5.9. పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ ఆకారాలు
5.10. సారాంశం
5.11. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
5.12. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు.

5.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

బోర్ పరమాణు నమూనాలో ఎలక్ట్రాన్ ను కణంగా భావించడం వలన ఏర్పడిన లోపాలను మీకు వివరించడం, ఎలక్ట్రాన్ తరంగ కణ ద్వంద్వ స్వభావాన్ని, హైడ్రోజన్ పరమాణు ఆర్బిటాల్ నమూనా తెలియజేయడం ఈ భాగం ఉద్దేశం.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తిగా చదివిన తరువాత అర్ధం చేసుకొనే విషయాలు ఈ విధంగా ఉంటాయి.

* సంప్రదాయక యాంత్రిక శాస్త్రంతో బోర్ నమూనా భేదించింది.
* పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూ తిరుగుతున్న ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ఖచ్చితమైన వేగాన్ని, స్థానాన్ని ఏక సమయంలో నిర్ణయించడం సాధ్యంకాదు.
* ఆధునిక పరమాణు సిద్ధాంతం, ఎలక్ట్రాన్ తరంగ తరంగ దైర్ఘ్యం (λ) ని $\lambda = \frac{h}{mu}$ సమీకరణం ద్వారా లెక్క కట్టవచ్చును.
* ఎలక్ట్రాన్ వునికి యొక్క ప్రాదేశిక సంభావ్యతను స్థూలంగా 'ఆర్బిటాల్' అని వ్యవహరిస్తారు.
* ఆర్బిటాళ్లకు వివిధ ఆకారాలు వున్నాయి. ఈ ఆర్బిటాళ్లను s, p, d, f ఆర్బిటాళ్లని వ్యవహరిస్తారు.

5.2. పరిచయం

హైడ్రోజన్ పరమాణువు, దానిని పోలివున్న యితర పరమాణువుల (Hydrogen like atoms) వర్ణపటాలను బోర్ పరమాణు సిద్ధాంతం విజయవంతంగా వివరించింది. అయితే ఒకటి కంటె ఎక్కువ

B R A O U

ఎలక్ట్రాన్‌లు గల పరమాణువులలోని ఎలక్ట్రాన్ శక్తివిలువలను లేదా స్థాయిలను వివరించటంలో బోర్ సిద్ధాంతం విఫలం అయింది. బోర్ సిద్ధాంతం సంప్రదాయ యాంత్రిక శాస్త్రంతో విభేదించి, ఎలక్ట్రాన్ కోణీయ ద్రవ్యవేగం (angular momentum), $\frac{h}{2\Pi}$ ను పూర్ణాంకం 'n' చే గుణించగా వచ్చే లబ్దానికి సమానంగా వుండేటట్లుగా, ఆకర్పరం వ్యాసార్థం వుంటుందని ప్రతిపాదించింది. బోర్ ఈ ప్రతిపాదన చేసేసరికి దానికి తగిన ఆధారాలు లేవు. ఆసంతృప్తికరమైన విషయం ఏమిటంటే పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ వునికిని, వేగాన్ని ఏక సమయంలో ఖచ్చితంగా నిర్ధారించడానికి ప్రయత్నించడం. ఎలక్ట్రాన్ వంటి చిన్న కణాల విషయంలో అటువంటి నిర్ధారణ సాధ్యంకాదని యిప్పుడు ఖచ్చితంగా తెలుసుకొనడం జరిగింది. ఆధునిక పరమాణు సిద్ధాంతం చాలావరకు ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం మీద ఆధారపడివుంది. పాతభావనలకంటె ఎన్నో విధాల ఉత్తమమైన ఈ సిద్ధాంతం డీ బ్రోలీ (De Broglie), ష్రోడింగర్ (Schrodinger) హైసెన్‌బర్గ్ (Heisenberg) మొదలైన శాస్త్రజ్ఞుల కృషి ఫలితం అని చెప్పవలసి వుంటుంది.

5.3. కాంతి తరంగ స్వభావం

కాంతి ప్రసరణ తరంగ రూపంలో వుంటుందని భావించి, దాని ధర్మాలైన వ్యతికరణం (interference), వివర్తనం (diffraction) మొదలగు వాటిని సంతృప్తికరంగా వివరించగలిగారు. అయితే పరమాణు వర్ణపటాల పరిశీలన ద్వారా కాంతి 'ఫోటాన్' (Photon) అనబడే నిర్దిష్టమైన శక్తి కలిగివున్న కణాలు లేదా క్వాంటంల ద్వారా ప్రసరణ అవుతుందని, శోషణం చెందుతుందని తెలిసింది. ఈ ఫలితాల ద్వారా కాంతి లేదా స్థూలంగా ఏ వికిరణం అయినాసరే ద్వంద్వస్వభావాన్ని (కణ స్వభావం, తరంగ స్వభావం) కలిగివుంటుందని నిర్ధారింపబడింది. అంటే కాంతి తరంగభావం కొన్ని ధర్మాలను విశదీకరించడానికి వీలు కల్పిస్తే, కణభావం (ఫోటాన్) మరికొన్ని ధర్మాలను వివరించడానికి వీలు కల్పించింది. ఈ భావనలు పరస్పరం విరుద్ధమైనవి కావని శాస్త్రజ్ఞులు నమ్ముతున్నారు.

5.4. కాంతి ద్వంద్వ స్వభావం

కాంతి ద్వంద్వ స్వభావాన్ని ప్లాంక్ (Planck) సమీకరణం, ఐన్‌స్టీన్ (Einstein) సమీకరణం ద్వారా విశదీకరించవచ్చు. ప్లాంక్ సిద్ధాంతం అనుసరించి కాంతి (వికిరణం) శక్తి E దాని పౌనఃపున్యం 'υ' లకు గల సంబంధాన్ని

$$E = h\upsilon \qquad (1)$$

అనే సమీకరణంద్వారా వ్యక్తం చేయవచ్చు. ఇందులో 'h' ప్లాంక్ స్థిరాంకం. ఇది సార్వత్రిక స్థిరాంకం. దీని విలువ 6.63×10^{-27} ఎర్గు, సెకనులు. ఫోటాన్ ద్రవ్యరాశి (m), శక్తి (E) వీటి మధ్యగల సంబంధాన్ని

$$E = mc^2 \qquad (2)$$

అనే ఐన్‌స్టైన్ సమీకరణం తెలియజేస్తుంది. దీనిలో 'm' ఫోటాన్ ద్రవ్యరాశిని 'c' కాంతి వేగాన్ని తెలియజేస్తాయి. సమీకరణాలు (1), (2) నుండి సమీకరణం (3) ను రాబట్టవచ్చు.

$$h\upsilon = mc^2 \qquad (3)$$

BRAOU

తరంగం దైర్ఘ్యం ' λ ', దాని పౌనఃపున్యం ' υ ' వీటికి మధ్యగల సంబంధాన్ని సమీకరణం (4) వ్యక్తం చేస్తుంది

$$\lambda = c/\upsilon \quad \text{or} \quad \upsilon = c/\lambda \qquad (4)$$

సమీకరణం (4) ను వుపయోగించి సమీకరణం (3) ను $hc/\lambda = mc^2$ అని రాయవచ్చు. కాబట్టి $\lambda = \frac{h}{mc}$ or $\frac{h}{p}$ (5) అవుతుంది. దీనిలో ' m ' ద్రవ్యరాశిని, ' c ' కాంతి వేగాన్ని, λ ఫోటాన్ తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని, m,c ల లబ్దాన్ని p సూచిస్తాయి. ఫోటాన్ కణం చలనం అనుబంధమైన తరంగం యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యం λ విలువను సమీకరణం (5) సహాయంతో లెక్కకట్ట వచ్చునని తెలుస్తుంది. పైన పేర్కొన్న సమీకరణాల ద్వారా కాంతికి ద్వంద్వ స్వభావం వుందని ధృవ పరచవచ్చు. ఈ ద్వంద్వ స్వభావాన్ని కాంప్టన్ (Compton) తన X- కిరణ పరిక్షేపణ ప్రయోగం ద్వారా ధృవపర్చినాడు. తరంగం రూపంలో వున్న కాంతి తన తరంగ స్వభావంతో బాటు కణ స్వభావం ప్రదర్శించగలిగినప్పుడు ఒక కణం కూడా తన కణ స్వభావంతో బాటు తరంగ స్వభావాన్ని ఎందుకు చూపకూడదు? అనే భావనను డీ బ్రోలీ వ్యక్తం చేసాడు. దీనిని అనుసరించి m ద్రవ్యరాశి, ' u ' వేగం గల ఎలక్ట్రాన్ (కణం) ప్రదర్శించే తరంగం యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యం ' λ ' ను సమీకరణం (6) ద్వారా వక్త్యం చేయవచ్చు.

$$\lambda = h/mu \qquad (6)$$

స్ఫటిక జాలకం వివర్తనం చెందించబడిన ఎలక్ట్రాన్ పుంజం మీద జరిపిన ప్రయోగం ద్వారా ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం కలిగి వుందని డేవిసన్ (Davisson) , గెర్మర్ (Germer) శాస్త్రజ్ఞులు ధృవపర్చినారు. ప్రతి ద్రవ్య కణం (material particle) తరంగ స్వభావం ప్రదర్శిస్తుంది అనే భావన యిప్పుడు చాలా మంది నమ్ముచున్నారు. అయితే పెద్ద పెద్ద కణాల విషయంలో యీ తరంగ స్వభావం స్పష్టంగా గుర్తించడానికి వీలుపడదు. ఎలక్ట్రాన్ వంటి సూక్ష్మ కణాల విషయంలో తరంగ స్వభావం స్పష్టంగా గుర్తించడానికి వీలువుతుంది. డీ బ్రోలీ సమీకరణంగా వ్యవహరించబడే సమీకరణం (6) ($\lambda = h/mu$) కి చాలా ప్రాముఖ్యత వుంది. బోర్ ప్రతిపాదించిన స్థిర శక్తి స్థాయిలు లేదా కక్ష్యలు అనే భావనను యీ సమీకరణం బలపర్చుతుంది.

5.5. అనిశ్చితత్వ సూత్రం (Uncertainty Principle)

పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూ తిరుగుతున్న ఎలక్ట్రాన్ ఉనికిని (స్థానాన్ని), శక్తిని ఏకకాలంలో ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడానికి ప్రయత్నించడం బోర్ సిద్ధాంతంలోని ముఖ్య లోపంగా పరిగణించవచ్చు. చలనంలో వున్న సూక్ష్మ కణం యొక్క వునికిని (స్థానాన్ని) వేగాన్ని (లేదా దానికి సంబంధించిన శక్తి లేదా ద్రవ్యవేగం వంటి ఏ యితర ధర్మాన్ని, ఏక కాలంలో ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడానికి సాధ్యం కాదని 1927 లో వెర్నర్ హైసెన్‌బర్గ్ వివరించినాడు. దీనినే హైసెన్‌బర్గ్ అనిశ్చితత్వ సూత్రం అంటారు. ఆధునిక విజ్ఞాన శాస్త్రంలో యీ సూత్రం అతి ముఖ్యమైనది. ఈ సూత్రాన్ని అనుసరించి చలనంలో వున్న కణం యొక్క వునికిని ఖచ్చితంగా నిర్ణయించిన సందర్భాలలో అదే కాలంలో నిర్ణయించిన దాని వేగంలో కొంత దోషం వుంటుందని తెలుస్తుంది. ఇదే విధంగా వేగాన్ని ఖచ్చితంగా నిర్ణయించిన సందర్భాలలో అదే కాలంలో దాని వునికిని దోషం లేకుండా ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడానికి వీలుపడదు. అయితే యీ నిర్ణయ దోషాలు, ఆ ధర్మాలను (వేగం, వునికి) కొలవడానికి వుపయోగించిన పరికరాల లోపం వల్ల కానీ లేదా నిర్ణయ పద్ధతులలోని లోపాల ద్వారా కాని కలగవు. ఈ దోషాలు సహజంగా వుంటాయి. ఈ ధర్మాలను నిర్ణయించడానికి వుపయోగించిన ఉపకరణానికి, కణానికి మధ్యగల చర్యయే యీ దోషాలకు కారణం అని చెప్ప వలసి వుంటుంది. ఉదాహరణకు చలనంలో వున్న ఒక వస్తువు స్థానాన్ని నిర్ధారించ వలసిన అవసరం వుందనుకొందాం. ఆ వస్తువు ఫోటోను తీయడం ద్వారా దీనిని సాధించవచ్చు. చలనంలో వున్న యీ వస్తువు మీదకు కాంతి పడేటట్టు చేసి వస్తువు పరావర్తించిన కాంతిని కెమెరాలోని ఫోటో ఫిల్ము మీద గ్రహిస్తారు. యీ విధంగా లభించిన వస్తువు ఫోటోలు ఆధారంగా నిర్దిష్ట కాలంలో వస్తువు వునికిని నిర్ణయించ వీలవుతుంది. దీనిని బట్టి మనం గ్రహించ వలసిన విషయం ఏమిటంటే, చలనంలో వున్న ఒక

B R A O U

వస్తువు ఉనికిని కనుగొనడానికి కాంతి లేదా యితరమైన శక్తి వికిరణాన్ని వస్తువుపై పడేటట్టు చేసి పరావర్తనం చెంది వచ్చిన కాంతిని లేదా వికిరణాన్ని కేమెరా లేదా యితరమైన పరికరాల సహాయంతో, గ్రహించి, విశ్లేషించి పరిశీలించడం ద్వారా వస్తువు గమనాన్ని, లేదా వివిధ సమయాలలో దాని వునికిని తెలుసుకోడానికి వీలవుతుంది. అయితే అత్యధిక వేగంతో ప్రయాణిస్తున్న ఎలక్ట్రాన్ వంటి చిన్న కణాల వునికిని నిర్ణయించే విషయంలో యీ పద్ధతులు కొంత యిబ్బందులను కలగజేస్తాయి. అదేమిటంటే నిర్ణయ విధానంలో వుపయోగించిన వికిరణం (radiation) చలనంలో వున్న ఎలక్ట్రాన్ మీద పడినప్పుడు, అది ఎలక్ట్రాన్‌కు గణనీయమైన శక్తిని సమకూర్చుతుంది. యీ కారణంగా ఎలక్ట్రాన్ వేగం లేదా ద్రవ్యవేగం పెరుగుతుంది. దీని ఫలితంగా ఎలక్ట్రాన్ స్థానంలో మార్పు కలుగుతుంది. పైన చేప్పిన కారణాల మూలంగా పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూ తిరుగుతున్న ఎలక్ట్రాన్ స్థానాన్ని ఖచ్చితంగా ప్రయోగం ద్వారా నిర్ణయించడానికి వీలుపడదు. కాబట్టి ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్య వేగాన్ని ఖచ్చితంగా నిర్ణయించి, దాని వునికిని మాత్రం ఉజ్జాయింపుగా (అంటే కేంద్రకం చుట్టూ వున్న ప్రదేశం యొక్క ఘన పరిమాణంగా) వ్యక్తం చేస్తారు. భౌతిక రసాయ క్రియలలో ఎలక్ట్రాన్ శక్తి విలువలకు గల ప్రాముఖ్యం, ఎలక్ట్రాన్ స్థానానికి అంతగా లేదు. అందుచేత ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని ఖచ్చితంగా, ఉనికిని స్థూలంగా నిర్ణయిస్తారు. కనుక ఎలక్ట్రాన్ ఉనికిని ఖచ్చితమైన నిర్ణయం అంశంగా కాక సంభావ్యత (Probability) అంశంగా భావించడం సమంజసంగా వుంటుంది అనే భావన వచ్చింది. యిది నూతన పరమాణు సిద్ధాంతానికి కీలకమైన విషయం.

అనిశ్చితత్వ సూత్రాన్ని సమీకరణం (7) ద్వారా వ్యక్తంచేస్తారు.

$$\Delta q \times \Delta p = h \qquad (7)$$

Δp ద్రవ్యవేగం నిర్ణయంలోని అనిశ్చితత్వాన్ని, Δq స్థానం నిర్ణయంలోని అనిశ్చితత్వాన్ని సూచిస్తాయి. ' h ' ప్లాంక్ స్థిరాంకం. ' p ' విలువను ఖచ్చితంగా నిర్ణయించిన ప్రయోగాలలో Δpవిలువ తక్కువగాను, Δq విలువ హెచ్చుగాను వుంటాయి. ఎందుకంటే Δp, Δq ల లబ్ధం స్థిరంగా వుంటుంది కాబట్టి. అంటే స్థాన నిర్ణయంలో దోషం (Δq) ఎక్కువగా వుంటుంది అని అర్థం. ఇటువంటి సందర్భాలలో ఆ ప్రయోగాన్ని కణానికి సంబంధించిన ప్రయోగం అంటారు. ' q ' విలువను ఖచ్చితంగా నిర్ణయించిన ప్రయోగాలలో (Δq తక్కువగావున్న ప్రయోగాలలో) Δpవిలువ హెచ్చుగా వుంటుంది. అంటే ద్రవ్య వేగం నిర్ణయంలో దోషం ఎక్కువగా వుంటుంది. యీ కారణంగా యీ ప్రయోగాలను తరంగానికి సంబంధించిన ప్రయోగాలు అంటారు. ఈ విషయాలను అనుసరించి ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ వంటి పదార్థ సూక్ష్మకణాల ధర్మాలను విశదీకరించడానికి తరంగ, కణభావలను రేండింటిని ఏకకాలంలో ఉపయోగించడం సమంజసం కాదు అని తెలుస్తుంది. ద్రవ్యవేగం $p=mu$ కాబట్టి $\Delta p=m\,\Delta u$ అవుతుంది. ఈ కారణంగా సమీకరణం (7)ను కొంత మార్పుచేసి సమీకరణం (8)గా రాయవచ్చు.

$$\Delta q \times m\,\Delta u \approx h$$

$$\text{i.e.}\quad \Delta u \times \Delta q \approx h/m \qquad (8)$$

'm' విలువ ఎక్కువగాయున్న భారమైన కణాల విషయంలో h/m విలువ చాలా తక్కువగా వుంటుంది. ఇది దాదాపు 'సున్న'గా కూడా వుంటుంది. అంటే దోషాల లబ్ధం "సున్న" అవుతుంది. ఇటువంటి భారకణాల విషయంలో అనిశ్చితత్వ సూత్రం ప్రాముఖ్యత ఏమీవుండదు. వాటి వేగం, స్థానం, యీ రెండింటిని గణనీయమైన దోషాలు లేకుండా ఏక కాలంలో నిర్ణయించడానికి వీలు వుంటుంది. అయితే ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్‌ల వంటి సూక్ష్మకణాల విషయంలో అనిశ్చితత్వ సూత్రం చాలా ప్రాముఖ్యత వహిస్తుంది. ఎందుకంటే m విలువ తక్కువ, h/m విలువ ఎక్కువ.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : ఎందువలన ఎలక్ట్రాన్ స్థానాన్ని మరియు శక్తిని ఏక కాలంలో నిర్ణయించడానికి సాధ్యం కాదు?

B R A O U

5.6. ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం (Wave nature of electron)

ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావాన్ని ప్రదర్శిస్తుందనే విషయం యిప్పుడు అందరి ఆమోదాన్ని పొందింది. ఈ కారణంగా ఎలక్ట్రాన్ చలనాన్ని వర్ణించడానికి తరంగ సమీకరణం (wave equation) అనువుగా వుంటుంది. పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ గమనాన్ని వర్ణించడానికి ష్రోడింగర్ (Schrodinger) ప్రతిపాదించిన సమీకరణం ఉపయోగపడుతుంది. అయితే ఈ సమీకరణానికి సంబంధించిన చర్చ క్లిష్టమైన గణితంతో కూడి వుంటుంది. ఈ కారణంగా దానిని ప్రస్తుతం చర్చించడంలేదు. అయితే యీ సమీకరణం అనువర్తనల ద్వారా లభించే ఫలితాలు చాలా కుతూహలంగా ఉండడమే కాక, పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ ప్రవర్తనను ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడానికి ఎంతగానో తోడ్పడతాయి. కాని ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాన్‌చే నిర్మితమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువు విషయంలో మాత్రమే యీ వర్ణన ఖచ్చితంగా వుంది. బాహ్య కర్పరంలో ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాన్ గల యితర పరమాణువుల అయాన్‌ల విషయంలో కూడా యీ సమీకరణం ఉపయోగపడుతుంది. ఇటువంటి అయాన్‌లను హైడ్రోజన్‌వంటి పరమాణువులు అని వ్యవహరిస్తారు. ఒకటి కంటే ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగిన పరమాణువుల విషయంలో కూడా తరంగ సమీకరణాన్ని కొంతవరకు అనువర్తించ వచ్చు. ఈ అనువర్తనలు ఉజ్జాయింపుగానే వుంటాయి. అనువర్తన ఫలితాలు పరమాణు నిర్మాణాన్ని వర్ణించడానికి ఉపయోగపడతాయి.

5.7. తరంగ సమీకరణం

తరంగ గమనాన్ని వర్ణించడానికి ష్రోడింగర్ ప్రవేశపెట్టిన సమీకరణాన్ని ష్రోడింగర్ తరంగ సమీకరణం అని వ్యవహరిస్తారు. ఒక దానికి ఒకటి పరస్పరం లంబంగా వున్న మూడు నిరూపక అక్షాలు (Co.ordinate axes) పరంగా ప్రవేశ పెట్టబడిన యీ సమీకరణం దిగువ చూపబడింది. (సమీకరణం -9)

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2}\psi \qquad (9)$$

దీనిలో 'ψ' తరంగ ప్రమేయం (wave function), λ తరంగ దైర్ఘ్యం తెలియ జేస్తాయి. సమీకరణం (9) లో λ ను డి బ్రోలీ సమీకరణం ($\lambda = \frac{h}{mu}$) లోని λ విలువలో ప్రతిక్షేపిస్తే, సమీకరణం (10) వస్తుంది.

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2 m^2 u^2}{h^2}\psi \qquad (10)$$

చలనంలో వున్న కణం యొక్క గతిజశక్తిని $\frac{1}{2}mu^2$ చే సూచించవచ్చును. అంతే కాక కణం పూర్తిశక్తి (E) ని దాని గతిజ, స్థితిశక్తుల మొత్తంగా రాయవచ్చు.

$$E = U + \frac{1}{2}mu^2 \qquad U = \text{స్థితిశక్తి}$$

దీనిని బట్టి $\frac{1}{2}mu^2 = E-U$ అవుతుంది.

పై ఫలితాన్ని, సమీకరణం (10)తో చేర్చి సమీకరణాన్ని తిరిగిరాస్తే సమీకరణం (11) వస్తుంది.

BRAOU

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} = -\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-U)\psi \quad (11)$$

ψ^2 విలువను ఒక నిర్ణీత స్థానం వద్ద ఎలక్ట్రాన్ విద్యుత్ ఆవేశం సాంద్రతగా పరిగణించవచ్చు. దీనిని అనుసరించి స్థానాన్ని బట్టి సాంద్రతలో మార్పు చూపే విద్యుత్ ఆవేశ మేఘంగా, ఎలక్ట్రాన్ పరిగణించ వచ్చును అని తెలుస్తుంది. ఈ కారణంగా ఒక నిర్ణీత సమయంలో ఎలక్ట్రాన్ ఆగుబడే ప్రాదేశిక సంభావ్యతను (Probability) ψ^2 తెలుపుతుంది అని బోర్న్ (Born) అభిప్రాయపడ్డాడు. ఈ కారణంగా ψ^2 ను బోర్ పరమాణు నమూనాలోని కక్ష్యతో కొంతవరకు సరిపోల్చవచ్చు. కాబట్టి ψ^2 ను లేదా స్థూలంగా ψ^2 ను ఆర్బిటాల్‌గా లేదా ఆర్బిటాల్ ప్రమేయంగా వ్యవహరించవచ్చు. పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూవున్న ప్రాదేశిక ఘనపరిమాణంలో ఎలక్ట్రాన్ వునికి యొక్క సంభావ్యతను తెలుసుకొనడానికి ψ^2 (లేదా ψ^2) తోడ్పడుతుంది.

5.8. తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రం

బోర్ ప్రతిపాదించిన స్థిరస్థాయిలు (Stationary States) లేదా స్థిర శక్తిస్థాయిల వివరణకు తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రం వీలు కల్పిస్తుంది. అయితే బోర్ ప్రతిపాదించిన ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యలకు బదులుగా ఎలక్ట్రాన్ వునికికి సంబంధించిన సంభావ్యతను తెలియజేసే ప్రాదేశిక ఆకార చిత్రాలను తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రంద్వారా తెలుసుకొనడానికి వీలు అవుతుంది. పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ వునికిని గూర్చిన ప్రాదేశిక చిత్రాన్ని లేదా వర్ణనను 'ఆర్బిటాల్' అని పరిగణించవచ్చు.

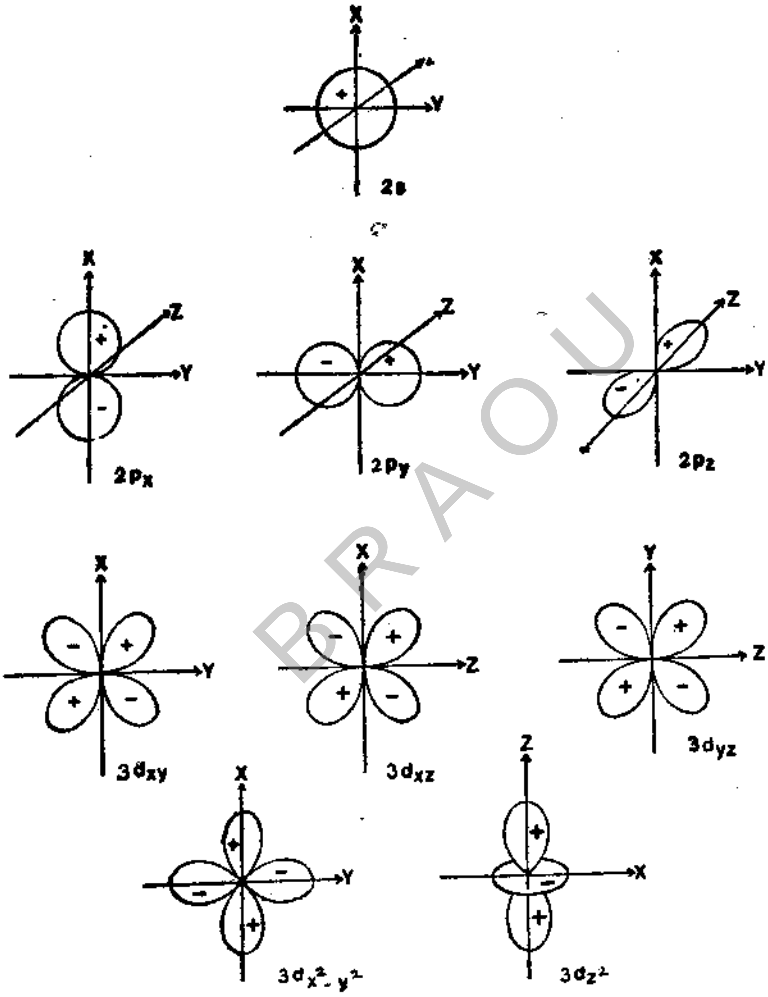
పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళు వివిధ ఆకారాలలో వుంటాయని ψ^2 విలువలు తెలుపుతాయి. సంప్రదాయిక యాంత్రిక శాస్త్రంలో నిర్దిష్ట క్వాంటం సంఖ్యలు ఉమ్మడిగా ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని గూర్చి తెలియజేసే విషయాలను ఆర్బిటాళ్ళు వాటి పరిమాణం, ఆకారం ద్వారా తెలుపుతాయి. ప్రధాన క్వాంటమ్ సంఖ్య 'n', ఎజిముతల్ క్వాంటమ్ సంఖ్య l విలువల ఆధారంగా ఆర్బిటాళ్ళను వర్గీకరణం చేయవచ్చు. 0,1,2 మొదలగు విలువలను l పొందగలదు. 's' ను సూచించే ఆర్బిటాల్‌ను 's' ఆర్బిటాల్ అని వ్యవహరిస్తారు. ఈ ఆర్బిటాల్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌లను 's' ఎలక్ట్రాన్‌లు అంటారు. 'n' విలువ ఒకటి l విలువ 0ను సూచించే ఆర్బిటాల్‌ను '1s' ఆర్బిటాల్ అని సూచిస్తారు. 'n' విలువ 2 అయితే l కు 0,1 అని రెండు విలువలు వుంటాయి. n=2,1=0ను సూచించే ఆర్బిటాల్ '2s' ఆర్బిటాల్ అని వ్యవహరిస్తారు. l=1 ను సూచించే ఆర్బిటాల్ 'p' ఆర్బిటాల్ అంటారు. ప్రతి ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్యకు (n=1 మినహా), దానికి సంబంధించిన మూడు 'p' ఆర్బిటాల్ వుంటాయి. అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య m విలువలకు (-1,0, +1) అనుగుణంగా ఈ మూడు 'p' ఆర్బిటాళ్ళు వుంటాయి. n=2 కు సంబంధించిన 'p' ఆర్బిటాళ్ళను '2p' ఆర్బిటాళ్ళు అని వ్యవహరిస్తారు. మూడు '2p' ఆర్బిటాళ్ళను వాటి ప్రాదేశిక దిశలను అనుసరించి $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ అని తెలుపుతారు. 'n' విలువ '3'కు అనుగుణంగా 'l' 0,1,2,విలువలు కలిగి వుంటుంది. l=0, l=1 , సూచించే ఆర్బిటాళ్ళను, యిదివరకు నేర్చుకున్నట్టుగా s,p ఆర్బిటాళ్ళు అంటారు. l=2ను సూచించే ఆర్బిటాల్‌ను 'd' ఆర్బిటాల్ అని వ్యవహరిస్తారు. n=3, l=2 ను సూచించే ఆర్బిటాల్‌ను '3d' ఆర్బిటాల్ అని రాయవచ్చు. l=2 సంబంధించిన అయిదు 'm' విలువలకు (-2, -1, 0, +1+2) అనుగుణంగా, అయిదు d ఆర్బిటాళ్ళు వుంటాయి. ఈకారణంగా n=3కు అనుగుణంగా ఒక '3s' మూడు '3p' అయిదు '3d' ఆర్బిటాళ్ళు వుంటాయి. n విలువ '4' అయిన సందర్భంలో ఒక '4s' మూడు '4p' అయిదు '4d' ఏడు '4f' ఆర్బిటాళ్ళు వుంటాయి.1=3 కు సంబంధించిన ఆర్బిటాళ్ళను 'f' ఆర్బిటాళ్ల అంటారు.

అవగాహన ప్రశ్న – 2: పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళు అనగా నేమి?

BRAOU

5.9. పరమాణు ఆర్బిటాళ్ల ఆకారాలు

ఆధునిక పరమాణు సిద్ధాంతాలు, పరమాణు నిర్మాణాన్ని గూర్చిన సమస్యలను చాలా వరకు గణిత శాస్త్రం ఆధారంగా పరిష్కరించడానికి ప్రయత్నించాం. రసాయన శాస్త్రం అధ్యయనంలో అణువుల ఆకృతి, జ్యామితి చాలా ముఖ్యం. ఈ కారణంగా రసాయన శాస్త్రజ్ఞునికి గణిత శాస్త్రీయ పరమాణు నమూనా కంటె అణు ఆకారాలను తెలుసుకొనడానికి దోహదంచేసే నమూనా ఎంతో ముఖ్యం. ఆర్బిటాళ్ళ ఆకారాలు ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్యతో ప్రసక్తి లేకుండా, l విలువల మీద ఆధారపడి వుంటుంది. అయితే ఈ ఆర్బిటాళ్ల పరిమాణం (సైజు) 'n' విలువ మీద ఆధారపడి వుంటుంది. 'n' విలువ హెచ్చు అయిన కొద్దీ ఆర్బిటాల్ సైజు కూడా ఎక్కువ అవుతుంది. l=0ను సూచించే 's' ఆర్బిటాల్ గోళాకారంలో వుంటుంది. l=1 ను సూచించే 'p' ఆర్బిటాల్ డంబ్ బెల్ (Dumb bell) లేదా '8' ఆకారంలో వుంటుంది. ఆర్బిటాళ్ళ ఆకార చిత్రాల పటం 5.1 లో చూప బడ్డాయి. 'p' ఆర్బిటాళ్ళు మూడు వుంటాయి. వాటి ఆకాలు ఒకటిగా వుంటాయి.



BRAOU

పటం 5.1 ఆర్బిటాళ్ల ఆకారాలు

అయితే అవి ప్రాదేశికంగా మూడు నిరూపక అక్షాలదిశల (x,y,z, axes) లో వుంటాయి. ఈ కారణంగా p_x, p_y, p_z ఆర్బిటాళ్ళు అంటారు. అణువుల అకృతులను నిర్ధారించడానికి, ఆర్బిటాళ్ళ ఆకారాలు సహాయపడతాయి.

'd', 'f' ఆర్బిటాళ్ళ ఆకారాలు క్లిష్టంగా వుంటాయి. 'd' ఆర్బిటాళ్ళ ఆకారాలు పటం 5.1లో చూపబడ్డాయి. వీటి సంఖ్య 5. వీటిని dxy, dyz, dzx, dx^2-y^2, dz^2 అని తెలియ జేస్తారు. 'f' ఆర్బిటాళ్ళను గూర్చిన చర్చ యిక్కడ అప్రస్తుతం.

పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని తెలుసు కొనడానికి కావలసిన విషయాలను చర్చించడం జరిగింది. పరమాణువులో 'ఎలక్ట్రాన్ అమరికను' గూర్చి యితర విషయాలను భాగం - 6 లో చర్చించడం జరిగింది.

5.10. సారాంశం

ఈ ఖండికలో మీరు

1) బహుఎలక్ట్రానులు గల పరమాణుల వర్ణ పటాలను బోర్ నమూనా వివరించ లేకపోవుట,

2) హైసెన్ బర్గ్ అనిశ్చితత్వ సూత్రమాధారంగా లభించు నమూనా, బోర్ నమూనాను వ్యతిరేకించుట,

3) కాంతి ద్వంద్వ స్వభావము డీబ్రోలి λ మరియు mu అసంబంధము,

4) పరమాణు తరంగ యాంత్రిక శాస్త్ర నమూనా,

5) పరమాణు ఆర్బిటాళ్ల ఆకారాలను గురించి తెలుసుకున్నారు.

5.11. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

1. సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి

   1. కాంతి తరంగ స్వభావాన్ని గూర్చి తెలపండి.
   2. చలనంలో వున్న సూక్ష్మ కణం యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని లెక్కించడానికి ప్రతిపాదించిన సమీకరణాన్ని, ప్లాంక్ సమీకరణం, ఐన్‌స్టైన్ సమీకరణం ద్వారా రాబట్టండి.
   3. హైసెన్ బెర్గ అనిశ్చితత్వ సూత్రం గూర్చి చర్చించండి.
   4. ఆర్బిటాల్ ఆకారాలకు, l విలువలకు గల సంబంధాన్ని తెలపండి.

2. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

   1. ఎలక్ట్రాన్ ద్వంద్వ స్వభావాన్ని గూర్చి చర్చించి, పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ల చలనాన్ని వర్ణించడానికి యిది ఎలా సహాయ పడుతుందో వివరించండి?
   2. ఆర్బిటాల్ పరమాణు నమూనాను గూర్చి చర్చించండి.

BRAOU

5.12. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. : ఎలక్ట్రాను శక్తి మరియు స్థానము అవినాభావ సంబంధం కల్గి, అనిశ్చితత్వాన్ని పొంది వుంటాయి. అందువలన రెండింటికి ఏక కాలంలో ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడం సాధ్యపడదు.

2. : పరమాణు ఎలక్ట్రాను కనుగొను సంభావ్యతా ప్రదేశమును "ఆర్బిటాల్" అందురు. దీనిలో ఎలక్ట్రాన్ మేఘముగా గుర్తింతురు. ఈ ఆర్బిటాళ్ళ ప్రతిపాదన ఎలక్ట్రాన్ తరంగ లక్షణ వివరణ ఫలితం.

రచయిత : ఎమ్.డి. సిద్ధాంతి
అనువాదం : ఎస్. వి. అప్పారావు

BRAOU

భాగం – 6 : పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలు

విషయక్రమం

6.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
6.2 పరిచయం
6.3 ఆర్బిటాళ్ళ శక్తి విలువలు
  6.3.1 ఆఫ్‌బౌ సూత్రం
  6.3.2 పౌలి వివర్జన నియమం
6.4 ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను రాయడం
6.5 సారాంశం
6.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
6.7 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

6.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో మీకు పరమాణు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం రాయడానికి వీలు కల్పించే పద్ధతిలో ముఖ్య సూత్రాలను వివరించి కొన్ని పరమాణు విన్యాసాలను ఉదాహరణలుగా పేర్కొనడం జరిగింది.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తిగా చదివిన తరువాత ఈ విషయములను తప్పక తెలిసికొంటారు.

* ఆర్బిటాళ్ళు వాటి స్వభావాన్ని అనుసరించి, నిర్దిష్ట శక్తి గలిగి వుంటాయి.

* ఈ ఆర్బిటాళ్ళ శక్తి విలువల క్రమం
  $1s<2s<2p<3s<3p<4s \approx 3d$ గా వుంది.

* పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళు ఎలక్ట్రాన్‌లతో నింపబడటంలో యిమిడివున్న మౌలిక సూత్రాలను, సూచనలను తెలిపే పద్ధతిని "ఆఫ్‌బౌ" సూత్రం అంటారు.

* వివిధ పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం.

B R A O U

6.2. పరిచయం

క్రిందటి భాగంలో ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావాన్ని గూర్చి తెలుసుకొన్నాం. ఎలక్ట్రాన్ చలనానికి, బోర్ ప్రతిపాదించిన స్థిర కక్ష్యలకు బదులుగా తరంగ యాంత్రిక సంభావ్యతను (Wave mechanical probability) పేర్కొనడం మంచిది అని భావించారు. అంత మాత్రాన ఎలక్ట్రాన్‌కు కణ స్వభావం లేదని భావించరాదు. అంతేకాక పూర్తిగా తరంగ స్వభావం ద్వారా ఎలక్ట్రాన్ ధర్మాలను వివరించడం కూడా సరికాదు. ఎలక్ట్రాన్ కణ స్వభావంతోబాటు తరంగ స్వభావం కూడా ప్రదర్శిస్తుంది అని తెలుసుకోవలసి వుంటుంది. పరమాణు ధర్మాలను ఎలక్ట్రాన్ కణ స్వభావం ద్వారాను, ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం ద్వారాను కూడా వర్ణించడం సముచితమైంది. అణువులు, పరమాణువులు, వీటిలో ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని సంబంధించిన కొన్ని క్లిష్టమైన గణితాత్మక వివరణలలో తప్ప సాధారణ రసాయన చర్యలలో ఎలక్ట్రాన్‌లను కణాలుగానే పరిగణించడం సౌలభ్యాన్ని చేకూర్చుతుంది.

పరమాణు వ్యవస్థలలోను, అణు వ్యవస్థలలోను భౌతిక రసాయన ప్రక్రియలలోను శక్తిని ఖచ్చితంగా లెక్క కట్టవలసి వుంటుంది. ఎలక్ట్రాన్ వునికి విషయంలో యిటువంటి ఖచ్చితమైన వివరణ అవసరం అంత వుండదు. అనిశ్చితత్వ సిద్ధాంతాన్ని దృష్టిలో ఉంచుకొంటే, ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకం చుట్టూ కొంత నిర్దేశింపబడిన స్థలంలో వుండగల అవకాశం లేదా సంభావ్యతను మాత్రమే చెప్పగలుగుతాము. ఇట్టి సంభావ్యతను (త్రిమితీయస్థలాన్ని) ఆర్బిటాల్ అంటారు.

పరమాణువుకు సంబంధించిన అన్ని వివరణలకు పరమాణు కేంద్రక నమూనా ముఖ్య ఆధారం. పరమాణు కేంద్రకం ప్రోటాన్‌లు, న్యూట్రాన్‌లచే నిర్మితమైంది. ఇంచుమించు పరమాణు భారం అంతా కేంద్రకంలోనే యిమిడి వుంటుంది. ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్‌లు ఏకాంక భారం కల కణాలు. ప్రోటాన్ ఒక యూనిట్ ధన విద్యుత్ ఆవేశం (+1) కలిగి వుంది. న్యూట్రాన్ తటస్థ కణం. దీనికి విద్యుత్ ఆవేశం లేదు. పరమాణు కేంద్రకంపై గల ధన విద్యుత్ ఆవేశం (అందులోని ప్రోటాన్‌ల సంఖ్య) పరిమాణం ఆ మూలకం యొక్క పరమాణు సంఖ్య అవుతుంది. ప్రోటాన్ యొక్క ధన విద్యుత్ ఆవేశాన్ని కేంద్రకం చుట్టూ తిరిగే ఎలక్ట్రాన్‌ల ఋణ విద్యుత్ ఆవేశం తుల్యం చేస్తుంది. ఈ కారణంగా పరమాణువు తటస్థంగా వుండి, దానిలోని ధన విద్యుత్ ఆవేశాల సంఖ్య (పరమాణు సంఖ్య) కేంద్రకం వెలుపల గల ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యకు సమానంగా వుంటుంది. పరమాణు సంఖ్య మూలకం యొక్క అభిలక్షణంగా వుంటుంది.

మూలక పరమాణువులోని ప్రాథమిక కణాల (ఎలక్ట్రాన్‌లు) అమరిక ఆ మూలకం అభిలక్షణమై వుంటుంది. ఒక పరమాణువులోని వివిధ శక్తిస్థాయిలలో (ఆర్బిటాళ్లలో) ఎలక్ట్రాన్‌లు ఏ విధంగా పంపిణీ అయివున్నాయో పరమాణు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం తెలుపుతుంది. క్వాంటం సిద్ధాంతం ప్రకారం ఎలక్ట్రాన్‌లు కొన్ని ఖచ్చితమైన నిర్దిష్టమైన శక్తి విలువలను మాత్రమే కలిగి వుంటాయి (భాగం- 4). క్వాంటం సంఖ్యల సహాయంతో మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం గూర్చి పూర్తి వివరణ పొందడానికి వీలవుతుంది.

ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య 'n' విలువకు సంబంధించి, n^2 ఆర్బిటాళ్లు వుంటాయి అని తెలుసుకొన్నారు. ఉదాహరణకు n = 1కు సంబంధించిన కర్పరంలో 1^2=1 ఆర్బిటాల్ వుంటుంది. దీనిని 's' ఆర్బిటాల్ అంటారు. n = 1, 1=0 అయినందువలన యీ ఆర్బిటాల్‌ను 1s ఆర్బిటాల్ అని వ్యక్తం చేస్తారు. 'n' విలువ 2కు సంబంధించిన కర్పరంలో మొత్తం 2^2 (4) ఆర్బిటాళ్లు వుంటాయి. వీటిలో ఒకటి '2s' ఆర్బిటాల్ (n = 2, 1=0) మిగిలిన మూడు ఆర్బిటాళ్లు '2p' ఆర్బిటాళ్లు (n = 2, 1=1). ఇవి నియూన అక్షాల దిశలలో వ్యాపించి వుంటాయి.

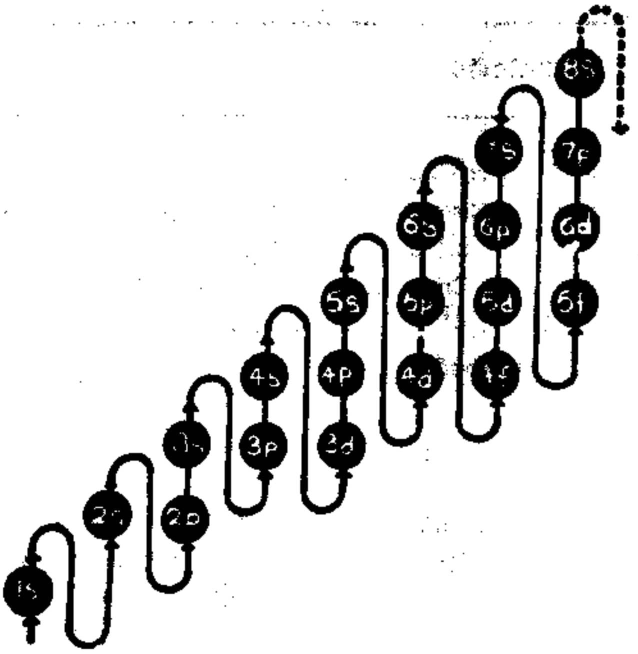
అవగాహన ప్రశ్న – 1 : పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యను ఏ విధంగా గుర్తింతువు?

6.3. ఆర్బిటాళ్ల శక్తి విలువలు

ప్రతి పరమాణు ఆర్బిటాల్ నిర్ణీత అభిలక్షణ శక్తిని కలిగి ఉంటుంది. ఈ విలువను లెక్కకట్టి లేదా ప్రయోగం ద్వారా గణించవచ్చును. హెచ్చు పరమాణు సంఖ్యగల పరమాణువులలో ఆర్బిటాళ్ల సాపేక్ష శక్తి విలువలు దిగువ చూపిన క్రమంలో ఉంటాయి.

$$1s<2s<2p<3s<3p<4s \approx 3d$$

పరమాణువులోని ఆర్బిటాళ్ల శక్తిస్థాయిలను లేదా విలువల క్రమాన్ని పటం 6.1లో చూపడం అయింది.



పటం 6.1 పరమాణు ఆర్బిటాళ్ల శక్తి విలువల క్రమం

BRAOU

6.3.1. ఆఫ్‌బౌ సూత్రం

శక్తిస్థాయి పటం సహాయంతో మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం నిర్ణయించడం వీలవుతుంది. ఇందు కొరకు ప్రతిపాదించబడిన కొన్ని సూచనలు దిగువ పేర్కొనబడ్డాయి.

అత్యల్ప శక్తిస్థాయిలో ఉన్న పరమాణువును "భూస్థాయి" (Ground State) పరమాణువు అంటారు. ఇటువంటి భూస్థాయి పరమాణువులో అత్యల్ప శక్తిస్థాయి ఆర్బిటాల్ (1s ఆర్బిటాల్) తో ప్రారంభించి శక్తిస్థాయిని అనుసరించి తగిన ఆర్బిటాళ్లలోకి ఎలక్ట్రాన్‌లను క్రమపద్ధతిలో చేర్చడం ద్వారా పరమాణువు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం రాయడానికి వీలవుతుంది. ఈ పద్ధతిని 'ఆఫ్‌బౌ' (Aufbau) పద్ధతి అంటారు. (ఆఫ్‌బౌ అంటే 'ఊర్ధ్వ నిర్మాణం' అని అర్థం).

6.3.2. పౌలి వివర్జన నియమం

పౌలి వివర్జన సూత్రం గూర్చి భాగం – 4లో చదివి వున్నారు. ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని రాయడంలో యీ సూత్రం ముఖ్యపాత్ర వహిస్తుంది. దీని ప్రకారం పరమాణువులో ఏ రెండు ఎలక్ట్రానులకు నాలుగు క్వాంటం (n, l, m, s) సంఖ్యల విలువలు సమానంగా ఉండటానికి వీలు లేదు.

అంటే యీ ఎలక్ట్రానులు కనీసం స్పిన్ క్వాంటం విలువలోనైనా భేదం చూపిస్తాయి. యింతేకాక ఒక ఆర్బిటాల్‌లో ఉండగల ఎలక్ట్రానుల గరిష్ఠ సంఖ్య రెండు మాత్రమే. పౌలి సూత్రం ప్రకారం యీ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు వ్యతిరేక దిశలో ఆత్మ ప్రదక్షిణం చేస్తూ ఉంటాయి. అంటే వాని స్పిన్‌క్వాంటం సంఖ్యలు $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$గా ఉంటాయి.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : 3d, 4s ఆర్బిటాళ్లలో దేని శక్తి అధికం ?

6.4. ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను రాయడం

పై సూచనలను అనుసరించి హైడ్రోజన్ పరమాణువు మొదలుగాగల మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను నిర్ణయించి రాయడానికి ప్రయత్నిద్దాం. పరమాణువు ఆర్బిటాళ్ళలో అత్యల్ప శక్తికలది ' 1s ' ఆర్బిటాల్ (ఇదివరలో చెప్పినట్టుగా ' 1s' నందు 1 అనే అంకె ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య n=1 ను తెలుపుతుంది). పరమాణువులు అన్నింటిలోను అతి చిన్నదైన హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క పరమాణు సంఖ్య 1. దాని కేంద్రకం చుట్టూవున్న '1s' ఆర్బిటాల్ లో ఒక ఎలక్ట్రాన్ వుంటుంది. ఈ కారణంగా హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^1$ అవుతుంది.

$$H \rightarrow 1s^1$$

వరుసక్రమంలో పరమాణు సంఖ్య '2' కలిగిన పరమాణువు హీలియం. ఈ పరమాణువులోని రెండు ఎలక్ట్రాన్ లు వ్యతిరేక దిశలలో ఆత్మప్రదక్షిణంచేస్తూ '1s' ఆర్బిటాల్ లో వుంటాయి. ఈ కారణంగా హీలియం ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2$ గా రాయవచ్చు.

$$He \rightarrow 1s^2$$

తరువాత మూలకం పరమాణు సంఖ్య 3 కలది లిథియం. 1s ఆర్బిటాల్ లో రెండు ఎలక్ట్రాన్ లు మాత్రమే వుండటానికి వీలుంది. అందుచేత మూడవ ఎలక్ట్రాన్, అంతకన్న ఎక్కువ శక్తిగల '2s' ఆర్బిటాల్ లో ప్రవేశిస్తుంది. ఈ కారణంగా లిథియం ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2 2s^1$ గా రాయవచ్చు. అదేవిధంగా బెరిలియం (పరమాణు సంఖ్య 4) ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2 2s^2$ గా రాయవచ్చు.

$$Be \rightarrow 1s^2 2s^2$$

ఇప్పుడు 2s ఆర్బిటాల్ కూడా ఎలక్ట్రాన్ లతో పూర్తిగా నింపబడింది. 2s ఆర్బిటాల్ కన్న అధికశక్తి గల దాని తరువాతి ఆర్బిటాల్ 2p. వీటి సంఖ్య3. ఈ మూడు ఆర్బిటాళ్ళు సమాన శక్తిస్థాయిని కలిగి వుంటాయి. ఈ విధంగా శక్తిస్థాయిలు సమానంగా గల ఆర్బిటాళ్ళను డిజనరేట్ (degenerate) ఆర్బిటాళ్ళు అంటారు. ఇటువంటి ' p ' ఆర్బిటాళ్ళు మూడు ఉండటం ద్వారా, వీనికి "త్రైరాశిడిజెనరసీ" (Three fold degeneracy) వుందని అంటారు. బోరాన్ పరమాణువు (పరమాణు సంఖ్య5) లోని నాలుగు ఎలక్ట్రాన్ లు వరుసగా 1s లోకి రెండు, 2s లోకి రెండు ప్రవేశిస్తాయి. అయిదవ ఎలక్ట్రాన్ మూడు p ఆర్బిటాళ్ళలో ఒక దానిలో ప్రవేశిస్తుంది. ఈ కారణంగా బోరాన్ ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని $1s^2 2s^2 2p^1$గా రాయవచ్చు.

$$B \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^1$$

దాని తరువాత మూలకం కార్బన్ (పరమాణు సంఖ్య 6) విన్యాసం రెండు విధాలుగా రాయవచ్చుననే భావన కలగవచ్చు. దీనికి కారణం అయిదవ, ఆరవ ఎలక్ట్రాన్ లు రెండూ ఒకే 2p ఆర్బిటాల్ అనగా $2p_x$ లోకి ప్రవేశించడం లేదా అవి రెండూ, ఒక్కొక్కటి ఒక ఒక p ఆర్బిటాల్ చొప్పున $2p_x$ $2p_y$ లోకి ప్రవేశించడం జరుగుతుంది. దీని ఫలితంగా ఏర్పడిన రెండురకాల విన్యాసాలను $1s^2 2s^2 2px^2$, $1s^2 2s^2 2px^1 2py^1$ గా రాయవచ్చు. అయితే హుండ్ నియమం ప్రకారం ఒకే శక్తి స్థాయికి చెందిన ఆర్బిటాల్ లో ఎలక్ట్రాన్ లు జతగా కాక, ఒంటరిగా గరిష్ట సంఖ్యలో ఉండినట్లైతే ఆ పరమాణువుకు అధిక స్థిరత్వం కలుగుతుంది. మరో మాటలో చెప్పాలంటే ఒకే శక్తి విలువ కల ఆర్బిటాళ్ళు ఒకటి కంటె ఎక్కువ ఉండినట్లైతే, ఎలక్ట్రాన్ లు ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క ఆర్బిటాల్ లోనికి ముందుగా ప్రవేశిస్తాయి. ఈ విధంగా సమాన శక్తి స్థాయికి చెందిన ఆర్బిటాళ్ళని ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్ తో నింపబడిన తరువాతే వాటిలోకి రెండవ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవేశించి జత కూడడం

BRAOU

మొదలవుతుంది. ఎలక్ట్రాన్‌ల మధ్య గల వికర్షణ శక్తి దీనికి కారణం. కాబట్టి కార్బన్ పరమాణువులో (పరమాణు సంఖ్య 6) అయిదవ, ఆరవ ఎలక్ట్రాన్‌లు (రెండు p ఎలక్ట్రాన్‌లూ) జత కూడ కుండా, వేరు వేరు 'p' ఆర్బిటాళ్ళలో ప్రవేశిస్తాయి. ఈ కారణంగా కార్బన్ ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2px^1\ 2py^1$ గా రాయవచ్చు. (దీనిని $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ అని కూడా రాయవచ్చును.)

$$C \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1$$

(పైవివరణంలో సౌలభ్యం కోసం మాత్రమే ఎలక్ట్రానులను, 'అయిదవ, ఆరవ ఎలక్ట్రానులు' అని పేర్కొనడం జరిగింది. నిజానికి అన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు సమానమే.)

ఇదే విధంగా నైట్రోజన్ (పరమాణు సంఖ్య 7) పరమాణువులో మూడు 'p' ఎలక్ట్రాన్‌లు, మూడు '2p' ఆర్బిటాళ్ళలోకి ఒక్కొక్కటి చొప్పున ప్రవేశిస్తాయి. నైట్రోజన్ విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ గా రాయవచ్చు (సౌలభ్యం కోసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ గా కూడా రాయవచ్చును).

$$N \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^3)$$

తరువాతి మూలకం ఆక్సిజన్ (పరమాణు సంఖ్య 8)లో 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నాయి. ముందు చెప్పిన కారణాలుగా దీనిలోని అయిదు, ఆరు, ఏడవ ఎలక్ట్రాన్‌లు వేర్వేరు '2p' ఆర్బిటాళ్ళలో ముందుగా ప్రవేశిస్తాయి. ఎనిమిదవ ఎలక్ట్రాన్ ఒక '2p' ఆర్బిటాళ్ళలో ప్రవేశించి దానిలోని వున్న ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్‌తో జతగూడుతుంది. (ఎలక్ట్రాన్‌లన్నీ సమానం అని, వానిని అంకెలతో సూచించడం మన సౌలభ్యం కొరకే అని మరవవద్దు) ఆక్సిజన్ ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^4)$ గా రాయవచ్చు.

$$O \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^4)$$

అదేవిధంగా ఫ్లోరిన్, నియాన్‌ల విన్యాసాలను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$F \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^1\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^5)$$

$$Ne \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^6)$$

నియాన్‌లో ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య '2'కు చెందిన ఆర్బిటాళ్ళు అన్నీ పూర్తిగా ఎలక్ట్రాన్‌లతో నిండి వుండటం గమనించండి (హీలియంలో కూడా యిదే విధంగా ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య '1'కి చెందిన 1s ఆర్బిటాల్ పూర్తిగా నిండివుంది). ఎలక్ట్రాన్‌లతో నిండివున్న విన్యాసం గల పరమాణువులు అత్యధిక స్థిరత్వం కలిగి ఉంటాయి. ఇవి యితర మూలకాలతో రసాయన చర్యలో సామాన్య పరిస్థితులలో పాల్గొనవు. ఈ కారణంగా వీటిని జడ మూలకాలు అంటారు. మిగిలిన జడ మూలకాలు అన్నీ యిదే విధమైన విన్యాసాన్ని కలిగి వుంటాయి.

నియాన్ తరువాతి మూలకం సోడియం (పరమాణు సంఖ్య 11) పదకొండు ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగి వుంది. పదకొండవ ఎలక్ట్రాన్ 3s ఆర్బిటాల్‌లోకి పోతుంది. సోడియం విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2\ 3s^1$ అవుతుంది.

$$Na \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2\ 3s^1\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1)$$

ఇదే విధంగా మిగిలిన మూలకాల విన్యాసాలను రాయవచ్చు. పట్టిక 6.1 లో మొదటి ఇరవై మూలకాల విన్యాసాలు పొందుపర్చబడ్డాయి.

BRAOU

పట్టిక 6.1. మూలకాల పరమాణు విన్యాసాలు

పరమాణు సంఖ్య	మూలక సంకేతం	ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం
1	H	$1s^1$
2	He	$1s^2$
3	Li	$1s^2\ 2s^1$
4	Be	$1s^2\ 2s^2$
5	B	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
6	C	$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
7	N	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
8	O	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
9	F	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
10	Ne	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
11	Na	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
12	Mg	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$
13	Al	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$
14	Si	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$
15	P	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$
16	S	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$
17	Cl	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
18	Ar	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
19	K	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$
20	Ca	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

BRAOU

పొటాషియం (పరమాణు సంఖ్య 19), కాల్షియం (పరమాణు సంఖ్య 20)లలోని 19, 20 ఎలక్ట్రానులు వరుసగా '3d' ఆర్బిటాల్‌కు బదులుగా '4s' ఆర్బిటాల్‌లోకి ప్రవేశించిన సంగతిని పట్టిక 6.1లో గమనించండి. '3d' ఆర్బిటాల్ శక్తి కంటే '4s' ఆర్బిటాల్ శక్తి కొద్దిగా తక్కువగా వుండటం దీనికి కారణం.

స్కాండియం (పరమాణు సంఖ్య 21)తో ఒక కొత్త శ్రేణి మూలకాలు ప్రారంభం అవుతాయి. ఇందులో '3d' ఆర్బిటాల్ ఎలక్ట్రాన్‌లతో నిండుతుంది. 'd' ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య అయిదు అని మీకు తెలుసు కాబట్టి మొత్తంమీద '3d' ఆర్బిటాళ్ళు అయిదూ పూర్తిగా నిండటానికి 10 ఎలక్ట్రానులు అవసరం అవుతాయి. ఈ కారణంగా స్కాండియంతో మొదలైన 10 మూలకాలలో '3d' ఆర్బిటాళ్ళు ఎలక్ట్రాన్‌లతో వరుసగా నింపబడతాయి. ఈ పది మూలకాల్ని మొదటి వరుస పరివర్తన మూలకాలు అంటారు. అవి ప్రత్యేక అభిలక్షణాలను కలిగి వుంటాయి. స్కాండియం నుంచి జింక్ వరకు గల పరివర్తన మూలకాల విన్యాసాలు పట్టిక 6.2లో చూపబడ్డాయి.

పట్టిక 6.2. పరమాణు సంఖ్య 21 నుండి 30 వరకు గల పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలు

పరమాణు సంఖ్య	మూలక సంకేతం	ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం
21	Sc	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$
22	Ti	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^2$
23	V	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^3$
24	Cr	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$
25	Mn	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^5$
26	Fe	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$
27	Co	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^7$
28	Ni	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^8$
29	Cu	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^{10}$
30	Zn	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$

కాపర్ (Cu), క్రోమియం (Cr) లలో ఒక 4s ఎలక్ట్రాన్ '3d' ఆర్బిటాల్ లోకి వలస పోవడం గమనించండి. 'd' ఆర్బిటాళ్ళన్నీ ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్ లతో నిండి వున్నప్పుడు కాని లేదా ఎలక్ట్రాన్ జంటలతోగానీ పూర్తిగా నింపబడినట్లయితే ఆ ఆర్బిటాళ్ళుగల పరమాణువులకు అత్యధిక స్థిరత్వం కలుగుతుంది. ఈ కారణంగానే క్రోమియం, కాపర్ పరమాణు విన్యాసాలలో యీ మార్పు కలిగింది.

పైన వివరించిన సాధారణ సూత్రాలను అనుసరించి మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను వ్రాసే పద్ధతిని "ఆఫ్‌బౌ" సూత్రం అంటారు. అన్ని మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను యీ విధంగా రాయడానికి వీలవుతుంది.

6.5. సారాంశం

ఈ ఖండికలో మీరు కింది విషయాలను అర్థం చేసుకొన్నారు.

1. ఆర్బిటాళ్ళ వివిధ శక్తులు,
2. ఆర్బిటాళ్ళ శక్తి స్థాయి క్రమము,
3. ఎలక్ట్రాను విన్యాస క్రమ పద్ధతిలో ఉపయోగపడు ఆఫ్‌బౌ సూత్రము,
4. పరమాణువుల ఎలక్ట్రాను విన్యాసాలు.

B R A O U

6.6. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. "ఆఫ్‌బౌ" సూత్రాన్ని వివరించండి.
2. పౌలి వివర్జన సూత్రం తెలిపి, దానిని వివరించండి.
3. "హుండ్ నియమాన్ని" తెలిపి, పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం తెలుసుకొనడంలో దాని ప్రాముఖ్యాన్ని వివరించండి.

4. 2, 10, 18, పరమాణు సంఖ్యలు గల పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను రాసి, యివి ఏమి తెలుపుతాయో వివరించండి.

II. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ ఆకృతులు, స్వభావం, శక్తి విలువలు, వీటి గురించి సవిస్తరంగా తెలపండి.
2. "ఆఫ్‌బౌ" సూత్రం గూర్చి సోదాహరణంగా చర్చించండి.

6.7. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

---

1. పరమాణువులోని ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యను పరమాణు సంఖ్య నుంచి నిర్ధారించవచ్చు. పరమాణు సంఖ్య పరమాణువులోని ధనావేశ కణాలయిన ప్రోటాన్ల సంఖ్య అనగా కేంద్రకముపై ఆవేశానికి సమానము. పరమాణువులు తటస్థములు కనుక ఈ సంఖ్య ఋణావేశ కణాలయిన ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యకు సమానము.

2. పరమాణువులో ఎలక్ట్రానులు ఆర్బిటాళ్ళలో శక్తిస్థాయి పెరుగు క్రమములో పెరుగును. అనగా 4s ఆర్బిటాళ్ళు నిండిన తర్వాతనే ఎలక్ట్రాన్లు 3d ఆర్బిటాళ్ళలో ప్రవేశించును. 4s ఆర్బిటాల్ యొక్క శక్తి 3d ఆర్బిటాల్ కన్నా కొద్ది తక్కువ.

ఖండం – I : పదకోశం

ఆల్ఫా కిరణాలు

ఒక రేడియో ధార్మిక మూలకం నుండి వెలువడు ధనావేశ కిరణాలు. ఇవి వేగంగా పయనించే కణాల సముదాయం. వీటి ద్రవ్యరాశి సంఖ్య 4 మరియు ఆవేశం +2 (హీలియం కేంద్రకాలు)

ఉత్సర్గనాళం

అల్పపీడన వాయువు ద్వారా రెండు లోహ ఎలక్ట్రోడుల మధ్య సరిపడు వోల్టేజి ఉన్న విద్యుత్తును పంపినపుడు ఉత్సర్గం జరిగే ఒక సంవృత నాళం.

కాంతి కణం (ఫోటాన్)

కాంతికణ సిద్ధాంతంలోని సూక్ష్మ కణం.

కేథోడ్ కిరణాలు

ఉత్సర్గ నాళంలో విద్యుదుత్సర్గము వలన ఋణావేశ ఎలక్ట్రోడు నుండి వెలువడే ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహం

కోణీయ ద్రవ్య వేగం

వృత్తాకార మార్గంలో తిరుగు వస్తువుకు సంబంధించినది. రేఖీయ ద్రవ్యవేగమువలె యిది కూడా ఒక సదిశరాశి. ఒక వస్తువు ద్రవ్యరాశి 'm', రేఖీయ వేగం 'v' తో తిరుగుతున్నప్పుడు స్థాన సదిశరాశి 'r' అయినపుడు దాని కోణీయ ద్రవ్యవేగం 'mvr' అవుతుంది.

BRAOU

క్వాంటమ్

కాంతి శక్తిలో అవిభాజితమైన ప్రమాణము. కాంతి యొక్క ఈ ప్రమాణాన్ని "ఫోటాన్" అంటారు.

పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం (amu)

ఒక్కొక్క పరమాణువు యొక్క భారాన్ని తెలియజేయుటకుద్దేశించిన ఒక ప్రమాణం. దీన్ని ద్రవ్యరాశి 12గా గల కార్బన్ పరమాణువు యొక్క $\frac{1}{12}$ వ భాగంగా నిర్వచిస్తారు. దీనినే 'డాల్టన్' అని కూడా అంటారు.

ప్రతిదీప్తి తెర

ప్రతిదీప్తి పదార్థాలతో పూయబడిన ఒక తెర. (కొన్ని ప్రత్యేక రసాయన పదార్థాలతో ప్రతిదీప్తి పదార్థాలు తయారు చేస్తారు) శక్తివంతమైన వికిరణాలయిన ఆల్ఫా కిరణాలు, X – కిరణాలు ఈ తెరపై పడినపుడు దృశ్య కిరణాలను ఉద్గారిస్తాయి.

వర్ణపటం

వికిరణ శక్తులను వాని తరంగ దైర్ఘ్యాలు లేదా తరంగ పౌనఃపున్యం మూలాధారంగా ఒక శ్రేణిలో అమర్చడం. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటమును (తరంగ దైర్ఘ్యాల లేదా పౌనఃపున్యాలాధారంగా) రేడియో, పరారుణ, దృశ్య అతినీలలోహిత మరియు X– కిరణాల ప్రాంతాలుగా విభజిస్తారు.

వివర్తనం

ఒక వస్తువు యొక్క క్షేత్ర నీడలోనికి వెలుతురు మరియు ఇతర తరంగాలు వక్రగతిని పొందడం.

వ్యతికరణం

తరంగాల కలయిక. ఒక తరంగం శృంగం సమానమైన డోలన పరిమితి గల మరో తరంగం ద్రోణిలో కలిసినపుడు ఆ బిందువు వద్ద తరంగం నాశనం అవుతుంది. మరో విధంగా రెండు తరంగాల శృంగాలు లేదా ద్రోణులు కలిసినపుడు తరంగ ప్రభావం బాగా పెరుగుతుంది.

సంభావ్యతా వితరణ ప్రమేయము

ఒక ఘటన లేదా దృగ్విషయం జరిగే అవకాశాన్ని (ఒక వివరణ ద్వారా) శాస్త్రీయ పద్ధతిలో తెలియజేయడం. ఉదాహరణకు పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్ ఉండగలుగు అవకాశాన్ని పరమాణు ఆర్బిటాల్ లేదా ఎలక్ట్రాన్ తరంగ ప్రమేయం ద్వారా చెబుతారు.

హైడ్రోజన్ లాంటి పరమాణువు

బాహ్యతమ కక్ష్యలలో ఒకే ఎలక్ట్రాన్ ఉన్న అయాన్‌లు. హైడ్రోజన్ నిర్మాణాన్ని పోలి వుంటాయి. ఉదాహరణకు Li^{++}, Be^{+++}

రచయిత : ఎమ్.డి. సిద్ధాంతి
అనువాదం : ఎస్.వి. అప్పారావు

BRAOU

BRAOU

ఖండం – 2 : రసాయన బంధం

అణువులంటే ఏమిటి ?

పరమాణువులు కలిసి అణువులను ఏర్పరుస్తాయి. ఇవి మూలకాలకూ సమ్మేళనాలకూ చెందుతాయి. అందువల్ల అణువులు పరమాణువుల సమూహాలు. ప్రతి అణువు ఒకే ఒక ప్రమాణం అయినట్లు ప్రవర్తించే విధంగా ఈ పరమాణువులు కలపబడి ఉంటాయి. అణువుల సంక్లిష్టతలో ఎంతో వైవిధ్యం ఉంటుంది. సరళ ద్విపరమాణుక అణువులైన హైడ్రోజన్ (H_2), ఆక్సిజన్ (O_2), క్లోరిన్ (C_2)లు మొదలుకొని వేల వేల పరమాణువులతో ఏర్పడిన (ప్రోటీన్‌లు) బృహదణువుల దాకా ఉన్నాయి. (హీలియం, నియాన్, ఆర్గాన్ మొదలగు ఉత్కృష్టవాయువులు 'ఏకపరమాణుక' అణువులుగా ఉంటాయి. ఇవి నిజానికి పరమాణువులే) ప్రతి సమ్మేళనానికి ప్రత్యేకమైన, అభిలాక్షణికమైన ధర్మాలుంటాయి.

ఒక అణువులోని పరమాణువులను కలిపిఉంచే బలాలే 'రసాయనబంధం' గా ఏర్పడతాయి. ఒక బంధం అమరిక స్థానంలో ఇంకొక అమరిక ఏర్పడే ప్రక్రియే రసాయన చర్య. పరమాణువులు ఒక దానితో మరొకటి అనేక రకాలుగా కలిసి వేలాది సమ్మేళనాలను ఏర్పరుస్తాయి.

పరమాణువులు ఎలా సంయోగం చెందుతాయి ?

పరమాణువులు ఎందుకు ఎలా సంయోగంచెంది రసాయన సమ్మేళనాలను ఏర్పరుస్తాయి? రసాయన బంధాలను ఏర్పరచడంలో పరమాణువులు పదార్థవ్యవస్థల ప్రవర్తన యొక్క సాధారణతీరును అనుసరిస్తాయి. అంటే అతి తక్కువ శక్తి స్థితిని పొందటానికి ప్రయత్నిస్తాయి. ఈ నిర్బంధంలో గరిష్ట స్థిరత్వస్థితిని కలిగిఉంటుంది. ఒక పరమాణువు జంట సంయోగంచెంది బంధాన్ని ఏర్పరచినప్పుడు, ఆ బంధానికి అభిలక్షణమైన కొంత శక్తి విడుదల చేయబడుతుంది. ఆ విధంగా ఏర్పడిన రసాయన పదార్థం దానిలో ఉన్న పరమాణువుల కన్న సాపేక్షంగా చాలా ఎక్కువ స్థిరంగా ఉంటుంది. ఆ ప్రత్యేక బంధాన్ని విచ్ఛిన్నం చేయడానికి అదే మొత్తం శక్తిని అందివ్వవలసి ఉంటుంది. బంధాలు ఏర్పడడం, అవి వీగిపోవడం, ఈ ప్రక్రియలతోబాటు, జరిగే శక్తి మార్పులు రసాయన శాస్త్రవేత్తలకు ప్రత్యేకంగా ఆసక్తికరమైన విషయాలు. ప్రస్తుతచర్చ బంధం ఏర్పడడానికి సంబంధించిన గుణాత్మక అంశాలకు మాత్రమే పరిమితమయింది.

పరమాణువులు సంయోగంచెందేవిధానం, ఈ సంయోగంలో ఏర్పడే బంధంరకం అనేక అంశాలమీద ఆధారపడి ఉంటాయి. ఈ అంశాలలో పరమాణు పరిమాణం, కేంద్రకం ఆవేశం, కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్ వితరణ ముఖ్యమైనవి. వివిధ మూలకాల పరమాణువులకు ఈ అంశాలు భిన్నంగా ఉంటాయి. ఖచ్చితంగా చెప్పాలంటే బంధనప్రక్రియ చాలా సంక్లిష్టమైనది. ప్రధానంగా ఒక మూలకం పరమాణువులు ఇతర మూలకాలపరమాణువులతో సంయోగంచెందే విధానంలో భిన్నంగా ఉంటాయి. పరిమాణాత్మకంగా అధ్యయనం చేయాలంటే ఉన్నత స్థాయిలో గణితశాస్త్ర పరిజ్ఞానంకావాలి. కాని బంధం గురించి మౌలికమైన, గుణాత్మకమైన అవగాహన కోసం మనం సరళమైన భావనలు ఉపయోగిస్తాం. వీటి సహాయంతో బంధనప్రక్రియలను కొన్ని సరళమైన రకాలుగా వర్గీకరించవచ్చు.

రసాయనబంధాలు – రకాలు

రసాయనబంధాలు మూడు స్పష్టమైన రకాలుగావిభజించవచ్చు – అయానిక బంధం, సమయోజనీయ బంధం, లోహబంధం – కాని ఈ వర్గీకరణం కచ్చితమైనదికాదని నొక్కి చెప్పవలసిఉంది. ఎందుకంటే ఏ ఒక్క బంధమూ పూర్తిగా ఒక రకానికిగాని ఇంకోరకానికి చెందుతుందని చెప్పడానికి వీలులేదు. రెండురకాల బంధాల విషయంలో (అంటే అయానిక, సమయోనీయ బంధాలు) ఇది ఎక్కువగా యదార్థం. కాని రసాయనిక బంధం ఏర్పడే విధానాన్ని మౌలికంగా అర్థం చేసుకునేటందుకు ఈ వర్గీకరణ చాలా ఉపకరిస్తుంది.

BRAOU

BRAOU

భాగం – 7 : అయానిక బంధం

విషయక్రమం

7.1. ఉద్దేశాలు – లక్ష్యాలు
7.2. పరిచయం
7.3. అయానిక బంధం
7.4. అయానిక వ్యాసార్ధం
7.4.1. అయానిక వ్యాసార్ధం, స్ఫటిక నిర్మాణం
7.5. జాలక శక్తి
7.5.1 బోర్న్-హాబర్ చక్రం
7.6. అయానిక సమ్మేళనాల ధర్మాలు
7.7. సారాంశం
7.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
7.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

7.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

అయానిక బంధం ఏర్పడేవిధానం, దాని స్వభావం చర్చించడం, అయానిక బంధాలున్న సమ్మేళనాల ఘన స్థితిలో వాటి భిన్న రూపాలను ఈ భాగంలో వివరించడానికి ప్రయత్నించాం.

ఈ ఖండికను మీరు పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే విషయాలు.

* పరమాణువులు సంయోగంచెంది, అణువులను ఎందుకు ఏర్పరుస్తాయి?
* పరమాణువులు ఏవిధంగా సంయోగంచెంది అయానిక సమ్మేళనాలను ఏర్పరుస్తాయి?
* ఎలక్ట్రాన్‌లను పొందడం, లేదా పోగొట్టుకొనడం వల్ల పరమాణువు పరిమాణం మారుతుంది.
* వ్యతిరేక ఆవేశిత అయాన్‌లు అయానిక సమ్మేళనాలలో స్థిర విద్యుత్ బలాల చేత కలిపి ఉంచబడతాయి.
* అయానిక ఘనపదార్థాల సమన్వయ సంఖ్య, అయానిక స్ఫటికాల జ్యామితి, అయానిక వ్యాసార్ధాల నిష్పత్తిని అనుసరించి మారుతాయి.
* అయానిక సమ్మేళనం యొక్క జాలకశక్తి (Lattice energy) అంటే ఒక మోల్ అయాన్‌లను (ఆ సమ్మేళనం యొక్క) అనంత దూరాలకు వేరు చేయడానికి కావలసిన శక్తి. అయానిక సమ్మేళనం ఏర్పడడంలో ఇమిడి ఉన్న జాలక శక్తి, ఇతర ఉష్ణ-రసాయన పరిమాణాల సంబంధాలను బార్న్- హాబర్ - (Born Haber) చక్రం తెలుపుతుంది.
* అయానిక ఘన పదార్థాల జాలకశక్తిని ఈ ఉష్ణ-రసాయన దత్తాంశాలను ఉపయోగించి బార్న్ - హాబర్ చక్రం సహాయంతో లెక్క కట్టవచ్చు.

BRAOU

7.2 పరిచయం

ఆవర్తన పట్టికలోని '0' గ్రూపుకు చెందిన మూలకాలకు (అంటే జడ వాయువులు లేదా ఉత్కృష్ట వాయువులు) రసాయన క్రియాశీలత చాల తక్కువ. ఈ మూలకాలు హీలియమ్, నియాన్, ఆర్గాన్, క్రిప్టాన్, జీనాన్‌లు. ఇవి సాధారణంగా ఇతర మూలకాలతో చర్య జరిపే ప్రవృత్తి ఏమీ చూపవు. లోగడ పేర్కొన్నట్లుగా వాటి అణువులు ఏక పరమాణుకమైనవి - అంటే వాటిలో ఒకే ఒక పరమాణువు ఉంటుంది. వాటికి చర్యాశీలత లేకపోవడం వల్ల ఈ పరమాణువులు అమితంగా స్థిరమైనవని మనం నిర్ధారించవచ్చు.

జడ వాయువుల ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసాన్ని పరిశీలిస్తే ఈ వాయువుల పరమాణువులలో వాటి బాహ్యతమ కర్పరంలో 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు అమరి ఉంటాయని తెలుస్తుంది. (హీలియమ్ పరమాణుసంఖ్య 2 కావటంవల్ల దానికి రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల వరకు మాత్రమే చోటున్న ఒకే ఒక ఎలక్ట్రానిక్ కర్పరం ఉండే అవకాశం ఉంది) అదీ కాక ఈ మూలకాలకు చర్యా శీలత లేక పోవడం వల్ల బాహ్యతమ కర్పరంలో ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్‌ల అమరిక (హీలియమ్ విషయంలో రెండు) చాలా స్థిరమైన అమరిక అనే నిర్ధారణ వస్తుంది. ఇతర మూలకాలు ఒక దానితో ఒకటి చర్య జరిపి ఈ స్థిరమైన ఎలక్ట్రాన్ అష్టక (ఆక్టెట్) విన్యాసాన్ని పొందుతాయి. ఈ భావం ప్రస్తుతం పూర్తిగా సమంజసం కాకపోయినప్పటికీ, బంధం ఏర్పడటాన్ని వర్ణించడానికి ఇదే మొదటి అర్థవంతమైన ప్రయత్నం.

7.3 అయానిక బంధం

పరమాణువులు వాటి బాహ్యతమ కర్పరాలలో ఎలక్ట్రాన్ అష్టకాన్ని (ఆక్టెట్) ఎలా పొందుతాయి? దీన్ని ధృవపరచడానికి ఒక మార్గం కింది విధంగా ఉంటుంది.

ఉదాహరణకు సోడియమ్ పరమాణువు తీసుకోండి (పరమాణు సంఖ్య 11) దీని ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$, మొదటి రెండు కర్పరాలు నిండి ఉంటాయి. కాని మూడో కర్పరంలో ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉంటుంది. సోడియమ్ ఇతర పరమాణువులతో చర్య జరిపి నప్పుడు దాని ఒకే ఒక బాహ్యతమ ఎలక్ట్రాన్‌ను పోగొట్టుకొని, దానికి అత్యంత సన్నిహితమైన జడవాయు పరమాణువు (నియాన్)ను పోలిన విన్యాసాన్ని పొందుతుంది. నియాన్ యొక్క విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ ఫలితంగానికర ఆవేశం +1 ఉన్న సోడియమ్ ఆయాన్, Na^+ ఏర్పడుతుంది.

$$Na \rightarrow Na^+ + e^-$$

సోడియం అయాన్

ఇప్పుడు మనం క్లోరిన్ పరమాణువు (పరమాణు సంఖ్య 17) తీసుకుందాం. దాని ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$. దాని బాహ్యతమ కర్పరంలో ఎలక్ట్రాన్ అష్టకానికి (ఆక్టెట్) ఒక ఎలక్ట్రాన్ తక్కువ ఉంటుంది. క్లోరిన్ పరమాణువు ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను పొందితే అష్టకం (ఆక్టెట్) పూర్తవుతుంది. అప్పుడు క్లోరైడ్ అయాన్ Cl^- విన్యాసం జడవాయు (ఆర్గాన్) విన్యాసాన్ని పోలి ఉంటుంది. ఆవర్తన పట్టికలో క్లోరిన్ తరువాతి సన్నిహితమైన జడవాయువు ఆర్గాన్.

$$Cl + e^- \rightarrow Cl^-$$ క్లోరిన్ అయాన్

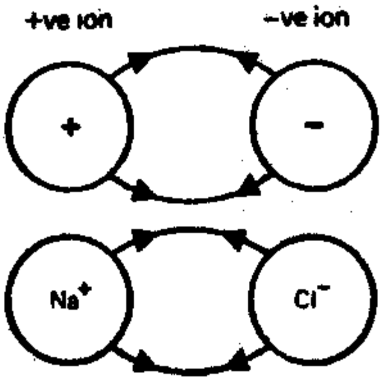
సోడియం, క్లోరిన్ ఒక దానితో ఒకటి చర్య జరిపినప్పుడు సోడియం పరమాణువు యొక్క ఏకైక బాహ్యతమ ఎలక్ట్రాన్ క్లోరన్ పరమాణువుకు బదిలీ చేయబడుతుంది. ఈ విధంగా సోడియం ఆయాన్, Na^+

BRAOU

, క్లోరైడ్ అయాన్ Cl^-, ఉత్పత్తి చేయబడతాయి. ఈ రెండు వ్యతిరేక అవేశిత అయాన్‌లు ఒక దాని నొకటి ఆకర్షించుకొని, కలిపి ఉంచబడతాయి. సోడియం, క్లోరిన్ పరమాణువులు రెండూ స్థిర జడ వాయు విన్యాసాన్ని పొందుతాయి. కనక అటువంటి ప్రక్రియ సులువుగా జరిగే అవకాశం ఉంటుంది. ఫలితంగా ఏర్పడిన సోడియం క్లోరైడ్ $Na^+ Cl^-$ బాహ్యతమ (వేలెన్స్) ఎలక్ట్రాన్‌లను మాత్రమే చూపుతూ ఈ ప్రక్రియను క్రింది విధంగా రాయవచ్చును.

$$Na + :\ddot{\underset{..}{Cl}}. \rightarrow Na + :\ddot{\underset{..}{Cl}}:^-$$

రెండు వ్యతిరేక ఆవేశిత అయాన్‌ల మధ్య స్థిర విద్యుత్ ఆకర్షణ ఫలితంగా ఈ విధంగా ఏర్పడిన బంధాన్ని "అయానిక బంధం" అంటారు. (మొదట్లో దీని ఎలక్ట్రో వేలెంట్ బంధం అని కూడా అనే వారు).



పటం 7.1 స్థిరవిద్యుత్ ఆకర్షణ

ఇంకో ఉదాహరణ తీసుకుందాం – మెగ్నీషియం క్లోరైడ్, $Mg\,Cl_2$ ఏర్పడటం. మెగ్నీషియం విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$. దీనికి అతిసన్నిహిత జడ వాయువు నియాన్ కన్న రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎక్కువ. ఈ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను పోగొట్టుకోవడం వల్ల మెగ్నీషియం, మెగ్నీషియం అయాన్, Mg^{++} గా మారుతుంది.

$$Mg \longrightarrow Mg^{++} + 2e^-$$

ఈ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు రెండు క్లోరిన్ పరమాణువులకు ఒక్కొక్కదానికి ఒకటిచొప్పున బదిలీ అవడంద్వారా మెగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ఏర్పడుతుంది.

$$Mg: \ + \ \begin{matrix} :\ddot{Cl}: \\ :\ddot{Cl}: \end{matrix} \longrightarrow Mg^{+2}\ \begin{matrix} :\ddot{Cl}:^- \\ :\ddot{Cl}:^- \end{matrix}$$

ఈ విధంగా ఒక పరమాణువునుంచి మరొక దానికి ఎలక్ట్రాన్ బదిలీజరగడంవల్ల, అయానిక బంధాలు ఏర్పడుతాయి. ఎలక్ట్రాన్ (లు)ను పోగొట్టుకొనే పరమాణువును ఎలక్ట్రాన్‌దాత అనీ, ఎలక్ట్రాన్‌ను పొందే పరమాణువును ఎలక్ట్రాన్ గ్రహీత అనీ అంటారు. ఏ రకం పరమాణువులు అయానిక బంధాలను ఏర్పరచగలవు? ఆవర్తనపట్టికలో జడవాయువులకు సరిగ్గా ముందున్న మూలకాలు హాలోజన్‌లు (VII - B గ్రూపు). ఇవి అధిక ఎలక్ట్రోనెగెటివిటి విలువలు కలిగి ఉంటాయి, అంటే అవి సులువుగా ఎలక్ట్రాన్‌లను పొందే ప్రవృత్తిచూపుతాయి (విద్యుత్‌రుణావేశితాలు). జడవాయువులకు సరిగ్గా తరువాత ఉండేమూలకాలు క్షారలోహాలు (IA - B గ్రూపు), క్షారమృత్తికలోహాలు (II - A గ్రూపు). ఈ కుటుంబాలలోని పరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్‌లను సులువుగా పోగొట్టుకొనే ప్రవృత్తిని చూపుతాయి. అందువల్ల వీటిని " విద్యుత్ ధనావేశితాలు " అంటారు. విద్యుత్‌ధనావేశిత మూలకాలు విద్యుత్‌రుణావేశ మూలకాలతో చర్య జరిపితే

BRAOU

అయానికబంధాలు ఏర్పడుతాయి. హాలోజన్‌లే కాకుండా, ఆక్సిజన్, సల్ఫర్, నైట్రోజన్‌లు అధికంగా విద్యుత్ రుణావేశితాలు. హాలోజన్ సమ్మేళనాల లేదా క్షార, క్షారమృత్తికాలోహాల సమ్మేళనాలు ప్రబలంగా అయానిక లక్షణం చూపుతాయి.

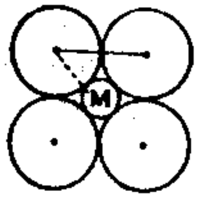
7.4 అయానిక వ్యాసార్థం

ఎలక్ట్రాన్‌లను చేర్చడంవల్లగాని, తొలగించడంవల్లగాని పరమాణు పరిమాణం మారుతుంది. ఈ మార్పులు జరుగుతుండగా, కేంద్రకావేశం మాత్రం మారకుండా ఉండి పోతుంది. ఒక పరమాణువు అయాన్‌గా మారడం వల్ల పరిమాణంలో సంభవించే మార్పుకు చేర్చిన లేదా తొలగించిన ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యేకారణం. ఒక పరమాణువు ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను పోగొట్టుకున్నప్పుడు రుణ అయాన్‌ఏర్పడుతుంది. ఇప్పుడు కేంద్రకంయొక్క ధనావేశం, దానిచుట్టూ ఉండే రుణవిద్యుత్ ఆవేశంకన్న ఒక ప్రమాణం ఎక్కువ ఉంటుంది. ఫలితంగా అదనపు కేంద్రకావేశంవల్ల మిగిలిన ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకంవైపు లాగబడుతాయి. ఇందుకు కారణం అదిచూపే అధిక ఆకర్షణే కాబట్టి ధనఅయాన్ తటస్థపరమాణువుకంటె పరిమాణంలో చిన్నదవుతుంది. రెండో ఎలక్ట్రాన్‌ను తొలగించడం ఇంకా ఎక్కువ కష్టమవుతుంది. ఎందువల్లనంటే కేంద్రకంలోని అదనపు ధనావేశానికి ఎదురుగా రెండో ఎలక్ట్రాన్ బయటకు రావడం కష్టం. రెట్టింపు ఆవేశిత కాటయాన్ ఒకే ఆవేశం ఉన్న అయాన్‌కన్న ఇంకాచిన్నదిగా ఉంటుంది. ఒకటిగాని ఎక్కువగాని ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరటంవల్ల ఇక తటస్థ పరమాణువు రుణఅయాన్‌గా మార్పు చేందితే ఇందుకు వ్యతిరేకంగా జరుగుతుంది. కేంద్రకం ప్రదర్శించే స్థిరవిద్యుత్ బలం తటస్థపరమాణువులోకన్న రుణఅయాన్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌లమీద విస్తరింపబడుతుంది. కాబట్టి చేర్చిన అదనపు ఎలక్ట్రాన్‌లకు చోటుచేయడంకోసం పరమాణు ఘన పరిమాణంలో వ్యాకోచం జరుగుతుంది.

రెండు వ్యతిరేకంగా ఆవేశితమైన అయాన్‌లు వాటి మధ్య ఉండే స్థిర విద్యుత్ ఆకర్షణ వల్ల ఒక దానినొకటి సమీపిస్తాయి. కాని అవి అంతకంతకు దగ్గిరకొచ్చిన కొద్దీ స్థిరవిద్యుత్ ఆకర్షణకు వ్యతిరేకంగా వికర్షణబలం (కేంద్రకాల) ఉంటుంది. ఏదో ఒకచోట ఈ రెండు బలాలు ఇక దానినొకటి సరిగ్గా సంతుల్యం చేసుకుంటాయి. ఈ దూరాన్ని " **అయాన్‌ల మధ్య దూరం**" అంటారు – అంటే వ్యతిరేకంగా ఆవేశితమైన రెండు కణాల యొక్క కేంద్రకాల మధ్య దూరం.

ఏ అయాన్ యొక్క వ్యాసార్థ మయినా స్థిరం కాదు. అది దాని చుట్టూ ఉండే వ్యతిరేక ఆవేశితాలున్న అయాన్‌ల సంఖ్యను బట్టి మారుతుంది. X - కిరణ విశ్లేషణ పద్ధతులతో రెండు వ్యతిరేకంగా ఆవేశితమయిన అయాన్ కేంద్రకాల మధ్య దూరం అంచనా కట్టవచ్చు. స్ఫటికాలలో అయాన్‌లు ఏ విధంగా సంపుటీకరణం చెందుతాయంటే, అవి అభిలాక్షణికమైన పరిమాణంతో ఉన్న గోళాలని (ఇంచు మించుగా) అనుకోవచ్చు. అందువల్ల ఈ అయాన్‌లకు మనం అయానిక వ్యాసార్థాలను (ఘన పరిమాణాలను) కేటాయించవచ్చు. కాని ఈ అయానిక వ్యాసార్థాలు (ఘన పరిమాణాలను) కేటాయించవచ్చు. కాని ఈ అయానిక వ్యాసార్థాలు అసలైన వ్యాసార్థాలు కావని, ఒక స్ఫటికంలో సంపుటీకరణం చెందిన అయాన్‌ల ఫలితవ్యాసార్థాలు మాత్రమేనని గమనించాలి. రెండు వ్యతిరేకంగా ఆవేశితమైన అయాన్‌ల అయానిక వ్యాసార్థాలు ఎలా ఉంటాయంటే ఈ రెండు వ్యాసార్థాల మొత్తం, స్ఫటికంలో ఇక దానితో ఒకటి స్పృశించుకొంటున్న ఈ రెండు అయాన్‌ల మధ్య సమతా స్థితి దూరానికి సమానమవుతుంది.

రెండు ఆసన్న అయాన్‌ల మధ్య దూరం తెలుసుకోవడానికి X - కిరణ పద్ధతులు ఒక విధానాన్ని సమకూరుస్తాయి -- ఉదాహరణకు, సోడియం క్లోరైడ్‌లో సోడియం అయాన్‌లకు, క్లోరైడ్ అయాన్‌లకు మధ్య దూరం. ఈ దూరంలో ఏ భాగం సోడియం యొక్క అయానిక వ్యాసార్థంగా పరిగణించాలో, ఏ భాగం క్లోరైడ్ అయాన్ యొక్క అయానిక వ్యాసార్థంగా పరిగణించాలో దేనిని బట్టి నిర్ణయించడం సాధ్యం కాదు. అయితే ధన అయాన్‌లు తమ చుట్టూవున్న రుణ అయాన్‌లకన్న సాధారణంగా చాలా చిన్నవిగా ఉంటాయి. ఈ విధంగా ఒక చిన్న కాటయాన్ చుట్టూ ఉన్న నాలుగు పెద్ద ఆనయాన్‌లు పటము 7.2 సూచించినట్లుగా ఉంటాయని భావించవచ్చు.



పటం 7.2 ఆనయాన్‌ల కేటయాన్‌ల సంపుటీకరణం.

అనయాన్‌లు ఇకదాని నొకటి స్పృశించుకుంటాయని అనుకుంటే ఆనయాన్ వ్యాసార్థం రెండు ఆనయాన్‌ల మధ్య దూరంలో సగమని తెలుస్తుంది. అప్పుడు కేటయాన్‌కి ఆనయాన్‌కి మధ్య దూరం నుంచి ఆనయాన్ యొక్క వ్యాసార్థాన్ని తీసివేస్తే కాటయాన్ వ్యాసార్థం వస్తుంది. ఇది, ఇంకా ఇతర పద్ధతులను వుపయోగించి చాలా ఆనయాన్‌ల వ్యాసార్థాలు నిర్ణయించారు. జడ వాయు విన్యాసం గల కొన్ని ఆనయాన్‌ల వ్యాసార్థాలు పట్టిక 7.1 లో పేర్కొనడం జరిగింది.

పట్టిక 7.1 కొన్ని అనయాన్ వ్యాసార్థాలు

కాటయాన్	వ్యాసార్థం (A^0)	ఆనయాన్	వ్యాసార్థం (A^0)
Li^{+}	6.61	H^{-}	1.54
Na^{+}	0.95	F^{-}	1.36
K^{+}	1.33	Cl^{-}	1.81
Mg^{++}	0.65	Br^{-}	1.95
Ca^{++}	0.99	I^{-}	2.16
Ba^{++}	1.35	O^{--}	1.40
Al^{+++}	0.50	S^{--}	1.84

BRAOU

చాలా కాటయాన్‌లు -- ప్రత్యేకించి అధిక ధనవేశాలున్నవి -- సరళ అయాన్‌లుగా ఉండవని గమనించాలి. సాపేక్షకంగా పరిమాణంలో అవి చిన్నవి కావడం వల్ల, కాటయాన్‌కి నీరుకు (ద్విధ్రువానికి) మధ్య పరస్పర చర్య ఫలితంగా " సజలీకరణం " అనే దృగ్విషయం సంభవిస్తుంది. కాటయాన్‌లు తప్పనిసరిగా సజలీకరణం చెందిఉంటాయి. సూత్రప్రాయంగా ఆనయాన్‌లుకూడా సజలీకరణం చెందవచ్చు. కాని అవి పరిమాణంలో పెద్దవికావడం వల్ల అసలంటూ ఉంటే సజలీకరణం చాలా తక్కువగా జరుగుతుంది లేదా అసలు లేకపోవచ్చు.

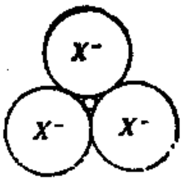
అవగాహన ప్రశ్న - 1: అయానిక వ్యాసార్థం -- దాని విద్యుదావేశంల మధ్య సంబంధమేమి ?

7.4.1 అయానిక వ్యాసార్థం, స్ఫటిక నిర్మాణం

అయానికి ఘనపదార్థంలో ధనఅయాన్‌లచుట్టూ, రుణఅయాన్‌లు, రుణ అయాన్‌ల చుట్టూ ధన అయాన్‌లు ఉంటాయి. అకర్బనస్ఫటికాలు సామాన్యంగా అధికంగా ఉంటాయి. స్ఫటికాల నిర్మాణం నిర్ణయించడంలో వాటిలో ఉండే అయాన్‌ల పరిమాణాలు ముఖ్యమైన అంశాలు. అయానిక స్ఫటికంలో ప్రతి

అయాన్ దానిచుట్టూ వీలైనన్నీ వ్యతిరేక ఆవేశంగల అయాన్‌లను చేర్చుకునే ప్రవృత్తి చూపుతుంది. అతి సన్నిహితంగా ఉండే వీలయే పొరుగు అయాన్‌లసంఖ్య (అంటే వ్యతిరేక ఆవేశంగల అయాన్‌లు) ను ఆ అయాన్ యొక్క **సమన్వయ సంఖ్య** (Co- ordination Number) అంటారు. సమన్వయ సంఖ్య అయాన్‌ల వ్యాసార్థం మీద, లేదా రెండు వ్యతిరేకఆవేశాలుగల అయాన్‌ల వ్యాసార్థల నిష్పత్తి మీద ప్రధానంగా ఆధారపడి ఉంటుంది.

అయాన్‌లను దృఢమైన గోళాలుగ పరిగణిస్తే రెండు భిన్న అయాన్‌లతో ఏర్పడిన అయానిక స్ఫటికం నిర్మాణాన్ని నిర్ణయించడం సాధ్యమవుతుంది. కాటయాన్ వ్యాసార్థానికి, ఆనయాన్ వ్యాసార్థానికి మధ్య నిష్పత్తి $r_c / r_a = 0.15$ కన్న ఎక్కువయితే ఒక కేంద్ర కాటయాన్‌తో మూడు ఆనయాన్‌లు సంపర్కం జరుపుతాయని గణితపరమైన లెక్కలు చెబుతాయి.



పటము 7.3 వ్యాసార్థనిష్పత్తి 0.15 అయినప్పుడు కాటయాన్; ఆనయాన్‌ల సంపుటీకరణం

r_c / r_a నిష్పత్తి ఆధారంగా పొందిన అయానిక స్ఫటికం యొక్క సమన్వయ సంఖ్య, జ్యామితి పట్టిక 7.2 లో ఇవ్వబడినాయి.

పట్టిక 7.2 అయానిక వ్యాసార్థ నిష్పత్తి (r_c / r_a), సమన్వయ సంఖ్య, స్ఫటిక ఆకృతి.

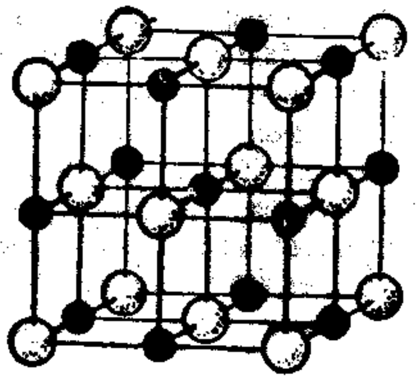
నిష్పత్తి	సమన్వయ సంఖ్య	ఆకృతి
0.155	3	ప్లానార్ త్రిభుజం
0.225	4	టెట్రా హెడ్రల్
0.414	4	ప్లానార్ చతురస్రం
0.414	6	ఆక్టా హెడ్రల్
0.732	8	అంతః కేంద్రిత ఘనం

B R A O U

ధన, ఋణ అయాన్‌ల సంఖ్యల ఆధారంగా అయానిక సమ్మేళనాలను, Ax_1, Ax_2, Ax_3 అనే మూడు ప్రధాన వర్గాలుగా విభజిస్తారు. ఈ మూడు వర్గాల సవివరమైన అభివర్ణనను ఇవ్వడం ఇక్కడ సాధ్యం కాదు. స్ఫటిక నిర్మాణంలో మొదటి వర్గమయిన Ax వర్గం గురించి సంక్షిప్తంగా చర్చిద్దాం.

Ax వర్గానికి చెందిన అయానిక సమ్మేళనాలకు మూడు భిన్న స్ఫటిక నిర్మాణాలు సాధ్యమవుతాయి. ప్రతి నిర్మాణాత్మక అమరికను, ఆ ప్రత్యేక నిర్మాణమున్న (అందరికీ తెలిసిన) సమ్మేళనం పేరునుబట్టి పిలుస్తారు. సాధారణ సూత్రం Ax, సమన్వయ సంఖ్య 8 అయిన ఇక సమ్మేళనాన్ని సీసియం క్లోరైడ్ (CsCl) నిర్మాణమని, అంటారు. సమన్వయ సంఖ్య 6 అయితే దాన్ని సోడియం క్లోరైడ్ (Na Cl) నిర్మాణమని, సమన్వయ సంఖ్య 4 అయితే జింక్ సల్ఫైడ్ (ZnS) నిర్మాణం అంటారు. Cs Cl నిర్మాణం, NaCl నిర్మాణాలు సామాన్యమైనవి. Na Cl స్ఫటికంలో ఒక సోడియం అయాన్, దాని చుట్టూ ఆరు క్లోరైడ్

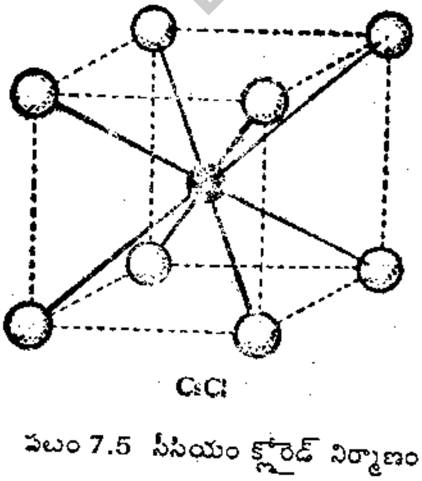
అయాన్‌లు ఆక్టాహెడ్రల్ రూపంలో అమరి ఉంటాయి. అలాగే ఒక క్లోరైడ్ అయాన్ చుట్టూ ఆరు సోడియమ్ అయాన్‌లుంటాయి. సోడియం క్లోరైడ్‌లో అయాన్ల అమరికను (స్ఫటికం తీరు) పటం 7.4 చూపబడింది.



NaCl

పటం 7.4 సోడియం క్లోరైడ్ స్ఫటిక నిర్మాణం

ఏ స్ఫటిక నిర్మాణంయొక్క పొందిక అయినా అందులో ఉన్న అయాన్‌ల ఫలితవ్యాసార్థాల మీద చాలావరకు ఆధారపడి ఉంటుంది. అదేసమయంలో ఒకేరకానికి చెందిన అయాన్‌లు వాటి మధ్య వ్యతిరేక ఆవేశమున్న అయాన్‌లను చేర్చడం వల్ల సాధ్యమయినంతవరకు వేరుగా ఉంచబడుతాయి. ఈ విధంగా సోడియం క్లోరైడ్ స్ఫటికం తీరులో సోడియం అయాన్‌లు ఒక ఘనాకారం మూలలవద్ద ఉంటాయి; కాగా ఇంకో సోడియం అయాన్ ప్రతిఫలకం యొక్క కేంద్రం వద్ద ఉంటుంది. అటువంటి స్ఫటికం తీరును ఫలక కేంద్రిత ఘనజాలకం అంటారు. సీసియం క్లోరైడ్‌లో వేరే రకం సంపుటీకరణం కనబడుతుంది. ఎందువల్లనంటే Cs Cl లో అయానిక వ్యాసార్థాల నిష్పత్తి (0.93). NaCl లో నిష్పత్తి (0.53) కి భిన్నంగా ఉంటుంది. ధనావేశంగల సీసియం అయాన్ చుట్టూ దానికి వ్యతిరేక ఆవేశం వున్న 8 క్లోరైడ్ అయాన్‌లు అమరి ఉంటాయి. ఇది అంత కేంద్రిత ఘనజాలకం అనే అమరికను ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఈ అమరికను పటం 7.5 లో చూపడమైనది.



CsCl

పటం 7.5 సీసియం క్లోరైడ్ నిర్మాణం

మనం చర్చించినది చాలా సరళీకృతమైన అయానిక స్ఫటికాల నిర్మాణం, అందులోనూ చాలా తక్కువ భాగం మాత్రమే చర్చించాము. అనేక ఇతర రకాల స్ఫటికాలున్నాయి. నిజానికి 7 భిన్న స్ఫటిక వ్యవస్థలున్నాయి. వీనిని గూర్చి కోర్సు - 3 లో నేర్చుకొంటారు.

7.5. జాలక శక్తి (Lattice Energy)

ఒక అయానిక సమ్మేళనం యొక్క స్ఫటిక శక్తి లేదా జాలక శక్తి అంటే ఒక మోల్ పదార్థంలోని దాని అయాన్‌లను అనంత దూరాలకు వేరుచేయడానికి కావలసిన శక్తి అయానిక సమ్మేళనం యొక్క స్ఫటిక శక్తి లేదా జాలక శక్తి అవుతుంది. (ఆ సమ్మేళనం యొక్క) స్వేచ్ఛా వాయు కాటయానులను, ఆనయానులను ఒకదానినుంచి మరొకటి అనంత దూరాలకు వేరుచేయబడి ఉండే ఏర్పాటుచేసినప్పుడు విడుదలయ్యే శక్తిని కూడా జాలకశక్తి అంటారు. కొన్ని సమ్మేళనాలకు మాత్రమూ జాలక శక్తిని ప్రత్యక్షంగా నిర్ణయించడం సాధ్యమయింది. జాలక శక్తికి ఇతర ఉష్ణ రసాయనిక పరిమాణాలతో ఉండే సంబంధాన్ని వినియోగించే ఒక పరోక్ష విధానాన్ని రూపొందించడం జరిగింది. దీన్ని బార్న్ – హెబర్ చక్రం (Born – Haber Cycle) అంటారు. ఒక స్ఫటిక సమ్మేళనం (అయానిక) దాని అనుఘటక మూలకాలనుంచి ఏర్పడేటప్పుడు విడుదలయిన శక్తిని అసమ్మేళనం ఏర్పడడంలో ఇమిడి ఉన్న వివిధ మధ్యదశల యొక్క శక్తులమొత్తంగా పరిగణించవచ్చు. ఒక స్ఫటికం యొక్క జాలక శక్తిని సిద్ధాంత పరంగా లెక్క కట్టడం ఈ పరిజ్ఞానం ఆధారంగా సాధ్యమవుతుంది.

7.5.1 బార్న్ – హేబర్ చక్రం (Born - Haber Cycle)

సోడియం, క్లోరిన్‌లనుంచి సోడియంక్లోరైడ్ ఏర్పడడం బార్న్ - హెబర్ చక్రం సూత్రానికి ఉదాహరణగా తీసుకోవచ్చు. ఇందులోని వివిధ దశలు, శక్తి మార్పులు కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

(1) సోడియం లోహం ఉత్పతనం.
Na (s) .... Na (g) : ఉత్పతన శక్తి , S = 260 కి. కాలరీ/ మోల్

(2) క్లోరిన్ అణువు క్లోరిన్ పరమాణువుగా వియోజనం చెందడం.
$1/2\ Cl_2$ (g) ..... Cl (g) : వియోజన శక్తి 1/2 D = 28.6 కి. కాలరీ/ మోల్

(3). సోడియమ్ పరమాణువు అయనీకరణ
Na (g) ...... Na^+(g) + e^- : అయనీకరణ శక్తి : I = 118.0 కి. కాలరీ/ మోల్

(4) క్లోరిన్ పరమాణువు ఎలక్ట్రాన్‌ను గ్రహించడం.
Cl (g) + e^- .... Cl^- (g) : E = - 85.5 కి. కాలరీ/ మోల్

(5) జాలక శక్తి (U) ---- సోడియం క్లోరైడ్
Na^+ (g) + Cl^- (g) .... $Na^+ Cl^-$ (s) - (U)

(6) సోడియం క్లోరైడ్ దాని అనుఘటక పరమాణువులనుంచి ఏర్పడే ఉష్ణం.
Na (s) + 1/2 Cl_2 (g) ..... $Na^+ Cl^-$ (s) : - Δ H = 98.2 కి. కాలరీ/మోల్

ఈ ఆఖరి ఉష్ణపరిమాణం - Δ H మొదటి అయిదింటి ఉష్ణ పరిమాణాల బీజగణిత మొత్తం

$$-\Delta H = S + 1/2\,D + I - E - U$$

దీనినుంచి జాలక శక్తి , U కింది విధంగా పొందవచ్చు.

$$U = S + 1/2\,D + I - E + \Delta H = 184.3$$ కి. కాలరీ/ మోల్

BRAOU

ఒక అయానిక ఘనం MX కి బార్న్ - హేబర్ వక్రాన్ని పటం. 7.6 లో చూపించినట్లుగా చిత్రీకరించవచ్చు.

$$MX_f(c) \xleftarrow{U_0(-)} M^+(g) + X^-(g)$$

$$\Delta H_f\,(-) \uparrow \qquad S + 1/2\,D \qquad \uparrow\ I + E\,(-)$$

$$M(c) + 1/2\,X_2(g) \longrightarrow M(g) + X(g)$$

పటం. 7.6 బార్న్ - హేబర్ వక్రం

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : బార్న్– హేబర్ చక్రం లోని వివిధ దశలను పేర్కొనుము ?

7. 6. అయానిక సమ్మేళనాల ధర్మాలు

అయానిక ఘన పదార్థాలలో అనుఘటక అయాన్లు బలమైన స్థిరవిద్యుత్ బలాం చేత కలిపి ఉంచబడుతాయి. ఈ అయాన్‌లను వేరు చేయడానికి సాపేక్షకంగా పెద్ద మొత్తంలో శక్తి కావలసి వస్తుంది. అందువల్ల అయానిక సమ్మేళనాలకు చాలా ఎక్కువ ద్రవీభవన స్థానాలు, భాష్పీభవన స్థానాలు ఉంటాయి. అయానిక ఘన పదార్థాలు గట్టిగా, పెలుసుగా ఉంటాయి. అవి ఘనస్థితిలో విద్యుత్‌ను ప్రసరింపచేయవు. కాని కరిగించినప్పుడు అవి విద్యుత్‌ను ప్రసరింపచేస్తాయి. ఎందువల్ల నంటే ఘన స్థితిలో అయాన్‌లు వాటి సమతాస్థితి స్థానాలలో గట్టిగా పట్టుకొనబడిఉంటాయి. కాని కరిగిన స్థితిలో లేదా జలద్రావణంలో స్ఫటిక జాలకం విచ్ఛిన్న అయిపోవడం వల్ల అయాన్‌లు స్వేచ్ఛగా కదులుతాయి. ఆ విధంగా ఎలక్ట్రిక్ పొటెన్షియల్ ప్రయోగించినపుడు అవి విద్యుత్ ప్రసరింపజేస్తాయి.

సాధారణంగా అయానిక సమ్మేళనాలు ధ్రువ ద్రావణులలో (నీరు) కరుగుతాయి. అ ధ్రువ ద్రావణులలో (కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ వంటివి) అవి కరగవు.

7.7 సారాంశం

ఈ ఖండికలో మీరు నేర్చుకున్న విషయాలు

1) పరమాణువుల కలయిక వల్ల అణువులేర్పడుట

2) పరమాణువుల మధ్య ఎలాక్ట్రాన్‌లు మార్పిడి వలన అయానిక బంధ మేర్పడుట

3) అయానుల వ్యాసార్థాల నిష్పత్తి, స్ఫటిక నిర్మాణాలు

4) ఫలక కేంద్రిత ఘనజాలకం (NaCl), అంతః కేంద్రిత ఘనజాలకం (CsCl)

5) వాయు స్థితిలో నున్న అయానుల నుంచి స్ఫటికం నిర్మాణం జరిగి అయానిక సమ్మేళనములో వెలువడు శక్తి – జాలక శక్తి

6) ఉత్పతనం, విఘటనం, అయనీకరణం, ఎలక్ట్రాన్ ఎఫినిటి, జాలక శక్తి మరియు సంయోగ ఉష్ణం, మొదలైన దశలలో శక్తి మార్పులు : బార్న్ - హేబర్ వక్రం.

7) అయానిక సమ్మేళనాల ధర్మాలు

BRAOU

7.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. ఎలక్ట్రాన్ అష్టకం (ఆక్టేట్) భావనలో అయానిక బంధం ఏర్పడటాన్ని వివరించండి.

2. స్ఫటికాలలో అయాన్‌ల సంపుటీకరణను సంక్షిప్తంగా వర్ణించండి.

3. బార్న్ - హేబర్ చక్రం గురించి క్లుప్తంగా వ్రాయండి.

4. అయానిక వ్యాసార్ధాలను ఎలా నిర్ణయిస్తారు?

II. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. అయానికబంధం స్వభావం, అది ఏర్పడడం గురించి విమర్శనాత్మకంగా రాయండి.

2. బార్న్ - హేబర్ చక్రం గురించి చర్చించండి. జాలకశక్తిని విశదీకరించడంలో దాని ఉపయోగాన్ని వర్ణించండి.

3. స్ఫటికంలోని అయాన్‌ల వ్యాసార్ధాల నిష్పత్తి మార్పుతోబాటు స్ఫటికం ఆకృతిలో వచ్చే మార్పును స్పష్టంగా వివరించండి.

7.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1: పరమాణువు, దానిఅయాన్‌లకోనుండు ప్రోటానుల సంఖ్య ఒక్కటే. ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య మాత్రమే మారును. ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య పెరిగిన పరిమాణం పెరుగును. అందువలన ధనావేశిత అయాను పరిమాణం దాని పరమాణువుకన్న తక్కువ కాగా, ఋణావేశ అయాను పరిమాణం దాని పరమాణువు కన్న హెచ్చు.

2 : బార్న్ - హబర్ చక్రంలోని వివిధ దశలు :

1. లోహమూలకపు ఉత్పతనం
2. అయనీకరణం
3. అలోహ మూలకపు విఘటనం
4. ఎలక్ట్రాన్ ఎఫినిటి
5. అయానిక బంధంలో ఏర్పడు జాలకం
6. అయానిక బంధం ఏర్పాటులో విడుదలగు శక్తి

రచయిత : ఎమ్. డి. సిద్ధాంతి
అనువాదం: ఆర్. ఎల్. ఎ. శాస్త్రి

BRAOU

భాగం – 8 : సమయోజనీయ బంధం

విషయక్రమం

8.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
8.2. పరిచయం
8.3. సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడటం
8.4. సమన్వయ సమయోజనీయ బంధం (కోఆర్డినేట్ కోవెలెంట్ బంధం)
8.5. వేలెన్సీ బంధ సిద్ధాంతం
8.5.1. ఆర్బిటాళ్ళ అతిపాతం
8.5.2. సిగ్మా మరియు పై బంధాలు
8.6. బంధ దైర్ఘ్యాలు
8.7. బంధకోణాలు
8.8. బంధ శక్తులు
8.9. సంకర ఆర్బిటాల్‌లు
8.10. సారాంశం
8.11. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
8.12. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

8.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడే విధానం, దాని స్వభావాన్ని గురించి మీకు సంక్షిప్తంగా తెలుపడమే ఈ భాగం ఉద్దేశం.

మీరు ఈ భాగం వివరంగా చదివిన తరువాత ఈ క్రింది విషయాలను తెలుసుకుంటారు.

* సంయోగంచెందే రెండు పరమాణువుల మధ్య రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను పరస్పరం పంచుకోవడంవల్ల ఏర్పడిన బంధాన్ని సమయోజనీయబంధం లేదా కోవెలెంట్ బంధం అంటారు.

* H_2, Cl_2, N_2 వంటి సమజాతీయ పరమాణుక అణువులు, HCl, H_2O, NH_3 వంటి విజాతి పరమాణుక అణువులు సమయోజనీయ బంధాలున్న అణువులకు ఉదాహరణలు.

* సమయోజనీయబంధం ఏర్పడటానికి బాధ్యులయిన రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లూ ఒక పరమాణువుచేత దానంచేయబడి, ఇంకోపరమాణువుచేత గ్రహించబడడం కొన్ని సందర్భాలలో జరుగుతుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడిన బంధాన్ని సమన్వయ సమయోజనీయ బంధం లేదా కేవలం సమన్వయ బంధం లేదా కోఆర్డినేట్ బంధం అంటారు.

* అతిపాతంరకాన్ని ఆధారంచేసుకొని (కొనకు – కొనకు లేదా పార్శ్వపు) ఏర్పడిన సమయోజనీయ బంధాన్ని సిగ్మా (σ) లేదా పై (π) బంధం అంటారు.

* అతిపాతం ఎంత ఉంటుంది అనేదాన్ని ఏర్పడిన బంధంయొక్క బలానికి కొలతగా తీసుకోవచ్చు. ఎక్కువ అతిపాతంతో కూడిన σ బంధంతక్కువ అతిపాతంకూడిన π – బంధంకన్న ఎక్కువ బలమైనది.

* కోవెలెంట్ బంధం ఏర్పరచే రెండు పరమాణువులయొక్క కేంద్రకాలమధ్య సగటు దూరాన్ని బంధ దైర్ఘ్యం లేదా కోవెలెంట్ బంధదూరం అంటారు.

BRAOU

- ఒక పరమాణువుయొక్క కేంద్రకంద్వారా దానికి బంధితమైన యితర పరమాణువుల కేంద్రకాలకు గీసిన గీతలమధ్యకోణాన్ని బంధకోణం అంటారు.

- వాయుస్థితిలోని ఒక అణువు ఒక బంధంవెంబడి దాని పరమాణువులు వియోజనం చెందినపుడు జరిగే ఉష్ణం (ఎన్‌థాల్పీ enthalpy) మార్పును ఆ బంధంయొక్క బంధ వియోజక శక్తి అంటారు.

- బంధశక్తి అంటే ఆ అణువులోని ఒకేమాదిరి బంధాలన్నింటియొక్క బంధ వియోజన శక్తుల సగటు విలువ.

- ఒకే శక్తిస్థాయిగల రెండుగాని ఇంకా ఎక్కువగాని పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల సంయోగంవల్ల సంకర ఆర్బిటాల్‌లు ఏర్పడతాయి.

8.2. పరిచయం

అయానిక సమ్మేళనాలలో సంయోగంచెందే రెండు పరమాణువుల మధ్య ఉండే బంధం ఒక పరమాణువునుంచి ఇంకోదానికి ఎలక్ట్రాన్‌ల బదిలీ ఫలితంగా ఏర్పడుతుంది. అందువల్ల వ్యతిరేక ఆవేశాలున్న రెండు అయాన్‌లుంటాయి. అవి రెండూ స్థిరవిద్యుత్ ఆకర్షణవల్ల కలపబడి ఉంటాయి. ఆవర్తనపట్టికలోని మొదటి, రెండవ గ్రూపు మూలకాలు - అంటే క్షార, క్షారమృత్తిక లోహాలు - సులువుగా ధనఅయాన్‌లను ఏర్పరచగలవని ఇదివరకే పేర్కొనడం జరిగింది. అయితే హాలోజన్‌లు ఎలక్ట్రాన్‌లనుపొంది ఋణ అయాన్‌లను ఏర్పరుస్తాయి. అలాగే సల్ఫర్, ఆక్సిజన్‌లుకూడా.

ఆవర్తనపట్టిక కేంద్రకం వైపు పోతున్నకొద్దీ, పరమాణువులు త్రిసంయోజక అయాన్‌లుగా - అవి ధనాత్మకమైన - మార్పుచెందడం అంతకంతకు కష్టమవుతుందని మనకి తెలుస్తుంది. కాటయాన్ విషయంలో మూడో ఎలక్ట్రాన్‌ను తరవాతి ఎలక్ట్రాన్‌లను తొలగించడానికి అపరిమితంగా పెద్దమొత్తాలలో శక్తి అవసరమవుతుంది. అలాగే ఒక పరమాణువుకు మూడవ లేదా నాలుగవ అదనపు ఎలక్ట్రాన్ చేర్పడం దాదాపు అసంభవం. ఎందుకంటే అప్పటికే ఉన్న ఋణావేశం యొక్క అపరిమితమైన వికర్షణకు ప్రతిగా ఎలక్ట్రాన్‌లను చేర్చవలసిఉంటుంది. ఇంకో విషయమేమిటంటే రెండు ఎలక్ట్రోనెగటివ్ పరమాణువులు చర్య జరిపినప్పుడు అయానికబంధాలు ఏర్పడడం సాధ్యంకాదు. ఎందుకంటే రెండుపరమాణువులకు ఎలక్ట్రాన్‌లుపొందే ప్రవృత్తి ఒకేలాగ ఉంటుంది.

BRAOU

8.3. సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడటం

అయితే పైన పేర్కొన్న ఎలక్ట్రోనెగటివ్ పరమాణువుల మధ్య బంధం ఎలా ఏర్పడుతుంది? వీటిలోను, ఇంకా ఇటువంటి పరమాణువులలోను ఎలక్ట్రాన్‌లను పంచుకోవడంవల్ల జడవాయు విన్యాసాన్ని చేరుకోవచ్చు. రెండు క్లోరిన్ పరమాణువుల మధ్య చర్య ఫలితంగా క్లోరిన్ అణువు (Cl_2) ఏర్పడటం సంగతి తీసుకుందాం. బాహ్యతమ కర్పరాలలోని ఎలక్ట్రాన్‌లను మాత్రమే చూపితే ఈ చర్య క్రిందివిధంగా జరుగుతుందని ఊహించవచ్చు.

: Cl : + : Cl : → :Cl :Cl:

ప్రతి క్లోరిన్ పరమాణువుకు దాని బాహ్యతమ కర్పరంలో ఏడు ఎలక్ట్రాన్‌లుంటాయి. ప్రతి పరమాణువు రెండోదానితో ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను పంచుకుంటే ఎలక్ట్రాన్ అష్టకాన్ని పొందగలదు.

మిథేన్‌వంటి ఇంకా సంక్లిష్టఅణువు ఏర్పడడం కిందివిధంగా ఊహించవచ్చు.

$$\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot + 4\,[H] \rightarrow H:\overset{H}{\underset{H}{\ddot{\underset{\cdot\cdot}{C}}}}:H$$

కార్బన్ పరమాణువుకు దాని బాహ్యతమకర్పరంలో 4 ఎలక్ట్రాన్‌లుంటాయి. అంటే అష్టకానికి నాలుగుతక్కువ. కాని ప్రతిహైడ్రోజన్ పరమాణువుకు దాని కర్పరంలో ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాన్ వుంటుంది; ఎలక్ట్రాన్ డుప్లెట్ (duplet) కు ఒకటితక్కువ. (దాని కర్పరంలో రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లకన్న ఎక్కువలేని అతిసన్నిహిత జడవాయువు హీలియంయొక్క విన్యాసాన్ని పోలివుంటుంది). ఈ విధంగా నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులలో ప్రతిఒక్కటి దాని ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్‌ను కర్బనపరమాణువుతో పంచుకుంటే ప్రతిఒక్కటి డూప్లెట్‌ను పొందుతుంది. కార్బన్ దానిమటుకు అది అష్టకవిన్యాసాన్ని పొందుతుంది. అందువల్ల స్థిరఅణువు ఏర్పడడం సాధ్యమవుతుంది.

సంయోగంచెందే రెండు పరమాణువులమధ్య ఎలక్ట్రాన్‌లను పరస్పరం పంచుకోవడంవల్ల ఏర్పడినబంధాన్ని (ప్రతి పరమాణువు ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను ఇస్తుంది) **సమయోజనీయ బంధం** లేదా **కోవేలెంట్ బంధం** (co-valent bond) అంటారు. దీన్ని జి.ఎన్.లూయిస్ ఎలక్ట్రాన్-జంట బంధం అనికూడా అంటాడు. అత్యధిక కర్బన సమ్మేళనాలు, కొన్ని అకర్బన సమ్మేళనాలు సమయోజనీయమైనవే. రసాయన సమ్మేళనాలను ఈ విధంగా అయానిక లేదా సమయోజనీయ బంధాలుగా విభజించడానికి నిజంగా ఆధారమేదిలేదని మళ్లీ ఒకసారి నొక్కిచెప్పవలసివుంది. సమ్మేళనాలకు ప్రబలంగా అయానిక లక్షణంగాని సమయోజనీయ లక్షణంగాని వుంటుందనటం ఇంకా ఎక్కువ సమంజసంగా వుంటుంది అంటే అయానిక పదార్థాలుగా భావించబడిన సమ్మేళనాలకు పాక్షికంగా సమయోజనీయ లక్షణంకూడా వుంటుంది. అలాగే కోవేలెంట్ సమ్మేళనాలకు కొంత అయానిక స్వభావం వుంటుంది.

సమయోజనీయ బంధాన్ని రెండు పరమాణువులను కలుపుతున్న సరళరేఖగా చూపించడంకూడా ఒక ఆచారం వుంది. ఉదాహరణకు క్లోరిన్ అణువును కిందివిధంగా చూపించవచ్చు.

Cl - Cl

మిథేన్ అణువును ఈ విధంగా చూపవచ్చు.

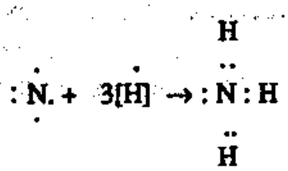
```
      H
      |
H  —  C  —  H
      |
      H
```

ప్రతిరేఖా, సంయోగం చెందుతున్న పరమాణువులమధ్య పంచుకోబడిన 'జంట ఎలక్ట్రాన్' లను సూచిస్తుంది.

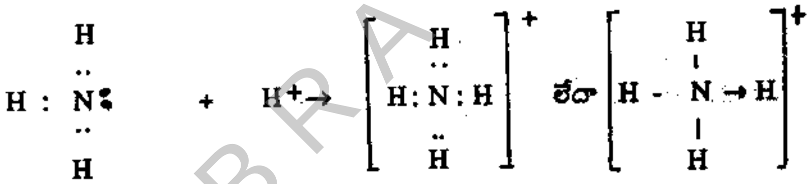
అవగాహన ప్రశ్న — 1 సమయోజనీయ బంధం, అయానికబంధాన్నుంచి ఎట్లు భేదించును?

8.4. సమన్వయ సమయోజనీయ బంధం (కో ఆర్డినేట్ కోవెలెంట్ బంధం)

అమ్మోనియా అణువు (NH_3) ఏర్పడడం తీసుకోండి. నైట్రోజన్ పరమాణువుకి జడవాయు విన్యాసాన్ని పొందడానికి 3 ఎలక్ట్రాన్‌లు తక్కువగావున్నాయి. హైడ్రోజన్ పరమాణువుకి ఒక ఎలక్ట్రాన్ తక్కువ. నైట్రోజన్ 3 హైడ్రోజన్‌లలో ప్రతిఒక్కదానితో బంధం ఏర్పరచుకోగలదు. ఆ విధంగా ప్రతిపరమాణువూ కింద చూపినట్లుగా స్థిరజడవాయు విన్యాసాన్ని పొందుతుంది.



ఇక్కడ ఇంకో అవకాశంకూడా వుంది. అమ్మోనియా అణువుకు స్థిర ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసమున్నప్పటికీ అది ఒక హైడ్రోజన్‌అయాన్, H^+ (అంటే ప్రోటాన్)తో చర్యజరిపి అమ్మోనియమ్ అయాన్, NH_4^+ ను ఏర్పరచగలదు. ఎందువల్లనంటే, మూడు హైడ్రోజన్‌లలో ప్రతిదానితో ఒక సమయోజనీయబంధాన్ని ఏర్పరచుకొన్న మూడు ఎలక్ట్రాన్ జంటలేకాక నైట్రోజన్‌మీద ఒక "ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్ జంట" వుంటుంది. ఈ ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్‌జంట ద్వారా నైట్రోజన్‌కు హైడ్రోజన్ అయాన్‌కు మరొక ఎలక్ట్రాన్‌జంట బంధం ఏర్పడవచ్చు. అయితే ఈ ఉదాహరణలో బంధాన్ని ఏర్పరచే రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లూ ఒకే పరమాణువునుంచి (నైట్రోజన్) వస్తాయి. ఇంకోపరమాణువు (హైడ్రోజన్) నుంచి ఏవీరావు. బంధం జరుపుతున్న పరమాణువులలో ఒకదానినుంచి మాత్రమే వచ్చిన రెండుఎలక్ట్రాన్‌లద్వారా ఏర్పడే సమయోజనీయబంధాన్ని సమన్వయ సమయోజనీయ బంధం లేదా కేవలం సమన్వయబంధం అంటారు. దానిని 'డేటివ్' బంధమని లేదా కో ఆర్డినేట్ బంధమని కూడా అంటారు. సమన్వయబంధంతో కూడిన అమ్మోనియమ్ అయాన్ ఏర్పడడాన్ని కింది విధంగా సూచించవచ్చు.



B R A O U

నైట్రోజన్‌నుంచి హైడ్రోజన్‌కు చూపే బాణం గుర్తు రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లూ నైట్రోజన్‌నుంచి వచ్చినాయని, వాటిని నైట్రోజన్, ప్రోటాన్‌లమధ్య పంచుకోవడం జరిగిందని సూచిస్తుంది. కాని ఒకసారి ఏర్పడినతరవాత సమన్వయబంధం మామూలుసమయోజనీయబంధానికి సర్వసమానం. అంటే అమ్మోనియమ్ అయాన్‌లో నాలుగు N - H లు అన్నీ కచ్చితంగా ఒకదానికొకటి పోలిఉంటాయి. ఒకదానిని వేరొకదానినుంచి వేరుగా గుర్తించలేము. ఈ అయాన్‌మీది ధన ఆవేశం ఏ ఒక్క పరమాణువుమీద కాక అయాన్ మొత్తంమీద అంతటా విస్తరించి ఉంటుంది.

8.5. వేలెన్సీ బంధ సిద్ధాంతం (Valence bond theory)

సమయోజనీయ బంధాలు ఏర్పడడాన్ని వివరించడానికి పైన ఇచ్చిన వర్ణన చాలా సరళమైంది. 'ఎలక్ట్రాన్ - డాట్' సూచన పద్ధతి అనే దానిని అనుసరించి అణువుల ఎలక్ట్రానిక్ నిర్మాణాన్ని అవగాహన చేసుకుందుకు మాత్రమే అది తోడ్పడుతుంది. సూచించిన విధంగా పరమాణువులు తప్పనిసరిగా చర్యజరుపుతాయని దాని భావం ఏమాత్రం కాదు. కార్బన్, హైడ్రోజన్‌లు, మిథేన్‌ను ఏర్పరచడానికి పైన

చూపించిన విధంగా ప్రత్యక్షంగా చర్యజరిగినప్పు, మిథేన్‌ను సాధారణంగా పరోక్ష విధానాలలోనే తయారుచేస్తారు - అనేకంటూ చేస్తే. అంతే కాకుండా ఇంతవరకు పేర్కొన్న విషయాలు అణువుల అనేక ధర్మాలను ఏ విధంగానూ వివరించవు.

```
     H
     |
H - C - H
     |
     H
```

గా సూచించే పద్ధతి, మిథేన్ అణువు అసలైన నిర్మాణంగాని ఆకృతిగాని దృష్టిలో ఉంచుకుంటే అర్థరహితమైనది. C - H బంధం బలం గురించిగాని బంధాలమధ్య కోణంగురించిగాని అది మనకి ఏవిధమైన అవగాహననూ ఇవ్వదు. (బంధశక్తి, బంధకోణం అనే అంశాలను తరవాత చర్చించడం జరుగుతుంది.) లూయిస్ యొక్క యీ సమయోజనీయ బంధసిద్ధాంతం బంధనప్రక్రియ గురించి నిజమైన వివరణగాని అవగాహన గాని ఇవ్వదు.

సమయోజనీయ బంధం గురించిన ఆధునిక సిద్ధాంతాలు అధికంగా గణితపరమైనవి. అందువల్ల మన ప్రస్తుత పరిధికిమించినవి. గణితపరమైన వివరణ, కష్టతరమైనప్పటికీ కచ్చితమైన ఫలితాలనిస్తుంది. దాంట్లో ఇంకొకసౌకర్యంఉంది. కాని కేవలం భౌతికంగాచూస్తే బహుశా అది అవగాహనకు అందుబాటులో ఉండదు. అయితే బంధనప్రక్రియకి సంక్లిష్టతలను వివరించడానికి మాటలతో ఎంతచెప్పినా గణితవిశ్లేషణ చేసినంత సమర్థవంతంగా ఉండదని చెప్పవలసిఉంది. అయినప్పటికీ, రసాయనశాస్త్ర విద్యార్థికోసం, భౌతిక స్పష్టతకోసం - అది ఎంత ఉజ్జాయింపుగాఉన్నా - గణితశాస్త్ర నిక్కచ్చితనంలో కొంతైనా రాజీపడడం మంచిది.

రసాయనబంధం సమస్యను గురించి రెండు మౌలికవిధానాలను - వేలెన్సి బంధ సిద్ధాంతం, అణు ఆర్బిటాల్ సిద్ధాంతం - ప్రవేశపెట్టడం జరిగింది. ఈ రెండు సిద్ధాంతాలలోనూ మొదటిది ఎక్కువకాలంనుంచి ఉంది. అణుఆర్బిటాల్ సిద్ధాంతం సుస్థిరమయింది. ఎందుకంటే అది సరళగణిత నిరూపణకు అనుకూలంగా ఉంటుంది. కాని కొన్ని అంశాలలో వేలెన్సి బంధసిద్ధాంతం సౌలభ్యాన్ని చేకూర్చుతుంది. అందువల్ల దానివితరచుగా గుణాత్మక పరిశీలనకు వాడతారు. వేలెన్సి బంధసిద్ధాంతానికి అటువంటి వర్ణనను ఇవ్వడానికి ప్రయత్నిద్దాం.

సమయోజనీయ అణువులలో అతిసరళమైనది, హైడ్రోజన్ అణువు. దీనిని కిందివిధంగా సూచిస్తారు.

H : H

రెండు పరమాణువులూ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను పంచుకుంటాయి. అందువల్ల వాటిమధ్య బంధం ఏర్పడుతుంది. అణువులోని రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల మధ్యంబంధం చాలా బలమైనది; ఆ బంధాన్ని విచ్ఛిన్నంచేయడానికి 103.2 కి. కాలరీ/మోల్ శక్తి కావాలి. ఒకే రకమైన ఈ రెండు పరమాణువులు సంయోగంచెంది స్థిర అణువులను ఎలా ఏర్పరుస్తాయి?

వేలెన్సి బంధసిద్ధాంతం ప్రకారం సంయోగం చెందేపరమాణువులు వాటి విశిష్టతను సంరక్షించుకొంటాయి. రెండు పరమాణువులు అంతకంతకి సన్నిహితమవుతున్న కొద్దీ వేలెన్సి ఎలక్ట్రాన్‌ల పరస్పర చర్యవల్ల బంధం ఏర్పడుతుంది. ఈ పరమాణులు అంచలంచలుగా దగ్గరకిరావడం జరుగుతుంది. అవి సాపేక్షంగా ఒకదానినుంచి. వేరొకటి ఎక్కువ దూరంలో ఉన్నప్పుడు వాటిమధ్య పరస్పరచర్య ఏమీ ఉండదు. (ఈ దూరాలను కచ్చితంగా పరమాణు మితులపరంగా అవగాహనచేసుకోవాలి). అయితే పరమాణువులు బాగా దగ్గరగా వచ్చినప్పుడు వాటి కేంద్రకాలు రెండూ ఒకదానికొకటి వికర్షించుకొంటాయి. ఈ రెండు ఆపరిస్థితులమధ్య ఈ రెండు కేంద్రకాలమధ్య ఒకానొక విశిష్టదూరం వద్ద స్థిరబంధం ఏర్పడటానికి పరిస్థితులు అత్యంత అనుకూలంగా వుంటాయి. ఇది ఆ వ్యవస్థకు కనిష్ఠశక్తి స్థితిని సూచిస్తుంది. ఈ పరిస్థితులలో సంయోగంచెందే పరమాణువుల రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లూ వాటి మునుపటి కేంద్రకాలతో కలిసివుండవు. అందుకు బదులుగా ప్రతి ఎలక్ట్రాన్ రెండింటిలో ఏ పరమాణువుతోనైనా కలిసివుండేందుకు సమానావకాశాలున్నాయి. అదే విధంగా ప్రతి కేంద్రకం ఆ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లతో కలిసివుండవచ్చు.

BRAOU

ఈ కారణాలేకాకుండా పౌలీ వర్జన సూత్రం కూడా ఆచరణలో వుంటుంది. బంధన ప్రక్రియలో ఇమిడివున్న రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల వ్యతిరేక భ్రమణాలు కలిగివుంటేనే స్థిర సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడడానికి అనుకూలంగా వుంటుంది.

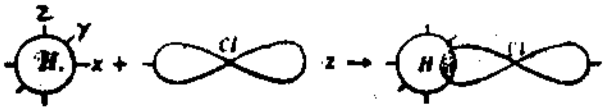
8.5.1. ఆర్బిటాళ్ళ అతిపాతం

బంధన ప్రక్రియను పరమాణు ఆర్బిటాల్ అతి పాతం ఆధారంగా వర్ణించటం ఒక సరళమైన పద్ధతి. వేరైన రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులలో ఆయా ఎలక్ట్రాన్‌లు 1s పరమాణు ఆర్బిటాల్‌లలో ఉంటాయి. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులూ ఒకదానినొకటి సమీపించినప్పుడు వ్యతిరేక భ్రమణాలు కలిగి వున్న ఎలక్ట్రాన్‌లున్న రెండు 1s పరమాణు ఆర్బిటాల్‌లు అతిపాతంచెంది, బంధాన్ని ఏర్పరచే ప్రవృత్తి చూపుతాయి. అతిపాతం ఎక్కువ అయిన కొద్దీ బంధం ఎక్కువ బలంగా వుంటుంది. పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల అతిపాతంవల్ల వ్యవస్థ యొక్క శక్తితగ్గిపోతుంది. అతిపాతం కేంద్రక మధ్యదూరంవద్ద అత్యధికంగా వుంటుంది. ఈ పరిస్థితులలో అణువు అత్యంత స్థిరంగా ఉంటుంది. రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లకు ఒకే భ్రమణముంటే, ఆ వ్యవస్థయొక్క శక్తి వేరువేరు పరమాణువుల మొత్తంకన్న ఎక్కువ వుంటుంది. అటువంటి పరమాణువులు ఒకదానినొకటి సమీపించినప్పుడు వికర్షణ ఎక్కువగా వుంటుంది. అందువల్ల స్థిరమైన బంధం ఏర్పడటం నిరోధించబడుతుంది.

రెండు పరమాణువులూ ఒకదానినొకటి సమీపించినప్పుడు, పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల (వ్యతిరేక భ్రమణాలతోకూడిన ఎలక్ట్రాన్‌లున్న) అతిపాతం జరగడంవల్ల ఎలక్ట్రానిక్ ఆవేశ సాంద్రత ఎక్కువవుతుంది. రెండుకేంద్రకాలకు మధ్యన ఆవేశసాంద్రత గరిష్టంగా వుంటుంది. దీని ప్రభావం వల్ల కేంద్రకాలమధ్యన వికర్షణ తగ్గడం, కేంద్రకాలమధ్య జతకూడిన ఆవేశంకోసం కేంద్రకాల ఆకర్షణ వుత్పత్తికావడం జరుగుతాయి. ఈ రెండు పరిస్థితులూ స్థిర బంధం ఏర్పడటాన్ని అనుకూలిస్తాయి.

మౌలికంగా భావనలోనూ, నిరూపనలోను గణితసంబంధమైన సిద్ధాంతాన్ని గుణాత్మకంగా వర్ణించడానికి ప్రయత్నించాం. అయినప్పటికీ ఈ వర్ణనకూడా సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడటంగురించి తగినంత అవగాహనను సమకూరుస్తుంది.

ఒక ముఖ్య విషయం చెప్పవలసిన అవసరముంది. సమర్థవంతమైన అతిపాతంను ఉత్పత్తి చేయాలంటే దానిలో పాల్గొనే పరమాణు ఆర్బిటాల్‌లు ఇంచుమించు ఒకే శక్తి కలిగి ఉండాలి. హైడ్రోజన్ అణువు విషయంలో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల రెండు ఆర్బిటాల్‌లు అన్ని విషయాలలోను - శక్తిలో సహా- పర్యసమమైనవి. కనుక బంధం ఏర్పడటం సులువు. కాని రెండు భిన్న పరమాణువులతో ఏర్పడిన అణువుని తీసుకుంటే అదే రకాన్ని ఉపయోగించడం జరగపోవచ్చు. ఉదాహరణకు, HCl అణువు విషయంలో క్లోరిన్ పరమాణువు యొక్క 1_sఆర్బిటాల్, హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క 1_s ఆర్బిటాల కన్న తక్కువ శక్తి కలిగి ఉంటుంది. నిజానికి క్లోరిన్ పరమాణువు యొక్క 2_s, 2_p లేదా 3_s ఆర్బిటాల్‌లు కూడా వాటి శక్తి మరీ ఎక్కువ కావడంవల్ల బంధం ఏర్పరచడానికి వీలుకల్పించవు. 3p ఆర్బిటాల్‌ల శక్తి సుమారుగా తగినస్థాయిలో ఉంటుంది. కాబట్టి హైడ్రోజన్ యొక్క 1s పరమాణు ఆర్బిటాల్ క్లోరిన్ యొక్క 3p ఆర్బిటాల్‌లలో ఒక దానితో సంయోగం చెందుతుందని చెప్పవచ్చు. క్లోరిన్ పరమాణువు యొక్క ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసాన్ని $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$, $3s^2$, $3px^2$, $3py^2$, $3pz^1$) దృష్టిలో ఉంచుకుంటే హైడ్రోజన్ 1_s పరమాణు ఆర్బిటాల్, క్లోరిన్ యొక్క 3_p ఆర్బిటాల్‌లలో ఒకదానితో అతిపాతం చెందుతుందని ఊహించవచ్చు. ఈ ఉదాహరణలో మనం $3p_z$ ఆర్బిటాల్‌ను ఎంచుకొవచ్చు. ఎందుకంటే దాంట్లో ఒకే ఎలక్ట్రాన్ ఉంటుంది. అతిపాతం కేంద్రకాల మధ్య అక్షం వెంబడి జరిగితే, అది గరిష్టంగా ఉంటుంది (పటము 8.1)

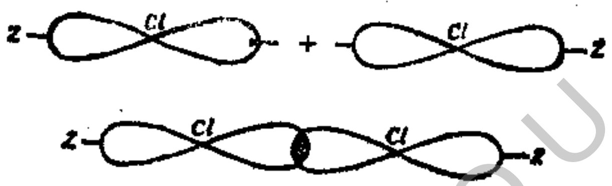


పటము 8.1 .HCl ఏర్పడటం

8.5.2 సిగ్మా, π బంధాలు

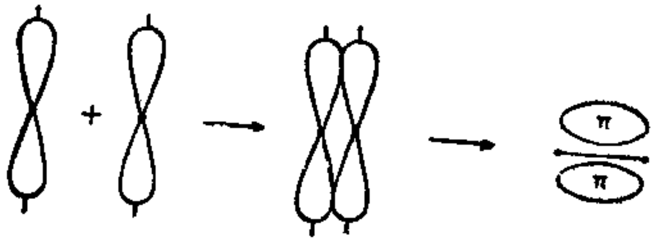
పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల కొన నుంచి కొనకు జరిగే అతిపాతం వల్ల ఈ విధంగా ఏర్పడిన బంధాన్ని " σ " (సిగ్మా) బంధం అంటారు.

క్లోరిన్ అణువు, Cl_2 ఏర్పడటంలో కూడా σ బంధం ఏర్పడటం మనం ఊహించుకో వచ్చు. క్లోరిన్ పరమాణువుల (ప్రతిదాని నుంచి ఒకటి) రెండు 3p ఆర్బిటాల్‌లు కింది విధంగా కొన నుండి కొనకు అతిపాతం చెందినప్పుడు ఇది జరుగుతుంది. (పటము 8.2)



పటం 8.2 σ బంధం ఏర్పడటం.

కొన్ని పరిస్థితులలో రెండు p ఆర్బిటాల్‌లు పార్శ్వంగా కింద చూపినట్లుగా అతి పాతం చెందవచ్చు. (పటం 8.3)



పటం 8.3 π బంధం ఏర్పడటం.

B R A O U

రుపార్శ్వ అతిపాతం వల్ల తులనాత్మకంగా బలహీనమైన పరస్పర చర్య జరుగుతుంది. అందువల్ల ఆ విధంగా ఏర్పడిన బంధం σ బంధం కన్న బలహీనంగా ఉంటుంది. 'p' ఆర్బిటాల్‌లు పార్శ్వంగా అతిపాతం చెందడం ద్వారా ఏర్పడిన బంధాన్ని π (పై) బంధం అంటారు.

చాలా సమ్మేళనాలలో రెండు పరమాణువుల మధ్య ఒకటి కన్న ఎక్కువ బంధాలు ఏర్పడ వచ్చు. వీటిని 'బహు' బంధాలు అంటారు. బహు బంధంలో ఒకటి σ బంధం మిగిలినవి π బంధాలు. σ బంధానికి ముందు π బంధం ఏర్పడడానికి వీలులేదు. మొదట σ బంధం ఏర్పడిన తరువాతనే ఎప్పుడూ π బంధం ఏర్పడుతుంది. ఉదాహరణకు ఎథిలీన్ అనే హైడ్రో కార్బనులో కార్బన్‌లు ఒక σ బంధం, ఒక π బంధం ద్వారా (ద్విబంధం) బంధింపబడి వుంటాయి.

8.6. బంధ దైర్ఘ్యాలు (Bond lengths)

ఉన్న పరిస్థితులలో రెండు పరమాణువుల కేంద్రకాలు ఒక దాని నుంచి వేరొకటి కొంత యుక్తతమ దూరంలో ఉంటే శక్తి కనిష్టస్థాయిలో ఉంటుంది. ఈ కారణంగా స్థిరత్వం గరిష్టస్థాయికి చేరుకుంటుంది. దానివల్ల ఆ రెండు పరమాణువులు స్థిర బంధాన్ని ఏర్పరుస్తాయి. దీనిని ఇదివరకే పేర్కొనడం జరిగింది. బంధనం జరిపే రెండు పరమాణువుల కేంద్రకాల మధ్య ఈ స్పష్టమైన సగటు దూరాన్ని (యుక్తతమ దూరం) బంధ దైర్ఘ్యం లేదా బంధ దూరం అంటారు. అయితే అణువులోని పరమాణువులు నిశ్చలంగా ఉండవని గమనించాలి. అవి ఎప్పుడూ ఒకదానికి సంబంధించి ఇంకొకటి వాటి మధ్యమస్థానాల వద్ద కంపనం చెందుతూ ఉంటాయి (భాగం 11 చూడండి). అందువల్ల ఏ రెండు పరమాణువుల మధ్యనైనా ఒకే ఒక నిశ్చిత దూరం అని చెప్పడం చాలా కష్టమైన పనే. అయితే ఈ పరిమితిలోపల, బంధ దైర్ఘ్యాలను నిర్ణయించవచ్చు; నిర్ణయించడం జరిగింది కూడా. రెండు విశిష్ట పరమాణువుల మధ్య బంధం విషయంలో ఈ దూరం సబబైన స్థిరత్వం చూపుతుందని కనుక్కొన్నారు. అత్యధిక సంఖ్యాకమైన బంధ దూరాలు x – కిరణ దత్తాంశాలు, అణు వర్ణపటాల నుంచి లభ్యమయినాయి. (భాగం – 12). ఏ బంధానికైనా దాని బంధదైర్ఘ్యం అణువుతో సంబంధం లేకుండా చాలావరకు ఒకే విలువ కలిగి వుంటుంది అని తెలుస్తుంది. దీనిని బట్టి బంధ దైర్ఘ్యాలు (బంధం యొక్క ఇతర ధర్మాలుకూడా) చాలా వరకు బంధనం జరిపే పరమాణు స్వభావాన్ని బట్టి నిర్ణయింపబడతాయని నిర్ధారించవచ్చు).

పట్టిక 8.1 కొన్ని ద్విపరమాణుక అణువులలో బంధ దైర్ఘ్యాలను ఇవ్వడం జరిగింది.

పట్టిక 8.1 కొన్ని ద్విపరమాణుక అణువులలోని ఏక బంధాల దైర్ఘ్యాలు

అణువు	బంధం	బంధ దైర్ఘ్యాలు (A^0)
ఫ్లోరిన్	F - F	1.42
క్లోరిన్	Cl - Cl	1.99
బ్రోమిన్	Br - Br	2.28
అయోడిన్	I - I	2.67
హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్	H - F	0.92
హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్	H - Cl	1.27
హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్	H - Br	1.41
హైడ్రోజన్ అయోడైడ్	H - I	1.61

BRAOU

వివిధ సమ్మేళనాలలోని కొన్ని బంధాల బంధ దైర్ఘ్యాలు పట్టిక 8.2 లో చూపబడ్డాయి.

8.2. కొన్ని బంధాల బంధ దైర్ఘ్యాలు

బంధం	సమ్మేళనం	బంధ దైర్ఘ్యం (A^0)
O-H	నీరు	0.96
O-H	హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్	0.97
O-H	మిథనాల్	0.96
C-C	డయమండ్	1.54
C-C	ప్రొపేన్	1.54
C-H	మిథేన్	1.093
C-H	ఇథేన్	1.095

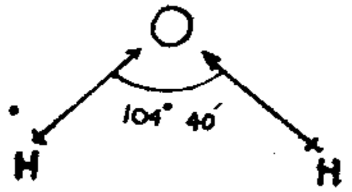
ఈ దత్తాంశాలను బట్టి ఒక ప్రత్యేక బంధమున్న వివిధ అణువులో ఏ రెండు పరమాణువుల మధ్యనైనా బంధ దైర్ఘ్యాలు ఇంచుమించు స్థిరంగా ఉంటాయని స్పష్టంగా తెలుస్తుంది.

8.7. బంధ కోణాలు (Bond Angles)

ఏ అణువు యొక్క ఆకృతినైనా పరిగణించడంలో అతి ముఖ్య కారకం బంధకోణాలు. నీరువంటి త్రిపరమాణుక అణువులో H - O - H కోణాన్ని నీటి విషయంలో బంధకోణం అంటారు. నీటి అణువు కోణీయమైనదని తెలిసిన విషయమే. దీనిని విధంగా సూచించవచ్చు.

ఆక్సిజన్ పరమాణువు ద్వారా దానితో బంధితమైన రెండు హైడ్రోజన్ కేంద్రాలకు గీసిన రేఖల మధ్య కోణమే నీటిలో బంధ కోణం.

ఒక అణువులోని పరమాణువులు వివిధ రీతులతో కంపనం జరుపుతాయి (భాగం - 12). కనుక నిశ్చిత బంధకోణమని అనటం పూర్తిగా సరికాదు. కాని మూడు పరమాణువులు ఏ సగటు కోణం వద్ద కంపనం జరుపుతాయో అది ఇంచు మించు స్థిరంగా ఉంటుంది. బంధ దైర్ఘ్యాలవలెనే బంధ కోణాలను కూడా చాలావరకు X - కిరణ వివర్తన అధ్యయనాల నుండి, అణువర్ణ పటాల నుంచి (భాగం - 12) నిర్ణయించడం జరిగింది.



నీటిలో బంధకోణం సుమారు 104.5°

BRAOU

బంధకోణాల పరిజ్ఞానం ఆధారంగా కొన్ని సాధారణ నిర్ధారణలను చేయవచ్చు. ఉదాహరణకు కొన్ని అణువులలోని H - C - H బంధకోణాలను తీసుకుందాం.

పట్టిక 8.3 కొన్ని అణువులలోని H - C - H బంధకోణం

సమ్మేళనం	అణువు	H - C - H బంధకోణం (డిగ్రీలలో)
మిథేన్	CH_4	109.5
మిథైల్ క్లోరైడ్	CH_3Cl	110.5
మిథైల్ బ్రోమైడ్	CH_3Br	111.2
మిథైల్ అయోడైడ్	CH_3I	111.4
ఇథేన్	C_2H_6	109.3

IV గ్రూపు మూలకాల హైడ్రైడ్‌లు - అంటే CH_4, SiH_4, GeH_4, SnH_4 వీటన్నిటికీ H-X-H బంధకోణం 109.5^0 అదేమాదిరి క్రమాలు (బంధకోణాలలో కొద్దిపాటి వైవిధ్యాలతో) ఒక ప్రత్యేక రకం సమ్మేళనాల అణువులలోకూడా గమనించబడ్డాయి. దీని బట్టి ఒక కేంద్ర పరమాణువద్ద బంధకోణాలు ఇంచుమించుగా కేంద్ర పరమాణువుయొక్క ధర్మాల మీద ఆధారపడతాయని నిర్ధారణ చేయవచ్చు.

8.8. బంధ శక్తులు (Bond Energies)

ద్విపరమాణుక అణువుకు బంధవియోజన శక్తి (అంటే వాయురూప అణువు దాని పరమాణువులుగా వియోజనం చెందినప్పుడు జరిగే ఉష్ణశక్తి (ఎంథాల్పీ) మార్పు బంధశక్తికి సమానం అవుతుంది.

$$H_2(g) \rightarrow 2H(g) \; : \; D(H\text{-}H) = 104.2 \text{ కాలరీ/మోల్}$$

సరిపోల్చడానికి వీలుగా, అన్ని పదార్థాలు వాటి ప్రమాణస్థితులలో ఉన్నప్పుడు బంధశక్తి దత్తాంశాలను 298 K వద్ద లెక్కకడతారు. చాలా ద్విపరమాణుక అణువులకు, బంధవియోజన శక్తుల ఖచ్చితమైన విలువలు అందుబాటులో ఉన్నాయి. ఎందుకంటే ఇవన్నీ చాలావరకు వర్ణపటశాస్త్ర దత్తాంశాలనుంచి నిర్ణయించబడినాయి. కొన్ని ఉదాహరణలలో, ఉష్ణ దత్తాంశాలు కూడా సరిపోయినంత విశ్వసనీయమైనవని తెలుసుకొన్నారు.

రెండుకన్న ఎక్కువ పరమాణువులున్న అణువులలో ఒక ప్రత్యేక బంధం యొక్క బంధవియోజక శక్తి వర్ణించవలసిన ఉంటుంది. ఉదాహరణకు నీటిలో వియోజనం క్రింది సమీకరణాల ప్రకారం ఉండవచ్చు.

$$H_2O(g) \rightarrow H(g) + OH(g) \quad ; D(HO\text{-}H) = 119.7 \text{ కి. కాలరీ/మోల్}$$

$$OH(g) \rightarrow O(g) + H(g) \; ; \; D(O\text{-}H) = 101.5 \text{ కి. కాలరీ/మోల్}$$

ఈ విధంగా బహుపరమాణుక అణువులలో ఒక ప్రత్యేకబంధానికి ఒక శక్తిని కేటాయించడం కచ్చితంగా సరికాదు. D (H-OH), D (O-H) విభిన్న శక్తులు కలిగి ఉన్నాయనేది స్పష్టం. అటువంటి ఉదాహరణలలో "బంధవియోజన శక్తి" కి "బంధశక్తి" E (O-H) కి మధ్య వ్యత్యాసాన్ని పరిగణలోకి తీసుకుంటాము. ఈ రెండో పరిమాణం ఉజ్జాయింపుగా రెండు బంధవియోజన శక్తుల, D (H-OH), D(OH) సగటు అవుతుంది. ఇది 110.6 కి. కాలరీ ఉంటుంది. బంధ శక్తికి ప్రత్యక్ష భౌతిక సార్థకత ఏమీలేదు. కాని అది ఒక ఉపయుక్త ఉష్ణ రసాయన పరిమాణం. ద్విపరమాణుక అణువుల విషయంలో మాత్రమే బంధశక్తి బంధ వియోజన శక్తి సర్వసమంగా ఉంటాయి.

అవగాహన ప్రశ్న - 2 : బంధదైర్ఘ్యము, బంధకోణము మరియు బంధశక్తులనగానేమి? వివరించుము.

8.9 సంకర ఆర్బిటాల్‌లు (Hybrid Orbitals)

చాలా అణువులలో అణువు యొక్క ఆకృతి, బంధాలబలమూ, బంధం ఏర్పరచడంలో పాల్గొనే శుద్ధపరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల స్వభావాన్ని బట్టి, వివరించడానికి వీలులేదు. ఉదాహరణకు ఆక్సిజన్ హైడ్రోజన్‌తో కలిసి నీటి అణువును ఏర్పరుస్తుంది. ఇందులో ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగం చెందుతుంది. ఆక్సిజన్ ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసం $1s^2, 2s^2, 2px^2, 2py^1, 2pz^1$. ఈ విన్యాసం నుంచి రెండు p ఆర్బిటాల్‌లూ (p_y, p_z వీటిలో ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్ లుంటాయి) రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల యొక్క 1sఆర్బిటాల్‌లతో అతిపాతం చెందుతాయి అని భావించాలి. ఇదే నిజం అయితే నీటి బంధకోణం 90^0 అని ఆశించాలి. ఎందుకంటే రెండు p ఆర్బిటాల్‌లూ ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉంటాయి. అయితే ప్రయోగం ద్వారా కొలిచిన కోణం సుమారు 105^0 ఉంది. అదే విధంగా ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2, 2s^2 2p^1x, 2p^1y, 2p^0z$ ఉన్న కార్బన్ 4 హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగం చెంది మిథేన్ (CH_4) ను ఏర్పరుస్తుంది. ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్‌లున్న p ఆర్బిటాల్‌లు రెండే ఉన్నాయి. కనుక కర్బనం రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో మాత్రమే సంయోగం చెందుతుందని ఎదురుచూడాలి. కాబట్టి 4 హైడ్రోజన్‌లతో సంయోగం చెందే సామర్థ్యాన్ని వివరించడానికి, కార్బన్ నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగం చెందే ముందు, 2s ఆర్బిటాల్‌లోని ఎలక్ట్రాను జంట రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లుగా విడుదలవుతాయని, వాటిలో ఒకటి ఖాళీ p ఆర్బిటాల్‌లోకి ఉన్నతి చెందుతుందనీ అనుకోవాలి. అటువంటి సందర్భంలో ఏర్పడిన నాలుగు బంధాలు ఒకే బలాన్ని కలిగి ఉంటాయని ఎదురుచూడకూడదు. ఎందుకంటే ఒక బంధంహైడ్రోజన్ యొక్క 1sఆర్బిటాల్, కార్బన్ యొక్క 2sఆర్బిటాల్ అతిపాతం చెందడంవల్ల ఏర్పడింది కాగా తక్కిన మూడు బంధాలు, తక్కిన మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులయొక్క s ఆర్బిటాల్‌లు, కార్బన్ యొక్క p ఆర్బిటాల్‌తో అతిపాతం చెందడంవల్ల ఏర్పడుతాయి. కాని మిథేన్‌లో నాలుగు బంధాలూ ఒకే బంధం కలిగి ఉంటాయి. కాబట్టి అణువులోని బంధ బలాలను, అణువు యొక్క ఆకృతిని సరిగా విశదీకరించడానికి విభిన్న సౌష్టవాలున్న పరమాణు ఆర్బిటాల్‌లు, అవి బంధం ఏర్పడటంలో పాల్గొనే ముందు, సంయోగం చెందే ప్రక్రియ జరుగుతుందని ప్రతిపాదించబడింది. ఈ ప్రక్రియనే **సంకరీకరణం** అంటారు. అణు ఆకృతిని వర్ణించడానికి ఇదొక విలువైన భావన అని గమనించాలి.

ఈ సంయోగం రెండు మూడు రకాల పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల మధ్య జరగవచ్చు. ఇందులో పాత్ర వహించే ఆర్బిటాల్‌ల సంఖ్య రెండు నుంచి ఏడువరకు ఉండవచ్చు. అయితే సంకర ఆర్బిటాల్‌ల సంఖ్య, సంయోగంలో (సంకరీకరణంలో) పాల్గొనే పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల సంఖ్యకు ఎప్పుడు సమానంగా ఉంటుంది. సంకరీకరణంలో ఏర్పడిన సంకర ఆర్బిటాల్‌ల సౌష్టవాన్ని బట్టిగాని, వాటి ప్రత్యేక వితరణను బట్టిగాని వాటికి పేరు పెడతారు. సంకరీకరణలో పాల్గొనే పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల రకం ఆధారంగా కూడా పేరుపెడతారు.

బాహ్య పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల సంఖ్య, సామాన్యంగా ఉండే సంకరీకరణ ఆకృతులు, రకాలు పట్టికలో 8.4 యివ్వబడినాయి.

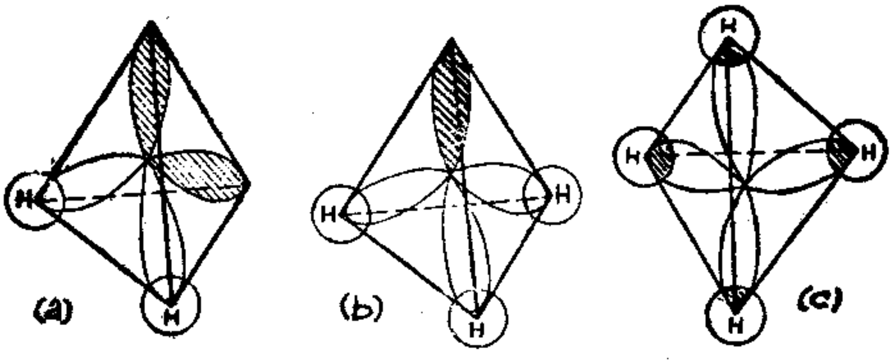
BRAOU

పట్టిక 8.4 సంకర ఆర్బిటాల్ ఆకృతుల రకాలు

సంకరీకరణంలో పాల్గొన్న ఆర్బిటాల్ సంఖ్య	శుద్ధపరమాణు ఆర్బిటాల్ సంకేతికాలు	ఆకృతి	సంకరీకరణం
2	s,p	రేఖీయం	sp
3	s,p	సమతల త్రిభుజం	sp^2
4	s,p	టెట్రాహెడ్రన్	sp^3
4	d,s,p	స్క్వేర్ ప్లానార్	dsp^2
5	s,p	ట్రైగోనల్ బైపిరమిడ్	sp^3d
6	s,p	ఆక్టాహెడ్రన్	sp^3d^2
7	s,p,d	పెంటాగోనల్ బైపిరమిడ్	sp^3d^3

నీటి అణువు, అమ్మోనియా అణువు, మిథేన్ అణువుల ఆకృతులను, బంధం ఏర్పడటంలో పాత్రవహించే సంకర ఆర్బిటాల్‌ల స్వభావం ఆధారంగా కోణీయ, పిరమిడ్, టెట్రాహెడ్రల్ అని వ్యవహరిస్తారు. ఈ ఆకృతులను పటము 8.4 లో చూడం అయింది.

B R A O U



పటము 8.4 (a) H_2O (b) NH_3 (c) CH_4 అణువుల ఆకృతులు.

నల్లగళ్ళతో చూపిన పెద్దభాగం ఒంటరిజంట ఎలక్ట్రాన్‌లను సూచిస్తుంది. (సంకరీకరణ టెట్రాహెడ్రల్) ఈ భాగంలో పేర్కొన్న చర్చ ఈవిధంగా సమయోజనీయ అణువులు ఏర్పడటంలో సంకర ఆర్బిటాల్‌ల ప్రాముఖ్యాన్ని స్పష్టంగా తెలియజేస్తుంది.

8.10. సారాంశము

ఈ భాగంలో మీరు నేర్చుకొన్న విషయాలు.

1) ఎలక్ట్రానులు సమిష్టిగా పంచుకొని సమయోజనీయ బంధాలేర్పడుట

2) H_2, Cl_2, N_2, HCl, H_2O, CH_4 మొదలైన సజాతీయ, విజాతీయ అణువులలో సమయోజనీయ బంధాలు

3) బంధానికి కావలసిన రెండు ఎలక్ట్రానులు ఒకే పరమాణువు యిచ్చి సమిష్టిగా పంచుకొనుట (సమన్వయ సమయోజనీయ బంధం))

4) వెలెన్సీ బంధ సిద్ధాంతం; అణు ఆర్బిటాల్ సిద్ధాంతం

5) బాహ్యకర్పర ఎలక్ట్రాన్ల మధ్య బంధాలేర్పడుట – కలయిక పరమాణువులు ప్రత్యేకతను కోల్పోక ఉండుట

6) బంధాలను అణు ఆర్బిటాళ్ళ అతిపాతంగా వివరించుట

7) పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళు కొననుంచి కొనకు అతిపాతం చెంది σ బంధాలేర్పడుట.పార్శ్వంగా అతిపాతం చెంది π బంధాలేర్పడుట

8) అణువులోని రెండు కేంద్రకాల మధ్యదూరం (బంధదైర్ఘ్యము)

9) బంధకోణాలు, బంధశక్తులు

10) సంకరకరణము – అణువుల ఆకృతులు.

B R A O U

8.11. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. H_2, HCl, NH_3; NH_4^+ లలో రసాయనబంధాలు ఏర్పడే విధానాన్ని సంక్షిప్తంగా వర్ణించండి.

2. π బంధాలు ఏర్పడడాన్ని ఉదహరించండి.

3. sp^3, sp^3d^2, sp^3d^3 సంకర ఆర్బిటాల్‌ల ఆకృతులను ఇవ్వండి.

4. బంధవియోజన శక్తి, బంధశక్తి వీటిమధ్య వ్యత్యాసాలను స్పష్టంగా తెలియజేయండి.

II సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడటాన్ని విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.

2. సమయోజనీయ బంధంయొక్క వేలెన్స్ బంధసిద్ధాంతం గురించి క్లుప్తంగా రాయండి.

3. సంకర ఆర్బిటాల్‌ల భావనను చర్చించండి. పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల ఆకృతులను వివరించడానికి వాటి ఆవశ్యకతను వివరించండి.

8.12. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. అయానిక బంధంలో పరమాణువుల మధ్య ఎలక్ట్రానుల మార్పిడి జరుగగా, సమయోజనీయ బంధంలో సమిష్టిగా పంచుకొంటాయి.

1. అణువులోని రెండు బంధిత పరమాణు కేంద్రకాల మధ్యదూరమే బంధదైర్ఘ్యము. అణువులోని రెండు సమయోజనీయ బంధాలుమధ్య కోణము బంధకోణము. అణువులోని బంధాలను విచ్ఛిన్నం చేయడానికి కావలసిన సరాసరి కనీసపు శక్తినే బంధశక్తి అందురు.

రచయిత : ఎమ్. డి. సిద్ధాంతి
అనువాదం : ఆర్. ఎల్. ఎస్. శాస్త్రి

BRAOU

భాగం – 9 : ఇతర రసాయన బంధాలు

విషయక్రమం

9.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
9.2. పరిచయం
9.3 ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న సమ్మేళనాలు
9.4. డైబోరేన్‌లో బంధనం
9.5. లోహబంధం
9.5.1. స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతం
9.5.2. వేలెన్సీ బంధ సిద్ధాంతం
9.5.3. బేండ్ సిద్ధాంతం, అణు ఆర్బిటాల్ సిద్ధాంతం
9.6. హైడ్రోజన్ బంధం
9.6.1. హైడ్రోజన్ బంధం యొక్క స్వభావం
9.7. సారాంశం
9.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
9.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు
9.10. పదకోశం

9.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

కొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లోటు గల సమ్మేళనాలలోను, లోహాలలోను, సహచరిత అణువులోను ఉండే అయానిక సమయోజనీయ బంధాలు కాక ఇతర బంధాల స్వభావాన్ని ఈ భాగంలో సంక్షిప్తంగా వివరించాం.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత తెలుసుకొనే ముఖ్య విషయాలు :

* ఎలక్ట్రాన్ లోటుగల సమ్మేళనాలలోను, లోహాలలోను, సహచరిత అణువులలోను ఉండే బంధాలను అయానిక బంధం లేదా సమయోజనీయ బంధం అనే భావనతో పూర్తిగా వర్ణించడం సాధ్యంకాదు.

* ఎలక్ట్రాన్ లోటుగల సమ్మేళనానికి డైబోరేన్ విలక్షణమైన ఉదాహరణ.

* ఒక ఘన లోహంలోని పరమాణువుల మధ్య ఉండే రసాయన బంధాన్ని లోహబంధం అంటారు.

* లోహబంధం స్వభావాన్ని వివరించడానికి ఎలక్ట్రాన్ వెలెన్సీ సిద్ధాంతం, బేండ్ (పట్టీ) సిద్ధాంత ప్రవేశ పెట్టడం జరిగింది.

* నీరు, ద్రవ అమ్మోనియా, ద్రవ హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ అసాధారణ భౌతిక లక్షణాలను చూపుతాయి. వీటిని సహచరిత ద్రవాలు అంటారు. ఈ పదార్థంలో హైడ్రోజన్ బంధం ఉండడమే ఇందుకు కారణం.

* రెండు ఎలక్ట్రో నెగెటివిటి మూలకాల మధ్య హైడ్రోజన్ ఒక సేతువువలె ఉంటుంది. దీనిని హైడ్రోజన్ బంధం అంటారు.

* రెండు వేరువేరు అణువుల మధ్య ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ బంధాన్ని అంతరణుక హైడ్రోజన్ బంధమంటారు. ఒకే అణువు లోపల రెండు వర్గాల మధ్య లేదా రెండు పరమాణువుల మధ్య ఉండే హైడ్రోజన్ బంధాన్ని అణ్వంతర హైడ్రోజన్ బంధమంటారు.

Acc No: T-3411
540

* హైడ్రోజన్ బంధశక్తి 3-10 కి. కాలరీ/మోల్ అవధిలో ఉంటుంది.

* అణువులో హైడ్రోజన్ బంధం ఉనికిని పరారుణ వర్ణ పట శాస్త్రం సహాయంతో రూఢి చేయవచ్చు.

9.2. పరిచయం

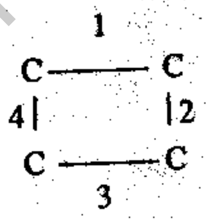
అయానిక బంధ స్వభావము, ఏర్పడు పద్ధతి భాగం - 7 లో వర్ణించబడినది. భాగం - 8 లో సమయోజనీయ బంధం ఇవ్వబడినది. ఈ రెండు, అణువులలో ప్రధానమైన బంధాలు ఇవి గాక కొన్ని ప్రత్యేక బంధాలు కూడా అణువులలో కలవు. ఇవి అణువుల ధర్మాలపై ప్రముఖ ప్రభావాన్ని కలుగజేయును. ఈ భాగంలో వాటిని గురించి క్లుప్తంగా పరిశీలిద్దాం.

9.3. ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న సమ్మేళనాలు

7, 8 భాగాలలో వరుసగా వర్ణించిన అయానిక, సమయోజనీయ బంధాలు, అటు వంటి బంధాలు ఏర్పరచడానికి తగినన్ని ఎలక్ట్రాన్లను పరమాణువుల మధ్య ఏర్పడతాయి. మనం ఇంతవరకు వర్ణించిన అణువులలో అత్యధిక సంఖ్యాకమైన వాటికి, ఆ అణువులో ఉన్న తక్కువశక్తి గల పరమాణుఆర్బిటాల్ల సంఖ్యకు సమానమైన లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రానులు ఉన్నవే. అయితే, తక్కువ పరమాణు శక్తి ఆర్బిటాల్ల సంఖ్య, సంయోజకత ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యకన్నా ఎక్కువగా ఉన్న సమ్మేళనాలను ఎలక్ట్రాను లోటున్న సమ్మేళనాలు అంటారు. ఒక అణువు రేఖీయఅణువు అయితే దానిలో 'n' పరమాణువులుంటే (n-1) సమయోజనీయ బంధాలుండాలి. ఉదాహరణకు, 4 కర్బన పరమాణువులున్న అణువులో 3 సమయోజనీయ బంధాలుండాలి.

$$C^1 - C^2 - C^3 - C^4$$

కాని ఆ అణువు వలయ అణువు అయితే బంధాల సంఖ్య ఆ అణువులలోని పరమాణువుల సంఖ్యకు సమానంగా ఉంటుంది.



కాని అందుబాటులో ఉన్న సంయోజిత ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య ఒక రేఖీయ సమ్మేళనాన్ని గాని వలయ సమ్మేళనాన్ని గాని ఏర్పరచడానికి కావలసిన సంఖ్యకన్న చాలా తక్కువగా ఉన్న సమ్మేళనాలు అనేకం తెలిసినవి ఉన్నాయి. అటువంటి సమ్మేళనాలను ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న సమ్మేళనాలు అంటారు. ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న సమ్మేళనాలకు ఒక విలక్షణమైన ఉదాహరణ డైబోరేన్ (B_2H_6). రసాయన శాస్త్రం కోర్సు -2 లో ఆయిదో భాగంలో దీని నిర్మాణం గురించి సవివరంగా నేర్చుకొన్నారు. మన అధ్యయనాంశానికి సంబంధించిన దీనిలోని కొన్ని ముఖ్యవిషయాలను చర్చిద్దాం.

BRAOU

9.4. డైబోరేన్‌లో బంధనం

మూడు సంయోజిత ఎలక్ట్రాన్‌లున్న బోరాన్ మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగం చెంది BH_3 ఏర్పరుస్తుంది. దీనిలో మూడు B - H సమయోజనీయ బంధాలుండే అవకాశముందనే విషయం పరిగణలోకి తీసుకొంటే అది స్థిరమైన అణువు అని ఊహించవచ్చు. కాని ఇది గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద పరిగణించదగిన మొత్తాలలో ఉండదు. కాని దాని ద్విఅణుకం - అంటే డైబోరేన్‌లో $[(BH_3)_2 B_2H_6]$ చాలా స్థిరంగా ఉంటుంది. B_2H_6 లో రెండు బోరాన్ పరమాణువులు, ఆరు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉంటాయి. ఈ విధంగా డైబోరేన్‌లో ఎనిమిది పరమాణువులుంటాయి. పైన వివరించినట్లు స్థిర అణువును ఏర్పరచడానికి ఈ ఎనిమిది పరమాణువులకు 8 బంధాలు (వలయాకారం అయితే) లేదా 7 బంధాలు (శ్రేణీయమైతే) కావాలి. B_2H_6 అణువు 12 సంయోజిత ఎలక్ట్రాన్‌లను సమకూరుస్తుంది. మూడు బోరాన్ పరమాణువులనుండి 6 (2 × 3), ఆరు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల నుంచి 6(6 × 1). ఈ 12 ఎలక్ట్రాన్లు 6 సమయోజనీయ ఏక బంధాలను ఏర్పరచడానికి మాత్రమే సరిపోతాయి. కాని లోగడ పేర్కొన్నట్టు B_2H_6 కి కనీసం 7 బంధాలు కావాలి. అంతేకాకుండా ఆ అణువులో ఉన్న 6 హైడ్రోజన్‌లలోను 4 హైడ్రోజన్‌లు ఒకే మాదిరి క్రియాశీలత చూపగా, మిగిలిన రెండూ వేరుగా ప్రవర్తించినాయని ప్రయోగాత్మకంగా గమనించడం జరిగింది. ఈ విషయాన్నింటినీ కారణాంతో వివరించడానికి చాలా సూచనలు చేయబడ్డాయి. భిన్న నిర్మాణాలు ప్రతిపాదించబడడ్డయి. (కోర్స్ 2లోని భాగం - 5 చూడండి)

ముఖ్యమైన సూచనలలో ఒకటి ప్రస్తుత చర్చకు (ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న బంధం) సంబంధించినది. ప్రతిపాదించిన నిర్మాణాలలో ఒకదానిలో మూడు పరమాణువులను బంధించడానికి ఒక ఎలక్ట్రాన్ జంట ఉపయోగించబడింది. రసాయనికంగా 3 పరమాణువులను (H-B-H) బంధించడానికి కావలసిన నాలుగు ఎలక్ట్రాన్‌లకు బదులు రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు మాత్రమే పాత్ర వహించేయి. అటువంటి బంధాన్ని ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న బంధం అంటారు అనవచ్చు. అయితే ఆర్బిటాల్ భావనలో ఈ బంధాన్ని త్రి కేంద్రిత బంధం అంటారు. అటువంటి లోటున్న సమ్మేళనాలను ఇదే మాదిరి ఉదాహరణలు చాలా ఉన్నాయి.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : డైబోరేన్‌లో రెండు BH_3 లమధ్య గల బంధాన్ని ఎట్లు విశదీకరింతువు ?

9.5. లోహ బంధం (Metallic Bond)

ధృడత్వం, తాంతవత, సాగే లక్షణం, ద్యుతి, విద్యుత్‌వాహకత, ఉష్ణవాహకత వంటి కొన్ని విశిష్ట అభిలక్షణాలు లోహాలకుంటాయి. లోగడ చర్చించిన (భాగాలు 7,8) బంధన విధానాలేవీ లోహల అభిలక్షణిక ధర్మాలన్నిటినీ సంతృప్తికరంగా వివరించలేవు. అంతే కాకుండా అయానిక బంధంగాని, సమయోజనీయ బంధంగాని ఏర్పడడానికి కావలసిన భౌతిక - రసాయనిక పరిస్థితులు లోహ నిర్మాణాలలో పూర్తిగాలేవు. ఈ విషయంకింద పేర్కొనబడింది. అయానిక బంధం ఏర్పడటంలో బంధంలో పాల్గొన్న పరమాణువులలో ఒక పరమాణువు (విద్యుత్ ధన) ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను పోగొట్టుకొని ధన అయాన్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. రెండో పరమాణువు (విద్యుత్ ఋణ) దానిని పొంది ఋణ అయాన్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. లోహల విషయంలో ఇది సాధ్యం కాదు. ఎందుకంటే లోహంలోని పరమాణువులన్నీ ఒకే మాదిరి అవడం కారణంగా లోహ నిర్మాణాన్ని విశదీకరించడానికి, అయానిక బంధన విధానాన్ని ఉపయోగించుకోవడం సాధ్యం కాదు. అదే విధంగా లోహ పరమాణువుల ఎలక్ట్రోనెగటివిటి విలువ చాలా తక్కువ కనుక H_2, Cl_2, N_2 లో వున్నటువంటి సమయోజనీయ బంధం ఏర్పరిచే ప్రవృత్తి కూడా తక్కువగానే ఉంటుంది. అందువలన వేర్వేరు సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించబడినవి. ఇవి క్లుప్తంగా కింద చర్చించబడినాయి.

9.5.1. స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతం (Free electron Theory)

ఒక వాయువులో దాని అణువులు స్వేచ్ఛగా చలించడం వీలైనట్లే లోహాలలో కూడా ఎలక్ట్రాన్‌లు వాటి లోహ జాలకాలలో స్వేచ్ఛగా చలిస్తున్నట్లు - డ్రూడ్ (Drude) భావించినాడు. ఈ భావాన్ని తరవాత లోరెంజ్ (Loarentz) కొంత మార్పు చేసినాడు. లోహంలోని పరమాణువులు ఒకటిగాని ఇంకా ఎక్కువగాని ఎలక్ట్రాన్‌లను పోగొట్టుకొని కాటయాన్‌లు (ధన అయాన్‌లుగా) ఉంటాయి. ఈ కాటయాన్‌లు (గట్టి గోళాలు) జాలకాన్ని ఏర్పరుస్తాయి. లేదా సాగరంగా ఉంటాయని భావించడం జరిగింది. అంటే ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు అల్పాంతరాళాలలో స్వేచ్ఛగా చలించగలవు. ఆవర్తన పట్టికలో మనకు కుడివైపు వున్న మార్గాలలో కిందివైపు పోయిన కొద్దీ మూలకాలు ఎక్కువ లోహస్వభావం చూపే ప్రవృత్తి కొంత వరకు ఈ భావాన్ని సమర్థిస్తుంది. ఎందుకంటే ఈ దిశలో అయానీకరణ శక్తి తక్కువవుతుంది. ఈ రకమైన లోహ నిర్మాణంలో ప్రతి ధన అయాన్ (లోహ అయాన్) అన్ని ఎలక్ట్రాన్‌ల చేత ఆకర్షించబడుతుంది కనుక ఘన పదార్థం లోపల చాలా ఎక్కువ సంసంజనం (cohesion) ఉంటుంది. ధన అయాన్‌ల మధ్య వికర్షణను అతిక్రమించడానికి ఈ సంసంజనం కావలసిన దానికన్న ఎక్కువగా ఉంటుంది. స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు అధిక సంఖ్యలో లోహం లోపల ఉండడం దాని విద్యుత్ వహకతకు కారణమని చెప్పడం నిజంగా సమంజసంగా ఉంటుంది. లోహం అధిక ఉష్ణవహకతను ఇది సంతృప్తికరంగా విశదీకరిస్తుంది. లోహంలోని ఎలక్ట్రాన్‌లను సాగరంగా లేదా ఒక వాయువుగా పరిగణించ వచ్చునని ముందే పేర్కొనడం జరిగింది. కాబట్టి లోహం వేడిగా ఉన్న ప్రదేశంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎక్కువ వేగంగా చలిస్తూ ఉంటాయి. లోహాల నిర్మాణాన్ని (ఘన లోహాలలో లోహ పరిమాణువుల సంపుటీకరణం) ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించగా ఒక లోహ పరమాణువు 6,8 లేదా 12 ఇతర లోహ పరమాణువుల చేత ఆవరించబడి ఉంటుందని తెలిసింది. ఈ సంఖ్య లోహంలో పరమాణువుల సంపుటీకరణం తీరుమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. అతి సన్నిహిత పరమాణువుల ఈ సంఖ్యను సమన్వయసంఖ్య (Co-ordination number) అంటారు. అటువంటి సందర్భంలో అందుబాటులో ఉన్న వేలెన్సీ ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య ఆశించిన బంధాల సంఖ్య కన్న చాలా తక్కువ ఉంటుందని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. ఉదాహరణకు సోడియం లోహంలో ప్రతి సోడియమ్ పరమాణువు చుట్టూ 8 ఇతర సోడియం పరమాణువుకు ఎనిమిది సమయోజనీయ బంధాలతో బంధింపబడితే 16 (8 × 20 ఎలక్ట్రాన్‌లు కావాలి. కాని కేంద్ర సోడియం పరమాణువు, దాని చుట్టూ ఉన్న 8 సోడియం పరమాణువులు కలిసి మొత్తం 9 ఎలక్ట్రాన్‌లను సమకూరుస్తాయి. ఎందువల్లనంటే ప్రతి సోడియం లోహాన్ని కూడా ఎలక్ట్రాన్ లోటున్న వ్యవస్థగా పరిగణించవచ్చు. కనుక ఈ లోహంలోని బంధనాన్ని వివరించడానికి సాధారణ ఎలక్ట్రాన్ జంట సమయోజనీయ బంధం కాకుండా వేరే బంధనాన్ని పరిగణనలోకి తీసుకోవాలి. కాబట్టి లోహంలో ఉండే బంధాన్ని లోహ బంధం అంటారు. లోహ బంధాన్ని లేదా లోహాలలో బంధనాన్ని వివరించడానికి వివిధ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిన భావాలలో కొన్నిటిని మనం సంక్షిప్తంగా చర్చిద్దాం. లోహమంతటా ఎలక్ట్రాన్లు స్వేచ్ఛగా చలించే అవకాశం ఉంది కనుక, వేగంగా చలిస్తున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు వేడి స్థలం నుండి చల్లగా ఉన్న భాగంలోని చలనం జరిపి ఉష్ణశక్తిని కొని పోతాయి. ఇది ఉష్ణవాహకతను వివరిస్తుంది. అదే విధంగా ఎలక్ట్రిక్ పొటెన్షియల్ ప్రభావంలో విద్యుత్ వాహకతను సంతృప్తికరంగా వివరించవచ్చు. ఎందుకంటే ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహాన్ని విద్యుత్ ప్రవాహంగా పరిగణిస్తారు కనుక.

BRAOU

9.5.2. వేలన్స్ బంధ సిద్ధాంతం (Valence bond theory)

సరళ లోహమైన సోడియంను తీసుకుందాం. దీనికి ఎనిమిది అతి సన్నిహిత పొరుగు పరమాణువులతో కూడిన అంతః కేంద్రిత ఘన నిర్మాణం ఉంటుంది. సోడియం పరమాణువుకు దాని బాహ్యకర్పరంలో ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉంటుంది. దీనిని అది దాని పొరుగువాటిలో ఒక దానితో పంచుకుని రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల సమయోజనీయ బంధాన్ని ఏర్పరచాలి. పొరుగు వాటిలో ఏ పరమాణువుతోనైనా ఈ పరమాణువు బంధింపబడడానికి సమాన అవకాశాలున్నాయి. కేంద్ర లోహపరమాణువు పొరుగు పరమాణువులన్నింటినీ సమయోజనీయ బంధాల ద్వారా బంధించడానికి అందుబాటులో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య సరిపోదని దీనిని బట్టి స్పష్టమవుతుంది. ఈ ఇబ్బందిని అధిగమించడానికి అస్థానీకృత బంధా (delocailized) లతో కూడిన నిర్మాణం ఒక రెజొనెన్స్ సంకర రూపమని (Resonance hybrid) (అన్ని సంభావ్య బంధన రూపాల మిశ్రమం) భావిస్తారు. ఈ సంకర రూపంలో రెజొనెన్స్ నిర్మాణాలు అధిక సంఖ్యలో పాల్గొనడంవల్ల

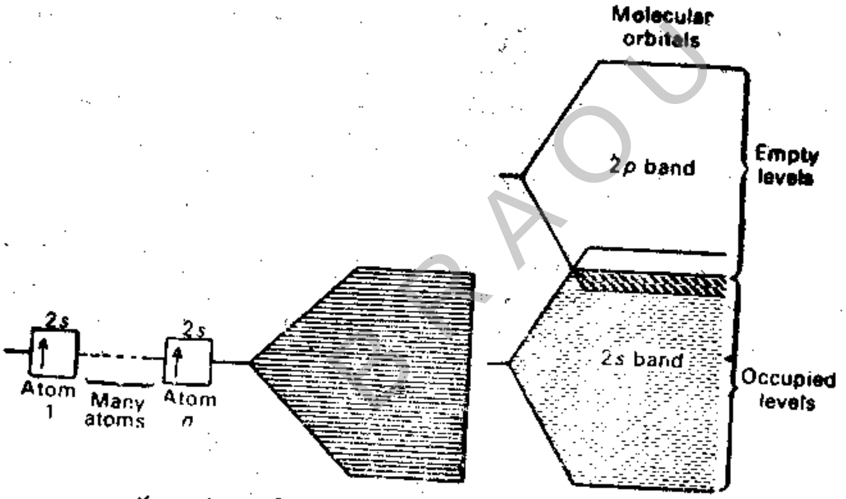
సిద్ధాంతం ద్రవస్థితిలో లోహ లక్షణాలను వివరించలేక పోయింది.

9.5.3. బేండ్ సిద్ధాంతం (band theory), అణు ఆర్బిటాల్ సిద్ధాంతం (molecular orbital theory)

లోహంలోని ఒకానొక రకానికి చెందిన అసంఖ్యాకమైన పరమాణు ఆర్బిటాల్‌లు కలిసి శక్తి బేండ్ (పట్టీ) అనే సన్నిహితంగా ఉన్న శక్తులయొక్క అణు ఆర్బిటాల్‌ల శ్రేణిని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఆర్బిటాల్ అతివ్యాపత తక్కువ స్థాయిలలో ఉండడంవల్లో లోపలి కర్పరం ఎలక్ట్రాన్‌లు ఏర్పరచిన బేండ్ వెడల్పు చాలా తక్కువ. ఈ బేండ్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌ల శక్తి వివిక్త పరమాణువుల శక్తితో దాదాపు సమానం. అయితే వేలెన్స్ ఎలక్ట్రాన్‌ల విషయంలో శక్తి అవధి సాపేక్షంగా ఎక్కువ. బేండ్ వెడల్పు బేండ్‌ల అతి వ్యాప్తతకు కూడా అధిక శక్తికి దారితీయవచ్చు. ఈ బేండ్‌ల మధ్య దూరం, బేండ్‌ల పూరణం - ఇవి లోహంయొక్క విద్యుత్ వాహకతను నిర్ణయిస్తాయి. బేండ్‌లు పూర్తిగా ఖాళీగా ఉండి, బేండ్లు దూర దూరంగా ఉంటే, ఆ మూలకం విద్యుత్ నిరోధకం అవుతుంది. పాక్షికంగా నిండిన బేండ్‌తో కూడిన మూలకం (లోహం) వాహకంగా పనిచేస్తుంది.

నిర్వచనం ప్రకారం అణు ఆర్బిటాల్‌ల సంఖ్య అనుఘటక పరమాణు ఆర్బిటాల్ సంఖ్యకు సమానంగా ఉండాలి. సోడియంలో ఒకే ఒక వేలెన్స్ ఎలక్ట్రాన్ ఉంది. ఒక అణు ఆర్బిటాల్ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను ఉంచుకొగలదు - వీటిని బట్టి సోడియం అణు ఆర్బిటాల్‌లలో సగం (బంధన ఆర్బిటాల్‌లు) మాత్రమే నిండి ఉంటాయని చెప్పకొవచ్చు. ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను, ఖాళీగావున్న అణు ఆర్బిటాల్‌లోకి పంపడానికి కొద్దిపాటి శక్తి సరిపోతుంది.

లోహస్ఫటికంలోని అన్ని పరమాణులమీదికీ ఈ ఆర్బిటాల్‌లు త్రిమితీయంగా విస్తరిస్తాయి. ఈ కారణంగా ఎలక్ట్రాన్‌లకు చలనం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇది లోహలకుండే అధిక విద్యుత్, ఉష్ణవాహకతలను వివరిస్తుంది. బేండ్ ఏర్పడడం, బేండ్‌లను పూరించడం, బేండ్‌లు అతి వ్యాప్తం చెందడం ఇవన్నీ పటము 9.1 లో చిత్రీకరించడం జరిగింది.



పటం 9.1 లోహ అణు ఆర్బిటాల్‌లు (బేండ్‌లు)

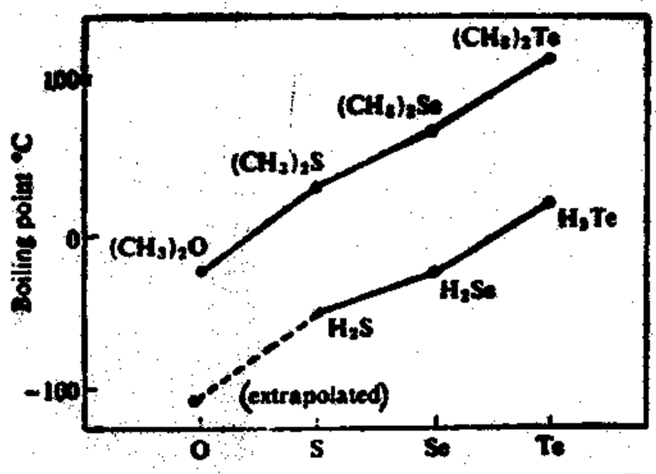
లోహబంధం గురించిన ఇంకా సవివరమైన చర్చ రసాయన శాస్త్రం కోర్స్ - 3లో ఇవ్వడమైంది.

9.6. హైడ్రోజన్ బంధం

కొన్ని ద్రవాల బాష్పపీడనం, తలతన్యత, ఘనీభవన స్థానం, బాష్పీభవన స్థానం వంటి భౌతిక ధర్మాలకు అసాధారణ విలువలుంటాయని కనుక్కోవడం జరిగింది.

ఈ ద్రవాలలో సహచరితాణువులుండడంవల ఈ అసాధారణత సంభవిస్తుందని చెప్పడం జరిగింది. అసాధారణ ధర్మాలున్న అటువంటి ద్రవానికి నీరు ఒక విలక్షణమైన ఉదాహరణ. ఆవర్తన పట్టికలో గ్రూపు VI లోని ఇతర మూలకాల (S,Se, Te) హైడ్రేడ్‌లతో (H_2S, H_2Se, H_2Te) పోలిస్తే ఆక్సిజన్ యొక్క హైడ్రైడ్ (H_2O) అయిన నీరు అసాధారణంగా ఉన్నత బాష్పీభవన స్థానం ప్రదర్శిస్తుంది. ఈ హైడ్రోజన్‌ల

స్థానంలో మిథైల్ వర్గాలున్న (CH_3) సమ్మేళనాలలో $(CH_3)_2O$, $(CH_3)_2Se$, $(CH_3)_2Te$ సాధారణ పరిస్థితి కనబడుతుంది. (పటము 9.2). దీనిని బట్టి హైడ్రైడ్ అణువులలోని హైడ్రోజన్‌లు ఈ అసాధారణతకు బాధ్యులు అని తెలుస్తుంది.



పటము 9.2 ఆక్సిజన్, సల్ఫర్, సెలినియమ్, టెల్యూరియమ్‌ల యొక్క హైడ్రైడ్‌ల, మిథైల్ ప్రతిక్షేపిత హైడ్రైడ్‌ల బాష్పీభవన స్థానాలు

.... సిద్ధాంత రీత్యా: ------------ ప్రయోగాత్మక

అదే విధంగా ఫ్లోరిన్ యొక్క హైడ్రైడ్ (HF) కు నైట్రోజన్ యొక్క హైడ్రైడ్ (NH_3) ఆయా వర్గంలోని ఇతర మూలకాల హైడ్రైడ్‌ల కన్న ఉన్నత బాష్పీభవన స్థానాలు ఉన్నాయి. ఈ హైడ్రైడ్‌ల యొక్క ద్రవరూపంలో ఒక తరగతికి చెందిన సహచరితాణువులు ఉండడం వల్ల ఈ అసాధారణ ధర్మాలు కలుగుతాయని భావించారు. ద్రవ స్థితిలో నీరు, హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్‌ల యొక్క సహచర్యం స్వభావాన్ని వర్ణించడానికి లాటిమర్, రోడ్‌బుష్‌లు 1920లో హైడ్రోజన్ బంధం అనే పరికల్పనను ప్రవేశపెట్టినాడు.

హైడ్రోజన్ బంధం ఏర్పరచడానికి కొద్ది ఆమ్లస్వభావంగల హైడ్రోజన్, బంధగతంకాని ఎలక్ట్రాన్ జంట అవసరం. యివి HF, H_2O, NH_3 అణువులలో సమకూర్చబడ్డాయి. అందువల్ల అవి వాటి ద్రవరూపాలలో సహచరిత అణువులుగా ఉంటాయి. HF, H_2O లలో సహచర్యాన్ని పటం 9.3 లో చూపడమైంది.

```
O—H.......O—H : .......O—H
|         |           |
H         H           H
H—F......H—F... .......H—F
```

పటం 9.3 HF, H_2O లలో హైడ్రోజన్ బంధం

చుక్కల గీతతో సూచించిన బంధాన్ని హైడ్రోజన్ బంధం అంటారు. పైన పేర్కొన్న ఉదాహరణలలో రెండు పొరుగు అణువుల మధ్య హైడ్రోజన్ బంధం ఉందని తెలుస్తుంది. రెండు వివిక్త అణువుల మధ్య ఉండే అటువంటి రకం హైడ్రోజన్ బంధాన్ని అంతరణుక (Intermolecular) హైడ్రోజన్ బంధం అంటారు. రెండు పరమాణువుల మధ్య దూరం అనుకూలంగా ఉంటే అటువంటి హైడ్రోజన్ బంధం ఒకే అణువులో ఉన్న రెండు ఎలెక్ట్రోనెగెటివిటీ మూలకాల మధ్య ఏర్పడడానికి సమావకాశాలున్నాయి. ఉదాహరణకు పక్క పక్క స్థానంలో రెండు (ఆర్థో) ప్రమేయ వర్గాలుండి. ఎలక్ట్రోనెగెటివిటీ మూలకాలైన కర్బన అణువులు కూడా హైడ్రోజన్ బంధాలేర్పరచవచ్చు. ఉదాహరణకు పటం 9.4. లో చూపినట్లు రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువుల మధ్య ఆర్థోహైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్ హైడ్రోజన్ బంధాన్ని ఏర్పరచవచ్చు. అటువంటి ఉదాహరణంలో ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ బంధాన్ని అణ్వంతర (Intramolecular) హైడ్రోజన్ బంధం అంటారు. అందువల్లనే అణ్వంతర హైడ్రోజన్ బంధాలున్న పదార్థాలు (ఆర్థో) కర్బన ద్రావణంలో ఎక్కువగా కరుగుతాయి. వాటి అంతరణుక హైడ్రోజన్ బంధాలున్న ఐసోమర్‌ల కన్న (మెటా, పారా

BRAOU

ఐసోమర్‌లు) కన్నా వీటికి తక్కువ ద్రవీభవన, బాష్పీభవన స్థానాలుంటాయి. హైడ్రోజన్ బంధం దానికి అనురూపమైన సమయోజనీయ బంధం కన్నా పెద్దది. అందువల్లనే హైడ్రోజన్ బంధం దానికి అనురూపమైన సమయోజనీయ బంధం కన్నా బలహీనమైంది. హైడ్రోజన్ బంధం ఏ రెండు ఎలెక్ట్రోనెగటివిటి (విద్యుత్ ఋణాత్మకత) పరమాణువుల మధ్య ఏర్పడుతుందో వాటిని బట్టి హైడ్రోజన్ బంధం యొక్క బంధ శక్తి సుమారు 3 కి. కేలరీ/మోల్ నుంచి 10 కి. కేలరీ/మోల్ వరకు మారుతుంది. బంధ శక్తి యొక్క విలువలను పట్టిక 9.1 లో చూడవచ్చు.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : అంతరణుక మరియు అణ్వాంతర హైడ్రోజన్ బంధముల మధ్య భేదమేమి?

పట్టిక 9.1. తటస్థ అణువుచేత ఏర్పరచబడిన కొన్ని హైడ్రోజన్ బంధాల శక్తి విలువలు

బంధం	శక్తి కి. కేలరీ/మోల్
F - H ....O	10
F - H ....F	6.8
O - H ....O	4.5 -7.0
O - H .... F	3.0
O - H .... S	4.0
N - H ....N	3.5 - 6.0
N - H ....O	4 - 6.0

BRAOU

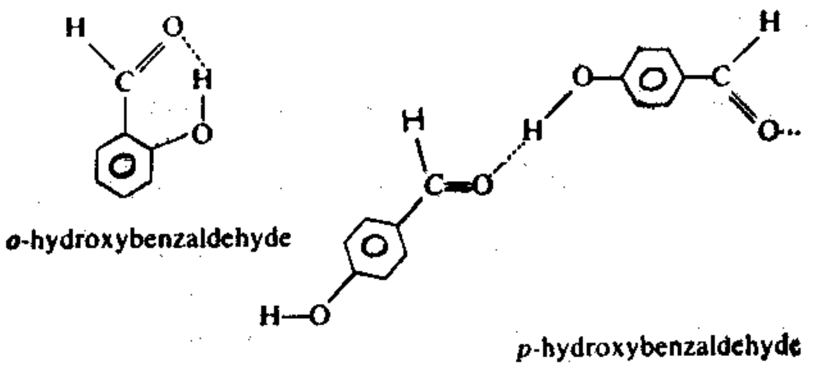
9.6.1. హైడ్రోజన్ బంధం యొక్క స్వభావం

ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఉన్న ఒకే స్థిర ఆర్బిటాల్ (1s) ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకే ఒక సమయోజనీయ బంధాన్ని ఏర్పరచగలదు. అంతేకాకుండా పౌలి సూత్రాన్ని అనుసరించి, ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు రెండుకన్నా ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లతో కలిసి ఉండలేదు. కాబట్టి రెండు విద్యుత్ ఋణావేశిత పరమాణువులతో హైడ్రోజన్ రెండు సమయోజనీయ బంధాలను ఏర్పరచడం సాధ్యంకాదు. ప్రయోగాత్మక ఫలితాలు కూడా ఈ రెండు పరమాణువులూ బలంగా విద్యుత్ ఋణావేశితం కావాలని సూచిస్తాయి. అందువల్ల హైడ్రోజన్ బంధం యొక్క బంధశక్తి కూడా చాలా తక్కువ (3–10 కి. కేలరీ) పట్టిక 9.2లో హైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్ యొక్క ఐసోమర్‌ల ద్రవీభవన, బాష్పీభవన స్థానాలు ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక 9.2 హైడ్రోజన్ బంధమున్న పదార్థాల ద్రవీభవన, బాష్పీభవన స్థానాలు

పదార్థం	హైడ్రోజన్ బంధం స్వభావం	ద్రవీభవన స్థానం (^0C)	బాష్పీభవన స్థానం (^0C)
o – హైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్	అంతరణుక	-7	196.5
m – హైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్	అణ్వాంతర	1067	240
p – హైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్	అణ్వాంతర	116	-

ఆర్థో హైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్ వివిక్త అణు ప్రమాణంగాను, మెటా, పారా ఐసో మర్‌లు అణు అంతర హైడ్రోజన్ బంధనం వల్ల బహు అణుపుంజాలుగాను ప్రవర్తించడం ఆధారంగా వాటి వాటి ధర్మాలలో ఈ వ్యత్యాసాలను సులువుగా అర్థం చేసుకోవచ్చు.



పటం 9.4 ఆర్థో, పారా హైడ్రాక్సి బెంజాల్డిహైడ్‌లలో హైడ్రోజన్ బంధనం

ఇంతకు ముందు ఇచ్చిన సంక్షిప్తచర్చను బట్టి హైడ్రోజన్ బంధం ఒకే అణువులో (రెండు వర్గాల మధ్య) గాని రెండు వివక్త అణువుల మధ్యగాని ఉండవచ్చునని తెలుస్తుంది. మొదట దానిని అణ్వాంతర హైడ్రోజన్ బంధం అనీ, రెండో దానిని అణు అంతర హైడ్రోజన్ బంధమని అంటారని ఇంతకుముందు పేర్కొనడం జరిగింది. రెండు రకాలలోను హైడ్రోజన్ బంధమని అంటారని ఇంతకుముందు పేర్కొనడం జరిగింది. రెండు రకాలలోను హైడ్రోజన్ పరమాణువు రెండు (X,Y) ఎలక్ట్రోనెగెటివ్ (విద్యుత్ ఋణావేశిత) మూలకాల (F,O,N) మధ్య సేతువువలె ఉంటుందని గమనించడమైంది. ఈ పరమాణువలలో ఒకదానికి సమయోజనీయ బంధం ద్వారాను (ఘనరేఖ), రెండో దానికి హైడ్రోజన్ బంధాల ద్వారాను (చుక్కలగీత) హైడ్రోజన్ బంధింపబడుతుంది.

BRAOU

ఒక సమ్మేళనంలో హైడ్రోజన్ బంధం ఉనికిని ఆ సమ్మేళనం యొక్క పరారుణ వర్ణపటాన్ని నమోదు చేయడం ద్వారా గుర్తించవచ్చు. O-H లేదా N-H యొక్క బంధంలోని హైడ్రోజన్, హైడ్రోజన్ బంధం ఏర్పరచడంలో పాత్రవహిస్తే కంపన పౌనఃపున్యం చాలా ప్రభావితం చెందుతుంది. ఈ సమ్మేళనాల అసాధారణ భౌతిక ధర్మాలు కూడా హైడ్రోజన్ బంధం ఉనికిని సూచిస్తాయి. ప్రోటీన్ (Protein) అణువులలో ఉండే హైడ్రోజన్ బంధం జీవ సంబంధ ప్రక్రియల్లో ప్రధానమైన పాత్రను నిర్వహిస్తుంది.

9.7. సారాంశం

ఈ భాగంలో

I ఎలక్ట్రాన్ లోటుగల అణువులలో (ఉదా- డైబోరేన్) ఉండే బంధాల స్వభావాన్ని

II లోహధర్మాలను వివరించే లోహబంధం

III లోహంలోని పరమాణువులు కాటయాన్‌లుగా వుండి లోహస్ఫటికాలను ఏర్పరచును. ఇవి స్వేచ్ఛగా తిరగాడు ఎలక్ట్రానుల మధ్య ఉండును. దీనిన స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతమందురు.

IV అస్థానీకృత బంధాల ద్వారా వేలెన్సి బంధ సిద్ధాంతమును వివరించుట.

V లోహంకుండే అధిక ధనవిద్యుత్, ఉష్ణ వాహకతలను సంతృప్తికరంగా వివరించు అణు ఆర్బిటాల్ సిద్ధాంతం.

VI స్వల్ప ఆమ్ల హైడ్రోజన్ మరియు బంధగతంకాని ఎలక్ట్రాను జంటల మధ్య ఏర్పడే హైడ్రోజన్ బంధం.

VII అంతర అణు మరియు అణ్వాంతర హైడ్రోజన్ బంధాలు ఉదాహరణలతో సహా నేర్చుకున్నారు.

9.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. డైబోరేన్‌లో బంధనాన్ని వివరించండి.
2. లోహబంధం ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతాన్ని సంక్షిప్తంగా పేర్కొనండి.
3. లోహాల అభిలక్షణిక ధర్మాలను పూర్తిగా వివరించడానికి వేలెన్సీ బంధ సిద్ధాంతం ఏ విధంగా సరిపోదు
4. హైడ్రోజన్ బంధాన్ని ప్రత్యేకంగా దృష్టిలో ఉంచుకొని, ద్రవ HF, ద్రవ H_2O నిర్మాణాలను గురించి వ్రాయండి.

II సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. ఎలెక్ట్రాన్ లోటున్న అణువులలో బంధనాన్ని గురించి విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.
2. లోహ బంధం గురించిన వివిధ సిద్ధాంతాలను చర్చించండి.
3. హైడ్రోజన్ బంధం భావనను ప్రతిపాదించడానికి గల అవసరాన్ని ఉదాహరణలతో వివరించండి.

BRAOU

9.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. బోరాన్ మరియు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు రెండేసి ఎలక్ట్రానులను బంధం ఏర్పడటానికి ఇస్తాయి. ఈ రెండు ఎలక్ట్రానులు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు మరియు రెండు బోరాన్ పరమాణువులను బంధించి ఉంచుతాయి. దీనినే మూడు కేంద్రకాలు గల బంధం అంటారు. డైబోరాన్‌లో రెండు BH_3 ప్రమాణాలు ఇటువంటి రెండు బంధాలతో బంధింపబడిఉంటాయి.

2. రెండు వేర్వేరు అణువుల మధ్యగల హైడ్రోజన్ బంధాన్ని అణ్వంతర హైడ్రోజన్ బంధం అనియు, అణువులో గల హైడ్రోజన్ బంధాన్ని అంతరణుక హైడ్రోజన్ బంధమనీ అందురు. నీరు, ఆల్కహాలు మొదటి దానికి ఉదాహరణలు. o- నైట్రోఫినాల్, సాలిసిలాల్డిహైడు రెండవ రకానికి ఉదాహరణలు.

9.10. పదకోశం (ఖండం–2)

అక్టేట్ లేదా అష్టకం	ః ఉత్కృష్టవాయువు మూలక పరమాణువులలోని (హీలియం మినహా) బాహ్యకర్పరంలోని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం.
వేలన్సీ బంధ సిద్ధాంతం	ః పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ అతిపాతం ద్వారా రసాయన బంధం ఏర్పడుతుంది అని సూచించే బంధ సిద్ధాంతం.
వేలన్సీ ఎలక్ట్రానులు	ః పరమాణువులో బాహ్య కర్పరంలోని ఎలక్ట్రానులు.

రచయిత ః ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు
అనువాదం ః ఆర్.ఎల్.ఎన్.శాస్త్రి

BRAOU

ఖండం – 3 : అణు నిర్మాణం

ప్రతి క్రొత్త సమ్మేళనం విషయంలో రసాయనికుడు ప్రధానంగా క్రింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు యివ్వాలని ఆశిస్తాడు.

1. రసాయనిక సమ్మేళనంలోని అనుఘటక మూలకాలు ఏవి? (అణు సంఘటనం)

2. రసాయన సమ్మేళనం యొక్క అణువులో ఈ మూలక పరమాణువులు ఎన్నెన్ని బంధింపబడి వున్నాయి. (అణు ఫార్ములా)

3. ఈ పరమాణువులు అణువులో ఏ విధంగా అమర్చబడి లేదా బంధించబడి ఉన్నాయి. (అణు నిర్మాణం)

మొదటి రెండు ప్రశ్నలకు లభించే సమాధానాలు సమ్మేళనం యొక్క అణు సంకేతికం, సంఘటనము నిర్ణయించడానికి దారితీస్తాయి. ఇక నిర్మాణాత్మక సంకేతికం మూడవ ప్రశ్నకు సమాధానంగా భావించవచ్చు. ఒకే అణు సంఘటనంతో ఒకటికన్న ఎక్కువ సమ్మేళనాలు సాధ్యమయినపుడు, వాటిని సాదృశ్యాలు (isomers) అంటారు. వాటి వాటి నిర్మాణాలలో యివి ఒకదానితో ఒకటి భేదిస్తాయి. దీని అర్థం ఏమిటంటే ప్రతి సమ్మేళనానికి దాని అణువులోని పరమాణువుల అమరిక ఒక రసాయనికునికి తెలియవలసిన అతి ముఖ్యమైన విషయం. పరమాణువుల మధ్య బంధ స్వభావం, బంధానికి సంబంధించిన యితర భౌతిక రసాయన విషయాలు, అంటే బంధ దైర్ఘ్యం, బంధకోణం, అణుఆకృతి వంటివి అణు నిర్మాణానికి సంబంధించిన ఆసక్తికరమైన విషయాలు. కనుక అణు నిర్మాణానికి సంబంధించిన యీ విషయాలను విద్యార్థికి తెలియజేయడమే యీ ఖండం ముఖ్య ఉద్దేశం. అణు నిర్మాణాన్ని ఎలా రాబట్టడం అనే విషయానికి సంబంధించిన చర్చను కేవల భౌతిక ధర్మాల నిర్ణయం చాలా ఉపకరిస్తుంది. ఈ ఖండంలో చర్చించబడిన భౌతిక ధర్మాలు రెండు మాత్రమే ఇవి (1) ద్విధ్రువ భ్రామకం (Dipolemoment) (2) అణు వర్ణ పటాల లక్షణాలు (Molecular spectral characteristics)

B R A O U

BRAOU

భాగం –10 : ద్విధ్రువ భ్రామకాలు

విషయక్రమం

10.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
10.2. పరిచయం
10.3. ద్విధ్రువ భ్రామకం
10.4. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని ప్రయోగం ద్వారా నిర్ణయించడం.
    10.4.1. బాష్పస్థితిలో నిర్ణయించడం (బాష్ప ఉష్ణోగ్రతా పద్ధతి)
    10.4.2. విలీన ద్రావణం పద్ధతి
10.5. ద్విధ్రువ భ్రామకం అనువర్తనాలు – అణునిర్మాణ విశదీకరణ
    10.5.1. రెండు పరమాణులు కల అణువులు (ద్విపరమాణుక అణువులు)
    10.5.2. మూడు పరమాణువులు కల అణువులు (త్రి పరమాణుక అణువులు)
    10.5.3. నాలుగు పరమాణువులు కల అణువులు (చతు:పరమాణువు అణువు)
    10.5.4. ఎక్కువ పరమాణువులు కల అణువులు (బహు పరమాణుక అణువులు)
    10.5.5. ద్విప్రతిక్షిప్త ఏరోమాటిక్ సమ్మేళనాలు
10.6. సారాంశం
10.7. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
10.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

10.1. ఉద్దేశ్యాలు, లక్ష్యాలు

ఒక సమ్మేళనం యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకం అంటే ఏమిటో వివరించి అణు నిర్మాణ సాధనలో దీని ఉపయోగం గూర్చి మీకు తెలియ జేయడం ఈ భాగం ఉద్దేశం.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తి చేసిన తరువాత తెలుసుకొనే విషయాలు ఇలా వుంటాయి.

* ధ్రువ అణువులు, నిర్ధ్రువ అణువులు అని అణువులు రెండు రకాలుగా విభజింపబడుతుంది.

* ఒక అణువు ధ్రువశీలత ఆ అణువులోని బంధాల స్వభావం, అణుసౌష్ఠవం మీద ఆధారపడి వుంటుంది.

* ద్విధ్రువ భ్రామకం అనేది ధ్రువాణువు యొక్క ధర్మము.

* ద్విధ్రువ భ్రామకం సదిశ (vector) రాశి.

* ఒక అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం ఆ అణువులోని వ్యక్తిగల బంధాల భ్రామకాల సదిశరాశుల మొత్తానికి సమానం.

* అణువుల ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువలు, అణువుల నిర్మాణాన్ని నిర్ణయించడానికి వీలుకల్పిస్తాయి

BRAOU

10.2. పరిచయం

ఒకే రకపు రెండు పరమాణువుల మధ్య లేదా రెండు విభిన్న పరమాణువుల మధ్య ఒక ఎలక్ట్రాన్ జతను పంచుకోవడం ద్వారా సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడుతుంది. ఈ పంపకం అణువులలో ఒకే రకంగా వుండదు. ఇది రెండు విధాలుగా జరిగే అవకాశం ఉంది.

బంధగత ఎలక్ట్రాన్ జంట సమరీతి పంపకం

బంధంలో పాల్గొనే రెండు పరమాణువుల మధ్య రెండు పరమాణువుల ఎలక్ట్రోనెగిటివిటి విలువలు సమానంగా వున్నప్పుడు, లేదా దాదాపు సమానంగా వున్నప్పుడు బంధంలో పాల్గొన్న రెండు పరమాణువుల మధ్య యీ ఎలక్ట్రాన్ జంట సమరీతిని పంచుకోబడుతుంది. యిటువంటి పంపకం ముఖ్యంగా ఏక జాతి పరమాణువుల మధ్య ఏర్పడే అణువులలో వుంటుంది. (ఉదాహరణ హైడ్రోజన్, క్లోరిన్ అణువులు) ప్రతి అణువులో బంధాన్ని ఏర్పరచే ఎలక్ట్రాన్ జంట, బంధగత పరమాణు కేంద్రకాల చేత ఆకర్షింపబడుతుంది. ఏకజాతి పరమాణువుల ద్వారా ఏర్పడిన అణువులలో యీ ఎలక్ట్రాన్ జంట రెండు పరమాణు కేంద్రకాలచే సమానంగా ఆకర్షింపబడి వాటికి సమదూరంలో వుంటుందని భావించవచ్చు. అంటే పరమాణు కేంద్రకాలను కలుపుతూ గీసిన రేఖలో మధ్యస్థ బిందువు వద్ద యీ జంట వుంటుంది అని భావించవచ్చు. తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రం పరిభాషలో దీనిని క్రింది విధంగా చెప్పవచ్చు. అణువులో యీ ఎలక్ట్రాన్ జంటను కనుగొనే సంభావ్యత పరమాణు కేంద్రకాల మధ్య ప్రదేశంలో ఎక్కువగా వుంటుంది. ఎలక్ట్రాన్ మేఘం రెండు కేంద్రకాలను సమరీతిని ఆవరించుకొని ఒక సౌష్టవం కలిగి వుంటుంది. ద్రవ్యరాశి వితరణలోను, విద్యుదావేశం వితరణలోను అణువు సౌష్టవతతో వితరణ చెంది వుంటుంది. ఈ ధర్మాలను కలిగి వున్న బంధాన్ని అధ్రువ సమయోజనీయం బంధం (non-polar convalent bond) అంటారు. ఆ అణువును అధ్రువ అణువు అంటారు. ఆ విధంగా హైడ్రోజన్, క్లోరిన్ అధ్రువ అణువులుగా వర్గీకరించబడతాయి.

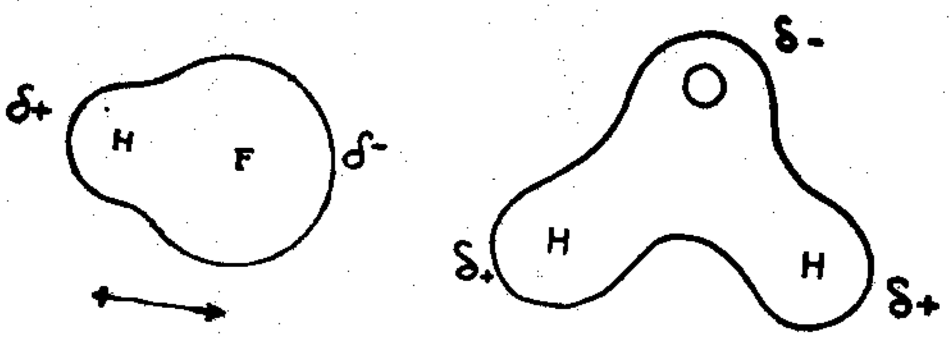
పటం 10.1 పరమాణువుల మధ్య ఎలెక్ట్రాన్ జంట సమరీతి పంపకం

బంధగత ఎలక్ట్రాన్ జంట అసమరీతి పంపకం

రెండు పరమాణువుల ఎలక్ట్రోనెగెటివిటి విలువలు వీలైనంత ఎక్కువ భేదంగా వున్నప్పుడు, ఆ పరమాణువల మధ్య ఏర్పడిన బంధానికి కారణమైన ఎలక్ట్రాన్ జంట ఆ పరమాణువుల మధ్య అసమరీతిని పంపకమై వుంటుంది. ఇటువంటి అసమరీతి పంపకంగల అణువులకు ఉదాహరణగా HF, H_2O అణువులను పేర్కొనవచ్చు. ఈ అణువులలో బంధాన్ని ఏర్పరచే ఎలక్ట్రాన్ జంట ఒక పరమాణు కేంద్రకానికి దగ్గరగాను రెండవ పరమాణు కేంద్రకానికి దూరంగాను వుంటుంది అని భావించవచ్చు. ఎక్కువ ఎలక్ట్రోనెగెటివిటి కలిగిన పరమాణు కేంద్రకం యీ జంటను ఎక్కువ శక్తితో ఆకర్షించడం దీనికి కారణం. ఉదాహరణకు HF అణువులో బంధ గత ఎలక్ట్రాన్ జంట ఫ్లోరిన్ పరమాణు కేంద్రకంచే అధికంగా ఆకర్షింపబడుతుంది. ఇదే విధంగా నీటి అణువులోని ఎలక్ట్రాన్ జంట, ఆక్సిజన్ పరమాణు కేంద్రకంచే ఎక్కువగా ఆకర్షింపబడుతుంది. దీని ఫలితంగా యీ అణువులలో బంధంలో పాల్గొన్న ఎలక్ట్రాన్ జంట బంధగత పరమాణు కేంద్రకాలను కలుపుతూ గీసిన రేఖ యొక్క మధ్యస్థ బిందువు వద్ద వుండే అవకాశం లేదు. HF అణువులో యీ జంట ఫ్లోరిన్ అధిక ఎలక్ట్రోనెగటివిటి విలువను కలిగి వుండడమే. దీని ఫలితంగా HF అణువు ఫ్లోరిన్ ఉన్న చివర పాక్షిక ఋణ విద్యుదావేశాన్ని (δ -), హైడ్రోజన్ వున్న చివర పాక్షిక ధన విద్యుదావేశాన్ని (δ +)

కలిగివుంటుంది. అంటే ఎలక్ట్రాన్ మేఘం ఫ్లోరిన్ కేంద్రకం వద్ద ఎక్కువ సాంద్రతతోనూ, హైడ్రోజన్ కేంద్రకం వద్ద తక్కువ సాంద్రతతోనూ వుంటుంది. విద్యుత్ ఆవేశం వితరణం అసౌష్ఠవత కలిగి వుంటుంది.

ఇలా రెండు విరుద్ధ విద్యుత్ ఆవేశాలు కలిగి వుండటంవలన HF అణువు విద్యుత్ ద్విధ్రువంగా పరిగణింపబడుతుంది. అణువు ద్విధ్రువ అణువు అని పిలవబడుతుంది. ఇదే విధంగా నీటి అణువులో ఆక్సిజన్ పరమాణువు పాక్షిక ఋణావేశం, హైడ్రోజన్ పరమాణువు పాక్షిక ధనావేశాలు కలిగి వుంటాయి. ఈ కారణంగా యీ అణువు (HF, H_2O) లలో సమయోజనీయ బంధం, కొంత అయానిక స్వభావం కలిగి వుంటుంది. కాబట్టి అయానిక స్వభావం కల్గిన సమయోజనీయ బంధం గల ద్విపరమాణుక అణువులు ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని కలిగి వుంటాయని చెప్ప వచ్చు. అయితే నీరువంటి బహుపరమాణుక అణువులలో



10.2 బంధంలో పాల్గొన్న ఎలక్ట్రాన్ జంటల మేఘం యొక్క అసమరీతి వితరణ

ద్విధ్రువ స్వభావం కేవలం సమయోజనీయ బంధాల స్వభావం మీదనే ఆధారపడదు, యిటువంటివి ద్విధ్రువ అణువులుగా వుంటాయని నిశ్చితంగా చెప్పడానికి వీలుపడదు. ఇటువంటి అణువులలో బంధాల ధ్రువణ స్వభావం (Polarity) ఒక్కటేకాక ఆ అణువుల సౌష్ఠవత కూడా (జ్యామితీయ ఆకృతి) వీటి ద్విధ్రువ స్వభావాన్ని కలుగజేయడంలో ముఖ్యమైన పాత్ర వహిస్తుంది. ఈ విషయం ఈ భాగం చివర వివరంగా చర్చించబడింది. పోలార్ బంధాలను కలిగివుండి, అణువు సౌష్ఠవత ద్వారా వాటి ప్రభావాన్ని రద్దు చెందనటువంటి అణువును, ధ్రువాణువు అనవచ్చు. ఉదాహరణకు HF, H_2O అణువులు యిటువంటి కోవకు చెందినవే. అయితే H_2, Cl_2 వంటి సౌష్ఠవం కల అధ్రువ అణువులు కూడా బలమైన విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావానికి గురి అయినప్పుడు, తాత్కాలికంగా తమ సౌష్ఠవతను కోల్పోయి ఆకృతిలో విరూపణ (deformation) పొంది తాత్కాలిక ధ్రువాణువులుగా వ్యవహరిస్తాయి. ఈ విధమైన ధ్రువణతను (Polarity) ప్రేరిత ధ్రువణ (induced polarity) అంటారు. ఈ ధర్మం ప్రదర్శించే అణువులను ప్రేరిత ద్విధ్రువాలు (induced dipoles) అంటారు. విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావాన్ని తొలగిస్తే యీ అణువులు తిరిగి అధ్రువ అణువులుగానే ప్రవరిస్తాయి.

10.3. ద్విధ్రువ భ్రామకం (Dipolemoment)

B R A O U

ఒక అణువు ధ్రువణతను (పరిమాణాన్ని) దాని ద్విధ్రువ భ్రామకంతో వ్యక్తం చేస్తారు. HF లేదా HCl వంటి ద్విపరమాణుక అణువులు ముందు వివరించినట్టుగా హైడ్రోజన్, హాలోజన్ పరమాణువుల వద్ద పాక్షిక వ్యతిరేక విద్యుత్ ఆవేశాలు కలిగి వుంటాయి. కనుక యీ అణువులను, ఒక దృఢమైన కడ్డీచే వేరుచేయబడిన రెండు వ్యతిరేక విద్యుదావేశాలుగా పరిగణించ వీలవుతుంది. విద్యుత్ ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని ఆవేశాలను వేరుపర్చు దూరం (d) ఆవేశ పరిమాణం (e) ల యొక్క లబ్ధంగా రాయవచ్చు. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని μ (మ్యూ) అనే సంకేతంతో సూచిస్తారు. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని గణిత పరంగా సమీకరణం (1) ద్వారా సూచించవచ్చు.

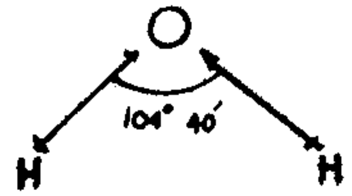
$$\text{(ద్విధ్రువ భ్రామకం);}\quad \mu = e \times d \quad \text{.........(1)}$$

e = విద్యుత్ ఆవేశం, d = ఆవేశాలను వేరుపర్చు దూరం. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని మీకు భౌతిక శాస్త్రంలో పరిచయమైన "బల భ్రామకం" తో సమానంగా పరిగణించవచ్చు. ద్విధ్రువ భ్రామకం ఒక సదిశ రాశి. ఈ కారణంగా దీని విలువను పరిమాణంతోను దిశతోను కూడా సూచిస్తారు. విద్యుత్ ఆవేశం పరిమాణాన్ని స్థిరవిద్యుత్ ప్రమాణాలతో (electrostatic units) వ్యక్తం చేస్తారు. ఆవేశం విలువ 10^{-10} e.s.u యూనిట్ల పరిమాణంలో వుంటుంది. ఆవేశాలను వేరుపరచే దూరాన్ని (బంధ దైర్ఘ్యం)

సెంటీమీటర్లలో కొలుస్తారు. ఈ దూరాల ప్రమాణ విలువ 10^{-8} సెం.మీ. లస్థాయిలో ఉంటుంది. ఆ విధంగా ద్విధ్రువ భ్రామకం ప్రమాణ విలువ $10^{-10} \times 10^{-8} = 10^{-18}$ స్థిర విద్యుత్ - సెం. మీ. (e.s.u.cm) లో ఉంటుంది. ఈ ప్రమాణ విలువను ఒక డిబై (Debye) అంటారు. ద్విధ్రువ భ్రామకాలని డిబై యూనిట్లలో కొలుస్తారు లేదా వ్యక్తం చేస్తారు.

$$\text{ఒక డిబై యూనిట్} = D = 10^{-8} \text{ esu. cm}$$

ద్విధ్రువ భ్రామకం సదిశరాశి. ఈ కారణంగా దీని పరిమాణమే కాక, దాని దిశను కూడా సూచించవలసి ఉంటుంది. ఉదాహరణకు HCl అణువులో హైడ్రోజన్ అంత్యము ధనావేశాన్ని, క్లోరిన్ అంత్యము ఋణావేశాన్ని కలిగివున్నాయి. దిశను ఒక బాణం గుర్తు ద్వారా సూచిస్తారు. ఈ గుర్తును ధనావేశాంత్యము నుండి ఋణావేశ అంత్యమును సూచించే విధంగా రాస్తారు. ఆ విధంగా HCl అణువును $H^+ \rightarrow Cl^-$ గా వ్యక్త పరుస్తారు. HCl అణువు ద్విధ్రువ అణువు అని, దానిలో పాక్షిక ధనావేశం హైడ్రోజన్ పరమాణువు వద్దను, పాక్షిక ఋణావేశం క్లోరిన్ పరమాణువు వద్దను ఉన్నాయని ఈ సంకేతం సూచిస్తుంది. ఇదే కారణంగా నీటి అణువును కింది విధంగా రాస్తారు. కొన్ని అణువుల బంధాల ద్విధ్రువ భ్రామకాలను పట్టిక 10.1 లో పొందుపర్చడం జరిగింది.



10.1. కొన్ని సరళ అణువుల, బంధాల ద్విధ్రువ భ్రామకాలు

అణువు / బంధం	ద్విధ్రువ భ్రామకం (D)
HF	1.9
HCl	1.03
HBr	0.78
HI	0.38
H_2O	1.84
SO_2	1.60
CO_2	0
NH_3	1.46
CH_4	0
CCl_4	0
O-H	1.6
N-H	1.3
C-H	1.4
C-Cl	1.5
C-Br	1.4
C-I	1.2
C=O	2.3
C-N	0.2

B R A O U

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని ఎలా వ్యక్తం చేస్తారు?

10.4. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని ప్రయోగం ద్వారా నిర్ణయించడం

ఒక పదార్థం యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని ఆ పదార్థం యొక్క బాష్పస్థితిలో కాని లేదా విలీన ద్రావణస్థితిలో గాని నిర్ణయిస్తారు. వీటిని గూర్చి యిప్పుడు క్లుప్తంగా తెలుసుకొందాం.

10.4.1. బాష్పస్థితిలో నిర్ణయించడం (భాష్ప – ఉష్ణోగ్రతా పద్ధతి)

ఒక పదార్థం యొక్క భాష్ప సాంద్రతను, డై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరంకా (Dielectric constant)న్ని, వివిధ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నిర్ణయించి, కొన్ని సమీకరణాలలో ఆ విలువలను ప్రతిక్షేపించి ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువలను లెక్కకట్టవచ్చును. పదార్థాన్ని సరియైన ఉష్ణోగ్రతకు వేడి చేయడం ద్వారా, ఆ పదార్థాన్ని బాష్పస్థితిలోకి మార్చవచ్చు. అయితే యీ హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద పదార్థం విఘటనం చెందినట్లయతే, ఆ పదార్థం ఉష్ణోగ్రతను అల్పపీడన పరిస్థితులలో హెచ్చిస్తారు. ఇటువంటి పరిస్థితులలో పదార్థం విఘటనం చెందకుండానే భాష్పస్థితిలోకి మారుతుంది. ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ఒక పదార్థపు అణువు యొక్క మొత్తం ధ్రువణం (Total polarization) P విలువను, ఆ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థ భాష్పం యొక్క సాంద్రత (ρ), డై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకం (D), అణుభారం (M) విలువలను సమీకరణం (2) లో ప్రతిక్షేపించి రాబట్టవచ్చు.

$$P = \frac{D-1}{D+2} \times \frac{M}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

పదార్థం మొత్తం ధ్రువణం (P), ఉష్ణోగ్రతకు విలోమ అనుపాతంలో వుంటుంది. యీ సంబంధాన్ని సూచించే సమీకరణాన్ని కిందివిధంగా రాయవచ్చు.

$$P = a + \frac{4}{3}\pi N \left[\frac{\mu^2}{(3k)}\right] X \frac{1}{T} = a + bx \frac{1}{T} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

వివిధ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద సమీకరణం (2) ద్వారా రాబట్టిన 'P' విలువలను $\frac{1}{T}$ విలువలను, గ్రాఫ్ మీద గుర్తించినట్లయితే సమీకరణం (3) ను అనుసరించి ఒక సరళరేఖా చిత్రం లభిస్తుంది. పై సమీకరణం (3) లో, a స్థిరాంకాన్ని, N అవగాడ్రో సంఖ్యను, k బోల్ట్‌జ్‌మన్ స్థిరాంకాన్ని, μ ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని b సరళరేఖ వాలును సూచిస్తాయి.

సరళ రేఖ యొక్క వాలు (slope) b ను రాబట్టి, దాని విలువ నుండి 'μ' విలువను

$$\text{వాలు విలువ (b)} = \frac{4}{3} \pi N \frac{\mu^2}{3k} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

కాబట్టి (b) విలువ నుంచి 'μ' విలువను లెక్కించవచ్చు.

10.4.2. విలీన ద్రావణం పద్ధతి

విఘటనం చెందకుండా వాటిని బాష్పస్థితికి సులభంగా మార్చడానికి వీలులేని పదార్థాల విషయంలో యీ 'విలీన ద్రావణం పద్ధతిని' ఉపయోగిస్తారు. ఈ పద్ధతిలో ప్రయోగం చేసే పదార్థాన్ని ఒక విధ్రువ ద్రావణంలో కరిగించి విలీన ద్రావణాన్ని తయారుచేస్తారు. తరువాత యీ ద్రావణం డై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకం

BRAOU

($D_{1,2}$), ద్రావణం సాంద్రత ($\rho_{1,2}$) లను నిర్ణయిస్తారు. ఇదేవిధంగా ద్రావణియొక్క డై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకం, (D_1) ద్రావణి సాంద్రత (ρ_1) నిర్ణయిస్తారు. ఈ ప్రయోగ ఫలితాలను సమీకరణాలు 5,6 లలో ప్రతిక్షేపించి ద్రావణి (P_1), ద్రావణం ($P_{1,2}$)యొక్క మోలార్ ధ్రువణ విలువలను లెక్కకడతారు.

$$P_1 = \frac{D_1-1}{D_1+2} X \frac{M_1}{\rho_1} \qquad \text{..............................(5)}$$

$$P_{1,2} = \frac{D_{1,2}-1}{D_{1,2}+2} \; x \; \frac{x_1M_1 + x_2M_2}{\rho_{1,2}} \qquad \text{.................(6)}$$

x_1, x_2 లు మోల్ విస్పృత్తులు, M_1, M_2 అఉ ద్రావణి ద్రావితాల అణుభారాలు. ప్రయోగ పదార్థం యొక్క మోలార్ ధ్రువణం విలువ (P_2)ను $P_{1,2}$, P_1 విలువల నుండి సమీకరణం (7) ద్వారా లెక్కకడతారు.

$$P_{1,2} = x_1p_1 + x_2p_2 \quad \text{.........(7)}$$

పైన చెప్పిన ప్రయోగాన్ని వివిధ గాఢతలు గల పదార్థ ద్రావణాలతో జరిపి, ప్రతీ గాఢతవద్ద ద్రావణం ధ్రువణ విలువను లెక్కిస్తారు. ఈ విలువల నుంచి ద్రావణంలో వివిధ మోల్ విస్పృత్తులవద్ద పదార్థం యొక్క మోలార్ ధ్రువణం (P_2) విలువలను లెక్కిస్తారు. ఈ విధంగా లభించిన P_2 విలువలను, x_2విలువలను ఆధారంగా చేసుకొని $X_2 = 0$ కు అనుబంధమైన P_2 విలువను రేఖాచిత్రం ద్వారా గణిస్తారు. ఈ విలువలను $x_2 = 0$ వద్ద P_2ను సమీకరణ (8)లో ప్రతిక్షేపించి ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువను (μ) ను లెక్కిస్తారు.

$$\mu = 0.0128 \sqrt{[P_2 - P_D]\; T} \quad \text{........................(8)}$$

T = ప్రయోగ ఉష్ణోగ్రత, P_D = విరూప ధ్రువణం. ఇది D -గీత(D-line) వద్ద నిర్ణయించిన పదార్థం మోలార్ వక్రీభవనానికి సుమారు సమానం.

10.5. ద్విధ్రువ భ్రామకం అనువర్తనాలు – అణు నిర్మాణ విశదీకరణ

ఒక అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం ఆ అణువు జ్యామితీయ ఆకృతిమీద, అణువులోని బంధాల స్వభావంమీద ఆధారపడి వుంటుంది. ఈ కారణంగా ప్రయోగం ద్వారా లభించిన ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువల ద్వారా అణు నిర్మాణాన్ని రాబట్టవచ్చు. అంతేకాక అణురెజోనెన్స్‌ను కూడా భ్రామకం విలువలద్వారా వూహించడానికి వీలవుతుంది. రెండు, మూడు, నాలుగు అంతకన్న ఎక్కువ పరమాణువులు గల అణువుల ఆకృతులను రాబట్టడంలో ద్విధ్రువ భ్రామకం వుపయోగాన్ని సంక్షిప్తంగా యీ విభాగంలో చర్చిద్దాం.

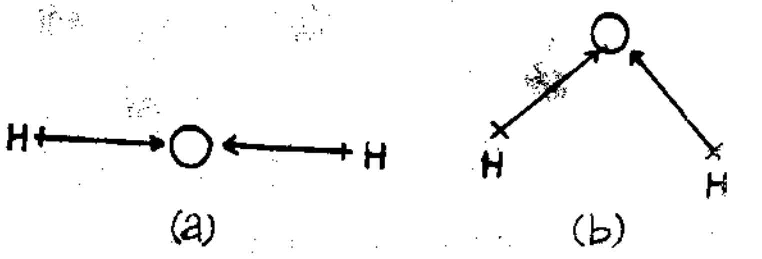
10.5.1 రెండు పరమాణువులు కల అణువులు (ద్విపరమాణుక అణువులు)

ద్వి పరమాణుక అణువు, దాని ఆకారంలో ఒక కడ్డీని పోలివుంటుంది. ఈ అణువు, ఏకజాతి పరమాణువుల ద్వారా ఏర్పడివుంటే (ఉదా :- H_2, Cl_2, N_2) దాని ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ సున్న అవుతుంది. ఈ కారణంగా ఒక ద్విపరమాణుక అణువు భ్రామకం సున్న అయిన సందర్భాలలో ఆ అణువు ఏకజాతి పరమాణువుల ద్వారా ఏర్పడిందని వూహించవచ్చు. అయితే విజాతి పరమాణువుల మధ్య ఏర్పడిన అణువు యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువల ఆధారంగా, ఆ అణువులోని సమయోజనీయ బంధం యొక్క అయానిక స్వభావాన్ని లెక్క కట్టడానికి వీలవుతుంది.

BRAOU

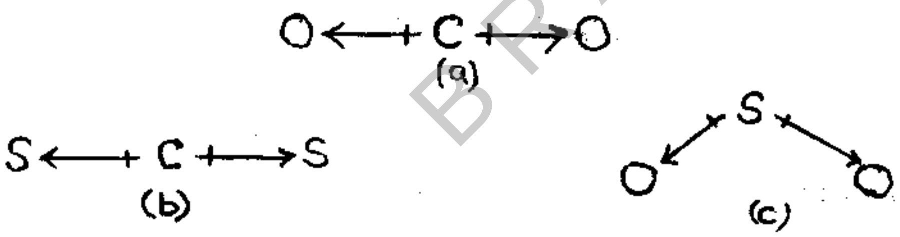
10.5.2. మూడు పరమాణువులు కల్గ అణువులు (త్రిపరమాణుక అణువులు)

త్రిపరమాణుక అణువులు ప్రధానంగా రెండు రకాల ఆకృతులను కలిగి ఉంటాయి. ఇవి రేఖీయ ఆకృతి లేదా కోణీయ ఆకృతి. ఉదాహరణకు నీటి అణువు (H_2O) కోణీయ ఆకృతిని కలిగివుంది. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ అణువు రేఖీయ ఆకృతిని కలిగివుంది. యీ విషయాన్ని కింది విధంగా రాబట్టవచ్చు. నీటి అణువు త్రిపరమాణుక అణువు కాబట్టి అది రేఖీయ ఆకృతిలో ఉండటానికి అవకాశం ఉంది.



పటము 10.3. నీటి అణువు ఆకృతులు (a) రేఖీయం (b) కోణీయం

నిర్మాణం (a) లో రెండు O-H బంధాలు సరళరేఖలో వున్నాయి. అయితే వాటి భ్రామకం దిశలు మాత్రం ఒకదానికి ఒకటి వ్యతిరేకంగా ఉన్నాయి. యీ కారణంగా రేఖీయ నిర్మాణంలో ఉన్న నీటి అణువు భ్రామకం విలువ సున్నకు సమానంకావాలి. అయితే నిజానికి నీటి అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ 1.84 D దీని ననుసరించి నీటి అణువు కోణీయ ఆకృతి కలిగి అని తెలుస్తుంది. ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువను నిర్దిష్ట సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించి నీటి అణువు బంధకోణం విలువ సుమారు 105^0 అని కనుగొన్నారు. CO_2 ద్విధ్రువ భ్రామకపు విలువ సున్న. దీనిని బట్టి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ అణువు రేఖీయమని స్పష్టమగుచున్నది. ఇంకోక ఉదాహరణ CS_2. ఇట్లే సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ రేఖీయ లేదా కోణీయ ఆకృతిలో ఉండటానికి అవకాశం కలదు.



10.4. (a) కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ (b) కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ (c) సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ అణువుల ఆకృతులు

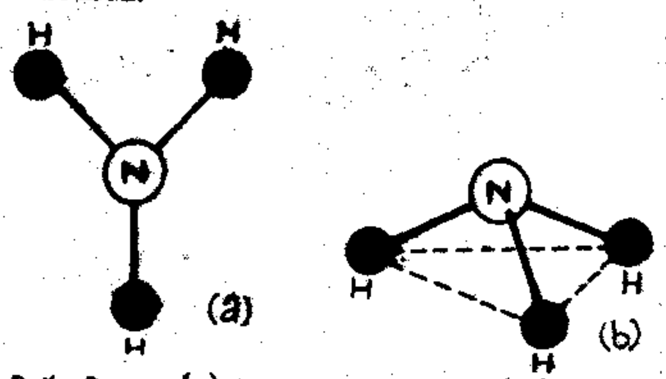
కాని సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్‌కు 1.6.D ద్విధ్రువ భ్రామకపు విలువ కలదు. దీనిని బట్టి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ కోణీయ ఆకృతి కలిగి ఉందని నిర్ధారణ అగుచున్నది.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : నీటి అణువులలో ద్విధ్రువ భ్రామకపు విలువ సున్న కాకపోవుటకు కారణమేమి?

B R A O U

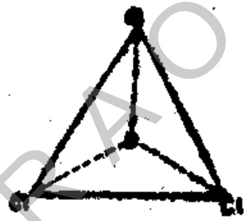
10.5.3. నాలుగు పరమాణువులు కల అణువుల (చతుః పరమాణుక అణువులు)

వీటిలో 4 పరమాణువులు రసాయన బంధంద్వారా బంధించబడి ఉంటాయి. అమోనియా (NH_3) అణువు దీనికి ఉదాహరణ. నాలుగు పరమాణువులుగల అణువు ప్రధానంగా సమతల త్రిభుజ నిర్మాణం లేదా సూచ్యాకార నిర్మాణం కలిగి ఉంటుంది.



పటము 10.5 అమోనియా నిర్మాణం (a) సమతల త్రిభుజ నిర్మాణం (b) సూచ్యాకార నిర్మాణం

అమోనియా అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ 1.4 D. ఈ అణువు సమతల త్రిభుజ నిర్మాణం కలిగివుండివుంటే, దాని ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ సున్న అయివుండాలి. ఎందుకంటే సమతల త్రిభుజాకార నిర్మాణంలో N-H బంధాల ద్విధ్రువ భ్రామకాలు ఒకదాని కొకటి రద్దుచేస్తాయి. అంటే ద్విధ్రువ భ్రామకాల సదిశ మొత్తం సున్న అవుతుంది. అయితే పైన చెప్పినట్లుగా అమోనియా అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ సున్న కాక 1.4 D విలువ కలిగి వుండటంచేత, అమోనియా సమతల త్రిభుజాకారంలో కాక సూచ్యాకారంలో వుందని తెలుస్తుంది. నాలుగు పరమాణువులు కలిగిన బోరాన్ ట్రైక్లోరైడ్ అనే యింకొక అణువు సున్న ద్విధ్రువ భ్రామకం కలిగి ఉంది. దీనిని బట్టి ఈ అణువు సమతల త్రిభుజాకారా నిర్మాణం కలిగి ఉందని ఊహించవచ్చు.

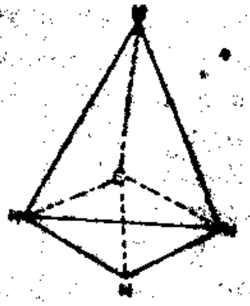


పటము 10.6. బోరాన్ ట్రైక్లోరైడ్ అణు ఆకృతి

B R A O U

10.5.4. ఎక్కువ పరమాణువులు గల అణువులు (బహు పరమాణుక అణువులు)

మిథేన్ (CH_4), క్లోరోఫారమ్ ($CHCl_3$), కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ (CCl_4) కొన్ని బహు పరమాణుక అణువులకు ఉదాహరణలు. ఈ అణువుల ద్విధ్రువ భ్రామకాల వరుసగా 0, 1.15, 0 విలువలు కలిగి ఉన్నాయి. కేంద్రం వద్ద కార్బన్ పరమాణువును కలిగి సౌష్టవ టెట్రాహెడ్రల్ నిర్మాణాన్ని యీ అణువులు కలిగి వున్నాయని వాని ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువల ద్వారా వూహించవచ్చు. మిథేన్ విషయంలో ప్రతి C - H బంధం 0.4 D ద్విధ్రువ భ్రామకం కలిగి ఉంది. మిథేన్ అణువు టెట్రాహెడ్రల్ నిర్మాణం కలిగి యీ బంధాల ద్విధ్రువ భ్రామకాల సదిశ మొత్తం సున్న అవుతుంది. దీనిని బట్టి అణువు టెట్రాహెడ్రల్ నిర్మాణం కలిగి వుందని తెలుస్తుంది. CCl_4 కు కూడా ఇదే కారణాల మూలంగానే ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ 'సున్న'గా వుంది అంటే CCl_4 (కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్) అణువు కూడా టెట్రాహెడ్రల్ ఆకారం కలిగి వుందని తెలుస్తుంది. మిథేను అణువులో మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు మూడు క్లోరీన్ అణువులతో ప్రతిక్షేపించబడితే క్లోరోఫారమ్ $CHCl_3$ అణువు ఏర్పడుతుంది. ఈ అణువులలో రెండు C-Cl బంధాలు వాటి వాటి ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువలను రద్దుచేస్తాయి. మిగిలిన రెండు బంధాలలో ఒకటి C-Cl బంధము, రెండవది C-H బంధము కావడంచేత వీటి ద్విధ్రువ భ్రామకాల ఒక దాన్ని నొకటి రద్దుచేసుకోవడానికి వీలుపడదు. ఈ కారణంగా $CHCl_3$ అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం 1.15 D విలువ కలిగివుంటుంది.



పటం 10.7 మిథేన్ అణువు ఆకృతి

10.5.8. ద్విప్రతిక్షిప్త (Di-Substituted) ఎరోమాటిక్ సమ్మేళనాలు

కర్బన సమ్మేళనాలలో వ్యక్తిగత బంధాల కంటె ప్రమేయ సమూహాలకే (Functional groups) ప్రాముఖ్యం ఎక్కువ. అందువేత సమూహాల ద్విధ్రువ భ్రామకాలు బంధాల భ్రామకాల విలువల కంటె ఎక్కువ ప్రాముఖ్యత కలిగి వుంటుంది. బెంజీన్ వలయము సమతలంగా వుందని దానిలోని C - H బంధాలకు ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ 'శూన్యం' అని భావించి ఎరోమాటిక్ కర్బన సమ్మేళనాల పైన [illegible] ప్రయోగాల ఆధారంగా [illegible] విలియమ్స్ కొన్ని ప్రధాన సమూహాలకు ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువలను నిర్ణయించినాడు. ఈ విలువలు కొన్ని కింద ఇవ్వబడ్డాయి.

ప్రమేయ సమూహం	NO_2	CN	OH	Cl	H	CH_3	NH_3
ద్విధ్రువ భ్రామకం (D)	-3.9	-3.8	-1.7	0		+0.4	+1.5

విలువలకు ముందు చూపించిన గుర్తు భ్రామకం పనిచేసే దిశను సూచిస్తుంది. ఈ దిశను బెంజీన్ వలయంగా పరంగా పరిగణిస్తారు. ఋణ గుర్తు సమూహం యొక్క ఋణ విద్యుదాత్మకను సూచిస్తుంది. ధన గుర్తు సమూహం కంటె బెంజీన్ అధిక ఋణ విద్యుదాత్మకత వుందని తెలియజేస్తుంది. ఉదాహరణకు నైట్రో సమూహం బెంజీన్ కంటె ఎక్కువ ఋణ విద్యుదాత్మకత కలిగి వుందని, మిథైల్ సమూహం కంటె బెంజీన్ ఎక్కువ ఋణ విద్యుదాత్మకత వుందని యీ సమూహం (నైట్రో, మిథైల్ సమూహాలు) ఋణ ధన గుర్తుల వరుసగా సూచిస్తాయి.

B RAO U

ప్రతిక్షేపిత ఎరోమాటిక్ సమ్మేళనాలలోని సమూహాల ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువలను దిశాత్మకంగా కూడడం ద్వారా సమ్మేళనం యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువను లెక్కించ వచ్చు. ఈ కూడికను సమీకరణం (9) ద్వారా లేదా రేఖా పటం సహాయంతో లెక్కకట్టవచ్చు.

$$\mu^2 = \mu_1{}^2 + \mu^2{}_2 + 2\mu_1\mu_2 \operatorname{Cos} \theta \quad \text{.................}(9)$$

μ = ఎరోమాటిక్ సమ్మేళనం ద్విధ్రువ భ్రామకం

μ_1, μ_2 = సమూహాల ద్విధ్రువ భ్రామకాలు

θ = సమూహాల మధ్య కోణం

బెంజీన్ వలయం సమతలంగా ఉండడం కారణంగా అందులోని ప్రతిక్షేపిత సమూహాల మధ్య కోణాన్ని సులువుగా వూహించవచ్చు. ఆర్థోసమూహాల మధ్య కోణం 60^0 మెటా సమూహాల మధ్య కోణం 120^0, పారా సమూహాల మధ్య 180^0 ఉంటుంది. ప్రతిక్షేపిక సమూహాల ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువలు, ఎరోమాటిక్ సమ్మేళనం ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ తెలిసినట్లయితే సమీకరణం (9) ద్వారా θ విలువలను లెక్క కట్టవచ్చు. యీ θ విలువను అనుసరించి సమ్మేళనం ఆర్థో సమ్మేళనమా, లేదా మెటా సమ్మేళనమా లేదా పారా సమ్మేళనమా తెలుసుకొనడానికి వీలౌవుతుంది. ఇదే విధంగా ప్రతిక్షేపిత సమ్మేళనం ఆర్థో లేదా పారా అనే విషయం తెలిసినట్లయితే దానిలోని సమూహాల భ్రామకాల విలువల నుంచి సమీకరణం (9) ద్వారా సమ్మేళనం ద్విధ్రువభ్రామకాల విలువను లెక్క కట్టవచ్చు. అయితే యిలా లెక్కించిన విలువకు ప్రయోగం ద్వారా రాబట్టిన విలువకు చాలా సందర్భాలలో ఎంతో తేడా కనిపించింది. ఈ భేధాన్ని అణువు సమతలత్వం కోల్పోవడం, లేదా అణువు రేజొనేన్స్ ద్విగ్విషయాన్ని ప్రదర్శించడం వంటి వాస్తవాలకు ఆపాదించవచ్చు.

ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువలు సిస్, ట్రాన్స్ సదృశకాలను గుర్తించడానికి వీలు కల్పిస్తాయి. ట్రాన్స్‌సదృశకంలో ప్రమేయ సమూహాలు ఒకదానికొకటి విరుద్ధ దశలో వుంటాయి. ఈ కారణంగా ట్రాన్స్ అణువు యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ దాదాపు సున్నగా వుంటుంది. ఈ అణువు కేంద్రసౌష్టవతను కలిగి వుంటుంది. సిస్ అణువులో యీ సమూహాల దిశలు వ్యతిరేకించవు. యీ కారణంగా ఆ అణువు ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ అధికంగా వుంటుంది. ఈ వాస్తవాలను అనుసరించి, ఒక సమ్మేళనం ట్రాన్స్ సమ్మేళనమా లేదా సిస్ సమ్మేళనమా, అనే విషయాన్ని ప్రయోగం ద్వారా నిర్ణయించిన దాని ద్విధ్రువ భ్రామకం విలువ ద్వారా నిర్ధారించ వీలవుతుంది. ఇదే పద్ధతిలో సిస్ ఆక్షైమ్, ఆంటి ఆక్షైమ్ లను గుర్తించడానికి వీలు వుంటుంది. సిస్ సమ్మేళనం అధిక భ్రామకాన్ని, ఆంటై సమ్మేళనం దాదాపు సున్న భ్రామకాన్ని కలిగి వుంటాయి.

ఈ విధంగా ద్విధ్రువ భ్రామకాల విలువల ఆధారంగా అణువుల నిర్మాణాలకు సంబంధించిన విషయాలను రాబట్టడానికి వీలవుతుంది.

10.6. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు తెలుసుకున్న విషయాలు ఇవి

1. బంధ పరమాణువులు రెండింటి మధ్య ఎలక్ట్రానుల సమముగా పంచుకొనబడిన ధ్రువ అణువు లేర్పడును.

2. బంధ ఎలక్ట్రానులు అసమానంగా పంచుకొనబడునప్పుడు ధ్రువాణువు లేర్పడును.

3. అణువులోని ధ్రువత్వాన్ని ద్విధ్రువ భ్రామకము తెలియజేయును. ఇది సదిశరాశుల మొత్తానికి సమానము.

4. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించడానికి (a) బాష్ప - ఉష్ణోగ్రతా పద్ధతి (b) విలీన ద్రావణం పద్ధతులను ఉపయోగింతురు.

5. అణు నిర్మాణ, నిర్ణయములో ద్విధ్రువ భ్రామకపు అనువర్తనాలు (a) ద్విపరమాణుక (b) త్రిపరమాణుక (c) చతుః పరమాణుక (d) బహు పరమాణుక అణువులు మరియు (e) ద్విప్రతిక్షిప్త ఆరోమాటిక్ సమ్మేళనాలు.

BRAOU

10.7. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి

1. ద్విప్రతిక్షేపిత బెంజీన్ ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని, దానిలోని సమూహాల భ్రామకాల విలువల నుంచి ఎలా లెక్కిస్తారు?

2. బాష్పం – ఉష్ణోగ్రతా పద్ధతి ద్వారా ద్విధ్రు భ్రామకాన్ని ఎలా నిర్ణయిస్తారు?

3. సిస్, ట్రాన్స్ సాదృశకాలను గుర్తించడానికి ద్విధ్రువ భ్రామకం ఏవిధంగా తోడ్పడుతుంది ?

II కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. ఒక పదార్థం యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని 'ద్రావణం' పద్ధతిలో ఎలా నిర్ణయిస్తారు?

2. బహుపరమాణుక అణువుల ఆకృతులను వివరించడంలో ద్విధ్రువ భ్రామకం యొక్క అనువర్తనాలను వివరించండి.

10.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని కింది సమీకరణములో వ్యక్తం చేతురు. $\mu = e \times d$

μ = ద్విధ్రువ భ్రామకము

e = విద్యుదావేశము

d = అణువులలోని రెండు ధ్రువ కేంద్రకాల మధ్య దూరము. ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని డి బై ప్రమాణాలలో తెలుపుదురు.

2. నీరు కోణీయ ఆకృతి కలిగిఉండుటచే OH బంధధ్రువణాలు రెండూ వేర్వేరు దిశలలో ఉండి μ విలువ సున్న కాదు. రేఖీయ ఆకృతి ఉన్నప్పుడే μ విలువ సున్న.

రచయిత : ఎస్.వి. అప్పారావు

అనువాదం : ఆర్. ఎల్. ఎన్. శాస్త్రి

B R A O U

భాగం 11 : అణు వర్ణపటాలు

విషయక్రమం

11.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
11.2 పరిచయం
11.3 విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం
11.4 మాలిక్యులర్ స్పెక్ట్రోస్కోపీ
11.5 అణువుల పరివర్తనాల రకాలు
11.5.1 స్థానాంతరణ చలనం
11.5.2 భ్రమణ చలనం
11.5.3 కంపన చలనం
11.5.4 ఎలక్ట్రానిక్ చలనం
11.6 సారాంశం
11.7 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
11.8 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

11.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

BRAOU

ఈ భాగంలో విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలోని వివిధ ప్రాంతాలను, తరంగదైర్ఘ్యాల పరంగాను వాని శక్తుల పరంగా వర్ణించాం. వివిధ అణువర్ణ పటాల రకాలను కూడ తెలియజేశాం.

మీరు భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత తెలుసుకొనే విషయాలు :

* విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం (వికిరణం) లో వివిధ ప్రాంతాలుంటాయి.

* ఆ ప్రాంతాలను, γ - కిరణాలు, X- కిరణాలు, అతినీల లోహిత కిరణాలు, దృశ్యకిరణాలు, పరారుణ కిరణాలు, మైక్రో తరంగాలు, రేడియోతరంగాలు అని వ్యవహరిస్తారు.

* ప్రతి ప్రాంతానికి చెందిన వికిరణం దానికి నిర్దిష్టమైన తరంగ దైర్ఘ్యం, శక్తి, కలిగి ఉంటుంది.

* అణువులు విద్యుదయస్కాంత వికిరణానికి గురి అయినప్పుడు అణువర్ణ పటాలను ప్రదర్శిస్తాయి. అణువర్ణపటాలను "పట్టీ" వర్ణపటాలు అని వ్యవహరిస్తారు. పరమాణువుల వర్ణపటాలను "గీత" ల వర్ణ పటాలని అంటారని మీకు తెలుసు కదా !

* అణు వర్ణపటాలను - భ్రమణ (మైక్రోవేవ్), భ్రమణ-కంపన (పరారుణ), ఎలక్ట్రానిక్ (అతినీల లోహిత-దృశ్య) వర్ణపటాలు - అని మూడు రకాలుగా స్థూలంగా వర్గీకరిస్తారు.

* పరమాణువుల శక్తి క్వాంటీకరణం చెందినట్లుగానే, అణువుల శక్తి కూడా క్వాంటీ కరణం చెందుతుంది.

* అణుశక్తి స్థాయిలను - ఎలక్ట్రానిక్, కంపన, భ్రమణ శక్తి స్థాయిలుగా విభజించవచ్చు.

* అణువులో ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలు, కంపన పరవర్తనలు, భ్రమణ పరివర్తనలకు అవసరమైన శక్తి పరిమాణం వరుసగా 5.0, 0.1, 0.005 eV గా ఉంటుంది.

11.2. పరిచయం

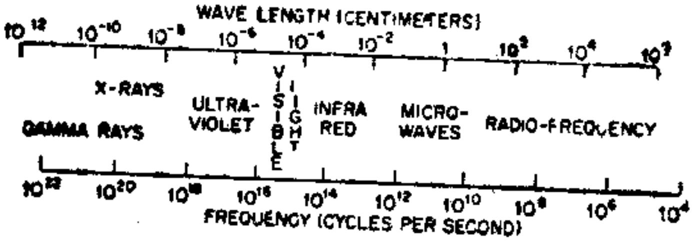
పరమాణువులలో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఒక కక్ష్య నుండి మరొక కక్ష్యకు పరివర్తనం చెందినపుడు కక్ష్యల బేధాన్ని అనుసరించి శక్తి గ్రహించబడుతుంది లేదా ఉద్గారించబడుతుంది. క్వాంటం సిద్ధాంతం (భాగం-3 చూడండి) లో ఈ విషయం అతి ముఖ్యమైనది. అదే విధంగా అణువులలో కూడా ఎలక్ట్రానిక్, భ్రమణ, కంపన పరివర్తనల మూలంగా శక్తి గ్రహించబడవచ్చు లేదా వెలువడవచ్చు. ఈ విషయాన్ని ప్రయోగం ద్వారా నిరూపించవచ్చు. విద్యుదయస్కాంత వికిరణాల శక్తులను వాటి పౌనఃపున్యాల ఆధారంగా లెక్కించ వచ్చు.

అణువులు లేదా పరమాణువులు కూడా కొన్ని నిర్దిష్ట పౌనఃపున్యాలు గల శక్తిని మాత్రమే గ్రహిస్తాయి. (రాబోయే భాగాలలో ఈ విషయాన్ని గ్రహిస్తారు) విద్యుదయస్కాంత వికిరణాల తాకిడికి గురయితే అణువులు కూడా వాని స్వభావసిద్ధ నిర్మాణాలకు అనుగుణంగా శక్తిని వాటి అభిలాక్షణిక పౌనః పున్యాల వద్ద గ్రహిస్తాయి. ఇదే విధంగా ఉత్తేజిత అణువులు అభిలాక్షణిక పౌనఃపున్యాల వద్ద ఉద్గారిస్తాయి.

11.3. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం భిన్నమైన శక్తుల సముదాయం. శక్తి రూపాలలో దృశ్య కాంతి ఒకటి. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో దృశ్యకాంతి ఒక భాగం. విద్యుదయస్కాంత వికిరణానికి తరంగ స్వభావ ముంటుంది. ఏ వికిరణాన్నైనా దాని పౌనఃపున్యం, తరంగ దైర్ఘ్యం, శక్తితో వర్ణిస్తారు. డోలనం చెందు విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాల సముదాయమే ఈ విద్యుదయస్కాంత వికిరణం (వర్ణపటం). దీని వేగం శూన్యంలో 3×10^{10} సెం.మీ./సె. ఈ వర్ణపటంలోని ఒక ప్రాంతం నుండి మరో ప్రాంతానికి దాని తరంగ దైర్ఘ్యం, పౌనః పున్యం మారుతుంది. వికిరణ వేగం (C), తరంగ దైర్ఘ్యం (λ) పౌనః పున్యం (υ) ల మధ్య సంబంధాన్ని ($C=\lambda\upsilon$), సమీకరణం ద్వారా వ్యక్తం చేయవచ్చు. λ ను ఆంగ్‌స్ట్రామ్ యూనిట్లు (A^0) లోనూ, పౌనఃపున్యం (υ) ను sec^{-1} లలోనూ కొలుస్తారు.

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటాన్ని రేడియో తరంగాలు (Radio waves), మైక్రో తరంగాలు (Micro waves), పరారుణ కిరణాలు (Infrared rays), దృశ్య కిరణాలు (Visible rays), అతినీలలోహిత కిరణాలు (Ultraviolet rays), X- కిరణాలు, γ- కిరణాల ప్రాంతాలుగా వాని అభిలక్షణిక శక్తిని, పౌనఃపున్యం, యితర ధర్మాలను ఆధారంగా విభజిస్తారు. ప్రతి ప్రాంతానికి నిర్దిష్టమైన పౌనః పున్యం (అలాగే తరంగ దైర్ఘ్యం) ఉంటుంది. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటాన్ని పటం 11.1 లో చూపడమైనది.



పటం 11.1 విద్యుదయస్కాంత వర్ణ పటం

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలోని వివిధ ప్రాంతాలను తెలియజేయుము

BRAOU

11.4. మాలిక్యులర్ స్పెక్ట్రోస్కోపీ (అణు వర్ణపట అధ్యయన శాస్త్రం)

విద్యుదయస్కాంత వికిరణాన్ని అణువులు శోషణం చేసుకోవచ్చు లేదా ఉద్గారించవచ్చు. ఇలా శోషణం చెందిన లేదా ఉద్గారం చెందిన వికిరణాల అధ్యయనాన్ని మాలిక్యులర్ స్పెక్ట్రోస్కోపీ (అణువర్ణపట అధ్యయనం) అంటారు. ఒక పదార్థాన్ని విద్యుదయస్కాంత వికిరణం తాకిడికి గురిచేసినపుడు, వికిరణంలో కొన్ని పౌనఃపున్యాలు గల భాగం శోషించ బడుతుంది. కొంత భాగం ప్రసారించ (transmit) బడుతుంది. మరికొంత భాగం పరిక్షేపణ (scatter) చెందుతుంది, గ్రహించబడిన వికిరణ తీవ్రత - పౌనఃపున్యాలు, పదార్థం గాఢత, రసాయన స్వభావం, నిర్మాణంపై ఆధారపడి వుంటాయి. కాబట్టి పదార్థంచే శోషించబడిన వికిరణం తీవ్రత, పౌనఃపున్యాల నుండి అణు నిర్మాణానికి సంబంధించిన విషయాలను రాబట్టవచ్చు. ఈ రకమైన పరిశీలనలను శోషణ వర్ణపట అధ్యయనం (Absorption Spectral Study) అంటారు. ఒక పదార్థాన్ని వికిరణ మూల స్థానానికి (Source of radiation), వర్ణపటమాపకం (Spectrometer) (సమ్మేళనాల మీద విద్యుదయస్కాంత వికిరణ ప్రభావాన్ని తెలియజేసే పరికరాన్ని వర్ణపట మాపకం అంటారు) మధ్య పదార్థాన్ని ఉంచి వివిధ పౌనఃపున్యాలు గల విద్యుదయస్కాంత వికిరణానికి గురిచేసి శోషణ వర్ణపటాన్ని రాబట్టవచ్చు. ఈ ప్రయోగాలలో పౌనఃపున్యం (లేదా తరంగ దైర్ఘ్యం) ను ఒక అక్షం (X - అక్షం) మీదను, శోషణ చెందిన వికిరణ ప్రసరణ శాతాన్ని రెండవ అక్షం (Y- అక్షం) మీద గుర్తించినప్పుడు లభించే వక్రాన్ని శోషణ వర్ణపటం (Absorption Spectrum) అంటారు. 100% ప్రసార శాతం రీడింగు అంటే పదార్థం వికిరణాన్ని అసలు శోషణం చేసుకోలేదన్న మాట. అణువులు 'పట్టీ' వర్ణ పటాన్ని (Band Spectra), పరమాణువులు రేఖా వర్ణ పటాన్ని (Line Spectra) ఇస్తాయి. పట్టీ వర్ణపటాన్ని జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే అందులోని ప్రతి పట్టీ (band) అనేకమైన దగ్గరగానున్న రేఖల సముదాయం అని తెలుస్తుంది. పరమాణువులో వివిధ శక్తి స్థాయిలున్నట్లే అణువులో కూడా చాలా శక్తి స్థాయిలుంటాయి. అణువు అతి తక్కువ స్థాయిలో నున్నప్పుడు అది భూస్థాయి (ground state) లోనున్నదని వ్యవహరిస్తారు. పదార్థాన్ని విద్యు దయస్కాంత వికిరణం తాకిడికి గురి చేసినప్పుడు దాని అణువు తన నిర్మాణం, రసాయన స్వభావం అనుసరించి వికిరణంలోని కొన్ని ప్రాంతాలను శోషిస్తుంది. ఈ శక్తి శోషణ వల్ల పదార్థంలోని అణువులు పై శక్తిస్థాయిల లోనికి పరివర్తనం చెందుతాయి. ఆ పరిస్థితులలో అణువుల ఉద్రిక్తస్థితి (Excited state) లో ఉన్నాయని చెబుతారు. ఈ ఉద్రిక్త స్థితిలో నున్న అణువుల ఎంతోకాలం ఆ స్థితిలో ఉండలేవు. భూస్థితికి వచ్చే ప్రయత్నంలో శోషించ బడిన శక్తిని (లేదా వికిరణాన్ని) అభిలాక్షణిక పౌనఃపున్యంలో ఉద్గారిస్తాయి. అణువులు శోషించుకొనే లేదా ఉద్గారించే వికిరణ పౌనఃపున్యం (లేదా తరంగ దైర్ఘ్యం) అణువుల స్వభావం గురించి విపులంగా తెలుపుతుంది. అణువులోని శక్తిస్థాయిలు వాటి పరివర్తనాలు (Transitions) అణు నిర్మాణం గురించి తెలియజేస్తాయి. కాబట్టి అణువులోని వివిధ శక్తి పరివర్తనల గురించి తెలుసుకోవడం ఎంతైనా అవసరం.

B R A O U

11.5. అణువుల పరివర్తనాల రకాలు

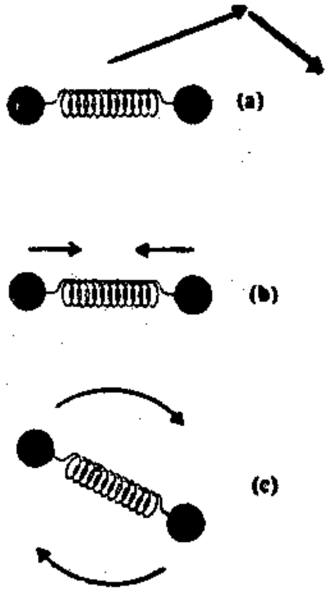
అణువులో శక్తి దానిలోని పరమాణువుల వివిధ రకాల చలనాలను అనుసరించి ఉంటుంది. పరమాణువులో 'పరమాణువు ఆర్బిటాళ్ళు' వుండినట్లుగానే అణువులలో అణు ఆర్బిటాళ్ళు ఉంటాయి. ఈ అణు ఆర్బిటాళ్ళలో నున్న ఎలక్ట్రానులు నిర్దిష్ట శక్తిని కలిగియుంటాయి. ఎలాక్ట్రాన్‌లతో నింపబడి ఉన్న ఆర్బిటాళ్ళ శక్తిని అనుసరించి అణువు శక్తి ఉంటుంది. అణువులోని స్థానాంతరణ చలనం, భ్రమణానికి సంబంధించిన చలనం, కంపనానికి సంబంధించిన చలనంగా పేర్కొంటారు. ఈ చలనాలను అనుసరించి అణువు శక్తి యుంటుంది. ద్రవ్యం అణువుల సముదాయం. అణువు ద్రవ్యం ధర్మాలకు ప్రతీక. రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ పరమాణువులు రసాయన బంధంతో అణువు ఏర్పడుతుంది.

11.5.1. స్థానంతరణ చలనం (Translational Motion)

ఒక కణం వలె అణువు కూడా ప్రాదేశికంగా (Spatital) చలించగలదు. దీనినే స్థానాంతరణ చలనం అంటారు. ఒకదానికొకటి లంబంగా నున్న మూడు దిశలలో కూడ (X,Y,Z అక్షాలు) అణువు చలించగలదు. కావున స్థానాంతరణ చలనానికి మూడు స్వాతంత్ర్య పరిమితులు (Degrees of freedom) ఉంటాయి.

11.5.2. భ్రమణ చలనం (Rotational Motion)

రేఖీయంగాలేని అణువు దాని గరిమనాభి గుండా పోయే పరస్పర లంబదిశలలో ఉన్న మూడు అక్షాల (X,Y,Z) చుట్టూ భ్రమణం చెందడానికి వీలవుతుంది. కాబట్టి ఆ రేఖీయ అణువుకు మూడా స్వాతంత్ర్య పరిమితులు ఉంటాయి. రేఖీయ అణువుకు మాత్రం రెండు స్వాతంత్ర్య పరిమితులు మాత్రమే ఉంటాయి. ఎందుకంటే రేఖీయ అణువుకు దాని అక్షం మీద భ్రమణం సాధ్యంకాదు.



పటం 11.2. అణువులో వివిధ పరివర్తనల శక్తి స్థాయిలు
(a)స్థానంతర చలనం (b) కంపన చలనం (c) భ్రమణ చలనం

11.5.3. కంపన చలనం (Vibrational Motion)

అణువులోని పరమాణువులు రసాయన బంధాలతో బంధింపబడి ఉంటాయి కదా ! ఈ బంధాలు సాగ (stretch) గలవు, లేదా కుదించ (contract) బడగలవు. అలాగే వంగ (bend) గలవు. ఈ రకమైన చలనం వల్ల అణువులోని పరమాణువులు పరస్పరం సన్నిహితమవుతూ దూరమవుతూ ఉంటాయి. ఈ చలనాలను కంపన చలనాలు అంటారు. రేఖీయ అణువుకు 3n - 5 అరేఖీయ అణువుకు 3n - 6 స్వాతంత్ర్య పరిమితులుంటాయి. దీనిలో 'n' అణువులోని పరమాణువుల సంఖ్యను సూచిస్తుంది.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : ఆరు పరమాణువులు గల అరేఖీయ అణువుకు గల స్వాతంత్ర్య పరిమితు లెన్ని?

11.5.4. ఎలక్ట్రానిక్ చలనం (Electronic Motion)

అణువులో (పరమాణువులో వలె) ఎలక్ట్రాన్‌లు వివిధ ఆర్బిటాళ్ళలో నిశ్చితమైన శక్తులతో ఉంటాయి. ఈ ఆర్బిటాల్‌ను 'అణు ఆర్బిటాల్' (Molecular orbital) అంటారు అని మీకు తెలుసు. శక్తిని గ్రహించడం లేదా ఉద్గారించడం ద్వారా ఎలక్ట్రాన్‌లు ఒక ఆర్బిటాల్ నుండి మరో ఆర్బిటాల్‌లోనికి పరివర్తనం చెందుతాయి. ఈ పరివర్తనలను 'ఎలక్ట్రాన్ పరివర్తనలు' అని వ్యవహరిస్తారు.

అణువు అది గ్రహించిన శక్తి విలువను అనుసరించి పైన చెప్పిన పరివర్తనలలో కొన్నిటిని లేదా అన్ని పరివర్తనలను పొందగలదు. శోషణ వర్ణపటంలో యీ పరవర్తనల ఆధారంగా ఒక రేఖగాని లేదా దగ్గరగా వున్న రేఖల సముదాయంగా (పట్టి) గాని కనబడుతుంది. అణువర్ణపటాలను ఆయా పరివర్తనలను బట్టి 'ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటం' (Electronic spectrum) (అతినీలలోహిత – దృశ్య వర్ణపటం Ultra violet - Visible spectrum), కంపన భ్రమణ వర్ణపటం (పరారుణ వర్ణపటం infrared spectrum), భ్రమణ వర్ణపటం (మైక్రోవేవ్ వర్ణపటం Microwave spectrum) గా వర్గీకరిస్తారు.

B R A O U

11.6. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివి అర్థం చేసుకున్న విషయాలు

i) విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటము - అందులోని వివిధ ప్రాంతాలు
ii) అణువు గ్రహించిన శక్తి విలువను అనుసరించి కలుగు అణు పరివర్తనలను శోషణ వర్ణపటంలో పరిశీలించి అణు నిర్మాణ నిర్ణయము
iii) అణువు యొక్క శక్తి స్థాయిపై ఆధారపడి అందులోని శక్తిస్థాయి పరివర్తనాలు
iv) మొత్తం అణువులోని శక్తిని వాటి స్థానాంతరణ చలనం, భ్రమణ చలనం, కంపన చలనం మరియు ఎలక్ట్రానిక్ చలన పరివర్తనాలుగా గుర్తించుట.

11.7. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I క్రింది వానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి

1. పరమాణు వర్ణపటానికి, అణు వర్ణ పటానికి భేదం తెలపండి ?

2. శోషణ వర్ణ పటం, ఉద్గార వర్ణ పటం అంటే ఏమిటి ?

3. వర్ణ పటాన్ని ఎలా వ్యక్తం చేస్తారు ?

II క్రింది వానికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి

1. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటాన్ని వర్ణించండి. అందులోని ముఖ్యమైన ప్రాంతాల శక్తులను లెక్కగట్టండి.

2. వివిధ రకాల అణు పరివర్తనాలను సోదాహరణంగా తెలపండి. ఎన్ని రకాల కంపన పరివర్తనాలు వున్నాయి ?

3. అణువు శోషించుకొనే వికిరణాల ఆధారంగా వర్ణపటాలను వర్గీకరించండి.

11.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలోని. వివిధ ప్రాంతాలు.

a) γ-కిరణాలు (b) x- కిరణాలు (c) అతినీలలోహిత కిరణాలు (d) దృశ్య కిరణాలు (e) పరారుణ కిరణాలు (f) మైక్రోతరంగాలు (g) రేడియో తరంగాలు । ప్రతి ప్రాంతానికి నిర్దిష్ట మైన తరంగ దైర్ఘ్యం, పౌనఃపున్యం ఉంటుంది.

2. ఆరు పరమాణువులు గల అరేఖీయ అణువుకు 3n - 6 స్వాతంత్ర్య పరిమితులుంటాయి. ఇందులో

$n = 6 \therefore 3 \times 6 - 6 = 12$

రచయిత । ఎస్. వి. అప్పారావు
అనువాదం । వి. సంతోష్ రెడ్డి

BRAOU

భాగం – 12 : అణువర్ణపటాల సామాన్య అనువర్తనాలు (గుణాత్మకం)

విషయక్రమం

12.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
12.2. పరిచయం
12.3. భ్రమణ వర్ణపటాలు
    12.3.1. సిద్ధాంతాత్మక సూత్రాలు
    12.3.2. అనువర్తనాలు
    12.3.3. సూక్ష్మ తరంగ వర్ణపట శాస్త్రం అవధులు
12.4. కంపన – భ్రమణ వర్ణపటాలు
    12.4.1. ఉపయోగాలు
    12.4.2. కర్బన వర్ణపటాలు ఏర్పడటం
    12.4.3. ఒక అణువులోని కంపనాలు
    12.4.4. మౌలిక కంపనాల సంఖ్య
12.5. అనువర్తనాలు
    12.5.1. బలస్థిరాంకం లెక్కగట్టడం
    12.5.2. ఒక అణువు ఆకారాన్ని నిగమనం చేయడం
    12.5.3. కర్బన అణువుల్లో ప్రమేయ వర్గాలను గుర్తించడం
12.6. ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటాలు
    12.6.1. ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనాల రకాలు
    12.6.2. అనువర్తనాలు
    12.6.3. సామాన్య నిర్ధారణలు
12.7. సారాంశం
12.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
12.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

12.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

అణునిర్మాణాన్ని విశదీకరించడంలో అణు వర్ణపటాల అనువర్తనాలను మీకు వివరించడమే ఈ భాగం ఉద్దేశ్యం. ఈ భాగంను పూర్తిగా చదివిన తరువాత మీరు అర్థం చేసుకొనే ముఖ్య విషయాలు.

- అణువు నిర్మాణ లక్షణాలను తెలుసుకొనడానికి శోషణ వర్ణపట శాస్త్రం ఒక ఉపయుక్తమైన సాధనం.
- కర్బన అణువులలో బంధదైర్ఘ్యాలు, బంధబలాలు, ప్రమేయ సమూహాలను గురించి భ్రమణ, కంపన-భ్రమణ, ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటాలు సమాచారం సమకూరుస్తాయి.
- ధ్రువ అణువులు మాత్రమే భ్రమణ వర్ణపటాలను ప్రదర్శిస్తాయి. ఈ వర్ణపటాలను మైక్రోతరంగ వర్ణపటాలు (Microwave spectra) అంటారు. ఈ అణువులలో భ్రమణ మార్పులు జరుగుతాయి.
- అణువు సూక్ష్మతరంగ వికిరణాన్ని శోషించినప్పుడు భ్రమణ క్వాంటమ్ సంఖ్య (J) విలువ ఒక ప్రమాణం మారుతుంది ($\Delta J = \pm 1$).
- డోలనం చెందుతున్న ద్విధ్రువ భ్రామకాలు కల అణువులు కంపన – భ్రమణ వర్ణపటాలను ప్రదర్శిస్తాయి. ఈ వర్ణ పటాలను పరారుణ వర్ణపటాలు (Infrared spectra) అంటారు. వీటి అణువుల్లో కంపన, భ్రమణ మార్పులు జరుగుతాయి.

B R A O U

- అణువు పరారుణ వికిరణాన్ని శోషించినప్పుడు కంపన క్వాంటమ్ సంఖ్య (V) ఒక ప్రమాణం మారుతుంది. ($\Delta V = \pm 1$)
- అభిలక్షణమైన పౌనఃపున్యాలను వినియోగించడం ద్వారా ప్రమేయ సమూహాలను, కర్బన అణువుల నిర్మాణ లక్షణాలను గుర్తించడానికి పరారుణ వర్ణపట శాస్త్రం తోడ్పడుతుంది.
- అణువులలోని ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనల వల్ల ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటాలు (electronic spectra) లభిస్తాయి. ఈ వర్ణపటాలను అతినీలలోహిత - దృశ్యవర్ణ పటాలు (ultraviolet-visible spectra) అని కూడా అంటారు.
- అతినీలలోహిత-దృశ్య శోషణలలో జరిగే ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలు ఇవి:

  $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$, $n \rightarrow \pi^*$
- ఈ పరివర్తనాలతో కూడిఉన్న శక్తులు ఈ క్రమంలో ఉంటాయి.

  $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $< n \rightarrow \sigma^*$ $= \pi \rightarrow \pi^*$, $< n \rightarrow \pi^*$

12.2. పరిచయం

అణునిర్మాణాన్ని విశదీకరించడానికి అనేక భౌతిక విధానాలు అందుబాటులో ఉన్నాయి. సాధారణ వర్ణపట శాస్త్రం, ప్రత్యేకించి శోషణ వర్ణపట శాస్త్రం, అటువంటి భౌతిక విధానాలలో ఒకటి. నిర్మాణాన్ని నిర్ణయించడానికి దీనిని విస్తారంగా ఉపయోగిస్తారు. "అణునిర్మాణం" అనేది చాలా సంక్లిష్టమైన పదం. ఇది అణువులకు సంబంధించిన అనేక అంశాలకు (గుణాత్మక, పరిమాణాత్మక) వర్తిస్తుంది. అయితే ఈ భాగంలో 'అణునిర్మాణం' అనే పదాన్ని చాలా పరిమితార్థంలో వాడడం జరిగింది. కర్బన అణువులలోని ప్రమేయ సమూహాల రసాయన స్వభావమే కాకుండా సరళ సమయోజనీయ అణువుల బంధ దైర్ఘ్యాలు, బంధబలాలు, బంధకోణాలు నిర్ణయించడానికి ఉద్దేశింపబడింది. ఇక్కడ చర్చించిన వర్ణపటాలు భ్రమణ (మైక్రో తరంగ), కంపన - భ్రమణ (పరారుణ), ఎలక్ట్రానిక్ (అతినీలలోహిత-దృశ్య) వర్ణపటాలు, వీటిలో గణిత విశ్లేషణను ఉద్దేశ్య పూర్వకంగా సరళం చేయడంగాని, పూర్తిగా వదిలిపెట్టడంగాని జరిగింది.

12.3. భ్రమణ వర్ణపటాలు (మైక్రో తరంగ వర్ణపటాలు)

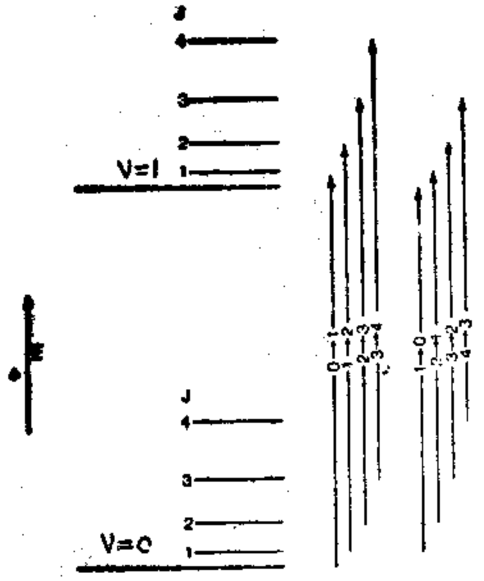
12.3.1. సిద్ధాంతాత్మక సూత్రాలు

విద్యుదయస్కాంత వికిరణానికి బహిర్గతం చేసిన అణువు - అది ధృవ అణువు అయితే - వర్ణపటంలోని మైక్రోతరంగ ప్రాంతాన్ని శోషిస్తుంది. శాశ్వత ద్విధృవ భ్రామకమున్న HCl, HBr వంటి అణువులు విద్యుదయస్కాంత వికిరణంతో బాటు ఉండే, డోలనం చెందే విద్యుత్ క్షేత్రాలతో పరస్పర చర్య జరుపుతుంది. ఇది మైక్రోతరంగ వర్ణపటాన్ని (భ్రమణ వర్ణపటాన్ని) ప్రదర్శిస్తుంది. H_2, N_2 , CO_2 వంటి అధృవ అణువులు మైక్రోతరంగ వికిరణాన్ని శోషించవు. కాబట్టి భ్రమణ వర్ణపటాన్ని నమోదు చేయడం సాధ్యం కాదు. మైక్రోతరంగ వికిరణాన్ని శోషించే ధృవ అణువుల భ్రమణ మార్పులు చెందుతాయి. అయితే ఇవి $\Delta J = \pm 1$ (ఇక్కడ భ్రమణ క్వాంటమ్ సంఖ్య) అనే నియమానికి కట్టుబడి ఉంటాయి. మైక్రోతరంగ విద్యుదయస్కాంత ప్రాంతంలోని వికిరణాన్ని ఒక ధృవాణువు శోషించినప్పుడు, $J = 0$ నుంచి $J = 1$ వరకు, $J = 1$ నుంచి $J = 2$ వరకు, $J = 2$ నుంచి $J = 3$ వరకు $J = 3$ నుంచి $J = 4$ మొదలైన పరివర్తనాలు సాధ్యమవుతాయని దీనిని బట్టి తెలుస్తుంది. పటం 12.1. లో పరివర్తనాలను చూపడం జరిగింది. ఈ పరిస్థితిని సెలక్షన్ నిబంధన (Selection rules)ల కింద వర్గీకరించడం జరిగింది.

వాయుస్థితిలో ఉన్న ద్విపరమాణుక అణువులోని కేంద్రకాలను కలిపే రేఖకు లంబంగా ఉన్న అక్షం చుట్టూ ఉండే భ్రమణ శక్తి Er సమీకరణం (1)లో లభిస్తుంది.

$$Er = \frac{h^2 J (J+1)}{8\pi^2 I} \qquad (1)$$

B R A O U



పటం 12.1. ద్విపరమాణు అణువులో సాధ్యమయిన భ్రమణ పరివర్తనాలు

ఇందులో అణువు భ్రమణాక్షం చుట్టూ ఉండే జడత్వ భ్రామకాన్ని I సూచిస్తుంది. భ్రమణ క్వాంటమ్ సంఖ్య J = 1,2,3 మొ॥ పూర్ణ సంఖ్య గాని, సున్న గాని కావచ్చు. h = ప్లాంక్ స్థిరాంకం.

అణువు నిమ్న భ్రమణ క్వాంటమ్ స్థితి (J') నుండి ఊర్ధ్వ భ్రమణ క్వాంటం స్థితికి (J") పరివర్తనం చెందడంలో శోషించే శక్తి (ΔE) rot సమీకరణం (2)లో వస్తుంది.

$$E_{J''} - E_{J'} = \frac{h^2}{8\pi^2 I} [J''(J''+1) - J'(J'+1)] \qquad (2)$$

ఇందులో J" = ఊర్ధ్వ భ్రమణ క్వాంటం సంఖ్య.
J' = నిమ్న భ్రమణ క్వాంటం సంఖ్య.

కాబట్టి $J_0 \rightarrow_1$, $J_1 \rightarrow_2$, $J_2 \rightarrow_3$, $J_3 \rightarrow_4$ పరివర్తనాలలో శోషించే శక్తి, సమీకరణాలు 3, 4, 5 నుంచి వరుసగా వస్తుంది.

$$J_0 \rightarrow_1 \quad E_1 - E_0 = \frac{h^2}{8\pi^2 I} [1(1+1) - 0(0+1)] \qquad (3)$$

$$= \frac{h^2}{8\pi^2 I} \times 2$$

$$J_1 \rightarrow_2 \quad E_2 - E_1 = \frac{h^2}{8\pi^2 I} [2(2+1) - 1(1+1)] \qquad (4)$$

$$= \frac{h^2}{8\pi^2 I} \times 4$$

$$J_2 \rightarrow_3 \quad E_3 - E_2 = \frac{h^2}{8\pi^2 I} [3(3+1) - 2(2+1)] \qquad (5)$$

$$= \frac{h^2}{8\pi^2 I} \times 6$$

B R A O U

క్వాంటం సిద్ధాంతం ప్రకారం $E_{J'} - E_{J} = \Delta E = hc\vartheta$ (6)
(భాగం - 3 చూడండి). కాబట్టి సమీకరణలు 3,4,5 ను ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$hc\vartheta_1 = \frac{h^2}{8\pi^2 I} \times 2 \quad \text{లేదా} \quad \vartheta_1 = \frac{h}{8\pi^2 Ic} \times 2 \qquad (7)$$

$$hc\vartheta_2 = \frac{h^2}{8\pi^2 I} \times 4 \quad \text{లేదా} \quad \vartheta_2 = \frac{h}{8\pi^2 Ic} \times 4 \qquad (8)$$

$$hc\vartheta_3 = \frac{h^2}{8\pi^2 I} \times 6 \quad \text{లేదా} \quad \vartheta_3 = \frac{h}{8\pi^2 Ic} \times 6 \qquad (9)$$

ఇక్కడ c = కాంతి వేగం; $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$ లు తరంగ సంఖ్యలు. సమీకరణాలు 7,8,9 ని సాధారణ సమీకరణం (10)లో సూచించవచ్చు.

$$\vartheta = \frac{h}{8\pi^2 Ic} \times 2m \qquad (10)$$

ఇక్కడ 'm" 1,2,3 మొ॥ పూర్ణసంఖ్యను తెలుపుతుంది. సమీకరణ (10)ని సౌలభ్యం కోసం సమీకరణం (11)గా తిరిగి రాస్తారు.

$$\vartheta_m = B \times 2m = 2Bm \qquad (11)$$

ఇక్కడ $B = \frac{h}{8\pi^2 Ic}$ cm^{-1}, 1, 2, 3 మొ॥ m.

కాబట్టి భ్రమణ వర్ణపటంలోని అనుక్రమ రేఖల తరంగ సంఖ్య ϑ (లేదా పౌనఃపున్యం) 2B, 4B, 6B మొదలైన వాటికి సమానమవుతుంది. కాబట్టి ఏ రెండు అనుక్రమ రేఖల మధ్య దూరమైనా 2B అవుతుంది. మనం చర్చిస్తున్న రకం ద్విపరమాణుక అణువుకు జడత్వ భ్రామకం I సమీకరణం (12) నుండి వస్తుంది.

$$I = \mu r^2 \qquad (12)$$

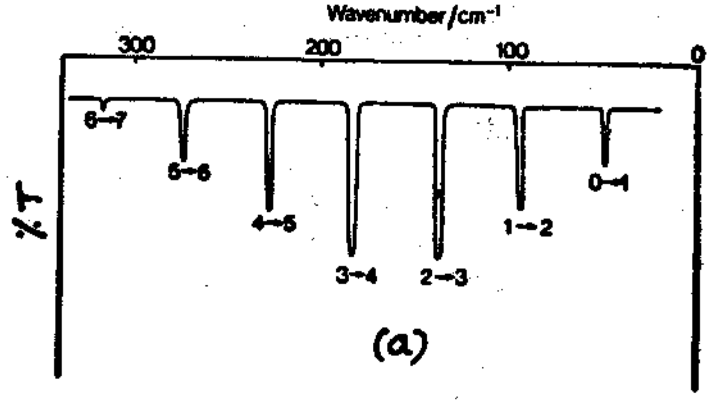
ఇక్కడ μ = అణువు యొక్క క్షయీకృత ద్రవ్యరాశి; r = పరమాణువుల మధ్య దూరం (బంధదూరం).

అవగాహనప్రశ్న - 1 : భ్రమణశక్తి సమీకరణం వ్రాసి అందులోని పదాలను వివరించుము.

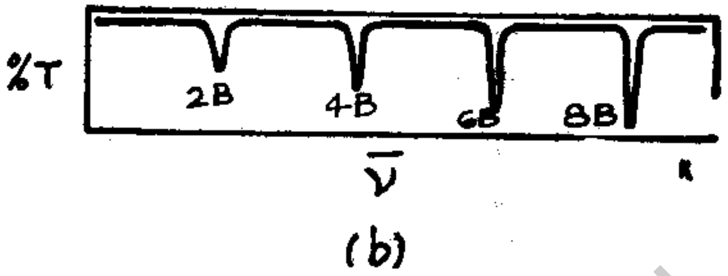
12.3.2 అనువర్తనాలు

కాబట్టి భ్రమణవర్ణ పటంలో ఏ రెండు అనుక్రమ రేఖల మధ్య దూరమైనా కొలిస్తే B ని నిర్ణయించడం సాధ్యమవుతుంది. అందువల్ల జడత్వ భ్రామకం I కూడా నిర్ణయించవచ్చు. సరళ ద్విపరమాణుక అణువులు, హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (HF), కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (CO), లకు లభించిన భ్రమణ వర్ణపటాలను పటాలు 12.2(a), 12.2. (b)లో సూచించినాము.

BRAOU



పటం 12.2 (a) వాయురూప హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్‌కు భ్రమణ శోషణ వర్ణపటం



పటం 12.2 (b) వాయురూప కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌కు భ్రమణ శోషణ వర్ణపటం

ఏ రెండు అనుక్రమ రేఖల మధ్యదూరమైనా 7.6×10^{-17} ఎర్గ్‌లని వర్ణపటం 12.2. (b) నుంచి తెలిసింది.

$$2B = \frac{2h^2}{8\pi^2 I} \text{ ఎర్గ్‌లు లేదా } \frac{2h}{8\pi^2 Ic} \text{ cm}^{-1}$$

కాబట్టి $2B = \frac{2h^2}{8\pi^2 I} = 7.6 \times 10^{-17}$ ఎర్గ్

$$I = \frac{2h^2}{8\pi^2 \times 7.6 \times 10^{-17}} = \frac{2 \times (6.6 \times 10^{-27})^2}{8\pi^2 \times 7.6 \times 10^{-17}} = 1.45 \times 10^{-39} \text{ g.cm}^2$$

$$\mu = \frac{m_c \times m_o}{(m_c + m_o) \times N}$$

$$= \frac{(12 \times 16)}{28 \times 6.2 \times 10^{23}} = 1.4 \times 10^{-23}$$

$$r = \frac{\sqrt{I}}{\sqrt{\mu}} = \frac{\sqrt{1.45 \times 10^{-39}}}{\sqrt{1.14 \times 10^{-23}}} = 1.13 \times 10^{-8} \text{ cm} = 1.13 \text{ A}^0$$

B R A O U

కాబట్టి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ బంధ దూరం 1.13A⁰ . ఈ విధంగా భ్రమణ వర్ణపట సహాయంతో అణువుల జడత్వ
భ్రామకాలను, బంధ దూరాలను తగినంత ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడం సాధ్యమవుతుంది.

12.3.3. సూక్ష్మతరంగ వర్ణ పట శాస్త్రం అవధులు

1) శాశ్వత ద్విధ్రువ భ్రామకాలున్న అణువులను మాత్రమే అధ్యయనం చెయ్యడం సాధ్యమవుతుంది.

2) అణువు వాయురూపంలో ఉండాలి. ఎందుకంటే భ్రమణ శక్తి సమీకరణం $E_J = \frac{h}{8\pi^2 I} J(J+1)$
ఈ స్థితికే వర్తిస్తుంది.

12.4. కంపన – భ్రమణవర్ణ పటాలు (పరారుణ వర్ణపటాలు)

12.4.1. ఉపయోగాలు

కర్బన రసాయన శాస్త్రంలో నిర్మాణాత్మక సమస్యలలో ఆసక్తి గల రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరికీ ఇప్పుడు
పరారుణ వర్ణపట శాస్త్రం, దాదాపు నిరుపమానమైన వరమైంది. ఒక అణువులో ముఖ్యమైన నిర్మాణ లక్షణాలు
ఉన్నాయా లేదా అనేది రూఢిగా నిర్ణయించడానికి ఇది ఎంతో సౌలభ్యం ఏర్పరుస్తుంది. అంతేకాకుండా
ఉపయుక్తమైన రసాయన చర్యాశీలత లేని పరమాణు సముదాయాల అణుకంపనాలకు పరారుణ ప్రాంతంలోని
కాంతి సుగ్రాహ్యమైనది. కర్బన సమ్మేళనాలకు అనువర్తింప చేయడంలో, కర్బన వర్ణపట శాస్త్రం దాదాపు సార్వత్రిక
మయినప్పటికీ, ఆ కర్బన సమ్మేళనాల నిర్మాణాన్ని నిర్ణయించడానికి కూడా దీన్ని విస్తృతంగా ఉపయోగిస్తున్నారు.

12.4.2. కర్బన వర్ణపటాలు ఏర్పడటం

ఒక అణువు విద్యుదయస్కాంత వికిరణంతో పరస్పర చర్య జరిపి, పరారుణ ప్రాంతంలోని వికిరణాన్ని
శోషించినప్పుడు ఆ అణువులో జరిగే కంపన, భ్రమణ పరివర్తనాల ఫలితంగా పరారుణ వర్ణపటాలు ఏర్పడతాయని
లోగడ పేర్కొనడం జరిగింది. ఒక అణువులోని కంపనాలను గురించి చర్చించే ముందు, మనం ఒక సరళ నమూనాను
పరిశీలిద్దాం. ఈ నమూనాలో వేరు వేరు ద్రవ్యరాశులు గల రెండు గోళాలు ఒక తేలిక స్ప్రింగుతో కలపబడి ఉంటాయి
(పటం 12.3).

BRAOU

పటము 12.3. అనుస్వరాత్మక (హరాత్మక) డోలకం సరళ నమూనా

ఈ స్ప్రింగును సాగదీసి, వదిలిపెడితే నమూనాలోని గోళాలు స్థిర పౌనఃపున్యంతో కంపనం చెందుతాయి.
కంపన పౌనః పున్యం, స్ప్రింగుబలం, గోళాల ద్రవ్యరాశులు కింది సమీకరణం వ్యక్తం చేసిన విధంగా సంబంధించి
ఉంటాయి.

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{\mu}} \quad \text{లేక} \quad \vartheta_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{\mu}} \qquad (13)$$

ఇక్కడ f లేదా ϑ_0 కంపన పౌనఃపున్యం; k = బలస్థిరాంకం; μ = వ్యవస్థ యొక్క క్షయీకృత ద్రవ్యరాశి.
క్షయీకృత ద్రవ్యరాశి $\frac{m_1 X m_2}{(m_1 + m_2)N}$ కి సమానం. సమీకరణం (13) ను పాటించే వ్యవస్థ సరళహరాత్మక చలనంలో
ఉన్నట్లు చెబుతారు. క్వాంటం సిద్ధాంతం ప్రకారం కంపన శక్తిని $E = h\vartheta_0$ అనే సమీకరణంతో వ్యక్తం చేయవచ్చు.
ఈ విధంగా కంపన వర్ణపటంలో, శక్తి ఒక పట్టీ (బేండ్) రూపంలో వ్యక్తమవుతుంది. అయితే నిజమైన అణువుల
కంపనాలను అభివర్ణించడానికి కొన్ని మార్పులను చేర్పించవలసి ఉంటుంది.

12.4.3. ఒక అణువులోని కంపనాలు

కంపనం చెందుతున్న అణువుల విషయంలో కొన్ని శక్తులు మాత్రమే సాధ్యమవుతాయి. అంటే కంపన శక్తిని క్వాంటీకరణం చేస్తాయన్న మాట. దానికి కొన్ని నిర్దిష్ట విలువలు మాత్రమే ఉంటాయి. వీటిని సమీకరణం (14) నుంచి గ్రహించవచ్చు.

$$E_{vib} = (V + 1/2)\, h\vartheta_0 \qquad (14)$$

ఇక్కడ V = కంపన క్వాంటం సంఖ్య, ϑ_0 = మౌలిక (ఫండమెంటల్) పౌనఃపున్యం సెలక్షన్ రూల్ (selection rule) ప్రకారం $\Delta V \pm 1$ అయ్యేటట్టుగా కంపన పరివర్తనాలు జరుగుతాయి. అంటే కంపనక్వాంటం సంఖ్య ఒక్క ప్రమాణం మాత్రమే మారడం సాధ్యమన్నమాట. V విలువలు 0,1,2,3 మొదలైనవి కావచ్చు. అయితే అన్ని అణువులు పరారుణ వికిరణం శోషించి, కంపన శక్తి స్థాయిలలో పరివర్తనాలను ప్రేరేపించగలవా అన్నదే ఇప్పుడు ప్రశ్న. విద్యుదయాస్కాంత వికిరణం అటువంటి కంపన పరివర్తనాలను ప్రేరేపించగలదనీ వాటివల్ల, అణువులో డోలనం చెందుతున్న (మారుతున్న) ద్విధృవ భ్రామకం (ద్విధృవ భ్రామకంలో మార్పులు) ఏర్పడుతుందని క్వాంటం సిద్ధాంతాత్మక సూత్రాలను బట్టి తెలుసుకోవచ్చు. ఈ పరిస్థితిని (షరతును) ద్వితీయ సెలక్షన్ రూల్ అంటారు. ఈ షరతు ప్రకారం H_2, O_2 వంటి నిధృవ అణువులు పరారుణ వర్ణపటాన్ని ప్రదర్శించవు. ఎందుకంటే వాటి కంపనాలు ద్విధృవ భ్రామకంలో మార్పులు తీసుకురావు. అయితే అన్ని నిధృవ అణువులు పరారుణ వర్ణపటాన్ని ప్రదర్శించవు అని (పరారుణ క్రియా శీలరహితమని) దీని అర్థం కాదు. రెండుకన్న ఎక్కువ పరమాణువులున్న నిధృవ అణువుల విషయంలో కంపన సమయంలో కొన్ని బంధాలు తాత్కాలిక ధృవణం పొంది డోలనంచెందుతున్న (మారుతున్న) ద్విధృవ భ్రామకాన్ని ఉత్పత్తి చేయవచ్చు. అటువంటి అణువులు – వాటికి శాశ్వత ధృవణం లేకపోయినప్పటికీ ఈ బంధాల కంపనం వల్ల పరారుణ క్రియాశీలత చూపుతాయి. ఉదాహరణకు కార్బన్ డయాక్సైడ్ నిధృవమయినప్పటికీ దానికి కొన్ని పరారుణ క్రియాశీల కంపనాలుంటాయి.

పరారుణ క్రియాశీల అణువుల విషయంలో, ఆ అణువులు పరారుణ వికిరణంతో పరస్పర చర్య జరిపి, దానిని శోషించి నప్పుడు కంపన శక్తి మారుతుంది. ఈ మార్పును (ΔE) సమీకరణం 15 ఉపయోగించి లెక్క కడతారు.

$$E_{vib} = (V + 1/2)\, h\vartheta_0 \qquad (15)$$

ఇక్కడ V = కంపన క్వాంటం సంఖ్య; ϑ_0 = మౌలిక పౌనఃపున్యం V = 0 నుంచి V = 1 అనే కంపన పరివర్తనానికి శక్తి మార్పు

$$E_1 - E_0 = [\,(V_1 + 1/2)\, h\vartheta_0 - (V_0 + 1/2) h\vartheta_0\,] \qquad (16)$$

$$\Delta E = h\vartheta_0\, [\,(1 + 1/2) - (0 + 1/2)\,] \qquad (17)$$

$$\Delta E = h\vartheta_0 \times 1 \qquad (18)$$

V = 1 నుంచి V = 2 అనే కంపన పరివర్తనానికి

$$E_2 - E_1 = [\,(V_2 + 1/2) h\vartheta_0 - (V_1 + 1/2) h\vartheta_0\,] \qquad (19)$$

$$\Delta E = h\vartheta_0\, [\,(2 + 1/2) - (1 + 1/2)\,] \qquad (20)$$

$$\Delta E = h\vartheta_0 \times 1 \qquad (21)$$

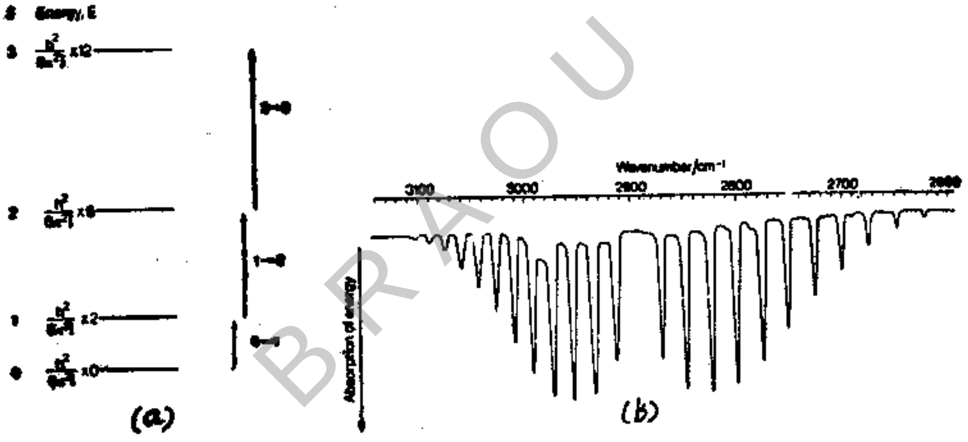
BRAOU

పరివర్తన V_0 నుంచి V_1 అయినా V_1 నుంచి V_2 అయినా V_2 నుంచి V_3 అయినా శక్తి మార్పు ఒకటేనని దీనిని బట్టి తెలుస్తుంది. వర్ణపటంలో అభిలక్షణమైన మౌలిక పౌనఃపున్యం ఉంటుంది. సాధారణంగా $V = 0$ నుంచి $V = 1$ కి జరిగే పరివర్తనలు వర్ణపటంలో అత్యధికంగా విశద మవుతాయి. ఎందుకంటె అత్యధిక సంఖ్యాకమైన అణువులు వాటి అతి నిమ్న కంపన స్థాయిలో ఉంటాయి ($V = 0$). అంతేకాని ఇంకా ఎక్కువ స్థాయిలవద్ద ($V = 1,2$ మొ॥) కాదు, భూస్థాయి కంపనస్థితిలో కూడా ($V = 0$) అణువుకు కంపన శక్తి ఉంటుందని గమనించాలి, $E_v = (0 + 1/2) h\vartheta_0 = (1/2\, h\vartheta_0)$ ఈ శక్తిని శూన్యస్థాయి శక్తి (zero point energy) అంటారు. ఒక అణువు పరారుణ ప్రాంతంలో శోషించే మొత్తం శక్తి భ్రమణ , కంపన శక్తుల మొత్తానికి సమానం.

$$E = E_{vib} + E_{rot}.$$

$$E = (V + 1/2)\, h\vartheta_0 + \frac{h^2}{8\pi^2 I} J(J+1) \qquad (22)$$

కొంత కంపన శక్తిస్థాయి వద్దనున్న ఒక అణువుకు, సాధ్యమైన భ్రమణ శక్తి పరివర్తనాలలో ఏదో ఒకటి ఉండవచ్చు (పటము 12.4). ఉదాహరణకు, $V = 0, J = 1$ శక్తిస్థాయి వద్దనున్న అణువు శక్తిని శోషించి, $V = 1$, $J = 2$ లేదా $V = 1, J = 0$ కు మార్చవచ్చు. అప్పుడు వర్ణపటంలో J యొక్క రెండు సంభావ్య విలువలకు అనురూపంగా ఉన్న రెండు శాఖల రేఖలుంటాయి. $V = 0$ లోని, J, $V = 1$ లో $(J + 1)$ కు గాని $V = 1$ లో $(J - 1)$కు గాని మారవచ్చు. ఈ రెండు శాఖలకు వరసగా పెరుగుతున్న, తగ్గుతున్న శక్తి (తరంగ సంఖ్య) ఉంటుంది $(J - 1)$కు మారినప్పుడు ఏర్పడే శాఖను P - శాఖ అని $(J + 1)$కు మారే శాఖను R - శాఖ అని వ్యవహరిస్తారు.



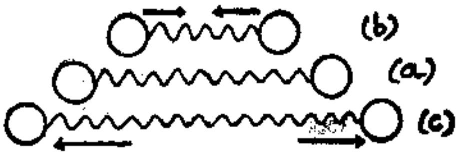
పటము 12.4. సంభావ్య భ్రమణ శక్తి పరివర్తనలు

B R A O U

12.4.4. మౌలిక కంపనాల సంఖ్య

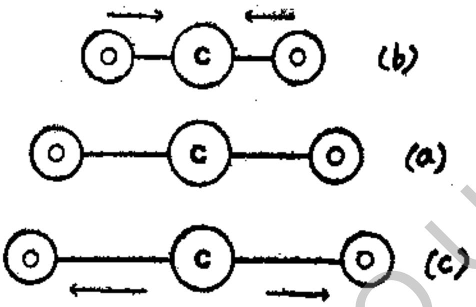
'n' పరమాణువులున్న ఒక బహుపరమాణుక అణువుకు మొత్తం 3n స్వాతంత్ర్యాంకాలు (Degrees of Freedom) ఉంటాయి. వీటిలో మూడు స్థానాంతరీకరణ (Translational) స్వాతంత్ర్యాంకాలు, మూడు భ్రమణ (Rotational) స్వాతంత్ర్యాకాలు (రేఖీయ అణువు విషయంలో రెండు). కాబట్టి కంపన చలనానికి 3n-6 లేదా రేఖీయ అణువు విషయంలో 3n-5, స్వాతంత్ర్యాంకాలుంటాయి. ఈ కంపనాలన్నీ పరారుణ క్రియాశీలమైనవైతే 3n-6(లేదా 3n-5) మౌలిక శోషణ పట్టీలు ఉంటాయి. ఉదాహరణకు H_2Oబాష్పంలో ($n = 3$) మూడు [$(3 \times 3) - 6 = 3$] మౌలిక శోషణ పట్టీలుంటాయి. ఈ మౌలిక పట్టీలే కాకుండా వర్ణపటాలలో ఓవర్‌టోన్‌లు, సంయోగపట్టీలు, వ్యత్యాసపట్టీలు ఉండవచ్చు.

NH_3 వంటి నాలుగు పరమాణువులు కల అణువుకు ఆరు కంపన స్వాతంత్ర్యాంకాలు (3x4-6=6) ఉండాలి. CH_4 వంటి పరమాణువులు కల అణువుకు 9 కంపన స్వాతంత్ర్యాంకాలుంటాయి. (3x5-6=9). ఒక కంపనం వల్ల పరారుణ వికిరణ శోషణ కలిగి, అది వర్ణపటంలో పట్టీగా (పీక్) వ్యక్తం కలగచేయాలి. మౌలిక కంపనాలను సాగే (Stretching) కంపనాలని, వంగే (Bending) కంపనాలని వర్గీకరిస్తారు. ఒక బంధం యొక్క సాగే కంపనంలో, రెండు పరమాణువుల మధ్యదురం పెరుగుతుంది లేదా తగ్గుతుంది. కాని పరమాణువులు అదే బంధాక్షంలో ఉంటాయి.



పటము 12.5. సాగే కంపనాలు. a) సమతాస్థితి. b) సంపీడనం. c) సాగడం.

బహు పరమాణుక అణువులలోని సాగే కంపనాలు సౌష్టవంగా గాని అసౌష్టవంగా గాని ఉండవచ్చు. ఉదాహరణకు CO_2 అణువులో రెండు కార్బన్-ఆక్సిజన్ బంధాలుంటాయి. సౌష్టవయుతంగా సాగడంతో ఆ రెండు బంధాలు ఒకేసారి పెరుగుతాయి లేదా తగ్గుతాయి.



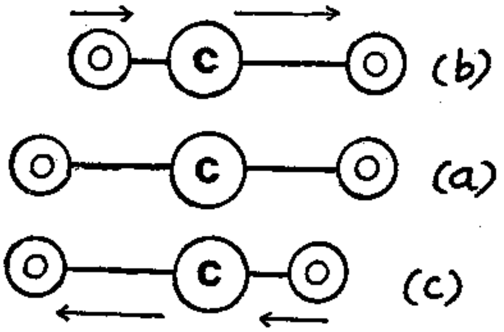
పటము 12.6. సౌష్టవయుతంగా సాగడం

a) సమతాస్థితి

b) సౌష్టవయుతంగా సాగడం (బంధదైర్ఘ్యం తగ్గుతుంది)

c) సౌష్టవయుతంగా సాగడం (బంధదైర్ఘ్యం పెరుగుతుంది)

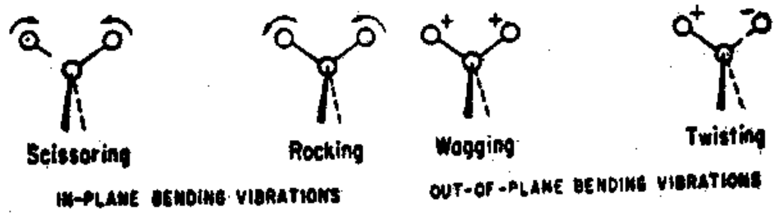
సౌష్టవయుతంకాని సాగడంలో, ఒక బంధదైర్ఘ్యం పెరిగితే ఇంకో బంధదైర్ఘ్యం తగ్గుతుంది లేదా ఒకటి తగ్గితే మరికటి పెరుగుతుంది.



పటము 12.7. సౌష్టవయుతంకాని సాగడం.
a) సమతాస్థితి. b & c) సౌష్టవయుతం కాని సాగడం.

B R A O U

ఒక బంధంయొక్క వంగే కంపనాలలో మొదటి బంధాక్షానికి సంబంధించి, పరమాణువుల స్థానం మారుతుంది. కాబట్టి వంగే కంపనాలను సిజరింగ్ (Scissoring), ట్విస్టింగ్ (Twisting), రాకింగ్ (Rocking), వాగింగ్ (Wagging) అని పేర్కొంటారు (చలన రకం ఆధారంగా). వీటిని పటము 12.8.లో చూపినాము.



పటము 12.8. వంగే కంపనాలు

12.5. అనువర్తనాలు

12.5.1. బలస్థిరాంకం (Force Constant) లెక్క కట్టడం

లోగడ చెప్పినట్లు $\vartheta_0 = \frac{1}{2\pi}\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{\mu}}$ కాబట్టి మౌలిక పౌనఃపున్యం ϑ_0 నుంచి, బలస్థిరాంకం k లెక్క కట్టవచ్చు. ఉదాహరణకు HCl అణువు తరంగ సంఖ్య (ϑ_0) 2890 Cm^{-1} వద్ద శోషణ పట్టీని ఇస్తుంది. దీనినుంచి కింది విధంగా బలస్థిరాంకం Kని లెక్క కట్టవచ్చు.

$$\vartheta_0 = \frac{1}{2\pi}\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{\mu}} \quad (23)$$

$$\vartheta_0 = \frac{1}{2\pi C}\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{\mu}} \quad (24)$$

$$\vartheta_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 C^2} \times \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{\mu}} \quad (25)$$

ఇప్పుడు

$$K = \vartheta_0^2 \mu 4\pi^2 C^2 \quad (26)$$

$$K = \frac{(2890)^2 \times 4 \times [22/7]^2 \times (3 \times 10^{10})^2 \times 1.008 \times 35.46}{(1.008 + 35.46) \times (6.0 \times 10^{23})}$$

$k = 4.8 \times 10^5$ డైనులు/సెం.మీ. = $4.8 \times 10^2 Nm^{-1}$ (ఇక్కడ N=న్యూటన్). వర్ణపట విధానాలతో నిర్ణయించిన బలస్థిరాంకాలను, బంధ ఎంథాల్పీలతో బాటు, పట్టిక 12.1 లో ఇవ్వడం జరిగింది.

BRAOU

పట్టిక 12.1. బలస్థిరాంకాలు, బంధ ఎంథాల్పీలు

అణువు	బలస్థిరాంకం N.m^{-1}.	బంధ ఎంథాల్పీ K.J. mol^{-1}
HF	9.7 X 10^2	562
HCl	4.8 X 10^2	431
HBr	4.1 X 10^2	366
HI	32 X 10^2	299

12.5.2. ఒక అణువు ఆకారాన్ని విగమనం చేయడం

ఒక అణువు యొక్క పరారుణ వర్ణపటంలోని గమనించిన మౌలిక కంపనాన్ని (పట్టలను లేదా శిఖరాలనుబట్టి) సంభావ్య ఆకారాలలో ఆ అణువు ఆకారాన్ని నిర్ణయించవచ్చు. వర్ణపట అభిలక్షణ అధ్యయనం నుంచి ఆకారాన్ని నిర్ణయించడానికి ఇక్కడ ఇచ్చిన పద్ధతి, అతిసరళీకృతమైనదని చెప్పనవసరం లేదు. ఉదాహరణకు, NO_2 అణువును తీసుకుందాం. అది మూడు పరమాణువులున్న అణువు. కంపన స్వాతంత్ర్యాంకాల సంఖ్య అరేఖీయ అణువయితే 3 అవుంతుందని [(3x3) - 6 = 3], రేఖీయ అణువయితే 4 అవుతుందని (3x 3) - 5 = 4) ఆశించవచ్చు. NO_2 అరేఖీయ అణువయితే మూడు పరారుణ క్రియాశీల శోషణ శిఖరాలను, రేఖీయ అణువయితే నాలుగు శిఖరాలను చూపుతుందని ఆశించవచ్చు. ఈ అణువు దాని పరారుణ వర్ణపటంలో మూడే శిఖరాలను (750, 1323, 1616 Cm^{-1} వద్ద) ప్రదర్శించింది. కాని నాలుగు కాదు. NO_2 కోణీయ అణువని (అంటే అరేఖీయ అణువు) దీన్ని బట్టి తెలుస్తుంది. ఇటువంటి వాదనలను విస్తరింపజేసి, ఇంకా పెద్ద అణువులకు కూడా వర్తింప చేయవచ్చు.

12.5.3. కర్బన అణువుల్లో ప్రమేయ వర్గాలను గుర్తించడం

కర్బన సమ్మేళనాలు చూసే పరారుణ వర్ణపటాలలో మామూలుగా పరారుణ వర్ణపట అధ్యయనాలలో వినియోగించే విస్తృత పౌనఃపున్యం అవధిలో లేదా తరంగ సంఖ్య అవధిలో (4000-650Cm^{-1}) విస్తరించిన అనేక శిఖరాలు కనిపిస్తాయి. ప్రతి శిఖరం ఒక విశిష్ట కంపనంతో (లేదా కంపనాల సంయోగం) కూడి ఉంటుంది. ఇది ఒక ప్రమేయ వర్గానికి గాని ఆ వర్గంలో ఒక బంధానికి చెంది ఉంటుంది. ఒక బంధంగాని, ఒక వర్గంకాని కంపనం చెందే పౌనఃపున్యం (తరంగ సంఖ్య) మిగిలిన అణువువల్ల ప్రభావితంకాదు. కాబట్టి ఒక ప్రత్యేక వర్గానికి అభిలక్షణమైన పౌనఃపున్యం వద్ద జరిగే శోషణను ఆ వర్గం (లేదా బంధం) ఆ సమ్మేళనంలో ఉందనడానికి సూచనగా భావించవచ్చు. ఈ విధంగా పరమాణువుల, ఒక ప్రత్యేక వర్గం దానికి అభిలక్షణమైన పౌనఃపున్యాల వద్ద ఒక పట్టీ లేదా పట్టీలు చూపుతాయి. ఈ పౌనఃపున్యాలు అవి సమ్మేళనాలకు ఒకటే. ఈ విషయం ఆధారంగా రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు కర్బన అణువులలోని ప్రమేయవర్గాలను గుర్తించడం సాధ్యమవుతుంది. అభిలక్షణమైన పరారుణ పౌనఃపున్యాలను పట్టిక 12.2 లో ఇచ్చాము.

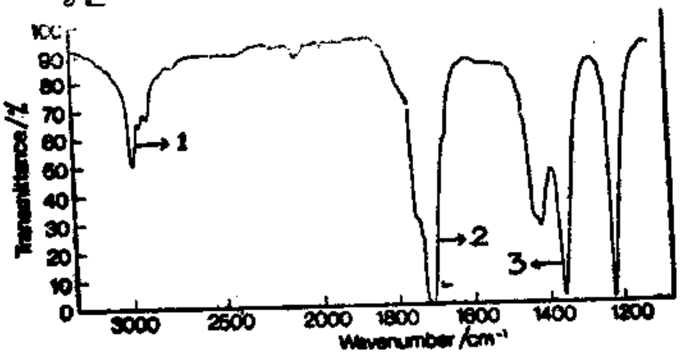
BRAOU

పట్టిక 12.2. అభిలక్షణమైన పరారుణ పౌనఃపున్యాలు

సమ్మేళనం	కంపన రకం	పౌనఃపున్యం
ఆల్కేన్ (CH_3, CH_2, CH)	C-H సాగడం	2960-2850
	C-H వంగడం	1460-1370
ఆల్కనాల్ (CHO)	C-H సాగడం	2900-2700
ఆల్కీన్ (C=CH)	C-H సాగడం	3095-3075
	C-H వంగడం	990-890
ఆల్కైన్ (C≡CH)	C-H సాగడం	3300-3270
ఎరీన్	C-H సాగడం	3040-3010
	C-H వంగడం	1300-1000
ఆల్కనోల్ (OH)	O-H సాగడం	3650-3590
		1200-1050
ఆలిఫాటిక్ కీటోన్ (R_2CO)	C=O సాగడం	1740-1700
ఆలిఫాటిక్ ఆల్కనాల్ (RCHO)	C=O సాగడం	1740-1720
ఆలిఫాటిక్ ఆమ్లం (RCOOH)	C=O సాగడం	1725-1700
ఆలిఫాటిక్ ఎస్టర్ (RCO_2R_1)	C=O సాగడం	1750-1730
	C-O సాగడం	1300-1050
ఆలిఫాటిక్ ఈథర్ (R_2O)	C-O సాగడం	1150-1070

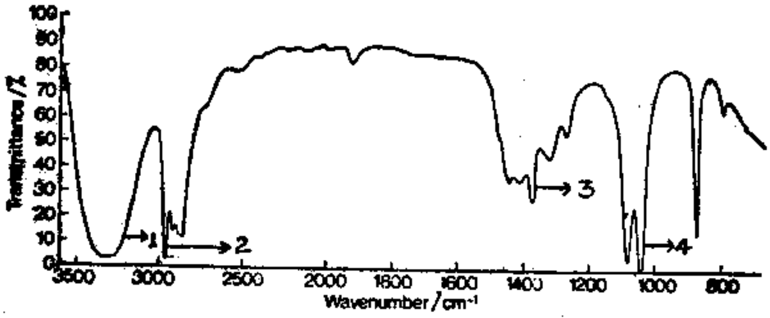
BRAOU

పటాలు 12.9 నుంచి 12.11 వరకు కొన్ని విలక్షణమైన అణువుల వర్ణపటాలను ఇవ్వడం జరిగింది. ప్రతి వర్ణపటం కింద ముఖ్యమైన శిఖరాల వివరణ యివ్వబడింది.



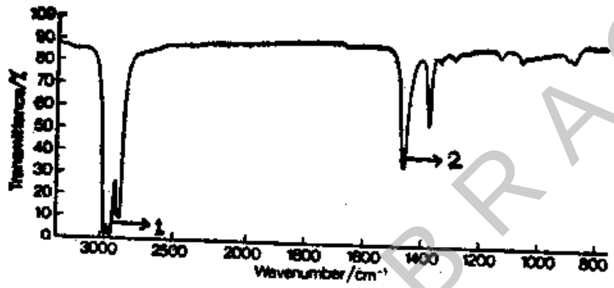
పటం 12.9. అసిటోన్ (CH_3COCH_3) పరారుణ వర్ణపటం

1) C-H సాగడం (2900 cm^{-1})
2) C=O సాగడం (1740 cm^{-1})
3) C-H వంగడం (1390 cm^{-1})



పటం 12.10. ఇథైల్ ఆల్కహాల్ (CH_3CH_2OH) పరారుణ వర్ణపటం

1) O-H సాగడం (3300 cm^{-1})
2) C-H సాగడం (2900 cm^{-1})
3) C-H వంగడం (1400 cm^{-1})
4) C-O సాగడం (1050 cm^{-1})



BRAOU

పటం 12.11. హెక్సేన్ ($CH_3(CH_2)_4CH_3$) పరారుణ వర్ణపటం

1) C-H సాగడం (2900 cm^{-1}) (2) C-H వంగడం (1460 Cm^{-1})

12.6. ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటాలు (అతి నీలలోహిత – దృశ్యమాన వర్ణపటాలు)

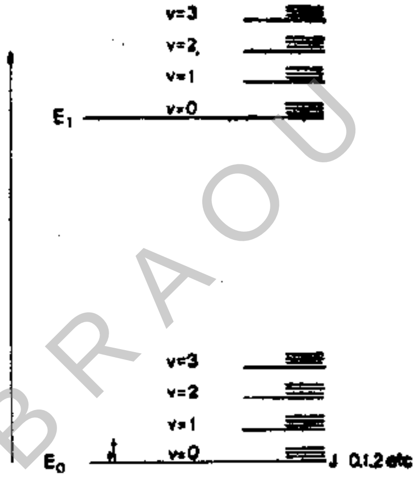
విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం యొక్క అతి నీలలోహిత లేదా దృశ్య ప్రాంతాలలోని కిరణాలను శోషించే అణువులు ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనాలకు లోనవుతాయి. కంపన, భ్రమణ మార్పులకు కావలసిన శక్తికన్నా ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనాలకు కావలసిన శక్తి చాలా ఎక్కువ. కాబట్టి ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలన్నీ కంపన, భ్రమణ

పరివర్తనాలతో కూడా కలిసి ఉంటాయి. ఫలితంగా పరారుణ వర్ణపటాలకన్నా లేదా సూక్ష్మతరంగ వర్ణపటాలకన్నా ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటాలు (అతి నీల లోహిత దృశ్యవర్ణపటాలు) చాలా క్లిష్టమైనవి.

12.6.1. ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనాల రకాలు

మొదటిగా, పరమాణువులలోని ఎలక్ట్రాన్‌లు పరమాణు ఆర్బిటాల్‌లను ఆక్రమించినట్లుగానే అణువులలోని ఎలక్ట్రాన్‌లు అణు ఆర్బిటాల్‌లను ఆక్రమిస్తాయి, పరమాణు ఆర్బిటాల్‌ల రేఖీయ సంయోగం (Linear Combination)వల్ల అణు ఆర్బిటాల్‌లు ఏర్పడుతాయి. అణు ఆర్బిటాల్‌లను వాటి శక్తి ఆధారంగా బంధక అణు ఆర్బిటాల్ (Bonding Orbitals) అని (తక్కువ శక్తి), అపబంధక (Anti Bonding) అణు ఆర్బిటాల్ అని (ఎక్కువ శక్తి) వర్గీకరిస్తారు. బంధగతం కాని ఎలక్ట్రాన్‌లకు చోటిచ్చే ఆర్బిటాల్‌లను బంధగతంకాని (Non-Bonding) అణు ఆర్బిటాల్‌లు అంటారు. బంధక అణు ఆర్బిటాల్‌లను వాటి సౌష్టవాన్ని (ఆకారం) బట్టి σ*, (సిగ్మా) , π (పై) ఆర్బిటాల్‌లని పేర్కొంటారు. వీటికి అనురూపమైన అపబంధం ఆర్బిటాల్‌లను π* తో సూచిస్తారు. బంధగతం కాని ఆర్బిటాల్‌ను 'n' తో సూచిస్తారు.

స్థిరస్థితిలో ఉన్న అణువులు భూస్థాయి (E_0) లో ఉంటాయి. దానికి వేరువేరు V, J క్వాంటమ్ సంఖ్యలుండవచ్చు. భూస్థాయిలో ఉన్న అణువు బయటినుండి తగినంత శక్తిని గ్రహించినప్పుడు ఉన్నత శక్తి



B R A O U

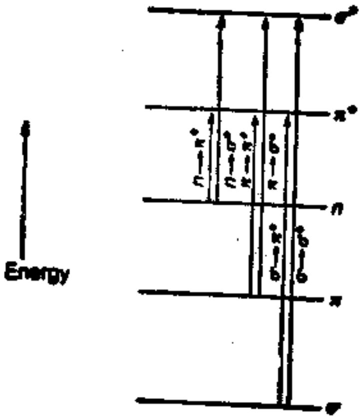
పటం 12.12 ఎలక్ట్రాన్, కంపన, భ్రమణ శక్తిస్థాయిలు

ఎలక్ట్రాన్ స్థితి E_1 లోకి పోతుంది. భ్రమణ, కంపన శక్తులు ఉన్నత ఎలక్ట్రాన్ స్థితిలో కూడా క్వాంటీకరణం చెందుతాయి. ఒక అణువు అతినీలలోహిత - దృశ్యవికిరణం రూపంలో తగినంత శక్తిని శోషించినప్పుడు తక్కువ శక్తి అణు ఆర్బిటల్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నత శక్తి అణు ఆర్బిటాల్‌లోకి పోవడానికి వీలవుతుంది. ఎలక్ట్రాన్ కంపన, భ్రమణ శక్తిస్థాయిలను పటం 12.12లో పథకం రూపంలో సూచించడం జరిగింది.

సాధారణంగా బంధగతంగాని (n) ఆర్బిటాల్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌లు అణువులలో అతి తక్కువ బలంతో బంధితమవుతాయి. π ఆర్బిటాల్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌లు ఇంకా ఎక్కువ బలంగాను, σ ఆర్బిటాల్‌లలోని ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్నిటికన్నా ఎక్కువ బలంగాను బంధితమవుతాయి. కింద పేర్కొన్న విధంగా, సిద్ధాంతపరంగా సంభావ్యమైన ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలు ఆరు రకాలున్నాయి.

$\sigma — \sigma^*$, $\pi — \sigma^*$, $n — \sigma^*$, $\sigma — \pi^*$, $\pi — \pi^*$, $n — \pi^*$

అణు ఆర్బిటాల్ శక్తుల క్రమాన్ని పటము 12.13 ఇవ్వడం జరిగింది.



పటము 12.13 వివిధ పరివర్తనలలో సాపేక్ష శక్తి క్రమం

అయితే క్వాంటమ్ సిద్ధాంత పరిగణనలు, శక్తి పరిగణనలు దృష్టిలో ఉంచుకుంటే ఈ పరివర్తనలలో కొన్ని జరగడం సాధ్యంకాదు.

సాధారణంగా అతినీలలోహిత - దృశ్య వర్ణపటాలలో పాల్గొనే ఎలక్ట్రాన్ పరివర్తనలు కింది రకాలకు చెందుతాయి.

$\sigma - \sigma^*$, $n - \sigma^*$, $n - \pi^*$, $\pi - \pi^*$

$\sigma - \sigma^*$ పరివర్తనాలకు కావలసిన శక్తి చాలా ఎక్కువ. కాబట్టి ఏక బంధాలుండి, ఒంటరి జంట ఎలక్ట్రాన్‌లు లేని సంతృప్త హైడ్రోకార్బన్‌ల వంటి సమ్మేళనాలు మామూలు అతినీలలోహిత ప్రాంతంలో శోషణలు చూపవు. ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, సల్ఫర్ లేదా హాలోజన్ పరమాణువులు ఉన్న అణువులు (అంటే బంధగతం కాని ఎలక్ట్రాన్‌లున్న సమ్మేళనాలు) $n - \sigma^*$ పరివర్తనల వల్ల మామూలు అతినీలలోహిత ప్రాంతంలో శోషణాలు చూపగలవు. ఆల్డిహైడ్‌లలోను, కీటోన్‌లలో యాంటిబాండింగ్ π^* ఆర్బిటాల్‌లకు ($n - \pi^*$, $\pi - \pi^*$) పరివర్తనలు సాధ్యమవుతాయి.

B R A O U

వివిధ రకాల అణు ఆర్బిటాల్‌లలో ఎలక్ట్రాన్‌ల సాపేక్షశక్తులను పటం 12.13 లో చూపడం జరిగింది.

ఈ విధంగా ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలలో పాల్గొనే శక్తి, పరివర్తనం యొక్క స్వభావాన్ని బట్టి మారుతుంది. శోషణకు సంబంధించి శక్తి తగ్గే క్రమం కింది విధంగా వుంటుంది.

$\sigma - \sigma^* > \sigma - \pi^* = \pi - \sigma^* > \pi - \pi^* = n - \pi^* > n - \sigma^*$

అవగాహన ప్రశ్న - 2 : అణువులలో సిద్ధాంత పరంగా సంభావ్యమైన ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలను వ్రాయుము.

12.6.2. అనువర్తనాలు

కర్బన సమ్మేళనాల స్వభావాన్ని, ప్రమేయ సమూహాలను గుర్తించడానికి అతినీలలోహిత - దృశ్యవర్ణపటాలను ఉపయోగించడం సౌలభ్యంగా ఉంటుంది. ఈ ప్రాంతంలో ఇథేన్ (CH_3-CH_3) శోషణ చూపదు. ఎందుకంటే దానికి n లేదా π ఎలక్ట్రానులు లేవు. అయితే ఇథనాల్ (CH_3 CH_2 OH) 2000 A° తరంగదైర్ఘ్యం ప్రాంతంలో శోషిస్తుంది. ఆక్సిజన్ పరమాణువుయొక్క బంధగతంకాని ఎలక్ట్రాన్ $n - \sigma^*$ పరివర్తనవల్ల ఈ శోషణ జరుగుతుంది. కొన్ని కర్బన సమ్మేళనాల గరిష్ఠశోషణ (λmax) కు అనురూపమైన తరంగ దైర్ఘ్యాలను పట్టిక 12.3 చూపడమైనది. ఈ విధంగా కర్బన సమ్మేళనాల λ max విలువనుబట్టి వాటి నిర్మాణం గురించిన సమాచారం సేకరించవచ్చు.

పట్టిక 12.3. కొన్ని కర్బన సమ్మేళనాల గరిష్ట అతినీలలోహిత–దృశ్య శోషణ (λ max) తరంగదైర్ఘ్యాలు

సమ్మేళనం	సాంకేతికం	λmax (A)	పరివర్తన రకం
అసిటాల్డిహైడ్	CH_3 CHO	2910	n-π*
అసిటోన్	CH_3 $COCH_3$	2765	n-π*
నైట్రోమిథేన్	CH_3 NO_2	2750	n-π*
బెంజీన్	C_6H_6	1840 2030 2550	π-π*
బ్యుటాడయీన్	CH_2 = CH-CH = CH_2	2170	π-π*

12.6.3. సామాన్య నిర్ధారణలు

i) 2000 A కన్న ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యాల వద్ద శోషణ శిఖరాలు లేవంటే – సంయుగ్మ గ్రూపులు, కార్బొనైల్ గ్రూపులు, అధికంగా ప్రతిక్షేపం చెందిన కార్బన్ - కార్బన్ ద్విబంధాలు లేవన్నమాట.

ii) 2000-3000 A ప్రాంతంలో తీక్షణంగా శోషించుకున్నట్లయితే కనీసం రెండు వర్గాల సంయుగ్మం ఉన్నట్లు భావించాలి.

iii) 2700-4000 A ప్రాంతంలో బాగా బలహీన శోషణం C=O,C=N N=N గ్రూపులను సూచిస్తాయి.

iv) 2000-2800 A ప్రాంతంలో ఒక మాదిరి తీక్షణ శోషణ ఉండి, 2500-3000 A వద్ద కూడా శోషణం ఉంటే ప్రతిక్షేపిత బెంజీన్ వలయమున్నదని అర్థం.

12.7. సారాంశము

ఈ భాగంలో మీరు నేర్చు కొన విషయాలు యివి :

i) అణు నిర్మాణ నిర్ణయములకుపయోగించే భౌతిక పద్ధతులలో అణు వర్ణపటాలు ముఖ్యంగా శోషణ వర్ణపటాలు ఒక ఉపయుక్తమైన సాధనం

ii) శాశ్వత ద్విధ్రువ భ్రామకమున్న అణువు మైక్రో తరంగ ప్రాంతంలో ఉండే డోలనం చెందే విద్యుత్ క్షేత్రంలో పరస్పర చర్యజరిపి భ్రమణ మార్పులు చెందుతాయి.

iii) భ్రమణ వర్ణపటంలోని ఏ రెండు అనుక్రమ రేఖల మధ్య దూరం నుంచయినా జడత్వ భ్రామకాన్ని నిర్ణయించవచ్చు.

iv) సూక్ష్మ తరంగ వర్ణపట శాస్త్రానికి అవధులు కలవు.

v) అణువులో జరిగే కంపన–భ్రమణ పరివర్తనాల ఫలితంగా పరారుణ వర్ణపటా లేర్పడతాయి. అణువు ఏదేని నిర్దిష్ట బంధంగాని, వర్గంగాని ఉన్నదో, లేదో తెలుసుకొనుటకు పరారుణ వర్ణపటము మిక్కిలి ఉపయుక్తమైనది.

vi) 'n' పరమాణువులున్న ఒక బహు పరమాణుక అణువుకు మొత్తం3n స్వాతంత్ర్యపరిమితులుంటాయి. వీటిలో మౌలిక శోషణ పట్టీలే గాక, ఓవర్‌టోన్‌లు, సంయోగపట్టీలు కూడా ఉండవచ్చు.

vii) బలస్థిరాంకాలు, బంధ ఎంథాల్పీలు; అణు ఆకార నిర్ణయం; కర్బన సమ్మేళనాలలో ప్రమేయ వర్గాలను గుర్తించుట అణువర్ణపటాల ముఖ్యమైన ఉపయోగాలు.

viii) ఎలక్ట్రాన్ల పరివర్తనల వలన లభించే ఎలక్ట్రానిక్ వర్ణపటాలు అతినీలలోహిత, దృశ్య ప్రాంతాలలో గమనించవచ్చు. దీనిలో సాధారణంగా భ్రమణ మరియు కంపన మార్పులు కూడా జరుగుతాయి.

ix) అతినీలలోహిత మరియు దృశ్య వర్ణపటాలను ఉపయోగించుకొని కర్బన సమ్మేళనాలలోని ప్రయోయ వర్గాలను, స్వభావములను గుర్తించవచ్చు.

BRAOU

12.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I **సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.**

1. ఒక ద్విపరమాణుక అణువుయొక్క భ్రమణ పరివర్తన యొక్క తరంగ సంఖ్య(ఔ)కు జడత్వ భ్రామకానికి (I) గల సంబంధాన్ని సూచించే సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

2. భ్రమణ వర్ణపటసహాయంతో ఒక ద్విపరామణుక అణువు యొక్క బంధదైర్ఘ్యాన్ని ఎలా నిర్ణయిస్తారో వివరించండి?

3. కంపన వర్ణపటాలను గూర్చి చర్చించండి.

4. ఒక అణువులోని వివిధ రకాల కంపనాలను ఉదాహరించండి.

5. పరారుణ వర్ణపట పరిశీలన ద్వారా బహు పరమాణుక అణువు యొక్క ఆకారాన్ని ఎలా నిర్ణయిస్తారు.

6. ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనాల శక్తుల క్రమాన్ని చూపే పథకాన్ని చిత్రీకరించండి.

II. సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. అణు నిర్మాణాన్ని విశదీకరించడంలో పరారుణ వర్ణపట శాస్త్ర అనువర్తనం గురించి విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.

2. భ్రమణ వర్ణపటాల సహాయంతో అణువుల బంధదైర్ఘ్యాలను, బంధశక్తులను ఎలా నిర్ణయిస్తారు ?

3. అణు నిర్మాణాన్ని నిర్ణయించడంలో అతి నీలలోహిత-దృశ్య వర్ణపటాల అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.

4. భ్రమణ, కంపన-భ్రమణ వర్ణపటాలకు ఆధారభూతమైన సిద్ధాంతాత్మక సూత్రాలను చర్చించండి.

12.9 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1 : భ్రమణశక్తి సమీకరణం

$$E_r = \frac{h^2 J(J+1)}{8\pi^2 I}$$

ఇందులో h = ప్లాంకు స్థిరాంకము

J = భ్రమణ క్వాంటం సంఖ్య

I = జడత్వ భ్రామకం

2 : అణువులో సిద్ధాంత పరంగా సంభావ్యమైన ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలు ఆరు రకాలు. అవి

$\sigma - \sigma^*$, $\pi - \sigma^*$ $n - \pi^*$, $\sigma - \pi^*$, $\pi - \pi^*$, $n - \sigma^*$

2000 – 8000 A^0 తరంగ దైర్ఘ్యాల ప్రాంతంలో సాధారణంగా ఎలక్ట్రానిక్ పరివర్తనలు జరుగుతాయి.

పాఠం రచయిత : ఎస్.వి.అప్పారావు
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్.శాస్త్రి

BRAOU

భాగం – 13 : దృశ్య, శోషణ వర్ణపటాల (పరిమాణాత్మక) అనువర్తనాలు

విషయ క్రమం

13.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
13.2. పరిచయం
13.3. కాంతి రసాయన చర్యలు - ప్రతిదీప్తి, స్ఫురదీప్తి
13.4. లాంబర్ట్ - బీర్ సూత్రం
13.4.1. లాంబర్ట్ సూత్రం
13.4.2. బీర్ సూత్రము
13.5. బీర్ సూత్రం అనువర్తనాలు
13.6. ద్రావణంలో పదార్థం గాఢతను నిర్ణయించడం
13.6.1. సామాన్య ద్రావణం విశ్లేషణం
13.6.2. మిశ్రమ ద్రావణం విశ్లేషణం
13.7. సారాంశం
13.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
13.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు
13.10. పదకోశం

13.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్యంగా వికిరణాన్ని శోషించుకొనే పదార్థం గాఢత, వికిరణ తీవ్రతకు మధ్యగలపరిమాణాత్మక సంబంధాలను, వాని అనువర్తనాలను.మీకు వివరించడానికి ఉద్దేశించబడింది.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే విషయాలు :

* శోషిత వికిరణం తీవ్రతను (intensity of absorbed radiation) శోషణాంకం (Absorbance or Optical density) అంటారు.

* ఏ తరంగ దైర్ఘ్యం వద్దనైనా శోషణాంకం – పదార్థ గాఢత, దృక్ మార్గం (Path Length) పొడవులపై ఆధారపడి వుంటుంది.

* ప్రసారిత కాంతి తీవ్రత (Intensity of transmitted light), పదార్థం గాఢతలకు మధ్య సంబంధాన్ని లాంబర్ట్ సూత్రం (Lambert's law), బీర్ సూత్రం (Beer's law) తెలుపుతాయి.

* పై సూత్రాలు పదార్థం గాఢతను నిర్ణయించడానికి ఉపకరిస్తాయి.

* రెండు ద్రావితాలున్న ద్రావణం నుండి వాటి వాటి గాఢతలను తెలుసుకోవడానికి కూడా బీర్ సూత్రం ఉపయోగపడుతుంది.

BRAOU

13.2. పరిచయం

అణువులు విద్యుదయస్కాంత వికిరణాన్ని శోషిస్తాయి. వికిరణం శక్తివంతం కావున 'అణువు వికిరణాన్ని గ్రహించింది' అంటే ఆ అణువు అదనపు శక్తిని పొందిందని అర్థం. విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో (వికిరణం) ఏ ప్రాంతాన్ని (ఎంత శక్తిని) శోషించుకుంటుందనే విషయం, అణువు రసాయన స్వభావం, నిర్మాణంపై ఆధారపడి వుంటుంది. పదార్థంపై విద్యుదయస్కాంత వికిరణ ప్రభావాన్ని (ఏ పౌనఃపున్యం వద్ద ఎంత తీవ్రతతో శోషనం చేందింది) తెలుసుకునేందుకుపకరించే పరికరాన్ని "వర్ణపటమాపకం" (Spectrometer) అంటారు. సులభంగా ఉద్రిక్తంచెందే ఎలక్ట్రాన్‌లున్న అణువులు దృశ్య వర్ణపటాన్నిస్తాయి. సాధారణంగా రంగు విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో దృశ్యప్రాంతాన్ని శోషించుకొంటాయి.

శోషణాన్ని వర్ణించటాకి λ mzx (గరిష్ట శోషణ తరంగ ధైర్ఘ్యం), A (శోషణాంకం) అను పారామీటర్లు ఉపయోగిస్తారు.

ఏ తరంగ ధైర్ఘ్యం వద్ద శోషణం గరిష్టస్థాయిని చేరుకుంటుందో అ తరంగం ధైర్ఘ్యాన్ని (λ max absorption maximum) అంటారు.

నిర్దిష్టగాఢత, తరంగధైర్ఘ్యాల వద్ద పదార్థం యొక్క శోషణ తీవ్రతను (extent of abosorption) 'శోషణాంకం (A) (absorbance) అంటారు.

ఈ రెండు పారామీటర్లు అణువు నిర్మాణం, గాఢతలపై వరుసగా పడతాయి. శోషణాంకాన్ని ఈ భాగంలో వివరించడం జరిగింది. సాధారణంగా సమ్మేళనాలను వికిరణాన్ని శోషించుకోని ద్రావణుల్లో (non-absorbing solvents) కరిగించి, అపుడు లభించిన ద్రావణాలతో ప్రయోగాలు చేస్తారు.

ద్రావణ స్థితిలోనున్న పదార్థం అణువులు వాటి రసాయనస్వభావం, నిర్మాణం, గాఢతలపై అధారంగా పతన వికిరణాన్ని శోషిస్తాయి. పతన వికిరణ తీవ్రత I_0 (Intensity of incident radiation), పదార్థాన్ని దాని ప్రభావానికి గురిచేసిన కాలం 't' (time of exposure) తక్కువ స్థాయిలో నున్నట్లయితే వికిరణం రసాయన చర్యలకు దారితీయదు.

ఈ పరిస్థితుల్లో కాంతి తీవ్రతలను కొలవడం ద్వారా సమ్మేళనం పరిమాణాన్ని నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది.

BRAOU

13.3. కాంతి-రసాయన్న చర్యలు - ప్రతి దీప్తి (Fluorescence), స్ఫురదీప్తి (Phosphorescence)

కాంతి సమక్షంలో జరిగే రసాయన చర్యల అధ్యయనాలను 'కాంతి రసాయన చర్యల అధ్యయనాలు' (Photo chemical Studies) అంటారు. విద్యుదయస్కాంత వికిరణాన్ని (కాంతి) ఉపయోగించి ద్రావణస్థితిలో - సంశ్లేషణను, విఘటనం, జలవిశ్లేషనం, అక్సీకరణ - క్షయకరణం, పాలిమరీకరణం మొదలగు రసాయన చర్యలను జరుపవచ్చు. చర్యావ్యవస్థ (reacting system) శోషించిన వికిరణం మాత్రమే రసాయన మార్పును తీసుకురాగలదు. ఈ వివరణే గ్రోథస్ - డ్రేపర్ సూత్రం (Grotthus - Draper Law) అంటారు. పదార్థం శోషితం చేసుకున్న వికిరణం తప్పకుండా ప్రతిసారి రసాయనచర్య జరగడానికి దోహదం చేస్తుందని దీని అర్థంకాదు. వికిరణం తీవ్రత, ప్రత్యేక్షేపణ కాలం (time of exposure) కూడ ప్రముఖపాత్ర వహిస్తాయి.

వికిరణాన్ని అణువు శోషణం (absorption) చేసు కోవచ్చు లేదా ప్రసారం (transmit) చేయవచ్చు. కొన్ని సార్లు శోషించుకొన్న వికిరణంలో కొంతభాగం ఉష్ణంగా పరివర్తనం చెంది మరికొంత కాంతిగా ఉద్గారింప (emission) బడవచ్చు. కాంతి ఉద్గారం చెందిన పరిస్థితులలో వికిరణం ఆపిన తక్షణమే ఉద్గారం ఆగిపోవచ్చు లేదా కొంత కాలం తర్వాత కూడా కొనసాగవచ్చు. వికిరణశోషణ, కాంతి ఉద్గారం ఏక కాలంలో జరిగే దృగ్విషయాన్ని ప్రతిదీప్తి (Flourescence) అంటారు. వికిరణశోషణకు, కాంతి ఉద్గారతకు మధ్య కాలవ్యవధి ఉన్నట్లయితే దానిని స్ఫురదీప్తి (Phosphorescence) అంటారు. దీనిని గూర్చి విపులంగా కోర్సు - 3 లో నేర్చుకొంటారు.

13.4. లాంబర్ట్ – బీర్ సూత్రం (Lambert - Beer Law)

ఈ సూత్రం - శోషణాంకం (A), పదార్థం గాఢత (c) ల మధ్య పరిమాణాత్మక సంబంధాన్ని తెలుపుతుంది. లాంబర్ట్ సూత్రం, బీర్ సూత్రాల కలయికయే ఈ సూత్రం. ద్రావణస్థితిలో నున్న పదార్థం గుండా విద్యుదయస్కాంత వికిరణాన్ని (కాంతిని) ప్రయాణింప జేసినపుడు కాంతిలో కొంత భాగాన్ని, పదార్థం దాని విశిష్టతను, గాఢతను అనుసరించి శోషించు కొంటుంది. మిగిలినది ప్రసారితం అవుతుంది. ప్రసారితం చెందిన కాంతి తీక్షణతకు, ద్రావణం గాఢతకు పరిమాణాత్మక గల సంబంధాన్ని యీ సూత్రాలు తెలియజేస్తాయి.

13.4.1. లాంబర్ట్ సూత్రం (Lambert 's Law)

ద్రావణం మందం 'l' (లేదా దృక్‌మార్గం పొడవు) పెరిగిన కొద్దీ ప్రసారిత కాంతి తీవ్రత 'It' తగ్గుతుంది. ఈ తగ్గుదల మందంతో ఘాతకం (expentially) రీతిలో ఉంటుంది. దీనిని మరో విధంగా చెప్పవచ్చు.

యానకం (ద్రావణం) మందం అంకశ్రేణిలో (arithmatic series) పెరిగిన కొద్దీ, యానకం ద్వారా ప్రసరించే కాంతి తీవ్రత జ్యామితీయ శ్రేణి (geometic series) తో తగ్గుతుంది.

దీన్నే గుణితాత్మకంగా కింది విధంగా వివరించవచ్చును.

$$It = Io.\ e^{-k_1 l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$in\ It = I_n\ I_o - K_1 l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\ln \frac{Io}{It} = K_1 \quad l \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$2.303 \log \frac{Io}{It} = K_1 \quad l \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\log \frac{Io}{It} = \frac{K_1}{2.303} \quad l \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$A = k_1 l \ldots\ldots\ldots\ldots (6) \qquad = K_1{}^1 l$$

A = శోషణాంకం (Absorbance or Optical density) m

I_o = పతన వికిరణం తీవ్రత

I_t = ప్రసారితం చెందిన వికిరణం తీవ్రత

$K_1, K_1{}^1$ = స్థిరాంకాలు

BRAOU

l = ద్రావణం మందం (thickness of solution) లేదా దృక్ మార్గం (path length) పొడవే.

అవగాహన ప్రశ్న – 1. "శోషణాంకం" అంటే ఏమిటి?

13.4.2. బీర్ సూత్రం (Beer's Law)

ద్రావణం గుండా (పదార్థాన్ని శోషించుకోని ద్రావణంలో) కాంతి వికిరణం ప్రయాణించినపుడు అందులోని అణువులు నిర్దిష్టభాగాన్ని (same fraction of light) శోషించు కొంటాయి. దీన్నే మరో విధంగా చెప్పవచ్చు.

శోషించు యానకం మందం (దృక్ మార్గం పొడవు) స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు, గాఢత పెరుగుతున్నకొద్దీ ద్రావణంనుండి ప్రసరించబడే కాంతి (వికిరణం) తీవ్రత It ఘాతాంకరీతిలో తగ్గుతుంది. దీన్ని గణితాత్మకంగా కింది విధంగా వివరించవచ్చు.

$$It = Io\ e^{-k_2\ c} \quad \ldots\ldots(7)$$

$$In\ it = In\ Io - K_2\ c \quad \ldots\ldots(8)$$

$$In\frac{Io}{It} = K_2C \quad \ldots\ldots(9)$$

$$2.303\ \log\frac{Io}{It} = k_2c \quad \ldots\ldots(10)$$

$$\log\frac{Io}{It} = \frac{K2C}{2.303}\ K_2C \quad \ldots\ldots(11)$$

$$A = K_2C \quad \ldots\ldots(12)$$

ఈ రెండు సూత్రాలను (6.12 సమీకరణాలు) ఉమ్మడిగా, లాంబర్ట్-బీర్ సూత్రం అంటారు. ఒక తరంగదైర్ఘ్యం వద్ద ఒక ద్రావణంలోని పదార్థం శోషించే కాంతి తీవ్రత ద్రావణం గాఢత (c) దృక్ పొడవు l (యానకం మందం) లపై ఆధారపడి వుంటుందని ఈ సూత్రం తెలుపుతుంది. దీనిని గణితాత్మకంగా కిందివిధంగా రాయవచ్చు.

$$A = \log\frac{Io}{It} = k^1{}_1\ k_2{}^1\ C1 = e.c.1 \quad \ldots\ldots(13)$$

A = శోషణాంక
l = దృక్ మార్గం పొడవు
c = ద్రావణం గాఢత

$e = K_1 K_2^1$ స్థిరాంకం, మోలార్ శోషణగుణకాన్ని (Molar Absorbance Coeffiecint) లేదా మోలార్ అబ్సార్ప్టివిటి (Molar Albsorptivity) దృక్ మార్గం పొడవు ('l') సెం.మీ. లలోను, గాఢతను c మోల్/లీటర్ లలోను, . eని లీటర్ మోల్$^{-1}$ సెం.మీ $^{-1}$ లలోను తెలుపుతారు. పై సూత్రం వర్ణపట పరిమాణాత్మక అధ్యయనాలకు (Spectrophotometry) మౌలిక సూత్రం. దీనినే స్థూలంగా బీర్ సూత్రం అని కూడా అంటారు. ఇది కేవలం విలీన ద్రావణాలకు మాత్రమే వర్తిస్తుంది.

BRAOU

13.5. బీర్ సూత్రం అనువర్తనాలు

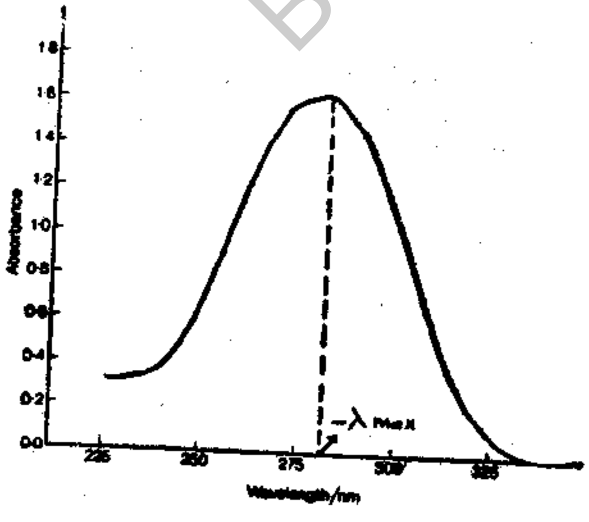
సమ్మేళనం యొక్క గరిష్ఠ శోషణాన్ని ప్రదర్శించే తరంగ దైర్ఘ్యం (Absorption maximum, λ max) విలువను ఖచ్చితంగా కొలవాలి. దీని కొరకు శోషణం చేసికొని ద్రావణిలో పదార్థాన్ని కరిగించి ఏర్పడిన ద్రావణంతో ప్రయోగాలు జరపాలి. అతినీలలోహిత వర్ణపటాల అధ్యయనంలో ఆల్కహాల్, నీరు, హెక్సేన్ లను సాధారణంగా ద్రావణులుగా వాడతారు. ద్రావణి స్వభావాన్ని బట్టి λ max మారుతుంది. విధ్రువ (non polar) పదార్థాలకు ఆల్కహాల్, హెక్సేన్ లలో λ max ఒకే విధంగా వుంటుంది. కాని ధ్రువ (polar) పదార్థాలకు λ max ద్రావణి స్వభావాన్ని బట్టి (ధ్రువత్వం, polarity) మారుతుంది.

ద్రావణాన్ని కాంతి (విద్యుదయస్కాంత వికిరణం) పారదర్శం పాత్రలో ఉంచిదృశ్య లేదా అతినీలలోహిత ప్రాంతంలో శోషణాంకాన్ని (A) కొలుస్తారు, ఈ పాత్రను "ఆప్టికల్ సెల్" లేదా "ఆప్టికల్ కువెట్" (optical cell or optical cuvette) అంటారు.

దృశ్య వర్ణపటాల అధ్యయనానికి గాజుసెల్ పనికివస్తుంది. కాని అతినీలలోహిత వర్ణపటాల అధ్యయనానికి యిది పనికిరాదు. కారణం అతినీలలోహిత గాజు కూడా (పదార్థంతో పాటు) శోషించుకుంటుంది. కాబట్టి అతినీలలోహిత వర్ణపటాల అధ్యయనాలను క్వార్ట్జ్ సెల్ (quartz cell) వాడుతారు. సెల్ పొడవు సాధారణంగా ఒక సెంటీమీటరు ఉంటుంది. అతినీలలోహిత వర్ణపటాల (λ, 1800-4000A) అధ్యయనంలో హైడ్రోజన్ ఉత్సర్గనాళాన్ని (Discharge Lamp) కాంతి జనకంగా వాడతారు. దృశ్య వర్ణపటాల (λ, 4000-8000A) అధ్యయనంలో టంగ్‌స్టన్ లాంప్‌ను కాంతి జనకంగా వాడతారు. శోషణాంకాన్ని కొలిచే సాధనాన్ని "వర్ణపటమాపకదర్శిని" (Spectrophotometer) అంటారు. వివిధ తరంగధైర్ఘ్యాల వద్ద శోషణాంకాలను వర్ణపటమాపకదర్శిని సహయంతో కొలిచి, తరంగదైర్ఘ్యం, శోషణాంకాలను వరుసగా X- అక్షం, Y- అక్షం మీద గుర్తించి గ్రాపును గీస్తారు. ఈ గ్రాపును శోషణ వక్రం (Absorption curve) లేదా శోషణ వర్ణపటం (Absorption spectrum) అని వ్యవహరిస్తారు. దీన్ని పటం 13.1 లో చూడవచ్చు.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : λ max అంటే ఏమిటి?

B R A O U

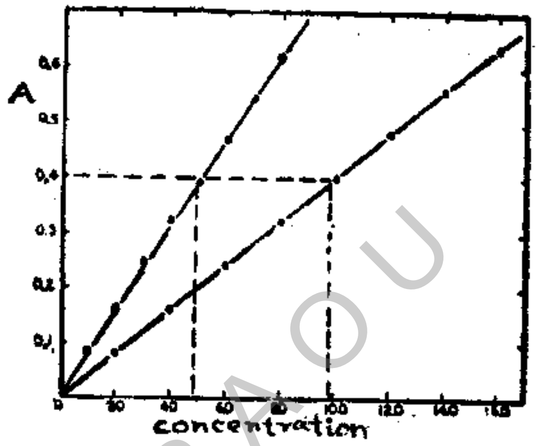


పటం 13.1 శోషణ వక్రం లేదా శోషణ వర్ణపటం

13.6. ద్రావణంలో పదార్థం గాఢతను నిర్ణయించడం

13.6.1. సామాన్య ద్రావణం విశ్లేషణం

ఒకే పదార్థం (ద్రావితం) కరిగివున్న ద్రావణాన్ని స్థూలంగా సామాన్య ద్రావణం అని వ్యవహరించవచ్చు. ఒక ప్రయోగంలో వివిధ తరంగ దైర్ఘ్యాల వద్ద యీ ద్రావణం శోషణాంకాన్ని (A) నిర్ణయించి లభించిన ప్రయోగ ఫలితాలను గ్రాఫ్ రూపంలో వ్యక్తం చేస్తారు. ఈ గ్రాపును యిది వరకు చెప్పినట్టుగా శోషణవక్రం అంటారు. దీని ఆధారంగా λmax ను నిర్ణయిస్తారు. తరువాత ప్రయోగాలలో వివిధ గాఢతలు గల పదార్థ ద్రావణాన్ని తయారుచేసి, ప్రతీ గాఢతవద్ద ద్రావణం యొక్క శోషణాంకాన్ని (A) యీ λmaxవద్ద నిర్ణయిస్తారు. ప్రయోగ ఫలితాలను అంటే గాఢతలను X అక్షంమీదను, శోషణాంకాలను Y అక్షంమీదను గ్రాపుగా వ్యక్తం చేస్తారు. ద్రావణం బీర్ సూత్రం పాటించినట్లయితే, గ్రాపు



BRAOU

పటం 13.2 బీర్ సూత్రానికి లోబడిన గ్రాపు

మూలం (origin) గుండా పోయే సరళరేఖగా వుంటుంది. ఈ సరళరేఖను క్రమాంకన వక్రం (calibration curve) అంటారు. యిప్పుడు తెలియని గాఢత గల పరీక్ష ద్రావణం (test solution) యొక్క శోషణాంకాన్ని, λmax వద్ద నిర్ణయిస్తారు. ఈ విలువను క్రమాకను వక్రంలో ప్రతిక్షేపించి, దానికి సరియైన ద్రావణం గాఢతను గ్రాపు ద్వారా నిర్ణయిస్తారు.

13.6.2. మిశ్రమ ద్రావణ విశ్లేషణం

రెండు కాని, అంతకన్న ఎక్కువ కాని ద్రావితాలు కరిగివున్న ద్రావణాన్ని మిశ్రమ ద్రావణం అని వ్యవహరిస్తారు. రెండు ద్రావితాలు కరిగిన ద్రావణాన్ని మనం చర్చకు తీసుకుందాం. ద్రావితాల మధ్య ఏ విధమైన రసాయన చర్య జరగని సందర్భంలో, ద్రావితాల శోషణాంకాలు సామాన్యంగా సంకలనాత్మకంగా (additive) వుంటాయి. అంటే ఏ తరంగ దైర్ఘ్యం వద్దనైనా ద్రావణం శోషణాంకం, ఆ తరంగం దైర్ఘ్యం వద్ద ద్రావితాల శోషణాంకాల మొత్తానికి సమానంగా అవుతుంది. వేర్వేరు ప్రయోగాలలో రెండు ద్రావితాల λ max విలువలు e విలువలను విడివిడిగా నిర్ణయిస్తారు. తర్వాత మిశ్రమ ద్రావణం యొక్క శోషణాంకాలను యీ రెండు తరంగ దైర్ఘ్యాల (రెండు λ max విలువల) వద్ద నిర్ణయిస్తారు. ఈ శోషణాంకాల విలువలు (A_1, A_2) e విలువలు ఆధారంగా కింది ద్వివర్ణ సమీకరణాలను సాధించడం ద్వారా పదార్థాల విడి గాఢతలకు (c_1, c_2) లెక్కకడతారు.

$$A_1 = \varepsilon_1\lambda_1 c_1 + \varepsilon^2\lambda_2 c_2 \quad \text{.................................(14)}$$

$$A_2 = \varepsilon^1\lambda_2 c_1 + \varepsilon^2\lambda_2 c_2 \quad \text{.................................(15)}$$

సమీకరణాలలో (1 = దృక్ మార్గం పొడవు ఒక సెం.మీ)

$e^1\lambda_1 e^1\lambda_2$: గరిష్ట శోషణ తరంగ దైర్ఘ్యాలు ($\lambda_1\lambda_2$) వద్ద పదార్థం యొక్క 1 విలువలు

$e^2\lambda_1 e^2\lambda_2$: గరిష్ట శోషణ తరంగ దైర్ఘ్యం ($\lambda_1\lambda_2$) వద్ద పదార్థం (2) యొక్క విలువలు

A_1, A_2 : తరంగ దైర్ఘ్యాలు (λ_1, λ_2) వద్ద ప్రయోగ ద్రావణం యొక్క శోషణాంకం విలువలు

c_1,c_2 CC ప్రయోగ ద్రావణంలో ద్రావితాల గాఢతలు.

13.7. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివినవి

1. వికిరణ శోషణ తీవ్రత మరియు శోషించుకునే పదార్థం గాఢతల గుణాత్మక సంబంధం, వాటి అనువర్తనాలు
2. గ్రోథస్ - డ్రేపర్ సూత్రం: "శోషించిన వికిరణం మాత్రమే రసాయన మార్పులను తీసుకురాగలదు'.
3. ప్రతి దీప్తి - స్ఫురదీప్తి
4. బీర్ - లాంబర్ట్ సూత్రం : ఒక తరంగదైర్ఘ్యం వద్ద ఒక ద్రావణంలోని పదార్థం శోషించే కాంతి తీవ్రత, ద్రావణంగాఢత, దృక్ మార్గం పొడవులపై ఆధారపడివుంటుంది.
5. సామాన్య ద్రావణ విశ్లేషణ మరియు మిశ్రమ ద్రావణం విశ్లేషణంలో బీర్ సూత్రం అనువర్తనాలు.

13.8. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I కింది వానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. బీర్ సూత్రం గణితాత్మకంగా ఉత్పాదించండి.
2. శోషణాకం (A), ప్రసారిత కాంతి (I_t), పతన కాంతి (I_o), తీవ్రత (c) మధ్య సంబంధం తెలపండి.

BRAOU

3. 10^{-6}M గాఢతగల ద్రావణం యొక్క శోషణాంకం (A) విలువ 0.6 అయితే దానిలోని ద్రావితం ε విలువను లెక్క కట్టండి. దృక్ మార్గం పొడవు ఒక సెంటీ మీటరు.

II. కింది వానికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. రసాయన విశ్లేషణలో దృశ్య వర్ణపటాల అనువర్తనాలను తెలపండి.

2. కాపర్, క్రోమియంల ద్విగుణాత్మక (binary) మిశ్రమంలోని లోహాల గాఢతలను ఎలా నిర్ణయిస్తారో తెలపండి.

3. వర్ణపటమాపకదర్శక (Spectrophotometric) పద్ధతుల ద్వారా విలీన లోహ ద్రావణం విశ్లేషణకు కావలసిన మూలాధార అంశాలేవో తెలపండి.

13.9. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. శోషణాంకం $A = \log\frac{I_0}{I_t}$ ఇందులో

I_o = పతన వికిరణం తీవ్రత I_t = ప్రసారితం చెందిన వికిరణం తీవ్రత

2. శోషణం చెందు సమ్మేళనం యొక్క గరిష్ట శోషణాన్ని ప్రదర్శించే తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని λmx అందు.

13.10. పదకోశం (ఖండం-2)

కంపన క్వాంటం సంఖ్య (V)	:	అణువులో ఎలక్ట్రాన్‌ల శక్తి క్వాంటీకరణం చెందినట్టుగానే బంధగల పరమాణువుల కంపన శక్తి కూడా క్వాంటీకరణం చెంది ఉంటుంది. దీనిని సూచించే క్వాంటం సంఖ్య
ప్రేరిత ద్విధ్రువాలు	:	H_2, Cl_2 వంటి సజాతి విధ్రువ అణువుల కూడా బలమైన విద్యుత్ క్షేత్రానికి గురైనపుడు విరూపణ చెందుతాయి. ఈ కారణంగా ఋణ ధనావేశాల గరుత్వ కేంద్రాలు ఏకీభవించక అణువుకు తాత్కాలిక ధ్రువణతను కలిగిస్తాయి. ఈ కారణంగా బలమైన విద్యుత్ క్షేత్రబల ప్రభావానికి గురైన విధ్రువ అణువులను ప్రేరిత ద్విధ్రువాలు అంటారు.
భ్రమణక్వాంటం సంఖ్య (J)	:	అణువులో ఎలక్ట్రాన్ శకి క్వాంటీకరణం చెందినట్లుగానే భ్రమణశక్తి కూడా క్వాంటీకరణం చెందుతుంది. ఈ క్వాంటీకరణాన్ని సూచించే సంఖ్యను భ్రమణ క్వాంటం సంఖ్య 'J' అంటారు.
వర్ణపట శిఖరాల వివరణ	:	అణువర్ణపటంలో శోషణశిఖరాలు (లేదా పట్టీ) ఉంటాయి. ఈ శిఖరాలు అణువులో ఏ సమూహాల లేదా బంధాలకు ప్రతికలు అనే విషయం తెలియజేయడం.

రచయిత: ఆచార్య. ఎస్. బ్రహ్మజీరావు
అనువాదం : వి. సంతోష్ రెడ్డి

BRAOU

ఖండం – 4 : రేడియో ధార్మికత

BRAOU

BRAOU

భాగం – 14 : రేడియోధార్మికత ఆవిష్కరణ

విషయక్రమం

14.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
14.2. పరిచయం
14.3. రేడియో ధార్మికత – వికిరణాల స్వభావం
14.3.1. ఆల్ఫాకిరణాలు
14.3.2. బీటా కిరణాలు
14.3.3. గామాకిరణాలు
14.4. సారాంశం
14.5. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
14.6. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

14.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

రేడియో ధార్మికత దృగ్విషయాలు, ఆవిష్కరణకు సంబంధించిన చారిత్రాత్మక విషయాలను వివరించి, రేడియో ధార్మికత ప్రక్రియను విశదీకరించడానికి ఈ భాగం ఉద్దేశింపబడినది.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తిగా చేసిన తరువాత అర్థం చేసుకొనే విషయాలు :

* పొలోనియం, రేడియం, థోరియం, యితర మూలకాలు కూడా రేడియో ధార్మికతను ప్రదర్శిస్తాయి.

* రేడియో ధార్మికత ఉద్గారంలో α (ఆల్ఫా), β (బీటా) కిరణాలు వుంటాయని రూథర్ ఫర్డ్ (1899) లో ప్రతిపాదించినాడు.

* మరికొంత కాలానికి పి. క్యూరి, పి. విల్లార్డ్ మూడోరకపు కిరణాలను కనుగొన్నారు. యివి గామా కిరణాలు.

* ఆల్ఫా బీటా, గామా కిరణాల ధర్మాలను, వాటిని ఆయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావానికి గురిచేయడం ద్వారా కనుగొన్నారు.

* ఈ ప్రయోగం ద్వారా ఆల్ఫా కిరణాలు ధనావేశాన్ని, బీటా కిరణాలు ఋణావేశాన్ని కలిగి వున్నాయని, గామా కిరణాలు ఆవేశం లేనివి అని కనుగొనడం జరిగింది.

* ఆల్ఫా కిరణాలు, +2 విద్యుత్ ఆవేశం, 4 యూనిట్లు భారం కలిగిన కణాల సముదాయమని కనుగొన్నారు. యివి సెకనుకు 1.4 – 2.0 x 10^9 సెం.మీ సె వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి. వాటి అయనీకరణసామర్థ్యం చాలా ఎక్కువ.

* అతి వేగంగా చలించే ఋణావేశిత కణాలను బీటా కిరణాలు కలిగివున్నాయని కనుగొన్నారు. ఆల్ఫా కణాల సామర్థ్యం కంటె ఎక్కువ.

* X- కిరణాల వంటి విద్యుదయస్కాంత కిరణాల సముదాయమే గామా కిరణాలు.

B R A O U

14.2. పరిచయం

మీ అందరికీ X- కిరణాలు అనే పేరు తెలుసు. వీటిని విస్తారంగా తరుచుగా వైద్యశాలలో ఎముకలు విరగటం, ఊపిరితిత్తుల జబ్బులు మొదలైనవి గుర్తించడానికి, ఇంకా ఇటు వంటి ఇతర వ్యాధి నిర్ణయ ప్రయోజనాలకు వాడతారు. ఈ కిరణాలను రాంజన్ (Rontgen) ఆవిష్కరించాడు. రాంజన్ X- కిరణాల ఆవిష్కరణను ప్రకటించిన వెంటనే ఫ్రెంచ్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు ఆంటోనీ హెన్రి బెకరెల్ కి ఈ అంశంలో ఆసక్తి కలిగింది. సూర్య కాంతికి బహిర్గత మయినప్పుడు కొన్ని రసాయన పదార్థాలు ప్రదర్శించే ప్రతిదీప్తి అనే సందీప్తి దృగ్విషయం గురించి ప్రత్యేక అధ్యయనం చేసినాడు. తన ప్రతిదీప్తి పరిశోధనలలో ఎడ్మండ్ బెకరెల్ పొటాషియమ్ యురనిల్ సల్ఫేట్ అనే రసాయనం యొక్క శుద్ధ శాంపుల్‌ను వాడినాడు. హెన్రి బెకరెల్ దగ్గర ఈ రసాయనం ఉంది. X- కిరణాలకు పైన పేర్కొన్న యురేనియం సమ్మేళనం ప్రదర్శించిన సందీప్తికి మధ్య ఏమైనా సంబంధం ఉందేమో కనిపెట్టే ప్రయత్నంలో దానిని వాడినాడు. ఇందుకోసం హెన్రీ బెకరెల్ ఈ లవణం యొక్క పలచని స్ఫటికాన్ని నల్ల కాగితంలో చుట్టిన ఫొటోగ్రాఫిక్ ఫలకం మీద ఉంచి దానంతటినీ సూర్యకాంతికి బహిర్గతం చేసినాడు. ఆ ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకాన్ని డెవలప్ చేయగా అది నల్లగా మారిందని తెలుసుకుని ఆశ్చర్య పడ్డాడు. యురేనియం లవణం ఏదో ఒక రకం వికిరణాలను ఉద్గారం చేసిందని, అవి నల్ల కాగితాన్ని చొచ్చుకొని పోయి ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకాన్ని నల్లగా మార్చినాయని బెకరెల్ వ్యాఖ్యానించాడు. తరువాతి ప్రయోగాలలో ఈ వికిరణాలు పలచని అల్యూమినియమ్, కాపర్ రేకుల ద్వారా నైనా పోయి ఫోటో గ్రాఫిక్ ఫలకాన్ని నల్ల బరచగలవని అతను నిరూపించగలిగినాడు. సూర్యకాంతికి బహిర్గతం చెయ్యడం వల్ల యురేనియమ్ లవణం ఆ కిరణాలను ఉద్గారం చేసిందని కూడా బెకరల్ అభిప్రాయపడినాడు.

కాని పరిస్థితుల ప్రాబల్యం (కొన్ని రోజులు సూర్యుడు ప్రకాశించక పోవడం) వల్ల బెకరల్ తప్పనిసరిగా ఆ ప్రయోగాన్ని విరమించుకొని ఫోటో గ్రాఫిక్ ఫలకాలను యురేనియమ్ లవణంతో బాటు తిరిగి డ్రాయర్‌లో పడవేయవలసి వచ్చింది. డ్రాయర్‌లో సూర్య కాంతి లేదు. సూర్యకాంతి లేకపోవడం వల్ల కలిగిన ఆశా భంగం కొద్ది రోజుల పాటు కొనసాగింది. ప్రాణం విసిగిపోయిన ఆయన ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకాలు బయటకు తీసి, డెవలప్ చేసినాడు. ఫలకాలు నల్లబడవని, ఒక వేళ నల్లబడిన కొంచమే నల్లబడతాయని బెకరల్ అనుకున్నాడు. కాని ఫలకం చాలా గాఢంగా నల్లబడిందని చూసి బెకరల్ చాలా ఆశ్చర్య పడినాడు. అందువల్ల యురేనియమ్ లవణం సూర్యకాంతి పడకుండానే ఏదో ఒక రకం కిరణాలను ఉద్గారం చేసిందని నిర్ధారణకు వచ్చినాడు. అంతేకాకుండా ఈ కిరణాలు చాలా కాలం పాటు ఉద్గారించ బడుతున్నట్టు తెలుసుకున్నాడు. రాంజన్ X- కిరణాలను ఆవిష్కరించడంతోటి ఉత్సాహ పూరితుడైన హెన్రీ బెకరల్ 1896లో ఈ పరిశోధనలన్నీ చేసినాడు. 1896 లో హెన్రీ బెకరల్ చేత చేత ఆవిష్కరింపబడిన ఈ అద్భుత దృగ్విషయానికి రేడియో ధార్మికత అని 1898 లో మెరిక్యూరి పేరు పెట్టడం జరిగింది.

ఈ విధంగా యురేనియం లవణం వికిరణాలను ఉద్గారం చేస్తుందని (సూర్యకాంతి లేక పోయినా), అవి మామూలు కాంతికి అపారదర్శకమైన పదార్థాలను (నల్లకాగితం అల్యూమినియం రేకు లేదా కాపర్ రేకు) చొచ్చుకొని పోయి, ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకాన్ని ప్రభావితం చేయగలగడంలో X- కిరణాలను పోలి ఉంటాయని హెన్రీ బెకరల్ కనిపెట్టాడు. X- కిరణాలవలె ఈ కిరణాలు గాలిలో అయనీకరణాన్ని ఉత్పత్తిచేయగలవేమో తెలుసుకోవాలనే కుతూహలంతో ఆయన ఒక గోల్డ్-లీఫ్ ఎలక్ట్రోస్కోప్‌తో ప్రయోగాలు జరిపినాడు. అయనీకరణ వికిరణాన్ని గుర్తించడానికి ఈ ఎలక్ట్రోస్కోప్ ఒక సాధనం. దీంట్లో ఒక చిన్న నిటారుగా ఉండే లోహపు కడ్డీ ఉంటుంది. దాని పైకొన వద్ద ఒక లోహపు గోళం ఉంటుంది. కింది కొననుంచి నిటారుగా వేలాడుతూ రెండు చిన్న దీర్ఘ చతురస్రాకారాల వంటి పలచని, ఆవేశిత గోల్డ్ రేకులుంటాయి. ఎలక్ట్రోస్కోప్ పరిసరంలో గాలి అయనీకృతంగా ఉంటే అది విద్యుత్ వాహకమయి, ఆవేశిత గోల్డ్ ఫలకాలు తమ ఆవేశాన్ని కోల్పోయేటట్లు చేస్తుంది. దీని వల్ల ఆవేశాన్ని కోల్పోయిన గోల్డ్ ఫలకాలు దగ్గరకు వస్తాయి. (అంతకు ముందు వాటిమధ్య విద్యుత్ వికర్షణ వల్ల అవి వేరుగా ఉన్నాయి) యురేనియమ్ లవణాన్ని ఆవేశిత గోల్డ్ లీఫ్ ఎలక్ట్రోస్కోప్ దగ్గరగా యురేనియమ్ తీసుకువస్తే దాని ఆవేశం కోల్పోయేటట్లు చేస్తుందని బెకరల్ గమనించాడు. అందువల్ల లవణం నుంచి వచ్చే కిరణాలు వాటి చుట్టు పక్కల ఉన్న గాలిని అయనీకరణంచేయగలవని అతడు నిర్ధారించినాడు. ఇది పొటాషియమ్ యురనిల్ సల్ఫేట్ యొక్క ప్రత్యేక

లక్షణం కాదని, అది అన్ని యురేనియమ్ లవణాలకు, యురేనియమ్‌కు కూడా సామాన్యమైనదని బెకరెల్ చేసిన తరువాత ప్రయోగాలు వెల్లడి చేసినాయి. బెకరెల్ ఆవిష్కరణ జరిగిన వెంటనే; యురేనియమ్, పొలోనియం, రేడియమ్ వంటి అనేక రసాయన మూలకాలు రేడియోధార్మికతను చూపగలవని నిరూపించ బడింది.

ఈ తొలి పరిశోధనల అనంతరం జరిపిన క్రమబద్ధమైన పరిశోధనల వల్ల ప్రకృతిలో 40 కన్న ఎక్కువ మూలకాలు వాటి మూలక స్థితిలో గాని, సమ్మేళన స్థితిలో గాని రేడియో ధార్మికతను ప్రదర్శిస్తాయని తెలిసింది.

14.3. రేడియో ధార్మికత – వికిరణాల స్వభావం.

వికిరణాల ప్రవేశ శక్తిని గురించి పరిశోధనలు చేస్తూ ఇ. రూథర్ ఫర్డ్ 1899 లో వికిరణాలలో రెండు రకాల కిరణాలుంటాయని కనుక్కొన్నాడు. వీటికి α కిరణాలు (ఆల్ఫా కిరణాలు), β కిరణాలు (బీటా కిరణాలు) అని ఆయన పేరు పెట్టినాడు. మొదటివి రెండో వాటి కన్న బలమైన అయనీకరణాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఆ తరవాత కొద్దికాలానికి 1900 లో పి. క్యూరి వికిరణంలో కొంత భాగం అయస్కాంత క్షేత్రంలో అపవర్తనం చెందదని కనుక్కోవడం జరిగింది. వికిరణంలో ఈ భాగంలోని కిరణాలకు అసాధారణ ప్రవేశక శక్తి ఉంటుందని పి. విల్లార్డ్ తెలియజేసినాడు. ఆ విధంగా కిరణాల ధర్మాలలో వ్యత్యాసం ఉంది. అందువల్ల ఈ కిరణాలను γ – కిరణాలు (గామా కిరణాలు) అన్నారు. ఈ γ కిరణాల ప్రవేశక శక్తి β కిరణాల కంటే 10-100 రెట్లు ఎక్కువ. ఈ β కిరణాలకు α కిరణాల కన్న సుమారు 100 రెట్లు ఎక్కువ ప్రవేశక శక్తి ఉంటుంది. ఈ విధంగా వికిరణాలలో మూడు మూల కిరణాలుంటాయి : α, β, γ - కిరణాలు.

రేడియో ధార్మిక మూలకం వెలువరించే వికిరణాన్ని అయస్కాంత క్షేత్రాలకు గురి చేసి, కిరణాల విద్యుత్ స్వభావాన్ని రూఢి చేస్తారు. పటం 14.1 α– కిరణాలు ఒక దిశలో వంగి ఉంటే β – కిరణాలు వ్యతిరేక దిశలో వంగుతాయని, γ – కిరణాలు అసలు వంగి ఉండవని తెలుపుతుంది.

BRAOU

పటం 14.1 రేడియో ధార్మిక వికిరణాల లక్షణాలు.

వంగే దిశను బట్టి α కిరణాలు ధన విద్యుదావేశితాలని, β కిరణాలు ఋణవిద్యుదావేశితాలని, γ కిరణాలు ఏ విద్యుదావేశితం లేనివని నిర్ధారించడం జరిగింది. ఈ వికిరణాలను సంఘటితం చేసే కణాల ఆవేశం, ద్రవ్యరాశి ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయిస్తారు. వేరే ప్రయోగాల ద్వారా ఈ కిరణాల ప్రవేశక సామర్థ్యం, అయనీకరణ శక్తి నిర్ణయిస్తారు. 14.3 – 14.5 అంశాలలో ఈ కిరణాల ఆవేశం, ద్రవ్యరాశి, ప్రవేశక సామర్థ్యం, అయనీకరణ శక్తికి సంబంధించిన దత్తాంశాలను ప్రతి ఒక్క రకం కిరణాలకు వేరుగా ఇవ్వడం జరిగింది.

అవగాహన ప్రశ్న – 1: రేడియో ధార్మిక వికిరణాలెన్ని ? అవి ఏవి?

14.3.1. ఆల్ఫా కిరణాలు

ఒక అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఈ కిరణాల అపవర్తనం వల్ల అవి ధన విద్యుదావేశిత కణాలతో ఏర్పడతాయని తెలుస్తుంది. విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాల ప్రభావానికి గురి చేయడం వల్ల వాటి పథంలో వచ్చేమార్పును అధ్యయనం చేయడం ద్వారా ఆవేశానికి, ద్రవ్యరాశికి మధ్య నిష్పత్తిని నిర్ణయిస్తారు. ఈ నిష్పత్తి 4.813×10^3 cm యూనిట్లు/గ్రామ్ ఉంటుందని తెలిసింది. వేరే ప్రయోగం ద్వారా నిర్ణయించిన ఆవేశం

యొక్క పరిమాణం 9.3×10^{-10} e.s units ఉంటుందని కనుక్కొన్నారు. ఇది ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ఆవేశానికి రెట్టింపు. α కణాలకు రెండు యూనిట్లు ధన విద్యుదావేశం, నాలుగు యూనిట్లు ద్రవ్యరాశి ఉంటాయని ఈ ఫలితాలు సూచిస్తాయి. α కణం రెండు న్యూట్రాన్‌లు, రెండు ప్రోటాన్‌లు బంధితమైన హీలియమ్ కేంద్రకంగా వుందని దీనిని బట్టి నిర్ధారించడమైనది. విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాలలో α కిరణాల అపవర్తనాన్ని బట్టి నిర్ణయించిన α- కణం ప్రారంభ వేగం $1.4\text{-}2.0 \times 10^{9}$ సెం.మీ/సెకన్ దాకా ఉంటుంది. అంటే కాంతి వేగంలో 1/15 - 1/20వ వంతన్న మాట. ప్రారంభ వేగం గాలిలో α కణం యొక్క వ్యాప్తికి సంబంధించి ఉంటుంది. కణం దాని మూలం నుంచి అది గాలిలో ఉత్పత్తి చేసే అయనీకరణం శక్తిని పరిగణించ తగిన స్థాయి కన్న కోల్పోయేముందు, గాలిలో ప్రయాణించే దూరమే వ్యాప్తి. α కణం ప్రారంభవేగమూ, వ్యాప్తి, ఈ కణాన్ని ఉద్గారం చేసే మూలకాన్ని బట్టి మారతాయి. (పట్టిక 14.1)

14.1 α- కణాల ప్రారంభవేగం, వ్యాప్తులు.

రేడియో మూలకం	వేగం సెం.మీ/సెకన్	వ్యాప్తి సెం.మీ
యురేనియమ్	13.9×10^{9}	2.63
రేడియమ్	1.61×10^{9}	4.12
థోరియమ్	1.80×10^{9}	5.68

α కణాలకు పరిగణించ తగిన ద్రవ్యరాశి వుండి, ఎక్కువ వేగంతో అవి కదులుతాయి. వాటికి గతిజ శక్తి ఎక్కువ ఉంటుంది. కాబట్టి అవి అయనీకరణను ఎక్కువగా ఉత్పత్తి చేస్తాయి. α కణాలలో అధిక సంఖ్యాకమైనవి పల్చని లోహపు రేకు ద్వారా సరళరేఖలో ప్రయాణిస్తాయి.

14.3.2. బీటా కిరణాలు

అయస్కాంత క్షేత్రంలో β-కిరణాల అపవర్తనం వల్ల అవి రుణ విద్యుదావేశ కణాలతో ఏర్పడతాయని తెలుస్తుంది. ఆవేశానికి, ద్రవ్యరాశికి మధ్య నిష్పత్తి (e/m) $1.77 \times 10^{e.s}$ ప్రమాణాలు/గ్రామ్ ఉంటుందని విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాలలో చేసిన ప్రయోగాలు సూచిస్తాయి. ఇది ఎలెక్ట్రాన్‌లకు లభించిన విలువకు దాదాపు సమానం. దీనిని బట్టి β- కణాలు వేగంగా చలించే ఎలెక్ట్రాన్‌లని తెలుస్తుంది. β- కిరణాల వేగాలు కూడా మూలకాన్ని బట్టి మారతాయి. ఈ వేగం కాంతి వేగాన్ని సమీపిస్తుంది - సగటు విలువ 2.0×10^{10} cm /సెకన్ ఉంటుంది. వాటి అధిక వేగం వల్ల β- కణాలకు ప్రవేశ శక్తి ఎక్కువగా ఉంటుంది. అవి (ద్రవ్యరాశి పరిగణనలోకి తీసుకోనవసరం లేనంత తక్కువ కావడం వల్ల) సరళరేఖలో చలించవు. కాబట్టి β- కణాల వ్యాప్తిని కొలవడం సాధ్యం కాదు. ద్రవ్యరాశి తక్కువ కావటం వల్ల β- కణానికి α- కణాలకన్న తక్కువ అయినీకరణ శక్తి ఉంటుంది.

14.3.3. గామా కిరణాలు

గామా కిరణాల గొప్ప ప్రవేశక శక్తిని బట్టి, విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్రాలు గామా కిరణాలను అపవర్తనం చెందించక పోవడాన్ని బట్టి, గామా కిరణాలు, X- కిరణాల వంటి విద్యుత్ అయస్కాంత వికిరణాలను పోలి ఉంటాయని తెలుస్తుంది. γ- కిరణాల తరంగ దైర్ఘ్యాలు 10^{-8} కి 10^{-11}cm కి మధ్య అవధిలో ఉంటాయి. γ- కిరణాల ఉద్గారం α- లేదా β- కణాల ఉద్గారంతోపాటు ఏకకాలంగా జరుగుతుందని ఒకప్పుడు అనుకొనేవారు. అది వాటి ఉద్గారం తరవాత జరుగుతుందని ఇప్పుడు తెలుసు.

పైన చెప్పిన దానిని బట్టి రేడియోధార్మిక మూలకాలు α, β, γ కిరణాలతో ఏర్పడిన వికిరణాలను యాదృచ్ఛికంగా ఉద్గారం చేస్తాయని తెలుస్తుంది. α,β, కిరణాలు వరుసగా ధన రుణ విద్యుదావేశిత కణాలతో ఏర్పడతాయని γ- కిరణాలు విద్యుదయస్కాంత వికిరణాలతో ఏర్పడతాయని తెలుసుకున్నాం. కిరణాల రకాన్ని బట్టి వాటి వేగాలు, ప్రవేశక సామర్థ్యాలు, అయనీకరణశక్తి మారతాయి.

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న –2 : ఆల్ఫా, బీటా, గామా కిరణాల ధర్మాలను ఎలా నిర్ణయిస్తారు?

14.4. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు ఈ క్రింది విషయాలను అర్థం చేసుకొన్నారు.

1) హెన్రీ బెకరెల్, మేరీక్యూరీ సహజ రేడియో ధార్మికతను కనుగొనుట

2) రేడియో ధార్మిక కిరణాల α,β మరియు γ రకాలు

3) ఈ వికిరణాలు ధర్మాలు

14.5. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రింది వానికి సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి

1. రేడియో ధార్మిక ఆవిష్కరణ గూర్చి క్లుప్తంగా వివరించండి.

2. రేడియో ధార్మికత వికిరణం స్వభావం గూర్చి క్లుప్తంగా వివరించండి.

3. ఆల్ఫా కిరణాల ధర్మాలను పేర్కొనండి.

II. క్రింది వానికి సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. రేడియో ధార్మికత దృగ్విషయం ఆవిష్కరణ, స్వభావం గురించి వివరంగా తెలపండి.

2. ఆల్ఫా బీటా, గామా కిరణాల ధర్మాలను వివరంగా తెలిపి, యీ ధర్మాలను ఎలా నిర్ధారణ చేసింది తెలపండి.

14.6, అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు.

1. రేడియో ధార్మిక వికిరణాలు మూడు రకాలు : అవి ఆల్ఫా బీటా మరియు గామా కిరణాలు. ఆల్ఫా కిరణాలు హీలియం కేంద్రకాలు. బీటా కిరణాలు ఎలక్ట్రానులు మరియు గామా కిరణాలు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు మాత్రమే.

2. 1. విద్యుత్ క్షేత్రముపయోగించి α,β,γ కారణాల అనువర్తనం నిర్ణయించుట

2. లోహపుమూలకాల ద్వారా పంపి వాటి ప్రవేశక సామర్థ్యం కనుగొనుట.

3. ZnS తెరమీద పడునట్లు చేసి వాటి ప్రతి దీప్తిని కనుగొనుట ద్వారా ధర్మాలను నిర్ణయిస్తారు.

రచయిత : ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు
అనువాదం : ఆర్. ఎస్. శాస్త్రి

BRAOU

భాగం – 15 : రేడియో ధార్మిక విఘటన రేటు

విషయక్రమం

15.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
15.2. పరిచయం
15.3. రేడియో ధార్మిక మూలకాల విఘటన
    15.3.1. రేడియో ధార్మిక విఘటన సిద్ధాంతం
    15.3.2. రేడియో ధార్మిక విఘటన రేటు
    15.3.3. రేడియో ధార్మిక మూలకపు సగటు ఆయువు
15.4. రేడియో ధార్మిక మూలకాల అర్ధాయువు
15.5. రేడియో ధార్మిక సమతాస్థితి
15.6. సారాంశం
15.7. మాదిరి పరీక్షాప్రశ్నలు
15.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

15.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

రేడియో ధార్మిక విఘటన ప్రక్రియను విశదీకరించడం, రేడియో ధార్మిక సమతాస్థితిని, సగటు ఆయువును, అర్ధాయువు కాలపరిమితిని గూర్చి వివరించడమే ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం.

మీరు ఈ భాగంను సంపూర్ణంగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే విషయాలు ఇలా ఉంటాయి:

* స్థిర మూలకాలవలె కాక రేడియో ధార్మిక మూలకాల పరమాణువులు స్వచ్ఛంద విఘటన చెందుతాయి. ఈ విఘటనలో α, β కణాల ఉద్గారం జరుగుతుంది.

* విఘటనలో ఉత్పత్తి అయిన మూలకాల పరమాణుభారాలు, ధర్మాలు, ఉద్గారం చెందిన కణాన్ని బట్టి ఉంటాయి.

* α కణం ఉద్గారం చెందినప్పుడు ప్రతిసారి, కొత్త మూలకం (జన్య మూలకం) పరమాణు భారం

* β కిరణ ఉద్గారం వల్ల పరమాణు భారంలో చెప్పుకోదగిన మార్పేమీ ఉండదు ఎందుకంటే β కణం ద్రవ్యరాశి పరిగణనలోకి తీసుకోనవసరం లేనంత తక్కువ.

* రేడియో ధార్మిక మూలక క్షయం రేటు ఘాతాంక నియమాన్ని అనుసరిస్తుంది.

* ఏ సమయం వద్దనైనా ఉండే రేడియో ధార్మిక తీక్షణతకు, ప్రారంభ కాలం (I_0) వద్ద తీక్షణతకు మధ్య సంబంధాన్ని $I_t = I_0e^{-\lambda t}$ అనే సమీకరణం తెలుపుతుంది.

* λ అనే రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకం, రేడియో ధార్మిక క్రియాశీలతకు కారణభూతమైన మూలకానికి అభిలక్షణంగా ఉంటుంది.

* λ యొక్క విలోమ రాశిని రేడియో ధార్మిక మూలకం సగటు ఆయువు టౌ (τ) అంటారు.

* ఏ సమయం వద్దనైనా రేడియో ధార్మికత దాని విలువలో సగానికి క్షయం చెందడానికి పట్టే కాలాన్ని అర్ధాయుకాల పరిమితి (T) అంటారు.

* అర్ధాయుకాల పరిమితికి (T), రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకానికి (λ) మధ్య సంబంధాన్ని $T= 0.693/\lambda$ అనే సమీకరణం సూచిస్తుంది.

15.2. పరిచయం

సహజంగా లభించే మూలకాలు కొన్ని (యురేనియం, థోరియం) సహకారకం ఏదీ లేకుండాతమంతట తామే అభిలక్షణమైన వికిరణాలను ఉద్గారం చేస్తాయని మీరు 14వ భాగంలో నేర్చుకున్నారు. మూలకాల ఈ ప్రవర్తనను రేడియో ధార్మికత అంటారు. ఆల్ఫా, బీటా, గామా కిరణాలు అనే మూడు రకాల కిరణాలు ఈ వికిరణాలలో ఉంటాయని కూడా తెలుసుకున్నారు. వాటి విద్యుత్ స్వభావం, ప్రవేశక శక్తి (Penetrating power), అయనీకరణ శక్తి (ionising power) విషయంలో ఈ కిరణాలు వాటి ధర్మాలలో వ్యత్యాసాలు చూపుతాయి. ప్రతి రేడియో ధార్మిక మూలకం ఈ మూడు రకాల కిరణాలనే ఉత్పత్తి చేస్తుంది. అయితే వాటి విలువలలో కొద్దిపాటి వైవిధ్యాలుండవచ్చు ఏ మూలకం రేడియో ధార్మికతలోనైనా ఇమిడి ఉన్న ప్రక్రియ మౌలికంగా ఒకటేనని దీనివల్ల తెలుస్తుంది. ఈ మూలకాల పరమాణువుల కేంద్రకం స్వచ్ఛంద విఘటనే ఈ ప్రక్రియ అని నిరూపించడం జరిగింది. రేడియో ధార్మిక మూలకాల విఘటన అనే ఈ దృగ్విషయానికి కారణం రేడియో ధార్మిక మూలకాల పరమాణువుల కేంద్రకం అస్థిరతేనని అంటారు. ఈ పరమాణువు కేంద్రకాలలోని ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్‌ల నిష్పత్తి అనుకూలంగా లేకపోవడమే ఈ అస్థిరతకు కారణమని ప్రాథమిక స్థాయిలో చెప్పవచ్చు.

15.3. రేడియో ధార్మిక మూలకాల విఘటన

రేడియో ధార్మిక మూలకాల సమ్మేళనాలు ద్రావణంలో ప్రవర్తించే తీరును గురించి రేడియో ధార్మికత తొలి పరిశోధకులు చాలా ఆసక్తికరమైన విషయాలు గమనించారు. రేడియో ధార్మికత అనే సంక్లిష్టదృగ్విషయాన్ని అవగాహన చేసుకునేందుకు ఈ విషయాలు చాలా ఉపకరించాయి. ఒక యురేనియం సమ్మేళనం ఒక ఫెర్రిక్ లవణం ఉన్న ద్రావణానికి అమ్మోనియం హైడ్రాక్సైడ్ చేరిస్తే అవక్షేపం ఏర్పడుతుందని హెచ్. బెకరల్ గమనించాడు. అయినప్పటికీ ఆ ద్రావణంలో కొంత మొత్తం యురేనియం లవణం కూడా ఉంది. యురేనియం లవణంలోని మొదటి రేడియో ధార్మికతలో అధిక భాగం అవక్షేపంలో ఉందని, యురేనియం ఇంకా ఉన్న ద్రావణం రేడియో ధార్మికతను కలిగి లేదని అతను గమనించాడు. యురేనియం సమ్మేళనంలోని అధిక భాగం రేడియో ధార్మికత యురేనియం మూలకంవల్ల కాదని, దాని నుంచి వేరుచేయగల ఇంకో మూలకం వల్లనని దీనిని బట్టి తెలుస్తోంది. యురేనియం నుంచి వేరు చేయగల ఈ మూలకాన్ని యురేనియం X అన్నారు. కొన్ని నెలలు అలా ఉంచితే ద్రావణంలోని యురేనియం క్రమంగా దాని రేడియో ధార్మికతను తిరిగి పొందింది; అవక్షేపం ధార్మికత పోయింది. ఈ రెండు చర్యలు ఒకే రేటులో జరుగుతాయని తెలిసింది. వ్యవస్థ యొక్క మొత్తం ధార్మికత స్థిరంగా ఉంటుంది. యురేనియం - X ను యురేనియం విచ్ఛిన్నంగా ఉత్పత్తి చేస్తోందనీ, అది క్రమంగా క్షయం చెంది, దాని రేడియో ధార్మికతను కోల్పోతుందని మనం ఈ విషయాలను బట్టి నిర్ధారణ చేయవలసి ఉంటుంది.

15.3.1. రేడియోధార్మిక విఘటన సిద్ధాంతం

రేడియోధార్మికత దృగ్విషయాన్ని (15.2 పరిచ్ఛేదంలో పేర్కొన్న పరిశీలన) వివరించడానికి 1903లో ఇ. రూథర్ ఫర్డ్, ఎఫ్ సాడి. ఒక విప్లవాత్మక సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించారు. ఈ సిద్ధాంతాన్ని రేడియోధార్మిక విఘటన సిద్ధాంతం అంటారు.

BRAOU

ఇతర మూలకాల వలె కాక రేడియో ధార్మిక మూలకాల పరమాణువులు, అల్ఫా లేదా బీటా కణాల ఉద్గారం ఫలితంగా స్వచ్ఛంద విఘటన చెందుతాయని ప్రతిపాదించడం జరిగింది. ఈ విఘటన ఫలితంగా జనక మూలకానికి భౌతికంగా, రసాయనికంగా పూర్తిగా భిన్నమైన ఒక కొత్త మూలకం (జన్య మూలకం) ఏర్పడుతుంది. ఈ కొత్త మూలకం కూడా మళ్ళీ అస్థిరంగానే ఉండవచ్చు. అది ఒక కణాన్ని (α లేదా β) ఉద్గారం చేయడం వల్ల ఇంకో కొత్త మూలకం ఉత్పత్తి కావచ్చు. ఈ రకమైన విఘటన పరివర్తనాలు అనుక్రమంగా జరగవచ్చు. ఈ రకమైన విఘటనలో ఉత్పత్తి అయిన మూలకం స్వభావం (పరమాణు భారం, రసాయన ధర్మాలు) ఉద్గారం చెందిన కణం స్వభావం మీద అధారపడి ఉంటుంది. ఉదాహరణకు ప్రతి ఒక్క అల్ఫా కణం ఉద్గారం చెందినప్పుడు, కొత్త మూలకం పరమాణు భారం దాని జనకాని (Parent) కన్న 4 ప్రమాణాలు తక్కువగా వుంటుంది. అయితే β కణం ఉద్గారం వల్ల పరమాణుభారంలో చెప్పుకోదగిన మార్పేమీరాదు. ఎందుకంటే β కణం ద్రవ్యరాశి పరిగణనలోకి తీసుకోనవసరం లేనంత తక్కువ. పరమాణు భారంలో చెప్పుకోదగిన మార్పేమీ లేక పోయినా కొత్త మూలకం యొక్క భౌతిక, రసాయన ధర్మాలు జనక మూలకానికి పూర్తిగా భిన్నంగా ఉంటాయి. థోరియం శ్రేణి, ఆక్టీనియం శ్రేణి, యూరేనియం శ్రేణి అని మూడు రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులను గుర్తించడం జరిగింది. వీటిని 16వ భాగంలోవివరంగా చర్చించడం జరిగింది.

15.3.2. రేడియో ధార్మిక విఘటన రేటు

విఘటన ప్రక్రియలో ఎప్పటికప్పుడు కొత్త మూలకం యొక్క రేడియో ధార్మికతను కొలవడంల్ల క్షయంరేటు ఒక ఘాతాత్మక నియమాన్ని అనుసరిస్తుందని తెలిసింది.

't' అనే ఏ సమయం వద్ద ఉండే ధార్మికత It అయితే, ప్రారంభం వద్ద ధార్మికత Io అయితే, క్షయాన్ని ఈ విధంగా సూచించవచ్చు

$$It = I_0 e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

దీనిలో λ అనేది రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకం

ఇంకా విఘటన చెందని (లేదా క్షయంకాని) పరమాణువుల సంఖ్యకు (N) ధార్మికత అనుపాతంలో ఉంటుందని అనుకోవచ్చు. కాబట్టి దీనిని బట్టి

$$N = No.e^{-\lambda t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

క్షయాన్ని పరిశోధిస్తున్న ఒకానొక రేడియో ధార్మిక మూలకంలో ఆరంభంలోను, 't' కాలం తరువాత ఉన్న పరమాణువుల సంఖ్యలు వరుసగా N_0, N_1 అనేది రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకం. ఇది రేడియో ధార్మికతకు కారణ భూతమైన మూలకానికి అభిలక్షణంగా ఉంటుంది. పరమాణువు భౌతిక స్థితిమీద కాని సంయోగ స్థితిమీద కాని అది ఆధారపడి ఉండదు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : గణితాత్మకంగా రేడియో ధార్మిక విఘట రేటు ఏ సమయంలోనైనా దాని ఆరంభ క్రియాశీలత కెట్టి సంబంధములో ఉండును?

15.3.3. రేడియో ధార్మిక మూలకపు సగటు ఆయువు

ఏ రేడియో ధార్మిక పరమాణువు ఆయువు (అది విఘటన చెందేముందు అది ఉండ గలిగిన కాల పరిమితి) కైనా సున్నానుండి అనంతం వరకు సాధ్యమైన అన్ని విలువలూ ఉండవచ్చు. అయితే అసంఖ్యాకమైన పరమాణువుల సమూహం విషయంలో సగటు ఆయుః పరిమితికి (average life period) ఎక్కువ ప్రయోజనం ఉంటుంది.

ధార్మికత I, విఘటన చెందని పరమాణువుల సంఖ్య N_1 కు అనుపాతంలో ఉంటుంది. కాబట్టి పరమాణువుల విఘటన రేటు (-dN/dt) ఆ క్షణంలో ఉన్న పరమాణువుల సంఖ్యకు అనుపాతంలో ఉంటుంది. గణిత పరంగా దీనిని ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$-\frac{dN}{dt} \propto N$$

లేదా

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

సమీకరణ (2) లోని, 'N' విలువను సమీకరణ (3) లో చేరిస్తే, సమీకరణాలు (4), (5) లు వస్తాయి.

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$-dN = \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ఏ క్షణం నుంచి లెక్క కట్టినా, కాలం 't' వద్ద విఘటనం చెందే పరమాణువుల సంఖ్యను ఉజ్జాయింపుగా dN గా భావించవచ్చు. కాబట్టి 't' ని ఎదురుచూసే ఆయుపరిమితి అంటారు. దీనికి సున్నా నుంచి అనంతం వరకు ఏ విలువైనా ఉండవచ్చు. కాబట్టి సాధ్యమైన ప్రతి ఒక్క ఆయు కాల పరిమితిని ($t = 0$ నుంచి. $t = \alpha$ వరకు) అదే (ఆశించిన) ఆయువు కల పరమాణువుల సంఖ్యతో (dN) హెచ్చించి అలా వచ్చిన లబ్ధాన్ని ఆ కాలం ప్రారంభంలో ఉన్న మొత్తం పరమాణువుల సంఖ్యతో (No) భాగిస్తే సగటు ఆయు పరిమితి (τ) వస్తుంది. దీన్ని గణిత రూపంలో ఈ విధంగా సూచించవచ్చు.

$$(\tau) = \frac{t\,dN}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

సమీకరణ (5) లోని dN విలువను సమీకరణం (6) లో చేరిస్తే మనకు సమీకరణం (7) వస్తుంది.

$$(\tau) = t.\lambda.e^{-\lambda t} dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

సమకలనం చేస్తే

$$(\tau) = \frac{1}{\lambda} \text{ వస్తుంది.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ఈ విధంగా రేడియో ధార్మిక మూలకం సగటు ఆయువు దాని రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకం విలోమానికి సమానం.

BRAOU

15.4. రేడియో ధార్మిక మూలకాల అర్ధాయువు (T)

ఒక రేడియో ధార్మిక మూలకం యొక్క అభిలాక్షణిక ధర్మాన్ని వ్యక్తం చేయడానికి 1904 లో రూథర్‌ఫర్డ్ అర్ధాయువు అనే పదాన్ని ప్రవేశపెట్టాడు. దీనిని రేడియో ధార్మిక క్షయ స్థిరాంకానికి (λ) ప్రత్యామ్నాయంగా వాడవచ్చును. ఏదైన కొంత మొత్తం మూలకం యొక్క రేడియో ధార్మికత దాని ప్రారంభ విలువలో సగానికి క్షయమవడానికి పట్టే కాలాన్ని అర్ధాయువు అంటారు. దీన్ని T అనే సంకేతంతో సూచిస్తారు.

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ ఈ సమీకరణ వల్ల

$\ln N = \ln N_0 - \lambda t$

లేదా $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$ లేదా $\log \frac{N}{N_0} = -\frac{\lambda t}{2.303} = 0.4343\,\lambda t$ ....(9)

అని తెలుస్తుంది. కింది చూపిన విధంగా T ను సమీకరణం (9) నుంచి నిర్ణయించవచ్చు. T యొక్క నిర్వచనం ప్రకారం రేడియోధార్మిక పరమాణువుల సంఖ్య N, ప్రారంభసంఖ్య N_0 లో సగముంటుంది.

దీనిని బట్టి

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$$

అని తెలుస్తుంది

ఈ విలువను సమీకరణం (9) లో N/N_0 కి బదులు 1/2 ప్రతిక్షేపించి t కి బదులు అర్ధాయువు T ని చేరిస్తే మనకి

$$\log\left(\frac{1}{2}\right) = -0.4343\,\lambda T$$

లేదా $\log 2 = 0.4343\,\lambda T$ వస్తుంది.

$$T = \frac{\log 2}{0.4343\,\lambda}$$

కాబట్టి $T = \frac{0.693}{\lambda}$

$$= 0.693 \times \frac{1}{\lambda}$$

ఈ విధంగా రేడియో మూలకం అర్ధాయువు రేడియో ధార్మిక క్షయ స్థిరాంకం λ నుంచి ప్రత్యక్షంగా లభిస్తుంది. $1/\lambda$ సగటు ఆయువుకి సమానం కనుక, రేడియో మూలకం సగటు ఆయువును 0.693 గుణిస్తే అర్ధాయువు వస్తుంది.

అవగాహన ప్రశ్న – 2: రేడియో ధార్మిక మూలకపు a) సగటు ఆయువు, b) అర్ధాయువులను వివరించండి.

BRAOU

అర్ధాయువు = 0.693 × సగటు ఆయువు.

పట్టిక 15.1 కొన్ని రేడియో మూలకాల అర్ధాయు పరిమితులు.

మూలకం	**అర్ధాయువు (సంవత్సరాలు)**
యురేనియం(238)	4.5×10^9
థోరియం	1.4×10^{10}
రేడియం	1.6×10^3

15.5. రేడియో ధార్మిక సమతాస్థితి

ఒక రేడియో ధార్మిక మూలకం ఇంకో మూలకంగా విఘటన చెందుతుంది (రేడియో ధార్మికం కావచ్చు, కాకవచ్చు). మొదటి మూలకాన్ని జనక మూలకం అంటారు. విఘటన ప్రక్రియలో ఉత్పత్తి అయిన మూలకాన్ని (రెండో మూలకం) జన్య (daughter) మూలకం అంటారు. ప్రకృతిలో ఒక్కొక్కప్పుడు రేడియో ధార్మిక జనక మూలకానికి దీర్ఘమైన సగటు ఆయువు ఉంటుంది. దాని క్షయ ఉత్పన్నం లేదా జన్య మూలకం నుంచి వేరు కాదు. అటువంటి ఉదాహరణలలో కొంతకాలం తరవాత సెక్యులర్ సమతాస్థితి (Secular equilibrium) అనే ఒక సమతాస్థితి ఏర్పడుతుంది. జన్య మూలకం దాని జనకం దాని నుంచి ఎంతవేగంగా ఏర్పడుతుందో అదే వేగంలో విఘటన చెందుతుంది. జనక మూలకం (1) విఘటన రేటు $\lambda_1 N_1$ కు సమానం. సాధారణంగా ఈ రాశి జన్య మూలకం (2) ఏర్పడే రేటును కూడా తెలుపుతుంది. అదే విధంగా జన్యమూలకం విఘటనం చెందే రేటును $\lambda_2 N_2$ గా వ్యక్త పరచవచ్చు. సమతాస్థితిలో జనక మూలకం నుంచి జన్యమూలకం రేటును విఘటనం చెందే రేటును ఖచ్చితంగా సమానం. కాబట్టి $\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2$....(10). (2) జన్య మూలకానికి (3) జనకమయితే రెండో సమతాస్థితి ఉంటుంది. ఈ విధంగా అటువంటి అనుక్రామిక విఘటనలు అనేకం ఉంటే, రేడియోధార్మిక సమతాస్థితికి సామన్యపరిస్థితిని కింది సమీకరణం సూచిస్తుంది.

$$\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2 = \lambda_3 N_3 = \lambda_4 N_4 \quad \text{......(11)}$$

ఇందులో 1,2,3,4, మొదలైనవి రేడియో ధార్మిక మూలకాలను సూచిస్తాయి. సమతాస్థితిలో A,B అనే ఏ రెండు మూలకాలకైనా ఈ సమీకరణాన్ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\lambda_A N_A = \lambda_B N_B \quad \text{...... (12)}$$

$$\frac{N_A}{N_B} = \lambda_B / \lambda_A \quad \text{...... (13)}$$

λ_A, λ_B లు స్థిరాంకాలు.

అందుచేత $\frac{N_A}{N_B}$ కూడా స్థిరాంకమే.

B R A O U

ఒక విఘటన శ్రేణిలోని ఏ రెండు మూలకాలపరిమాణాల నిష్పత్తి అయినా రేడియో ధార్మిక సెక్యులర్ సమతాస్థితిలో స్థిరాంకమై ఉంటుందని దీని వల్ల తెలుస్తుంది.

15.6. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివిన అంశాలు :

1) రేడియో ధార్మిక విఘటన రేటు ఘాతాత్మక నియమాన్ని అనుసరిస్తుంది.

2) రేడియోధార్మిక విఘటనం ఇంకా విఘటనం చెందని పరమాణువుల సంఖ్యకు అనుపాతంలో ఉంటుంది.

3) రేడియోధార్మిక మూలకపు సగటు ఆయువు దాని రేడియో ధార్మిక స్థిరాంక విలోమానికి సమానం.

4) సగటు ఆయువుకు, అర్ధాయువుకు మధ్య సంబంధం: అర్ధాయువు = 0.693 × సగటు ఆయువు.

5) రేడియోధార్మిక సమతాస్థితి

15.7. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. **కింది వానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.**

1. రేడియోధార్మిక సమతాస్థితిని సోదాహరణంగా వివరించండి.

2. సగటు ఆయువును, రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకాన్ని కలిపే సమీకరణాన్ని రాబట్టండి.

II. **కింది వానికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.**

1. రేడియో ధార్మిక విఘటన సిద్ధాంతాన్ని గురించి చర్చించండి.

2. రేడియోధార్మిక "సెక్యులర్ సమతాస్థితి" అంటే ఏమిటో వివరించి, సగటు ఆయువుకు, రేడియోధార్మిక స్థిరాంకానికి మధ్య గల సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

15.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. రేడియో ధార్మిక విఘటనం ప్రథమ క్రమాంక చర్య. ఏ సమయంలోనైనా దాని విఘటన రేటు ఆరంభ క్రియాశీలత క్రింది సమీకరణాన్ననుసరించి ఉండును.

$$\frac{dx}{dt} \quad \alpha \quad (a-x)$$

$$\frac{dx}{dt} = K(a-x)$$

a = ఆరంభ క్రియాశీలత

2. సగటు ఆయువు (T) : రేడియో ధార్మిక స్థిరాంకం (K) విలోమానికి సమానం $T = \frac{1}{K}$

అర్థాయువు ($t\frac{1}{2}$) : రేడియో ధార్మిక మూలకం యొక్క ప్రారంభ విలువలో సగానికి క్షయమవడానికి పట్టే కాలాన్ని అర్థాయువు అందురు.

$$t\frac{1}{2} = \frac{0.693}{K}$$

రచయిత : ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు
అనువాదం : ఆర్. ఎల్. ఎన్. శాస్త్రి

B R A O U

భాగం – 16 : రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులు

విషయక్రమం

16.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
16.2. పరిచయం
16.3. విఘటన శ్రేణులు
16.4. గ్రూపుస్థానభ్రంశ నియమం
16.5. ఐసోటోపులు
16.6. సారాంశం
16.7. మాదిరి పరీక్షాప్రశ్నలు
16.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు
16.9. పదకోశం

16.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

మేము ఈ భాగంలో ముఖ్యంగా వివిధ రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులను వివరించి, ఆ శ్రేణులలోని వివిధమూలకాల అర్ధాయువుల సాంఖ్యక విలువలను పేర్కొనడం జరిగింది.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తి చేసిన తరువాత అర్థం చేసుకోనే విషయాలు ఇలా వుంటాయి:

* అధిక పరమాణు భార ప్రాంతంలో సుమారు 42 రేడియోధార్మికమూలకాలున్నాయి.
* ఆవర్తన వ్యవస్థాంతంలోని అధికపరమాణుభారంకల ఈ మూలకాలు మూడు ప్రత్యేక శ్రేణులుగా ఏర్పడతాయి.
* ఈ శ్రేణులను థోరియం శ్రేణి, యురేనియం శ్రేణి, ఆక్టినియం శ్రేణి అంటారు.
* థోరియం, యురేనియం శ్రేణులకు ఆయాశ్రేణులలో అత్యధిక ఆయువున్న మూలకాలను బట్టి - అంటే థోరియం, యురేనియం - పేర్లు పెట్టారు.
* వీటి అర్ధాయువులు వరుసగా 1.4×10^{10}, 4.5×10^{9} సంవత్సరాలు.
* ఆక్టినియం శ్రేణి జనకం ఆక్టినియం కాదు; దాని కన్న ఎక్కువ ఆయువు కల మూలకమయిన ఆక్టినో యురేనియం (యురేనియం - 235).
* యురేనియం - 235 అర్ధాయువు 7.1×10^{8} సంవత్సరాలు.
* ప్రతి శ్రేణిలోను చివరి స్థిరమూలకం లెడ్.

BRAOU

* ఫజాన్స్, సాడీ, రస్సెల్ గ్రూపు స్థానభ్రంశ నియమాన్ని ప్రతిపాదించారు.

* వర్గస్థానభ్రంశ నియమం ఐసోటోప్‌లు అనే భావనకు దారితీస్తుంది.

16.2. పరిచయం

రేడియో ధార్మిక మూలకాలు స్వచ్ఛంద విఘటనకు లోనవుతాయని, ఈ ప్రక్రియను సాధారణంగా రేడియో ధార్మికత అంటారు అని పద్నాలుగో భాగంలో నేర్చుకున్నారు. రేడియో ధార్మిక విఘటన ప్రక్రియలో మూలకం α,β,γ కిరణాలను ఉద్గారం చేస్తుంది. α కిరణాలు ధనకణాలతో ఏర్పడతాయి. ఆల్ఫా కణాన్ని హీలియం కేంద్రకంతో (He^{2+}) సమానమైనదిగా భావిస్తారు. పరమాణు మానంలో దాని ద్రవ్యరాశి 4 ఆవేశం+2. β కిరణాలు వేగంగా చలించే β కణాలతో ఏర్పడతాయి. బీటా కణాన్ని ఎలక్ట్రాన్‌తో సమానమైనదిగా భావిస్తారు. పరమాణు భారమానంలో ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి లెక్కలోకి తీసుకోవలసిన అవసరం లేనంత తక్కువ. కాబట్టి రేడియో ధార్మిక విఘటన ప్రక్రియలో, ఒక మూలకం పరమాణువు (జనక మూలకం) α కిరణాన్ని కోల్పోతే ఉత్పన్న మూలకం (జన్య మూలకం) పరమాణుభారం దాని జనక మూలకం కన్న 4 ప్రమాణాలు తక్కువ ఉంటుంది. వేరొక ప్రక్క బీటా కణ ఉద్గారంతో కూడిన విఘటనలో జనక; జన్య మూలకాలకు దాదాపు ఒకే పరమాణు భారాలుంటాయి.

16.3. విఘటన శ్రేణులు

యురేనియం, థోరియం, ఆక్టినియం మూలకాలు స్వచ్ఛంద రేడియో ధార్మిక విఘటనకు లోనయి, ఆయా జన్య మూలకాలను ఉత్పత్తి చేస్తాయని గమనించడం జరిగింది. ఈ జన్య మూలకాలు తిరిగి ఇతర రేడియో ధార్మిక మూలకాలను ఉత్పత్తిచేస్తే ఇదే రకమైన దృగ్విషయాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. రేడియో ధార్మిక కాని మూలకం ఏర్పడే వరకు ఈ ప్రక్రియ కొనసాగుతుందని తెలిసింది. లోగడ పేర్కొన్న మూడు శ్రేణులలో చివరి మూలకం లెడ్ అని గుర్తించారు. సాధారణంగా మూలకాలు ఒకే మార్గంలో విఘటన చెందుతాయి. అయితే కొన్ని మూలకాలు మాత్రం వికల్పాలుగా ప్రవర్తించి, రెండు మార్గాలలో విఘటనం చెందుతాయని తెలిసింది. ఒక మార్గం α కణంతోను, ఇంకోటి β కణంతోను కూడి ఉంటాయి. కనుక అటువంటి ఉదాహరణలలో రేఖాయుతమైన శ్రేణులు ఏర్పడతాయి. పట్టికలు 16.1, 16.2, 16.3లలో ఈ మూడు శ్రేణులను చూపడం జరిగింది.

పట్టిక 16.1 యురేనియం శ్రేణి

(Radio element)	Corresponding Element	Symbol	Radiation	Half-Life
Uranium I ↓	Uranium	^{238}U	α	4.51×10^9 yr
Uranium X_1 ↓	Thorium	^{234}Th	β	24.1 days
Uranium X_2 ↓	Protactinium	^{234}Pa	β	1.18 min
Uranium II ↓	Uranium	^{234}U	α	2.48×10^5 yr
Ionium ↓	Thorium	^{230}Th	α	8.0×10^4 yr
Radium ↓	Radium	^{225}Ra	α	1.62×10^3 yr
Ra Emanation ↓	Radon	^{222}Rn	α	3.82 days
Radium A (99.98% → Radium B; 0.02% → Astatine-218)	Polonium	^{218}Po	α & β	3.05 min
Radium B ↓	Lead	^{214}Pb	β	26.8 min
Astatine-218 ↓	Astatine	^{218}At	α	2 sec
Radium C (99.96% → Radium C '; 0.04% → Radium C ")	Bismuth	^{214}Bi	β & α	19.7 min
Radium C ' ↓	Polonium	^{214}Po	α	1.6×10^{-4} sec
Radium C " ↓	Thallium	^{210}Tl	β	1.32 min
Radium D ↓	Lead	^{210}Pb	β	19.4 yr
Radium E (100% → Radium F; 12×10^{-4} % → Thallium-206)	Bismuth	^{210}Bi	β & α	5.0 days
Radium F ↓	Polonium	^{210}Po	α	138.4 days
Thallium-206 ↓	Thallium	^{206}Tl	β	4.20 min
Radium G (End Product)	Lead	^{206}Pb	Stable	

BRAOU

పట్టిక 16.2 థోరియం శ్రేణి

Radioelement	Corresponding Element	Symbol	Radiation	Half-Life
Thorium ↓	Thorium	^{232}Th	α	$1.39 X 10^{10}$ yr
Mesothorium I ↓	Radium	^{228}Ra	β	6.7 yr
Mesothorium II ↓	Actinium	^{228}Ac	β	6.13 hr
Radiothorium ↓	Thorium	^{228}Th	α	1.91 yr
Thorium X ↓	Radium	^{224}Ra	α	3.64 days
Th Emanation ↓	Radon	^{220}Rn	α	52 sec
Thorium A ↓	Polonium	^{216}Po	α	0.16 sec
Thorium B ↓	Lead	^{212}Pb	β	10.6 sec
Thorium C (66.3% ↓ Thorium C' ; 33.7% ↓ Thorium C")	Bismuth	^{212}Bi	β and α	60.5 min
Thorium C' ↓	Polonium	^{212}Po	α	$3 x 10^{-7}$ sec
Thorium C" ↓	Thallium	^{208}Tl	β	3.1 min
Thorium D (End Product)	Lead	^{208}Pb	Stable	

BRAOU

16.4. గ్రూపు స్థానభ్రంశ నియమం

రేడియో ధార్మిక మూలకం α కణాన్ని గాని β కణాన్ని గాని, రెండిటినీ గాని ఉద్గారం చేసి, స్వచ్ఛందంగా విఘటనం చెందుతుందని మీరు నేర్చుకొన్నారు. α కణం ఉద్గారం వల్ల పరమాణు భారంలో 4 ప్రమాణాలు నష్టపోగా, β కణం ఉద్గారం వల్ల జన్యమూలకం పరమాణు భారంలో ఏ రకమైన మార్పు జరగదు. α-, β- కణాలు వరుసగా ధన, ఋణావేశితకణాలు కావడంవల్ల జనక మూలకం నుండి ఈ కణాలు పోవడంవల్ల ఏర్పడిన జన్యమూలకం ఆవర్తన పట్టికలో వేరే స్థానాన్ని ఆక్రమిస్తుంది. ఆవర్తన పట్టికలో ఒక మూలకం యొక్క-

పట్టిక 16.3 ఆక్టీనియం శ్రేణి

Radioelement	Corresponding Element	Symbol	Radiation	Half-Life
Actinouranium ↓	Uranium	^{235}U	α	7.13 x 10^8 yr
Uranium Y ↓	Thorium	^{231}Th	β	25.6 hr
Protactinium ↓	Protactinium	^{231}Pa	α	3.43 x 10^4 yr
Actinium (98.8% ↓ / 1.2% ↓)	Actinium	^{227}Ac	β and α	21.8 yr
Radioactinium	Thorium	^{227}Th	α	18.4 days
Actinium K	Francium	^{223}Fr	β	21 min
↓ Actinium X ↓	Radium	^{223}Ra	α	11.7 days
Ac Emanation ↓	Radon	^{219}Rn	α	3.92 sec
Actinium A (100% / 5x10-%)	Polonium	^{215}Po	α and β	1.83x 10^{-3} sec
Actinium B	Lead	^{211}Pb	β	36.1 min
Astatine - 215	Astatine	^{215}At	α	10^{-4} sec
Actinium C (99.7% / 0.3%)	Bismuth	^{211}Bi	α and β	2.16 min
Actinium C	Polonium	^{211}Po	α	0.52 sec
Actinium C"	Thallium	^{207}Tl	β	4.8 min
Actinium D (End Product)	Lead	^{207}Pb	Stable	-

B R A O U

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులెన్ని? అవి ఏవి?

ఉత్పన్నం యీ విధంగా స్థానభ్రంశం చెందడానికి సంబంధించిన సార్వత్రిక అంశాలను గ్రూపు స్థాన భ్రంశ నియమం (Group Displacement Law) అంటారు. కే.ఫజాన్స్, ఏ.ఎస్. రస్సెల్, ఎ. సాడీ స్వతంత్రగా ఈ సార్వత్రిక అంశాలను ప్రతిపాదించారు. వీటినే గ్రూపు స్థాన భ్రంశనియమం అంటారు. ఆవర్తనపట్టికలోని పరిమిత సంఖ్యలో ఉన్న స్థలాలలో అసంఖ్యాకమైన రేడియో మూలకాలను అమర్చడం సాధ్యంకావడానికి కారణం ఈ నియమమే.

ఒక్క α కణం రేడియో ధార్మిక విఘటనలో ఉద్గారం చెందినప్పుడు, ఏర్పడిన ఉత్పన్నం ఆవర్తన పట్టికలో రెండు స్థానాలు ఎడమవైపుకు స్థాన భ్రంశం చెందుతుంది - అంటే పరమాణు సంఖ్య దాని జనకం కన్న రెండు తక్కువ కాని β కణం ఉద్గారం వల్ల కుడివైపు ఒక స్థానం స్థానభ్రంశం జరుగుతుంది - అంటే ఉత్పన్నం యొక్క పరమాణు సంఖ్య దాని జనకం ఒకటి ఎక్కువ. ఇదే గ్రూపుస్థాన భ్రంశ నియమం.

పట్టికలు 16.1, 16.2, 16.3, ఈ సార్వత్రిక అంశాలను ఉదాహరిస్తాయి.

16.5. ఐసోటోపులు

ఒక α కణం రెండు β కణాలు అనుక్రమకంగా ఉద్గారం చెందడం వల్ల ఉత్పత్తి అయిన జన్య మూలకం ఆవర్తన పట్టికలో జనక మూలకం స్థానాన్నే ఆక్రమిస్తుంది. కాని జన్య, జనక మూలకాల పరమాణు భారాలు ఒకటిగా ఉండవు. ఇది గ్రూపు స్థాన భ్రంశం నియమం యొక్క ఒక పర్యవసానం.

ఉదాహరణకు యురేనియం (238) ఒక α కణాన్ని రెండు β కణాలను వరుసగా పోగొట్టుకొని పరమాణు భారం 234 గల జన్య మూలకాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. జనక జన్య మూలకాలను వరుసగా యురేనియం -I, యురేనియం -II అంటారు. ఇవి ఆవర్తన పట్టికలో ఒకే స్థానాన్ని (92) ఆక్రమిస్తాయి. కాని వీటికి ఒకదానికొకటి ఐసోటోపిక్‌గా ఉన్న రెండు వేరు వేరు పరమాణు భారాలుంటాయి. ఒకే పరమాణు సంఖ్యలున్న మూలకాల రసాయన ధర్మాలు సర్వసమంగా ఉంటాయి. అటువంటి మూలకాలకు ఐసోటోపులు (గ్రీకు: ఒకే స్థానం) అనే పేరు సాడి ప్రతిపాదించాడు. ఎందుకంటే అవి ఆవర్తన పట్టికలో ఒకే స్థానాన్ని ఆక్రమిస్తాయి.

ఒక α - కణం బహిర్గతమైనప్పుడు పరమాణు సంఖ్య రెండు ప్రమాణాలు తగ్గడం, పరమాణు భారం నాలుగు ప్రమాణాలు తగ్గడం జనక మూలకంలోని కేంద్రకం నుండి రెండు ప్రోటాన్‌లు రెండు న్యూట్రాన్ పోవడం వల్లనని చెప్పవచ్చు. అయితే β– కణం పోవడం వల్ల పరమాణు సంఖ్య తగ్గడాన్ని ఇదే విధంగా వివరించడానికి వీలులేదు. కాబట్టి β కణం బహిర్గత మయినప్పుడు న్యూట్రాన్, ఒక ప్రోటాన్‌గాను, ఒక ఎలక్ట్రాన్‌గాను - బహుశా ఒక న్యూట్రినోతో బాటు - మార్పు చెందుతుందని, ఈ తరువాత ఎలక్ట్రాన్ విసర్జింప బడుతుందని అనుకుంటారు. కాబట్టి ఈ ఎలక్ట్రాన్ విసర్జింపబడినప్పుడు కేంద్రకం ధనావేశం ఒక ప్రమాణం పెరుగుతుంది. ఫలితంగా ఉత్పన్నం యొక్క పరమాణు సంఖ్య ఒక ప్రమాణం పెరుగుతుంది.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : రేడియో ధార్మిక ఐసోటోపులు అంటే ఏమిటి?

16.6. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు నేర్చుకున్నవి.

i) అస్థిరమైన రేడియో ధార్మిక మూలకము స్థిరత్వాన్ని పొందేటంత వరకు α, β మరియు γ కిరణాలను ఉద్గారం చేస్తుంది. ఈ వివిధ దశల శ్రేణినే రేడియోధార్మిక విఘటన శ్రేణులందురు.

ii) సహజ రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులు
   a) యురేనియమ్ శ్రేణి
   b) థోరియమ్ శ్రేణి
   c) ఆక్టీనియమ్ శ్రేణి

BRAOU

iii) గ్రూపు స్థాన భ్రంశ నియమము

iv) ఐసోటోపులు ఏర్పడుట

16.7. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు 10 పంక్తులలో రాయండి.

1. రేడియో ధార్మిక మూలకం అర్ధాయువునుండి ఏ సమాచారం లభిస్తుంది?

2. గ్రూపు స్థాన భ్రంశ నియమం గూర్చి క్లుప్తంగా చర్చించండి.

3. రేడియో ధార్మిక మూలకం ఏర్పడడాన్ని రేడియో ధార్మిక విఘటనం ఏ విధంగా సమర్థిస్తుంది.

II. కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు 30 పంక్తులలో రాయండి.

1. రేడియో ధార్మిక శ్రేణులు గూర్చి సవివరంగా చర్చించండి.

2. గ్రూపు స్థాన భ్రంశ సూత్రం యొక్క ప్రాముఖ్యాన్ని, ఉపయోగాన్ని చర్చించండి.

16.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. మొత్తం నాలుగు రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులు గుర్తించబడినవి. అవి

a) 4n శ్రేణి లేదా థోరియమ్ శ్రేణి

b) 4n+1 శ్రేణి లేదా నెప్ట్యూనియమ్ శ్రేణి

c) 4n+2 శ్రేణి లేదా యురేనియమ్ శ్రేణి

d) 4n+3 శ్రేణి లేదా ఆక్టీనియమ్ శ్రేణి

ఇందులో 4n+1 శ్రేణి కృత్రిమశ్రేణి

2. అనేక మూలక పరమాణువులు స్థిరమైనవి. వీటిని అధార్మిక మూలకములందురు. ఉదా:- ${}_6C^{12}$, ${}_7N^{14}$, ${}_8O^{16}$. ఈ మూలకపు ఏ ఐసోటోప్ అయినా రేడియో ధార్మికతను ప్రదర్శించిన దానిని రేడియో ధార్మిక ఐసోటోప్ అందురు. ఉదా:- ${}_6C^{14}$, ${}_7N^{15}$, ${}_8O^{18}$.

16.9. పదకోశం (ఖండం-4)

ప్రవేశ శక్తి : రేడియో ధార్మిక కిరణాలు ప్రదర్శించే అపారదర్శక పదార్థాల ద్వారా కూడా చొచ్చుకొని పోయే శక్తి.

BRAOU

ఎలెక్ట్రోస్కోపు: గాలిలో లేదా వాయురూపంలో వున్న యానకంలో రేడియో ధార్మిక కిరణాలు లేదా యితర కిరణాలు కలిగించే అయనీకరణాన్ని గుర్తించే సాధనం.

రేడియో ధార్మిక వ్యాప్తి: రేడియో ధార్మిక కిరణాలు గాలిలో అయనీకరణము ఉత్పత్తిచేసే శక్తి పరిగణించ దగిన స్థాయి కన్న తగ్గిపోయేముందు గాలిలో ప్రయాణించే దూరం.

స్వచ్ఛంద విఘటనము: బాహ్య కారకం ప్రభావం లేకుండానే రేడియో ధార్మిక మూలకాలు ప్రదర్శించే విచ్ఛేదనము.

రచయిత: ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మజీరావు.
అనువాదం: ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి.

BRAOU

BRAOU

విభాగం – బి

భౌతిక రసాయన శాస్త్రం

BRAOU

BRAOU

ఖండం – 5 : వాయువుల ప్రవర్తన

పదార్థం యొక్క అన్ని రూపాల ప్రవర్తనను పరమాణు, అణుపరికల్పన ఆధారంగా వివరిస్తారు. ప్రకృతిలో పదార్థమంతా అణుసముచ్ఛయాల రూపంలో ఉంటుంది. మనం విడి అణువులను గురించి కాక అణుసముదాయం గురించి చర్చిస్తాం. పదార్థాన్నంతటినీ స్థూలంగా ఘనపదార్థాలు, ద్రవపదార్థాలు, వాయువులుగా విభజించవచ్చు. ఈ మూడింటినీ పదార్థం యొక్క స్థితులు అంటారు.

B R A O U

BRAOU

భాగం – 17: వాయు నియమాలు

విషయక్రమం

17.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు
17.2 పరిచయం
17.3 వాయువుయొక్క పీడన - ఘనపరిమాణ సంబంధం
17.4 వాయువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత-ఘన పరిమాణ సంబంధం
17.5 స్థితి సమీకరణం
17.6 వాయు స్థిరాంకం
17.6.1 పరమ ప్రమాణాలలో R
17.6.2 జౌల్‌లలో R
17.6.3 కెలోరీలలో R
17.6.4 లీటర్-ఎట్మాస్ఫియర్‌లలో R
17.7 వాయువుల మిశ్రమాలు-పాక్షిక పీడనాల నియమం
17.8 వాయువుల వ్యాపనం
17.9 సారాంశం
17.10 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
17.11 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి జవాబులు

17.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

వాయువుల ప్రవర్తనను వర్ణించే ప్రయోగాత్మక నియామాలను మీకు తెలియడమే ఈ ఖండిక ముఖ్యోద్దేశ్యం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు అర్థం చేసుకొనే విషయాలు ఇలా ఉంటాయి.

BRAOU

* ప్రయోగాత్మక పరిశీలన ఫలితంగా వాయుప్రవర్తనను వివరించడానికి నాలుగు పరామితులు : వాయువు భార పరిమాణం, పీడనం, ఘనపరిమాణం, ఉష్ణోగ్రత.

* ఒక వాయువు యొక్క పీడనానికి ఘనపరిమాణానికి మధ్యగల సంబంధాన్ని (మోల్స్ సంఖ్య, స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు) బాయిల్ నియమం తెలుపుతుంది.

* ఒక వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణ-ఉష్ణోగ్రత సంబంధాన్ని (మోల్స్ సంఖ్య, ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు) ఛార్లెస్ నియమం తెలుపుతుంది.

- వాయువులు మిశ్రమం యొక్క మొత్తం పీడన సంబంధాన్ని ప్రతి అనుఘటకం యొక్క పాక్షిక పీడనం పరంగా డాల్టన్ నియమం వివరిస్తుంది.
- గ్రహమ్స్ నియమం వాయువుల వ్యాపనాన్ని, వ్యాపన రేటుకు, వాయువు యొక్క అణుభారానికి మధ్యగల సంబంధాన్ని వివరిస్తుంది.

17.2. పరిచయం

వాయుస్థితికి నిర్దిష్టమైన ఆకారంగాని పరిమాణంగాని లేక పోవడం అభిలక్షణం. వాయువు దానికి అందుబాటులో ఉన్నంత స్థలాన్నీ అంతటనీ ఆక్రమిస్తుంది. ద్రవంవలె కాక వాయువుకు ఉపరితలమే ఉండదు. మనం ఒక వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం అంటే వాయువు ఆక్రమించిన పాత్రయొక్క ఘనపరిమాణమని అర్థం. వాయువులన్నీ అధికంగా వ్యాకోచించగలవు, సంపీడ్యత చెందించబడగలవు. ఉష్ణోగ్రత, పీడనాలలోని మార్పులవల్ల వాయువు యొక్కఘనపరిమాణం సులువుగా ప్రభావితమవుతుంది. ఉష్ణోగ్రతలోగాని, పీడనంలోగాని అప్రధాన వైవిధ్యమయినా వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణంలో కనబడేటంత వైవిధ్యాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఈ విషయంలో వాయువు తక్కిన రెండు పదార్థరూపాలకు - ద్రవాలు, ఘనపదార్థాలు -భిన్నంగా ఉంటుంది. ఒకవిధంగా వాయువులు పదార్థం యొక్క అతి సరళస్థితిని సూచిస్తాయని చెప్పవచ్చు. వాయువుల నుంచి ద్రవాలకు, ద్రవాల నుంచి ఘనపదార్థాలకు క్లిష్టత ఎక్కువవుతుంది.

17.3. వాయువు యొక్క పీడన–ఘనపరిమాణ సంబంధం

బాయిల్ నియమం

పీడనం పెరగడం వల్ల వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం తగ్గుతుంది. వాయువు యొక్క పీడనానికి, ఘనపరిమాణానికి మధ్యగల ఈ సరళ సంబంధాన్ని రాబర్ట్ బాయిల్ (1662) కనుగొన్నాడు కొన్ని పరిమితుల కింద "ఒక నిశ్చిత ద్రవ్యరాశిగల వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద దాని పీడనానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుందని" ఆయన కనుక్కొన్నాడు.

BRAOU

గణిత శాస్త్రపరంగా,

$V \alpha 1/p$ (స్థిర ద్రవ్యరాశి, ఉష్ణోగ్రతలవద్ద)

లేదా PV= స్థిరాంకం . . . .(1)

ఇక్కడ P = పీడనం, V =వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం. బాయిల్ నియమాన్ని ఇంకోరూపంలో చెప్పడానికి సమీకరణం (1). వల్ల సాధ్యమవుతుంది.

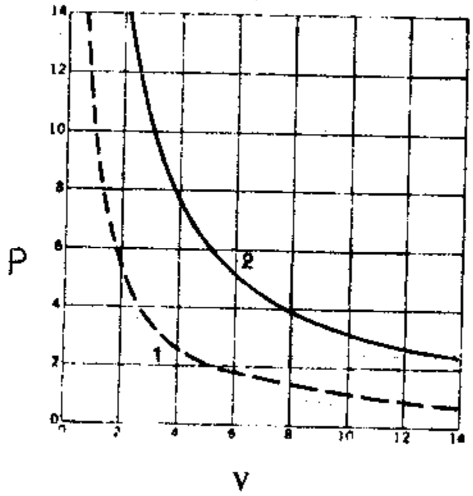
"ఇచ్చిన ద్రవ్యరాశిగల వాయువు యొక్క పీడనం, ఘనపరిమాణాల లబ్ధం స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్థిరంగా ఉంటుంది.".

ఒక నిశ్చిత ద్రవ్యరాశిగల వాయువు యొక్క పీడనం P_1 అయినప్పుడు ఘనపరిమాణం V_1, P_2 పీడనం వద్ద ఘనపరిమాణం V_2 అయితే, అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద

$$P_1V_1 = P_2V_2 \ldots\ldots(2)$$

సమీకరణం (1)లో స్థిరాంకం యొక్క పరిమాణం ఉష్ణోగ్రత, ద్రవ్యరాశి, వాయువు స్వభావం మీద ఆధారపడుతుంది.

వాయువు యొక్క పీడనాన్ని ఘనపరిమాణానికి ఎదురుగా (స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద) గీసిన రేఖాపటం ద్వారా కూడా బాయిల్ నియమాన్ని ఉదహరించవచ్చు. పటం 17.1లో చూపినట్లుగా ఇలా లభించిన వక్రం దీర్ఘచతురస్రాకార హైపర్‌బోలా అవుతుంది.



పటం 17.1 బాయిల్ నియమాన్ని అనుసరించే వాయువుకు P-V వక్రం
1. అల్ప ఉష్ణోగ్రత 2. అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద

ఈ వక్రాన్ని 'సమోష్ణోగ్రతా రేఖ" (లేదా ఐసోథర్మల్) అంటారు. ఇది స్థిర ఉష్ణోగ్రతను సూచిస్తుంది. ప్రతి ఒక్క ఉష్ణోగ్రత వద్ద భిన్నమైన దీర్ఘచతురస్రాకార హైపర్‌బోలా వస్తుంది.

B R A O U

17.4 వాయువుయొక్క ఉష్ణోగ్రత–ఘనపరిమాణ సంబంధం

ఛార్లెస్ నియమం

ఈ నియమాన్ని ఒక్కొక్కప్పుడు గేలూసాక్ నియమం అని కూడా అంటారు. దాని మొదటి రూపంలో ఈ నియమం "స్థిర పీడనం వద్ద ఇచ్చిన ద్రవ్యరాశిగల వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం, ఉష్ణోగ్రతలో ప్రతి ఒక్క డిగ్రీ పెరుగుదలకు 0° C వద్ద దాని ఘనపరిమాణంలో అదేభిన్నమంత పెరుగుతుంది" అని పేర్కొంటుంది.

ఇచ్చిన ద్రవ్యరాశి గల వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం Vo అయితే, గేలూసాక్ లేదా ఛార్లెస్ నియమం ప్రకారం t° C వద్ద దాని ఘనపరిమాణం Vt, కింది సమీకరణం వల్ల వస్తుంది.

ఇక్కడ $V_t=V_0(1+\alpha t)$, ఒక స్థిరాంకం. ఇది అన్ని వాయువులకు ఒకటే (అల్పపీడనాలు, అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద). ఈవిలువ "ఆదర్శవాయువు"కు అంగీకరించిన విలువ.

సమీకరణాన్ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$V_t = V_o\ (1+t/273) \ldots\ldots\ldots\ldots(3),$$

ఈ సమీకరణం నుంచి, ఆదర్శవాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం -273° వద్ద సున్న అవుతుందని తెలుస్తుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రతను "పరమశూన్యం" అంటారు. ఇది సాధ్యమయిన అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రత అని సిద్ధాంతాత్మక,

ప్రయోగాత్మక నిదర్శనాలు సూచిస్తాయి.

సెల్సియస్ ఉష్ణోగ్రతకు 273°C కలిపితే పరమ ఉష్ణోగ్రత వస్తుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రతా మానాన్ని పరమ లేదా **కెల్విన్ ఉష్ణోగ్రతామానం** అని లార్డ్‌కెల్విన్ (విలియమ్ థాంసన్) గౌరవార్థం అంటారు.

ఆధునిక సంకేత పద్ధతి ప్రకారం ఉష్ణోగ్రత పరమ లేదా కెల్విన్‌మానంలో పేర్కొన్నప్పుడు "డిగ్రీ" అనే మాటను వాడరు. ఈ విధంగా మనం 273K అనాలికాని 273 ° Kఅనకూడదు. 25° Cఅంటే 298K అవుతుంది, కాని 298°K కాదు (లేదా 298 డిగ్రీలు కెల్విన్),.ఈ విషయాన్ని గమనించాలి.

$$-273^{\circ}C = 0K$$

$$0^{\circ}C = 273\ K$$

$$t^{\circ}\ C = (273+t)K$$

పరమ ఉష్ణోగ్రతను పెద్ద అక్షరం T తో సూచించడం సాధారణ అలవాటు.
సమీకరణం (3) ను కింది విధంగా తిరిగిరాయవచ్చు.

$$V_t = V_o \frac{(273+t)}{273}$$

$$V_t = V_o \frac{T}{273} \quad \text{ఇక్కడ} \quad T = (273+t)$$

దీనిని కింది విధంగా సాధారణీకరించవచ్చు.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \cdots\cdots\cdots (4)$$

ఇక్కడ V_1, V_2 లు వరుసగా T_1, T_2 పరమ ఉష్ణోగ్రతలవద్ద నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణాలు (స్థిరపీడనం వద్ద).
అందువల్ల

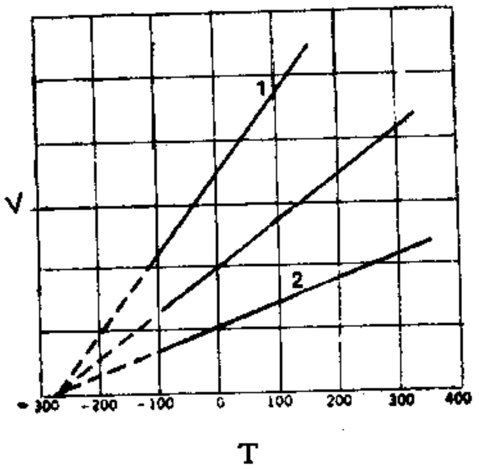
$$\frac{V}{T} = \text{స్థిరాంకం} \ \ldots\ldots\ldots \ (5)$$

సమీకరణం (5) వల్ల చార్లెస్ నియమాన్ని ఇంకో విధంగా చెప్పడానికి వీలవుతుంది . "నియమిత ద్రవ్యరాశిగల ఒక వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం స్థిర ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఆ వాయువు యొక్క పరమ ఉష్ణోగ్రతకు ప్రత్యక్ష అనుపాతంలో ఉంటుంది".

ఒక వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం పరమ శూన్యం వద్ద (−273° C) సున్న అయిఉండాలని సిద్ధాంతరీత్యా చెప్పవలసి వచ్చినప్పటికీ, ఈ ఉష్ణోగ్రత సమీపించకముందే అన్ని వాయువులూ ద్రవ లేదా ఘనస్థితికి మారతాయని తెలుసుకోవాలి. అంతేకాకుండా మరీ తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఈ నియమం వర్తించదని కూడా నిరూపించడం జరిగింది.

B R A O U

V ని T కి ఎదురుగా (స్థిర P వద్ద) రేఖాపటం గీస్తే సరళరేఖలు వస్తాయని, ఒక వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణానికి, దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు మధ్య రేఖాపట సంబంధం సూచిస్తుంది. దీనిని పటం 17.2 లో చూపడమైంది. 'ఐసోబార్స్' అనే ఈ సరళ రేఖలు, X అక్షాన్ని ఉష్ణోగ్రత పరమ శూన్యం అయిన బిందువు వద్ద ఖండిస్తాయి.



పటం 17.2 ఆదర్శవాయువు యొక్క ఘనపరిమాణ-ఉష్ణోగ్రత సంబంధం
1. అల్ప పీడనం వద్ద 2. అధిక పీడనం వద్ద 0. సాధారణ పీడనం వద్ద

అవగాహన ప్రశ్న – 1 "పరమాశూన్యం" అంటే ఏమిటి?

....

....

....

....

17.5 స్థితి సమీకరణం (EQUATION OF STATE)

బాయిల్ నియమాన్ని, ఛార్లెస్ నియమాన్ని సూచించే సమీకరణాలను కలిపితే ఒక వాయువు యొక్క పీడనం, ఘనపరిమాణం, ఉష్ణోగ్రతల మధ్య ఉండే సంబంధం వస్తుంది.

నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు P_1 పీడనం వద్ద, T_1 ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఘనపరిమాణం V_1 అనుకోండి. ఉష్ణోగ్రతను స్థిరంగా ఉంచి, పీడనాన్ని P_1 నుంచి P_2కు మార్చండి. అప్పుడు బాయిల్ నియమం ప్రకారం

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ ఇక్కడ P_2 పీడనం వద్ద ఘనపరిమాణం V_2

కాబట్టి $V_2 = \dfrac{P_1 V_1}{P_2}$ ....(6)

ఇప్పుడు పీడనాన్ని P_2 వద్ద స్థిరంగా ఉంచి, ఉష్ణోగ్రతను T_1 నుంచి T_2 కి మారిస్తే ఛార్లెస్ నియమం ప్రకారం

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

లేదా $$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

ఈ సాధారణీకృత సంబంధం ఇతర పరిస్థితులలో కూడా వర్తిస్తుంది.
అందువల్ల

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

లేదా $$\frac{PV}{T} = \text{స్థిరాంకం} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

ఈ సమీకరణాన్ని ఆదర్శవాయువుకు "స్థితి సమీకరణం" అంటారు. బాయిల్ నియమం, ఛార్లెస్ నియమాలను కలిపితే ఇది వస్తుంది.

ఖచ్చితంగా చెప్పాలంటే సమీకరణం (9) లోని స్థిరాంకం వాయువు యొక్క ద్రవ్యరాశి, స్వభావం మీద ఆధారపడే పరిమాణం కాని అవొగాడ్రోనియమం సహాయంతో సామాన్య సమీకరణం లభిస్తుంది. ఈ నియమం ప్రకారం "ఒకే ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులలో వేరువేరు వాయువులు సమానఘనపరిమాణాలలో అణువుల సంఖ్య ఒకటే ఉంటుంది." ఇంకో విధంగా చెబితే, ఒకే ఉష్ణోగ్రత, పీడనాలవద్ద వేరువేరు వాయువుల సమాన సంఖ్యలో ఉన్న మోల్‌లు ఒకే ఘనపరిమాణాన్ని ఆక్రమిస్తాయి. అందువల్ల ఒకే ఉష్ణోగ్రత, పీడనాలవద్ద ప్రతివాయువు యొక్క ఒక మోల్‌ను తీసుకుంటే (అంటే ప్రతి వాయువు యొక్క అవొగాడ్రో సంఖ్యలో అణువులు, (6.02×10^{23}) వాటికి ఒకే ఘనపరిమాణం ఉంటుంది. కాబట్టి సమీకరణం (9) లోని స్థిరాంకం ప్రతివాయువుకు ఒకటే అయివుంటుంది. అది వాయువు స్వభావం మీద ఆధారపడి వుండదు. ఏ వాయువుకైనా ఒక మోల్‌కు PV/T ఒక సార్వత్రిక స్థిరాంకం అవుతుంది. R అనే సంకేతంలో సూచించబడే ఈ స్థిరాంకాన్ని "మోలార్ వాయుస్థిరాంకం" **అని, కేవలం "వాయుస్థిరాంకం" అనీ అంటారు. కాబట్టి ఏవాయువుకైనా సాధారణ స్థితిసమీకరణాన్ని ఈ విధంగా రాయవచ్చు.**

$$\frac{PV}{T} = R \text{ లేదా } PV = RT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

సమీకరణం (10) లో V అంటే ఒక మోల్ వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణమని గమనించాలి. ఒకే ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద n మోల్‌ల వాయువుకు, ఘనపరిమాణం V కి n రెట్లు అవుతుంది.

అందువల్ల

V = nV; ఇక్కడ V అంటే n మోల్‌లవాయువు ఘనపరిమాణం

అప్పుడు

$$PV = nRT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

వాయువులు బాయిల్ నియమాన్ని, ఛార్లెస్ నియమాన్ని, పాటిస్తాయనే అంశం మీద ఇంతవరకు జరిగిన చర్చ ఆధారపడింది. కాని వాయువులు అవి నిజంగా ఉండే స్థితిలో ఈ నియమాలనుతక్కువ పీడనాలు, అధిక ఉష్ణోగ్రతలవద్ద కొంతవరకు ఉజ్జాయింపుగా మాత్రమే సాపేక్షంగా పాటిస్తాయి. కాబట్టి ప్రకృతిలో ఉండే వాస్తవిక వాయువులు అనబడేవి అన్ని పరిస్థితులలోను వాయునియమాలను ఖచ్చితంగా పాటిస్తాయని భావించడానికి వీలులేదు. కాబట్టి వాయునియమాలను ఖచ్చితంగా పాటించే వాయువులను "ఆదర్శవాయువులు" అంటారని ప్రతి పాదించడమైంది. ఈ ఆదర్శవాయువులు తప్పనిసరిగా పరికల్పనాత్మకమైనవి లేదా ఊహాత్మకమైనవి. ఈవిధంగా సమీకరణాలు 10 ,11 అను ఆదర్శవాయుసమీకరణాలు అనవచ్చు. ఎందువల్లనంటే ఇచ్చిన పరిస్థితులలో ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి వాస్తవ వాయువుల విచలనం ఎంత ఉంటుందో తెలిస్తే సహజవ్యవస్థలకు అభిలక్షణమైన దోషాల గురించి తెలుస్తుంది.

17.6 వాయుస్థిరాంకం R

ఇప్పుడు వాయువు స్థిరాంకం R ను ఏ ప్రమాణాలలో వ్యక్తం చేస్తారో పరిశీలించడం అవసరం. భౌతిక రసాయన శాస్త్రంలో ఉత్పన్నమయ్యే అనేక సమస్యలను గురించి చర్చించడానికి ఇది చాలా ముఖ్యం

సమీకరణ (11) లో మొదలు పెడితే

$$R = \frac{PV}{nT} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (12)$$

అని తెలుస్తుంది.

ఈ విధంగా వాయు స్థిరాంకం మితులు ఇలా ఉంటాయి

$$R = \frac{\text{పీడనం} \times \text{ఘనపరిమాణం}}{\text{మోల్‌లు} \times \text{డిగ్రీలు}}$$

$$= \frac{\dfrac{\text{బలం}}{\text{వైశాల్యం}} \times \text{ఘనపరిమాణం}}{\text{మోల్‌లు} \times \text{డిగ్రీలు}}$$

$$= \frac{\text{బలం} \times (\text{పొడవు})^{-2} \times (\text{పొడవు})^{3}}{\text{మోల్‌లు} \times \text{డిగ్రీలు}}$$

$$= \frac{\text{బలము} \times \text{పొడవు}}{\text{మోల్‌లు} \times \text{డిగ్రీలు}}$$

$$= \frac{\text{శక్తి}}{\text{మోల్‌లు} \times \text{డిగ్రీలు}}$$

అంటే R పరిమాణం, శక్తి, మోల్$^{-1}$ డిగ్రీ$^{-1}$ అని స్పష్టమవుతుంది. R ను సామాన్యంగా ఉపయో[illegible] వివిధ ప్రమాణాలో మూల్యాంకనం చేద్దాం. పీడనం, ఘనపరిమాణాల లబ్దం PV కి కూడా శక్తి పరిమా[illegible] వుంటాయి.

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న – 2: వాయుస్థిరాంకం R అనగానేమి?

17.6.1 పరమప్రమాణాలలో R

ప్రమాణ పరిస్థితులలో ఒక మోల్ ఆదర్శవాయువును తీసుకోండి. P=1 ఎట్మాస్ఫియర్ V=22.4 లీటర్లు, T = 273 K పరమప్రమాణాలకు మార్చుకుంటే.

P= 1x13.6 × 980.1 డైన్‌లు/చ.సెం.మీ.

V = 22.4 × 1000 మి.లీ = 22400 మి.లీ.

T = 273 K

కాబట్టి $R = \frac{13.6 \times 980.1 \times 22400}{273}$ ఎర్గ్‌లు డిగ్రీ$^{-1}$ మోల్$^{-1}$

= 8.314×10^7 ఎర్గ్‌లు డిగ్రీ$^{-1}$ మోల్$^{-1}$

17.6.2 జౌల్‌లలో R

R = 8.314 జౌల్‌లు డిగ్రీ$^{-1}$ మోల్$^{-1}$ (ఎందుకంటే 1 జౌల్ = 10^7 ఎర్గులు)

17.6.3 కెలోరీలలో R

. ఒక కెలోరీ 4.184 జౌల్‌లకి సమానం. కాబట్టి 8.314 జౌల్స్ 1.987 కెలోరీలకి సమానం. ఈవిధంగా

R =1.987 కెలోరీలు డిగ్రీ$^{-1}$ మోల్$^{-1}$

17.6.4 లీటర్ – ఎట్మాస్ఫియర్‌లలో R

$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273}$

0.0821 లీటర్ - ఎట్మా. డిగ్రీ$^{-1}$ మోల్$^{-1}$

R యొక్క ఈ వివిధ ప్రమాణాలను, P,V లను అసలువి ప్రమాణాలలో వ్యక్తంచేసారో, దానివి బట్టి వివిధ

BRAOU

పరిస్థితులలో ఉపయోగించుకోవాలి. R యొక్క ఈ వివిధ ప్రమాణాలను, విశిష్ట పరిస్థితులలో, ఉపయోగించవలసిన ప్రమాణాన్ని విద్యార్థి తెలుసుకోవాలి.

17.7. వాయువుల మిశ్రమాలు — పాక్షిక పీడనాల నియమం

వాయువుల (చర్య జరపని) మిశ్రమంయొక్క మొత్తం పీడనానికి, అనుఘటకాల పాక్షిక పీడనాలకు మధ్య సంబంధం జాన్ డాల్టన్ (1801) తెలిపాడు. ఈ సంబంధాన్ని పాక్షికపీడనాల నియమం అంటారు. వాయువుల మిశ్రమంలో ప్రతి వాయువు యొక్క పాక్షిక పీడనం, ఆ మిశ్రమం యొక్క మొత్తం ఘన పరిమాణాన్ని అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద అది ఆక్రమించి వుంటే ఆ వాయువు ప్రదర్శించే పీడనం.

పాక్షిక పీడనాలనియమంప్రకారం,వాయువులమిశ్రమంయొక్క మొత్తం పీడనం, మిశ్రమంలో వున్న వాయువుల వ్యక్తిగత పాక్షిక పీడనాల మొత్తానికి సమానం. వాయు మిశ్రమంలో అనుఘటక వాయువు 1 యొక్క n_1 మోల్స్, అనుఘటక వాయువు 2 యొక్క n_2మోల్స్, అనుఘటకవాయువు 3 యొక్క n_3 మోల్స్ - ఇలా ఉన్నాయనుకోండి. ఈ మిశ్రమాన్ని ఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఘనపరిమాణం V ఉన్న ఒక పాత్రలో ఉంచామనుకోండి. అనుఘటక వాయువు ఒక్కటే పాత్రను ఆక్రమించి వుంటే, అది ప్రదర్శించే పీడనం P_1 అనుఘటక వాయువు 1 యొక్క పాక్షిక పీడనమవుతుంది. అలాగే P_2, P_3లు వరసగా అనుఘటక వాయువులు 2,3 యొక్క పాక్షిక పీడనాలు. అన్ని వాయువుల మిశ్రమం ప్రదర్శించే మొత్తం పీడనం P అయితే అప్పుడు డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమం ప్రకారం

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \ \cdots\ \cdots\ \cdots \qquad (13)$$

బాయిల్ నియమం, చార్లెస్ నియమం విషయంలో వలెనే డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమాన్ని వాస్తవ వాయువులు ఖచ్చితంగా పాటించవు. అది ఆదర్శవాయువులకే ఖచ్చితంగా వర్తిస్తుందని చెప్పవచ్చు.

ప్రస్తుతానికి వాయువులు, ఉజ్జాయింపుగా, ఆదర్శవంతంగా ప్రవర్తిస్తాయని అనుకుంటే వాయువులలో ప్రతి ఒక్కటి ఆ పాత్రను వేరుగా ఆక్రమించి వుంటే మనం ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$P_1 V = n_1 RT$$

$$P_2 V = n_2 RT$$

$$P_3 V = n_3 RT$$ ఇలా మిగిలినవి కూడా.

$$(p_1 + p_2 + p_3 + \cdots\cdots)\ V = (n_1+n_2+n_3+\cdots\cdots)RT$$

పాక్షిక పీడనాల నియమం ప్రకారం.

$$P = p_1 + p_2 + p_3 \cdots\cdots$$

మిశ్రమంలోని మొత్తం మోల్స్ సంఖ్య, కింది విధంగా వస్తుంది.

$$n = n_1 + n_2 + n_3 + \cdots\ \cdots\ \cdots$$

BRAOU

కాబట్టి $PV = nRT$ ....(14)

దీనిని బట్టి

$$\frac{P_1 V}{PV} = \frac{n_1 RT}{nRT}$$ లేదా

$$p_1 = P \frac{n_1}{n} \quad ....(15)$$

అలాగే $$P_2 = P \frac{n_2}{n} \quad ....(16)$$

$$P_3 = P \frac{n_3}{n} \quad ....(17)$$

$\frac{n_1}{n}, \frac{n_2}{n}, \frac{n_3}{n}$ మొదలైన నిష్పత్తులను అనుఘటక వాయువులలో ప్రతి ఒక్కదాని యొక్క మోల్ భిన్నాలు అంటారు. ఒక మిశ్రమంలో ఇచ్చిన అనుఘటం యొక్క మోల్ భాగాన్ని ఆ అనుఘటకం యొక్క మోల్స్ సంఖ్యకు, మిశ్రమంలోని అన్ని ఘటకాల యొక్క మొత్తం మోల్స్ సంఖ్యకు నిష్పత్తి అని నిర్వచిస్తారు. 15, 16, 17 నుంచి వాయువుల మిశ్రమంలో ఏ అనుఘటకం యొక్క పాక్షిక పీడనాన్నైనా, మొత్తం పీడనం (అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద), అనుఘటకం యొక్క మోల్ భిన్నం తెలిస్తే లెక్క కట్టవచ్చు.

పాక్షిక పీడనాల నియమం యొక్క అనేక ఇతర అనువర్తనాలలో ఒక ముఖ్య అనువర్తనం ఏమిటంటే ఒక పొడివాయువు నీటిమీద సేకరించినప్పుడు దాని పీడనాన్ని లెక్కకట్టడం. ఆ వాయువును సేకరించిన, వాతావరణ పీడనం నుంచి ఆ వాయువును సేకరించిన ఉష్ణోగ్రతవద్ద నీటి ఆవిరియొక్క పీడనాన్ని తీసివేస్తే పొడి వాయువుయొక్క పీడనం వస్తుంది.

17.8 వాయువుల వ్యాపనం

గ్రాహం నియమం

ఒక పదార్థం దానికి అందుబాటులో వుంచిన స్థలం అంతటా వ్యాపించే ప్రవృత్తిని చూపే ధర్మమే వ్యాపనం (Diffusion). ఘనపదార్థాలు, ద్రవాలు, వాయువులు వ్యాపనాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. కాని వాయువుల విషయంలో అది అతిత్వరితంగా జరుగుతుంది. ఒక్కొక్క దాంట్లో వేరువేరు వాయువున్న రెండు జాడీలను మూతలు ఒకదానితో ఒకటి కలిసేట్లుగా ఉంచితే త్వరలోనే ఆ వాయువులు రెండు జాడీలలోను వ్యాపిస్తాయని తెలుస్తుంది. తక్కువ బరువుగల వాయువున్న జాడి కింద వుంచినా ఇలా జరుగుతుంది. అంటే గురుత్వాకర్షణశక్తి ఉన్నప్పటికీ వ్యాపనం జరుగుతుందని దీనినిబట్టి తెలుస్తుంది.

ఒకవాయువు యొక్క వ్యాపనం రేటుకు దాని సాంద్రతకు గల సంబంధాన్ని తెలిపే నియమాన్ని మొదట థామస్ గ్రాహం ప్రతిపాదించాడు. గ్రాహమ్ వ్యాపన నియమం అనే ఈ నియమాన్ని ఈవిధంగా చెప్తారు: "వాయువు యొక్క వ్యాపనం రేటు సాంద్రతయొక్క వర్గమూలానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది" ఒక వాయువుయొక్క వ్యాపనం రేటు దాని సాంద్రత d అయితే

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

$$r = \frac{\text{స్థిరాంకం}}{\sqrt{d}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

రెండు వాయువుల వ్యాపనం రేట్లు కొన్ని పరిస్థితులలో r_1, r_2 లు, వరసగా వాటి సాంద్రతలు d_1, d_2 లయితే అప్పుడు

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

ఒక వాయువు సాంద్రత దాని అణుభారానికి ప్రత్యక్ష అనుపాతం(directly proportional) లో ఉంటుంది. కాబట్టి సమీకరణం 19 ను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

ఇక్కడ M_1, M_2 లు ఆ రెండు వాయువుల అణుభారాలు. 19,20, సమీకరణాల నుంచి, తక్కువ బరువున్న వాయువు(లేదా తక్కువ అణుభారం గలది), ఎక్కువ బరువైన(లేదా ఎక్కువ అణుభారం గలది) దానికన్న ఎక్కువ త్వరగా వ్యాపనం చెందుతుందని తెలుస్తుంది. దీనిని అనుసరించి తక్కువబరువైన ఒక వాయువు యొక్క మొత్తం వ్యాపనం చెందే కాలం కన్న అదే నిష్పత్తిలో తక్కువగా ఉంటుంది. అందువల్ల d_1, d_2 సాంద్రతలు, వరసగా M_1, M_2 అణుభారాలుగల రెండు వాయువులు సర్వసమపరిస్థితులలో వ్యాపనం చెందే కాలాలు t_1, t_2, లు అయితే

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

కాబట్టి వ్యాపనం అధ్యయనాలు వాయువుల అణుభారాలను నిర్ణయించడానికి ఒక విధానాన్ని సమకూరుస్తాయి.

B R A O U

17.9 సారాంశం

ఈ ఖండిలో మీరు చదివిన అంశాలు :

i) బాయిల్ నియమం : స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద నిశ్చిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు యొక్క పీడన - ఘనపరిమాణ సంబంధం.

ii) ఛార్లెస్ నియమం : స్థిర పీడనం వద్ద నిశ్చిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం - ఉష్ణోగ్రత సంబంధం.

iii) స్థితి సమీకరణం : బాయిల్ నియమాన్ని, ఛార్లెస్ నియమాన్ని, మరియుఅవోగాడ్రో నియమాన్ని, కలిపితే వచ్చే ఒక వాయువు యొక్క పీడనం, ఘనపరిమాణం, ఉష్ణోగ్రతల మధ్య ఉండే సంబంధం.

iv) సార్వత్రిక వాయు స్థిరాంకం మరియు వివిధ ప్రమాణాలలో విలువలు.

v) డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమం - దాని అనువర్తనాలు.

vi) వాయువుల వ్యాపన ప్రవృత్తి - దానిని తెలిపే గ్రాహమ్ వ్యాపన నియమం.

17.10 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రిందివాటికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి

1. అవొగాడ్రొ నియమాన్ని పేర్కొని, వివరించండి.
2. డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమాన్ని పేర్కొని, వివరించండి.
3. ఒక వాయువు యొక్క వ్యాపనం రేటుకు దాని సాంద్రతకు గల సంబంధం ఏమిటి? మీ జవాబుకు కారణాలివ్వండి.

II. క్రింది ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. వాయువుల వివిధ ప్రయోగాత్మక నియమాలను గురించి సంక్షిప్తంగా రాయండి.
2. ఆదర్శవాయు సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.

17.11 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. ఆదర్శవాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్ద అయితే సున్న అవుతుందో దానిని "పరమశూన్యం " అంటారు. ఇది సాధమయ్యే అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రత అని సిద్ధాంతాత్మక, ప్రయోగాత్మక నిదర్శనాలు సూచిస్తాయి. $-273^0 C = 0 K$

2. ఒక మోల్ ఆదర్శవాయువుకు PV/T స్థిరాంకం. దీనినే సార్వత్రిక వాయు స్థిరాంకం లేదా మోలార్ వాయుస్థిరాంకం అంటారు. దీనిని R తో సూచిస్తారు. R విలువ 0.0 821 లీ - ఎట్మా - డిగ్రీ మోల్$^{-1}$.

రచయిత : ఎమ్.డి. సిద్ధాంతి.
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి

B R A O U

భాగం – 18 : అణుచలన సిద్ధాంతం

విషయక్రమం

18.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు
18.2 పరిచయం
18.3 వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం
18.4 చలద్వాయు సమీకరణం నుంచి వాయు నియమాలను వ్యుత్పన్నం చేయడం
18.5 మధ్యమ స్వేచ్ఛాపథం
18.6 అణువేగాల వితరణ
18.7 అభిఘాత వ్యాసం, అభిఘాత సంఖ్యలు
18.8 సారాంశం
18.9 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
18.10 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

18.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగంను ముఖ్యంగా ఒక ఆదర్శవాయువు యొక్క సిద్ధాంతాత్మక నమూనాను ప్రవేశపెట్టడం, దానినుంచి వాయువు ప్రవర్తనను వివరించే సమీకరణాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయడానికి ఉద్దేశింపబడింది.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు :

వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం ఒక నమూనా. దీని ప్రధానాంశాలు వాయు ప్రవర్తన యొక్క వివిధ నియమాలను సమన్వయ పరచడంలో తోడ్పడతాయి.

అణుచలన సిద్ధాంతం ప్రధానాంశాల నుంచి వ్యుత్పన్నం చేసిన గణిత సమీకరణాన్ని 'వాయువుల అణుచలన సమీకరణం' అంటారు.

BRAOU

- రెండు అనుక్రామిక (two successive)తాడనాలమధ్య ఒక అణువు చలించే దూరం మధ్యమస్వేచ్ఛా పథం.
- ఒక వాయువు యొక్క అణువులన్నీ ఒకే వేగాంతో చలించవు. అందుకు బదులుగా, వేగాలలో మరీ తక్కువ నుంచి, మరీ ఎక్కువ విలువల వరకు ఒక నిశ్చిత వితరణ వుంటుంది.
- ఒక వాయువులో ఎక్కువ అణువులకుండే వేగం ఏ ఇతర వేగాలకన్న అత్యంత సంభావ్య వేగం అని చెప్పవచ్చు. ఒక వాయువులోని అణువులన్నింటి వేగాల సగటునే సగటు వేగం (లేదా మధ్యమం) అంటారు.
- ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలో సెకను ఒకటికి జరిగే తాడనాల సంఖ్యను తాడన సంఖ్య అంటారు. ఒక తాడనంలో పాల్గొనే రెండు అణువుల యొక్క కేంద్రాల మధ్య అతి సన్నిహిత సమీప దూరమే తాడనం.

18.2 పరిచయం

ప్రయోగాత్మక పరిశోధన ఫలితంగా వాయునియమాలను ప్రతిపాదించడం జరిగింది. వాస్తవ వాయువుల ప్రవర్తన యొక్క పరిశీలన ఫలితంగా వాయునియమాలను రూపొందించినప్పటికీ, వాటి ఖచ్చితమైన అర్థంలో ఆదర్శవాయువులచేత పాటించబడడానికే వాటిని ప్రతిపాదించడం జరిగిందని గమనించాలి. వాయువులు అవిపుండే స్థితిలో ఈ నియమాలను చాలా పరిమిత పరిస్థితులలోనే పాటిస్తాయని తెలుస్తుంది.కాబట్టి ప్రయోగాత్మక నియమాలకు ఆధారాన్ని సమకూర్చే ఒక సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించవలసిన అవసరం వుంది.

18.3 వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం

ఆదర్శవాయువు అభిలక్షణాలను గురించి ఈ సిద్ధాంతం కొన్ని ఊహాగానాలు చేస్తుంది. వీని సహాయంతో వాయుప్రవర్తన నియమాలను సమన్వయ పరచవచ్చు. వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం రావడానికి చాలాకాలం పట్టింది. ఇది చాలామంది కృషి ఫలితం. వారిలో ముఖ్యులు డి. బెర్నౌలి (1738). **జె.జె వాటర్‌స్టన్** (1845), కె.ఎ. క్రానిగ్ (1856), ఆర్. క్లాసిన్స్ (1857), ఇంకా ఇతరులు. దీనిని గణితబద్ధరూపంలో **జె. క్లార్క్ మాక్స్‌వెల్** (1860), **ఎల్. బోల్ట్‌జ్‌మన్** (1868) లు సమర్పించారు. "అణువు"ను రసాయన సాంకేతిక పదజాలంలో ఆమోదించకముందే పదార్థంయొక్క విద్యుత్ స్వభావం స్పష్టంగా అవగాహన చేసుకోకముందే ఇది అభివృద్ధి చేయబడింది. ఈ సిద్ధాంతం యొక్క ప్రాథమిక అంశాలు ఇవి :

1. ఒక వాయువులో అనేక అతిచిన్న, పూర్తిగా, స్థితిస్థాపక కణాలుంటాయి. ఇవి అన్ని దిశలలో చలిస్తాయి. వీటిని రసాయన అణువులుగా గుర్తించవచ్చు.

2. ఈ విధంగా అణువులు అవిచ్ఛిన్నంగా చలించడం వల్ల వాయువుయొక్క అణువులు ఒకదానితో ఒకటి, పాత్రగోడతోకూడా తాడనం జరుపుతాయి. పాత్రగోడతో వాయువు అణువుయొక్క ఈ స్థితిస్థాపక తాడనాలు వాయువు ప్రదర్శించే పీడనానికి కారణం.

3. అదే వాయువును మొదట్లో అది వున్న పాత్రకన్న తక్కువ ఘనపరిమాణమున్న పాత్రలో ఉంచితే అణువులు పాత్రయొక్క గోడలతో ఇంకా ఎక్కువ తరచుగా తాడనం జరుపుతాయి. ఇందువల్ల వాయువు పీడనం ఎక్కువవతుంది.

4. ఉష్ణోగ్రత పెంచినప్పుడు, ఘనపరిమాణం స్థిరంగా ఉంచితే అణువులు ఇంకా ఎక్కువ శక్తివంతంగా చలిస్తాయి. ఈ కారణంగా పీడనం పెరుగుతుంది.

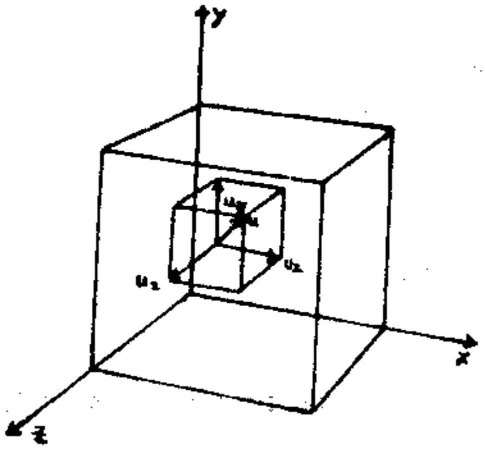
5. ఆదర్శ వాయువులో అణువులు పరస్పర ఆకర్షణ చూపవు.

6. వాయువు ఘనపరిమాణంతో పోలిస్తే అణువుల అసలైన ఘనపరిమాణం లెక్కలోకి తీసుకోలేనంత తక్కువగా ఉండేటంత చిన్నవిగా అణువులు ఉంటాయని అనుకుంటారు. (మనం ఒక వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం గురించి మాట్లాడేటప్పుడు, మనం ఆ వాయువును ఉంచిన పాత్రయొక్క ఘనపరిమాణమని భావం.)

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : వాయు అణుచలన సిద్ధాంతం అంటే ఏమిటి?

B R A O U

ఒక వాయువుయొక్క మొత్తం n అణువులున్న 1 సెం.మీ. భుజంగల ఒక ఘనాన్ని తీసుకోండి. అందులో ప్రతి అణువుయొక్క ద్రవ్యరాశి m గ్రామ్‌లు. వాయువులో అణువులన్నీ ఎప్పుడూ చలనంలో వుంటాయి. ఇవి అన్ని దిశలలో చలిస్తుంటాయి. వీటి వేగాలలో చాలా వైవిధ్యం ఉంటుంది. ఇచ్చిన ఒక అణువు వేగం c సెం.మీ. అనుకోండి. ఈ వేగాన్ని x, y, z అనే మూడు అనుఘటకాలుగా, మూడు దిశలలో (పరస్పరం లంబకోణాలలో ఉండి, ఘనం యొక్క అంచులకు సమాంతరంగా (పటం 18.1) ఉండేటట్లుగా) పృథక్కరించవచ్చు.



పటం 18.1 అణువేగం పృథక్కరణ

నిజానికి c, ఏ ప్రత్యేక అణువుయొక్క వేగమూ కాదు, అణువుల వేగాల సగటూ కాదు. దానివర్గం c^2 అన్ని అణువుల వేగాల వర్గాల సగటు అయేటటువంటి పరిమాణం 0. (వర్గాలు ఎప్పుడూ ధనాత్మకమే). ఫలితంగా c ని మూల-మధ్యమ-వర్గవేగం లేదా కేవలం r.m.s (root mean square) వేగం అంటారు.

అందువల్ల

$$c^2 = \frac{c_1^2 + c_2^2 + \dots\dots\dots\dots\dots\dots + {}_c n_1^2}{n}$$

పాత్ర గోడలతో అణువులు జరిపే తాడనాలన్నీ స్థితిస్థాపకమైనవని శసిద్ధాంతం చెవుతుంది. అంటే తాడనం చెందిన తరువాతకూడా అణువుల వేగాలు పరిమాణంలో మార్పు చెందకుండా ఉంటాయని దీని అర్థం దిశమార్పువల్ల అణువేగం సంకేతం మాత్రం మారుతుంది. ఉదాహరణకు ఒక అణువుయొక్క వేగం x- దిశలో x అనుకొందాం. వేగం తాడనంకు ముందు x, తరువాత −x అవుతుంది. అందువల్ల తాడనానికి ముందు అణువు ద్రవ్యవేగం (మొమెంటమ్) mx, తాడనం తరువాత ద్రవ్యవేగం- mx. x- దిశలో మొమెంటమ్‌లో మార్పు, [mx - (-mx) = 2 mx] పాత్రగోడలో ఒక అణువుయొక్క ప్రతి తాడనానికి ఈ విధంగా 2mx అవుతుంది.

ఘనంయొక్క భుజం 1 సెం.మీ. అందువల్ల x− దిశకు లంబంగా ఉన్న రెండు గోడలమీద తాడనాల సంఖ్య x / l సెకను అవుతుంది. ఈ విధంగా ఈ దిశలో తాడనాల వల్ల సెకనుకి మొమెంటమ్‌లో మార్పు (అంటే ద్రవ్యవేగం యొక్క మార్పు రేటు)

$$2mx \times \frac{x}{l} \quad 2\,mx \times \frac{x}{l} \text{ అంటే } \frac{2\,mx^2}{l} \text{ అవుతుంది.}$$

అలాగే y, z అనే మిగిలిన రెండు దిశలలో తాడనాలవల్ల కలిగే మొమెంటమ్ మార్పు రేటు వరసగా

$\frac{2my^2}{l}$, $\frac{2mz^2}{l}$ అవుతాయి.

కాబట్టి ఘనం యొక్క ఆరుగోడల (తలాలు) మీద ఒక అణువుయొక్క తాడనాల వల్ల కలిగే మొమెంటమ్ మార్పు మొత్తం రేటు.

$$\frac{2mx^2}{l} + \frac{2my^2}{l} + \frac{2mz^2}{l}$$

$$= \frac{2m}{l}(x^2+y^2+z^2)$$

$= \frac{2mc^2}{l}$ అవుతుంది. $c^2=x^2+y^2+z^2$

ఘనంలో n అణువులున్నాయి కనుక n అణువుల అన్నింటి తాడనాల వల్ల కలిగే మొమెంటమ్ మార్పు మొత్తం రేటు

$= \frac{2mnc^2}{l}$ అవుతుంది.

న్యూటన్ చలన నియమాలనుంచి, మొమెటంమ్‌లో మార్పురేటు, పనిచేస్తున్న బలానికి సమానవుతుంది ఈవిధంగా

మొత్తం బలం $= \frac{2mnc^2}{l}$

పీడనం $= \frac{\text{బలం}}{\text{వైశాల్యం}}$

ఘనం యొక్క మొత్తం ఉపరితల వైశాల్యం $6l^2$

కాబట్టి పీడనం, $P = \frac{2mnc^2}{l \times 6l^2}$

$$P = \frac{1}{3}\frac{mnc^2}{l^3} = \frac{1}{3}\frac{mnc^2}{V}$$

ఈ విధంగా $PV = \frac{1}{3} mnc^2$ ....(1)

వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం యొక్క ఊహగానాల నుంచి వ్యుత్పన్నంచేసిన ఈ సమీకరణాన్ని

ఆదర్శవాయువు యొక్క స్థితి చలన సమీకరణం అంటారు. ఈ వ్యుత్పన్నం ఒక విధంగా ఉజ్జాయింపుదే అయినప్పటికీ అది సరళమైనది కావడం ఒక లాభం. అంతే కాకుండా ఈ సిద్ధాంతాత్మక సమీకరణ సహాయంతో వాయు నియమాలను ఉత్పన్నం చేయడం వీలవుతుంది. లోగడ పేర్కొన్నట్లుగా వాయు నియమాలు ప్రయోగాత్మక నియమాలు. ఈ విధంగా సిద్ధాంతానికి, ప్రయోగానికి ఒక సమన్వయం సమకూరుతుంది.

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : "వేగ వర్గ మధ్యమానికి వర్గమూలం" అనే భావనను వివరించండి.

18.4. చలన సమీకరణం నుంచి వాయు నియమాలను ఉత్పన్నం చేయడం

i) బాయిల్ నియమం

ఒక వాయువు యొక్క అణువుల వేగం ఉష్ణోగ్రత పెరగడంతో బాటు పెరుగుతుంది. నిజానికి చలనసిద్ధాంతం ఆధారంగా ఉష్ణోగ్రత ఒక వాయువులోని అణువుల యొక్క సగటు గతిశక్తికి అనుపాతంలో ఉంటుందని నిరూపించడం సాధ్యం అయింది. ఒక మోల్ ఆదర్శ వాయువుకి

$$PV = RT$$

అనే సమీకారణాన్ని మనం ఇదివరకే వ్యుత్పన్నం చేశాం. సమీకరణం 1 ని అనుసరించి

$$PV = \frac{1}{3} mnc^2$$

ఇప్పుడు మనం అణువుల యొక్క అవగాడ్రో సంఖ్య (N)ను సూచిస్తుందని అనుకుంటే, ఈ సమీకరణాన్ని తిరిగి ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$PV = \frac{1}{3} m Nc^2 = RT$$

అణువుల యొక్క గతిజ శక్తి Ek కింది విధంగా వుంటుంది.

$$Ek = \frac{1}{2} m Nc^2$$

$$\frac{3}{2} \frac{1}{3} m Nc^2$$

కాని $1/3\ m Nc^2 = RT$

$E_k = 3/2\ RT$/మోల్ ....(2)

ఈ విధంగా ఒక మోల్ ఏ ఆదర్శవాయువు యొక్క గతిజ శక్తి అయినా దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు ప్రత్యక్షంగా అనుపాతంలో ఉంటుంది. ఇది అణుచలన సిద్ధాంతం నుంచి వచ్చిన ముఖ్యమైన, ఉపయుక్తమైన నిర్ధారణ. అన్ని వాయువుల అణువుల సగటు గతిజ శక్తులు ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద సమానంగా ఉంటాయని జె.సి. మాక్స్‌వెల్ (1860) చేసిన సిద్ధాంతాత్మక నిర్ధారణతో కూడా ఇది ఏకీభవిస్తుంది.

కాబట్టి స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ప్రతి వాయువుకు గతిజ శక్తి $1/2\ mc^2$ స్థిరంగా ఉంటుంది. సమీకరణం 2 నుంచి స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఏ వాయువు యొక్క నియమిత పరిమాణానికైనా $1/3 mnc^2$ అనే పరిమాణం వుంటుందని మనకి తెలుస్తుంది. అంటే స్థిరఉష్ణోగ్రత వద్ద $PV = 1/3\ mnc^2$ స్థిరాంకం. ఇది బాయిల్ నియమంతో ఏకీభవిస్తుంది.

ii) ఛార్లెస్ నియమం

చలద్వాయు సమీకరణాన్ని మళ్ళీ ఒక సారి తీసుకోండి.

$$PV = \frac{1}{3} mnc^2$$

$$= \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} mnc^2$$

గతిజ శక్తి $1/2\ mnc^2$ వాయువు యొక్క పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనుపాతంలో ఉంటుంది.

కావున

$$PV = \text{స్థిరాంకం} \times T$$

$$V = \frac{\text{స్థిరాంకం} \times T}{P}$$

ఇప్పుడు పీడనాన్ని స్థిరంగా ఉంచితే, వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణం పరమ ఉష్ణోగ్రతకు ప్రత్యక్ష అనుపాతంలో ఉంటుందని దీన్ని బట్టి తెలుస్తుంది. ఇదే ఛార్లెస్ నియమం.

iii) అవోగాడ్రో నియమం

1, 2, అనే రెండు వాయువులకు చలన సమీకరణంను కింది విధంగా తిరిగి రాయవచ్చు.

$$P_1V_1 = \frac{1}{3} m_1 n_1 c_1^2$$

$$P_2V_2 = 1/3\ m_2 n_2 c_2^2$$

B R A O U

రెండు వాయువులకు ఒకే పీడనముండి, ఒకే ఘనపరిమాణాన్ని ఆక్రమిస్తే అప్పుడు $P_1 = P_2, V_1 = V_2$, కాబట్టి $1/3\, m_1 n_1 c_1^2 = 1/3\, m_2 n_2 c_2^2$ ....(3) అంతే కాకుండా రెండు వాయువులమా ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంచితే వాటి అణువుల యొక్క సగటు గతిజ శక్తులు కూడా ఒకటే అవుతాయి. అంటే

$$\frac{1}{2} m_1 c_1^2 = \frac{1}{2} m_2 c_2^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

సమీకరణం (4) తో సమీకరణం (3) ను భాగిస్తే కింది ఫలితం లభిస్తుంది.

$$n_1 = n_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

అంటే ఒకే పీడనం, ఉష్ణోగ్రత వద్ద వివిధ వాయువుల సమాన ఘనపరిమాణాలలో అణువులు సమాన సంఖ్యలో ఉంటాయి ఇదే అవోగాడ్రో నియమం.

iv) డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమం

ఒక వాయువు 1 యొక్క n_1 అణువులు ప్రతి దాని ద్రవ్యరాశి m_1, r.m.s. వేగం c_1 అయివుండి, ఘనపరిమాణం V ని ఆక్రమిస్తాయనుకోండి. ఈ వాయువు యొక్క పీడనం, P_1 కింది సమీకరణం వల్ల వస్తుంది.

$$P_1 = \frac{m_1 n_1 c^2}{3V} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

వాయువు 2 యొక్క n_2 అణువులు, ఒక్కొక్క దాని ద్రవ్యరాశి m_2, r.m.s. వేగం c_2 అయివుండి, అదే ఘనరిమాణం V ఆక్రమిస్తే, పీడనం P^2 కింది సమీకరణంవల్ల వస్తుంది.

$$P_2 = \frac{m_2 n_2' c_2^2}{3V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

అదే విధంగా అదే ఘనపరిమాణం V ని ఆక్రమిస్తున్న వివిధ వాయువులకు సమీకరణాలను రాయవచ్చు.

ఇప్పుడు వాయువులన్నీ అదే ఘనపరిమాణం V ని ఏకకాలికంగా ఆక్రమిస్తే మొత్తం పీడనం P కింది సమీకరణం వల్ల వస్తుంది.

$$P = \frac{m_1 n_1 c_1^2}{3V} + \frac{m_2 n_2 c_2^2}{3V} + \frac{m_3 n_3 c_3^2}{3V} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

ఈ సమీకరణం డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమాన్ని సూచిస్తుంది. p_1, p_2, p_3 లు మిశ్రమంలోని అనుఘటక వాయువుల పాక్షిక పీడనాలను సూచిస్తాయి. వాయువులు పరస్పరం చర్య జరుపకోవని, అవి ఆదర్శవంతంగా ప్రవర్తిస్తాయని ఇక్కడ ఊహించుకోండి.

Dr. BRAOU
LIBRARY
Acc. No!
Class No!

ఈ విధంగా అణుచలన సిద్ధాంతం యొక్క సరళ అంశాలనుంచి వాండర్‌వాల్స్ సమీకరణమనే ఒక సమీకరణం వ్యుత్పన్నం చేయడం సాధ్యమవుతుందని మనకు తెలుస్తుంది. దీని నుంచి వాయు నియమాలను వ్యుత్పన్నం చేయవచ్చు. ఇది సిద్ధాంతానికి, ప్రయోగానికి మధ్య ఒక చక్కని సహసంబంధాన్ని సూచిస్తుంది.

18.5. మధ్యమ స్వేచ్ఛా పథం (Mean Free Path)

రెండు అనుక్రామక అభిఘాతాల మధ్య ఒక అణువు చలించే సగటు దూరమే మధ్యమ స్వేచ్ఛాపథం. అభిఘాత వ్యాసం (దీనిని గురించి తరవాత చర్చించడం జరుగుతుంది) అనే ఇంకో ధర్మం సహాయంతో దీనిని లెక్క కట్టవచ్చు. ఒక అభిఘాతంలో పాల్గొనే రెండు అణువుల కేంద్రాల మధ్య అతి సన్నిహిత దూరమే అభిఘాత వ్యాసాన్ని గ్రీకు అక్షరం σ (సిగ్మా)తో సూచిస్తారు. ఒక అణువు యొక్క మధ్యమస్వేచ్ఛాపథం, l, కింది సమీకరణం వల్ల వస్తుంది.

$$l = \frac{1}{2\pi n\sigma^2} \text{..................} (10)$$

ఇక్కడ, n ఒక వాయువు ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలోని అణువుల సంఖ్య

ఒక మోల్ వాయువు S.T.P. వద్ద (అంటే 1 ఎట్మాస్ఫియర్ పీడనం, 0°C) 22400 మి.లీ. ఘనపరిమాణం ఆక్రమిస్తుంది. ఒక మోల్ వాయువులోని అణువుల సంఖ్య సుమారు 6.0×10^{23} అందువల్ల వాయువు యొక్క ప్రమాణ ఘనపరిమాణం (1 మి.లీ.)లోని అణువుల సంఖ్య, n, 2.7×1019 అవుతుంది. వాయు అణువుల వ్యాసాలు ఉజ్జాయింపుగా 2.0×10^{-8} సెం.మీ ప్రమాణాలలో ఉంటాయి. ఈ విలువల నుపయోగించి, ఒక వాయువు యొక్క మధ్యమ స్వేచ్ఛా పథాన్ని సమీకరణం (10) సహాయంతో లెక్క కట్టవచ్చు.

$$l = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 2.7 \times 10^{19} \times (2 \times 10^{-8})^2}$$

$$= 2.1 \times 10^{-5} \text{ సెం.మీ.}$$

అందువల్ల రెండు అనుక్రామక అభిఘాతాల మధ్య ఒక వాయువు యొక్క అణువులు ప్రయాణించే దూరం నిజంగా చాలా తక్కువని తెలుసుకొంటాం.

ఒకే రకమైన పరిస్థితులలో అన్ని వాయువులకూ మధ్యమస్వేచ్ఛాపథం కొంచెం ఇంచు మించుగా ఒకటే అవుతుంది.

మధ్యమ స్వేచ్ఛా పథానికి ఇంకా మంచి విలువలు స్నిగ్ధతా కొలతలనుంచి లభిస్తాయి. అణుచలన సిద్ధాంతం నుంచి వ్యుత్పన్నం చేసిన సమీకరణం

$$\eta = \frac{1}{3} c\, d\, l \text{..................} (11)$$

ఇక్కడ η (ఈటా) అంటే వాయువు యొక్క స్నిగ్ధతా గుణకం, c దాని సగటు వేగం, d దాని సాంద్రత, l దాని మధ్యమ స్వేచ్ఛా పథం.

B R A O U

పీడనం తగ్గితే ఒక వాయువు అణువు యొక్క మధ్యమ స్వేచ్ఛాపథం పెరుగుతుంది. పీడనం, మధ్యమ స్వేచ్ఛా పథాల లబ్ధం ఒక స్థిరాంకం.

18.6 అణువేగాల వితరణ

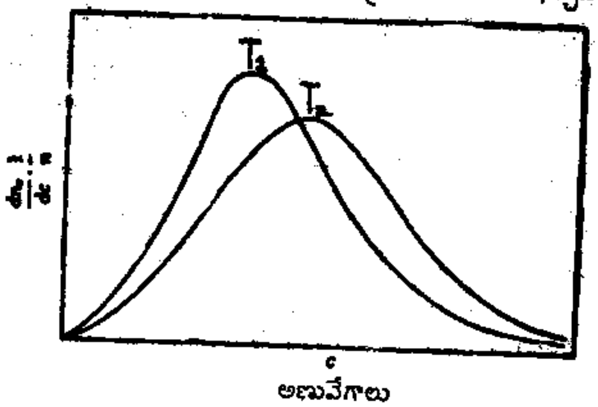
ఒక వాయువులోని అన్ని అణువులకు ఒకే వేగం ఉండదు. ఎప్పుడూ జరిగే అభిఘాతాలవల్ల అణువుల మధ్య అవిచ్ఛిన్నంగా ద్రవ్య వేగం (మొమెంటమ్) పరస్పరం మార్పిడి జరుగుతూ ఉంటుంది.కాబట్టి వేగాలు మారతాయి. అణువులన్నీ మొదట్లో ఒకే వేగంతో సమాంతర రేఖల వెంబడి చలించడం మొదలు పెట్టినప్పటికీ ఇలాగే జరుగుతుంది. గురుత్వాకర్షణ, ఇతర బలాలవల్ల అభిఘాతం జరుగుతుంది. చివరికి (పరికల్పనాత్మక) క్రమబద్ధ చలనం స్థానంలో వాయుస్థితికి అభిలక్షణమైన క్రమరహిత లేదా యాదృచ్ఛిక చలనం చోటు చేసుకుంటుంది.

సున్న నుంచి చాలా ఎక్కువ వేగాల వరకు సాధ్యమైన అన్ని విలువలకు ఒక వాయువులోని అణువుల వేగాలు ఏ విధంగా వితరణ చెందుతాయో మొట్టమొదట జె.సి. మాక్స్‌వెల్ లెక్క కట్టాడు. దీనిని అతడు సంభావ్యత దృష్ట్యా వ్యుత్పన్నం చేసాడు. అతడు తన ఫలితాలను ఒక గణిత సమీకరణం రూపంలో వ్యక్తం చేసాడు. అణువేగాల వితరణ నియమం యొక్క ఒక రూపం కింది విధంగా ఉంటుంది.

$$\frac{1}{n} - \frac{dn}{dc} = 4\pi \left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} e^{-Mc2/2RT} \times c^2$$

ఇక్కడ M = వాయువు అణుభారం, R = వాయు స్థిరాంకం, T = పరమ ఉష్ణోగ్రత ,e సహజలాగరిథమ్‌ల బేస్. ఒక ప్రత్యేక వేగం c ఉన్న అణువుల మొత్తం సంఖ్య (n) లో భిన్నాన్ని సమీకరణంలో ఎడమవైపు చూడవచ్చు. అయితే ఈ దశలో ఒక వాయువు యొక్క అణువులకు చాలా తక్కువ నుంచి చాలా ఎక్కువ విలువల వరకు అన్ని సంభావ్య వేగాలు ఉంటాయని, అణువులలో ఏ భాగానికి ఏ వేగం ఉంటుందో లెక్క కట్టడం సాధ్యమవుతుందని తెలుసుకుంటే చాలు. ఈ చివరి దాన్ని అణువేగాల వితరణ నియమం అంటారు. ఈ నియమాన్ని ఉపయోగించి, పరిశీలనలో ఉన్న వాయువు యొక్క అణుభారం M, వాయు స్థిరాంకం R, పరమ ఉష్ణోగ్రత T వంటి తెలిసిన అంశాలనుంచి, ఒక ప్రత్యేక వేగమున్న అణువులు మొత్తం అణువుల సంఖ్యలో ఎంత భిన్నమో లెక్క కట్టడం సాధ్యమవుతుంది.

మాక్స్‌వెల్ నియమం యొక్క ఫలితాల రేఖాపట చిత్రీకరణను కింద ఇచ్చిన పటం 18.2లో చూడవచ్చు.



పటం 18.2. అణువేగాల వితరణ

ఈ వక్రం సాధారణరూపం అన్ని వాయువులకు ఇంచుమించు ఒకే మాదిరిగా ఉంటుంది. కాని అసలు వక్రం వాయువుయొక్క అణుభారం, పరమ ఉష్ణోగ్రతలవల్ల నిర్ణయించబడుతుంది. ఈ వక్రంలో x – అక్షం అణువేగాలను

సూచిస్తుంది. కాగా y- అక్షం,x- అక్షం మీద సూచించిన వేగాలున్న అణువుల భిన్నాన్ని సూచిస్తుంది. వక్రంలో గరిష్ఠ స్థానం అతి సంభావ్య(Most Probable Velocity) వేగాన్ని స్తుంది. ఏ ఇతర వేగంకన్న ఎక్కువ అణువులకున్న వేగమే ఇది. అణువేగాల వితరణ నియమం సహాయంతో అతి సంభావ్య వేగం కింది సమీకరణం ల్ల వస్తుందని నిరూపించడం జరిగింది.

$$\mu = \frac{\sqrt{2RT}}{M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

ఇందులో M= వాయువు అణుభారం,T= దాని పరమ ఉష్ణోగ్రత. సగటు వేగం అనే ఇంకో పరిమాణం c కింది సమీకరణం వల్ల వస్తుంది.

$$c = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \ldots\ldots + c_n}{n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

సగటు వేగం కింది సమీకరణంనుంచి వస్తుంది.

$$c = \frac{\sqrt{8RT}}{\pi m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

17వ భాగంలో పేర్కొన్న వేగవర్గ మధ్యమానికి వర్గ మూలం కింది సమీకరణంవల్ల వస్తుంది.

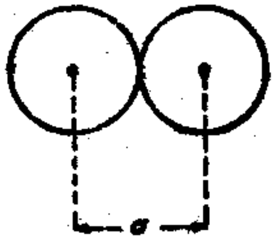
$$c = \frac{\sqrt{3RT}}{M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

సమీకరణాలు 14, 15, 16 నుంచి వేరువేరు రకాల వేగాలను ఇంకా పోల్చవచ్చు. ఉదాహరణకు మధ్యమ వేగానికి, అతి సంభావ్య వేగానికి నిష్పత్తి 1:1.28 అని లెక్క కట్టారు. అలాగే r.m.s. వేగానికి, మధ్యమ వేగానికి నిష్పత్తి 1:0.85 అని తెలిసింది.

ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే అణువేగాలు పెరగడమే కాకుండా వేగాలు ఇంకా ఎక్కువ విస్తృతంగా వితరణ చెందుతాయి: కాని గమనించవలసిన ముఖ్య విషయం ఏమిటంటే మధ్యమ వేగం కన్న ఎక్కువ వేగాలున్న అణువులసంఖ్య బాగా పెరుగుతుంది.

18.7 అభిఘాత వ్యాసం (Collision diameter), అభిఘాత సంఖ్యలు (Collision Frequency)

18.3 భాగంలో అభిఘాతవ్యాసం గురించి ఇది వరకే ప్రస్తావించడం జరిగింది. ఒక వాయువులో అణువులు యాదృచ్ఛికంగా చలనం జరుపుతున్నప్పుడు అవి ఒకదానితో మరొకటి తరచు అభిఘాతం జరుపుతాయి. రెండు అణువులు ఒకదానినొకటి సమీపించినప్పుడు ఒక బిందువు వద్ద ఆ రెండు అణువుల మధ్య వికర్షణ తగినంత ఎక్కువ కావడంతో అవి వాటి చలనదిశను మార్చుకోవలసి వస్తుంది. అభిఘాతం జరుపుతున్న రెండు అణువుల కేంద్రాల మధ్య అతి సన్నిహిత సమీపదూరాన్ని అభిఘాత వ్యాసం అంటారు.



పటం 18.3 అభిఘాతవ్యాసం

BRAOU

అభిఘాత సంఖ్య Zను సెకనుకి ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలో జరిగే అభిఘాతాల సంఖ్య అని నిర్వచించవచ్చు. ఇది కింది సమీకరణంవల్ల వస్తుంది.

$$z = 2n^2\sigma^2 \sqrt{\frac{\pi RT}{M}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

ఇందులో n = వాయువు ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలోని అణువుల సంఖ్య, σ = అణు వ్యాసం.

మామూలు పరిస్థితులలో అణువుల మధ్య అభిఘాతాలసంఖ్య సెకనుకి, ఒక ఘ. సెం.మీ. వాయువుకు 10^{28} ప్రమాణంలో వుంటుందని లెక్కలవల్ల తెలుస్తుంది. ఈ మొత్తం ఉష్ణోగ్రతతో బాటు ఎక్కువగా మారదు. కాని పీడనం పెరిగితే అభిఘాతాల సంఖ్యభాగంగా పెరుగుతుంది.

18.8. సారాంశం

ఈ భాగంలో తెలుసుకున్న విషయాలు

i) వాయువుల ప్రవర్తనను వివరించడానికి అణుచలన సిద్ధాంతము ఒక ఆమోద కరమైన నమూనా.

ii) అణుచలన సిద్ధాంత ప్రతిపాదనలు: స్థితిచలన సమీకరణం ఉత్పాదన

iii) చలద్వాయ సమీకరణం నుంచి వాయు నియమాల ఉత్పాదన
బాయిల్ నియమం
చార్లెస్ నియమం
అవగాడ్రో నియమం
డాల్టన్ పాక్షిక పీడనాల నియమం

iv) మాక్స్‌వెల్ అణువేగాల వితరణ – అతి సంభావ్య వేగం.

v) అభిఘాత వ్యాసం , అభిఘాత సంఖ్యలు

18.9 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I) కింది వాటికి ఒక్కొక్కదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. అణుచలన సిద్ధాంతం ప్రధానాంశాలను పేర్కొనండి.
2. అణుచలన వాయుసమీకరణం నుంచి ఏ రెండు వాయు నియమాలనైనా వ్యుత్పన్నం చేయండి.
3. అణువేగాల వితరణ నియమం గురించి సంక్షిప్తంగా రాయండి.

II) కింది వాటికి ఒక్కొక్కదానికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం ప్రధానాంశాలను పేర్కొని, అణుచలన వాయు సమీకరణాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయండి.
2. అణుచలన వాయు సమీకరణాన్ని పేర్కొన్ని,దానినుంచి వాయు నియమాలను వ్యుత్పన్నం చేయండి.

18.10 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. వాయువుల యొక్క క్రమ ప్రవర్తనను వాయు నియమాలు తెలియజేసినప్పటికీ, వాటి ప్రవర్తనను విశదీకరించుటకు ఒక సిద్ధాంతాన్ని ప్రతి పాదించవలసిన అవసరం కలదు. వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతం అటువంటి ఆధారాన్ని సమకూరుస్తుంది.

2. వాయుఅణువుల వేగమధ్యమానికి వర్గమూలాన్ని తీసుకున్న, అదినిజమైన సగటు వేగాన్ని సూచిస్తుంది. దీనినే "వేగవర్గ మధ్యమానికి వర్గమూలం",(r. m.s.)అంటారు. అణుచలన సిద్ధాంతాన్నుంచి సమీకరణాన్ని పొందడంలో ఎప్పుడు ధన విలువలుగానే ఉండటంచే దీని ప్రయోజనం వుంది.

రచయిత : ఎమ్.డి. సిద్ధాంతి.
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి

BRAOU

భాగం - 19: వాయునియమాల విచలనం

విషయక్రమం

19.1 ఉద్దేశాలు ,లక్ష్యాలు
19.2 పరిచయం
19.3 ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి వాస్తవ వాయువుల విచలనం
19.4 ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి విచలనానికి కారణాలు - వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం

19.5 వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం, అనువర్తనీయత
 19.5.1 అల్పపీడనాలవద్ద
 19.5.2 అధిక పీడనాలవద్ద
 19.5.3 మరీ అల్పపీడనాలవద్ద
 19.5.4 హైడ్రోజన్, హీలియం అసాధారణ ప్రవర్తన
19.6 సారాంశం
19.7 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
19.8 అవగాహనప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు.

19.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం ఆదర్శ ప్రవర్తనమంచి వాస్తవ వాయువుల విచలనాన్ని తెలుపడం ఈ విచలనాలకు అంతర్గతంగా ఉండే కారణాలను కనుక్కోవడం, విచలనం యొక్క కారణాలను పరిగణలోకి తీసుకొనే ఒక కొత్త సమీకరణాన్ని రూపొందించడం. ఈ సమీకరణం వాస్తవ వాయువులయొక్క ప్రవర్తనను ఎలా వివరిస్తుందో పరిశీలించడం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే ముఖ్య విషయాలు.

• ప్రధానంగా ఆదర్శవాయువుల కోసం ప్రతిపాదించినదే గతిజసిద్ధాంతం. కాని వాయువులు అవి ఉండేస్థితిలో ఆదర్శస్థితికి చాలా భిన్నంగా వుంటాయి. ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి అవి చాలా విచలనాలు చూపుతాయి.

•ఆదర్శ వాయువులలో వలె కాక వాస్తవ వాయువులలో అణువుల మధ్య బలాలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. అంతేకాకుండా వాయువు ఘనపరిమాణంలో అణువుల అసలైన ఘనపరిమాణం తక్కువ భాగమేమీ కాదు. ఈ రెండు అంశాలు అధిక పీడనాల వద్ద, అల్ప ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఎక్కువ ప్రముఖంగా ఉంటాయి.

•వాస్తవ వాయువుల ప్రవర్తనను వివరించడానికి అభివృద్ధి చేసిన వివిధ సమీకరణాలలో వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం అతి సరళమైనది. వాస్తవ వాయువులలో అణువుల మధ్య ఆకర్షణలకు, అణువుల అసలైన ఘనపరిమాణానికి సవరణ పదాలను ప్రవేశ పెట్టడం వల్ల ఇది ఆదర్శ వాయువుల స్థితి సమీకరణాన్ని మార్పుచేస్తుంది. అయితే ఈ సమీకరణానికి కూడా పరిమితమైన ప్రయోజనమే ఉంది.

19.2. పరిచయం

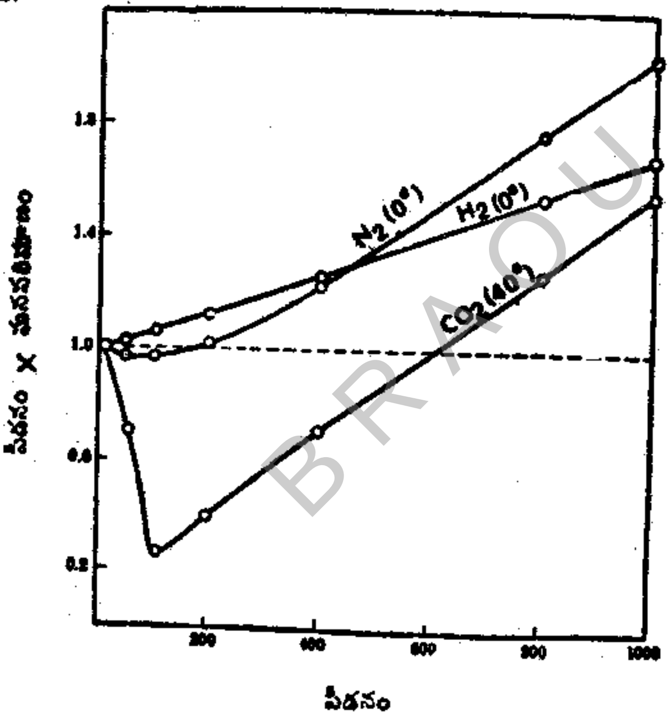
వాయునియమాలన్నీ అనుభావిక నియమాలే. వాయుప్రవర్తన వివరించుటలో అణుచలన సిద్ధాంతం

B R A O U

ఆమోదకరమైనదిగా తీసుకోబడినది. ఈ సిద్ధాంతాన్ననుసరించి లభించే అణుచలన సమీకరణాన్నుంచి వాయునియమాలు ఉత్పాదించవచ్చు. కాని ఏ వాయువూ పూర్తిగా వీటికి లోబడక, ఆదర్శ వాయు ప్రవర్తనమంచి విచలనాన్ని చూపును. ఉదా- స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు P x V విలువ స్థిరంగా ఉండక విచలనాన్ని చూపును.

19.3. ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి వాస్తవ వాయువుల విచలనం

ఆదర్శ వాయువులనబడేవి మాత్రమే వాయునియమాలను పూర్తిగా, ఖచ్చితంగా పాటిస్తాయి. మనం ఇదివరకే చెప్పుకున్నట్లుగా ఈ ఆదర్శవాయువులు పరికల్పనాత్మక మైనవి లేదా ఊహాత్మకమైనవి మాత్రమే. వాయువులు- అవి నిజంగా ఉండే స్థితిలో, ఆదర్శ స్థితికి చాలా భిన్నంగా ఉంటాయి. అందువల్ల ఈ 'వాస్తవవాయువులు' ఆదర్శ ప్రవర్తనమంచి గణనీయమైన విచలనాలు చూపుతాయి: ఉదాహరణకు, ఒక మోల్ వాయువుకు ఉత్పన్నంచేసిన PV = RT అనే సమీకరణాన్ని తక్కువ పీడనం, ఒక మాదిరిగా అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఉజ్జాయింపుగా చాలావరకు అనుసరించబడుతుంది. కాని ఒకసారి పీడనం ఎక్కువ చేసినా, ఉష్ణోగ్రత తగ్గించినా ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి గణనీయమైన విచలనం కనిపిస్తుంది. వివిధ పీడనాల వద్ద, స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక వాయువు యొక్క PV అనే లబ్ధం యొక్క రేఖాపటాన్ని చూస్తే ఈ విషయం తెలుస్తుంది. ఆదర్శవాయువు దాని సహజ స్వభావాన్ని బట్టి బాయిల్ నియమాన్ని అనుసరించాలి అంటే PV అనే లబ్ధం వివిధ పీడనాల వద్ద స్థిరంగా ఉండాలి. అందువల్ల పటం 19.1 లో చూపినట్లుగా PV-Pల మధ్య గీసిన రేఖాపటం పీడనాక్షానికి సమాంతరంగా ఉండే సరళ రేఖ అయి ఉండాలి.



BRAOU

పటం 19.1 పీడనంతో బాటు PV లో మార్పు

దాదాపు ప్రతి వాయువు విషయంలోనూ ఇలా ఉండదని వివిధ వాయువులకు సేకరించిన ప్రయోగాత్మక దత్తాంశాలవల్ల తెలుస్తుంది. 0°C వద్ద హైడ్రోజన్‌లకు, 40°Cవద్ద కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌కు PV - P రేఖా పటాలను కూడా పటం 19.1లో చూపడమైనది. (ఈ రేఖపటాలన్నీ ఒక ఎట్మాస్ఫియర్ వద్ద PV అనే లబ్ధం ఒకటి అనే ఊహానికి సాపేక్షమైనవి) వాస్తవ వాయువులు ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచే చాలా విచలనం చూపుతాయని, - అధిక పీడనాల వద్ద మరీ ఎక్కువని - ఈ పటం నుంచి స్పష్టంగా తెలుస్తుంది.

హైడ్రోజన్ ఇతర వాయువులకు భిన్నంగా ప్రవర్తిస్తుందని ఈ పటంనుంచి తెలుస్తుంది. హైడ్రోజన్ యొక్క PV విలువలు పీడనంతో బాటు అవిచ్ఛిన్నంగా పెరుగుతూ ఉంటాయి. కాగా ఇతర వాయువులకు ముందు కొంచెం తగ్గుదల కనిపిస్తుంది. కాని తరువాత పెరుగుదల ఉంటుంది. మామూలు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద హీలియమ్, నియాన్‌లు హైడ్రోజన్‌వలెనే ప్రవర్తిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత తగ్గించిన కొద్దీ ఇది చివరికి నైట్రోజన్, కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌లవలె ప్రవర్తిస్తుంది. తగినంత అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద పీడన – ఘనపరిమాణ వక్రాలు, సాధారణ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద హైడ్రోజన్, హీలియమ్‌లకుండే వాటిని పోలిఉంటాయి. ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి ఒక వాయువు యొక్క విచలనాన్ని నిర్ణయించడానికి ఉష్ణోగ్రత ఒక ముఖ్యమైన కారణమని ఈ విధంగా తెలుస్తుంది.

వాస్తవ వాయువులవిషయంలో ఛార్లెస్ నియమం నుంచి, అవొగాడ్రో నియమం నుంచి విచలనాలు సంభవిస్తాయి. ఒక వాయువు ఎక్కువ ద్రవీకరణశీలమైనకొద్దీ ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి దాని విచలనం ఎక్కువవుతుందనేది సాధారణంగా తెలుసుకోవలసిన విషయం.

సుమారు ఒక ఎట్మాస్ఫియర్ లేదా అంతకన్న తక్కువ పీడనం వద్ద, ద్రవీకరణ స్థానానికి మరీ సన్నిహితంగాలేని ఉష్ణోగ్రతవద్ద, ఆదర్శ ప్రవర్తననుంచి విచలనం కొద్దిగా మాత్రమే సంభవిస్తుంది. ఈ పరిస్థితులలో కనీసం ఉజ్జాయింపుగానైనా PV = RT అనే సమీకరణం వర్తిస్తుందని ఆశించవచ్చు. కాని అధిక పీడనాలవద్ద, అల్ప ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఈ మీకరణంలో మార్పులు అవసరమవుతాయి.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 :
ఆదర్శ వాయువులనుంచి వాస్తవ వాయువులు ఎలా మరియు ఎందుకు భేదిస్తాయి?

19.4. ఆదర్శ ప్రవర్తననుంచి విచలనానికి కారణాలు – వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం

అణుచలన సిద్ధాంతనుంచి వ్యుత్పన్నం చేసిన వాయునియమాలు ఆదర్శ వాయువులకు వర్తిస్తాయి. ఇవి రెండు ముఖ్యమైన ఊహనాలమీద ఆధారపడినాయి. ఇవి 1) వాయువు మొత్తం ఘనపరిమాణంతో పోలి నట్లయితే అణువుల వాస్తవ ఘనపరిమాణం విర్లక్ష్యం చేయదగినంత తక్కువ 2) అణువులు పరస్పర ఆకర్షణ ఏ మాత్రం చూపవు. వాస్తవ వాయువులకు సంబంధించినంతవరకు ఈ రెండు ఊహనాలు చెల్లవనేది నిస్సందేహం. అణువులకు ఏదో కొంత ఘనపరిమాణం ఉంటుందనడానికి చాలా నిదర్శనాలున్నాయి. కొన్ని పరిస్థితులలో ఇది వాయువుయొక్క మొత్తం ఘనపరిమాణంలో తక్కువ భాగమేమీకాదు.

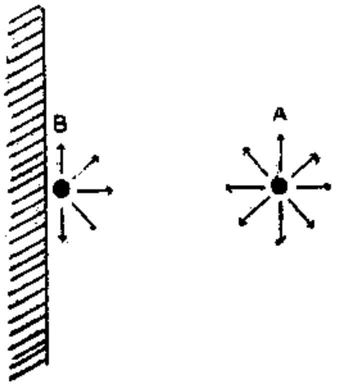
వాయువులను ద్రవీకరించవచ్చుననేది వాయువులోని అణువులు పరస్పరం ఆకర్షించుకొంటాయని స్పష్టంగా సూచిస్తుంది. ఒక ద్రవంలోని సంసంజక బలాలకుమూలం అణువుల మధ్య ఉండే ఈ ఆకర్షణలే. అంటే ఈ ఆకర్షణలు వాయువులలో కూడా ఉంటాయి. వాస్తవ వాయువులకు సంబంధించిన ఈ రెండు అంశాలు అణుచలన సిద్ధాంతంయొక్క ఊహనాలకు భిన్నమైనవి. ఈ విధంగా ఆదర్శ ప్రవర్తననుంచి వాస్తవ వాయువుల విచలనానికి ఇవే కారణ భూతమైనవి.

1 అంతర్గత పీడనంలో సవరణ

కాబట్టి PV=RT అనే ఆదర్శ వాయు సమీకరణానికి ఏవైనా మార్పులుచేసి, అది వాస్తవ వాయువుల ప్రవర్తనకు

B R A O U

ఎక్కువ అనుగుణంగా ఉండేటట్లు చేయాలంటే ఈ రెండు కారణాలను లెక్కలోకి తీసుకోవడం అవసరం. ఈ సందర్భంలో చేసిన అనేక ప్రయత్నాల లోకి జె.డి. వాన్‌డర్ వాల్స్ (1873) చేసినది సరళమైనది, ఆకర్షణీయమైనది. ఈ సమస్యను ఆయన కింది విధంగా ఎదుర్కొన్నాడు. ఒక వాయువు యొక్క అంతర్భాగంలో A అనే ఒక అణువునుతీసుకోండి. (పటం 19.2).



పటం 19.2 పాత్రలో వాయువుయొక్క అణువులు

ఈ పరిస్థితిలోదానిచుట్టూ అన్నివైపులా ఒకమాదిరిగా ఇతర అణువులుంటాయి. అందువల్ల ఈ అణువు ఏ విధమైన ఆకర్షక బలాలకు గురి అయినప్పటికి అవి పరస్పరం రద్దు చేసుకుంటాయి. ఫలితంగా అణువుమీద పనిచేసే బలమేదీ ఉండదు. కాని అణువు పాత్రగోడను సమీపించడంతో పరిస్థితిలో తీవ్రమైన మార్పు కలుగుతుంది. ఈ అణువుచుట్టూ (ఇప్పుడు B తో సూచించబడింది.) ఇప్పుడు ఇతర అణువులు అన్నివైపులా ఒకే మాదిరిగా ఉండవు. ఈ అణువుకు చుట్టూ ఉండే అణువులు మూడువైపుల మాత్రమే ఉంటాయి. అందువల్ల ఈ అణువును వాయువు ఎక్కువగా ఉన్న వైపుకు లోపలివైపుకు లాగే శక్తి ఉంటుంది. అంటే ఇంకోరకంగా చెప్పాలంటే ఈ ప్రత్యేక అణువు పాత్రగోడను ఢీకొనడానికి సిద్ధంగా ఉండి, వాయువుయొక్క మొత్తం పీడనానికి దోహదం చేస్తోంది. కనుక చుట్టూ ఉండే అణువులు దాన్ని లోపలివైపుకు లాగుతాయి.

ఫలితంగా వాస్తవ పీడనం P, ఆదర్శపీడనం (అంటే దాని వెనకనున్న అణువుల ఆకర్షణలకు గురికాకుండా ఉంటే అది చూపించే పీడనం) కన్న కొంచెంతక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి ఈ ఆకర్షక బలాలను పరిగణనలోకి తీసుకొనే ఒక సవరణ పదాన్ని ప్రవేశపెట్టడం అవసరమవుతుంది.

BRAOU

పాత్రగోడను ఢీకొనడానికి సిద్ధంగా ఉన్న ఒక అణువుమీద ఆకర్షక బలం, వాయువు అంతర్భాగంలో ప్రమాణ ఘనపరిమాణానికి ఉండే అణువుల సంఖ్యకు అనుపాతంలో ఉంటుంది. గోడలను ఢీకొనే అణువుల సంఖ్యకూడా ఈ సంఖ్యకు అనుపాతంలో ఉంటుంది. ఈ సంఖ్య 'n'అనుకుంటే పాత్రగోడను ఢీకొనడానికి సిద్ధంగా ఉన్న అణువుమీద మొత్తం ఆకర్షకబలం n^2 కు అనుపాతంలో ఉంటుంది. ఒక మోల్ వాయువు ఘనపరిమాణం V అనుకుంటే 'n' Vకి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అప్పుడు ఆకర్షకబలం $1/V^2$ కి అనుపాతంలో ఉంటుంది. ఈ విధంగా సవరించిన పీడనం (లేదా ఆదర్శ పీడనం) $P + a/V^2$ కి సమానమవుతుంది. ఇక్కడ 'a' ఒక స్థిరాంకం P వాయువుయొక్క వాస్తవ (కొలిచిన) పీడనం.

2. వాయువుల వాస్తవ ఘనపరిమాణం సవరణ

ఇంకో సవరణ అవసరం. ఇది వాయువుయొక్క అణువుల వాస్తవ ఘనపరిమాణాన్ని పరిగణలోకి తీసుకోవడానికి ఘనపరిమాణ సవరణ. ఈ సవరణ పదాన్ని 'b'అంటారు. దీనిని సహ ఘనపరిమాణం(Co-Volume) అంటారు. కాని 'b' అణువుల ఖచ్చితమైన ఘనపరిమాణానికి సమానంకాదు. అది అణువుల వాస్తవ

ఘనపరిమాణానికి నాలుగురెట్లుంటుందని నిరూపించడమైనది. ఈ విధంగా సవరించిన (ఆదర్శ)ఘనపరిమాణం (V-b) కి సమానం. కాబట్టి ఒక మోల్ వాయువుకు ఆదర్శపీడనం, ఆదర్శ ఘనపరిమాణాల లబ్ధం RT కి సమానమవుతుంది.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

3. వాన్‌డర్ వాల్స్ స్థిరాంకాలు

వాన్‌డర్ వాల్స్ సమీకరణం వాస్తవ వాయువులకు అతి సరళ మైన, అతి ప్రసిద్ధమైన స్థితి సమీకరణం. సమీకరదణం (1) లోని 'a','b' స్థిరాంకాలను సాధారణంగా వాన్‌డర్ వాల్స్ స్థిరాంకాలు అంటారు. 'a' అనే స్థిరాంకం అణు ఆకర్షణలకు ఒక అంచనా, లోగడ పేర్కొన్నట్లుగా 'b'అనే స్థిరాంకం అణువుల ఘనపరిమాణానికి ఒక అంచనా. ఈ పరిమాణాలను అనేక విధాలుగా నిర్ణయించడం జరిగింది. పీడనాన్ని ఎట్మాస్ఫియర్ లలోను,ఘనపరిమాణాన్ని లీటర్‌లలోను కొలిస్తే 'a', 'b' ల ప్రమాణాలు వరసగా లీటర్^{2}-ఎట్మాస్ఫియర్/మోల్$^{-2}$ లీటర్‌లు అవుతాయి. ఖచ్చితంగా చెప్పాలంటే 'a,bలు స్థిరాంకాలు కావు. అవి ఉష్ణోగ్రతతో పాటు కొద్దిగా మారతాయి. అందువల్లనే వాన్‌డర్ వాల్స్ సమీకరణం పరిమితమైన అనువర్తనీయత కలది అనిచెప్పవలసి వస్తుంది. కాని చాలావరకు ఉష్ణోయింపుగా a,b లను స్థిరమైనవిగా భావించవచ్చు. ఆ పరిధిలో అవి ఆదర్శన ప్రవర్తన నుంచి విచలనాలను సవరించడానికి ఉపయోగపడుతాయి. కొన్ని వాయువులకు a,b ల విలువలను కింది పట్టికలో చూడవచ్చు.

పట్టిక 19.1 వాన్‌డర్ వాల్స్ స్థిరాంకాలు

వాయువు	a (లీటర్^{2} ఎట్మా. మోల్$^{-2}$)	b (లీటర్ మోల్$^{-1}$)
హైడ్రోజన్	0.245	0.0266
హీలియం	0.034	0.0237
నైట్రోజన్	1.38	0.0391
ఆక్సిజన్	1.32	0.0318
కార్బన్ డయాక్సైడ్	3.60	0.0428
సల్ఫర్ డయాక్సైడ్	6.7	0.056
క్లోరిన్	5.5	0.049
అమ్మోనియా	4.0	0.037

B R A O U

అవగాహన ప్రశ్న – 2 :

వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణంలో ఉపయోగించే a,b స్థిరాంకాల ప్రమాణాలను పేర్కొనండి.

19.5. వాన్‌డర్ వాల్స్ సమీకరణం, అనువర్తనీయత

వాన్‌డర్ వాల్స్ సమీకరణం ఖచ్చితమైనది కాకపోయినా, వాస్తవ వాయువుల ప్రవర్తనను విశదీకరించడానికి చేసిన ప్రయత్నాలలో ప్రధాన పురోగమనాన్ని సూచిస్తుంది. వివిధ పరిస్థితులలో ఈ సమీకరణం యొక్క అనువర్తనీయతను మనం ఇప్పుడు పరిశీలిద్దాం.

19.5.1 అల్పపీడనాలవద్ద

సమీకరణం (1) లోని 'b'పదాన్ని Vతో పోలిస్తే విస్మరించవచ్చు. ఆ విధంగా ఈ సమీకరణం కింది విధంగా సూక్ష్మీకరించవచ్చు.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right) V = RT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$PV + \frac{a}{V} = RT$$

$$PV = RT - \frac{a}{V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

కాబట్టి తక్కువ పీడనాలవద్ద PV, RT కన్న తక్కువవుతుంది. పీడనం అధికమయిన కొద్దీ అది తగ్గుతుంది. (ఎందుకంటే V తగ్గుతుంది.అందువల్ల a/V ఎక్కువవుతుంది.) పటం 19.1లో నైట్రొజన్, కార్బన్ డయాక్సైడ్ ల వక్రాల ఆకారాలకు ఇదే కారణం. ఆ విధంగా తక్కువ పీడనాలవద్ద, a/V పదం లేదా ఆకర్షణ పదం సాపేక్షంగా ప్రబలంగా ఉంటుంది.

19.5.2. అధిక పీడనాల వద్ద

అధిక పీడనాల వద్ద $\frac{a}{V^2}$ లేదా b లను విస్మరించ వీలులేదు. సమీకరణం (1)ని కిందివిధంగా తిరిగి రాయవచ్చు.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right) (V - b) = RT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4) \qquad V\text{తో}$$

$$P(V - b) + a\left(\frac{1}{V} - \frac{b}{V^2}\right) = RT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

అధిక పడనాలవద్ద 1/V, b/V²అనే పదాలు ఇంచుమించు సమాన పరిమాణం ఉన్నప్పటికీ, వ్యతిరేక సంజ్ఞలతో ఉండడం వల్ల వాటిని విస్మరించవచ్చు. అప్పుడు

$$PV - Pb = RT$$

$$PV = RT + Pb \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

ఇప్పుడు PV, RT కన్న ఎక్కువ. అది పీడనంతో బాటు పెరుగుతుంది. కాబట్టి పటం 19.1 లో PV వక్రం కనిష్టస్థాయి తరవాత పెరగడానికి కారణం 'b' పదమని చెప్పవచ్చు. అంటే అణువుల ఘనపరిమాణానికి సంబంధించిన పదం.

19.5.3 మరీ అల్పపీడనాలవద్ద

V సాపేక్షంగా చాలా పెద్దదిగా ఉంటుంది. అందువల్ల 'b' పదాన్ని, కూడా విస్మరించవచ్చు. ఈ పరిస్థితులలో సమీకరణం (1) PV = RT అవుతుంది. ఇదే ఆదర్శ వాయు సమీకరణం, ఈ విధంగా మరీ అల్పపీడనాల వద్ద, వాయువులు ఆదర్శ వాయు నియమాన్ని అనుసరిస్తాయి. మరీ అల్పపీడనాల వద్ద వాయువుల అవధి (limiting) ప్రవర్తనను ఇది సూచిస్తుంది. ఇది సబబుగానే ఉంది, మరీ అల్ప పీడనాలవద్ద ఘనపరిమాణం సాపేక్షంగా చాలా ఎక్కువగా ఉండడంవల్ల, అణువుల వాస్తవ ఘనపరిమాణం, వాయువు యొక్క మొత్తం ఘనపరిమాణంలో తక్కువ భాగమే అయివుంటుంది. అంతేకాకుండా అణువులు చాలా దూరదూరంగా ఉండడం వల్ల అవి ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకోవనే చెప్పాలి.

BRAOU

19.5.4 హైడ్రోజన్, హీలియమ్‌ల అసాధారణ ప్రవర్తన

దీనికి కారణం 'a' విలువ మరీ తక్కువ కావడమే – అంటే అణువుల ఘనపరిమాణానికి సంబంధించిన 'b' పదంతో పోలిస్తే అణువుల ఆకర్షణను తెలిపే పదం. ఫలితంగా తక్కువ పీడనాలవద్దకూడా 'b' పదం సాపేక్షంగా ప్రబలంగా వుంటుంది. అందువల్ల హైడ్రోజన్ హీలియమ్‌ల PV వక్రం కనిష్ఠ స్థాయిని చూపదు. పీడనం పెరుగుతున్నకొద్దీ అది పెరుగుతూనే ఉంటుంది.

వాస్తవ వాయువుల ప్రవర్తను గుణాత్మకంగా వివరించడానికి వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం బాగా ఉపయోగపడుతుంది. కాని పరిమాణాత్మకస్థాయిలో అది సరిపోదనే చెప్పాలి. 'a' 'b' పదాలు ఖచ్చితంగా స్థిరాంకాలు కాకపోవడం దీనికి ఒక కారణం. నిజానికి అవి ఉష్ణోగ్రతతోపాటు మార్పు చెందుతాయి. వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణాన్ని మెరుగు పరచడానికి చాలా ప్రయత్నాలు జరిగాయి. దాదాపు వంద స్థితి సమీకరణాలు ప్రతిపాదించబడినాయి. కాని వాటిలో ఏదీకూడా వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణమంత సరళమైనది కాదు. నిజానికి ఈ సమీకరణాలలో కొన్ని చాలా క్లిష్టమైనవి. వీటిలో అనేక అనుభావిక స్థిరాంకాలుపాత్రవహిస్తాయి. దానిలో ఎన్ని లోటుపాట్లు ఉన్నప్పటికీ వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం వాస్తవ వాయువుల ప్రవర్తనను విశదీకరించడానికి సంతృప్తికరమైన సాధనమని భావించవచ్చు. వాస్తవ ప్రవర్తనను గుణాత్మకంగా అభివర్ణించడానికి ఇది చాలా అనువైనది.

19.6. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివినది.

i) ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి నిజవాయువుల విచలనం.

ii) వాన్‌డర్‌వాల్ సమీకరణమునకు దారి తీయు ఆదర్శ వాయు ప్రవర్తన విచలన కారణాలు.

iii) పీడనం, ఘనపరిమాణం పదాలను సవరించి ఆదర్శ వాయు సమీకరణం నుంచి వాన్‌డర్‌వాల్ సమీకరణం పొందుట.

iv) వాన్‌డర్‌వాల్ సమీకరణం అనువర్తనాలు.

V) హైడ్రోజన్ మరియు హీలియమ్‌ల అసాధారణ ప్రవర్తన.

19.7. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది వాటికి ఒక్కొక్కదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి.

1. ఆదర్శవాయు నియమాలనుంచి నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్, కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ల ప్రవర్తనలోని విచలనాలను వివరించండి.
2. హైడ్రోజన్, హీలియమ్‌ల అసాధారణ ప్రవర్తనను విశదీకరించండి.
3. వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణంలో అణు ఆకర్షణలకు, అణుఘనపరిమాణానికి ఎలా సవరణలు చేయబడ్డాయి?

II. కిందివాటికి ఒక్కొక్క దానిని 30 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి.

1. ఆదర్శ ప్రవర్తననుంచి, వాస్తవ వాయువుల విచలనానికి కారణాలను సవివరంగా విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.
2. అధిక, అల్ప, మరీ అల్పపీడనాల వద్ద వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం యొక్క అనువర్తనీయతను వివరించండి.
3. వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థితి సమీకరణాన్ని ఉత్పన్నం చేయండి. దీనిలో ఉన్న పదాల ప్రాముఖ్యాన్ని వివరించండి

19.8. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. అన్ని ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద ఆదర్శ వాయువులు వాయు నియమాలను పాటించును. కాని వాస్తవ

B R A O U

వాయువులు అన్ని పరిస్థితులలోను వాయు నియమాలను పాటించవు. దీనికి కారణం వాయు అణువులు ఎంతో కొంత ఘనపరిమాణం ఆక్రమించడం మరియు వాయువులో అణువుల పరస్పర ఆకర్షణలు కలిగి ఉండడం.

2. వాన్‌డర్‌వాల్ సమీకరణంలో a, b మరియు R. లు స్థిరాంకాలు.
వాటి విలువలు
a - లీటర్^{2} - ఎట్మా - మోల్$^{-2}$
b - లీటర్ - మోల్$^{-1}$
R - లీటర్ - ఎట్మా - డిగ్రీ$^{-1}$ - మోల్$^{-1}$

రచయిత : ఎమ్.డి. సిద్ధాంతి.
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి

BRAOU

భాగం - 20: సందిగ్ధ దృగ్విషయాలు

విషయక్రమం

20.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
20.2 పరిచయం
20.3 సందిగ్ధదృగ్విషయాలు
20.4 సందిగ్ధ స్థిరాంకాలు
20.5 సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను నిర్ణయించడం

20.6 స్థితుల అవిరళత
20.7 వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థిరాంకాలకు, సందిగ్ధ స్థిరాంకాలకు మధ్య సంబంధం
20.8 అనురూప స్థితుల నియమం
20.9 జౌల్ థాంసన్ ఫలితం
20.10 వాయువులను ద్రవీకరించడం
   20.10.1 పిక్టెట్ పద్ధతి
   20.10.2 లిండె, హాంప్సన్ పద్ధతి
   20.10.3 డిబైపద్ధతి
20.11 సారాంశం
20.12 మాదిరిపరీక్షా ప్రశ్నలు
20.13 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

20.1. ఉద్దేశా లు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం వాయు స్థితి నుంచి ద్రవస్థితికి జరిగే మార్పును గురించి చర్చించడం, వాయువులకు ద్రవాలకు సంబంధించిన కొన్ని దృగ్విషయాలను తెలియజేయడం.

ఈ భాగం ను మీరు పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు అర్థం చేసుకొనే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు.

- "ద్రవీకరణశీల" వాయువులకు, "శాశ్వత వాయువుల"న బడే వాటికి మధ్య తప్పుడు వ్యత్యాసాన్ని తొలగించడంలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ గురించిన ఆండ్రూ యొక్క ప్రయోగాలు తోడ్పడ్డాయి. ఒకప్పుడు శాశ్వత వాయువులను అసలు ద్రవరూపంలోకి మార్చడం సాధ్యం కాదనుకొనేవారు. ఆండ్రూ వివరణ వల్ల వాయువు యొక్క (లేదా ద్రవం) సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను అవగాహన చేసుకోవడం సాధ్యమయింది. - సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత, సందిగ్ధ పీడనం, సందిగ్ధ ఘనపరిమాణం., సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వద్ద 'వాయువు'కు 'ద్రవానికి' మధ్య వ్యత్యాసం ఏమీ ఉండదు.

- సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత సమీపించినకొద్దీ వాయువు, ద్రవాల సాంద్రతలు అంతకంతకు దగ్గరవుతాయి. సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వద్ద (లేదా దానికి చాలా దగ్గరలో) వాయు, ద్రవసావస్థల మధ్య వేర్పాటు ఉపరితలం అదృశ్యమవుతుంది. వాయువు నుండి ద్రవస్థితికి అవిచ్ఛిన్న (continuous) పరివర్తన (లేదా ద్రవం నుంచి వాయువుకు) అనే భావనను ఇది ధృవీకరిస్తుంది.

- వాన్‌డర్ వాల్స్ స్థిరాంకాలను, P - Vవక్రాన్ని కలిపితే "క్షయీకృత స్థితి సమీకరణం" అనే పూర్తిగా సాధారణ సమీకరణం వస్తుంది. ఇది అన్ని పదార్థాలకు అనువర్తనీయంగా ఉంటుంది. ఈ సమీకరణం మళ్ళీ అనురూపస్థితుల నియమాన్ని రూఢిచేస్తుంది.

అధికపీడన ప్రాంతం నుంచి అల్ప పీడన ప్రాంతానికి కొన్ని పరిస్థితులలో ఒక వాయువు యొక్క వ్యాకోచం ఫలితంగా ఉష్ణోగ్రత తగ్గిపోతుంది. ఇదే జౌల్-థాంసన్ ఫలితానికి ఆధారం. దీనికి వాయువుల ద్రవీకరణలో ప్రధాన అనువర్తనం ఉంది. వాయువులలో అణువుల మధ్య బలాలున్నాయనడానికి నిర్ధారితమైన నిదర్శనానికి జౌల్-థాంసన్ ఫలితం సమకూరుస్తుంది.

20.2. పరిచయం

ద్రవాలను వేడి చేసిన వాయువులుగా మారును. కాబట్టి వాయువులను చల్లార్చి, సంపీడనం చెందించిన ద్రవాలుగా మార్చవచ్చును. కాని ఇది అన్ని ఉష్ణోగ్రతా, పీడనాల వద్ద సాధ్యం కాదు. వాయువుల ద్రవీకరణకు అవసరమగు పరిస్థితులను తెలుసుకొందాం.

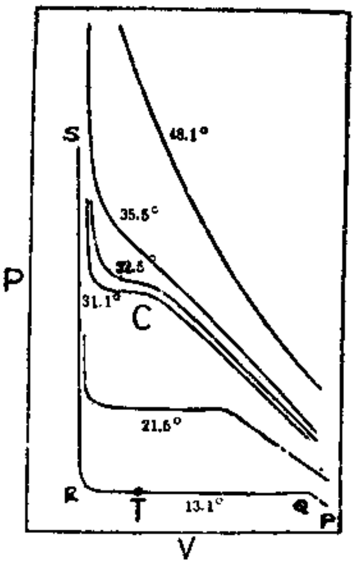
20.3. సందిగ్ధ దృగ్విషయాలు

కొన్ని వాయువులను చల్లబరచడం వల్ల ద్రవాలుగా మార్చవచ్చని చాలాకాలం నుంచి తెలుసు. 17వ శతాబ్దం మొదటి దశలో ఈ విషయాన్ని గుర్తించిన పరిశోధకులలో **జె.బి.వాన్ హెల్మాంట్** ఒకరు. ప్రధానంగా **మైకేల్ ఫారడే,** ఇతరులు 19వ శతాబ్దం ప్రారంభంలోనే ద్రవీకరణ ప్రయత్నాలు తీవ్రంగా ప్రారంభించారు. రమారమి 1820 ప్రాంతాలలో సల్ఫర్ డయాక్సైడ్, ఆమోనియా, క్లోరిన్, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, కార్బన్‌డయాక్సైడ్, నైట్రస్‌ఆక్సైడ్ వంటి అనేక వాయువులను పీడనం ఉపయోగించి జయప్రదంగా ద్రవాలుగా మార్చడం జరిగింది. ఫారడే ప్రయోగాలలో మంచు, లవణం మిశ్రమాల నుంచి చాలా అల్ప ఉష్ణోగ్రతలు లభించాయి. ఘన స్థితిలో వున్న కార్బన్‌డయాక్సైడ్, ఈథర్ మిశ్రమాన్ని ఉపయోగించి ఎమ్.థోలియర్ (1835) $-110^{o}C$ అంత తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలను సాధించాడు. దీనివల్ల ఇథిలీన్, ఫాస్ఫైన్, బోరాన్‌ట్రై ఫ్లోరైడ్; సిలికాన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ వంటి వాయువులను ఫారడే ద్రవాలుగా మార్చగలిగాడు. నిజానికి అతడు కొన్ని వాయువులను ఘనీభవింపచేయడంలో కూడా విజయం సాధించాడు.

ఇంత తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలను అధిక పీడనాలను ఉపయోగించినప్పటికి ద్రవాలుగా మార్చడానికి సాధ్యంకాని వాయువులు కొన్ని ఉన్నాయి. అటువంటి వాయువులలో ముఖ్యమైనవి హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, కార్బన్‌మోనాక్సైడ్. అల్ప ఉష్ణోత్రలు వాడినా అధిక పీడనాలు వాడినా, కొన్ని వాయువులను ద్రవాలుగా మార్చడానికి వీలుకాదని అప్పట్లో నిర్ధారించారు. అటువంటి వాయువులను శాశ్వత వాయువులు అన్నారు. కాని యిది తప్పు అభిప్రాయం అని తరువాత తెలిసింది.

కార్బన్‌డయాక్సైడ్ యొక్క PV-T సంబంధం గురించి ప్రసిద్ధి చెందిన తన ప్రయోగాల ఫలితగా టి. ఆంట్రూస్ (1869) ఒక వాయువు ద్రవీకరణానికి 'శాశ్వత'మైనదైనా కాకపోయినా - కావలసిన ప్రాథమికి పరిస్థితులను తెలుసుకొనడం జరిగింది. స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంచిన ఒక గాజు నాళంలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ తీసుకున్నాడు. వివిధ పీడనాలవద్ద ఘనపరిమాణాలను కొలిచాడు. అనేక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద P-V వక్రాలను తయారుచేసాడు. కొన్ని పటం 20.1లో చూపబడినాయి.

ప్రారంభంలో ఉపయోగించిన అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రత వద్ద $13.1^{o}C$ కార్బన్‌డయాక్సైడ్ P వద్ద అంతా వాయువే. సమోష్ణగ్రతా రేఖలో PQ భాగంలో సూచించిన విధంగా పీడనం పెంచితే అనురూపంగా ఘనపరిమాణం తగ్గుతుంది. ఇది బాయిల్ నియమానుసారంగానే ఉంది. కాని Q బిందువుకు అనురూపమైన పీడనం వద్ద వాయువు ద్రవీకరణ చెందడం మొదలవుతుంది. అంతకంతకు ఎక్కువ వాయువు ద్రవంగా మారుతూ సాంద్రత ఎక్కువవుతున్న కొద్దీ ఘనపరిమాణం త్వరితంగా తగ్గిపోతుంది. R బిందువు వద్ద ద్రవీకరణ పూర్తవుతుంది. RS వక్రం నిట్రంగా ఉండడం వల్ల ద్రవం ఇంచుమించు అసంపీడ్యమని తెలుస్తుంది.



పటం 20.1 కార్బన్‌డయాక్సైడ్ యొక్క సమోష్ణగ్రతా రేఖలు

ఫలితంగా పీడనం పెంచుతుంటే ఘనపరిమాణంలో ఏమంత మార్పుండదు. సమోష్ణగ్రతా రేఖలో మూడు స్పష్టమైన భాగాలుంటాయనే విషయం గమనించాలి. వక్రంలో PQ భాగం వాయువు మాత్రమే ఉందని సూచిస్తుంది. RS భాగం ద్రవం మాత్రమే ఉందని సూచిస్తుంది. కాని QR భాగంలో ద్రవమూ వాయువూ రెండు ఉంటాయి. QR, X -అక్షానికి (లేదా ఘనపరిమాణాక్షం) సమాంతరంగా ఉంటుంది కనుక, వాయువు, ద్రవం ఒక దానితో మరొకటి సమతాస్థితి వద్ద ఉన్నప్పుడు పీడనం స్థిరంగా ఉంటుందని దాని అర్థం. ఆ ప్రత్యేక ఉష్ణోగ్రత వద్ద, ఈ పీడనమే ఆ ద్రవం యొక్క భాష్ప పీడనం. ఈ వ్యవస్థ యొక్క పరామితులు Q నుంచి R కి మారుతుంటే, ద్రవం యొక్క పరిమాణం పెరుగుతుంది. వాయువు పరిమాణం తగ్గుతుంది. ఈ వక్రం మీద T అనే ఏ బిందువు వద్ద నైనా ద్రవానికి, వాయువుకు నిష్పత్తి, RT కి QT ఉండే నిష్పత్తిని బట్టి తెలుస్తుంది.

21.5°C వద్ద సమోష్ణగ్రతారేఖ 13.1°C వద్ద దానిని పోలి ఉంటుంది. కాని ద్రవీకరణ జరిగే క్షితిజ సమాంతర భాగం చిన్నదిగా ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రత పెంచినకొద్దీ సమోష్ణగ్రతా రేఖలోని ఈ భాగం అంతకంతకు కురచైపోతుంది. చివరికి 31.1°C వద్ద క్షితిజ సమాంతర భాగమే ఉండదు – అంటే ద్రవీకరణ ఏమీలేదని సూచిస్తుంది. నిజానికి సమోష్ణగ్రతా రేఖలు బాయిల్ నియమాన్ని అనుసరిస్తాయి. 31.1°C పైన ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా, ఉపయోగించిన పీడనం ఎంత అయినప్పటికీ కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ను ద్రవంగా మార్చడం అసలు సాధ్యం కాదని ఆండ్రూస్ కనుక్కొన్నాడు. అయితే 31.1°C వద్దగాని దానికింద గాని ద్రవంగా మార్చడానికి 75 ఎట్మాస్ఫియర్‌ల పీడనం సరిపోతుందని తెలిసింది. ప్రతి వాయువు కార్బన్‌డయాక్సైడ్ వలెనే ప్రవర్తిస్తుందని తరవాత తెలిసింది. – అంటే ప్రతి వాయువుకు ఒక అభిలాక్షణికమైన ఉష్ణోగ్రత దాటితే ఉపయోగించిన పీడనం ఎంత అయినప్పటికీ దానిని ద్రవంగా మార్చడం అసాధ్యమవుతుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రత వాయువు స్వభావం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. శాశ్వత వాయువులు అనబడే వాటిని ఇదివరకు ద్రవాలుగా మార్చడానికి ఎందుకు సాధ్యం కాలేదో ఇప్పుడు స్పష్టమవుతుంది. పీడనాన్ని ఉపయోగించే ముందు, వాయువును తగినంతగా చల్లబరచలేదు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1: "శాశ్వత వాయువులు" అనే పదాన్ని వివరించండి.

BRAOU

20.4. సందిగ్ధ స్థిరాంకాలు

ఒక వాయువును ద్రవంగా మార్చడానికి సాధ్యమయ్యే గరిష్ఠ ఉష్ణోగ్రత, దానికన్న పైన దాని ద్రవరూపం ఉండడం సాధ్యంకాని ఉష్ణోగ్రతను సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత (Tc) అంటారు. దాని సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వద్ద వాయువును ద్రవంగా మార్చడానికి సరిగ్గా అవసరమయ్యే పీడనాన్ని సందిగ్ధ పీడనం (Pc) అంటారు. ఒక మోల్ పదార్థం దాని సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద ఆక్రమించే ఘనపరిమాణాన్ని సందిగ్ధ ఘనపరిమాణం (Vc) అంటారు. ఈ మూడింటిని కలిపి సందిగ్ధ స్థిరాంకాలు అంటారు. సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రతకు అనురూపమైన సమోష్ణోగ్రతా రేఖను సమోష్ణోగ్రతా రేఖ అంటారు. పటం 20.1లో 31.1°C వద్ద నున్న సమోష్ణోగ్రతా రేఖ కార్బన్‌డయాక్సైడ్ యొక్క సందిగ్ధ సమోష్ణోగ్రతా రేఖ. ఎందువల్లనంటే ఇదే దాని సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత. సమోష్ణోగ్రతా రేఖ మీద C బిందువు వద్ద సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వద్ద వాయువు దాని సందిగ్ధస్థితిలో ఉందని అంటారు. అప్పుడు పీడనం, ఘన పరిమాణం దాని సందిగ్ధ విలువలకు అనురూపంగా ఉంటాయి. దాని సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రతకు కింద ఉన్న వాయు పదార్థాన్ని భాష్పం అంటారు. పీడనం ఒక్కటే ఉపయోగించి భాష్పాన్ని ద్రవంగా మార్చవచ్చు.

20.5. సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను నిర్ణయించడం

ఏ వాయువుకైనా అనేక ఉష్ణోగ్రతలవద్ద, కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌కు ఆండ్రూస్ చేసినట్లు P-V సమోష్ణోగ్రతా రేఖలను గీస్తే సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను నిర్ణయించడం సాధ్యమవుతుంది. కాని ఇది ఎల్లప్పుడూ సాధ్యం కాదు. అందువల్ల ఇతర విధానాలను ఉపయోగించారు. కాని డి లా టూర్ (1822) ఒక సరళమైన, ఆకర్షణీయమైన పద్ధతిని రూపొందించాడు. ఒక ద్రవాన్ని మూసి ఉన్న పాత్రలో వేడిచేసినప్పుడు, ద్రవానికి, బాష్పానికి మధ్య వేర్పాటు తలం ఒకానొక ఉష్ణోగ్రత వద్ద అదృశ్యమవుతుందని అతడు గమనించిన విషయం మీద ఇది ఆధారపడింది. చల్లబరిచినప్పుడు ఈ రెండు పొరలు తిరిగి కనిపిస్తాయి. చాలాకాలం తరవాత (1863) ఇది ఆ పదార్థాల సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరుగుతుందని ఆండ్రూ ధ్రువపరిచాడు. ఇంకో విధంగా చెప్పాలంటే సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక పదార్థం యొక్క ద్రవ, వాయు ప్రావస్థల మధ్య వ్యత్యాసం కనిపించదు. దానికి బదులుగా మొత్తం స్థలం అంతా ఒక సమజాతీయ ప్రవాహి చేత నింపబడుతుంది. ఇది మామూలుగా అవగాహన చేసుకొనే ద్రవమూకాదు వాయువూ కాదు. అయితే ఒకసారి ఉష్ణోగ్రత తగ్గిస్తే రెండింటి మధ్య వేర్పాటు తలం తిరిగి కనిపిస్తుంది. కొన్ని ద్రవాలకు ద్రవం బాష్పతలం కొంత అవధిలో అదృశ్యమవుతుంది కాని, ఒక నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద కాదని ప్రస్తుత సిద్ధాంతాత్మక నిదర్శనాలు సూచిస్తాయి.

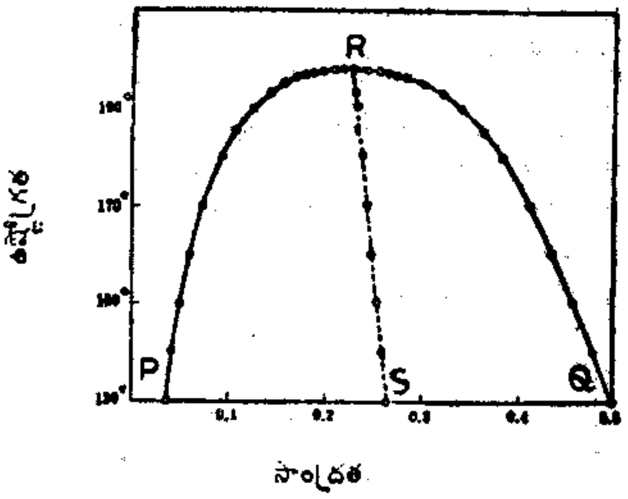
ఎల్.కెయిలెటెట్, ఇ. మథయాస్ (1866) లు స్థిరపరచిన ఒక నియమం ప్రకారం ఒక ద్రవం, దాని సంతృప్త బాష్పం యొక్క సాంద్రతగల సగటు విలువలు ఒకే ఉష్ణోగ్రత యొక్క రేఖీయ ప్రమేయంగా ఉంటాయి. దీనిని సరళ రేఖాత్మక వ్యాస నియమం అంటారు. ఈ నియమం ప్రకారం :

$$1/2\ (\rho_l + \rho_v) = A + B.t \quad \dots\dots\dots\dots \quad (1)$$

ఇక్కడ ρ_l = ద్రవం సాంద్రత, ρ_v = దానితో సమతాస్థితిలో ఉన్న సంతృప్త భాష్ప సాంద్రత, t = ఉష్ణోగ్రత, A, B లు స్థిరాంకాలు. ρ_l, ρ_v లను ఆర్థోబారిక్ సాంద్రతలు అంటారు.

పటం 20.2లో n - పెంటేన్ యొక్క ఆర్థోబారిక్ సాంద్రతలను, ఉష్ణోగ్రతకు ఎదురుగా రేఖాపటంలో చూపడమైనది.

B R A O U



పటం 20.2 : n - పెంటేన్ యొక్క ఆర్థోబారిక్ సాంద్రతలు

సంతృప్త బాష్పంయొక్క సాంద్రతలకు, ఉష్ణోగ్రతకు గీసిన వక్రం PR కాగా ద్రవం యొక్క సాంద్రతలకు, ఉష్ణోగ్రతకు మధ్య వక్రాన్ని QR సూచిస్తుంది. సగటు సాంద్రతకు, ఉష్ణోగ్రతకు మధ్య వక్రాన్ని RS సూచిస్తుంది. సమీకరణం (2) ప్రకారం, RS సరళరేఖ. R బిందువుకు అనురూపమైన ఉష్ణోగ్రత సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత. ఈ ఉష్ణోగ్రతవద్ద సాంద్రత సందిగ్ధ సాంద్రత అవుతుంది. ఈ విలువయొక్క వ్యుత్క్రమం ఒక గ్రామ్ పదార్థానికి ఘన పరిమాణాన్నిస్తుంది.

ఆర్థోబారిక్ సాంద్రతలను కింది విధంగా నిర్ణయిస్తారు. కొలగుర్తులు గల ఒక నాళం (graduated tube) లో ఒక నిర్దిష్ట ద్రవ్యరాశిగల ఇచ్చిన ద్రవాన్ని తీసుకొని, నాళాన్ని సీలు చేస్తారు. ఈ నాళాన్ని ఒకానొక ఉష్ణోగ్రత వరకు వేడిచేసి, ద్రవం, బాష్పం యొక్క ఘనపరిమాణాలను కొలగుర్తులను బట్టి తెలుసుకొంటారు. ద్రవం యొక్క ద్రవ్యరాశి 'm', ఏ నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా V_l, V_v లు వరుసగా ద్రవం, బాష్పం యొక్క ఘనపరిమాణాలు Pl, Pv లు వరుసగా ద్రవం, బాష్పం యొక్క అనురూప సాంద్రతలయితే

$$m = V_l \times \rho_l + V_v \rho_v \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

ఈ కొలతలను ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద తీసుకుంటారు. కాని ద్రవం యొక్క ద్రవ్యరాశి (m_1 or m_2) వేరుగా ఉంటుంది. ఈ విధంగా మనకి ρ_l, ρ_v లు ఉన్న రెండు సెట్‌ల సమీకరణాలు వస్తాయి. తరవాత వీటిని లెక్క కడతారు.

$$m_1 = V_l^1 \rho_l + V_v^1 \rho_v \qquad m_1 = V_l^{'} \rho_l + V_v^{'} \rho_v$$

$$m_2 = V_l^2 \rho_l + V_v^2 \rho_v \qquad m_2 = V_l^2 \rho_l + V_v^2 \rho_v$$

పట్టిక 20.1. సందిగ్ధ స్థిరాంకాలు

పదార్థం	సందిగ్ధఉష్ణోగ్రత (Tc) (కెల్విన్ మానం)	సందిగ్ధ పీడనం (Pc) (ఎట్మాస్ఫియర్‌లు)	సందిగ్ధ ఘనపరిమాణం (Vc) (ఒక మోల్ పదార్థానికి మిల్లీ లీటర్‌లు)
హైడ్రోజన్	[illegible]	12.8	68
నైట్రోజన్	[illegible]6.0	33.5	90

BRAOU

ఆక్సిజన్	154.3	49.7	74
కార్బన్‌డయాక్సైడ్	304.1	73.0	95
హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్	324.1	81.6	89
అమ్మోనియా	405.5	111.3	72
క్లోరిన్	417.1	76.1	124
సల్ఫర్‌డయాక్సైడ్	430.3	77.6	125
నీరు	647.3	217.7	57

ఈ దత్తాంశాలను పరిశీలిస్తే ఒక విషయం స్పష్టమవుతుంది. హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్‌వంటి "శాశ్వత వాయువులు" అనబడే వాయువులను రమారమి, గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద కేవలం పీడనాన్ని ఉపయోగించి ద్రవాలుగా మార్చడానికి ఎందుకు సాధ్యంకాదో సులువుగా వివరించవచ్చు. వాటి సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రతలన్నీ గది ఉష్ణోగ్రతకన్న చాలా తక్కువ.

నీటిని ఒక ద్రవంగా మాత్రమే భావించడం మన కలవాటు. కాని 647.3 K (అంటే 374.3°C పైన) ఉపయోగించిన పీడనం ఏదైనప్పటికీ నీరు ద్రవంగా ఉండడం సాధ్యం కాదు. సందిగ్ధ దృగ్విషయాల పరిజ్ఞానం ఈ విషయాన్ని స్పష్టం చేస్తుంది.

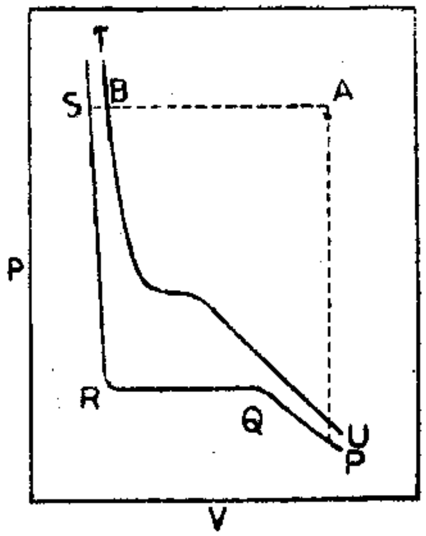
20.6. స్థితుల అవిరళత

B R A O U

సాధారణంగా ద్రవ స్థితినుంచి, బాష్ప స్థితికి (లేదా బాష్ప స్థితి నుంచి ద్రవస్థితికి) మార్పు ఆకస్మికంగా జరుగుతుంది. ఈ రెండు స్థితులూ ఒకదాని నుంచి మరొకటి స్పష్టంగా వేరుచేయవచ్చు. ఇది ఉదాహరణకు పటం 20.1లో 13.1 °C వద్ద సమోష్ణోగ్రతా రేఖనుంచి తెలుస్తుంది. కాని ఉష్ణోగ్రతను పెంచి, అది సందిగ్ధ విలువను చేరుకున్నప్పుడు ద్రవం, సంతృప్త బాష్పం యొక్క సాంద్రతలు అంతకంతకు సన్నిహితమవుతాయి. సందిగ్ధ బిందువు వద్ద అవి సర్వసమమవుతాయి.

ఇంకో విధంగా చెప్పాలంటే సందిగ్ధ బిందువు వద్ద, ద్రవానికి, వాయువుకు మధ్య వ్యత్యాసం ఉండదు. సందిగ్ధ బిందువు వద్ద ద్రవ, వాయు ప్రావస్థల మధ్య సరిహద్దు అదృశ్యమవుతుందని గమనించిన విషయంతో ఇది ఏకీభవిస్తుంది. కాబట్టి ద్రవం నుంచి బాష్పానికి పరివర్తనం నెమ్మదిగా జరుగుతుందని అనుకోవచ్చు. ఎందువల్లనంటే సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రతకు కొంచెం కిందగాని, పైనగాని ద్రవానికి, బాష్పానికి మధ్య వ్యత్యాసం ఉండదనే చెప్పవచ్చు. ద్రవం నుంచి బాష్పానికి జరిగే ఈ క్రమబద్ధమైన మార్పు స్థితులయొక్క అవిరళత (Continuity of States) అంటారు.

P-V సమోష్ణోగ్రతారేఖల పరిశీలన వల్ల స్థితుల యొక్క అవిరళతను అవగాహన చేసుకోవడం దోహదపడుతుంది. ఉదాహరణకు, పటం 20.3లోని PQRS సమోష్ణోగ్రతారేఖను తీసుకోండి. P వద్ద వాయువును సంపీడనానికి గురిచేస్తే (ఉష్ణోగ్రత సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత కన్న తక్కువ ఉంటుంది) QR వెంబడి వాయువునుంచి ద్రవానికి అవిచ్ఛిన్నంగా మార్పు జరుగుతుంది. అక్కడ రెండు ప్రావస్థలూ కలిసి ఉంటాయి.



పటం 20.3 స్థితులయొక్క అవిరళత

కాని ఘనపరిమాణం స్థిరంగా ఉంచి, ఉష్ణోగ్రత పెంచితే పీడనం P నుంచి A పెరుగుతుంది. తరవాత పీడనం స్థిరంగా ఉంచి, ఉష్ణోగ్రతను, ఘనపరిమాణం S వరకు వచ్చేవరకు తగ్గిస్తే P వద్ద పూర్తిగా వాయుస్థితిలో ఉన్న పదార్థం, S వద్ద ద్రవంగా ఉంటుందని తెలుస్తుంది. P, S లు రెండూ ఒకే సమోష్ణోగ్రతా రేఖమీద ఉంటాయి. ఈ విధంగా వాయువు నుంచి ద్రవానికి మార్పు విచ్ఛిన్నత లేకుండా జరుగుతుంది. వాయువునుంచి ద్రవానికి మార్పు A, S ల మధ్య జరుగుతుంది. ఈసమయంలో సంపీడనం సంభవిస్తుంది. TU సమోష్ణోగ్రతా రేఖకు కుడివైపున పదార్థం వాయురూపంలో ఉంటుంది. ఎడమవైపున ద్రవంగా ఉంటుంది. నిజానికి వాయువు నుంచి ద్రవానికి మార్పు B బిందువు వద్ద జరుగుతుంది. వ్యవస్థ A నుంచి S కి కదలినప్పుడు ఉష్ణోగ్రత పడిపోతుంది. అందువల్ల వాయువుయొక్క సాంద్రత పెరుగుతుంది. N బిందువు వద్ద ద్రవీకరణ జరుగుతుంది. కాని వాయువు నుంచి ద్రవానికి మార్పు క్రమంగా జరుగుతోందని భావించవచ్చు. అంటే ఈ మార్పు స్థితులయొక్క అవిరళతను వాక్కి చెబుతుంది.

B R A O U

20.7. వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థిరాంకాలకు, సందిగ్ధ స్థిరాంకాలకు మధ్య సంబంధం

$$(P + a/V^2)(V - b) = RT$$

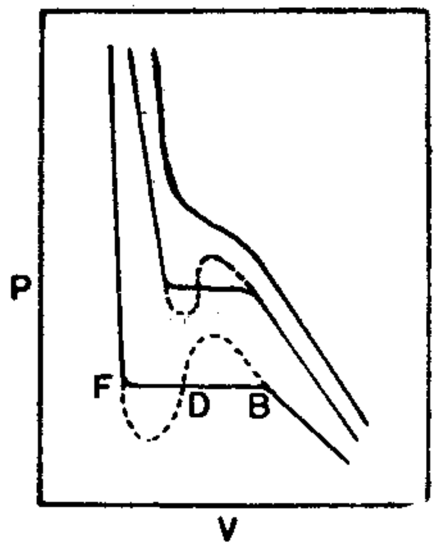
అనే వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణాన్ని

$$PV^3 - (RT + Pb)V^2 + aV - ab = 0 \qquad (3)$$

అనే విధంగా పునరమరిక చేయవచ్చు.

ఇది V లో ఘనసమీకరణం. అందువల్ల a, b ల ఒకానొక విలువకు దానికి మూడు మూలాలుంటాయి. మూడు మూలాలూ, వాస్తవికమైనవి కావచ్చు, లేదా ఒకటి వాస్తవికమైనది, తక్కిన రెండూ ఊహాత్మకమైనవి కావచ్చు.

సమీకరణం (3) ను సిద్ధాంతాత్మకంగా పరిశీలిస్తే T అనే ఏ స్థిరమైన ఉష్ణోగ్రతవద్దనైనా P కి ఎదురుగా V కి వక్రం గీస్తే పటం 20.4లో చూపినట్లుంటుంది. (వక్రం 1)



పటం 20. 4 వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం నుంచి (లెక్క కట్టిన) సిద్ధాంతాత్మక సమోష్ణోగ్రతా రేఖ.

వక్రం 1లో ఒకానొక P విలువకు V కి మూడు విలువలుంటాయి B.D.F బిందువుల వద్ద ఉన్నట్లుగా ఉష్ణోగ్రత పెంచినకొద్దీ వక్రం 1 వంటిదే ఇంకో వక్రం వస్తుంది. అందులో V యొక్క మూడు విలువలు ఇంకా సన్నిహితంగా ఉంటాయి. ఒక ప్రత్యేక ఉష్ణోగ్రతవద్ద పైన సూచించిన P-V వక్రం లభిస్తుంది. ఇందులో V యొక్క మూడు మూలాలూ సర్వ సమంగా ఉంటాయి. ఇంకా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతలవద్ద ఇంకొక వక్రం లభిస్తుంది. ఇందులో V కి ఒకే ఒక వాస్తవిక విలువ ఉంటుంది. తక్కినవి రెండూ ఊహాత్మకమైనవి.

పటం 20.4లోని సిద్ధాంతాత్మక సమోష్ణోగ్రతా రేఖలను, ఆండ్రూస్‌కు కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌కు లభించిన ప్రయోగాత్మక రేఖలతో పోలిస్తే (పటం 20.1) రెండింటి మధ్య దగ్గర పోలిక కనిపిస్తుంది. ప్రయోగాత్మక వక్రాలలోని క్షితిజ సమాంతర భాగాలకు బదులు "~" ఆకారపు సిద్ధాంతాత్మక వక్రాలుండడం ఒక్కటే వ్యత్యాసం. పటం 20.4లోని వక్రం పటం 20.1లోని సందిగ్ధ సమోష్ణోగ్రతా రేఖా అనురూపంగా ఉంటుంది.

వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థిరాంకాల పరంగా సందిగ్ధ స్థిరాంకాలకు సమీకరణాలను వ్యుత్పన్నం చేయడానికి ఈ విషయాలను వినియోగించుకోవచ్చు. పటం 20.4లో సందిగ్ధ బిందువు వద్ద, V యొక్క విలువలన్నీ సందిగ్ధ ఘనపరిమాణం V_c కి సమానంగా ఉంటాయి.

BRAOU

అంటే

$$(V-V_c)^3 = 0 \qquad (4)$$

లేదా $V^3 - 3V_c V^2 + 3V^2_c V - V^3_c = 4$ (5)

సమీకరణం 3లో P, T లకు బదులు P_c, T_c లను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$V^3 - \left(b + \frac{RT_c}{P_c}\right) V^2 + \frac{a}{P_c} V - \frac{ab}{P_c} = 0 \qquad (6)$$

వస్తుంది.

ఈ సమీకరణం, 5తో సర్వసమమైనది. తగిన గుణకాలను పోలిస్తే

$3Vc = b + RTc / Pc$ (7)

$3Vc^2 = a / P_c$ (8)

$V_c^3 = ab / P_c$ (9)

సమీకరణం 9ని సమీకరణం 8తో భాగిస్తే

$Vc = 3b$ (10)

వస్తుంది.

సమీకరణాలు 8, 10 నుంచి

$Pc = a / 27b^2$ (11)

వస్తుంది.

సమీకరణం (7)లో సమీకరణాల 10, 11 ఫలితాలను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$Tc = \frac{8a}{27\,Rb} \qquad (12)$$

వస్తుంది.

ఈ విధంగా సమీకరణాలు 10, 11, 12, ఒక పదార్థం యొక్క సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను వాన్‌డర్‌వాల్ స్థిరాంకాలు, వాయు స్థిరాంకం R పరంగాను వ్యక్తం చేస్తాయి. ఒక వాయువు యొక్క సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను 'a', 'b' లనుంచి గాని ఇందుకు విపర్యంగా గాని నిర్ణయించడం వల్ల వాడర్‌వాల్స్ సమీకరణం యొక్క అనువర్తనీయతను పరీక్షించడానికి ఈ సంబంధాలు ఒక విధానాన్ని సమకూరుస్తాయి. అయితే ఈ లెక్కలు పూర్తిగా సంతృప్తికరమైన ఫలితాల నివ్వవు. ఒకటేమిటంటే 'a', 'b' లు కచ్చితంగా స్థిరాంకాలు కావు. ఉష్ణోగ్రతతో బాటు అవి కొద్దిగా మారతాయి. సందిగ్ధ బిందువు నుంచి మరీ దూరంలో లేని ఉష్ణోగ్రతలవద్ద వ్యుత్పన్నం చేసిన వాన్‌డర్‌వాల్స స్థిరాంకాలు ఉపయోగించినప్పుడు చాలావరకు నమ్మకమైన ఫలితాలు లభిస్తాయని తెలిసింది.

20.8. అనురూప స్థితుల నియమం (Law of Corresponding States)

ఒక వాయువుయొక్క అసలైన పీడనం, ఘనపరిమాణం, ఉష్ణోగ్రతలతను వాటి వాటి సందిగ్ధ స్థిరాంకాల పరంగా వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణంను కింది చూపిన విధంగా మార్పుచేయవచ్చు.

$$P = \pi Pc \;;\quad V = \phi Vc \;;\quad T = \theta Tc \qquad (13)$$

అప్పుడు వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణం కింది విధంగా ఉంటుంది.

$$\left(\pi Pc + \frac{a^2}{\phi^2 Vc^2}\right)(\phi Vc - b) = R.\ \theta Tc \qquad (14)$$

10, 11, 12 సమీకరణల నుంచి వచ్చిన సందిగ్ధ స్థిరాంకాలను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$\left(\frac{\pi a}{27\,b^2} + \frac{a}{9\,\phi^2 b^2}\right)(3\,\phi b - b) = \frac{8a\theta}{27\,b} \qquad (15)$$

వస్తుంది.

అంటే
$$\left(\pi + \frac{a}{\phi^2}\right)\left(3\,\phi b - b\right) = 8\theta \qquad (16)$$

π, φ, θ పదాలను వరుసగా క్షయీకృత పీడనం, ఘనపరిమాణం, ఉష్ణోగత అంటారు. సమీకరణం (16)ను **వాన్‌డర్‌వాల్స్ క్షయీకృత స్థితి** సమీకరణం (Reduced equation of state) అంటారు.

ఈ సమీకరణంలోని ఏ ప్రత్యేక వాయువుకు R గాని, వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థిరాంకాలు 'a', 'b' లుగాని ఉండవు. అందువల్ల అది పూర్తిగా సాధారణమైనది. అది అన్ని పదార్థాలకు అనువర్తనీయం.

రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ పదార్థాలు ఏదో కొంత క్షయీకృత పీడనం, క్షయీకృత ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్నాయనుకోండి. అప్పుడు సమీకరణం 16 నుంచి వాటి అన్నింటికీ ఒకే క్షయీకృత ఘనపరిమాణం ఉండాలని అనుకోవాలి. ఒకే క్షయీకృత పీడనం, క్షయీకృత ఘనపరిమాణం, క్షయీకృత ఉష్ణోగ్రత ఉన్న పదార్థాలను అనురూప స్థితులలో ఉన్నాయని అంటారు. సమీకరణం (16) ను అనురూప స్థితుల నియమాన్ని వ్యక్తం చేస్తున్నట్లు భావించవచ్చు. ఈ నియమాన్ని కింది విధంగా చెప్పవచ్చు.

"రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ పదార్థాలు ఒకే రెడ్యూస్‌డ్ పీడనం **π**, ఒకే క్షయీకృత ఉష్ణోగ్రత θ వద్ద ఉంటే, వాటికి ఒకే క్షయీకృత ఘనపరిమాణం φ ఉంటుంది.

20.9. జౌల్ థాంసన్ ఫలితం

వాయువుల గతిజ సిద్ధాంతం ప్రకారం అణువుల మధ్య ఆకర్షణలు లేనిదే ఆదర్శ వాయువు. కాని వాస్తవ వాయువులకు ఈ ప్రధానాంశం వర్తించదని ఇప్పుడు చాలా నిదర్శనాలు సూచిస్తున్నాయి. ఒకటేమిటంటే ఒక వాయువులోని అణువులు ఒకదానికొకటి ఆకర్షించుకోకపోతే, వాయువులను అసలు ద్రవాలుగా మార్చడం సాధ్యమవుతుందా అనేది సందేహాస్పదం. ద్రవాలకు అభిలాక్షణికమైన సంసంజన ధర్మం ఉంటుంది. ఇది అణువుల మధ్య ఆకర్షణల వల్ల సంభవిస్తుంది. ఈ ఆకర్షణలు వాయువులలో కూడా ఉంటాయి. కాని వాటి పరిమాణం తక్కువ స్థాయిలో ఉండవచ్చు. వాయువులలోని అణువుల మధ్య ఆకర్షణలు ఉంటాయనడానికి ఇంకా నమ్మకమైన నిదర్శనాలు జె.పి. జౌల్, డబ్ల్యు థాంసన్ (లార్డ్ కెల్విన్) 1852 - 1862లో చేసిన పరిశోధనల వల్ల లభించింది. బాక్స్‌వుడ్‌తో చేసిన ఒక గొట్టానికి శోషణ శక్తి గల దూదితోగాని, పట్టుతోగాని చేసిన రంధ్రాలుగల మూత బిగిస్తారు. ఈ గొట్టాన్ని దాని పరిసరాల నుంచి ఉష్ణీయంగా బంధనం చేస్తారు. తరవాత స్థిర పీడనం వద్ద ఉన్న వాయు ప్రవాహాన్ని రంధ్రాలుగల (throttled) మూత ద్వారా బలంగా పంపుతారు. మూత నుంచి వెలువడే వాయువు ఉష్ణోగ్రత బాగా పడిపోతుందని తెలుసుకొన్నారు. అంటే మూత ద్వారా పయనించిన తరవాత వాయువు అంతకు ముందుకన్న చల్లగా ఉందన్నమాట. ఉష్ణోగ్రతలో ఈ మార్పును జౌల్ - థాంసన్ ఫలితం అంటారు. ఈ శీతలీకరణ ప్రభావం అణువుల మధ్య ఆకర్షణలను అధిగమించడానికి చేసిన పనివల్లనని వివరిస్తారు. ఈ ఆకర్షణలను అధిగమించడానికి కావలసిన శక్తి వాయువుయొక్క అంతర్గత శక్తి నుంచే వస్తుంది. అందువల్లనే ఉష్ణోగ్రత పడిపోతుంది.

ఆకర్షణలే కాకుండా అణువుల వాటిలో అవి వికర్షణ బలాలను కూడ ప్రదర్శిస్తాయని ఇక్కడ పేర్కొనవలసి ఉంది. అణువులకు నిర్దిష్టమైన అభిఘాత వ్యాసం ఉంటుందనే సంగతి ఈ వికర్షణల ఉనికిని సూచిస్తుంది. అభిఘాత వ్యాసాన్ని రెండు అణువుల మధ్య వికర్షణ బలాలు వాటి చలన దిశ వ్యుత్క్రమణం చెందేటంత ఎక్కువగా ఉండే దూరంగా ఉన్నప్పుడు వాటి మధ్య నికర ఆకర్షణ ఉంటుంది. అవి ఒకదానికొకటి దగ్గరగా ఉన్నప్పుడు వికర్షణ ఉంటుంది.

అవగాహన ప్రశ్న - 2: జౌల్ - థాంసన్ ఫలితం అనగా నేమి ?

BRAOU

20.10. వాయువులను ద్రవీకరించడం

కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ను గురించి అండ్రూస్ చేసిన ప్రయోగాత్మక కృషి ప్రతి వాయువు ఒక అభిలాక్షణికమైన సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత కు చల్లబరచినప్పుడే దీనిని ద్రవీకరించడం సాధ్యమవుతుందనే విషయాన్ని ధ్రువపరచింది. ఈ ఆవిష్కరణ జరిగిన తరవాత వాయువులను ద్రవీకరించడానికి చాలా ప్రయత్నాలు జరిగాయి.

20.10.1 పిక్టెట్ పద్ధతి

కింది సూత్రాన్ని అనుసరించి ఆర్.పి.పిక్టెట్(1877) ఆక్సిజన్‌ను ద్రవీకరించడంలో విజయంపొందాడు. సులువుగా ద్రవీకరించగల ఒక వాయువును బాష్పీభవనం చెందనిస్తే, అది భాష్పీభవనం చెందడానికి బాష్పీ భవన ఉష్ణాన్ని అందజేయాలి. ఈ ఉష్ణాన్ని వెలుపల నుంచి అందించనప్పుడు అది ద్రవంనుంచే లభిస్తుంది.దీనివల్ల ద్రవం ఉష్ణోగ్రత పడిపోతుంది. భాష్పీభవనం వల్ల శీతలీకరణ జరిపే ఈ విధానాన్ని ఘన కార్బన్‌డయాక్సైడ్ లేదా "డ్రై ఐస్"ను ఉత్పత్తి చేయడంలోను, రిఫ్రిజిరేషన్, గృహ, వాణిజ్యంలోను వినియోగిస్తారు. ఆక్సిజన్‌ను ద్రవీకరించడానికి పిక్టెట్ ఈ సూత్రాన్ని ఉపయోగించాడు. ఉదాహరణకు ద్రవ కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ను త్వరితంగా బాష్పీభవనం జరిపించడం వల్ల -65^oC ఉష్ణోగ్రతను చేరుకోవడం జరిగింది. ఈ ఉష్ణోగ్రతవద్ద కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌ను సులువుగా ద్రవీకరించడం సాధ్యమయింది. ద్రవాన్ని తక్కువ పీడనం కింద భాష్పీభవనత జరపడం వల్ల -130^oC అంత తక్కువ ఉష్ణోగ్రతను చేరుకోవడం జరిగింది. సంపీడ్య ఆక్సిజన్‌ను ద్రవీకరించడానికి ఇది సరిపోతుంది.

20.10.2 లిండె, హాంప్‌సన్ పద్ధతి

పెద్ద ఎత్తున వాయువుల ద్రవీకరణను జరిపించడానికి విస్తృతంగా ఉపయోగించే సూత్రం జౌల్ - థాంసన్ ఫలితం. ప్రారంభంలో అధిక పీడనం (సాధారణంగా 200 - 300 ఎట్మాస్ఫియర్‌లు) వద్దనున్న వాయువును రంధ్రయుత విభాజకం (థ్రాటిల్) ద్వారా పంపుతారు. దీనివల్ల పీడనం 40 ఎట్మా. (లిండె) లేదా 1 ఎట్మా. (హాంప్‌సన్)కు పడిపోతుంది. ఈవిధంగా వాయువు చల్లబడుతుంది. చల్లబడిన వాయువు లోపలికి వస్తున్న వాయువును చల్లబరచడానికి ఉపయోగిస్తారు. చల్లబరచిన వాయువును థ్రాటిల్‌ద్వారా అనేకసార్లు పంపడం వల్ల, వాయువు ద్రవీకరణ చెందడానికి తగినంతగా చల్లబడుతుంది.

20.10.3 డిబై పద్ధతి

ఈ పద్ధతి ఎడియబాటిక్ డీమాగ్నిటైజేషన్ అనే సూత్రం మీద పనిచేస్తుంది. విరళ మృత్తికల వంటి పారామాగ్నెటిక్ పదార్థాన్ని చల్లబరచి, అయస్కాంతీకరణ చేసి, దాన్ని ఉష్ణ నిరోధక పాత్రలో ఉంచుతారు. కాబట్టి ఎడియబాటిక్ పరిస్థితులలో, అనువర్తనం చేసిన అయస్కాంత క్షేత్రం తొలగించబడుతుంది. దీనివల్ల ఉష్ణోగ్రత పడిపోతుంది. ఈ విషయాన్ని వాయువుల ద్రవీకరణలో వినియోగిస్తారు.

20.11. సారాంశం

ఈ ఖండికలో మీరు తెలుసుకున్న విషయాలు :

ఎ. కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌తో ఆండ్రూస్ ప్రయోగాలు ,సమోష్ణగ్రతా రేఖలు

బి సందిగ్ధ దృగ్విషయాలు : Tc, Pc మరియు Vc సందిగ్ధ స్థిరాంకాలు.

సి. సందిగ్ధ స్థిరాంకాల నిర్ణయము

డి. స్థితుల అవిరళత

ఇ. వాన్‌డర్‌వాల్ స్థిరాంకాలు - సందిగ్ధ స్థిరాంకాల మధ్య సంబంధము

ఎఫ్. అనురూప స్థితుల నియమం

జి. జౌల్ - థాంప్సన్ ఫలితం

హెచ్. వాయువుల ద్రవీకరణం - వివిధ పద్ధతులు

B R A O U

20.12. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది వాటిలో ఒక్కొక్కదానికి 10 పంక్తులలో జవాబుయివ్వండి.

1. కార్బన్‌డయాక్సైడ్ యొక్క పీడనం- ఘన పరిమాణం వక్రాల మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావాన్ని చక్కని పటంతో వివరించండి.
2. సందిగ్ధ స్థిరాంకాల నిర్ణయంలో ఇమిడి ఉన్న సూత్రాన్ని చర్చించండి .
3. అనురూప స్థితుల నియమానికి సమీకరణాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయండి.
4. వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థిరాంకం 'a' కి సందిగ్ధ స్థిరాంకాలకు మధ్య సంబంధాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయండి .
5. అనురూప స్థితుల నియమాన్ని పేర్కొని, వివరించండి.

II. కింది వాటికి ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో జవాబు యివ్వండి.

1. సంధిగ్ధ స్థిరాంకాల అర్థం, వాటి నిర్ణయంగురించి విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.
2. సందిగ్ధ దృగ్విషయాల సహాయంతో శాశ్వత వాయువుల అర్థం వివరించండి.
3. క్షయీకృత స్థితి సమీకరణాన్ని వ్యుత్పన్నం చేసి, దాని ప్రాముఖ్యాన్ని చర్చించండి.
4. వాన్‌డర్‌వాల్స్ స్థిరాంకాలకు, సంధిగ్ధ స్థిరాంకాలకు మధ్య సంబంధాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయండి.
5. వాయువుల ద్రవీకరణను గురించి విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.

20.13. అవగాహనప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. H_2, N_2, O_2 మరియు CO_2 లను, 110^oC కు అధిక పీడనాల వద్ద చల్లార్చినా ద్రవీకరించబడవని తొలుత అభిప్రాయపడిరి. అందుకనే వీటిని శాశ్వత వాయువులని పేరిడిరి. కాని తర్వాత ఇది పొరపాటని కనుగొనిరి.

2. సచ్ఛిద్ర పాత్ర ద్వారా అధిక పీడనం నుంచి అల్ప పీడనాలను వాయువులను పంపినప్పుడు ఉష్ణోగ్రత తగ్గును. దీనినే జౌల్ - థామ్సన్ ప్రభావమందురు. దీని ఫలితంగా వాస్తవ వాయువుల మధ్య ఆకర్షణ బలాలు కలవని నిర్ధారణ అగుచున్నది.

రచయిత : ఎమ్.డి. సిద్ధాంతి.
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి

B R A O U

BRAOU

ఖండం – 6 : ద్రావణాలు

ఒక గ్లాసులో కొంతనీరు తీసుకోండి. అది స్పష్టంగా రంగులేని పారదర్శక ద్రవంగా ఉంటుంది. దాంట్లో కొంచెం ఊదారంగుగల ఘన పొటాషియం పర్మాంగనేట్‌ను కలిపి ఒక గాజు కడ్డీతో కలియబెట్టండి. గ్లాసులోని స్పష్టమైన రంగులేని నీరు, ఊదారంగుగా మారుతుందని మీరు త్వరలోనే గమనిస్తారు. ఈ ఊదారంగు ద్రవం, నీటిలో పొటాషియం పర్మాంగనేట్ కరగడం ద్వారా ఏర్పడిన ద్రావణం. సీసాలో పట్టిన సోడా, అందరికీ తెలిసినదే (ఎయిరేటేడ్‌నీరు). ఇది నీటిలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ ద్రావణం. ఒక గ్లాస్‌లోని స్పష్టమైన, రంగులేని నీటికి కొంచెం ముదురు ఎరుపురంగు, బ్రోమిన్ ద్రవం కలిపితే నీరు, ఎరుపు రంగుగా మారుతుంది. ఇది నీటిలో ద్రవ బ్రోమిన్ యొక్క ద్రావణం. ఈ విధంగా ఒక ఘన పదార్థంగాని, వాయువుగాని, ద్రవంగానినీటిలో కలిపితే ద్రావణం ఏర్పడుతుంది. ఈ పదార్థాలను, ఘన, వాయు లేదా ద్రవ స్థితిలో కరిగించడానికి తప్పనిసరిగా నీరే ఉండనవసరంలేదు. అది మరి ఏ ఇతర ద్రవ పదార్థ మైనా, ఘనపదార్థమైనా, నిజానికి వాయువైనా కావచ్చు. ఈ విధంగా సాధారణంగా రెండుగాని ఇంకా ఎక్కువగాని అంశాలున్న సజాతీయ మిశ్రమాన్ని ద్రావణంగానిర్వచించవచ్చు. ద్రావణంలో రెండే అంశాలుంటే దానిని యుగ్మ ద్రావణం అంటారు. ఈ భాగంలో అటువంటి యుగ్మ ద్రావణాల కొన్ని ముఖ్య ధర్మాలను చర్చిద్దాం. ఒక మిశ్రమంలోని ఏ భాగమైనా, తక్కిన మిశ్రమం వంటి అవే భౌతిక, రసాయన ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తే ఆ మిశ్రమాన్ని సాధారణంగా సజాతీయం అంటారు. సజాతీయ మిశ్రమంలో, దానిలోని అంశాల మధ్య వేర్పాటు తలం కనిపించదు. ద్రావణంలోని రెండు అంశాల పాత్రల మధ్య మౌలిక వ్యత్యాసం ఉండదు. కాని ఆచరణలో ఎక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న అంశాన్ని ద్రావణి అనీ రెండో అంశాన్ని అంటే తక్కువ పరిమాణంలో వున్న దాన్ని ద్రావితం అని పిలవడం వీలుగా ఉంటుంది. కొద్ది మొత్తాలలో ఉన్న పదార్థాన్ని కరిగిన పదార్థం (ద్రావితం) అంటారు. వాయు, ద్రవ లేదా ఘనస్థితిలో ఉన్న రెండు అంశాల సన్నిహిత మిశ్రణాన్ని సజాతీయ యుగ్మ మిశ్రమం (యుగ్మ ద్రావణం) ఏర్పడుతుంది. ఉదాహరణకు కార్బన్‌డయాక్సైడ్ (వాయువు) నీటిలో కరిగి ద్రవంలో (నీరు) వాయువు ద్రావణాన్నిస్తుంది. ఆల్కహాల్ (ద్రవం) నీటి (ద్రవం)లో కరిగి ద్రవంలో ద్రవం ద్రావణాన్నిస్తుంది. అదేవిధంగా వాయు, ద్రవ లేదా ఘనస్థితిలో ఉన్న ద్రావితాన్ని వాయు, ద్రవ లేదా ఘనస్థితిలోని ద్రావణిలో కరిగిస్తే యుగ్మ ద్రావణాలు ఏర్పడతాయని ఎదురు చూడవచ్చు. ద్రావితం, ద్రావణుల భౌతిక స్థితులనుబట్టి ఈ విధంగా వివిధ రకాల ద్రావణాలు సాధ్యమవుతాయి.

యుగ్మ ద్రావణాల రకాలు

రెండు అంశాలను సజాతీయంగా కలిపితే యుగ్మ ద్రావణం ఏర్పడుతుంది. సాధ్యమైన ద్రావణాల రకాలను కింద ఇచ్చినాము.

ద్రావితం	ద్రావణి	ద్రావణం
వాయువు	వాయువు	గాలి (ఏ వాయు మిశ్రమమైనా)
వాయువు	ద్రవం	నీటిలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ నీటిలో అమ్మోనియా
వాయువు	ఘనపదార్థం	పలాడియం లోహంలో హైడ్రోజన్
ద్రవం	వాయువు	నిజమైన ద్రావణం కాదు (మిస్ట్)
ద్రవం	ద్రవం	ఆల్కహాల్ – నీరు మిశ్రమం
ద్రవం	ఘనపదార్థం	గోల్డ్‌లో మెర్క్యురీ
ఘనపదార్థం	వాయువు	నిజమైన ద్రావణం కాదు (పొగ)

BRAOU

ఘన పదార్థం	ద్రవం	లవణ ద్రావణం చక్కెర ద్రావణం
ఘనపదార్థం	ఘనపదార్థం	మిశ్రమలోహాలు గోల్డ్‌లో కాపర్ సిల్వర్‌లో కాపర్

లోగడ పేర్కొన్న వివిధ రకాల ద్రావణాలలో ద్రవాలలో వాయువులు, ద్రవాలలో ద్రవాల ద్రావణాలను వరుసగా 21, 22 భాగాలలో చర్చించడమైనది.

BRAOU

భాగం – 21: ద్రవాలలో వాయువులు

విషయ క్రమం

21.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు
21.2 పరిచయం
21.3 ద్రావణీయతను నిర్ణయించడం
21.4 శోషణ గుణకం ,ద్రావణీయత గుణకం
21.5 ద్రవంలో వాయువు ద్రావణీయత మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం.
21.6 పీడనం ప్రభావం – హెన్రీ నియమం
21.7 హెన్రీ నియమం నుంచి విచలనాలు
21.8 జలలవణ ద్రావణాలలో వాయువుల ద్రావణీయత
21.9 సారాంశం
21.10 మాదిరిపరీక్షా ప్రశ్నలు
21.11 అవగాహన ప్రశ్నలకు నమూనా సమాధానాలు

21.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఒక ద్రవంలో ఒక వాయువు ద్రావణీయత దృగ్విషయాన్ని వర్ణించి ఈ ద్రావణీయత మీద ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల ప్రభావాన్ని తెలియజేయడం ఈ భాగంముఖ్య ఉద్దేశం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే ముఖ్య విషయాలు:

* వాయువులు నీటిలోను, ఇతర ద్రవాలలో కూడా కరుగుతాయి. ద్రావణీయత వాయువు స్వభావం మీద, ద్రవం (ద్రావణి) మీదకూడా ఆధారపడుతుంది.
* సులువుగా ద్రవీకరించగల వాయువులు నీటిలో ఎక్కువగా కరుగుతాయి.
* ద్రావణి, ద్రావణాల యొక్క భారాలను కొలవడంతో కూడిన సరళ పద్ధతులతో ద్రావణీయతను నిర్ణయించవచ్చు.
  ద్రవంలో వాయువుయొక్క ద్రావణీయతను 'శోషణ గుణకం' లేదా 'ద్రావణీయత గుణకం'తో వ్యక్తం చేస్తారు.
* ఉష్ణోగ్రత పెంచితే ద్రవంలో వాయువు యొక్క ద్రావణీయత తగ్గుతుంది.
* ఒకానొక ఘనపరిమాణమున్న ద్రావణిచేత కరిగించబడే వాయువుయొక్క ద్రవ్యరాశి, వాయువుయొక్క పీడనానికి అనుపాతంలో ఉంటుంది.' దీనిని హెన్రీ నియమం అంటారు.
  హైడ్రేట్‌లను ఏర్పరచడంగాని, ఆయనీకరణం చెందడం గాని సంక్లిష్టాలను ఏర్పరచడంగాని చేసే ద్రావితాలు హెన్రీ నియమంనుంచి విచలనాలు చూపుతాయి.
  శుద్ధ ద్రావణిలో (నీరు) కన్న లవణ ద్రావణంలో ఒక వాయువుయొక్క ద్రావణీయత తక్కువగా ఉంటుంది. దీన్ని సాల్టింగ్ అవుట్ (Salting out) దృగ్విషయం అంటారు.
  లవణం ప్రభావం వాయువు స్వభావం మీద ఆధారపడదు.
  లవణంలో అయాన్‌యొక్క పరిమాణం తక్కువయి, దాని ఆవేశం ఎక్కువయిన కొద్దీ దాని సాల్టింగ్ అవుట్ ఎక్కువవుతుంది.

జల ద్రావణాలలో ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయత తగ్గడం, కరిగియున్న పదార్థం చుట్టూ నీటి అణువులు చేరడంలో చూపే ఆసక్తివల్లనని అంటారు.

BRAOU

21.2. పరిచయం

నీటివంటి ద్రవాలలో వాయువులు కరిగి ద్రవాలలో వాయువుల ద్రావణాలనిస్తాయి. ఉదాహరణకు కార్బన్‌డయాక్సైడ్ నీటిలో కరిగి నీటిలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ యొక్క విలీన ద్రావణాన్ని (కార్బోనిక్ ఆమ్లం) ఇస్తుంది. నిజానికి కరిగిన కార్బన్‌డయాక్సైడ్ లేని నీరు లభించడం కష్టం. ద్రవంలో వాయువు ద్రావణీయతకు పరిమితమైన, నిర్దిష్టమైన స్వభావం ఉంటుంది. ద్రావణీయత వాయువు, ద్రవాల స్వభావంమీదనే గాక ఉష్ణోగ్రత, పీడనం మీద కూడా ఆధారపడుతుంది. నీరు ద్రావణిగా ఉన్నప్పుడు అమ్మోనియా అత్యధిక ద్రావణీయతగల వాయువు. $0^{o}C$ వద్ద, 1 ఎట్మా పీడనం వద్ద 1 మి.లీ నీటిలో సుమారు 1300 మి.లీ. అమ్మోనియా వాయువు కరుగుతుంది. నీటిలో అయితే అదే ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద 1 మి.లీ. నీటిలో 0.01 మి.లీ. హీలియం కరుగుతుంది. నీటిలో రసాయనికంగా చర్య జరిపే వాయువులు, నీటిలో చర్య జరపని వాటికన్న సాధారణంగా ఎక్కువగా కరుగుతాయి. ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్‌లతో పోలిస్తే, అమ్మోనియా, కార్బన్‌డయాక్సైడ్‌లు సులువుగా ద్రవీకరణ చెందుతాయి. ఈ కారణం వల్లనే అమ్మోనియా లేదా కార్బన్‌డయాక్సైడ్, ఆక్సిజన్‌లేదా హైడ్రోజన్ కన్న నీటిలో ఎక్కువ కరుగుతాయి. 'ద్రవంలో వాయువు' అనే యుగ్మ వ్యవస్థ "పోలిఉన్నవిపోలిఉన్న వాటిలో కరుగుతాయి" అనే సాధారణ నియమాన్ని అనుసరిస్తుంది. ఉదాహరణకు వాయువు రూపంలోవున్న హైడ్రోకార్బన్‌లు నీటిలోకన్న బెంజీన్‌వంటి ద్రవ హైడ్రోకార్బన్‌లలో ఎక్కువగా కరుగుతాయి. కాని ఇది సాధారణ నియమంగా భావించకూడదు. ఎందుకంటే వ్యవస్థలు నీటికి భిన్నంగా కూడా వున్నాయి.

21.3. ద్రావణీయతను నిర్ణయించడం

ద్రవంలో వాయువు యొక్క ద్రావణీయతను కొలవడానికి వివిధ రకాల పరికరాలను ఉపయోగించారు. ఈ కొలపద్ధతులలో యిమిడి ఉండే సూత్రం సాధారణంగా ఒక్కటే. కావలసిన ఉష్ణోగ్రత, పీడనాలవద్ద, తెలిసిన ఘనపరిమాణం కల వాయువును ద్రవంలోకి (ద్రావణి) పోనిచ్చి, ఈ వ్యవస్థనంతటినీ తగిన విధానంలో ద్రవం, వాయువులతో సంతృప్తమయ్యేటట్లు చేస్తారు. వాయువుయొక్క ప్రారంభ ఘనపరిమాణం, కరగకుండా మిగిలిపోయిన (అవశేష) వాయువుయొక్క ఘనపరిమాణం (సంతృప్త ప్రక్రియ పూర్తయిన తరువాత) కావలసిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక గ్యాస్‌బ్యూరెట్ సహాయంతో కొలుస్తారు. మొదటి ఘనపరిమాణానికి (ప్రారంభ ఘనపరిమాణం), అంతిమ ఘనపరిమాణానికి (అవశేష ఘనపరిమాణం) వ్యత్యాసం, ద్రావణియొక్క బాష్ప పీడనానికి సవరణ చేసిన తరవాత, ఉపయోగించిన ద్రవ ఘనపరిమాణంలో కరిగిన వాయు ఘనపరిమాణాన్నిస్తుంది.

నీటిలో ఎక్కువగా కరిగే అమ్మోనియా, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌వంటి వాయువుల ద్రావణీయతను కొలవడానికి ఈ పద్ధతి పూర్తిగా సరిపోదు. అందువల్ల, రసాయన విశ్లేషణ మీద ఆధారపడిన ఇతర విధానాలని ఉపయోగిస్తారు. దీనిలో ఒక పద్ధతిని ఇలా వివరించవచ్చు. కింద ఒక వంగిన ప్రవేశ ద్వారం, పైన ఒక నిష్క్రమణ ద్వారం కల సుమారు 30 మి.మీ. పరిమాణం కల పలచని గోడలున్న గాజుబల్బు భారం నిర్ణయిస్తారు (W_1). ఈ బల్బును సగం వరకు ద్రవం (ద్రావణి)తో నింపుతారు. తరువాత ద్రావణీయతను నిర్ణయించవలసిన వాయువును ద్రవం సంతృప్తమయ్యేవరకు దానిద్వారా పోనిస్తారు. అప్పుడు ప్రవేశ నిష్క్రమణ ద్వారాల గొట్టాల కొనలను జ్వాలతో సీల్ చేస్తారు. దానిలోని పదార్థాలతోబాటు బల్బు యొక్క భారాన్ని చివరకి నిర్ణయిస్తారు (W_2). అంతిమ, ప్రారంభ $(W_2 - W_1)$ భారాల మధ్య వ్యత్యాసం ద్రావణం బరువుకు సమానం. ద్రావణంలో కరిగిన వాయువు పరిమాణాన్ని తగిన రసాయన, విశ్లేషణ పద్ధతితో నిర్ణయిస్తారు. ద్రావణ భారం, వాయువు భారం నుంచి దాని ద్రావణీయతను లెక్కకడతారు.

21.4. శోషణ గుణకం, ద్రావణీయత గుణకం

ద్రవంలో వాయువు ద్రావణీతను ఆర్. బున్‌సెన్ (1857) శోషణగుణకం (α) తోగాని, డబ్ల్యు. ఆస్వాల్డ్ (1888) సూచించిన ద్రావణీయత గుణకం (β)తో గాని వ్యక్తంచేస్తారు. ప్రయోగం జరిపే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక ఎట్మాస్ఫియర్ వద్ద వాయువుయొక్క పాక్షిక పీడనం కింద ప్రమాణ ఘనపరిమాణం గల ద్రావణిచేత కరిగించబడిన

B R A O U

వాయువుయొక్క ఘనపరిమాణాన్ని (0^oC, 1 ఎట్మా STP కు రెడ్యూస్ చేయగా వచ్చినదని) శోషణగుణకం (α) అని నిర్వచిస్తారు. STP కి రెడ్యూస్ చేసిన కరిగిన వాయువు ఘనపరిమాణం v, ద్రావణి ఘనపరిమాణం, V, వాయువు యొక్క పాక్షిక పీడనం ఎట్మాస్ఫియర్‌లలో P అయితే శోషణ గుణకం (α) సమీకరణం (1) వల్ల వస్తుంది.

$$\alpha = \frac{v}{VP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ప్రమాణ ఘన పరిమాణం గల ద్రవం, కరిగించుకునే వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణాన్ని, ఆ వాయువు కరిగే ఉష్ణోగ్రత, పీడనాలలో కొలిస్తే దాన్ని ద్రావణీయతా గుణకం అని నిర్వచిస్తారు. ద్రవం యొక్క ఘన పరిమాణం V లో, ప్రయోగ ఉష్ణోగ్రత T వద్ద, వాయువు పాక్షిక పీడనం p ఎట్మాస్ఫియర్ వద్ద కరిగే వాయువు ఘనపరిమాణం v మి.లీ. అయితే ద్రావణీయతా గుణకం (β) సమీకరణం (2) తో వస్తుంది.

$$\beta = v / V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

α, β లు సమీకరణం (3) తో సంబంధించి ఉంటాయి.

$$\beta = \alpha\, T / 273 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

పట్టిక 21.1లో కొన్ని వాయువుల శోషణ గుణకాలు 20^oC వద్ద నీటిలోను, కొన్ని కర్బన ద్రావాలలోను ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక 21.1 20^oC వాయువుల శోషణ గుణకాలు

ద్రవం (ద్రావణి)	H_2	N_2	O_2	CO_2	NH_3	HCl
నీరు	0.017	0.015	0.028	0.88	710	442
ఆల్కహాల్	0.080	0.130	0.143	3.00	-	-
బెంజీన్	0.066	0.104	0.163	-	-	-

ఒక ద్రవంలో ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయత చాలా వరకు వాయువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వల్ల ప్రభావితమవుతుంది. వీటిని 21.5, 21.6వ విభాగాలలో చర్చించడం జరిగింది.

21.5. ద్రవంలో వాయువు ద్రావణీయత మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం

నీటిలో ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయత సాధారణంగా ఉష్ణోగ్రత పెరిగినప్పుడు, తగ్గిపోతుంది. ఒక వాయువును దాని జల ద్రావణం నుంచి వేడిచేసి సులువుగా వెడలగొట్టడం సాధ్యం కావడానికి ఇదే కారణం. వాయుద్రావణం యొక్క గాఢతమీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావాన్ని సమీకరణం (4)తో వ్యక్తం చేయవచ్చు.

$$\log \frac{C_2}{C_1} = \frac{-\Delta H}{2.303\,R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

ఇక్కడ C_1, C_2 లు T_1, T_2 వద్ద ద్రావణం యొక్క గాఢతలు. ΔH = T,K వద్ద సంతృప్త ద్రావణంలో ఒకమోల్ వాయువు యొక్క విభేదక ద్రావణోష్ణం.

సమీకరణం (4) ను బున్‌సెన్ శోషణ గుణకం(α) పరంగా సమీకరణం (5)గా తిరిగి వ్రాయవచ్చు.

$$\log \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{-\Delta H}{2.303\,R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

పట్టిక 21.2లో 0°C, 30°C వద్ద నీటిలో నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, కార్బన్‌డయాక్సైడ్ ల శోషణ గుణకాల కొన్ని విలువలు ఇవ్వడమైంది.

21.2. నీటిలో వాయువుల శోషణ గుణకాం (α) మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం

వాయువు	0°C	30°C
నైట్రోజన్	0.0233	0.0134
ఆక్సిజన్	0.0489	0.0261
కార్బన్‌డయాక్సైడ్	1.713	0.6650

లోగడ పేర్కొన్నట్లు, ఉష్ణోగ్రత పెరగడంతోబాటు సాధారణంగా ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయత తగ్గిపోతుంది. కాని తక్కువ ద్రావణీయతగల హైడ్రోజన్, హీలియమ్ వంటి కొన్ని వాయువులు జలేతర ద్రావణులలో ప్రత్యేకించి వేరుగా ప్రవర్తిస్తాయి. నీటిలో ముందు ద్రావణీయత తగ్గి కనిష్ఠ స్థాయిని చేరుకొని, తరువాత ఉష్ణోగ్రత పెరగడంతో బాటు పెరుగుతుంది.

అవగాహన ప్రశ్న –1: శోషణ గుణకం అనే పదాన్ని నిర్వచించండి.

21.6. పీడనం ప్రభావం-హెన్రీ నియమం (Henry's Law)

ఒక ద్రవంలో ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయతకు, పీడనానికి మధ్య ఉండే పరిమాణాత్మక సంబంధాన్ని డబ్ల్యు. హెన్రీ (1803) ప్రతిపాదించాడు. స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద కొంత ఘనపరిమాణం గల ద్రావణిచేత కరిగించబడే వాయువు యొక్క ద్రవ్యరాశి, దానితో సమతాస్థితిలో ఉన్న వాయువు యొక్క పీడనానికి అనుపాతంలో ఉంటుందని ఈ నియమం పేర్కొంటుంది.

సమతా స్థితి పీడనం 'P' వద్ద ద్రావణి ప్రమాణ ఘనపరిమాణం చేత కరిగించబడే వాయువు యొక్క ద్రవ్యరాశి m అయితే

$$m \;\alpha\; P \quad (6)$$

$$m = KP$$

లేదా $m/p = K$ (7)

ఇక్కడ K = స్థిరాంకం

ద్రావణి యొక్క ప్రమాణ ఘనపరిమాణం చేత కరిగించబడిన వాయువు యొక్క ద్రవ్యరాశి 'm' అంటే గ్రా/మి. లీ.లలో వాయువు గాఢత, ఇది ద్రావణి మోల్స్ / లీటర్‌లలో వ్యక్తం చేసిన గాఢతకు కూడ అనుపాతంలో ఉంటుంది. ఎందుకంటే ఘనపరిమాణంలో ఎక్కువ మార్పు ఉండదు. అంతే కాకుండా వాయువు యొక్క పీడనం 'P', వాయు ప్రావస్థలో మోల్ / లీటర్‌లో వాయువు యొక్క గాఢతకు అనుపాతంలో ఉంటుంది. అందువల్ల సమీకరణం (7)ను కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$\frac{\text{ద్రవ ప్రావస్థలో వాయువు యొక్క గాఢత}}{\text{వాయు ప్రావస్థలో వాయువు యొక్క గాఢత}} = \text{స్థిరాంకం} \qquad (8)$$

ద్రవాలలో వాయువుల ద్రావణీయత గురించి చేసిన అధ్యయనంలో లభించిన ఫలితాలు, తక్కువ ద్రావణీయతగల వాయువులు హెన్రీ నియమం సంతృప్తికరంగా అనుసరించబడుతుందని నిరూపించాయి. అంతేకాకుండా పీడనం మరీ ఎక్కువ కాకూడదు. ఉష్ణోగ్రతలు మరింత తక్కువ కాకూడదు. అటువంటప్పుడే హెన్రీ నియమం అనుసరించబడుతుంది. ఈ కారణాల వల్లనే ప్రత్యేకించి సులువుగా ద్రవీకరణ చెందించగల వాయువులలో తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద, అధిక పీడనాల వద్ద విచలనాలను గమనించడం జరిగింది.

21.7. హెన్రీ నియమం నుంచి విచలనాలు

వాయువు ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి దూరమయితే సాధారణంగా విచలనాలు ఎదురవుతాయి. వాయువులు, ప్రత్యేకించి సులువుగా ద్రవాలుగా మార్చడానికి వీలయిన వాయువులు, అల్ప ఉష్ణోగ్రత వద్ద, అధిక పీడనం వద్ద సాధారణంగా విచలనాలను చూపుతాయి. వాయువు యొక్క విచలనాలకు గల ఇతర కారణాలు కింద పేర్కొనబడ్డాయి. (a) వాయు, ద్రవ ప్రావస్థలో అణు జాతులు ఒకటిగా లేకపోవడం. (b) ద్రావితం ద్రావణితో సంయోగ పదార్థాన్ని ఏర్పరచడం. (c) ద్రావితం అయనీకరణ చెందడం. హెన్రీ నియమం నుంచి విచలనాలను ప్రదర్శించిన కొన్ని ద్రావణాలకు ఉదాహరణలు కింద సంక్షిప్తంగా యివ్వబడ్డాయి.

అమ్మోనియా తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్దనూ, 100°C వద్ద కూడా విచలనాలు చూపుతుంది. అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద విచలనం కింది చర్య జరగడం వల్లనని అంటారు.

$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH$

కార్బన్‌డయాక్సైడ్ అల్ప ఉష్ణోగ్రతల వద్ద, అధిక పీడనాల వద్ద విచలనాలు ప్రదర్శిస్తుంది. ఇది ప్రధానంగా కార్బన్‌డయాక్సైడ్ కి, నీటికి మధ్య సంయోగ పదార్థం ఏర్పడడం వల్లనని అంటారు.

$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$

హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ హెన్రీ నియమం నుంచి ఎక్కువ విచలనాలు చూపుతుంది. ఇది, తక్కువ గాఢతల వద్ద హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ బలంగా అయనీకరణం చెందడం వల్లనని అంటారు.

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

21.8. జల లవణ ద్రావణాలలో వాయువుల ద్రావణీయత

శుద్ధ నీటిలో కన్న ఎలక్ట్రోలైట్‌ల (లవణాల) జల ద్రావణాలలో వాయువులు తక్కువ ద్రావణీయంగా ఉంటాయి. దీనిని సాధారణంగా సాల్టింగ్ అవుట్ (Salting out) ప్రభావం అంటారు. లవణం యొక్క ప్రభావం వాయువు స్వభావం మీద ఆధారపడి ఉండదు. అనేక లవణాల ప్రభావం గురించిన అధ్యయనం నుంచి ఒక లవణంలో ఒక అయాన్ చిన్నదైన కొద్దీ, దీనిమీది వేశం ఎక్కువయిన కొద్దీ, దాని సాల్టింగ్ అవుట్ ప్రభావం ఎక్కువగా ఉంటుందని నిర్ధారించబడింది. శుద్ధ జలంలోను, ఒక లవణం యొక్క జల ద్రావణంలోను ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయతను సమీకరణం (9) వ్యక్తంచేస్తుంది.

BRAOU

$$\log \frac{S}{S_0} = KC \quad ....(9)$$

ఇక్కడ C = లవణ ద్రావణం గాఢత
K = ఇచ్చిన లవణానికి స్థిరాంకం
S = లవణ ద్రావణంలో ద్రావణీయత
S_o = శుద్ధ జలంలో ద్రావణీయత

'చక్కెర వంటి నాన్ - ఎలక్ట్రోలైట్‌లు కూడా జల ద్రావణంలో ఒక వాయువు యొక్క ద్రావణీయతను తగ్గిస్తాయని కనుక్కోవడం జరిగింది.

ఎలక్ట్రోలైట్‌ల లేదా నాన్ - ఎలక్ట్రోలైట్‌ల జల ద్రావణాలలో ఒక వాయువు ద్రావణీయత తగ్గడం, నీటి అణువులు కలిపిన పదార్థ అణువుల (లవణం లేదా నాన్ ఎలక్ట్రోలైట్) చుట్టూ చేరడానికి చూపే ఆసక్తి వల్లనని సాధారణంగా అంటారు. ఈ దృగ్విషయాన్ని స్థూలంగా కలిపిన అయాన్‌ల లేదా నాన్ - ఎలక్ట్రోలైట్‌ల యొక్క హైడ్రేషన్ అంటారు. ఈ కారణం వల్లనే వాయు ద్రావణీయత కొలతలను హైడ్రేషన్ స్థాయిని (హైడ్రేషన్ సంఖ్య) లెక్క కట్టడానికి ఉపయోగిస్తారు.

అవగాహన ప్రశ్న – 2: సాల్టింగ్ అవుట్ దృగ్విషయం అంటే ఏమిటి?

21.9. సారాంశం

BRAOU

ఈ భాగంలో మీరు కింది విషయాలను నేర్చుకొన్నారు.

i) ద్రవంలో వాయువు ద్రావణీయతను నిర్ణయించుట
ii) ద్రావణీయతాగుణాంకం లేదా శోషణ గుణకం.
iii) ద్రవంలో వాయు ద్రావణీయతపై ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం
iv) హెన్రీ నియమం-వాయు ద్రావణీయతపై పీడన ప్రభావం
v) హెన్రీ నియమ విచలనాలు
vi) లవణ జల ద్రావణాలలో వాయువుల ద్రావణీయతలను గురించి తెలుసుకున్నారు.

21.10. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

కింది వాటిలో ప్రతిదానికి 10 పంక్తులలో జవాబులివ్వండి.

1. ద్రవంలో వాయువు ద్రావణీయత మీద పీడనం ప్రభావం గురించి చర్చించండి .
2. ఒక వాయువు ద్రావణీయతను ప్రయోగాత్మకంగా ఎలా నిర్ణయిస్తారు ?
3 హెన్రీ నియమం నుంచి విచలనానికి కారణాలను సోదాహరణంగా వివరించండి .

II. కింది వాటిలో ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో జవాబులివ్వండి.

1. హెన్రీ నియమం గురించి విమర్శనాత్మకంగా వ్రాయండి.
2. ఒక ద్రవంలో ఒక వాయువు ద్రావణీయత మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావాన్ని చర్చించండి.
3. ఒక ద్రవంలో ఒక వాయువు ద్రావణీయతను కొలవడానికి ఉపయోగించే విధానాలను గురించి సవివరంగా వ్రాయండి.

21.11. అవగాహన ప్రశ్నలకు నమూనా సమాధానాలు

1. ద్రవంలో వాయు ద్రావణీయతను ద్రావణీయతా గుణకం (β) గా వ్యక్తం చేస్తారు. వాయువు యొక్క పాక్షిక పీడనం ఒక ఎట్మాస్ఫియర్ ఉన్నప్పుడు ప్రమాణ ఘనపరిమాణం గల ద్రావణి చేత కరిగింపబడిన వాయువు యొక్క ఘనపరిమాణాన్ని $0^{o}C$ ఉష్ణోగ్రతకు తగ్గించగా వచ్చినదే శోషణ గుణకం.

2. శుద్ధ నీటిలో కన్న లవణ జల ద్రావణాలలో వాయువుల ద్రావణీయత తక్కువ. దీనినే "సాల్టింగ్ అవుట్" దృగ్విషయం అంటారు.

రచయిత : డా॥ కె. లక్ష్మి నారాయణ
అనువాదం : ఆర్. ఎల్. ఎన్. శాస్త్రి

BRAOU

భాగం-22: ద్రవాలలో ద్రవాలు

విషయ క్రమం

22.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు.
22.2 పరిచయం.
22.2. 1 పూర్తి మిశ్రణీయ ద్రవాలు
22.2. 2 పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు
22.2. 3 పూర్తి అమిశ్రణీయ ద్రవాలు
22.3 ద్రవాల బాష్పపీడనం
22.4 ద్రవాల యుగ్మమిశ్రమంలో ద్రవాల పాక్షిక బాష్పపీడనం
22.5 రౌల్ట్ నియమం అనువర్తనం.
22.5. 1 ఆదర్శ వ్యవస్థలు
22.5. 2 ధనవిచలనాలు గల వ్యవస్థలు
22.5. 3 ఋణవిచలనాలు గల వ్యవస్థలు
22.6 ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం
22.7 సజాతీయ యుగ్మద్రవ మిశ్రమాల స్వేదనం
22.8 ద్రవ మిశ్రమాన్ని దాని శుద్ధద్రవ అనుఘటకాలుగా వేరుచేయడం
22.8.1. ఆంశిక స్వేదనంలో యిమిడి ఉన్న సూత్రం
22.9 పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు
22.9. 1 ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం
22.9. 2 నికోటిన్ - నీరు వ్యవస్థ
22.10కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత మీద ఆ మిశ్రమంలో కలిపిన పదార్థాల ప్రభావం.
22.11పూర్తి • అమిశ్రణీయ ద్రవాలు
22.12 నెర్న్‌స్ట్ వితరణ నియమం
22.13 వితరణ నియమం యొక్క అనువర్తనాలు
22.13. 1 రసాయన సమతాస్థితి అధ్యయనం.
22.13. 2 సజల ద్రావణాల నుంచి కరిగిన పదార్థాలనువేరుపర్చడం
22.14 సారాంశం.
22.15 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
22.16 అవగాహన ప్రశ్నలకు జవాబులు

22.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్యంగా వివిధ రకాల యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాలను వర్ణించడానికి, అటువంటి ద్రవాల జంటల కొన్ని ముఖ్యమైన ధర్మాలను వివరించడానికి ఉద్దేశింపబడింది.

ఈ భాగంను పూర్తిచేసిన తరువాత మీరు అర్థం చేసుకొనే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు ఇలా ఉంటాయి.

* రెండు ద్రవాల వ్యవస్థను యుగ్మద్రవ మిశ్రమం అంటారు.
* వీటిని : a) పూర్తి మిశ్రణీయమైనవి b) పాక్షిక మిశ్రణీయమైనవి c) పూర్తి అమిశ్రణీయ ద్రవ మిశ్రమాలు అని వర్గీకరిస్తారు.
* ఆల్కహాల్ - నీరు, ఫినాల్ - నీరు, కార్బన్-డై -సల్ఫైడ్ - నీరు మిశ్రమాలు వరుసగా ఈ మూడు రకాలకు ఉదాహరణలు.

B R A O U

పూర్తి మిశ్రణీయ వ్యవస్థ యొక్క ఆదర్శ వ్యవస్థ యొక్క మొత్తం బాష్పపీడన సంఘటన వక్రం సంఘటన అక్షానికి సమాంతరంగా ఉండే క్షితిజ సమాంతర రేఖ.

* అంతర్గత పీడనంలోను, ధ్రువణతలోను, హైడ్రోకార్బన్ శృంఖల పొడవులోను ఎక్కువ వ్యత్యాసం ప్రదర్శించే అనుఘటక ద్రావణాలున్న వ్యవస్థ ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి విచలనాలు చూపుతుంది.

* ఒక ద్రవ మిశ్రమంలోని అనుఘట ద్రవాలను, ఆ మిశ్రమం యొక్క భాష్పీభవన స్థానం వద్ద, బాష్పీభవన పద్ధతి ద్వారా వేరుచేయడాన్ని ఆంశిక స్వేదనం అంటారు.

* ఆంశిక స్వేదనం వల్ల ద్రవ మిశ్రమాన్ని దాని శుద్ధ అనుఘటక ద్రవాలుగా వేరుచేయడం ఎల్లప్పుడూ సాధ్యం కాదు.

* ఇచ్చిన ఏ పీడనం వద్దనైనా, స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్థిర సంఘటనగల మిశ్రమంగా స్వేదనం చెందే ద్రవమిశ్రమాన్ని ఎజియోట్రోప్ అంటారు.

22.2 పరిచయం

ఈ భాగం మొదట్లో ద్రవాలు కూడా ద్రవాలలో కరిగి యుగ్మ ద్రావణాల నిస్తాయని చెప్పబడింది. రెండు ద్రవాలున్న వ్యవస్థను ద్రవాల యుగ్మ వ్యవస్థ (Binary liquid system) అంటారు. ఈ వ్యవస్థలను యుగ్మద్రవ మిశ్రమాలు (Binary liquid mixture) అనికూడా అంటారు. వీటిని స్థూలంగా మూడు రకాలుగా వర్గీకరిస్తారు.

1) పూర్తి మిశ్రణీయ ద్రవాలు. (Completely miscible liquids)
2) పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు. (Partially miscible liquids)
3) పూర్తి అమిశ్రణీయ ద్రవాలు. (immiscible liquids)

22.2.1. పూర్తి మిశ్రణీయ ద్రవాలు

ఒక దానితో మరొకటి అనుఘటకాలు అన్ని అనుపాతాలలోను పూర్తిగా మిశ్రణీయమైన లేదా ద్రావణీయమైన రెండు ద్రవాలతో కూడిన యుగ్మ మిశ్రమాలను పూర్తి మిశ్రణీయ ద్రవాలు అంటారు. ఉదాహరణకు ఆల్కహాల్ నీటిలో అన్ని గాఢతల వద్ద కరుగుతుంది. అలాగే నీరు ఆల్కహాల్ అన్ని గాఢతల వద్ద కరుగుతుంది. ఆల్కహాల్ - నీరు మిశ్రమం ఈ విధంగా పూర్తిగా మిశ్రణీయ ద్రవాల జంటకు ఉదాహరణ. అటువంటి మిశ్రమంలో ద్రావితాన్ని, ద్రావణిని వేరుగా గుర్తించడం సాధ్యం కాదు. ఎందుకంటే రెండు ద్రవాలు అన్ని అనుపాతాలలో పరస్పరం ద్రావణీయాలు.

22.2. 2. పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు

అను ఘటకాలు పరిమిత అవధిగల అనుపాతాలలోనే మిశ్రణీయతను లేదా ద్రావణీయతను ప్రదర్శించే ద్రవాలతో కూడిన యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాలను పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవమిశ్రమాలు అంటారు. కొంచెం ఫినాల్ (ఒక కర్బన ద్రవం) ను మామూలు ఉష్ణోగ్రత ల వద్ద నీటిలో కలిపితే మొదటిది రెండో దానిలో పూర్తిగా కరిగి పోతుంది. కాని ఇలా కలపడం కొనసాగిస్తే నీటిలో ఇంకా ఫినాల్ కరగని స్థానం చేరుకోబడుతుంది. అందువల్ల రెండు ద్రవాల పొరలు ఏర్పడతాయి. ఈ పొరలు వరసగా నీటిలో ఫినాల్ యొక్క సంతృప్త ద్రావణానికి, ఫినాల్‌లో నీటియొక్క సంతృప్త ద్రావణానికి అనురూపంగా ఉంటాయి. ఈ రెండు వ్యవస్థలూ (పొరలు) ఒకదానితో మరొకటి సమతా స్థితిలో ఉంటాయి. వీటిని సంయుగ్మ ద్రావణాలు (Conjugate Solutions) అంటారు. నీటిలో పాక్షికంగా మిశ్రణీయ మిశ్రమాలను ఏర్పరచే కర్బన ద్రవాలకు ఇతర ఉదాహరణలు ఈథర్, ఎనిలిన్. ద్రవాలలో ఒకటి నీరు అయి ఉండడం ఎల్లప్పుడూ అవసరం కాదు. రెండు కర్బన ద్రవాలలో కూడా పాక్షికంగా మిశ్రణీయ

B R A O U

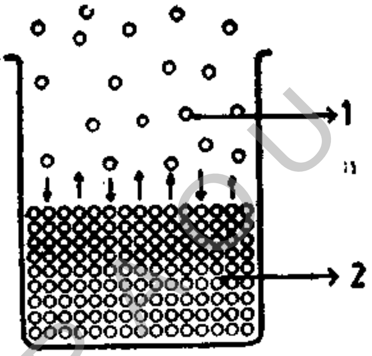
ద్రవ మిశ్రమాలు ఎదురవుతాయి. ఉదాహరణకు ఎనిలీన్, హెక్సేన్, కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్, మిథైల్ ఆల్కహాల్ మామూలు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద పాక్షికంగా మిశ్రణీయ ద్రవాల జంటలను ఏర్పరుస్తాయి. ద్రవ సల్ఫర్, ద్రవ ఫాస్ఫరస్ కూడా కర్బన ద్రవాలతో పాక్షికంగా మిశ్రణీయ మిశ్రమాలను ఏర్పరుస్తాయి.

22.2. 3. పూర్తి ఆ మిశ్రణీయ ద్రవాలు

రెండు ద్రవాలు మిశ్రణీయతగాని, పరస్పర ద్రావణీయతగాని, మిశ్రమం సంఘటన(Composition) యొక్క మొత్తం అవధిలో ప్రదర్శించని వాటిని అమిశ్రణీయ యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాలు అంటారు. వీటికి ఉదాహరణలు చాలా ఉన్నాయి. కార్బ డై సల్ఫైడ్, నీటితో, ఏ సంఘటన వద్ద కూడా మిశ్రణీయం కాదు. అటువంటి యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాలను పూర్తిగా అమిశ్రణీయ ద్రవాల జంటలు అంటారు.

22.3 ద్రవాల భాష్పపీడనం

వాయువు యొక్క అణువుల వలెనే ద్రవం యొక్క అణువులు ఎప్పుడూ చలనం చూపుతాయి. ద్రవానికి బహిర్గతంగా ఉన్న ఉపరితలం ఉండడంవల్ల కొన్ని అణువులు ఉపరితలాన్ని చొచ్చుకొని పోయి ద్రవంపై మన్న స్థలాన్ని ప్రవేశిస్తాయి. సంవృత వ్యవస్థలో అణువులు ద్రవం పైనున్న స్థలంలో జమకూడుతూ ఉంటాయి. ఈ స్థలంలోని అణువుల సంఖ్య పెరుగుతున్న కొద్దీ భాష్పస్థితిలోని యీ అణువులు ద్రవస్థితికి తిరిగి వచ్చే ప్రవృత్తి చూపుతాయి.



పటం. 22.1 ద్రవ - భాష్ప సమతాస్థితి

BRAOU

ప్రతి ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక సమతాస్థితి ఏర్పడుతుంది. అప్పుడు ద్రవం నుంచి దానిపై నున్న స్థలంలోకి పోయే అణువుల సంఖ్య ఇచ్చిన సమయంలో తిరిగివచ్చే వాటికి సమానంగా ఉంటుంది. ద్రవంపై నున్న స్థలం ద్రవం యొక్క బాష్పంతో సంతృప్తమైందని చెబుతారు. ద్రవం యొక్క బాష్పంవల్ల కలిగే పీడనాన్ని ఆఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవం యొక్క బాష్పపీడనం అంటారు. ఈ సమతాస్థితి పీడనం లేదా బాష్పపీడనం ఉష్ణోగ్రత మీదనే గాని ద్రవం ఉపరితల వైశాల్యంమీద ఆధారపడి ఉండదు. ద్రవం యొక్క ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలోని అణువుల సంఖ్య సమతాస్థితి వద్ద సంతృప్త బాష్పంలో కన్న ఎక్కువ ఉంటుంది. ఎందుకంటే తగినంత శక్తి ఉన్న అణువు మాత్రమే బాష్పీభవనం చెందగలవు. బాష్పం, ద్రవం యొక్క ప్రమాణ ఘనపరిమాణం ఒకటికి అణువుల సంఖ్యను వరుసగా n_v, n_l లు సూచిస్తే దానిని బట్టి

$$\frac{nv}{nl} = e^{-L/RT} \qquad \text{.................} \ (1)$$

ఇక్కడ L = మోల్ ఒకటికి శక్మశక్తి వ్యత్యాసం. nl ఉష్ణోగ్రతతో బాటు ఎక్కువ మార్పుచెందదు కాని nv/nl పెరుగుతుంది. కాబట్టి nv ఉష్ణోగ్రతతోబాటు పెరుగుతుంది. అంటే బాష్పపీడనం ఉష్ణోగ్రతతో బాటు పెరుగుతుంది. పై చర్చను బట్టి ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ద్రవం దాని బాష్పంతో సమతాస్థితిలో ఉంటుందని తెలుస్తుంది.

22.4. ద్రవాల యుగ్మమిశ్రమంలో ద్రవాల పాక్షిక బాష్ప పీడనం

లోగడ పేర్కొన్నట్లు A, B అనే రెండు ద్రవాల మిశ్రమాన్ని యుగ్మద్రవ మిశ్రమం అంటారు. ద్రవ

మిశ్రమంలో ద్రవం చూపే బాష్పపీడనాన్ని ఆ ద్రవం యొక్క పాక్షిక బాష్ప పీడనం (p) అంటారు. ఒక ద్విఘటక మిశ్రమం యొక్క మొత్తం బాష్పపీడనం 'P' దానిలోని అనుఘటక ద్రవాల పాక్షిక పీడనాల (p_A, p_B) మొత్తానికి సమానం.

$$P = p_A + p_B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

ఒక ద్రవం యొక్క పాక్షిక బాష్పపీడనం, ద్రవ మిశ్రమంలో దాని మోల్ ఫ్రాక్షన్‌కి అనుపాతంలో ఉంటుంది.

$$p_A \propto X_A \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

లేదా $p_A = p^0_A \cdot x_A \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$

$$p_B \propto X_B \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

లేదా $p'_A = p^0_A \cdot x_A \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$

ఇక్కడ p_A, p_Bలు పాక్షిక బాష్పపీడనాలు, p^0_A, p^0_Bలు శుద్ధద్రవాల బాష్పపీడనాలు, X_A, X_B మిశ్రమంలోని ద్రవాల మోల్ ఫ్రాక్షన్‌లు. ఈ సూత్రాన్ని రౌల్ట్‌నియమం అంటారు. మిశ్రమంలోని ప్రతి ద్రవ విషయంలోను, ద్రవ మిశ్రమం యొక్క అన్ని సంఘటనల వద్ద రౌల్ట్-నియమాన్ని సంతృప్తికరంగా పాటించే ద్రవ మిశ్రమాన్ని ఆదర్శవ్యవస్థ అంటారు.

22.5 రౌల్ట్ నియమం (Raoult's Law) అనువర్తనం

22.5.1 ఆదర్శ వ్యవస్థలు

A, B. అనే రెండు ద్రవాల మిశ్రమం ఆదర్శంగా ప్రవర్తిస్తే (అంటే రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటిస్తే) ప్రతిఒక్క ద్రవం రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటిస్తుందని ఎదురు చూడాలి. అంటే అనుఘటక ద్రవాల పాక్షిక పీడనాలు p_A, p_Bలు కింది సమీకరణలను పాటించాలి.

$$p_A = p^0_A \, X_A \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

$$p_B = p^0_B \, X_B \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

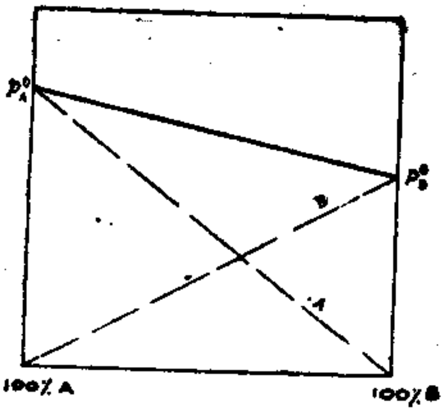
ఇక్కడ X_A, X_Bలు, A, B ద్రవాల మోల్ ఫ్రాక్షన్‌లు.

మొత్తం బాష్ప పీడనం(P) p_A, p_B అనే రెండు పాక్షిక పీడనాల మొత్తం-కింది సమీకరణంతో వస్తుంది.

మోల్‌ఫ్రాక్షన్‌కి బాష్ప పీడనానికి మధ్య రేఖాపటం గీస్తే, రౌల్ట్ నియమం పాటించబడితే సరళ రేఖ వస్తుందని సమీకరణలు 7,8 సూచిస్తాయి.

$$P = p^0_A X_A + p^0_B X_B \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

ఆదర్శ వ్యవస్థ బాష్ప పీడనానికి, మోల్ ఫ్రాక్షన్‌కి మధ్య రేఖాపటం పటం 22.2లో ఇవ్వడమైంది.



పటం 22.2 బాష్ప పీడనం - మోల్ ఫ్రాక్షన్, రౌల్ట్ నియమం పాటించే వ్యవస్థ.

BRAOU

గాఢత యొక్క మొత్తం అవధిలో రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటించి, బాష్పపీడనానికి, మోల్ ఫ్రాక్షన్‌లకు వ్యక్తంచేసిన సంఘటనకు మధ్య గీసిన రేఖా పటం, సరళ రేఖను ఇచ్చే వ్యవస్థలు పరిమిత సంఖ్యలో ఉన్నాయని తెలుసు

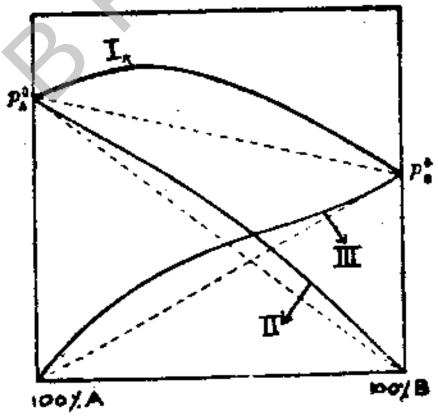
కొన్ని ముఖ్యమైన ఉదాహరణములు -

ఎథిలీన్ డై బ్రోమైడ్ - ప్రొపిలీన్ డై బ్రోమైడ్, 85° C వద్ద; బెంజీన్ - ఎథిలీన్ డైక్లోరైడ్, 50° C వద్ద; n-హెప్టేన్ - n-హెక్సేన్ 30° C వద్ద; ఇథైల్ బ్రోమైడ్-ఇథైల్ అయోడైడ్ 30° C వద్ద - పైన పేర్కొన్న మిశ్రమాలలోని ద్రవాల స్వభావాన్ని దగ్గిరగా పరిశీలిస్తే, రెండు ద్రవాలు భౌతికంగా రసాయనికంగా పోలి ఉన్నాయని తెలుస్తుంది. అటువంటి ద్రవ మిశ్రమాలలో అణువుల మధ్య బలాలు సర్వసమానమైనవి.

అంతే కాకుండా శుద్ధ ద్రవంలోను, మిశ్రమంలోను పరిసరంలోను, వ్యత్యాసం చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి అనుఘటక ద్రవాల అణువుల మధ్య ఒకే రకం బలాలు ఒకే రకం పరిసరం చూపే, యుగ్మద్రవ వ్యవస్థ సాధారణంగా ఆదర్శ ప్రవర్తనను ప్రదర్శిస్తుందని ఈ విషయాలు సూచిస్తాయి.

22.5.2. ధనవిచలనాలు గల వ్యవస్థలు

సమీకరణాలు 7,8 నుంచి ఎదురు చూడవలసిన వాటికంటే కొలిచిన బాష్ప పీడనాలు ఎక్కువగా ఉండే ద్రవ మిశ్రమాలు తెలిసినవి చాలా ఉన్నాయి. అయితే కొన్ని ఉదాహరణలలో విచలనాలు తక్కువగా ఉంటాయి. తక్కిన వాటిలో అవి ఎక్కువగా ఉంటాయి. ధన విచలనాలు ప్రదర్శించిన ద్రవాల జంటలలో కొన్ని కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ - హెప్టేన్ 50° C వద్ద;ఇథైల్ ఈథర్ - ఎసిటోన్ 50° C వద్ద. బాష్ప పీడనం - మోల్ ఫ్రాక్షన్ వక్రం (ఆదర్శ ప్రయోగాత్మక) పరిశీలనలో ఉన్న రకం మిశ్రమాలకు పటం 22.3లో చూపడమైనది. చుక్కల వక్రాలు ఆదర్శ ప్రవర్తనను సూచిస్తాయి. గీతల వక్రాలు ప్రయోగాత్మక వక్రాలను సూచిస్తాయి. వ్యవస్థ శుద్ధ అనుఘటకాలను సమీపించిన కొద్దీ ఇవి ఆదర్శమైన వాటిని సమీపిస్తాయి. B (ద్రావితం) యొక్క గాఢత చాలా తక్కువైనప్పుడు A (ద్రావణి) రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటించే ప్రవృత్తి చూపుతుంది. అలాగే A యొక్క గాఢత తక్కువైనపుడు B రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటిస్తుంది.



పటం 22.3 రౌల్ట్ నియమం నుంచి ధన విచలనాలు

ఒక ఆదర్శ వ్యవస్థకు మొత్తం బాష్ప పీడనం వక్రం క్షితిజ సమాంతర రేఖ అయిఉండాలి. కాని ధన విచలనాలు ఎక్కువయితే మొత్తం బాష్ప పీడన వక్రం గరిష్ఠ స్థాయిని చూపుతుంది. మిశ్రమం యొక్క ఒక ప్రత్యేక సంఘటనకు

మిశ్రమం యొక్క మొత్తం బాష్ప పీడనం గరిష్ట మని ఇది సూచిస్తుంది.

మిశ్రమంలోని అనుఘటక ద్రవాలు కింది లక్షణాలు ప్రదర్శిస్తే ఆ వ్యవస్థ ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి విచలనాలు చూపుతుంది.

1. అంతర్గత పీడనంలో (Internal Pressure) ఎక్కువ వ్యత్యాసం

2. ధ్రువణంలో (Polarity) ఎక్కువ వ్యత్యాసం.

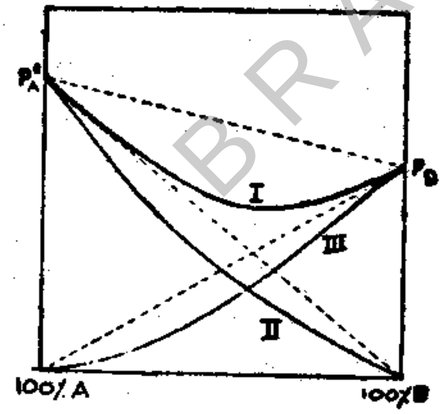
3. హైడ్రోకార్బన్ శృంఖలం పొడవులో ఎక్కువ వ్యత్యాసం.

4. సాహచర్యం (Association)

ఎక్కువ ధన విచలనాలు - అంటే పైన పేర్కొన్న కారణాల ప్రమాణం ఎక్కువయితే - ప్రదర్శించే ద్రవాల జంటలో, ఉష్ణోగ్రత తగ్గిన కొద్దీ అనుఘటక ద్రవాలు పూర్తిగా మిశ్రణీయం కావచ్చుననే సంభావ్యత ఉంది. ఉదాహరణకు n- హెప్టేన్, ఇథైల్ ఆల్కహాల్ విషయంలో ఉష్ణోగ్రత తగ్గిన కొద్దీఅనుఘటకాలు రెండు పొరలుగా వేరవుతాయి. నీరు, మిథైల్ ఆల్కహాల్ మిశ్రమాలవలెకాక నీరు, ఐసోబ్యుటైల్ ఆల్కహాల్ మిశ్రమాలు ఎక్కువ ధన విచలనాలను ఉదాహరిస్తాయి. మిథైల్ ఆల్కహాల్(CH_3OH)తో పోలిస్తే బ్యుటైల్ ($CH_3CH_2CH_2CH_2OH$) ఆల్కహాల్ హైడ్రోకార్బన్ శృంఖలం ఎక్కువ పొడవైనది కావడం ఇందుకు కారణం.

22.5.3 ఋణ విచలనాలు గల వ్యవస్థలు

22.5.2లో పేర్కొన్న ఉదాహరణలకు భిన్నంగా పిరిడిన్ - ఎసిటిక్ ఆమ్లం, క్లోరోఫారం - ఎసిటోన్ ద్రవ మిశ్రమాలు, రౌల్ట్ సమీకరణాల నుంచి ఎదురు చూసినదాని కన్న తక్కువ బాష్ప పీడనాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి; అందువల్ల అవి రౌల్ట్ నియమం నుంచి ఋణ విచలనాలు చూపుతాయి. (పటం 22.4)



పటం 22.4 రౌల్ట్ నియమం నుంచి ఋణ విచలనం

ద్రవాల మధ్య పాక్షిక సంయోగం ఏర్పడడం ఈ విచలనాలకు కారణమని అంటారు. రెండు అణువులూ హైడ్రోజన్ బంధం చేత బంధించబడతాయి. సంఘటన శుద్ధ అనుఘటకాన్ని సమీపించిన కొద్దీ ప్రయోగాత్మక పాక్షిక బాష్ప పీడన వక్రం ఆదర్శ వక్రాలను సమీపిస్తుంది. ఇది ధన విచలనమున్న వ్యవస్థలో గమనించిన దానివలెనే ఉంటుంది.

22.6. ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం.

ఉష్ణోగ్రత పెంచితే యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమ వ్యవస్థ సాధారణంగా ఆదర్శ ప్రవర్తనను సమీపిస్తుంది. కాని ఉష్ణోగ్రత తగ్గిస్తే విచలనాలు పెరుగుతాయి. కాబట్టి ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులతో బాటు బాష్ప పీడన వక్రాల రూపంలో మార్పులు వస్తాయని ఎదురు చూడాలి. ఏ ఉష్ణోగ్రతవద్దనైనా ఒక ద్రవ మిశ్రమం యొక్క బాష్పంలోని అనుఘటకం యొక్క మోల్ ఫ్రాక్షన్ ఆ ద్రవ అనుఘటకం యొక్క సాపేక్ష బాష్ప పీడనానికి అనుపాతంలో ఉంటుంది. కాబట్టి ఏ ప్రత్యేక ద్రవ మిశ్రమంతో నైనా సమతా స్థితిలో ఉన్న బాష్పం యొక్క సంఘటనము ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైన కనుక్కోవచ్చు.

ద్రవ మిశ్రమానికి బాష్పంచేర్చడం వల్ల మొత్తం బాష్ప పీడనం పెరిగితే, బాష్పంలో అనుఘటకం సాపేక్షంగా ఎక్కువగా ఉంటుందని డి.పి. కోనలాఫ్ (1881) ప్రతి పాదించాడు. సజాతీయ ద్రవ మిశ్రమాల మొత్తం బాష్ప పీడనం కొలతలు తీసుకుని, ద్రవ మిశ్రమాలను మూడు రకాలుగా విభజించ వచ్చని అతడు నిరూపించాడు. బాష్ప పీడనాలు సంఘటనతో బాటు క్రమ బద్ధంగా పెరుగుతున్నాయా లేదా గరిష్ఠ, కనిష్ఠ స్థాయిలను చూపుతున్నాయా అనే విషయం మీద ఈ వర్గీకరణ ఆధారపడి ఉంది.

22.7 సజాతీయ యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాల స్వేదనం

సజాతీయ ద్రవ మిశ్రమంనుంచి బాష్ప శీల అనుఘటకాలను మిశ్రమంయొక్క ఉష్ణోగ్రతను బాష్పీభవన స్థానం వరకు పెంచి వేరుచేయడాన్ని స్వేదనం అంటారు.

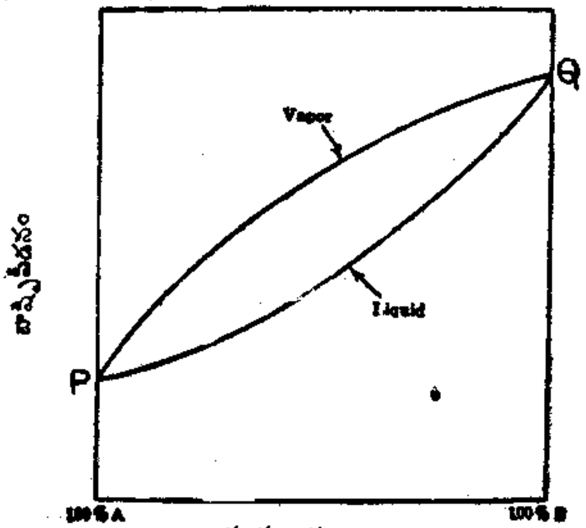
ఉదాహరణకు ఎసిటోన్ (B.P.56°C), బెంజీన్ (B.P 80°C) ల మిశ్రమంనుంచి మిశ్రమంయొక్క ఉష్ణోగ్రతను పెంచడంవల్ల ఎసిటోన్, బెంజీన్‌లను వరుసగా వేరుచేయడం సాధ్యమవుతుంది. మిశ్రమం యొక్క ఉష్ణోగ్రత ఎసిటోన్ బాష్పీభవన స్థానాన్ని సమీపించిన కొద్దీ ఎసిటోన్ దాని బాష్పంగా వేరయిపోవడం మొదలవుతుంది. అప్పుడు మిశ్రమంలో బెంజీన్ పాలు ఎక్కువవుతుంది. ఎసిటోన్ అంతా వేరయ్యేవరకు ఈ ప్రక్రియ కొనసాగుతుంది. వెనక ఉండిపోయిన బెంజీన్ ఉష్ణోగ్రతల పెరుగుదలకు గురి అయి, ఉష్ణోగ్రత బెంజీన్ యొక్క బాష్ప భవన స్థానాన్ని సమీపించడంతో దాని బాష్పంగా మార్పుచెందుతుంది. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదలవల్ల జరిగే ఈ వేర్పాటు ప్రక్రియను ఆంశిక స్వేదనం అంటారు. వ్యవస్థ కింది పరిస్థితులను సంతృప్తి పరిచినప్పుడే శుద్ధ అనుఘటకాలుగా ఈ వేర్పాటు సాధ్యమవుతుంది. మిశ్రమంలోని తక్కువ బాష్పశీల (అధిక బాష్పీభవన స్థానం) అనుఘటక ద్రవానికి, అధిక బాష్పశీల (తక్కువ బాష్పీభవన స్థానం) అనుఘటక ద్రవం శాతం పెరగడంతోబాటు మిశ్రమం యొక్క బాష్పీభవన స్థానం క్రమబద్ధమైన పెరుగుదల చూపాలి. ఒక మిశ్రమం స్వేచ్ఛగా స్వేదనం చెందేటప్పుడు దాని బాష్పీభవన స్థానం, మొత్తం బాష్పపీడనం వాతావరణ పీడనానికి సమానమయినప్పుడు ఉండే ఉష్ణోగ్రత. ఆదర్శ వ్యవస్థలకు మిశ్రమంయొక్క బాష్పీభవన స్థానం మిశ్రమంయొక్క సంఘటనతో బాటు క్రమబద్ధంగా మారుతుంది. స్థిరపీడనం (వాతావరణ పీడనం) వద్ద ఉష్ణోగ్రతను పెంచడంవల్ల అనుఘటకాలను వేరుచేసే ప్రక్రియ, స్థిర ఉష్ణోగ్రతవద్ద జరిపిన వేర్పాటుకంటె సాధారణంగా ఎక్కువ ఆసక్తి దాయకమైనది. రెండో పద్ధతిని సమోష్ణ స్వేదనం అంటారు.

ద్రవ-ద్రవ మిశ్రమాల బాష్పీభవన స్థానం, సంఘటనలకు సంబంధించిన ప్రయోగఫలితాలను రేఖాపటాలతో సూచించడం మంచిది. బాష్పీభవన స్థానాలను X అక్షంమీద, సంఘటనలను Y అక్షంమీద తీసుకుంటారు. ఈ పద్ధతిలో రెండు వక్రాలు లభిస్తాయి. ఒక వక్రం ద్రవంయొక్క సంఘటననిస్తుంది. రెండో వక్రం బాష్పీభవన స్థానంవద్ద ద్రవంతో సమతా స్థితిలో ఉన్న బాష్పంయొక్క సంఘటనను సూచిస్తుంది. పటంలో పై వక్రాన్ని బాష్పవక్రం అంటారు. ఇది బాష్పాన్ని సూచిస్తుంది. కింది వక్రాన్ని ద్రవ వక్రం అంటారు. ఇది ద్రవాన్ని సూచిస్తుంది. ద్రవ మిశ్రమానికి కలిపినప్పుడు దాని బాష్పీభవన స్థానాన్ని తగ్గించే అనుఘటకం బాష్ప ప్రావస్థలో సాపేక్షంగా ఎక్కువగా ఉంటుంది. మిశ్రమానికి కలిపినప్పుడు దాని బాష్పీభవన స్థానాన్ని పెంచే అనుఘటకం ద్రవ

BRAOU

ప్రావస్థలో ఎక్కువగా ఉంటుంది. ప్రయోగ ఫలితాల రేఖాపటాలు తయారు చేసినప్పుడు మూడు భిన్నరకాల వక్రాలు గమనించడం జరిగింది. ఇవి : రకం. 1 : బాష్పీభవన స్థానం స్థిరంగా పెరుగుతుంది. రకం 2: బాష్పీభవన స్థానంలో కనిష్ఠస్థాయి ఒకటి ఉంటుంది. రకం 3 : బాష్పీభవన స్థానంలో గరిష్ఠస్థాయి ఒకటిఉంటుంది. ఎక్కువ బాష్పశీల అనుఘటక ద్రవాలనుంచి తక్కువ బాష్పశీల అనుఘటక ద్రవాలకు పరివర్తనం జరిగే అవకాశం ఉంటుంది.

రకం 1 : బాష్పీభవన స్థానం క్రమబద్ధంగా పెరుగుతుంది



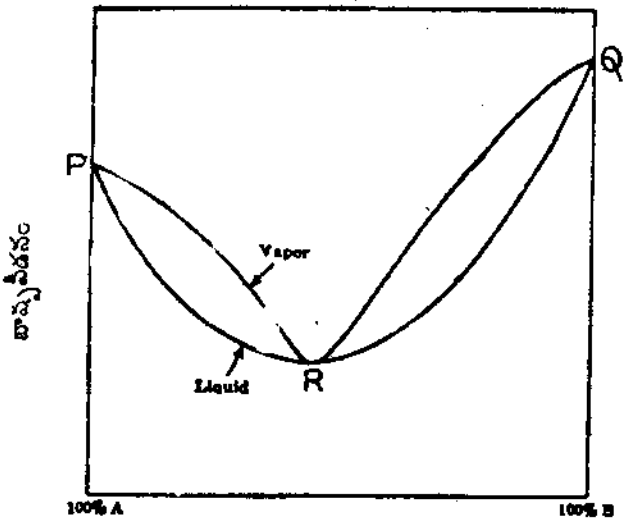
సంఘటనం

పటం. 22.5 క్రమబద్ధంగా పెరుగుతున్న బాష్పీభవన స్థానంగల ద్రవమిశ్రమం

పటంలో పై వక్రం బాష్ప ప్రావస్థయొక్క సంఘటనను సూచిస్తుంది. కింది వక్రం ద్రవ ప్రావస్థయొక్క సంఘటనను సూచిస్తుంది. తక్కువ బాష్పీభవన స్థానమున్న అనుఘటక మైన A బాష్పంలో ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ రకానికి చెందిన మిశ్రమాలకు ఉదాహరణలు : కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ - బెంజీన్, బెంజీన్- టాలీన్, ఎసిటోన్-నీరు, ఎసిటోన్-ఈథర్, క్లోరోఫాం-కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్, క్లోరో బెంజీన్ - బ్రోమో బెంజీన్.

రకం 2 : బాష్పీభవన స్థానం కనిష్ఠస్థాయిని ప్రదర్శిస్తుంది

ఈ రకానికి విలక్షణమైన భాష్పీభవన స్థానం - సంఘటన వక్రాలను పటం 22.6. లో చూపినాము.



సంఘటనం

పటం 22.6. కనిష్ఠ భాష్పీభవన స్థానంగల ద్రవ మిశ్రమం.

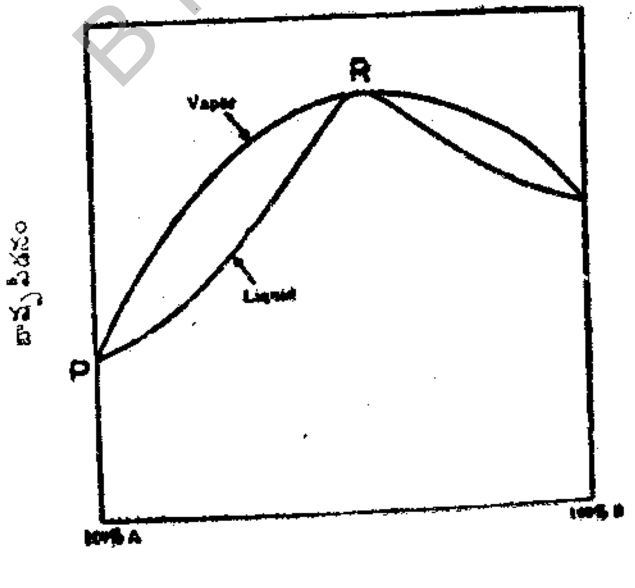
పై వక్రం బాష్పవక్రాన్ని సూచిస్తుంది. కింది వక్రం ద్రవ వక్రాన్ని సూచిస్తుంది. రెండు వక్రాలు R అనే బిందువువద్ద కలుస్తాయి. ఇదే కనిష్ఠ బాష్పీభవన స్థానం సమతా స్థితిలో ఉన్న ద్రవం, బాష్పం ఈ ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఒకే సంఘటన కలిగిఉంటాయి. R అనే ఈ బిందువుచేత సూచించబడిన ద్రవం స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద మరుగుతుంది. అంటే సంఘటనలో మార్పులేకుండా పూర్తిగా స్వేదనం చెందుతుంది. సంఘటనలో మార్పులేకుండా స్వేదనంచెందే అటువంటి వ్యవస్థలను ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమాలు లేదా ఎజియోట్రోప్‌లు (గ్రీక్ : మార్పు లేకుండా మరగడం) అని జె. వాడె, ఆర్. డబ్ల్యు. మెరిమాన్ (1911) లు అన్నారు. అయితే అటువంటి స్థిరంగా మరిగే మిశ్రమాల యొక్క సంఘటన, బాష్పీభవన స్థానం పీడనంతో బాటు మారతాయి. (పట్టిక 22.1 చూడండి)

పట్టిక 22.1 వివిధ పీడనాల వద్ద స్థిర భాష్పీభవన మిశ్రమం యొక్క సంఘటన, భాష్పీభవన స్థానం.

పీడనం మి.మీ.	ఇథైల్ ఆల్కహాల్ – నీరు	
	బాష్పీభవన స్థానం (° C)	సంఘటన (%నీరు)
200	37.6	5.79
300	46.8	6.56
500	59.4	7.54
760	70.4	8.43
900	75.1	8.80

కాబట్టి కనిష్ఠ బాష్పీభవన స్థానమున్న ద్రవ మిశ్రమాల విషయంలో ఆంశిక స్వేదనం వల్ల ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమానికి అనురూపమైన పరిమాణానికన్న ఎక్కువగా ఉన్న ద్రవాన్ని మాత్రమే శుద్ధరూపంలో పొందడం సాధ్యమవుతుంది. స్వేదద్రవం కనిష్ఠ బాష్పీభవన స్థానమున్న మిశ్రమంవైపు మొగ్గుచూపుతుంది. ఈ విధంగా ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమం స్వేదనంలో అది సరళ ద్రవమయినట్లుగా ప్రవర్తిస్తుంది. వాటి బాష్పీభవన స్థానాలలో ఒక కనిష్ఠ స్థాయిని చూపేకొన్ని విలక్షణమైన ద్రవ మిశ్రమాలు : ఇథైల్ ఆల్కహాల్ – బెంజీన్, మిథైల్ ఆల్కహాల్– క్లోరోఫాం, ఎసిటోన్ – కార్బన్ టెట్రా క్లోరైడ్.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : ఎజియోట్రోప్ అంటే ఏమిటో వివరించండి.



సంఘటనం

పటం 22.7 బాష్పీభవన స్థానం గరిష్ఠ స్థాయిగల ద్రవ మిశ్రమం.

రకం 3 : బాష్పీభవనస్థానం గరిష్ఠ స్థాయిని ప్రదర్శిస్తుంది

ఈ రకంలో కూడ బాష్పం – సంఘటన వక్రం, ద్రవం – సంఘటన వక్రానికి పైన ఉంటుంది. రెండు వక్రాలూ గరిష్ఠ బిందువు R వద్ద కలుస్తాయి. R కి అనురూపమైన ద్రవ మిశ్రమాన్ని ఇక్కడకూడా ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమం అంటారు.

ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమం యొక్క బాష్పీభవన స్థానం పీడనంతోబాటు మారుతుంది. HCl - నీరుకి సంబంధించిన బాష్పీభవన స్థానం విలక్షణమైన విలువలను పట్టిక 22.2 లో చూపడమైనది.

పట్టిక 22.2 HCl - నీరు ఎజియోట్రోప్‌ల సంఘటన, బాష్పీభవన స్థానం, వివిధ పీడనాల వద్ద

పీడనం (మి.మీ)	HCl - నీరు మిశ్రమం బాష్పీభవన స్థానం (°C)	సంఘటన (% . HCl)
400	92.08	21.24
500	97.58	20.92
600	102.21	20.64
700	106.42	20.36
800	110.01	20.16

క్రిందటి ఉదాహరణలో వలెనే ద్రవ మిశ్రమాన్ని స్వేదనం వల్ల రెండు శుద్ధ ద్రవ అనుఘటకాలుగా వేరుచేయడం సాధ్యం కాదు. ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమం యొక్క సంఘటనకు అవసరమైన దానికన్న ఎక్కువగా ఉన్న అనుఘటకాన్ని శుద్ధ ద్రవంగా పొందడం మాత్రమే సాధ్యమవుతుంది. కొన్ని విలక్షణమైన ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమాలు, స్థిరబాష్పీభవన స్థానానికి అనురూపమైన సంఘటనలు (గరిష్ఠ లేదా కనిష్ఠ) పట్టిక 22.3 లో ఇవ్వబడినాయి.

పట్టిక 22.3 కొన్ని విలక్షణమైన ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమాలు

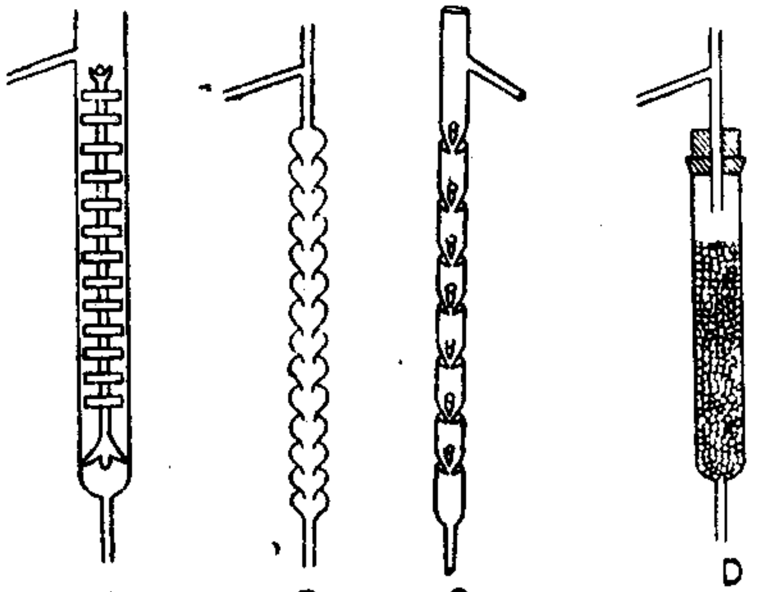
అనుఘటకం A	బాష్ప భవన స్థానం °C	అనుఘటకం B	బాష్పీభవన స్థానం °C	స్థిర బాష్పీభవన స్థానం °C	% B
H_2O	100	HCl	− 80	108.6	20.24
H_2O	100	HNO_3	86	120.5	68.0
H_2O	100	HCOOH	100.7	107.1	77.5
H_2O	100	C_2H_5OH	78.3	78.1	95.6
H_2O	100	$CH_3CH_2CH_2OH$	97.1	88.1	71.8

22.8 ద్రవ మిశ్రమాన్ని దాని శుద్ధ ద్రవ అనుఘటకాలుగా వేరు చేయడం

మిశ్రమం యొక్క ఉష్ణోగ్రతను దాని బాష్పీభవన స్థానానికి పెంచడం వల్ల వేర్పాటు (అంశిక స్వేదనం) జరిపించవచ్చు.

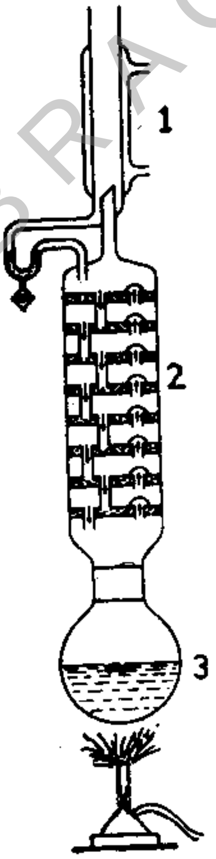
లోగడ పేర్కొన్నట్లు, ద్రవం ఉష్ణోగ్రతను పెంచడం వల్ల ద్రవాన్ని దాని బాష్పీభవన స్థానం వద్ద దాని బాష్పంగా మార్చడాన్ని స్వేదనం అంటారు. ఈ విధంగా ఒక మిశ్రమం యొక్క బాష్పీభవన స్థానం వద్ద ద్రవ మిశ్రమాన్ని వోలటైలేజేషన్ లేదా బాష్పీకరణ ప్రక్రియ ద్వారా దాని శుద్ధ అనుఘటకాలుగా వేరుచేయడం సాధ్యమవుతుంది. ఒక యుగ్మద్రవమిశ్రమాన్ని దాని రెండు అనుఘటకాలుగా వేరుచేసే ఈ ప్రక్రియను అంశిక

స్వేదనం అంటారు. అంశిక స్వేదనంలో ద్రవీకరణ ఉపరితలాలూ ఎక్కువ సంఖ్యలో ఉన్న ప్రత్యేక రకాల పొడవాటి గొట్టాలు ఉపయోగిస్తారు. వీటిని అంశీకరణ స్తూపాలు అంటారు. (పటం 22.8)



పటం 22.8. అంశీకరణ స్తూపాలు.

ద్రవ మిశ్రమాన్ని అంశీకరణస్తూపం బిగించిన గోళాకారపీఠపు కుప్పెలలో తీసుకుని, జాగ్రత్తగా వేడిచేస్తారు. ఉష్ణోగ్రత మిశ్రమం యొక్క బాష్పీభవన స్థానాన్ని చేరుతుండగా ద్రవం త్వరితంగా బాష్పంగా మార్చబడుతుంది. తక్కువ బాష్పీ భవన స్థానమున్న అనుఘటకం బాష్పంలో ఎక్కువగా ఉంటుంది. బాష్పం ద్రవీకరణ ఉపరితలాల మీద పాక్షికంగా ద్రవంగా సంఘననం చెంది, కుప్పెలోకి పోతుంది. ద్రవీకరణచెందకుండా తప్పించుకు పోయిన బాష్పంలో ఎక్కువ బాష్ప శీల అనుఘటకం ఎక్కువగా ఉంటుంది. కాగా ద్రవంగా మారుతున్న బాష్పంలో తక్కువ బాష్పశీల అనుఘటకం ఎక్కువగా ఉంటుంది.

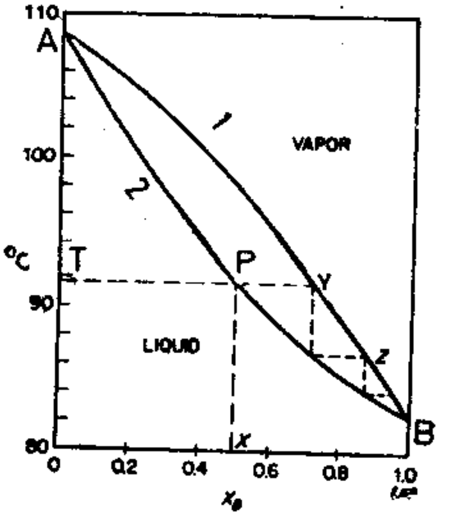


పటం. 22.9 అంశిక స్వేదనం
1. కండెన్సర్ 2. స్వేదన స్తంభం 3. ఫ్లాస్క్

వేర్పాటు కింద అంశిక స్వేదనంలో ఇమిడి ఉన్న సూత్రాన్ని బాష్పీభవన స్థానం - సంఘటన వక్రం సహాయంతో వివరిస్తారు.

22.8.1 అంశిక స్వేదనంలో ఇమిడి ఉన్న సూత్రం

A, B అనే ద్రవాలతో ఏర్పడిన ఒక వ్యవస్థకు బాష్పీ భవన స్థానం - సంఘటన వక్రాలను పటం 22.10లో చూపడమైనది. ఇక్కడ మిశ్రమం యొక్క బాష్పీ భవన స్థానం సంఘటనతో బాటు క్రమబద్ధంగా మారుతుంది.



పటం. 22.10. యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమంస్వేదనం : బాష్పీభవన స్థానం - సంఘటన వక్రాలు

BRAOU

పై వక్రం ద్రవప్రావస్థతో సమతా స్థితిలో ఉన్న బాష్ప ప్రావస్థ యొక్క సంఘటనను సూచిస్తుంది. తక్కువ బాష్పీభవన స్థానమున్న A, బాష్పంలో ఎల్లప్పుడూ ఎక్కువగా ఉంటుందని ఈవక్రాలను బట్టి తెలుస్తుంది. X తో సూచించ బడిన సంఘటన గల ద్రవ మిశ్రమం ఒకటి T ఉష్ణోగ్రత వద్ద మరుగుతుందని పటంలో తెలుస్తుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద మొదట ఏర్పడిన భాష్పం యొక్క సంఘటనను, చుక్కల క్షితిజ సమాంతర రేఖను భాష్పవక్రాన్ని 'Y' వద్ద ఖండించేట్లుగా పొడిగిస్తే తెలుసుకోవచ్చు. సమతాస్థితిలో ఉన్న ద్రవ, భాష్పాల శాతాలను సూచించే P.Y బిందువులను రెండింటినీ కలుపుతున్న ఈ పొడిగించిన రేఖను టై రేఖ (Tie line) అంటారు. ఈ విధంగా మొదట ఏర్పడిన బాష్పం యొక్క సంఘటన 'Y' వల్ల తెలుస్తుంది. అందులో ఎక్కువ బాష్ప శీల అను ఘటకమైన B ఎక్కువగా ఉంటుంది. దీనిని ద్రవీకరించి తిరిగి మరిగిసే Z సంఘటనగల బాష్పం లభిస్తుంది. ఈ బాష్పంలో ఎక్కువ బాష్ప శీల అనుఘటకం B ఇంకా ఎక్కువ శాతం ఉంటుంది. ద్రవీకరణ, తిరిగి మరిగించడం ప్రక్రియను ఏర్పడిన బాష్పంలో (స్వేద ద్రవం) శుద్ధ అనుఘటకం B ఉండేంత వరకు అనేక సార్లు జరుపుతారు. ఆచరణలో అనుక్రమ అంశాలు ప్రతి ఒక్క దానిలో సంఘటనలు అనేకం ఉంటాయి. పటం 22.10లోని నిలువు రేఖలు ఈ అవధులలో సగటు సంఘటనలు మాత్రమే సూచిస్తాయి. లోగడ పేర్కొన్నట్లు కావలసిన వ్యయం చాలక అనుక్రమ ద్రవీకరణలు, బాష్పీ భవనాలు అంశీకరణ స్తూపం ఉపయోగం వల్ల సాధించవచ్చు. స్తూపం యొక్క సామర్థ్యం సమతా స్థితి దశల సంఖ్య మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ప్రతి ఒక్క దశను సిద్ధాంతాత్మక ఫలకం అంటారు.

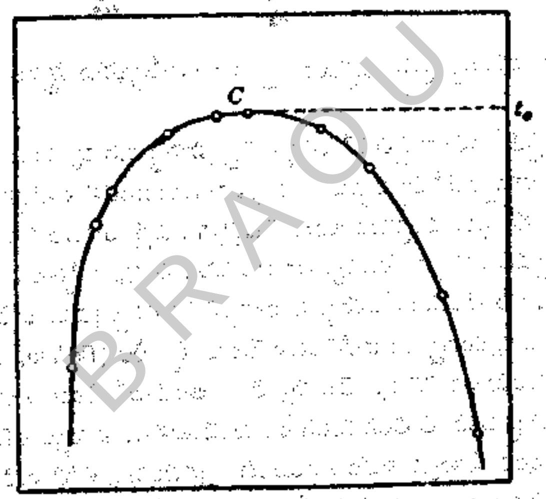
22.9 పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు

నీరు, ఆల్కహాలు ఒకదానితో మరొకటి పూర్తిగా మిశ్రణీయాలు. ఈ రెండు ద్రవాలు అన్ని అనుపాతాలలోను పరస్పరం ద్రావణీయాలు. ఉదాహరణకు ఆల్కహాల్ నీటిలో అన్ని అనుపాతాల (గాఢతల) లోను ద్రావణీయం. నీరు ఆల్కహాలులో అన్ని అనుపాతాలలో (గాఢతలలో) ద్రావణీయం,కాని నీరు, మెర్క్యురీ ఒకదానితో మరొకటి

పూర్తిగా ఆమిశ్రణీయాలు. నీరు, మెర్క్యురీలో కరగదు. అలాగే మెర్క్యురీ నీటిలో కరగదు. పూర్తిగా మిశ్రణీయ, పూర్తిగా ఆమిశ్రణీయ అనే ఈ రెండు రకాల ద్రవ మిశ్రమాలే కాకుండాయింకో ముఖ్యమైన వర్గానికి చెందిన యుగ్మ ద్రవ వ్యవస్థ ఉంది. ఉంది. ఇందులో ఒకదానిలో మరొకటి పాక్షికంగా మాత్రమే కరిగే రెండు ద్రవాలుంటాయి. ఉదాహరణకు, లోగడ పేర్కొన్నట్లు కొంచెం ఫినాల్ (కర్బన ద్రవం) ను గది ఉష్ణోగ్రతవద్ద నీటికి కలిపితే అది పూర్తిగా కరుగుతుంది. అంటే ఫినాల్ తక్కువ శాతంలో ఉన్నప్పుడు ఫినాల్, నీరు ఒకదానిలో ఒకటి పూర్తిగా కరిగే వ్యవస్థను ఏర్పరుస్తాయి. కాని ఫినాల్‌ను యింకా హెచ్చుగా కలపడం కొనసాగిస్తే, కొంత స్థాయిదాటాక ఫినాల్ నీటిలో కరగడం ఆగిపోతుందని గమనిస్తాం. అప్పుడు ఒకదానితో ఒకటి మిశ్రమం కాని ద్రవస్తరాలు రెండు ఏర్పడతాయి. ఈ స్తరాలలో ఒకటి నీటిలో ఫినాల్ సంతృప్త ద్రావణం, ఇంకోటి ఫినాల్‌లో నీటి సంతృప్త ద్రావణం. ఈ రెండు ద్రవ వ్యవస్థలూ ఒకదానితో మరొకటి సమతాస్థితిలో ఉంటాయి. ఒకదానితో మరొకటి సమతాస్థితిలో ఉన్న ఈ రెండు ద్రావణాలను సంయుగ్మ ద్రావణాలు అంటారు. పాక్షిక మిశ్రణీయత దృగ్విషయాన్ని ప్రదర్శించే ఇతర జంట ద్రవాలు : ఈథర్-నీరు, ఎనిలీన్-నీరు. కాని ఈ పదార్థాలలో ఒకటి నీరు అయిఉండాలని అవసరం లేదు. పాక్షికంగా మిశ్రణీయ లేదా అసంపూర్తిగా మిశ్రణీయ వ్యవస్థలు రెండు కర్బన ద్రవం ఒక ఆకర్బన పదార్థంయొక్క ద్రవం కూడా పాక్షికంగా మిశ్రణీయ ద్రవాల జంటను ఏర్పరచవచ్చు. ఉదాహరణకు ద్రవ సల్ఫర్ లేదా ద్రవ ఫాస్ఫరస్‌కొన్ని కర్బన ద్రవాలతో పాక్షికంగా మిశ్రణీయ ద్రవ జంటలను ఏర్పరుస్తుంది.

22.9.1 ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం

పాక్షికంగా మిశ్రణీయయుగ్మ ద్రవ వ్యవస్థలో రెండు ద్రవ స్తరాలు లేదా పొరలు ఉష్ణోగ్రత పెంచడంతో ఒక సంఘటనను చేరుకుంటాయి. అంటే అనుఘటకాల పరస్పర ద్రావణీయతలు ఉష్ణోగ్రత పెరిగిన కొద్దీ పెరుగుతాయి. విలక్షణమైన సంఘటన – ఉష్ణోగ్రత వక్రం ఎనిలీన్ – హెక్సేన్ వ్యవస్థకు 22.11 లో చూపినాం.



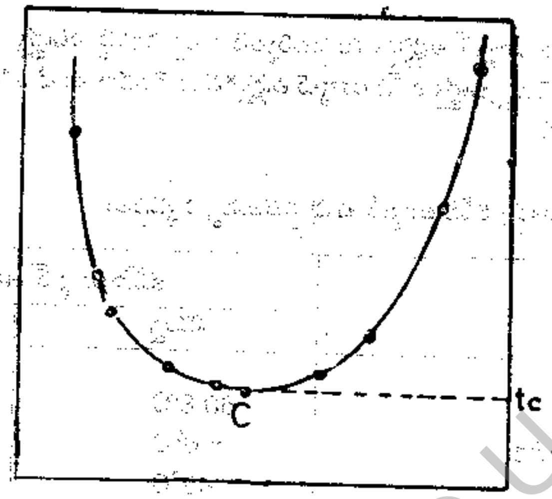
BRAOU

పటం 22.11 : ఎనిలీన్ – హెక్సేన్ వ్యవస్థ

t_c ఉష్ణోగ్రత వద్ద రెండు స్తరాలు లేదా పొరలు సంఘటనలో సర్వసమం అవుతాయి. నిజానికి రెండు స్తరాలు ఒకే ఒక స్తరం అవుతాయి. దీని సంఘటనను C సూచిస్తుంది. రెండుస్తరాలు (సంయుగ్మ ద్రావణాలు) ఒకే సంఘటనగల ఒకే స్తరంగా కలిసిపోయే ఉష్ణోగ్రత (t_c)ను వ్యవస్థయొక్క సందిగ్ధ (critical) ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత అంటారు.(డి.ఒ.మాసన్, 1891) లేదా కన్‌సొల్యూట్ (Consolute) ఉష్ణోగ్రత (డబ్ల్యు. డి. బాంక్రాఫ్ట్, 1894) అంటారు. ఈ ఉష్ణోగ్రతపైన పాక్షికంగా మిశ్రణీయమైన రెండు ద్రవాలు అన్ని అనుపాతాలలో మిశ్రణీయమవుతాయి. ఈ వక్రం వెలుపల ఉండే సంఘటనలో ఒక ద్రవస్తరం మాత్రమే ఉంటుంది.

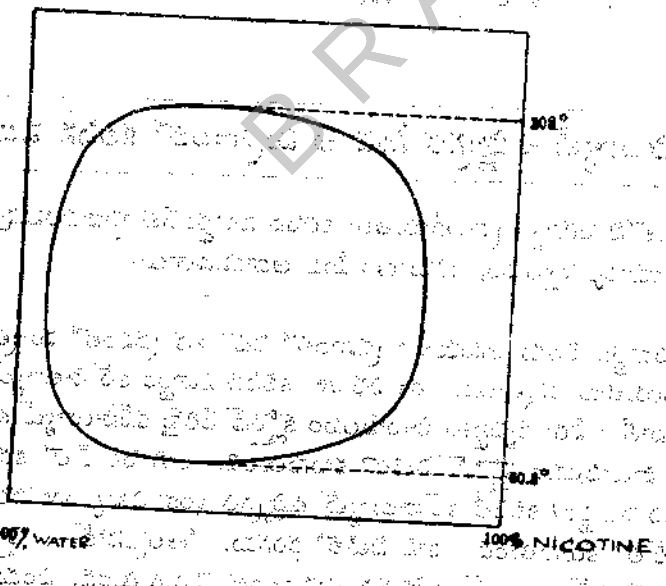
గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద పాక్షికంగా మిశ్రణీయమైన రెండు ద్రవాలు గది ఉష్ణోగ్రత కంటె హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతవద్ద అవి పూర్తిగా మిశ్రణీయాలవుతాయని పై ఉదాహరణనుబట్టి తెలుస్తుంది. అటువంటి వ్యవస్థలను ఊర్ధ్వ

సందిగ్ధ ఉష్ణోగ్రత (upper critical temperature)లేదా ఊర్ధ్వ కన్సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత (upper consolute temperature)గల వ్యవస్థలు అంటారు. అయితే ఉష్ణోగ్రత పెరగడంతో రెండు అనుఘటక ద్రవాల పరస్పర ద్రావణీయతలు పెరగడానికి బదులు తగ్గిన వ్యవస్థలు అనేకం తరవాత కనుగొనబడ్డాయి. ఉదాహరణకు ఇథైల్ ఈథర్ – నీరు వ్యవస్థలోని ద్రవాల పరస్పర ద్రావణీయతలు ఉష్ణోగ్రత పెరగడంతో బాటు తగ్గాయి. కాని ఉష్ణోగ్రత తగ్గించడంతో పరస్పర ద్రావణీయతలు పెరిగాయని తరవాత కనుగొనడం జరిగింది ఒక నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రతకంటె తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలవద్ద రెండు ద్రవాలు అన్ని అనుపాతాలలో మిశ్రణీయ మయ్యాయని గమనించడం జరిగింది. అటు వంటి వ్యవస్థయొక్క ద్రావణీయత వక్రం పటం 22.11లో ఇచ్చిన దానిని పోలి ఉంటుంది. అయితే దాని ఆకారం 22.11లో చూపిన దానికి తలక్రిందులుగా వుంది. రెండు ద్రవాలు అన్ని అనుపాతాలలో పూర్తిగా మిశ్రణీయాలుగా ఏ ఉష్ణోగ్రత క్రింద ఉంటాయో దాన్ని నిమ్న సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత (Lower critical temperature)లేదా నిమ్న కన్ సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత (Lower consolute temperature) అంటారు



పటం 22.12 : ఇథైల్ ఈథర్-నీరు వ్యవస్థ

BRAOU



పటం 22.13 నికోటిన్-నీరు వ్యవస్థ

22.9.2 నికోటిన్ – నీరు వ్యవస్థ

నిమ్న కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతతో ఉన్న వ్యవస్థల విషయంలో ఉష్ణోగ్రత పెరిగినా కూడా పరస్పర ద్రావణీయత అనిశ్చితంగా తగ్గదని తెలిసింది. ఉష్ణోగ్రత పెరగడంలో ఒక స్థాయి తరవాత పరస్పరం ద్రావణీయత మళ్ళీ పెరుగుతుందని తెలిసింది. ఈ ప్రక్రియలో ఒక ఉష్ణోగ్రతపైన రెండు ద్రవాలు మళ్ళీ పూర్తిగా మిశ్రణీయమయ్యే దశ వస్తుంది. కనక ఈ వ్యవస్థకు ఒక నిమ్న కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత, ఒక ఊర్ధ్వ కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతకూడా ఉంటాయి.

పటం 22.13లో చూపిన ద్రావణీయత వక్రం అటువంటి వ్యవస్థ ఉదాహరిస్తుంది. .అది ఒక సంవృత వక్రంగా వుంటుంది.

కాని నిమ్న కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతను ప్రదర్శించే అన్ని వ్యవస్థలుఊర్ధ్వ కన్ సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత కూడా ప్రదర్శించక పోవచ్చు. నిమ్న,ఊర్ధ్వ కన్‌సొల్యూట ఉష్ణోగ్రతలు రెండూ ఉండే కొన్ని విలక్షణమైన వ్యవస్థలు పట్టిక 22.4 లో ఇవ్వడమైనది.

పట్టిక 22.4 నిమ్న, ఊర్ధ్వ కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతలున్న వ్యవస్థలు

వ్యవస్థ	కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత	
	నిమ్న	ఊర్ధ్వ
నికోటిన్ – నీరు	60.8°C	208°C
మిథైల్ ఇథైల్ కీటోన్ –నీరు	– 6°C	250°C
β–పికోలిన్ – నీరు	49°C	153°C
గ్లిసరాల్ – m – టొల్యుడిన్	67°C	120°C

అవగాహన ప్రశ్న – 2 సందిగ్ధ ద్రావణం ఉష్ణోగ్రత అంటే ఏమిటి?

B R A O U

22.10 కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత మీద ఆ మిశ్రణంలో కలిపిన పదార్థాల ప్రభావం

మిశ్రణంలోని పరస్పర ద్రావణీయతలు కలిపిన పదార్థంచేత ప్రభావితమవుతాయి. ఈ ద్రావణీయత కలిపిన పదార్థం యొక్క స్వభావం, పరిమాణం మీద ఆధారపడతాయి.

కలిపిన పదార్థం రెండు అనుఘటక ద్రవాలలో ఏదో ఒక ద్రవంలో మాత్రమే కరిగితే, రెండు ద్రవాల పరస్పర ద్రావణీయతలు తగ్గుతాయి. ఈ విధంగా కలిపిన పదార్థం కన్ సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతను పెంచుతుంది. ఉదాహరణకు ఫినాల్ – నీరు వ్యవస్థకు పొటాషియం క్లోరైడ్ చేరిస్తే కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత బాగా పెరుగుతుంది. ఎందువల్లనంటే పొటాషియం క్లోరైడ్ నీటిలో కరుగుతుంది. కాని ఫినాల్‌లో కరగదు. అలాగే ఈ వ్యవస్తకు నాఫ్తలీన్ (ఒక కర పదార్థం) కలిపితే కన్ సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత ఇంకా ఎక్కువగా పెరుగుతుంది. ఎందువల్లనంటే నాఫ్తలీన్ ఫినాల్‌లో కరుగుతుంది. కాని నీటిలో కరగదు. 'ఆల్కహాల్ – హైడ్రోకార్బన్ వ్యవస్థలో నీరు లేశమాత్రం కలిపితే కన్ సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత ప్రముఖంగా పెరుగుతుంది. ఎందుకంటే నీరు ఆల్కహాల్‌లో కరుగుతుంది. కాని హైడ్రోకార్బన్‌లో కరగదు. కాబట్టి సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతను నిర్ణయించడం ఒక్కొక్కప్పుడు ఒక కర్బన ద్రవం యొక్క పరిశుద్ధతను పరీక్షించే పద్ధతిగా వాడతారు.

పైన పేర్కొన్న విషయాలకు భిన్నంగా, రెండు ద్రవాలలో కరిగే పదార్థాన్ని మిశ్రణానికి చేరిస్తే కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ఉదాహరణకు సక్సినిక్ ఆమ్లం (ఒక కర్బన ఆమ్లం) ఫినాల్ - నీరు వ్యవస్థయొక్క కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతను తగ్గించింది. ఎందుకంటే సక్సినిక్ ఆమ్లం ఫినాల్‌లోను, నీటిలోను కూడా కరుగుతుంది.

లవణాలు సాధారణంగా కర్బన ద్రవాలలో కరగవు. కనక కర్బన ద్రవం, నీరు ఉన్న వ్యవస్థయొక్క కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత లవణం చేరిస్తే పెరుగుతుంది. దీనిని సాధారణంగా సాల్టింగ్ అవుట్ ప్రభావం అనవచ్చు.

22.11 పూర్తి అమిశ్రణీయద్రవాలు

పరస్పర ద్రావణీయత అసలు చూపని ద్రవాల జంటలు చాలా ఉన్నాయి. గది ఉష్ణోగ్రత వద్దగాని అంతకన్న ఎక్కువలేదా తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్దకూడా, అటువంటి ద్రవాల జంటలను పూర్తి అమిశ్రణీయ ద్రవాల జంటలు అంటారు. ఉదాహరణకు కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్ – నీరు అన్ని అనుపాతాలలోను (గాఢతలలోను) అమిశ్రణీయాలు.

అటువంటి వ్యవస్థయొక్క మొత్తం బాష్పపీడనం వ్యవస్థలోని రెండు శుద్ధ అనుఘటకాల వేరువేరు బాష్పపీడనాల మొత్తానికి సమానం. మొత్తం పీడనం రెండు ద్రవాల సాపేక్ష మొత్తాలమీద ఆధారపడదు. ప్రతి ద్రవమూ దాని సొంత బాష్ప పీడనాన్ని చూపుతుంది. అంతే కాగుండా బాష్పంలోని ప్రతి అనుఘటకం యొక్క అణువుల సంఖ్య ఆ ఉష్ణోగ్రత వద్ద శుద్ధ ద్రవంయొక్క బాష్పపీడనానికి అనుపాతంలో ఉంటుంది. శుద్ధ ద్రవ అనుఘటకాలు A, B ల బాష్పపీడనాలు p_A^0, p_B^0 అయితే మొత్తం బాష్పపీడనం సమీకరణ (10) వల్ల వస్తుంది

$$P = p^0_A + p_B \quad \text{...(10)}$$

బాష్పంలో A,B ల అణువుల సంఖ్య n_A, n_B లు బాష్ప పీడనాలకు సమీకరణ (11) లో చూపినట్లుగా సంబంధించి ఉంటాయి.

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{p^0_A}{p^0_B} \quad (11)$$

,బాష్పంలో A,B ల భారాలు W_A, W_Bలు n_A, n_B లను వాటి వాటి అణుభారాలు లతో గుణిస్తే వస్తాయి. కాబట్టి

$$\frac{W_A}{W_B} = \frac{M_A\ n_A}{M_B\ n_B} = \frac{M_A \cdot p^0_A}{M_A \cdot p^0_B} \quad \text{...(12)}$$

మొత్తం బాష్పపీడనం P వాతావరణ పీడనానికి సమానమయినప్పుడు మిశ్రమం మరుగుతుంది. ప్రతి అనుఘటకం యొక్క భాష్పపీడనం మొత్తం పీడనం కన్న తక్కువ. కనక మిశ్రమం యొక్క భాష్పీభవన స్థానం, అనుఘటకాలలో ఏ ఒక దాని భాష్పీభవన స్థానంకన్న తక్కువ.

B R A O U

మిశ్రమంలో రెండు ద్రవాలు ఉన్నంతకాలం బాష్పీభవన స్థానం కూడా స్థిరంగా ఉంటుంది.

ఈ విషయాన్ని నీటి ఆవిరి స్వేదనం (steam distillation) లో వినియోగిస్తారు. అంటే ప్రకృతిలో సహజంగా లభించే వృక్ష, జంతు సంబంధ పదార్థాలనుంచి అధిక బాష్పీభవన కర్బన అనుఘటకాలను, సహజ పదార్థం ద్వారా నీటి ఆవిరి పంపించి, వేరుచేయడానికి ఉపయోగించే స్వేదన ప్రక్రియను ఆవిరి స్వేదనక్రియ అంటారు.

ఉదాహరణకు, క్లోరో బెంజీన్(ఒక కర్బన ద్రవం) యొక్క బాష్పీభవన స్థానం 132° Cకాని దానితో కూడిన సహజ మూలం (Natural Source) ద్వారా ఆవిరి పంపినప్పుడు నీరు-క్లోరో బెంజీన్‌మిశ్రమం సుమారు 90° Cవద్ద స్వేదనం చెందుతుంది. స్వేదన ద్రవంలో, కర్బన ద్రవం (క్లోరో బెంజీన్) దాదాపు 70 శాతం ఉంటుంది.

22.12 నెర్న్‌స్ట్ వితరణ నియమం

ఒక దానిలో ఒకటి కరగని రెండు ద్రవాలు కల ఒక ద్రవ-ద్రవ వ్యవస్థకు రెండు ద్రవాలలో కరిగే ఒక ద్రావితాన్ని కలిపితే దాని వితరణ (లేదా ద్రావణీయత) కొన్ని నిర్దిష్ట షరతులను అనుసరిస్తుంది. ఈ వితరణ జరిగే రీతిని నెర్న్‌స్ట్ వితరణ నియమం (Nernst Distribution) అంటారు.

ఒకదానితో ఒకటి మిశ్రమంకాని రెండు ద్రవాల యుగ్మవ్యవస్థలోని ద్రవపొరలు 1,2 లో, ఒక ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రావితం గాఢతలు C_1, C_2 అయితే,

$$\frac{C_1}{C_2} = \text{స్థిరాంకం } K \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

అని ఈ వితరణ సూత్రం తెలుపుతుంది.

అంతే కాకుండా, కరిగి ఉన్న పదార్థం మొత్తం పరిమాణం పైన ఈ స్థిరాంకం ఆధారపడి ఉండదు. అమిశ్రణీయ ద్రవాల యుగ్మ వ్యవస్థ యొక్క రెండు స్తరాలలో ద్రావితం గాఢతల నిష్పత్తి స్థిరంగాను, ద్రావితం యొక్క మొత్తం గాఢత మీద ఆధారపడకుండా ఉండే టట్లు గాను స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రావితం రెండు స్తరాలమధ్య వితరణ చెందుతుందని ఈ నియమాన్ని పేర్కొనవచ్చు. దీనిని వితరణ నియమం లేదా పంపిణీ (Distribution) నియమం అంటారు. Kఅనే స్థిరాంకాన్ని వితరణ గుణకం లేదా పంపిణీ గుణకం అంటారు. ద్రావితం ద్రవ పొరలలో ఒక దానిలోగాని, రెండంటిలోగాని సాహచర్యం లేదా వియోజనం ప్రదర్శించిన సందర్భాలలో ఈ నియమం వర్తించదు. అంటే అది విచలనాలు చూపింది.

22.13 వితరణ నియమం యొక్క అనువర్తనాలు

22.13.1 రసాయన సమతాస్థితిలో అధ్యయనం

ద్రావణంలో రసాయన సమతాస్థితి అధ్యయనంలో ఈ నియమానికి అనువర్తనం కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకు అయొడిన్ (I_2)కు అయోడైడ్ (I)కు మధ్య జరిగే సమతాస్థితి చర్య (KI_3సంక్లిష్టం ఏర్పడటం)ను వితరణ పద్ధతిని ఉపయోగించి పరిశోధించవచ్చు.

$$I_2 + KI \rightleftharpoons KI_3$$

లేదా $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$

సమతా స్థితి స్థిరాంకం $K = \frac{[KI_3]}{[I_2][KI]}$

నీరు, కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్‌ల మధ్య అయోడిన్ యొక్క వితరణ గుణకాన్ని నిర్ణయించిన సమతా స్థితి స్థిరాంకాన్ని నిర్ణయించవచ్చు. అలాగే పొటాషియం అయోడైడ్ ద్రావణం (KIద్రావణం) కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్‌ల మధ్య అయోడిన్ వితరణను కూడా నిర్ణయించవచ్చు. అయోడిన్ (a)నీరు, కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ (b)పొటాషియమ్ అయోడైడ్ ద్రావణం, కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్‌ల మధ్య వితరణ చెందినప్పుడు, నీరు, కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ స్తరాలలో I_2 గాఢతను నిర్ణయించడం ఈ పద్ధతిలో జరుగుతుంది.

లెక్కలు కట్టడం :

నీటిలో అయోడిన్ యొక్క మొత్తం గాఢత = Cx

నీటిలో KI యొక్క మొత్తం గాఢత = Cy

కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్‌లో I_2 గాఢత = Ci

I_2యొక్క వితరణ గుణకం = K

$$[KI_3] = (C_x - \frac{C_1}{K})$$

స్వేచ్ఛా $[I_2] = C_1/K$

స్వేచ్ఛా $*KI = C_y - (C_x - \frac{C_1}{K})$

(KI సంక్లిష్టం ఏర్పాటులో పాల్గొనక మిగిలిన పదార్థం)

$$\text{సమతా స్థితి స్థిరాంకం} = \frac{[KI_3]}{[I_2][KI]}$$

$$= \frac{(C_x - \frac{C_1}{K})}{(\frac{C_1}{K}) X (C_y - C_x - \frac{C_1}{K})}$$

$$= \frac{(C_x - \frac{C_1}{K})}{(\frac{C_1}{K}) X (C_y - C_x + \frac{C_1}{K})} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

22.13.2 సజల ద్రావణాల నుంచి, కరిగిన పదార్థాలను వేరు పర్చడం.

సజల ద్రావణాలలో కరిగి ఉన్న కర్బన పదార్థాలను వేరుచేయడాన్ని సాధారణంగా వేర్పాటు లేదా నిష్కరణ (Extraction) అంటారు. నీటిలో కరగని ఒక కర్బన ద్రవంతో సజల ద్రావణాన్ని గిలకరించి (Shaking) ఇది సాధిస్తారు. కరిగిన కర్బన పదార్థం ఈ ప్రక్రియలో ద్రావణుల మధ్య వితరణ చెందుతుంది. కర్బన పదార్థాలు సాధారణంగా నీటిలో ఉన్న కర్బన ద్రవాలలో ఎక్కువగా కరుగుతాయి. అందువల్ల కరిగిన పదార్థం గాఢత నీటిలో

BRAOU

కన్న కర్బన ద్రవంలో ఎక్కువగా ఉంటుంది. కా బట్టి కరిగిన పదార్థాన్ని సజల ద్రావణం నుంచి కర్బన ద్రవంలోకి నిష్కర్షించడానికి ఇది తోడ్పడుతుంది. సజల ద్రావణానికి ఎలెక్ట్రొలైట్‌లు చేరిస్తే నిష్కర్షణ ప్రక్రియను ఇంకా మెరుగు పరచవచ్చు. లవణాల సమక్షంలో నీటిలో కర్బన సంయోగం యొక్క ద్రావణీయత సాల్టింగ్ - అవుట్ దృగ్విషయం వల్ల ఇంకా తగ్గిపోతుంది. నిష్కర్షణను అనేక సార్లు జరిపితే, - ప్రతాసారి కొంచెం కర్బన ద్రవాన్ని వాడుతూ - నిష్కరణ ప్రక్రియ సామర్థ్యం పెరుగుతుంది.

m గ్రాముల కరిగిన పదార్థమున్నV మి. లీ. సజల ద్రావణాన్ని నీటిలో కరగని కొంచెం (x ml.) కర్బన ద్రవంతో అనేక సార్లు గిలకరించండి. మొదటి నిష్కరణ తరవాత (మొదటి భాగంలో గిలకరించిన తరవాత) సజల ద్రావణంలో ఉండిపోయి కరిగిన పదార్థం భారం m_1 అనుకోండి. సజల ద్రావణంలో కరిగిన పదార్థం గాఢత m_1/V గ్రామ్/మి.లీ. అవుతుంది. కర్బన ద్రవంలో (నిష్కర్షణి) ఈ పదార్థం గాఢత గ్రా/మి. లీ. ఉంటుంది. వితరణ గుణకం కింది K విధంగా వస్తుంది.

$$\frac{m_1/V}{(m-m_1)/x} = K \qquad (15)$$

$$\therefore\ m_1 = m.\frac{KV}{KV+x} \qquad (16)$$

రెండో నిష్కర్షణ తరువాత (రెండో x మి.లీ. భాగంలో గిలకరించిన తరవాత) సజల ద్రావణంలో m_2 గ్రా. ఉందనుకోండి. వితరణ గుణకం కింది విధంగా వస్తుంది.

$$\frac{m_2/V}{(m_1-m_2)/x} = K \qquad (17)$$

$$\frac{m_2/V}{(m_1-m_2)/x} = K \quad (17) \quad m_2 = m_1\frac{KV}{KV+x} \qquad (18)$$

లేదా $$m_2 = m\frac{KV}{KV+x} X \frac{KV}{KV+x} \qquad (19)$$

ఎందుకంటే $$m_1 = m\ X\ \frac{KV}{KV+x}$$

$$m_3 = m\ \frac{KV}{KV+x} \qquad (20)$$

ఈ రకంగా ఇంకా విస్తరింపచేసి $n^{వ}$ నిష్కర్షణ తరవాత సమీకరణ 20ని కింది విధంగా రాయవచ్చు

$$m_r = m\left(\frac{KV}{KV+x}\right)^n \qquad (21)$$

నిష్కర్షక ద్రవం యొక్క ఇచ్చిన ఘన పరిమాణానికి (V) m_1 ఎక్కువయితే నిష్కర్షణ అంత సమర్థవంతంగా ఉందని అంటారు.

n ఎక్కువై, m తక్కువైతే m_n తక్కువవుతుందని సమీకరణ సూచిస్తుంది.

B R A O U

ప్రతి నిష్కర్షణలోను, నిష్కర్షణ ద్రవం ఘనపరిమాణాన్ని (x మి.లీ.) తగ్గించి, నిష్కర్షణ సంఖ్యను (n) పెంచడం ఎల్లప్పుడూ ప్రయోజనకరమని దీనివల్ల స్పష్టమవుతుంది.

22.14 సారాంశం

ఈ భాగంలో నేర్చుకున్న విషయాలు

i) వివిధ యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాలు ఉదాహరణలు – వాటి లక్షణాలు.
ii) ద్రవం యొక్క అణుసంఖ్యాత్మక ధర్మంగా బాష్ప పీడనము.
iii) యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాలలో ద్రవాల పాక్షిక పీడనాలు-రౌల్ట్‌నియమం.
iv) రౌల్ట్‌నియమాన్ని పాటించునవి – ఆదర్శద్రావణాలు; బాష్పపీడన వక్రాలు – చర్చ.
v) ఆదర్శేతర ద్రావణాలు – ధనవిచలనాలు ; వాటికి కారణాలు.
vi) ఋణవిచలనాలను చూపు ఆదర్శేతర ద్రావణాలు – వీటి కారణాలు.
vii) పై వ్యవస్థలపై ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం
viii) సజాతీయ యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమముల స్వేదనం.
   a) బాష్ప భవనస్థానం క్రమంగా పెరుగునవి.
   b) బాష్పభవన స్థానం కనిష్ఠస్థాయిని ప్రదర్శించునవి
   c) బాష్ప భవన స్థానంగా గరిష్ఠస్థాయిని ప్రదర్శించునవి.
ix) ఎజియోట్రోపిక్ మిశ్రమాలు.
x) అంశిక స్వేదన ప్రక్రియలో సూత్రం.
xi) పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు నిమ్న, ఊర్ధ్వ కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రత గల వ్యవస్థలు.
xii) జల ద్రావణంలో కరిగి ఉన్న పదార్థాల నిష్కర్షణము

22.15 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I) **క్రింది వాటికి 10 పంక్తులలో జవాబు లివ్వండి.**
   1) పాక్షికంగా మిశ్రణీయ ద్రవాల ప్రవర్తన మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం గురించి క్లుప్తంగా రాయండి.
   2) అంశిక వితరణలో ఇమిడి ఉన్న సూత్రాన్ని వివరించండి.
   3) స్థిర బాష్పభవన మిశ్రమం అంటే ఏమిటి ? ఈ దృగ్విషయాన్ని ఏ వ్యవస్థలు ప్రదర్శిస్తాయి ?
   4) సంక్లిష్టం ఏర్పాటుతో కూడిన రసాయన సమతా స్థితి అధ్యయనంలో వితరణ నియమం అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.
   5) బాష్ప స్వేదనం ప్రక్రియ వర్ణించి, దానిలో ఇమిడి ఉన్న సూత్రాన్ని వివరించండి.
   6) "నిష్కర్షణాల సంఖ్య పెరగడంతో ద్రావణి నిష్కర్షణ సామర్థ్యం పెరుగుతుంది." ఈ వాక్యాన్ని ధ్రువపరచండి.

II) **క్రింది వాటికి ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో జవాబు వ్రాయండి.**
   1. యుగ్మద్రవ మిశ్రమాలలో వివిధ రకాలు, వాటి ప్రవర్తనను గురించి సవివరంగా రాయండి.
   2. యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాల స్వేదన ప్రక్రియను స్పష్టంగా వివరించండి.
   3. కన్‌సొల్యూట్ ఉష్ణోగ్రతలను గురించి విమర్శనాత్మకంగా రాయండి.
   4. వితరణ నియమాన్ని పేర్కొని, దాన్ని వివరించండి.ద్రావణి నిష్కర్షణలో దాని అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.

B R A O U

22.16 అవగాహన ప్రశ్నలకు నమూనా సమాధానాలు

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంఘటనలో మార్పు లేకుండా స్వేదనం చెందే వ్యవస్థలను ఎజియోట్రాపిక్ మిశ్రమాలు అంటారు. ఉదా॥ 95% ఇథనాల్. ఈ వ్యవస్థలో ద్రవ మిశ్రమములో సంఘటన, భాష్పంతో సమతాస్థితిలో ఉండును. ఆంశిక స్వేదనం ద్వారా వీటిని వేరుపరచలేరు.

2. పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలలో ఒక ద్రవం రెండవ దానితో ఒకానొక ఉష్ణోగ్రత వద్ద పూర్తిగా కలిసిపోవును. దీనినే ఆ ద్రవ మిశ్రమము యొక్క సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత అంటారు.

రచయిత : ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి.

BRAOU

ఖండం – 7 : కణాధార ధర్మాలు

ద్రావణమంటే రెండో అంతకు ఎక్కువో అంశాల సజాతీయ మిశ్రమంతో ఏర్పడ్డ ఏకమాత్ర ప్రావస్థ. ఈ అంశాలు నిర్వహించే పాత్రలలో మౌలికమైన తేడా ఏమి లేదు. తక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న అంశాన్ని ద్రావితమనీ, ఎక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న అంశాన్ని ద్రావణి అనీ అంటారు. నీరే ద్రావణి అయితే, ఆ ద్రావణాన్ని జలద్రావణం అంటారు. ద్రావణాల ధర్మాలు ద్రావితం, ద్రావణియొక్క రసాయన స్వభావంలాంటి ధర్మాలతో బాటు ద్రావితం యొక్క గాఢతమీద చెప్పుకోదగినంతగా ఆధారపడతాయి. ఒక వ్యవస్థ ధర్మాల్ని గహనాలనీ, విస్తృతాలనీ స్థూలంగా వర్గీకరించవచ్చు. ఒక పదార్థంయొక్క పరిమాణంమీద కాక స్వభావం మీద ఆధారపడు ధర్మాల్ని గహన ధర్మాలంటారు. ఉదాహరణకి : సాంద్రత, వక్రీభవన గుణకం, ద్రవీభవన–ఉష్ణోగ్రతలు గహన ధర్మాలు. పరిమాణం లేక గాఢతమీద ఆధారపడే ధర్మాలు విస్తృత ధర్మాలు. ఘనపరిమాణం, ద్రవ్యరాశి అటువంటివి. గాఢతమీద ఆధారపడిన ధర్మాలలో విలీన ద్రావణాల విషయంలో బాష్పపీడన నిమ్నత, బాష్పీభవన స్థానం ఉన్నతి. ఘనీభవన స్థానంలో నిమ్నత, అభిసరణ పీడనము ప్రత్యేకంగా ఉదహరించవలసినవి. ఈ ధర్మాల్ని కణాల రసాయన స్వభావం యొక్క ప్రమేయాలుగా భావంచడంకంటే, గాఢత లేక ద్రావణంలోని ద్రావిత కణాల (అణువుల లేక అయాన్‌ల) సంఖ్య యొక్క ప్రమేయాలుగా భావిస్తే బాగుంటుంది. కణాల సంఖ్యమీద ఆధారపడినటువంటి ధర్మాల్ని కణాధార ధర్మాలంటారు.

కణాధార ధర్మాలు : ఈ ధర్మాల్ని చర్చించడంలో ద్రావితం బాష్పశీలి కాదని ఊహించబడంది. గది ఉష్ణోగ్రతకు దగ్గరి ఉష్ణోగ్రత వద్ద తొందరగా బాష్పంగా మార్పుచెందే పదార్థాన్ని బాష్పశీల అంటారు.

BRAOU

BRAOU

భాగం – 23 : భాష్పపీడనంలో నిమ్నత

విషయసూచిక

23.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
23.2. పరిచయం
23.3. ద్రవ భాష్పపీడనము

23.4. ద్రావణంలో కరిగిన పదార్థం కల్గించే భాష్పపీడన నిమ్నత
23.5. రౌల్ట్ సూత్రము
23.6. ద్రావణంలో కరిగిన పదార్థం అణుభారాన్ని నిర్ణయించడం
23.7. భాష్పపీడన నిమ్నతను కొలుచుట
23.7.1. భేద దర్శక పద్ధతి
23.7.2. వాయుపరికోషణ పద్ధతి
23.7.3. సమపీడన పద్ధతి
23.8. సారాంశం
23.9. పరీక్షాప్రశ్నలు
23.10. అవగాహన ప్రశ్నలకు నమూనా సమాధానాలు

23.1. ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశ్యం ఒక ద్రవంలో కరిగిన పదార్థం కలిగించే భాష్పపీడనంలోని నిమ్నతను గురించి వివరించడం ఇంకా ఆ కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి దీని అనువర్తనాన్ని చర్చించడం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు –

* ఒక ద్రవం దాని భాష్పంతో సమతాస్థితిలో ఉన్నప్పుడు భాష్ప ప్రవస్థలో ద్రవ-అణువులు కలిగించే పీడనాన్ని దాని భాష్పపీడనం అంటారు.
* ఒక ద్రావణిలో భాష్పశీలికాని ద్రావితం కరిగి ఉన్నప్పుడు ఆ ద్రావణంయొక్క భాష్పపీడనం (P) ద్రావణి భాష్పపీడనం (p^0) కంటె తక్కువ.
* ద్రావణం, ద్రావణిల భాష్పపీడనాల తేడా (p^0-p)ని భాష్పపీడనంలో నిమ్నత అంటారు.
* భాష్పపీడనంలోని నిమ్నతకి ద్రావణి భాష్పపీడనానికి గల నిష్పత్తి ($\frac{p^0 - p}{p^0}$)ని భాష్పపీడన సాపేక్షనిమ్నత అంటారు.
* భాష్పశీలి కాని ద్రావితం గల విలీన ద్రావణం యొక్క భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నత ఆ ద్రావణంలోని ద్రావిత మోల్-భాగానికి సమానం. ఈ వివరణాన్ని రౌల్ట్ సూత్రం అంటారు.
* రౌల్ట్ సూత్రాన్ని పాటించే ద్రావణాల్ని ఆదర్శ ద్రావణాలంటారు.
* కరిగి ఉన్న పదార్థం అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి రౌల్ట్ సూత్రాన్ని ఉపయోగిస్తారు.
* భేద దర్శక పద్ధతిని, పరికోషణ పద్ధతిని, సమపీడన పద్ధతిని అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి వాడుతారు.

23.2. పరిచయం

భాష్పపీడనము ద్రవరి యొక్క అభిలాక్షణిక ధర్మము. ఒక ద్రవం దాని భాష్పంతో సమతాస్థితిలో ఉన్నప్పుడు కలిగించే పీడనాన్ని భాష్పపీడనం అంటారు. భాష్పశీలికాన్ని ద్రావితాన్ని శుద్ధ ద్రావణిలో కలిపినప్పుడు ఏర్పడే ద్రావణ భాష్పపీడనం, శుద్ధ ద్రావణి భాష్పపీడనం కన్నా తక్కువ, ఉపరితలంలో ద్రవ ప్రావస్థలో అభాష్పశీల ద్రావిత అణువులు ఉండుటచే భాష్పపీడనం తగ్గును. ద్రావిత అణుభార నిర్ణయంలో ఈ ధర్మం ఉపయోగింతురు.

BRAOU

23.3. ద్రవ భాష్ప పీడనము

వాయువులలో ఉన్నట్లే ద్రవాలలో కూడా ఒక అవధిగల వేగాలతో క్రమరహితంగా సంభవించే అణువు లుంటాయి. దీని ఫలితంగా, తగినంత గతిజశక్తిగల అణువులు ద్రవం యొక్క ఉపరితలాన్ని వదలి ద్రవ ప్రావస్థం పైనున్న ప్రాంతాన్ని (భాష్ప ప్రావస్థను) చేరుతాయి. వెనువెంటనే భాష్ప ప్రావస్థలో ఉన్న అణువులు ద్రవాన్ని తిరిగి చేరుతూ అందులో కలిసిపోతాయి. మొట్ట మొదటలో, ప్రతి సెకనుకీ, భాష్ప ప్రావస్థలో నుండి ద్రవంలోకి తిరిగి వచ్చే అణువులసంఖ్య కంటె ద్రవం ఉపరితలంనుండి పైకిపోయే అణువుల సంఖ్య ఎక్కువ. భాష్ప ప్రావస్థలో పెరిగే అణువుల సంఖ్యను బట్టి ఆ ప్రావస్థలో అణువులవలన పీడనం పెరుగుతుంది. దీని ఫలితంగా, భాష్ప ప్రావస్థనుండి ద్రవ ప్రావస్థకు తిరిగివచ్చే అణువులకి అవకాశం పెరుగుతుంది. ఈ రెండు ప్రక్రియల మధ్య త్వరలోనే సమతాస్థితి ఏర్పడుతుంది. ఈ పరిస్థితిలో ఏ ప్రత్యేక-ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా పీడనం స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ పీడనాన్ని ఆ ద్రవం యొక్క భాష్పపీడనం అంటారు. ఒక ద్రవంయొక్క భాష్పపీడనం ఏ ప్రత్యేక ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా స్థిరంగా ఉండి ద్రవంయొక్క పరిమాణం మీదగాని దాని ఘనపరిమాణం మీదగాని ఆధారపడదు. కొన్ని రకాల ద్రవాల భాష్పపీడనాలు పట్టిక 23.1లో ఇచ్చినారు.

30^0 వద్ద కొన్ని ద్రవాల భాష్పపీడనాలు

ద్రవము	భాష్పపీడనము (మి.మీ. పాదరసం)
నీరు	31.82
ఇథైల్ ఆల్కహాల్	79.80
ఎసిటిక్ ఆమ్లము	20.60
ఎసిటోన్	282.70
ఇథైల్ ఎసిటేట్	118.70
కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్	143.00
క్లోరో ఫారమ్	246.00
క్లోరో బెంజీన్	15.45

B R A O U

అవగాహన ప్రశ్న-1: కణాధార ధర్మములను వివరించుము?

23.4. ద్రావణంలో కరిగిన పదార్థం కల్గించే భాష్పపీడన నిమ్నత

కొన్ని ఉష్ణోగ్రతలవద్ద భిన్న పదార్థాల జలద్రావణాల భాష్పపీడనాల్ని ఎల్.వాన్ బాబా(1847) కొలిచినాడు. ఏదేనా పదార్థం కరిగిఉన్నప్పటి వీటిని బట్టి స్వచ్ఛమైన ద్రవం యొక్క భాష్పపీడనంకంటె ఆ ద్రవంలో ఏదేనా పదార్థం కరిగిఉన్నప్పటి భాష్పపీడనం స్వచ్ఛమైన నీటి భాష్పపీడనం కంటె తక్కువ. స్వచ్ఛ ద్రావణితో పోల్చినపుడు ఏదైనా ఒక ద్రావణానికి గల భాష్పపీడనంలోని నిమ్నత ఏ ఉష్ణోగ్రతవద్దనైనా ద్రావణి భాష్పపీడనంలో ఒక స్థిర భిన్నంగా ఉంటుందని నిర్ణయించారు. ఉదాహరణకు స్వచ్ఛ ద్రావణి భాష్పపీడనం p^0, ద్రావణ భాష్పపీడనం p అయితే, $(p^0 - p)$ని భాష్పపీడనంలో నిమ్నత అంటారు. భాష్పపీడన నిమ్నత $(p^0 - p)$కు స్వచ్ఛ ద్రావణి భాష్పపీడనానికి గల (p^0) నిష్పత్తి $\frac{(p^0 - p)}{p^0}$ని భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నత అంటారు. బాబో చెప్పినట్లు, ఒక స్థిర గాఢత గల ద్రావణానికి ఈ నిష్పత్తి స్థిరంగా ఉంటూ, దానిని కొలిచే ఉష్ణోగ్రత మీద ఆధారపడదు. బాబో విస్తారమైన పరిశోధనలు చేసినా, ఒక ద్రవంలో కరిగిన పదార్థ పరిమాణానికీ, భాష్పపీడన నిమ్నతకీ ఒక సంబంధాన్ని అతడు

కనుక్కోలేక పోయాడు. కాని ఎ. విల్నర్ (1856) లవణాల జలద్రావణాలలో పరిశోధలు చేస్తూ, భాష్పపీడన నిమ్నత ద్రావణ గాఢతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని నిర్ణయించాడు.

అవగాహన ప్రశ్న-2 సాపేక్ష భాష్పపీడన నిమ్నత అంటే ఏమిటి ?

23.5. రౌల్ట్ సూత్రము

వివిధ గాఢతలు గల జల ద్రావణాల భాష్పపీడనాల పరిణామాలను కొలిచేందుకు ఎన్.ఎమ్.రౌల్ట్ (1887-88) చేసిన పరిశోధనలు బాబో, విల్నర్ ల ప్రయోగ ఫలితాలను ధ్రువీకరించడమే కాక విశిష్టమైన పరిణామాలనుకూడ వెల్లడిచేసాయి. ఈ పరిశోధనల ఫలితాలు మౌలికంగా ప్రధానమైన ఒక సామాన్య లక్షణాన్ని ప్రతిపాదించడానికి సాయబడ్డాయి. రౌల్ట్ తన పరిశోధనలను చాల మట్టుకు కర్బన ద్రావణుల్లో కర్బన ద్రావితాలతో సాగించాడు. అట్టి పరిశోధనలో కొన్ని ద్రావణాలు ఇవి। ఈథర్ లో నైట్రో బెంజిన్; ఈథర్ లో ఎనిలిన్; ఈథర్ లో బెంజాల్డిహైడ్ ద్రావణి యొక్క భాష్పపీడనంలోని సాపేక్ష నిమ్నత ద్రావితం యొక్క మోల్-భాగానికి సమానంగా ఉంటుందని ఈ పరిశోధనలు తేల్చాయి. ఈ వివరణమే రౌల్ట్ సూత్రము.

$$\frac{p^0 - p}{p^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = x_2 \qquad (1)$$

(ఇందులో n_1, n_2లు ద్రావణి, ద్రావితాల మోల్ లు; x_2 ద్రావిత మోల్-భాగము).
సమీకరణం (1) రెండు వైపుల నుండి ఏకాంకాన్ని తీసివేసి, తిరిగి వ్రాస్తే,

$$\frac{p}{p^0} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = x_1 \qquad (2)$$

దీనినే తిరిగి వ్రాయవచ్చు.

$$p = p^0 x_1$$

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద శుద్ధద్రావణి భాష్పపీడనం స్థిరం.

$$\therefore p \propto x_1$$

దీనిననుసరించి ద్రావణిలో కరిగిన ద్రావిత భాష్పపీడనం, ద్రావిత మోల్ భాగానికి సమానమని వివరణ యివ్వవచ్చు. ఇది కూడా రౌల్ట్ నియమ నిర్వచనమే.

23.6. ద్రావణంలో కరిగిన పదార్థం అణుభారాన్ని నిర్ణయించుట

విలీన ద్రావణాల భాష్పపీడన నిమ్నతను కొలిచి కరిగిన పదార్థం (ద్రావితం) యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించవచ్చు. ఇందుకు రౌల్ట్ సూత్రాన్ని, మోల్-భాగాలకు బదులు, గణితాత్మకంగా [సమీకరణం (3)] ద్రావితం, ద్రావణుల అణుభారాల పరంగా వ్రాయవచ్చు.

$$\frac{p^0}{p^0 - p} = \frac{(W_1 / M_1)}{(W_1/M_1) + (W_2/M_2)}$$

(ఇందులో W_1, W_2లు ద్రావణి, ద్రావితాల భారాలు; M_1, M_2లు ద్రావణి, ద్రావితాల అణుభారాలు).

విలీన ద్రావణిని కలిపితే, n_1తో పోల్చినపుడు సమీకరణంలోని హారంలో n_2ను ఉపేక్షించవచ్చు. సమీకరణాన్ని అపుడు ఇలా వ్రాయవచ్చు.

$$\frac{p^0}{p^0 - p} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (4)$$

లేదా $$\frac{p^0 - p}{p^0} = \frac{W_2/M_2}{W_1/M_1} = \frac{W_2 \times M_1}{W_1 \times M_2} \qquad (5)$$

కొన్ని ద్రావణాలలో ఉన్న ద్రావణి, ద్రావితాల భారాలు తెలిస్తే, ద్రావణి భాష్పపీడనం (p^0), ద్రావణం భాష్ప పీడనం (P) ద్రావణి అణుభారం (M_1) తెలిసికొని, ద్రావిత అణుభారాన్ని (M_2) నిర్ణయించ వచ్చునని (3) లేక (5) సమీకరణాలను బట్టి తెల్లమౌతుంది.

23.7. భాష్పపీడన నిమ్నతను కొలుచుట

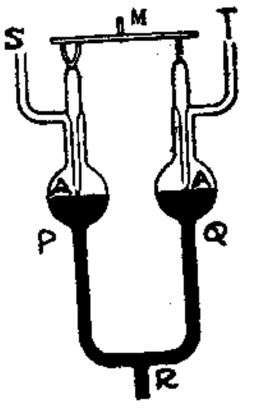
భాష్పపీడనంలోని సాపేక్ష నిమ్నత విలువ చిన్నది కావడం వల్ల దానికి నిర్ణయించడంలో ఎదుర్కొవలసిన ఇబ్బందుల వల్ల, ఆ పనికి ప్రత్యేక పద్ధతుల్ని వినియోగిస్తారు.

అవి (1) భేద దర్శక (భేదాత్మక) పద్ధతి, (2) వాయు పరిశోషణ పద్ధతి (air transpiration method), (3) సమపీడన పద్ధతి.

23.7.1. భేద దర్శక పద్ధతి

ఈ పద్ధతిలో ఖచ్చితమైన భేద దర్శక మేనోమీటర్‌ను ఉపయోగిస్తారు. సి.డీ. టెరిసి (1893) ఉపయోగించిన పరికరంలో 0.08 మి.మీ. మందం, 70 మి.మీ. వ్యాసార్థం గల గాజు పలకకు ఒక వైపుకు ద్రావణి సంతృప్త భాష్పానికీ, రెండో వైపు ద్రావణం సంతృప్త భాష్పానికి గురి చేస్తారు. పీడనంలో గల భేదం వల్ల, ఆ పలక కదుల్తుంది. ఈ చలనాన్ని ఒక అద్దం మీద ప్రతిఫలించే కాంతి పుంజంతో వృద్ధి చెందిస్తారు. ఈ సాధనాన్ని తక్కువ సున్నితత్వం గల మేనోమీటర్ సహాయంతో ప్రమాణీకరిస్తారు. జె.సి.డబ్ల్యు. ఫ్రేజర్, బి.ఎఫ్. లవ్‌లేస్ ఏర్పరిచిన పరికరంలో డీ.టెరిసి పరికరంతో కంటె మంచి ఫలితాలు లభించినట్లు రుజువు చేసారు. పటం 23లో ఈ పరికరాన్ని చూడవచ్చు.

BRAOU



పటం 23.1. ఫ్రేజర్, లవ్‌లేస్ పరికరం.

కదిలే ఒక పాదరసం తొట్టికి కలిపిన P, Q బల్బుల్ని Rకి కలిపారు. అద్దంతో కలిసి ఉన్న A, A అనే గాజు సూచికలు ఈ P, Q బల్బుల్లో చొచ్చుకొని ఉన్నాయి. ఈ బల్బులలో పీడనాన్ని S, T ప్రక్క గొట్టాల ద్వారా సమానం చేస్తారు. A, A సూచికలు పాదరసం తలాల మీద వాటి ప్రతిబింబాలతో కచ్చితంగా ఏకీభవించేటట్లు పాదరసం తొట్టిని సున్నితమైన స్క్రూ (మరమేకు)ని త్రిప్పి సరిచేస్తారు. ఈస్థితిలో మేనో మీటరు శూన్య కొలతను చూపిస్తుంది. ప్రక్క గొట్టాల ద్వారా ఈ రెండు బల్బులూ ద్రావణానికి, ద్రావణికి కలుపబడతాయి. భాష్ప పీడనం విలువల్లో భేదం ఉండడంవల్ల, పాదరసం మట్టాలలో తేడా కనిపిస్తుంది. అపుడు పరికరాన్ని కొంచెం వంచి, పాదరసం తొట్టి సహాయంతో A, A సూచికలను వాటి ప్రతి బింబాలతో ఏకీభవించేటట్లు చేస్తారు. అద్దం M నుండి ప్రతి ఫలించిన కాంతిపుంజం ఎంత మేర వరగినట్లు కనిపిస్తుందో, ఆ మేరకు సరిబడినదే పీడనాల భేదం అని తెలుస్తుంది.

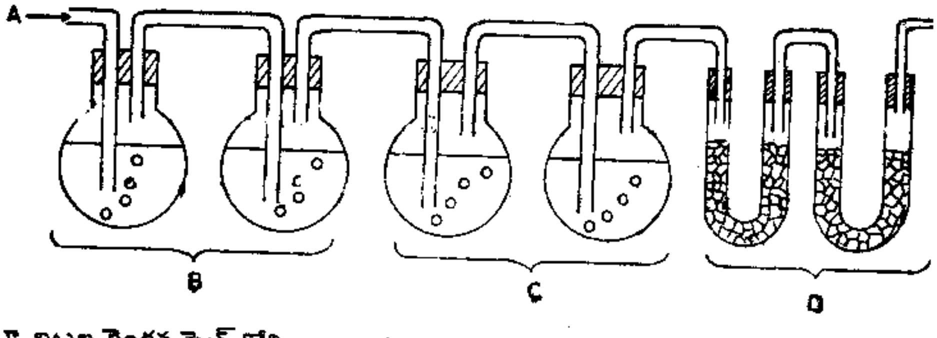
23.7.2. వాయు పరిశోషణ పద్ధతి

ఈ పద్ధతిలో పొడిగాలిని వరుసగా ద్రావణం, స్వచ్ఛ ద్రావణి (నీరు) గల బల్బుల సెట్‌ల ద్వారా పంపిస్తారు. చివరికి ఈ గాలిని కాల్షియం క్లోరైడ్ నింపిన శోషణ గొట్టాల ద్వారా పంపిస్తారు. మొదటి బల్బుల సెట్‌లో ద్రావణం గుండా ప్రసరించినపుడు పొడిగాలి జల (ద్రావణి) భాష్పంతో సంతృప్తమై దాని పీడనం (ద్రావణం భాష్పపీడనం) ఆవుతుంది. ఇప్పటికే జల భాష్పంతో సంతృప్తమైన గాలి ద్రావణి మాత్రమే ఉన్న రెండవ బల్బుల సెట్ ద్వారా ప్రసరించే సరికి దాని పీడనం ద్రావణి భాష్పపీడనానికి సమానంగా హెచ్చుతుంది. ఈ విధంగా గాలి (జల) భాష్పాన్ని గ్రహించడం వల్ల ద్రావణం, ద్రావణి గల బల్బులలోని అంశాల భారంలో తగ్గుదల (నష్టం) కనిపిస్తుంది. మొదటి బల్బుల సెట్‌లోని అంశాల భారంలో తగ్గుదల (W_1) కి అనులోమానుపాతంలో ఉంటే, రెండవ బల్బుల సెట్‌లోని అంశాల భారంలో తగ్గుదల (W_2) $p^0 - p$ కి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అయితే, గాలి గ్రహించిన జల భాష్పాన్ని శోషణ గొట్టాలలోని అంశాలు శోషించినందువల్ల వాటి భారంలో మాత్రం పెరుగుదల (W_3) కనిపిస్తుంది. ఈ ఫలితాలను ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు .

$$W_1 \propto p$$
$$W_2 \propto p^0 - p$$
$$W_3 \propto p^0$$

$$\frac{W_2}{W_3} = \frac{p^0 - p}{p^0} \qquad (6)$$

B R A O U



ఇట్లా, బల్బుల రెండవ సెట్‌లోని అంశాలు పొందిన భార నష్టానికి, శోషణ గొట్టంలోని అంశాలు పొందిన భార లాభానికి గల నిష్పత్తి (W_2/W_3), భాష్ప పీడనంలోని సాపేక్ష నిమ్నత ($\frac{p^0 - p}{p^0}$)కి సమానము.

ఈ పద్ధతిలో ఉన్న ముఖ్యమైన దోష మూలాలు :

1. బల్బుల రెండు సెట్ లలో నుండి ప్రసరించిన గాలి యొక్క ఘనపరిమాణం సమానం కాకపోవచ్చు.
2. బుడగలను పంపి సంతృప్తం చేయడంలో కొన్ని దోషాలుండవచ్చు.

23.7.3. సమపీడన పద్ధతి

సమాన భాష్ప పీడనాలను కలిగించే రెండు ద్రావణాలను సమపీడన (లేక ఐసోటానిక్) ద్రావణాలంటారు. ఒక సంవృత ప్రదేశంలో రెండు ద్రావణాల్ని ప్రక్క ప్రక్కగా ఉంచినప్పుడు, అధిక భాష్పపీడనంగల ద్రావణం నుండి అల్ప భాష్పపీడనం గల ద్రావణంలోనికి, సమతాస్థితి చేరుకొనేవరకు, భాష్ప స్వేదనం జరుగుతుంది. వేరువేరు ప్రయోగాలు చేసి, సమతాస్థితి చేరిన తర్వాత ఆ రెండు ద్రావణాల్ని విశ్లేషణ చేసి వాని గాఢతలను తెలిసికోవచ్చు. వేరు వేరు గాఢతలలో ఒక ద్రావణం యొక్క భాష్ప పీడనాలు తెలిస్తే, రెండవ ద్రావణం భాష్ప పీడనాన్ని లెక్క కట్టవచ్చు. వేరు వేరు గాఢతల వద్ద పొటాషియం క్లోరైడ్ లేక మేనిటాల్ ద్రావణాల భాష్ప పీడనాలు చాల ఖచ్చితంగా తెలిసినందువల్ల, క్రమాంకనం చేయడానికి వీటిని వాడుతారు. ఈ పద్ధతిలో ఉన్న ఒక లోపమేమిటంటే, సమతాస్థితి చేరడం చాల మందకొడిగా సాగుతుంది. ఈ కారణంగా, పొటాషియం క్లోరైడ్ భాష్పపీడనం ప్రయోగ ద్రావణ భాష్ప పీడనానికి దగ్గరగా ఉండేటట్లు దాని గాఢతని నిర్ణయిస్తారు.

23.8. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివిన విషయాలు :

i) భాష్పపీడన నిమ్నత – సాపేక్ష భాష్ప పీడన నిమ్నత – కణాధార ధర్మాలు.
ii) రౌల్ట్ నియమం : ద్రావణ సాపేక్ష భాష్పపీడన నిమ్నత ద్రావిత మోల్ భాగానికి సమానము.
iii) రౌల్ట్ నియమాన్ని అనువర్తింపజేసి ద్రావిత అణుభార నిర్ణయము.
iv) భాష్పపీడన నిమ్నతను ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించు పద్ధతులు (ముఖ్యంగా వాయు పరిశోషణ పద్ధతి).

23.9. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. ఈ క్రింది వానిలో ఒక్కొక్క దానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. ఒక విలీన ద్రావణంలో భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నతకి ద్రావితం అణుభారానికీ గల సంబంధాన్ని నిగమనం చేయండి.
2. రౌల్ట్ సూత్రాన్ని నిర్వచించి, వివరించండి.

II. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నతను కొలిచి దీనిలోని ఒక ద్రావితం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించే పద్ధతిని, దానిలోని సైద్ధాంతిక సూత్రాన్ని వివరిస్తూ చర్చించండి.
2. భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నతను కొలవడానికి భేద దర్శక పద్ధతిని చక్కని బొమ్మ గీసి వర్ణించండి.
3. కరిగిన (ద్రావిత) పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి వాయు పరిశోషణ పద్ధతిని గురించి వివరంగా చెప్పండి.

BRAOU

23.10. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. కణాల సంఖ్యమీద ఆధారపడినటువంటి ద్రావణ ధర్మాలను కణాధార ధర్మాలంటారు. ఉదా : బాష్పపీడన ఉన్నతి, ఘనీభవన స్థాన నిమ్నతి.

2. శుద్ధద్రావణిలో అబాష్పశీల ద్రావితాన్ని కరగించిన ద్రావణ బాష్పపీడనం తగ్గును. బాష్పపీడనంలో తగ్గుదల, శుద్ధద్రావణి బాష్పపీడనాల నిష్పత్తిని సాపేక్ష బాష్పపీడన నిమ్నత అందురు.

$$\text{సాపేక్ష బాష్పపీడన నిమ్నత} = \frac{\text{బాష్పపీడన తగ్గుదల}}{\text{శుద్ధ ద్రావణి బాష్పపీడనం}} = \frac{p}{p^0}$$

రచయిత : ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు
అనువాదం : శ్రీ పి.వి. సోమయాజులు

BRAOU

భాగం-24 : భాష్పీభవన స్థానం ఉన్నతి, ఘనీభవన స్థానం నిమ్నత

విషయక్రమం

24.1. ఉద్దేశ్యాలు, లక్ష్యాలు
24.2. పరిచయం
24.3. ఒక ద్రావణం భాష్పీభవనస్థానం
24.4. భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నతకి, భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతికి గల సంబంధం
24.5. భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి

24.6. అణుభారాలను నిర్ణయించడం
    24.6.1. బెక్‌మన్ పద్ధతి
    24.6.2. లాండ్స్ బర్గర్ పద్ధతి
    24.6.3. కాట్రెల్ పద్ధతి
24.7. ఘనీభవన స్థాన నిమ్నతి
24.8. ఘనీభవన స్థానం - భాష్పపీడనం
24.9. ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత : క్లాషియస్ - క్లేపెరాన్ సమీకరణం
24.10. అణుభారాన్ని నిర్ణయించడం
    24.10.1. బెక్‌మన్ పద్ధతి
    24.10.2. రాస్ట్ సూక్ష్మ పద్ధతి
24.11. సారాంశం
24.12. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
24.13. అవగాహన ప్రశ్నలకు నమూనా సమాధానాలు

24.1. ఉద్దేశ్యాలు, లక్ష్యాలు

ఒక ద్రావణి యొక్క భాష్పీభవన స్థానం మీద, ఘనీభవన స్థానంమీద భాష్పశీలికాని ద్రావితం యొక్క ప్రభావాన్ని చర్చించడం, ఈ ప్రభావానికీ, ద్రావిత అణుభారానికీ గల సంబంధాన్ని తెలియజేయడం ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశ్యం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే ముఖ్య విషయాలు.

* ఒక ద్రవం భాష్పీభవన స్థానమంటే, ఆ ద్రవ భాష్పపీడనం, వాతావరణ పీడనానికి సమానంగా ఉన్నప్పటి ఉష్ణోగ్రత.
* ఒక భాష్పశీలి కాని ద్రావితాన్ని ఒక ద్రవంలో కరిగించినపుడు ఆ ద్రవం యొక్క భాష్పీభవన స్థానం హెచ్చుతుంది.
* ద్రావణి భాష్పీభవన స్థానం నుండి ద్రావణం భాష్పీభవన స్థానం ఎంత హెచ్చుతుందో దానిని భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి అంటారు.
* ఏ ద్రావణికైనా భాష్పీభవన స్థానం ఉన్నతి - ద్రావిత రసాయన స్వభావంమీద ఆధారపడకుండా, ద్రావణం యొక్క మోలాల్ గాఢతకి అనులోమ అనుపాతంలో ఉంటుంది.
* ఒక ద్రావణి భాష్పీభవన స్థానం నుండి ఒక మోలాల్ ద్రావణం భాష్పీభవన స్థానంలో కనిపించిన ఉన్నతి ఆ ద్రావణిలో ఒక స్థిరాంకంగా ఉంటుంది, దానిని మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకం (Ke) లేక భాష్పీభవన మాపక స్థిరాంకం అంటారు.

BRAOU

* భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి (ΔT_e)కి, మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకాన్ని (K_e)కి, ద్రావణంయొక్క మొలాలిటీకి గల సంబంధం-కరిగిన పదార్థం (ద్రావితం) యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి ఉపయోగపడుతుంది.
* అటువంటి నిర్ధారణకు వాడుకలో ఉన్న పద్ధతులు :
  (1) బెక్‌మన్ పద్ధతి (2) లాండ్స్ బర్గర్ పద్ధతి (3) కాట్రెల్ పద్ధతి.
* ఒక ద్రవంలో ఒక ద్రావితం కరిగినపుడు ఆ ద్రవ ఘనీభవన స్థానం తగ్గిపోతుంది.
* భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతిలాగే ఏ ద్రావణికైనా ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత (తగ్గుదల) ద్రావిత స్వభావంమీద ఆధారపడకుండా, ద్రావణం గాఢతమీదనే ఆధారపడుతుంది.
* 1000 గ్రా.ల ద్రావణిలో ఒక మోల్ ద్రావితం కరిగి ఉన్నపుడు కనిపించిన ఘనీభవన స్థాన నిమ్నతను (తగ్గుదలను) మోలాల్ ఘనీభవన స్థాన స్థిరాంకము (K_f) అంటారు.
* ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత, ద్రావణి మోలాల్ నిమ్నతా స్థిరాంకం (K_f), ద్రావణం యొక్క మోలాల్ గాఢత తెలిస్తే, కరిగిన పదార్థం అణుభారాన్ని నిర్ణయించవచ్చు.
* అటువంటి నిర్ధారణకు వాడుకలో ఉన్న పద్ధతులు :
  (1) బెక్‌మన్ పద్ధతి (2) రాస్ట్ పద్ధతి

24.2. పరిచయం

భాష్పపీడన నిమ్నత కణాధార ధర్మమని కిందటి భాగంలో తెలుసుకున్నారు. దీని నుండే సహజంగా భాష్పీభవన స్థానంలో పెరుగుదల, ఘనీభవన స్థానంలో తగ్గుదల ద్రావణులలో కలుగును. అభాష్పశీల ద్రావితాల అణుభారాలను ఈ ధర్మాలపైననే ఆధారపడి నిర్ణయించవచ్చు. ఈ భాగంలో ఈ విషయమే చర్చించబడినది.

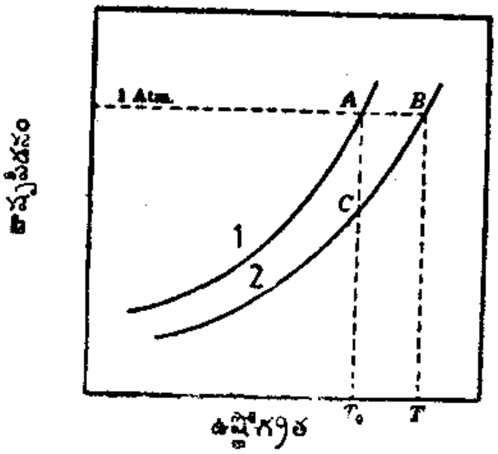
24.3. ఒక ద్రావణం భాష్పీభవన స్థానం

ఒక ద్రవ భాష్పపీడనం వాతావరణ పీడనానికి సమానంగా ఉన్నప్పటి ఉష్ణోగ్రతను ఆ ద్రవ భాష్పీభవన స్థానం అంటారు. ఈ సంగతి ఒక ద్రవ ద్రావణికీ, లేక ఒక ద్రావణిలో ద్రావితం విలీన ద్రావణానికి కూడా వర్తిస్తుంది. ఒక ద్రావణం భాష్పపీడనం, ద్రావణి భాష్పపీడనంకంటె తక్కువ అని 23 వ భాగంలో నేర్చుకొన్నారు. ఒక ద్రావణం భాష్పపీడనం వాతావరణ పీడనానికి సమానంగా ఉండేటప్పటికి ఉష్ణోగ్రత, ద్రావణికి గల ఉష్ణోగ్రత కంటె బాగా హెచ్చుగానే ఉండాలి. అంటే, ఒక ద్రావణం భాష్పీభవన స్థానం ద్రావణి భాష్పీభవన స్థానంకంటె హెచ్చుగా ఉంటుంది. భాష్పశీలి కాని ద్రావితాన్ని ఒక ద్రవంలో కరిగించినపుడు, ఆ ద్రవం భాష్పీభవన స్థానం హెచ్చుతుంది. కరిగిన పదార్థాల వలన కలిగించిన భాష్పీభవన స్థాన-ఉన్నతుల (పెరుగుదలల) పరిశోధనలు ఎమ్.ఫారడే (1820) తదితరులు సాగించారు.

B R A O U

24.4 భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నతకీ, భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతికి గల సంబంధం

ద్రావణికీ, ద్రావణానికి భాష్పపీడన-ఉష్ణోగ్రతా రేఖలు పటం 24.1లో యివ్వబడ్డాయి.



పటం 24.1. ద్రావణికీ, ద్రావణానికీ భాష్పపీడన – ఉష్ణోగ్రతా రేఖలు
1. ద్రావణికీ, 2. ద్రావణానికి

T, T_0 లు వరుసగా ద్రావణానికి, ద్రావణికి భాష్ప పీడనాలని తెలుస్తోంది (ఈ ఉష్ణోగ్రతల వద్దనే వరుసగా వాని భాష్పపీడనాలు వాతావరణ పీడనానికి సమానాలు). AB దూరము భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి $(T - T_0)$ని సూచిస్తుంది. AT_0 ద్రావణి భాష్పపీడనాన్ని (p^0) ఉండే T_0 వద్ద భాష్ప పీడనాన్ని CT_0, T_0 వద్ద ద్రావణ భాష్ప పీడనాన్ని సూచిస్తాయి. కనుక పటంలో భాష్పపీడన నిమ్నత $(p^0 - p)$ AC కి సమానము. ద్రావణి భాష్పపీడనం 1 ఎట్మాస్ఫియర్ అని ఊహించుకొన్నందువల్ల AC, $\left[\frac{p^0 - p}{p^0}\right]$ కి అనులోమానుపాతంలో ఉన్నట్లనుకోవచ్చు.

విలీన ద్రావణాల శ్రేణికి గల భాష్పపీడన రేఖలు భాష్పీభవన స్థాన ప్రాంతంలో ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉంటాయనుకోవచ్చు. అటువంటప్పుడు AB/AC నిష్పత్తి వేరు వేరు ద్రావణాలకి స్థిరాంకంగా ఉండవచ్చు. ఒక విలీన ద్రావణానికి భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి భాష్పపీడన సాపేక్ష నిమ్నతకు అనులోమానుపాతంలో ఉందని సూచన.

రౌల్ట్ సూత్రంనుండి, భాష్పీభవన స్థాన సాపేక్ష నిమ్నత ద్రావిత మోల్ భాగానికి సమానమని తెలుసు. (23.3 చుడండి). దీనిని బట్టి, విలీన ద్రావణ విషయంలో

$$\Delta Te \ \alpha \ x_2$$

$$\Delta Te = Ke \cdot x_2 \qquad (1)$$

విలీన ద్రావణ విషయంలో $\frac{p^0 - p}{p^0} = \frac{W_2 M_1}{W_1 M_2}$ (23.4 లో సమీకరణం 5).

$$\Delta Te = ke \frac{W_2 M_1}{W_1 M_2} \qquad (2)$$

$\frac{W_2}{M_2} = W_1$ గ్రామ్‌ల ద్రావణిలో కరిగించిన ద్రావిత మోల్‌ను (మోలాల్ గాఢతతో పోల్చండి). Ke, M_1లు స్థిరాంకాలు కనుక, ΔTe మోలాల్ గాఢతకు అనులోమానుపాతంలో ఉందని సూచన. ఇది ఇంకా సూచించేదేమంటే; భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి ద్రావిత స్వభావంమీద ఆధారపడకుండా, ద్రావణ మోలాల్ గాఢతకు అనులోమానుపాతంలో ఉందని.

24.5. భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి

BRAOU

క్లాపెరాన్ - క్లాషియస్ సమీకరణం

ఒక ద్రవ విషయంలో భాష్పపీడనానికి (p), ఉష్ణోగ్రత (T)కు, భాష్పీభావన గుప్తోష్ణాని (Le)కి గల గణితాత్మక సంబంధాన్ని క్లాపెరాన్ - క్లాషియస్ సమీకరణం అంటారు.

$$\frac{d\ln p}{dT} = \frac{Le}{RT^2} \qquad (3)$$

ఇందులో

p = ద్రవ భాష్పపీడనం
Le = ద్రవ మోలార్ భాష్పీభావనోష్ణం
T = ఉష్ణోగ్రత
R = వాయు స్థిరాంకం

T, T_0లు వరుసగా ద్రావణానికీ; ద్రావణికీ భాష్పీడన స్థానాలనుకొని, Leని స్థిరమనుకొని సమీకరణం (3)ని సమాకలన (సమీకరణం 4) రూపంలో వ్రాయవచ్చు.

$$\ln \frac{p}{p^0} = -\frac{Le}{R}\left[\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right]$$

$$= -\frac{Le}{R}\left[\frac{T - T0}{TT_0}\right]$$

$$= -\frac{Le}{R}\ \frac{\Delta Te}{TT_0} \qquad (4)$$

విలీన ద్రావణాల విషయంలో, ద్రావణి భాష్పీభవన స్థానాన్ని (T_0)కీ, ద్రావణ భాష్పీభవన స్థానానికీ ఏమంత తేడా ఉండదు. కనుక T T_0 బదులు T^2_0 రాయవచ్చు. కనుక, సమీకరణం (4)ని తిరిగి ఇట్లు రాయవచ్చు.

$$\ln\left(\frac{p}{p^0}\right) = -\frac{Le}{R}\ \frac{\Delta Te}{T^2_0} \qquad (5)$$

$\frac{(p^0)}{p}$ రౌల్ట్ సూత్రం ప్రకారం x_1 (ద్రావణి మోల్ భాగం) రాయవచ్చు. సమీకరణం (5)ని తిరిగి వ్రాస్తే.

$$\ln x_1 = -\frac{Le}{R}\ \frac{\Delta Te}{T^2_0} \qquad (6)$$

కాని $x_1 = 1 - x_2$ (x_2 = ద్రావిత మోల్ భాగం)

$$\ln(1 - x_2) = -\frac{Le}{R}\ \frac{\Delta Te}{T^2_0} \qquad (7)$$

విలీన ద్రావణానికి x_2 చిన్నది, కనుక $\ln(1 - x_2) = (-x_2)$. ఇపుడు సమీకరణం (7)ని తిరిగి రాస్తే

$$(-x_2) = -\frac{Le}{R}\ \frac{\Delta Te}{T^2_0} \qquad (8)$$

$$x_2 = -\frac{Le}{R}\ \frac{\Delta Te}{T^2_0}$$

$$\Delta Te = -\frac{x_2 \times R \times T^2_0}{L} \qquad (9)$$

x_2 ని $\frac{W_2 M_1}{W_1 M_2}$ కి సమానమని రాయవచ్చు.

B R A O U

$$\therefore\ \Delta Tc = \frac{T^2_0 \times R}{Le} \times \frac{W_2 M_1}{W_1 M_2}$$

$$= \frac{RT^2_0}{} \times \frac{M_1}{Le} \times \frac{W_2}{W_1 M_2}$$

$$= RT^2_0 \times \frac{1}{le} \times \frac{W_2}{W_1 M_2} \qquad (10)$$

ఇందులో $le = \frac{Le}{M_1}$, ఒక గ్రామ్ ద్రావణికి గల భాష్పభవన గుప్తోష్ణం. సమీకరణం (10)లో కుడి ప్రక్కను 1000తో గుణించి, 1000తో భాగించి, సమీకరణం (10)ని తిరిగి సమీకరణం (11)గా రాస్తే

$$\Delta Te = \frac{RT^2_0}{1000\ le} \times \frac{1000\ W_2}{W_1 M_2} \qquad (11)$$

$$\Delta Te = Ke \times m$$

ఇందులో $Kc = \frac{RT^2_0}{1000\ lc}$; $m = \frac{1000 \times W_2}{W_1 M_2}$

ఒక ద్రావణికి Kc స్థిరాంకము. m = ద్రావణ మొలాలిటి, స్థిరాంకము Keని మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకము లేక భాష్పీభవన మాపక స్థిరాంకము అంటారు.

రౌల్ట్ సూత్రాన్ని అనుసరించే విలీన ద్రావణ విషయంలో భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి ద్రావణ మొలాలిటీకి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

ఇంతకుముందు సూచించిన సమీకరణాలను బట్టి (1) విలీన ద్రావణానికి భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి, ద్రావణ మొలాలిటీకి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
(2) అనులోమానుపాత స్థిరాంకం ద్రావిత స్వభావంమీద ఆధారపడకుండా, ద్రావణి స్వభావం మీదనే ఆధార పడుతుంది, ద్రావణి స్వభావం మీదనే ఆధారపడుతుంది. కొన్ని విలక్షణమైన ద్రావణుల మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకాలు పట్టిక 24.1లో ఉన్నాయి.

పట్టిక 24.1. కొన్ని విలక్షణ ద్రావణుల మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకాలు

ద్రావణి	Ke
నీరు	0.52
మిథైల్ ఆల్కహాల్	0.79
ఇథైల్ ఆల్కహాల్	1.20
ఎసిటోన్	1.70
బెంజీన్	2.70
క్లోరోఫారమ్	3.70
కార్బన్ టెట్రా క్లోరైడ్	5.00

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న – 1: మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకం అంటే ఏమిటి?

24.6. అణుభారాలను నిర్ణయించడం

ద్రావిత గాఢత తెలిసిన ద్రావణానికి ప్రయోగరీత్యా ΔTe విలువను (భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతిని) నిర్ణయించి, ఒక బాష్పశీలి కాని ద్రావితానికి అణుభారాన్ని నిర్ణయించవచ్చు. ఈ పద్ధతిని సామాన్యంగా భాష్పీభవన మాపక పద్ధతి అంటారు.

<u>ఈ పద్ధతి యొక్క సూత్రం</u> : అణుభారాన్ని నిర్ణయించవలసిన ద్రావితానికి తెలిసిన బరువు (W_2)ను తెలిసిన బరువు (W_1) గల ద్రావణిలో కరిగించి, విలీన ద్రావణాన్ని తయారుచేస్తారు. తరువాత, ప్రయోగరీత్యా, ఆ ద్రావణం యొక్క భాష్పీభవన స్థానాన్ని గాని, నేరుగా భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతిని (ΔTe)గాని నిర్ణయిస్తారు. $\Delta Te, W_1, W_2,$ Keల విలువలను సమీకరణం (12)లో ప్రతిక్షేపించి,

$$M_2 = Ke \frac{1000\, W_2}{W_1 \cdot \Delta Te} \qquad (12)$$

ద్రావిత అణుభారాన్ని (M_2) గణిస్తారు. Ke విలువ తెలియని ద్రవాల విషయంలో దీనిని వేరే ప్రయోగం ద్వారా పైన వర్ణించిన విధానాన్ని అనుసరించి, తెలిసిన అణుభారంగల ద్రావితాన్ని ఉపయోగించి, నిర్ణయిస్తారు. ఈ ప్రయోగంలో లభించిన ΔTe విలువను W_1, W_2, M_2లతో బాటు సమీకరణం (12)లో ప్రతిక్షేపించి, Keని గణిస్తారు.

అవగాహన ప్రశ్న – 2: భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి నుంచి బాష్పశీలికాని ద్రావిత అణుభారాన్ని ఎట్లు నిర్ణయించవచ్చు?

ప్రయోగ విధానాలు : ఈ పనికి మూడు పద్ధతులు ఉన్నాయి. అవి 1) బెక్ మన్ పద్ధతి 2) లాండ్స్ బర్గర్ పద్ధతి 3) కాట్రెల్ పద్ధతి.

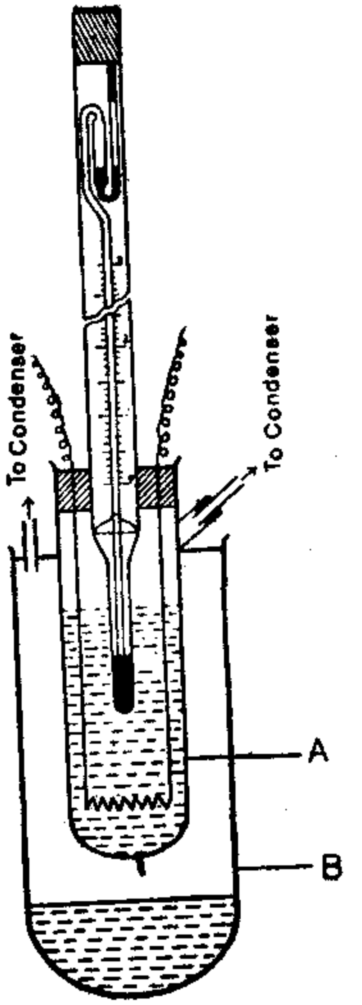
24.6.1. బెక్ మన్ పద్ధతి

భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతిని ఖచ్చితంగా, సూటిగా నిర్ణయించడానికి ఇ. బెక్ మన్ (1888) తన పేరుతో పిలువబడే ఒక ప్రత్యేక – థర్మా మీటర్‌ను తయారుచేసాడు.

BRAOU

మామూలుగా ఉపయోగించే థర్మామీటరువలె కాకుండా, ఈ థర్మామీటర్‌లో పైభాగం చివర ఒక తొట్టె (ఆశయం) ఉండి, రెండవ చివర బల్బు ఉంది. ఈ ఆశయం సహాయంతో థర్మామీటర్ బల్బులో పాదరసం మొత్తాన్ని మారుస్తుండడానికి వీలవుతుంది. బల్బులో పాదరసం మొత్తాన్ని మార్చగల అవకాశం ఉన్నందువల్ల, ఈ థర్మామీటరును -39° C నుండి $+250^{\circ}$ Cవరకు గల ఉష్ణోగ్రత – అవధిలో తగినంత ఖచ్చితంగా (0.001°) ఉపయోగించవచ్చు. పటం 24.2లో ఈ థర్మామీటరు చూడవచ్చు.

పటం 24.2. బెక్ మన్ థర్మా మీటరు.



పటం 24.3. బెక్‌మన్ పరికరం

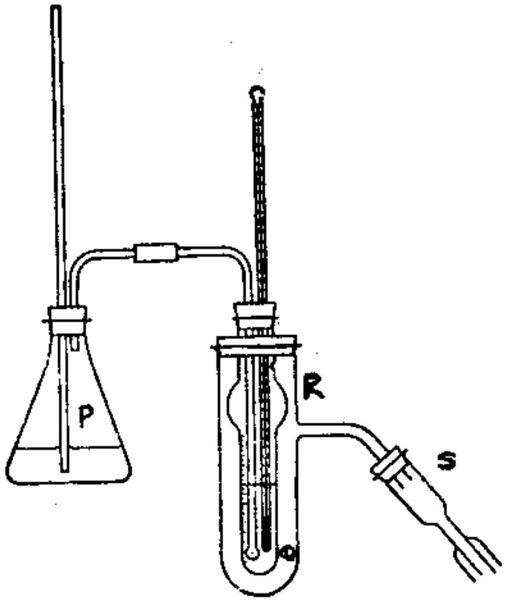
బెక్‌మన్ పరికరంలో పటం 24.3 చూపినట్లుగా అడుగు భాగంలో ఒక మందమైన ప్లాటినం తీగను అతికించిన భాష్పీభవన నాళం (మామూలుగా ఉపయోగించే ధర్మామీటరువలె కాకుండా, ఈ ధర్మామీటర్‌లో పైభాగం చివర ఒక తొట్టె (A), దానికి పై భాగంలో అమర్చిన ప్రక్క గొట్టం ఉంటాయి. ప్రయోగ ద్రవాన్ని భాష్పీభవన నాళం Aలోకి తీసికొని అడుగు భాగం నుండి వేడి చేస్తారు. నాళం అడుగున అతకించిన ప్లాటినం తీగ ద్వారా ఉష్ణం బల్బులోకి ప్రసరిస్తుంది. దీని వలన తేలికగా బుడగలు ఏర్పడి (super heating) అతితప్తతను నివారిస్తుంది. గాజు గుళికలను ద్రావణంలో వేస్తే మరగడం సాఫీగా సాగుతుంది. భాష్పీభవన నాళిక A, Bఅనే గాజు లేక పింగాణి తొడుగులో ఉంటుంది. ఈ తొడుగుకి మైకా కిటికీలు ఉంటాయి. అపుడపుడు వేడిచేయడానికి పరోక్ష పద్ధతిని అవలంబించి అతితప్తత లేకుండా అదనపు జాగ్రత్త వహిస్తారు. ఇందుకు ఎస్బెస్టస్ రింగులుగల ఎస్బెస్టస్ పెట్టెని వాడుతారు. ద్రవనష్టం లేకుండా A, Bలకు రిఫ్లక్స్ కండెన్సర్లను అమరుస్తారు.

24.6.2. లాండ్స్ బర్గర్ పద్ధతి

ఈ పద్ధతిలో జె.సకురై (1892) అభివృద్ధి పరచిన ఉష్ణప్రక్రియను అవలంబించి, అతి తప్తతను అత్యల్పంగా గాని, అసలే లేకుండా గాని, చేసారు. ద్రావణిని వేరే మరిగించి, ఉత్పత్తి అయిన ఆ వేడి భాష్పాన్ని ద్రావణం లోనికి పంపించి ద్రావణాన్ని వేడిచేస్తారు. జె.వాకర్, జె.ఎన్.లుమ్స్‌డెన్‌లు అభివృద్ధి (మెఋగు) పరచిన లాండ్స్ బర్గర్ పరికరాన్ని పటం 24.4లో చూడవచ్చు.

తెలిసిన మొత్తం గల ద్రావణిని Bలో ఉంచి, A నుండి ద్రావణి వేడి భాష్పాన్ని పంపించి, దాని ఉష్ణోగ్రతను హెచ్చిస్తారు. Bలోని ద్రావణి ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉన్నపుడు దానిని గుర్తిస్తారు. ఎక్కువైన భాష్పము Bయొక్క పైభాగంలో ఉన్న ఒక చిన్న రంధ్రము ద్వారా కండెన్సర్ Sలోకి పోతుంది. తూచిన ద్రావితం యొక్క మొత్తాన్ని Qలో కలిపి, ఇదివరలో లాగే Pనుండి వేడి భాష్పాన్ని పంపి, ద్రావణం ఉష్ణోగ్రతని దాని భాష్పీభవన స్థానానికి పెంచుతారు. ఉష్ణోగ్రత స్థిరమై కుదురు పడిన తర్వాత దానిని గుర్తిస్తారు. ద్రావణి, ద్రావణాలకి కొలిచిన భాష్పీభవన స్థానాలను బట్టి ΔTeని గణిస్తారు. సమీకరణం (12)లో $\Delta Te, W_1, W_2$లను ప్రతిక్షేపించి, అణుభారాన్ని గణిస్తారు.

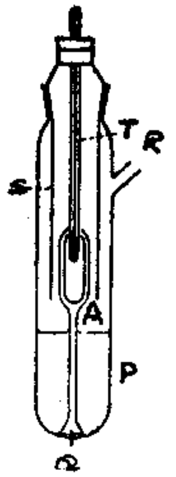
B R A O U



పటం 24.4. (పరివర్తింప బడిన) లాండ్స్ బర్గర్ పరికరము

24.6.3. క్రాటెల్ పద్ధతి

ఉష్ణోగ్రతా మాపకం బల్బుని ద్రవం తలం మీద ఉన్నప్పటి కంటె దానిని ద్రవంలో 3, 4 సెం.మీ. లోతున ఉంచినపుడు కొలిచిన భాష్పీభవన స్థానాలు సుమారు 0.1°C హెచ్చుగా ఉంటాయని ఎఫ్.జి.క్రాటెల్ (1919) సూచించాడు. ఈ ఇబ్బంది నుండి తప్పించుకొనేందుకు భాష్పీభవన స్థాన పరికరంలో ఒక ఏర్పాటును క్రాటెల్ అమర్చినాడు. దీనిలో ద్రవం తలం మీద భాష్ప ప్రావస్థలో ధర్మా మీటరు బల్బుని ఉంచి, దాని మీదికి మరిగే ద్రావణాన్ని ఎడతెరిపి లేకుండా పంప్ చేసేటట్లు ఏర్పాటు ఉంది. మొదట క్రాటెల్ ఉపయోగించిన పంప్ ఒక చివర గరాటు ఆకారంలో ఉన్న గాజు గొట్టం. ఈ గాజు గొట్టం కొంతభాగం ద్రవంలోను, మిగిలినది ద్రవం పైనా ఉంది, ద్రవం మరుగుతున్నపుడు ద్రవ మిశ్రితమైన బుడగల ప్రవాహం పంప్ గొట్టంలో పైకి వచ్చి ధర్మామీటరు బల్బుమీద చిందుతుంది. ఈ విధంగా ద్రవమూ, దాని భాష్పమూ బల్బు (తలం)మీద ఒకదానితో ఒకటి సమతాస్థితిలో ఉంటాయి. దీని వలన ధర్మామీటరు బల్బుకు కుదురైన ఉష్ణోగ్రతను చూపిస్తుంది. ఈ పరికరానికి సరళ రూపాన్ని పటం 24.5లో చూడవచ్చు.



పటం 24.5. క్రాటెల్ పరికరం.

P అనే గొట్టంలో మరిగే ద్రవం (ద్రావణి లేక ద్రావణం) ఉంటుంది. ఈ గొట్టం అడుగు భాగంలో అమర్చిన ప్లాటినం తీగ (Q) వలన మరగడం సాఫీగా సాగుతుంది. ప్రక్క గొట్టం Rకి ఒక కండెన్సర్‌ను అమరుస్తారు. T ఒక థర్మామీటరు చల్లబడిన ద్రవం థర్మామీటరును చేరకుండా S అనే మేంటిల్ ఆపుతుంది. A అనే పంప్ మరిగే ద్రవాన్ని థర్మామీటరు బల్బు మీదికి పోయడానికి పనిచేస్తుంది.

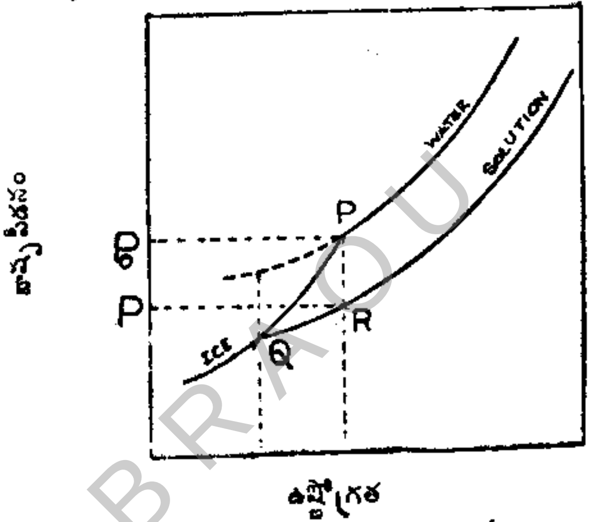
ఇంతకుముందు నిర్ధారణలో ఉపయోగించిన విధానాన్నే ఇందులో అవలంబిస్తారు.

24.7. ఘనీభవన స్థాన నిమ్నతి

సదృశ్యమైన రకాలకు చెందిన భిన్న పదార్థాల సమ మోలార్ ద్రావణాలు ఒక ద్రావణి ఘనీభవన స్థానాన్ని ఒకే పరిమితిలో తగ్గించాయని ఎఫ్.ఎమ్.రౌల్ట్ కని పెట్టినాడు. ద్రావణాల ఘనీభవన స్థానాల పరిశోధనను హిమాంక మాపనం (Cryoscopy) అంటారు.

24.8. ఘనీభవన స్థానం – భాష్ప పీడనం

ఒక స్వచ్ఛ ద్రావణి లేక ద్రావణానికి గల భాష్పపీడనాన్ని, ఘనీభవన స్థానాన్ని పటం 24.6లో చూడవచ్చు



పటం 24.6. ఘనీభవన స్థానము – భాష్ప పీడనము

BRAOU

నీటికి, మంచునకు గీసిన భాష్పపీడన రేఖలు T°వద్ద కలుస్తాయి. ఈ స్థానంలో నీరు, మంచు, సమతాస్థితిలో ఉన్నాయి. కనుక ఈ ఉష్ణోగ్రతను నీటి (ద్రావణి) ఘనీభవన స్థానంగా అనుకోవచ్చు. అట్లే, ద్రావణానికి, మంచునకు గీసిన భాష్ప పీడన రేఖలు T (ద్రావణ ఘనీభవన స్థానం) వద్ద కలుస్తాయి. కనుక QR (T_0 - T), ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత (ΔTf)కు సమానం. PR అనే దూరము నీటి (ద్రావణి) ఘనీభవన స్థానం వద్ద భాష్పపీడన నిమ్నత (p_0 - p)కు సమానం. ఎన్నో విలీన ద్రావణాల భాష్ప పీడన రేఖలు ఘనీభవన స్థానం దగ్గర సమాంతరంగా ఉంటాయి. దీని ఫలితమేమంటే, విలీన ద్రావణాల విషయంలో QR/PR స్థిరాంకంగా ఉంటుంది. దీనిని బట్టి, విలీన ద్రావణానికి,

$$\Delta Tf = Kf \, . \, x_2$$

$$\Delta Tf = Kf. \frac{W_2 . M_1}{W_2 . M_2} \qquad (13)$$

24.9. ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత : క్లాషియస్ – క్లేపెరాన్ సమీకరణము

ఒక ఘన పదార్థం యొక్క బాష్ప పీడనం (ps) దాని మోలార్ ఉత్పతనోష్ణానికి (Ls), ఒక ద్రావణి బాష్ప పీడనం (Pl) దాని మోలార్ బాష్పీకరణోష్ణానికి (Le), వరుసగా (14), (15) సమీకరణాల ద్వారా సంబంధించి ఉంటాయి. బాష్పము ఆదర్శ వాయునియమాల్ని పాటించి, దాని ఘనపరిమాణం ఘన పదార్థం యొక్క లేక ద్రవము యొక్క ఘన పరిమాణం కంటె ఎక్కువైనప్పుడే ఈ సంబంధాలు వర్తిస్తాయి.

$$\frac{d \ln ps}{dT} = \frac{Ls}{RT^2} \qquad (14)$$

$$\frac{d \ln pl}{dT} = \frac{Le}{RT^2} \qquad (15)$$

సమీకరణం (14) ఒక అతి శీతల ద్రవానికి చెందినట్లయితే, (14, 15) సమీకరణాలు ఒకే ఉష్ణోగ్రత (T) వద్ద చెల్లుతాయి.

$$\frac{d n \left(\frac{ps}{pl}\right)}{dT} = \frac{Ls - Le}{RT^2} = \frac{Lf}{RT^2} \qquad (16)$$

Lf = మోలార్ ద్రవీభవనోష్ణం.

ద్రావణ ఘనీభవన స్థానం వద్ద ఘన పదార్థం (మంచు) యొక్క బాష్పపీడనం దాని (మంచు)తో సమతాస్థితిలో ఉన్న ద్రావణం యొక్క బాష్ప పీడనం (pl)కు సమానం.

కనుక, ద్రావణ ఘనీభవన స్థానం వద్ద

$$\frac{d \ln \left(\frac{pl}{ps}\right)}{dT} = \frac{Lf}{RT^2} \qquad (17)$$

ఇందులో pl, ps ద్రావణం, ద్రావితం బాష్ప పీడనాలు. pl/ps x_1 కి సమానము. రౌల్ట్ సూత్రాన్ని వర్తింప జేస్తే,

$$\frac{d \ln x_1}{dT} = \frac{Lf}{RT^2} \qquad (18)$$

T, T_0 ఉష్ణోగ్రతల వద్ద సమీకరణం (18)ని సమాకలనం చేస్తే, సమీకరణం (19) వస్తుంది.

$$\ln x_1 = -\frac{Lf}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$$

$$= -\frac{Lf}{R}\frac{\Delta Tf}{T_0^2} \qquad (19)$$

BRAOU

విలీన ద్రావణానికి $T_0 T$ ని T^2కి సమానమన్నప్పుడు, x_1 కి బదులు $(1 - x_2)$ ని వ్రాయవచ్చు. ఇంకా, విలీన ద్రావణానికి x_2 చాలా చిన్నదైనపుడు $\ln (1 - x_2)$ కి సమానమౌతుంది.

కనుక సమీకరణం (19)ని ఇలా వ్రాయవచ్చు.

$$\Delta Tf = \frac{RT_0^2}{Lf} X x_2$$

1000తో గుణించి, 1000 చేతనే భాగించగా,

$$\Delta Tf = \frac{RT_0^2}{1000\ Lf} X \frac{1000 W^2}{M_2 W_1}$$

$$= K_f m \qquad (20)$$

ఇందులో, K_f ని మోలాల్ నిమ్నతా స్థిరాంకం లేక హిమాంకమాపన స్థిరాంకం అంటారు. కొన్ని విలక్షణమైన ద్రవాల మోలాల్ ఘనీభవన స్థాన నిమ్నతా స్థిరాంకాలు పట్టిక 24.2లో చూడవచ్చు.

పట్టిక 24.2 : విలక్షణమైన ద్రావణుల మోలాల్ ఘనీభవన నిమ్నతా స్థిరాంకాలు.

ద్రావణి	K_f
నీరు	1.86
బెంజీన్	5.1
నాఫ్తలీన్	7.0
సైక్లోహెక్సేన్	20.2
కేంఫర్	40.0

24.10. అణుభారాన్ని నిర్ణయించడం

కరిగిన బాష్పశీలి కాని ద్రావితాల అణుభారాల్ని నిర్ణయించడానికి ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత పద్ధతిని తరచుగా వాడుతారు. ఇందుకు ఉపయోగించే సమీకరణాన్ని ఇలా రాయవచ్చు.

$$M_2 = K_f \frac{1000 W_2}{\Delta T_f W_1} \qquad (21)$$

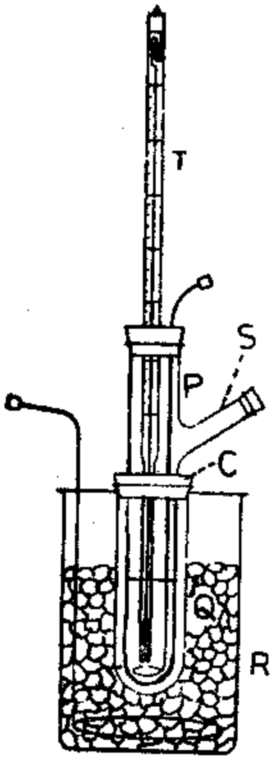
ఇందులో K_f = మోలాల్ ఘనీభవన స్థాన నిమ్నతా స్థిరాంకము.
W_1 = ద్రావణి భారము.
W_2 = బాష్పశీలి కాని ద్రావిత భారము.
ΔT_f = ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత.
M_2 = ద్రావిత అణుభారం.

ముఖ్యమైనవీ, ప్రజాదరణ పొందినవీ అయిన రెండు పద్ధతులు ఇవి : 1) బెక్‌మన్ పద్ధతి 2) రాస్ట్ సూక్ష్మ పద్ధతి.

BRAOU

24.10.1. బెక్‌మన్ పద్ధతి

బెక్‌మన్ ఉపయోగించిన పరికర రూపాన్ని పటం 24.7లో చూడవచ్చు.



ఈ పరికరంలో P అనే ఘనీభవన స్థాన నాళిక ఉంటుంది. ఈ నాళికలో తెలిసిన బరువు (W_1) గల స్వచ్ఛమైన ద్రావణిని తీసికొని, అందులో T అనే ఒక బెక్‌మన్ ధర్మామీటరును ఉంచుతారు. ఘనీభవన స్థాననాళిక Pని ధర్మామీటరుతో కూడా Q అనే జాకెట్ గొట్టంలో రబ్బర్ శంకువు C ద్వారా ఉంచుతారు. ఇలా అమర్చిన పరికరాన్ని R అనే పాత్రలో హిమీకరణ మిశ్రమంలో ఉంచుతారు. సమీకరణ మిశ్రమం యొక్క ఉష్ణోగ్రతను ద్రావణ ఘనీభవన స్థానానికి దిగువలో 5^0 మించకుండా చూస్తారు. Pలోని ద్రవాన్ని మొట్టమొదట ఘనీభవించనిచ్చి, ముందే సెట్ అయిన బెక్‌మన్ ధర్మామీటరు రీడింగ్‌ను గుర్తిస్తారు. తరువాత P నాళికను తీసి, ఘనీభవించిన ద్రావణి కరిగే (ద్రవించే) వరకు కొంచెం వెచ్చ చేస్తారు. ఈ కరిగిన ద్రావణిలోకి తూచిన ద్రావిత మొత్తాన్ని ప్రక్కగొట్టం ద్వారా వీలైనంత త్వరగా కలుపుతారు. నాళికలోని అంశాలను ద్రావితం సంపూర్ణంగా కరిగేవరకు కలుపుతారు. నాళిక Pని Q గొట్టంలో తిరిగి పెట్టివేసి, ప్రయోగాన్ని మళ్ళీ చేస్తారు. ద్రావణి ఘనీభవన స్థానానికి అనురూపంగా ఉండి ధర్మామీటరులో స్థిరంగా ఉన్న రీడింగ్‌ను చూస్తారు. ధర్మామీటరులోని ఈ రెండు రీడింగ్‌ల తేడా ΔTf. ΔTf, W_1, W_2, Kfల విలువలను బట్టి M_2ని గణిస్తారు. ఈ ద్రావణికి K_f విలువ తెలియకపోతే, తెలిసిన ద్రావితం యొక్క ద్రావణంతో వేరే ప్రయోగంలో ఈ విధానంలోనే దానిని నిర్ణయిస్తారు.

పటం 24.7. బెక్‌మన్ ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత పరికరం.

24.10.2. రాస్ట్ సూక్ష్మ పద్ధతి

నాఫ్తలీన్, లేక కేంఫర్‌వంటి ఘనద్రావణాల్లో ఘనపదార్థాల ఘన ద్రావణాలకి ఈ పద్ధతిని సామాన్యంగా వాడుతారు. కొన్ని మిల్లిగ్రామ్‌ల ద్రావితాన్ని తెలిసిన బరువు (ద్రావిత భారానికి 10 రెట్లు) గల ఘన-ద్రావణిలో కలిపి దానినంతా ద్రవించేటట్లు వేడిచేస్తారు. ఈ ద్రవించిన మొత్తాన్ని ఘనీభవింపనిస్తారు. గడ్డకట్టిన తరువాత, ఈ మిశ్రమాన్ని పరిశుభ్రమైన కల్వంలో మెత్తగా నూరి, ఒక కేశనాళం (కర్బన పదార్థాల ఘనీభవన స్థానాన్ని నిర్ణయించేందుకు ఉపయోగించేటటువంటిది) లోకి ఎక్కిస్తారు.

ఈ కేశనాళికను ధర్మామీటరు బల్బుకి అంటగట్టి (అతికించి), దానిని తైల తాపకంలో గాని సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్ల తాపకంలో గాని ఉంచి, తాపకంయొక్క ఉష్ణోగ్రతను హెచ్చిస్తారు. కేశనాళికలో ఉన్న ద్రవ్యరాశి ద్రవంగా మారే ఉష్ణోగ్రతను ధర్మామీటరు నుండి గుర్తిస్తారు. స్వచ్ఛమైన ఘన ద్రావణితో ఈ ప్రయోగాన్ని చేసి స్వచ్ఛ ద్రావణి ఘనీభవన స్థానాన్ని తెలిసికొంటారు. ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించిన మిశ్రమం (ద్రావణం) యొక్క, స్వచ్ఛ ద్రావణి యొక్క ఘనీభవన స్థానాలనుబట్టి ΔTf ని గణిస్తారు. ఈ విలువను W_1, W_2, Kల విలువలతో సమీకరణం (21)లో ప్రతిక్షేపించి, M_2 ను గణిస్తారు.

B R A O U

24.11. సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు తెలుసుకున్న విషయాలు :

i) భాష్పపీడన నిమ్నత మరియు భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతికి గల సంబంధము.

ii) భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి : క్లేపెరాన్-క్లాషియస్ సమీకరణం.

iii) విలీన ద్రావణ విషయంలో భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి ద్రావణ మొలాలిటీకి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

iv) భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతిని నిర్ణయించి అణుభార నిర్ణయము.

v) భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి ΔT_e నిర్ణయానికి ప్రయోగాత్మక పద్ధతులు.

vi) పై విధంగానే భాష్పశీలికాని ద్రావిత అణుభార నిర్ణయానికి ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత నిర్ణయము.

vii) ΔT_f నిర్ణయానికి ప్రయోగ విధానాలు.

24.12. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది వానిలో ప్రతిదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారానికీ, భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతికి గల సంబంధాన్ని రాబట్టండి.
2. కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి బెక్‌మన్ పద్ధతిని వర్ణించండి.
3. ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత, కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి ఎట్లా ఉపయోగపడుతుంది?

II. కింది వానిలో ప్రతిదానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. కణాధార ధర్మాలంటే ఏమిటి? కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి ఘనీభవన స్థాన నిమ్నత ఎట్లా ఉపయోగపడుతుందో విమర్శపూర్వకంగా చర్చించండి.
2. భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి పద్ధతి ననుసరించి కరిగిన పదార్థంయొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడానికి లభించే వేరువేరు పద్ధతుల్ని పోల్చి, వానిలో గల తేడాలను వివరించండి.

24.13. అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. ఒక మోల్ ద్రావితాన్ని 1000 గ్రా.ల ద్రావణిలో కరగించగా కలుగు భాష్పీభవన స్థాన పెరుగుదలనే మోలాల్ ఉన్నతి స్థిరాంకం K_e అంటారు.

2. భాష్పశీలి కాని ద్రావితాన్ని నియమిత ద్రవ్యరాశి గల తగు ద్రావణిలో కరిగించి ప్రయోగాత్మకంగా భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతిని నిర్ణయింతురు. (Ke) దీనిని కింది సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించి ద్రావిత అణుభారాన్ని లెక్కింతురు.

$$M_2 = Ke \frac{1000\ W_2}{W_1\ \Delta Te}$$

రచయిత : డా. కె. లక్ష్మీనారాయణ

అనువాదం : శ్రీ పి.వి.సోమయాజులు

భాగం-25 : ద్రవాభిసరణం లేదా ఆస్మాసిస్

విషయ క్రమం

25.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
25.2 పరిచయం
25.3 ద్రవాభిసరణం లేదా ఆస్మాసిస్
25.4 అర్థపారదర్శకపు పొర
25.5 ద్రవాభిసరణపీడనం
25.6 ద్రవాభిసరణపీడనంకొలవడం
25.6.1 ఫెఫర్ పద్ధతి
25.6.2 మోర్స్ - ఫ్రాజర్ పద్ధతి
25.6.3 బెర్క్లీ - హార్ట్లి పద్ధతి
25.6.4 ప్లాస్మోలిటిక్, హిమోలిటిక్ పద్ధతులు
25.7 ద్రవాభిసరణపీడనం, బాష్పపీడనం
25.8 ద్రవాభిసరణపీడనం, ద్రావణంగాఢత
25.9 విలీన ద్రావణాలు - వాయునియమాలు
25.10 కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారం నిర్ణయించడం
25.11 ఐసోటానిక్ ద్రావణాలు
25.12 సారాంశం
25.13 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
25.14 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

25.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం ద్రవాభిసరణ అంటే ఏమిటో వివరించడం, ఒక విలీన ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని ఉపయోగించి ఆద్రావణంలో కరిగి ఉన్న పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించే విషయాన్ని తెలియజేయడం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా చదివిన తరువాత మీరు అర్థం చేసుకొనే విషయాలు ఇలా వుంటాయి.

- ఒక విలీన ద్రావణం లేదా శుద్ధ ద్రావణి, గాఢ ద్రావణం నుంచి అర్థపారదర్శకపు పొరచేత వేరుచేయబడినప్పుడు, శుద్ధ ద్రావణి లేదా విలీన ద్రావణం నుంచి ద్రావణి గాఢ ద్రావణంలోకి ప్రవహించడాన్ని ద్రవాభిసరణం అంటారు.
- రెండు భిన్న గాఢతలు గల ద్రావణాలు ఒకపొరచేత వేరుచేయబడినప్పుడు, ఆ పొర దాని ద్వారా ద్రావితాన్ని గాని, ద్రావణిని గాని మాత్రమే (రెండింటినీ కాదు) పోనిస్తే ఆ పొరని అర్థపారదర్శకపు పొర అంటారు.
- జంతువుల తిత్తులు, మొక్కల జీవ కణాలు, జంతువుల జీవ కణాలు, కాపర్ ఫెర్రోసయనైడ్ వంటి కొన్ని సంశ్లేషిత రసాయన సంయోగపదార్థాలు అర్థపారదర్శక పొరలను తయారు చేయడానికి వుపకరిస్తాయి.
- ఒక ద్రావణం, ఒక ద్రావణి నుంచి గాని, విలీన ద్రావణం నుంచి గాని అర్థపారదర్శకపు పొర ద్వారా వేరుచేయబడినప్పుడు, ద్రవాభిసరణ సమతాస్థితి వద్ద గాఢ ద్రావణం వైపు ఏర్పడిన అదనపు జల స్థితిక పీడనానికి, ద్రవాభిసరణ పీడనం సమానమవుతుంది.

BRAOU

- ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని ప్రయోగం ద్వారా కింది విధానాంతో నిర్ణయిస్తారు. (a) ఫెఫర్ పద్ధతి (b) మోర్స్-ఫ్రాజర్ పద్ధతి (c) బర్క్లీ పద్ధతి (d) ప్లాస్మొలిటిక్, హిమోలిటిక్ పద్ధతులు.
- ఒక ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనానికి, దాని గాఢతకు గల సంబంధం $\pi = CRT$ అనే సమీకరణం వల్ల తెలుస్తుంది.

25.2 పరిచయం

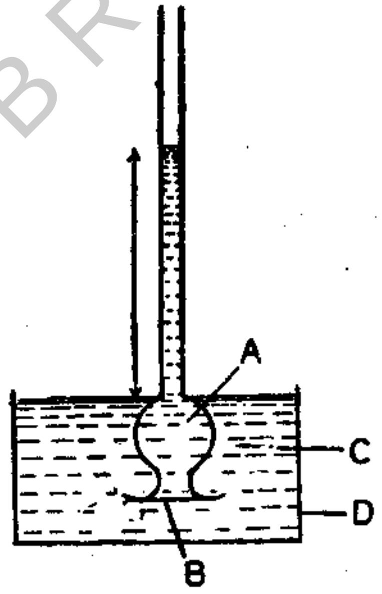
ఒక పెద్ద ఫ్లాస్క్‌ను ఆల్కహాల్‌తో నింపి, దాని మూతికి ఒక జంతువు తిత్తిని కట్టి, దాన్ని నీటి తొట్టిలో ముంచితే ఆతిత్తి క్రమంగా ఉబ్బుతుందని, ఒక్కొక్కప్పుడు పగలడం కూడా జరుగుతుందని ఆబ్బె నోలెట్ (1748) గమనించాడు. నీరు తిత్తి ద్వారా ఆల్కహాల్‌లో ప్రవేశించడం వల్ల ఇలా జరిగింది. అదే సమయంలో ఆల్కహాల్ తిత్తి ద్వారా నీటిలోకి ప్రవేశించడం జరగదు. నీరు ఫ్లాస్క్‌లోకి ప్రవేశించడం వల్ల పీడనం పెరగడం వల్ల తిత్తి ఉబ్బడం, తరువాత పగలడం జరిగాయి.

25.3 ద్రవాభిసరణం లేదా ఆస్మాసిస్

తిత్తి ద్వారా నీరు, ఆల్కహాల్‌లో ప్రవేశించడానికి ఆర్డుట్రోచెట్ (1832) ఎండ్ - ఆస్మాసిస్ (endosmosis) అని పేరు పెట్టాడు. తిత్తిని అర్ధపారదర్శకపు పొర అన్నాడు. ఎందుకంటే అది దాని ద్వారా నీటిని మాత్రమే పోనిచ్చింది. కాని ఆల్కహాల్ ను పోనివ్వలేదు. తరువాతి సంవత్సరాలలో 'ఎండాస్మాసిస్‌లో' లో 'ఎండ్' అనే పదాన్ని వదిలేసి, ఈ దృగ్విషయాన్ని 'ఆస్మాసిస్' (గ్రీక్ : తోయడం) అన్నారు. నీరు ఒక పజల ద్రావణం నుంచి ఒక అర్ధపారదర్శకపు పొర చేత వేరుచేయబడినప్పుడు నీరు దానంతట అదే పజల ద్రావణంలోకి ప్రవహించడాన్ని తెలపడానికి అసలు ఈ పదాన్ని వాడారు. ఒక విలీన ద్రావణం నుంచి ఒక గాఢ ద్రావణం ఒక అర్ధపారదర్శకపు పొర చేత వేరుచేయబడినప్పుడు విలీన ద్రావణం నుంచి నీరు గాఢ ద్రావణంలోకి ప్రవహించడానికి కూడా ఈ ద్రవాభిసరణ భావనను విస్తృత పరిచారు.

25.4 అర్ధపారదర్శకపు పొర (Semi permiable membrane)

పంది తిత్తి (Pig's bladder) తో బిగించిన ఒక థిసిల్ గరాటును గాఢ చక్కెర ద్రావణంలో నింపి, దానిని నీరుగల బీకర్‌లో ఉంచిన ఒక ఏర్పాటును తీసుకుందాం.



పటం 25.1 జంతు పొరద్వారా ద్రవాభిసరణ

BRAOU

బీకర్ (D) లోని నీరు (C) జంతు తిత్తిపొర (B) ద్వారా థిసిల్ గరాటులోకి (A) ప్రవహించి ద్రావణంలోకి చేరుతుంది. గరాటులోని ద్రావణం మీద నీరు కలగజేసిన అదనపు జలస్థితిక పీడనం (Hydrostatic Pressure) నీటిని తిరిగి వెనకకు బీకర్‌లోకి తోసేవరకు ఈ ప్రక్రియ కొనసాగింది. నీరు వెనకకి ప్రవహించడం, పొరద్వారా నీరు బీకరునుంచి గరాటులోని ద్రావణం లోకి ప్రవహించడం ఒకే రేటుతోనే జరుగుతాయని తెలిసింది. బీకరునుంచినీరు పొర ద్వారా గరాటులోపలికి ప్రవేశించడం ద్రవాభిసరణం వల్ల కలుగుతుంది. గరాటు నుంచి నీరు పొర ద్వారా బయటివైపు ప్రవాహం (వెనకవైపు ప్రవాహం) గరాటులోని ద్రావణం మీద ఏర్పడిన అదనపు జలస్థితిక పీడనంవల్ల కలుగుతుంది. ఈ రెండు ప్రక్రియల రేట్లు ఒకటే అయితే అస్థితిని సమతాస్థితి అంటారు. అయితే యీ ప్రక్రియలో దాని ద్వారా నీటిని మాత్రమే పోనిచ్చి, చక్కెరను పోనివ్వని పొరను (పందితిత్తి) అర్ధపారదర్శకపుపొర అంటారు. ఒక ద్రావణంలోని రెండు అనుఘటకాలలో (ద్రావితం లేదా ద్రావణి) ఏదో ఒకదానిని మాత్రమే తన ద్వారా పోనిచ్చే (రెండింటినీ కాదు) పొరను, అర్ధపారదర్శకపు పొర అంటారు. అటువంటి పొరలలో చాలా రకాలున్నాయి. ఒక యుగ్మ ద్రావణం యొక్క ఒక అనుఘటకాన్ని మాత్రమే తమ ద్వారా పోనివ్వడం, రెండోదాన్ని పోనివ్వక పోవడం వీటన్నింటికీ అభిలక్షణం. సెల్లోఫేన్ కాగితాలు, జంతువుల తిత్తులు, జంతుకణ పొరలు, వృక్షకణ పొరలు అటువంటి అర్ధపారదర్శకపు పొరలకు ఉదాహరణలు. కాపర్ ఫెర్రోసయనైడ్ అనే రసాయన సంయోగపద్ధాం రసాయనిక పారదర్శకపు పొరకు ఉదాహరణ. అది నీటిని స్వేచ్ఛగా దాని గుండా పోనిస్తుంది. కాని ద్రావణంలో కరిగిఉన్న పదార్థాన్ని పోనివ్వదు. అర్ధ పారదర్శకపు పొరగా పనిచేసిన ఇతర రసాయన సంయోగపదార్థాలు ప్రష్యన్ బ్లు, కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్.

అర్ధ పారదర్శకపు పొరలు, జల్లెడలాగా పనిచేసి పెద్ద అణువులను ఆపి, చిన్న వాటిని వాటిగుండా పోనిస్తాయని ఎమ్.ట్రాబె అనుకొన్నాడు. కాని ద్రావితం యొక్క పెద్ద అణువుల వ్యాసం కన్నా కూడా అనేక రెట్లు వ్యాసం గల పెద్ద రంధ్రాలున్న పొరలు ద్రావితాలను తమగుండా పోనివ్వకుండా నివారించగలవని త్వరలోనే తెలిసింది. ఏమ్.ఎల్.హెర్మిట్, ఇతరులు వేరువేరు రకాల పొరల నుపయోగించి ద్రవాభిసరణ ప్రయోగాలు జరిపారు. పొరలో ద్రావణి ద్రావణీయత, ద్రావితం యొక్క అద్రావణీయలవల్ల అర్ధ పారదర్శకత్వం కలుగుతుందని వారు ప్రతిపాదించారు. ఇక్కడ ద్రావణీయత అంటే ఉపరితల ద్రావణీయత (Surface solubility) లేదా అధిశోషణ (Adsorption)అని అర్థం చేసుకోవాలి.

అవగాహన ప్రశ్న –1: అర్ధపారదర్శక పొర అవగా నేమి?

25.5 ద్రవాభిసరణ పీడనం (TT)

ఒక అబాష్ప శీల ద్రావితం యొక్క విలీన ద్రావణం (C) లేదా శుద్ధ ద్రావణి, ఆ ద్రావితం యొక్క గాఢ ద్రావణం (A) నుంచి పటం 25.1 లో చూపినట్లు ఒక అర్ధ పారదర్శకపు పొర చేత వేరుచేయబడిందని ఊహించుకుందాం.

పొర ద్రావణి (నీరు) కి మాత్రమే పారదర్శకంగా ఉంది అంటే పొరగుండా, నీరు మాత్రమే పొగలదు. కనక, ద్రావణం (C) నుంచిద్రావణం(A) లోకి ద్రావణి (నీరు) ద్రవాభిసరణ వల్ల ప్రవహిస్తుంది. విలీన ద్రావణం నుంచి ద్రావణి, గాఢ ద్రావణంలోకి ప్రవహించడం ఫలితంగా ద్రావణంAమీద జలస్థితిక పీడనం ఏర్పడుతుంది. ద్రవాభిసరణం కారణంగా నీరు, లోపలివైపు ప్రవాహాన్ని ఎదిరించి, సమతాస్థితి వచ్చేవరకు ద్రావణం మీద జలస్థితిక పీడనం కొనసాగుతుంది. ఒక విలీన ద్రావణం, గాఢ ద్రావణం నుంచి అర్ధపారదర్శకపు పొర చేత వేరుచేయబడినప్పుడు సమతాస్థితి దశవద్ద ఏర్పడిన జలస్థితిక పీడనం సంఖ్యాపరంగా ద్రవాభిసరణ పీడనానికి సమానంగా వుంటుంది. కాబట్టి గాఢ ద్రావణంలోకి ద్రావణి (నీరు) ప్రవహించడానికి ద్రవాభిసరణ పీడనం కారణమని, ద్రావణంపైన ఏర్పడిన జలస్థితిక పీడనం లోపలి ప్రవాహాన్ని (ద్రవాభిసరణను) నివారిస్తుందని తెలుస్తోంది. ఫలితంగా ద్రవాభిసరణ పీడనం సంఖ్యాపరంగా జలస్థితిక పీడనానికి సమానమయ్యినప్పుడు ద్రావణిలోపలికి ప్రవహించడం ఆగిపోతుంది. అందువల్ల ఒక గాఢ ద్రావణం ఒక విలీన ద్రావణం నుంచి అర్ధపారదర్శకపు పొరచేత వేరుచేయబడినప్పుడు విలీనద్రావణం నుంచి ద్రావణి గాఢ ద్రావణంలోకి పోకుండా నివారించడానికి గాఢ ద్రావణం మీద ప్రయోగించవలసిన అదనపు జలస్థితిక పీడనమే ద్రవాభిసరణ పీడనమని నిర్వచిస్తారు.

B R A O U

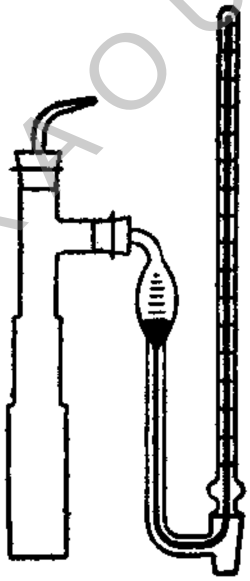
25.6 ద్రవాభిసరణ పీడనం కొలవడం

ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని నిర్ణయించడానికి వివిధ పద్ధతులు ప్రతిపాదించబడ్డాయి. ఈ పద్ధతులను కింద క్లుప్తంగా పేర్కొనడం జరిగింది.

25.6.1 ఫెఫర్ పద్ధతి (Pfeffer's Method)

ఫెఫర్ పోర్సిలిన్ ఆస్మోటిక్ పాత్రను ఉపయోగించాడు. దాని సూక్ష్మ రంధ్రాలలో (pores) పొర నిక్షిప్తం చేయబడింది. ఈ పరికరం పటం 25.2 లో చూపబడింది.

ద్రవాభిసరణ పాత్రను, మెరుగు పర్చని పోర్సిలీన్‌తో చేసిన కుండలనుంచి తయారు చేస్తారు. పాత్రను స్వేదన జలంతో పరిశుభ్రం చేస్తారు. పాత్రను నీటిలో ముంచి ఉంచి, దాని సూక్ష్మ రంధ్రాల (proes) నుంచి గాలిని పూర్తిగా తొలగిస్తారు. తరవాత పాత్రను 3% కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంతో నింపి, అదే ద్రావణమున్న ఇంకో పాత్రలో అనేక గంటలపాటు ఉంచుతారు. చివరికి పాత్రను రెండవ పాత్రనుంచి బయటకు తీసి, త్వరగా స్వేదనంతో జలంతో కడిగి, ముందు ఫిల్టర్ కాగితంతో పొడిగా చేసి, చివరగా గాలిలో ఉంచి ఎండ బెడ్తారు. ఎండబెట్టిన పాత్రని తరువాత 3% పొటాషియమ్ ఫెర్రోసయనైడ్ ద్రావణంతో నింపి, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణమున్న పాత్రలో ఉంచుతారు. ఈ ప్రక్రియలో కాపర్ సల్ఫేటు, పొటాషియం ఫెర్రోసయనైడ్ ద్రావణాల రసాయన చర్యద్వారా కాపర్ ఫెర్రొసయనైడ్ ఒకొ పొర రూపంలో పాత్ర సూక్ష్మ రంధ్రాలలో అవక్షేపితం అవుతుంది. ఈ పాత్రను రెండు రోజుల పాటు కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంలో ఉంచి, చివరగా దాని మూతిని మూసివేస్తారు. ఈ విధంగా చేయడం ద్వారా పాత్రలోపల అదనపు పీడనం ఏర్పడుతుంది. రెండు ధ్రావణాల ద్రవాభిసరణ పీడనంలో వ్యత్యాసం వల్ల ఇది సాధ్యమయింది. ఈ చర్య సూక్ష్మ రంధ్రాలలో ఏర్పడిన పొరయొక్క బలాన్ని పెంచుతుంది.



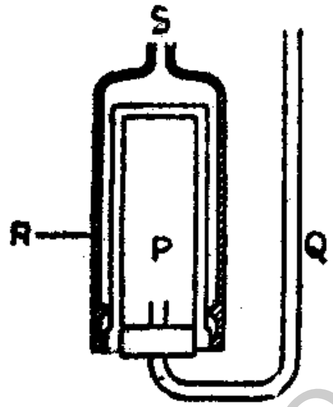
పటం 25.2 ఫెఫర్ పరికరం

పాత్రను పొటాషియమ్ నైట్రేట్ తో నింపి ఒకటి రెండు రోజులు మూసి ఉంచడంవల్ల పొరను ఇంకా బలవత్తరం చేస్తారు. ఇప్పుడు ఈ పాత్ర ద్రావణాల ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని కొలవడానికి సిద్దంగా వుంది. పాత్రను ప్రయోగం చేయవలసిన ద్రావణంతో నింపుతారు. పాత్రకు ఒక మానోమీటర్ తగిలిస్తారు. చివరికి పాత్రను ఒక రబ్బరు బిరడాతో మూసివేస్తారు. బిరడాద్వారా పోతున్న గాజు గొట్టాన్ని సీల్ చేస్తారు. దీనివల్ల గాలి పాత్రలో ప్రవేశించకుండా

నివారించబడుతుంది. ఈ మొత్తం ఏర్పాటును స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న నీటి తొట్టిలో ఉంచుతారు. ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని మానో మీటర్ నుంచి తెలుసుకుంటారు.

25.6.2 మోర్స్- ఫ్రాజర్ పద్ధతి (Morse- Frazer Method)

ఇది ఫెఫర్ పద్ధతిమీద మెరుగుపరచబడినది. మెరుగుదల, పొర (కాపర్ ఫెర్రో సయనైడ్) తయారుచేసే పద్ధతిలో ఉంది. ఈ విధానంలో ఫెఫర్ పద్ధతిలోవలె కాకుండా పొరని ఎలెక్ట్రోలిటిక్ విధానంతో తయారుచేస్తారు. ఫెఫర్ ప్రయోగంలోవలెనే, బైండర్ ఏదీ కలపకుండా నున్న బంకమన్నుతో చేసిన రంధ్రయుతమైన కుండనుంచి ఆస్మోటిక్ పాత్రను తయారు చేస్తారు. కుండను నీటితో శుభ్రంగా కడిగి, విలీన కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంతో నింపుతారు. అప్పుడు దానిని పొటాషియమ్ ఫెర్రో సయనైడ్ ద్రావణమున్న బయటి పాత్రలో ఉంచుతారు. కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణమున్న పాత్రలో ఒక కాపర్ ఎలెక్ట్రోడ్‌ను ఉంచుతారు. పొటాషియమ్ ఫెర్రో సయనైడ్ ఉన్న వెలుపలి పాత్రలో ఒక ప్లాటినమ్ ఎలెక్ట్రోడ్ ఉంచుతారు.



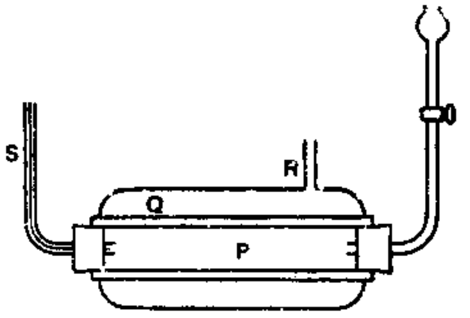
పటం 25.3 ఫ్రేజర్ పరికరం
P- ఆస్మోటిక్ పాత్ర, Q- ప్రక్క గొట్టం, R - బ్రాంజ్ సిలండర్, S -మానోమీటరుకు కలిపే గొట్టం

ఎలెక్ట్రోడ్‌లను బాటరీకి కలుపుతారు. ఈ ప్రక్రియలో లోపలినుంచి కాపర్ అయాన్‌లను, వెలపలినుంచి ఫెర్రో సయనైడ్ అయాన్‌లను కుండయొక్క సూక్ష్మరంధ్రాలలోకి పోయేటట్లు చేయవచ్చు. అప్పుడు సూక్ష్మ రంధ్రాలలో కాపర్ సయనైడ్ ఎలెక్ట్రోలిటిక్‌గా అవక్షేపిత మవుతుంది. పాత్రలో ఉండే ద్రవాలను ఖాళీ చేసి, పాత్రను నీటితో కడిగి, అనేక రోజుల పాటు స్వేదన జలంలో ఉంచుతారు. తరవాత పాత్రని విలీన కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంతో నింపి, ఫెర్రోసయనైడ్ ఉన్న వెలపలి పాత్రలో ఉంచి, ఎలెక్ట్రాలిసిస్ ప్రక్రియను మళ్ళీ జరుపుతారు. చివరగా పాత్రలోని ద్రవాలను ఖాళీచేసి, పాత్రను కడిగి, దాన్ని అనేక రోజుల పాటు స్వేదనజలంలో ఉంచుతారు. ఈ ఎలక్ట్రాలిసిస్, కడగటం ప్రక్రియలు అనేకసార్లు జరిపి అధికపీడనాలను తట్టుకోగల పారదర్శకపు పొరను ఉత్పత్తి చేస్తారు. ఈ విధంగా తయారుచేసిన పాత్రను ఫెఫర్ ప్రయోగంలో పేర్కొన్న విధానాన్ని పోలిన పద్ధతిలో ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని నిర్ణయించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

25.6.3 బెర్క్లీ, హార్ట్లీ పద్ధతి (Berkely - Hartely Method)

(1), (2) లో వర్ణించిన విధానాలలో వినియోగించిన పద్ధతికి కొంచెం భిన్నమైన పద్ధతిని ఇందులో ఉపయోగిస్తారు. ముందరి విధానాలలో ద్రావణి లోపలికి ప్రవేశించడం వల్ల ద్రావణం మీద ఏర్పడిన పీడనాన్ని ద్రవాభిసరణ పాత్రకు తగిలించిన మానోమీటర్ ద్వారా కొలుస్తారు. కాని బెర్క్లీ, హార్ట్లీ పద్ధతిలో, ద్రావణానికి క్రమంగా పెరుగుతున్న బాహ్య పీడనాన్ని వర్తింపచేస్తారు. ఈ కారణంగా ద్రావణంలోకి, ద్రావణి ప్రవేశం (ద్రవాభిసరణం) నిరోధించబడుతుంది. ఈ ద్రవాభిసరణం పూర్తిగా నిరోధించబడిన ఆ పీడనం విలువ స్థాయి వద్దను నిర్ణయిస్తారు. ద్రవాభిసరణ పాత్ర తెరచి ఉన్న కొనలుగల నాళం (P) పొర వెలుపలి వైపుకు సాధ్యమైనంత సమీపంలో

నిక్షిప్తం చేయబడుతుంది. నాళం కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంలో నానబెట్టబడి, పైపైన ఎండబెట్టబడుతుంది. నాళం కొనలు మూసివేసి దాన్ని పొటాషియమ్ ఫెర్రో సయనైడ్ ద్రావణంలో ఉంచి భ్రమణం చెందిస్తారు. ఈ ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడిన కాపర్ ఫెర్రో సయనైడ్ పొర ఎలెక్ట్రోలిటిక్ ప్రక్రియ ద్వారా ఇంకా బలవత్తరమవుతుంది. నాళాన్ని శుద్ధ ద్రావణితో నింపి, ద్రవం బయటకు పోవడానికి వీలు లేకుండా బిరడాలతో మూసివేస్తారు. తరవాత నాళాన్ని, పరిశీలనలో ఉన్న ద్రావణమున్న ఒక లోహపాత్రQబిగిస్తారు. ద్రావణానికి జల స్థితిక పీడనాన్ని నాళం R ద్వారా అనువర్తింప చేస్తారు. ద్రావణి చలన దిశను ద్రవాభిసరణ నాళం తగిలించిన కేశనాళిక 'S' సహాయంతో గమనిస్తారు.

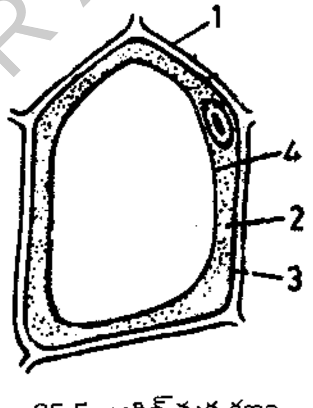


పటం 25.4 : బెర్క్లీ, హార్ట్లీ పరికరం

ద్రవాభిసరణ ఫలితంగా ద్రావణి P నుంచిQ కి చలిస్తుంది. అందువల్ల S లోని ద్రవం మట్టం తగ్గుతుంది. R ద్వారా అనువర్తింపచేసిన పీడనాన్ని, Sలోని ద్రావణి చలనం తిరుగు ముఖం పట్టేవరకు క్రమంగా పెంచుతారు. చలనం తిరుగుముఖం పట్టే స్థానం వద్ద ఉన్న పీడనం ఆ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనంగా భావిస్తారు.

25.6.4 ప్లాస్మొలిటిక్ (Plasmolytic), హిమోలిటిక్ (Haemolytic) పద్ధతులు

వివిధ ద్రావణాల ద్రవాభి సరణ పీడనాలను పోల్చడానికి హెచ్.డివ్రీస్ (1884) అనే వృక్ష శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక ఉజ్జాయింపు పద్ధతిని వర్ణించినాడు. ఈ పద్ధతిని ప్లాస్మొలిటిక్ పద్ధతి అంటారు. వృక్ష కణానికి ప్లాస్మా పొర, రిక్తికా పొర అనే రెండు పొరలుంటాయి.

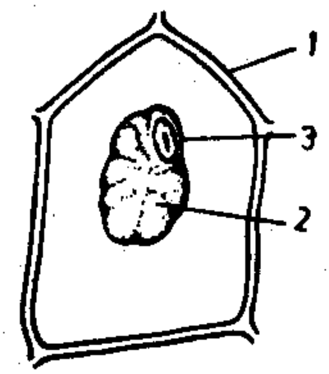


పటం 25.5. టర్జిడ్ వృక్ష కణం.
1. కణ కుడ్యం, 2. కణ ద్రవ్యం, 3. ప్లాస్మా పొర, 4. రిక్తికాపొర

ఈ రెండు పొరలు నీటి అణువులను స్వేచ్ఛగా పోనిస్తాయి గాని ఎక్కువ అణుభారమున్న ద్రావితాలను పోనివ్వవు. సెల్యులోస్‌తో తయారయిన కణకుడ్యం, నీటిని, ద్రావితాలను కూడా పోనిస్తుంది. ఆరోగ్యవంతమైన కణంలో నీరు కణాన్ని కణకుడ్యం ద్వారాను పొరల ద్వారాలను ప్రవేశించి, కణం లోపల పీడనాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ఈ పీడనం ఫలితంగా కణంలోని కణద్రవ్యం కణకుడ్యం వైపు తోయబడుతుంది. దీనినే టర్గర్ (Turgor cell) అంటారు. అటువంటి కణాన్ని టర్జిడ్ కణం (Turgid cell) (పటం 25.5) అంటారు.

BRAOU

ఒక టర్జిడ్ కణాన్ని కణ రసం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం కన్న ఎక్కువ ద్రవాభిసరణ పీడనమున్న ద్రావణంలో ఉంచితే, కణం లోపల ఉన్న నీరు బయటికి పోతుంది. దీని ఫలితంగా టర్జిడ్ పరిస్థితి పోతుంది. అప్పుడు కణద్రవ్యం ముడుచుకు పోయి, కణకుడ్యం నుంచి వేరై పోతుంది. దీనినే ప్లాస్మాలిసిస్ అంటారు.



పటం 25.6 ప్లాస్మాలిసిస్ జరిగిన వృక్ష కణం.
1. కణకుడ్యం, 2. కణద్రవ్యం, 3. ప్లాస్మాపొర

కాబట్టి కణరసం ద్రవాభిసరణ పీడనం కన్న ఎక్కువ ద్రవాభిసరణ పీడనమున్న ద్రావణాంతో ప్లాస్మాలిస్ ప్రయోగడం చేయడం సాధ్యమవుతుంది. ఇచ్చిన పదార్థానికి వివిధ గాఢతలతో ఒక శ్రేణిలో ద్రావణాలు తయారుచేసి, వృక్ష కణాన్ని వాటిలో ప్రతి ఒక్క దానిలో వుంచుతారు. కణ రసం ద్రవాభిసరణ పీడనం కన్న ద్రావణం యొక్క ద్రావాభిసరణ పీడనం ఎక్కువయితే ప్రతి ఒక్క దానిలో ప్లాస్మాలిసిస్ గమనించడ మవుతుంది. ప్లాస్మాలిసిస్ కలిగించని ద్రావణానికి కణరసం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనంతో సమానమైన ద్రవాభి సరణ పీడనం ఉందని చెబుతారు. ఈ ద్రావణం కణరసంతో ఐసోటోనిక్ (గ్రీకు : ఒకే తన్యత) గా ఉందని అంటారు. కణ పొరలు పూర్తిగా అర్ధపారదర్శకంగా ఉంటే ఈ ఐసోటోనిక్ ద్రావణాలకు ఒకే ద్రవాభిసరణ పీడనం ఉంటుంది. అటువంటప్పుడు ఐసోటోనిక్ ద్రావణాలను ఐసోఆస్మాటిక్ (iso osmotic) ద్రావణాలు అంటారు.

ద్రవాభిసరణ పీడనాలను పోల్చడానికి ఇదే రకమైన జీవశాస్త్ర విధానాన్ని తరవాత హెచ్.జె. హాంబర్గర్ ప్రతిపాదించాడు. ఈ పద్ధతిలో వృక్ష కణాలకు బదులు ఎర్ర రక్త కణాలను ఉపయోగిస్తారు. వీటికి కూడా అర్ధపారదర్శక పొరలు ఉంటాయి. కాని వాటికి ఆధారభూతమైన కణకుడ్యం ఉండదు. అందువల్ల అవి సాపేక్షంగా పెలుసుగా ఉంటాయి. త్వరాగా చితికి పోతాయి. ఒక ద్రావణానికి కొంచెం రక్తం కలిపితే ద్రవాభిసరణం సంభవిస్తుంది. నీరు వెలపలి పొర ద్వారా రక్త కణాలలో పోతుంది. దీనివల్ల కణాలు సాగి, చివరికి చితికి పోతాయి. ఇలా చితికిపోవడం వల్ల ఎర్రని రంగు పదార్థం (హిమోగ్లోబిన్) కణాల లోపలి నుంచి బయటికి పోయి రక్తాన్ని అవలంబితం చేసిన ద్రావణానికి ఎర్ర రంగునిస్తుంది. అటువంటి సందర్భాలలో కణాలు హిమోలైజ్ అయ్యాయని లేదా హిమోలిసిస్ చెందాయని అంటారు. అలా కాకుండా అధిక గాఢత గల ద్రావణంలో రక్తాన్ని అవలంబితం చేస్తే నీరు రక్త కణాలలోపలి నుంచి బయటికి ప్రవహిస్తుంది. ఈ రక్తకణాలు అప్పుడు కుంచించుకుపోయి, ఎరినేట్ అవుతాయి. ఎరినేట్ అయిన రేణువులు అడుగన పోగుపడి, పైన ఒక వర్ణ రహిత ద్రవాన్ని ఏర్పరుస్తాయి. పద్ధతి వివిధ ద్రావణాల ద్రవాభిసరణ పీడనాలను పోల్చడానికి తోడ్పడుతుంది.

అవగాహన ప్రశ్న – 2: ఐసోటోనిక్ ద్రావణాలంటే ఏమిటి ?

25.7 ద్రవాభిసరణ పీడనం, బాష్పపీడనం

ఒక ద్రావణిని, ఒక ద్రావణాన్ని స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక అర్ధపార దర్శక పొరతో వేరుచేయండి. సమతాస్థితిని నెలకొల్పడానికి రెండు ద్రవాల మీద ప్రయోగించవలసిన పీడనాలు p_0 (ద్రావణి మీద), p (ద్రావణం మీద) అనుకోండి. ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం (Π), $p-p_0$ అవుతుంది. ఎందుకంటే ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని ద్రావణంలోకి ద్రావణి పోకుండా సరిగ్గా నివారించడానికి, ద్రావణం మీద ప్రయోగించవలసిన అదనపు పీడనమని నిర్వచిస్తారు.

శుద్ధ ద్రావణిలోను, ద్రావణంలోను సమతాస్థితిలో ఉన్న ద్రావణి యొక్క పాక్షిక బాష్ప పీడనాలు వరుసగా P_0, P అనుకోండి. ద్రవాలు, బాష్పాలు ఒకదానితో ఒకటి సమతాస్థితిలో ఉన్నాయి కనక, ద్రావణి యొక్క బాష్ప పీడనాలకు (P_0, P), ద్రావణి మీద, ద్రావణం మీద ఉండే పీడనాలకు (p_0, p) కింది సంబంధాన్ని రాయవచ్చు.

$$RT\ln \frac{P_0}{P} = \bar{V}(p-p_0) \qquad (1)$$

ఇక్కడ $\bar{V}$ ద్రావణంలోని ద్రావణి యొక్క పాక్షిక మోలార్ ఘనపరిమాణం.

కాని నిర్వచనం ప్రకారం ($p-p_0$), ద్రవాభి సరణ పీడనానికి (Π) సమానం. కాబట్టి సమీకరణ (1) ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$RT\ln \frac{P_0}{P} = \bar{V} \times \Pi \qquad (2)$$

ద్రావణ బాష్పం ఆదర్శవంతంగా ప్రవర్తిస్తే నే పై సమీకరణం వర్తిస్తుంది.

25.8 ద్రవాభి సరణ పీడనం, ద్రావణం గాఢత

సమతాస్థితి లో ఉన్న ద్రావణి, ద్రావణంలోని ద్రావణి యొక్క బాష్ప పీడనాలకు ద్రవాభిసరణ పీడనానికి మధ్య సంబంధాన్ని 25.5 లో చూసిన విధంగా రాయవచ్చు.

$$RT\ln \frac{P_0}{P} = \Pi \bar{V} \qquad (3)$$

ఇందులో P_0, P లు, వరుసగా ద్రావణిలోను, ద్రావణంలో ఉన్న ద్రావణి యొక్క బాష్పపీడనాలు. Π = ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం. $\bar{V}$ = ద్రావణం లోని ద్రావణి యొక్క మోలార్ ఘనపరిమాణం. పరిశీలనలో ఉన్న వ్యవస్థకు రౌల్ట్ నియమం అనువర్తనీయ మయితే సమీకరణం (3) ను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\Pi \bar{V} = RT\ln \frac{P_0}{P} = RT\ln x_1 \qquad (4)$$

ఇక్కడ X_1 = ద్రావణి యొక్క మోల్ ఫ్రాక్షన్. సమీకరణ (4) ను ద్రావితం (X_2) యొక్క మోల్ ఫ్రాక్షన్ పరంగా కింది విధంగా రాస్తారు.

$$\Pi \bar{V} = RT\ln (1-x_2) \qquad (5)$$

ద్రావణం విలీనమయితే X_2 తక్కువగా ఉంటుంది. కనక $\ln(1-X_2)$ ను $-X_2$ కు సమానంగా పరిగణించవచ్చు. సమీకరణం (5) ని కింది విధంగా సూక్ష్మీకరించవచ్చు.

B R A O U

$\pi \bar{V} = RT\, x_2$ (6)

అదే సమయంలో X_2 ను $m_2/n_1+(n_2)$గా వ్యక్తం చేయవచ్చు. ఇందులో n_1, n_2 లు వరుసగా ద్రావణి, ద్రావితం యొక్క మోల్‌లు. సమీకరణం (6) కింది విధంగా సూక్ష్మీకరించబడుతుంది.

$$\pi \bar{V} = \frac{RT\, n_2}{n_1} \quad (7)$$

$$\pi \bar{V} \times n_1 = n_2 RT \quad (8)$$

చాలా విలీన ద్రావణాలకి $n_1 \bar{V}$ స్థానంలో V ను ఉంచవచ్చు. V అంటే ద్రావితం యొక్క n_2 మోల్స్‌తో కలిపి ఉండే ద్రావణి యొక్క ఘనపరిమాణం. లేదా స్థానంలో V ని ఉంచవచ్చు. అంటే ద్రావణం యొక్క ఘనపరిమాణం. కాబట్టి సమీకరణం (8) ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\pi \bar{V} = n_2\, RT \quad (9)$$

లేదా $\pi = \frac{n_2}{V} RT$

$$\Pi = C.RT \quad (10)$$

ఇందులో C = మోల్స్/లీ ద్రావణం యొక్క గాఢత.

1.8 గ్రా. గ్లూకోస్ కరిగి ఉన్న 100 మి.లీ. ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని 27°C వద్ద కనుక్కోండి.

గ్లూకోస్ ద్రావణం యొక్క గాఢతను మోల్స్/లీ.లో కింది విధంగా లెక్క కడతారు.

100 మి.లీ. ద్రావణంలో ఉన్నది 1.8 గ్రా.

1000 మి.లీ. ద్రావణంలో ఉన్నది $\frac{1.8 \times 1000}{100} = 18$ గ్రా

గ్లూకోస్ అణుభారం = 180

గ్లూకోస్ ద్రావణం యొక్క గాఢత $\frac{18}{180} = \frac{1}{10} = 0.1m$ (మోల్స్ / లీటర్)

ద్రవాభి సరణ పీడనాన్ని $\pi = CRT$ అనే సమీకరణ నుంచి లెక్క కడతారు.

$\pi = 0.1 \times 0.0831 \times (273 + 27)$

$= 0.1 \times 0.0831 \times 300$

= 2.493 ఎట్మాస్ఫియర్‌లు.

25.9 విలీన ద్రావణాలు – వాయు నియమాలు

సుక్రోస్ ద్రావణాల ద్రవాభిసరణ పీడనానికి ఫెఫర్ చేసిన కొలతలు ద్రవాభిసరణ పీడనానికి, ద్రావణం గాఢతకు లేదా ద్రావణం ఉష్ణోగ్రతకు మధ్య సంబంధం విషయంలో చాలా ఆసక్తికరమైన ఫలితాలను తెలియజేశాయి. సుక్రోస్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం మీద గాఢత యొక్క ప్రభావానికి సంబంధించిన

BRAOU

ఫలితాలను పట్టిక 25.1 లో ఇవ్వడమైంది.

పట్టిక 25.1. సుక్రోస్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం.

గాఢత (C) (గ్రా / 100 గ్రా. నీరు)	ద్రవాభిసరణ పీడనం (TT) (mm of Hg)	TT / C.
1	535	535
2	1016	508
4	2082	521
6	3075	513

చివరి వరుసలో చూపిన ఫలితాలనుబట్టి TT / C దాదాపు స్థిరమని గుమనించడమైంది.

1% సుక్రోస్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం గురించి జరిపిన ప్రయోగాలలో లభించిన ఫలితాలు పట్టిక 25.2 చూపడమైంది.

పట్టిక 25.2. ద్రవాభిసరణ పీడనం మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం

ఉష్ణోగ్రత (T) K°	ద్రవాభిసరణ పీడనం (TT) (mm of Hg)	TT / T
280. 0	505	1. 80
286. 9	526	1. 83
295. 2	548	1. 85
309. 2	567	1. 83

పట్టిక 25.2 లో ఆఖరి వరుసలోని ఫలితాలనుTT /T స్థిరమని తెలుపుతాయి. ఈ విధంగా ఈ ఫలితాలు కింది వాటిని సూచిస్తాయి.

$\Pi \;\alpha\; C$

$\Pi \;\alpha\; T$

$\Pi \;\alpha\; CT$ లేదా

TT = KCT ఇక్కడ K = స్థిరాంకం.

ప్రయోగ ఫలితాలను బట్టి K అనే స్థిరాంకం, R అనే వాయు స్థిరాంకానికి సమానమని తెలుస్తుంది.

వాయువులలో సమతాస్థితిని అధ్యయనం చేస్తున్న జె.హెచ్.వాన్ట్‌హాఫ్ దృష్టి పెఫర్ ప్రయోగాల ఫలితాల మీద పడింది. ఈ ఫలితాలను బట్టి ద్రవాభిసరణ నియమాలు బాయిల్, ఛార్లెస్ నియమాలను పోలి ఉన్నాయని వాన్ట్‌హాఫ్ నిర్ధారించాడు. ఒక విలీన ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం, ద్రావితం యొక్క అణువులు అదే సంఖ్యలో ద్రావణంతో సమాన ఘనపరిమాణాన్ని ఆక్రమించే వాయువుగా ఉంటే అవి ప్రదర్శించే పీడనానికి సమానమవుతుంది. వాయువుల, ద్రావణాల ప్రవర్తనలో ఈ పోలికలను బట్టి, వాయు పీడనం, ద్రవాసరణ పీడనం రెండింటికీ ఒకే ప్రాథమిక ఉద్భవం ఉంటుందని వాన్ట్‌హాఫ్ సూచించాడు.

BRAOU

పాత్ర గోడలమీద వాయు అణువుల తాడనాలు వాయుపీడనానికి కారణం. అదేవిధంగా కరిగిన పదార్థ అణువులు అర్ధపారదర్శకపు పొరమీద చేసే తాడనాలు ద్రవాభిసరణ పీడనానికి కారణం కావచ్చు.

25.10 కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారం నిర్ణయించడం

విలీన ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం కొలిస్తే కరిగిన పదార్థం యొక్క అణుభారం నిర్ణయించడం సాధ్యమవుతుంది. ఎందుకంటే వాన్ట్‌హాఫ్ సమీకరణ విలీన ద్రావణాలకు వర్తిస్తుంది. ఒక ద్రావణం యొక్క గాఢత (C) ను కింద చూపిన విధంగా ద్రావితం యొక్క భారం, దాని అణుభారం పరంగా వ్యక్తం చేయవచ్చు. ద్రావితం యొక్క అణుభారం M_2 V లీటర్ ల ద్రావణంలోని ద్రావితం యొక్క భారం W_2 అనుకోండి. అప్పుడు గాఢత C $= W_2 / M_2 V$ కి సమానమవుతుంది. కనక వాన్ట్‌హాఫ్ సమీకరణం ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\pi = CRT$$

$$= \frac{W_2}{M_2 V} RT \qquad (11)$$

కనుక $$M_2 = \frac{W_2}{\pi V} RT \qquad (12)$$

(V) ఘనపరిమాణంగల ద్రావణంలో కరిగిన స్థితిలో ఉన్న ద్రావితం యొక్క భారం (W_2), ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం (π) నుంచి M_2 ను లెక్క కట్టవచ్చునని సమీకరణ (12) సూచిస్తుంది.

లెక్క:

0.9 గ్రా. గ్లూకోస్ ఉన్న 100 మి.లీ. గ్లూకోస్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం 27° C వద్ద 1.246 ఎట్మాస్ఫియర్లయితే గ్లూకోస్ అణుభారం లెక్క కట్టండి.

కింది సమీకరణంలో గ్లూకోస్ భారం, ద్రావణం లీటర్‌లలో విలువ, వాయు స్థిరాంకం R, పరమ స్కేల్‌లో ఉష్ణోగ్రతలను ప్రతిక్షేపిస్తే అణుభారం లెక్క కట్టవచ్చు.

$$M_2 = \frac{W_2}{\pi V} \times RT$$

$$M_2 = \frac{0.9 \times 0.0831 \times 300}{1.245 \times 0.1}$$

25.11 ఐసోటోనిక్ ద్రావణాలు

ఒకే ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని ప్రదర్శించు రెండు ద్రావణాలను ఐసోఆస్మాటిక్ ద్రావణాలు అంటారు. రెండు ద్రావణాలలో ఒకే ద్రావితం, ఒకే ద్రావణిలో కరిగి ఉంటే అవి ఒకే ద్రవాభిసరణ పీడనం లేదా తన్యతను సంరక్షించుకోవడమే కాకుండా ద్రవాభిసరణ పీడనం విలువలు సంఖ్యాపరంగా కూడా ఒకటే ఉంటాయి. కాని ప్లాస్మొలిసిస్‌ను అప్పుడే జరగకుండా చేసే ఒక ద్రావణానికి కణ రసానికున్న తన్యతే ఉంటుందని అంటారు. అదే విధంగా ప్లాస్మొలిసిస్ జరగకుండా చేసే ఇంకో ద్రావణానికి కూడా కణరసానికున్న తన్యతే ఉంటుందని చెబుతారు. కాబట్టి ఈ రెండు ద్రావణాలను ఐసోటానిక్ ద్రావణాలు అంటారు. కాని వాటి అసలైన ద్రవాభిసరణ పీడనాలు ఒకటే

BRAOU

ఉదాహరణకు, రక్తం సెలైన్ (సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణం)తో ఐసోటానిక్‌గా ఉంటుందని తెలుసు, కాని రక్తం యొక్క అసలైన ద్రావాభిసరణ పీడనం సెలైన్ యొక్క అసలైన ద్రవాభిసరణ పీడనానికి సమానవగా కాకపోవచ్చు. అయితే రక్తం, సెలైన్ లు ఐసోటానిక్‌గా ఉండటానికి కారణం ఈ రెండింటిలో ఏదీ కూడా ఎర్రకణాలతో హిమోలిసిస్ కలిగించలేక పోవడమేనని అంటారు.

25.12 సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివిన విషయాలు.

i) అర్థ పారదర్శకపు పొర చేత రెండు ద్రావణాలు వేరు చేయబడినప్పుడు విలీన ద్రావణం నుంచి గాఢ ద్రాణంలోకి నీరు ప్రవహించడాన్ని ద్రవాభిసరణం అందురు.

ii) అర్థ పారదర్శకపు పొర స్వభావం, విధులు.

iii) రెండు ద్రావణాలు అర్థ పారదర్శకపు పొరచేత వేరు చేయబడినప్పుడు విలీన ద్రావణం నుంచి ద్రావణి గాఢ ద్రావణంలోకి పోకుండా నివారించడానికి గాఢ ద్రావణం మీద ప్రయోగించవలసిన అదనపు జలస్థితిక పీడనమే ద్రవాభిసరణ పీడనము.

iv) ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని నిర్ణయించడానికి వివిధ ప్రయోగ పద్ధతులు – వాటి మెరుగులు.

v) ద్రవాభిసరణ పీడన నియమాలు – ద్రవాభిసరణ సమీకరణం.

vi) ద్రవాభిసరణ పీడనము – భాష్పపీడనముల సంబంధం.

vii) విలీన ద్రావణాల వాంట్‌హాఫ్ సిద్ధాంతం.

viii) అణుభార నిర్ణయ పద్ధతులలో ఒకటిగా ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని నిర్ణయించుట

ix) ఐసోటానిక్ ద్రావణాలు.

25.13 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. **కింది వాటిలో ప్రతీదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.**

1. ద్రవాభిసరణ దృగ్విషయాన్ని చక్కని పటం సహాయంతో వివరించండి.
2. ద్రవాభిసరణ పీడనం అనే పదానికి పథక చిత్రం సహాయంతో అనుప్రయుక్త నిర్వచనాన్ని ఇవ్వండి.
3. ఒక ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనానికి, బాష్ప పీడనానికి మధ్య సంబంధాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయండి.
4. మోర్స్ – ఫ్రాజర్ పద్ధతిలో ద్రవాభిసరణ పాత్రను ఎలా తయారుచేస్తారు?
5. హిమోలిసిస్, ప్లాస్మోలిసిస్ అనే పదాలను వివరించండి.

II కిందివాటిలో ప్రతిదానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. ద్రవాభిసరణ, ద్రవాభిసరణ పీడనం అనే పదాలను వివరించి, ద్రవాభిసరణ పీడనానికి, ద్రావణం గాఢతకు మధ్య సంబంధాన్ని వ్యుత్పన్నం చేయండి.
2. ఒక ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం నిర్ణయించడానిక ఒక పద్ధతిని సవివరంగా పేర్కొనండి.

BRAOU

3. ఒక కర్బన పదార్థం యొక్క అణుభారాన్ని నిర్ణయించడంలో ద్రవాభిసరణ పీడనం కొలవడం ఎలా ఉపయోగపడుతుంది ?

4. "ఒక విలీన ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనం వాయు పీడనాన్ని పోలి ఉంటుంది." ఈ వాక్యాన్ని ధృవీకరించండి.

25.14 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. ద్రావిత, ద్రావణిలలో ఏదో ఒకదానిని మాత్రమే తన ద్వారా పోనిచ్చే పొరను, అర్ధపారదర్శకపు పొర అంటారు.

   ఉదా : జంతువుల తిత్తులు, కాపర్ ఫెర్రోసయనైడ్ పొర.

2. ఒకే ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని ప్రదర్శించు రెండు ద్రావణాలను ఐసోటోనిక్ ద్రావణాలంటారు. వీటినే ఐసోఆస్మాటిక్ ద్రావణాలని కూడా అందురు. వీటి గాఢతలు ఒకటే కావచ్చు లేదా వేరుగా ఉండవచ్చు.

పాఠం రచయిత : ఆచార్య ఎస్. బ్రహ్మాజీరావు.
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి.

BRAOU

భాగం-26 : ద్రావణాల అసాధారణ ప్రవర్తన

విషయక్రమం

26.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు

26.2 పరిచయం

26.3 ఆదర్శ ద్రావణాలు

26.4 ఆదర్శేతర ద్రావణాలు

26.5 ఆదర్శేతర ప్రవర్తనకు కారణాలు

26.6 వాన్ట్‌హోఫ్ సమీకరణం

26.7 i యొక్క విలువలు

26.8 లెక్కలు

26.9 సారాంశం

26.10 మాదిరిపరీక్షా ప్రశ్నలు

26.11 అవగాహన ప్రశ్నలకుమాదిరి సమాధానాలు

26.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

కాలిగేటివ్ ధర్మాల విషయంలో కొన్ని ద్రావణాలు ప్రదర్శించే అసాధారణ ప్రవర్తనకు కారణాలను వివరించడమే ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం.

ఆ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు.

- అన్ని గాఢతల వద్ద రౌల్ట్ నియమాన్ని ఒక ద్రావణం పాటిస్తే దానిని ఆదర్శ ద్రావణం అంటారు.
- రౌల్ట్ నియమం నుంచి ప్రవర్తనలో విచలనాలను చూపే ద్రావణాలను ఆదర్శేతర ద్రావణాలు అంటారు.
- కాలిగేటివ్ ధర్మాల విషయంలో ఆదర్శేతర ద్రావణాలు చూపే ప్రవర్తనను అసాధారణ ప్రవర్తన అంటారు.
- అసాధారణ ప్రవర్తనను కింది కారణాలను ఆపాదిస్తారు. ద్రావితం అణువుల సహచర్యం లేదా వియోజనం, ద్రావిత అణువుకు ద్రావణి అణువుకు మధ్య సంయోగం ఏర్పడటం, ద్రావణంలోని వివిధ అణువులు వాటి మధ్య అంతర అణుబలాలు ప్రదర్శించడం.
- అసాధారణ ప్రవర్తనను చూపే ద్రావణాల ద్రవాభిసరణ పీడనాన్ని లెక్క కట్టడానికి వీలుగా వాన్ట్‌హోఫ్ కారకం i ని ప్రవేశ పెట్టి, సమీకరణాన్ని $\pi = i\,CRT$ అని సవరించాడు.
- వాన్ట్‌హోఫ్ కారకం (i) కి ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించిన కాలిగేటివ్ ధర్మానికి, సిద్ధాంతాత్మకంగా లెక్క కట్టిన ధర్మానికి, మధ్య ఈ సమీకరణం తెలుపుతుంది.

  i= ప్రయోగాత్మక విలువ / సిద్ధాంతాత్మక విలువ

B R A O U

* కారకం 'i' ని ద్రావితం యొక్క అణుభారం పరంగా కూడా కింది విధంగా వ్యక్తం చేయవచ్చు.
i = సిద్ధాంతాత్మక అణుభారం / ప్రయోగాత్మక అణుభారం

* అసాధారణ ద్రావితం యొక్క సాహచర్యం లేదా వియోజనం కావడం వల్ల 'i' ని వియోజనం లేదా సహచర్యం స్థాయి (α) పరంగా కూడా రాయవచ్చు.

$$\frac{i = 1 + \alpha(n-1)}{1} \text{ (వియోజనానికి)}, \quad \frac{i = 1 - \alpha(1-1/n)}{1} \text{ (సాహచర్యానికి)}$$

26.2 పరిచయం

ఇంతకు ముందటి మూడుభాగాలలో బాష్పశీలి కాని ద్రావితాల అణుభార నిర్ణయంలో కణాధార ధర్మాలెట్లు ఉపయోగపడునో చూశాం. వీటన్నిటిలో ద్రావణంలో ద్రావిత అణువులు సాధారణ కణాలుగానే ఉంటాయని భావించడమైనది. కాని ఇది ఎల్లప్పుడూ సరికాదు. కొన్ని కరిగివున్న ద్రావితాలు అయానులుగా వియోజనం చెందవచ్చు. ఉదా : సోడియం క్లోరైడ్ Na మరియు Cl అయానులుగా విడిపోవును. కొన్ని ద్రావిత అణువులు సంయోగం చెందవచ్చు. ఉదా: బెంజోయిక్ ఆమ్లాన్ని బెంజీన్‌లో కరిగించినప్పుడు రెండేసి అణువులు కలిసి ఉంటాయి. ఈ అసాధారణ ప్రవర్తనమంచి అణువులలో గల వియోజనం లేదా సాహచర్య తీవ్రతను లెక్కించవచ్చు.

26.3 ఆదర్శ ద్రావణాలు

23, 24 భాగాలలో పేర్కొన్న ఫలితాలు, ద్రావణాల కొలిగెటివ్ ధర్మాలను - అంటే బాష్ప పీడనం తగ్గడం, ఘనీభవన స్థానం తగ్గటం, బాష్పీభవన స్థానం పెరగటం, ద్రవాభిసరణ పీడనం - కరిగిన పదార్థాల యొక్క అణు భారాన్ని నిర్ణయించడానికి ఉపయోగించడం వీలుగా ఉంటుందని సూచిస్తాయి. కాని ఈ విషయంలో ప్రయోగాత్మక ఫలితాలు కొన్ని విశిష్ట ఉదాహరణలలో అసంతృప్తికరమైన ఫలితాలు వచ్చాయని తెలియజేసాయి. అటువంటి అసంతృప్తికర ప్రవర్తనను అసాధారణ ప్రవర్తన అంటారు. అటువంటి అసంతృప్తికరఫలితాలను ప్రదర్శించే ద్రావణాలను సాధారణంగా ఆదర్శేతర ద్రావణాలు(non-ideal solutions) లేదా అసాధారణ ద్రావణాలు అంటారు. రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటించే ద్రావణాలను ఆదర్శ ద్రావణాలు వుంటాయని 23 వభాగంలో స్పష్టం చేయబడింది.

BRAOU

ప్రధానంగా కింది షరతులను సంతృప్తి పరిచే ద్రావణాలు ఆదర్శ ప్రవర్తనను ప్రదర్శిస్తాయని తెలును.

i) ద్రావణం విలీనమై ఉండాలి.
ii) ద్రావితం బాష్ప శీలం కాకూడదు.
iii) ద్రావితం అణువుల మధ్య పరస్పర చర్యలు జరగకూడదు. (అంటే ద్రావితం అణువుల మధ్య ఆకర్షణ లేకపోవడం). అలాగే ద్రావణి అణువుల మధ్య పరస్పర చర్య జరుగకూడదు. (ద్రావణి అణువుల మధ్య ఆకర్షణ లేకపోవడం).
iv) ద్రావితం అణువులకు, ద్రావణి అణువులకు మధ్య పరస్పర చర్య జరగకూడదు..

సాధారణంగా రౌల్ట్ నియమం గాని, దాని నుంచి లభించిన ఇతర సమీకరణలను గాని, కొలిగేటివ్ ధర్మాలకు,

ద్రావణం యొక్క మోలార్ సంఘటనకు మధ్య సంబంధాన్ని వ్యక్తం చేసే సమీకరణలను పాటించే ద్రావణాలను ఆదర్శ ద్రావణాలు అంటారని చెప్పవచ్చు.

కాని ఆదర్శ ద్రావణాన్ని రౌల్ట్ నియమం పరంగా నిర్వచించడం ఆచారం గాని కాలిగేటివ్ ధర్మాలకు సంబంధించిన ఇతర సమీకరణాల పరంగా కాదు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1; ద్రావణాల అసాధారణ ప్రవర్తన అంటే ఏమిటి ?

26.4 ఆదర్శేతర ద్రావణాలు

కిందటి పరిచ్ఛేదంలో పేర్కొన్నట్లుగా భాష్ప పీడనం తగ్గడం లేదా ఇతర కాలిగేటివ్ ధర్మాలను కొలవడం మీద ఆధారపడిన పద్ధతులలో నిర్ణయించిన ద్రావితాల అణుభారాలు, ద్రావితాల అణుసంకేతాలను బట్టి ఎదురుచూసిన విలువలకు చాలా భిన్నంగా ఉన్నాయని గమనించబడింది. ద్రావిత అణువుల స్వభావానికి సంబంధించి ఆశ్రితత్వం ఉందని ఇది సూచిస్తుంది. ప్రయోగాత్మక ఫలితాలు దీనినే సూచిస్తాయి.

ఉదాహరణకు భాష్పీభవన స్థానం దగ్గర ఎసిటిక్ ఆమ్ల ద్రావణంలో ద్రావితాల నియమాల ద్వారా లభించిన ఫలితాలు చాలా అసాధారణంగా ఉన్నాయని గమనించబడింది. అదే విధంగా, ద్రవాభి సరణ పీడనం పద్ధతిలో నిర్ణయించిన ఎలక్ట్రోలైటిక్ ద్రావితాల అణుభారాలు, ద్రావితాల సంకేత భారాలను బట్టి ఎదురు చూసిన వాటికి భిన్నంగా ఉన్నాయి.

ఉదాహరణకు,0.1M గ్లూకోస్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభి సరణ పీడనం, 0.1M సుక్రోస్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభి సరణ పీడనానికి గాని 0.1M సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణం యొక్క ద్రవాభిసరణ పీడనానికి సమానంగా ఉండాలని ఎదురు చూస్తారు. పై విధంగా ఎదురు చూడడానికి కారణం ఏమిటంటే ద్రవాభి సరణ పీడనం ఒక కాలిగేటివ్ ధర్మం కాబట్టి అది ద్రావితం యొక్క అణువుల (లేదా కణాల) సంఖ్య పైనే ఆధారపడుతుంది. కాని స్వభావం మీద కాదు. గ్లూకోస్ లేదా సుక్రోస్ లేదా సోడియమ్ క్లోరైడ్ యొక్క 0.1M ద్రావణంలో ద్రావితం కణాల సంఖ్య ఒకటే అయి వుండాలి. ఎందుంటే మోలారిటి ఒకటే కనక. కాని ద్రవాభి సరణ పీడనం ఎదురుచూసినట్లుగా ఒకటే గాని 0.1 Mసోడియమ్ క్లోరైడ్ యొక్క ద్రవాభి సరణ పీడనం, 0.1M గ్లూకోస్ ద్రావణానికి లేదా 0.1 Mసుక్రోస్ ద్రావణానికి ఉజ్జాయింపుగా రెట్టింపు ఉంటుందని సూచిస్తాయి. అదే విధంగా బెంజోయిక్ ఆమ్లాన్ని బెంజీన్‌లో కరిగించినప్పుడు బెంజీన్ బాష్పీభవనస్థానంలో గమనించిన పెరుగుదల, కాలిగేటివ్ సమీకరణలను బట్టి ఎదురుచూసిన విలువలో ఉజ్జాయింపుగా సగం ఉంటుందని గుర్తించబడింది.

నిజమైన సందర్భాలలో ద్రావణాలు ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి కొలవడానికి వీలయిన విచలనాలు ప్రదర్శిస్తాయని

BRAOU

ఈ ప్రయోగాత్మక పరిశీలనలు స్పష్టంగా సూచిస్తాయి.

26.5 ఆదర్శేతర ప్రవర్తనకు కారణాలు

ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి విచలనానికి రెండు ప్రధాన కారణాలను ఆపాదిస్తారు. ఇవి : ద్రావణంలోని రెండు అనుఘటకాలు (ద్రావితం, ద్రావణి) ఇచ్చిన గాఢత వద్ద ఆదర్శవంతంగా ప్రవర్తించవు. అంటే అవి ఆదర్శ వ్యవస్థను ఏర్పరచలేవు. ఒక అనుఘటకం యొక్క అణువులు రెండో దాని యొక్క అంతర అణువుల బలాలను ప్రభావితం చేస్తాయి. ఇది చివరికి ఒక అణువు బయటికి పోయే ప్రవృత్తిలో మార్పు తీసుకు వస్తుంది. అణువు బయటకు పోయే ప్రవృత్తిని (Fugacity) ఉజ్జాయింపుగా దాని బాష్ప పీడనానికి కొలతగా తీసుకోవచ్చు. ఈ విధంగా ఆ ద్రావణం రౌల్ట్ నియమం నుంచి విచలనం చూపుతుంది.

ద్రావణంలో ఉన్న ద్రావితం యొక్క అణుజాతి అణుసంకేతం ఆధారంగా ఎదురు చూసిన దానికి భిన్నంగా ఉండవచ్చు. ద్రావణ స్థితిలోని ద్రావితం అణువు లేదా ద్రావణ అణువు వియోజనం గాని సాహచర్యం గాని చెందవచ్చు. ద్రావితం అణువుకు, ద్రావణి అణువుకు మధ్య సంయోగం ఏర్పడవచ్చు.

26.6 వాన్ట్ హాఫ్ సమీకరణం

BRAOU

ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించిన లవణ ద్రావణాల ద్రవాభి సరణ పీడనం, $\pi = CRT$ అనే సమీకరణం నుంచి లెక్క కట్టిన దానికన్న ఎక్కువగా ఉంటుందని గమనించబడింది.

అటువంటి విచలనానికి సవరణ చేయడానికి, ప్రయోగాత్మక విలువ లెక్క కట్టిన విలువతో ఏకీభవించేటట్లు చేయడానికి ద్రవాభి సరణ సమీకరణను $\pi = i\,CRT$ గా మార్చడం జరిగింది i అనే అక్షరాన్ని సాధారణంగా వాంట్ హాఫ్ కారకం అంటారు. ఈ కారకం i గమనించిన (ప్రయోగాత్మక) ద్రవాభిసరణ పీడనానికి, లెక్క కట్టిన ద్రవాభిసరణ పీడనానికి మధ్య నిష్పత్తి.

$$i = \frac{\text{గమనించిన ద్రవాభి సరణ పీడనం}}{\text{లెక్క కట్టిన ద్రవాభి సరణ పీడనం}} = \frac{\text{గమనించిన } \pi}{\text{లెక్క కట్టిన } \pi}$$

ద్రవాభి సరణ పీడనం, బాష్ప పీడనం యొక్క సాపేక్ష తగ్గుదల, బాష్పీ భవన స్థానం పెరుగుదల, ఘనీభవన

స్థానం తగ్గుదల వంటి ఇతర ధర్మాలు కొలిగేటివ్ ధర్మాలు కావడం వల్ల ద్రావితం రసాయన స్వభావానికి బదులు ద్రావితం కణాల సంఖ్య మీద ఆధారపడతాయి. కాబట్టి వాంట్ హాఫ్ కారకం i ని కింది విధంగా వ్యక్తం చేయవచ్చు.

$$i = \frac{\text{గమనించిన కొలిగేటివ్ ధర్మం (ప్రయోగాత్మక)}}{\text{లెక్క కట్టిన కొలిగేట్ ధర్మం (సిద్ధాంతాత్మక)}}$$

పై సమీకరణను ద్రావణం యొక్క కొలిగేటివ్ ధర్మానికి బదులుగా ద్రావితం యొక్క అణుభారాల పరంగా వ్రాయడం సౌకర్యంగా వుంటుంది.

$$i = \frac{\text{ఎదురుచూసిన అణుభారాలు (సిద్ధాంతాత్మక)}}{\text{గమనించిన అణుభారం (ప్రయోగాత్మక)}}$$

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : ఎలక్ట్రోలైట్ ద్రావణాలు అసాధారణ ధర్మాలను ఎందుకు ప్రదర్శిస్తాయి ?

26.7 'i' యొక్క విలువలు

లోగడ పేర్కొన్నట్లుగా i యొక్క విలువ ద్రావణంలో అసలు ఉన్న ద్రావితం కణాల సంఖ్యకు, అణుసంకేతాన్ని బట్టి ఎదురు చూసిన కణాల సంఖ్యకు మధ్య నిష్పత్తి. అసలు ఉన్న కణాల సంఖ్య సంకేతాన్ని బట్టి ఎదురుచూసిన సంఖ్య కన్న ఎక్కువగాని, తక్కువగాని కావచ్చు. ఎందుకంటే ద్రావితం వియోజనం గాని, సాహచర్యం గాని చెందవచ్చు. ఉదాహరణకు NaCl, KNO_3, $MgSO_4$, $BaCl_2$, K_2SO_4 వంటి ఎలక్ట్రోలైట్ లు సజల ద్రావణాలలో అయనీకరణ చెంది (భాగం 30 చూడండి) అనురూప కాటయాన్‌లను ఇస్తాయి. విలీన ద్రావణాలో ఎలెక్ట్రోలైట్ లు పూర్తిగా అయనీకరణ చెందుతాయనుకుంటే NaCl, KNO_3, Mg SO_4ల నుంచి రెండేసి అయాన్ లు (కణాలు) వస్తాయి.

NaCl ఇచ్చేవి 1 Na^+ + 1 Cl^- (మొత్తం 2 అయాన్‌లు)
KNO_3 ఇచ్చేవి 1K^+ + 1 NO_3^- (మొత్తం 2 అయాన్‌లు)
$MgSO_4$ ఇచ్చేవి 1 Mg^+ + 1 SO_4^- 1 SO_4^{-2} (మొత్తం 2 అయాన్ లు)
కాగా K_2SO_4, $BaCl_2$లు ఒక్కొక్కటి మూడేసి కణాల నిస్తాయి.

K_2SO_4 ఇచ్చేవి 2K^+·1 SO_4^{-2} (మొత్తం 3 అయాన్ లు); $BaCl_2$ ఇచ్చేవి 1 Ba^++, 2 Cl^- (మొత్తం 3 అయాన్ లు).
కాబట్టి ఈ రెండు రకాలకు i విలువ వరుసగా2, 2.

$$\text{అంటే } i = \frac{\text{అసలు ఉన్న కణాల సంఖ్య}}{\text{సిద్ధాంత పరంగా ఎదురుచూసిన కణాల సంఖ్య (అయనీకరణం లేకపోతే)}}$$

B R A O U

$i = \frac{2}{1}$ Na Cl, KNO_3, $MgSO_4$ లకు

$i = \frac{3}{1}$ $BaCl_2$, KSO_4 లకు

పూర్తి అయనీకరణ తర్వాత 'n' కణాల నిచ్చే ఎలక్ట్రోలైట్‌కు 'i' విలువ n కు సమానమవుతుంది.

అయనీకరణ పూర్తి కాకుండా, అయనీకరణ స్థాయి α విలువ (భాగం - 30 చూడండి) ఒకటి కన్న తక్కువగా ఉన్న అధిక గాఢత గల ద్రావణాల విషయంలో పరిస్థితి చాలా వేరుగా ఉంటుంది.NaCl వంటి యుగ్మ ఎలెక్ట్రోలైట్‌ను తీసుకుందాం. అయనీకరణ స్థాయి అనుకుంటే

$$NaCl \xrightarrow[\text{అయనీకరణ}]{\text{అసంపూర్ణ}} Na^+ + Cl^-$$

అటువంటి సందర్భంలో సమతాస్థితి వద్ద అయాన్‌ల (కణాల) సంఖ్య కింది విధంగా ఉంటుంది.

$$\begin{array}{ccc} NaCl & \rightleftharpoons Na^+ & + Cl \\ 1-\alpha & \alpha & \alpha \end{array}$$

అయాన్‌ల (కణాల) మొత్తం సంఖ్య $= 1 - \alpha + \alpha + \alpha = 1 + \alpha$

$$i = \frac{1+\alpha}{1}$$

సాధారణంగా పూర్తి అయనీకరణ జరిగినపుడు 'n' కణాల నిచ్చి, అయనీకరణ స్థాయి 'α' అయిన ఒక ఎలెక్ట్రోలైట్‌కి సమతాస్థితి వద్ద కణాల సంఖ్య కింది విధంగా ఉంటుంది.

వియోజన చెందని ఎలెక్ట్రోలైట్ $\rightleftharpoons$ (కాటయన్ + ఆనయాన్)

$(1-\alpha)$ $\quad$ $n\alpha$

కాబట్టి కణాల మొత్తం సంఖ్య $1 - \alpha + n\alpha = (1 + (n-1)\alpha)$

$$i = \frac{(1+(n-1)\alpha)}{1}$$

అదే విధంగా ద్రావితం వియోజనానికి బదులుగా సహచర్యాన్ని ప్రదర్శించు ద్రావణాలకు i విలువను లెక్క కట్టవచ్చు. అటువంటి సందర్భాలలో కణాల మొత్తం సంఖ్య, సహచర్యం లేకపోతే ద్రావితం సంకేతాన్ని బట్టి ఎదురుచూసిన దానికన్న తక్కువగా ఉంటుంది.

ఉదాహరణకి A అనే ఒక అణువు A_2 అనే డైమర్ పూర్తిగా సాహచర్యం జరిగితే అణువుల సంఖ్య ఒకటి కాకుండా సగం అవుతుంది.

B R A O U

$$A \longrightarrow \frac{1}{2} A_2$$

కాబట్టి విలువ 1/2 /1 అంటే సగం (1/2)

కొలిచిన ద్రవాభి సరణ పీడనం లేదా ఏ ఇతర కొలిగేటివ్ ధర్మమైనా అనురూపసిద్ధాంతాత్మక సమీకరణల నుండి ఎదురుచూసి విలువలో సగం ఉంటుంది.

వియోజనం విషయంలో వలెనే ఇచ్చిన గాఢత వద్ద, ఇచ్చిన ద్రావితానికి సహచర్యం దృగ్విషయం పూర్తికాకపోవచ్చు, అటువంటి పరిస్థితిలో సహచర్యం స్థాయిని α సూచిస్తారు. పాక్షిక డైమెరీకరణ జరిగే అటువంటి ఉదాహరణలలో i ని కింద చూసిన విధంగా లెక్క కట్టవచ్చు.

$$A \xrightarrow[\text{సహచర్యం}]{\text{అసంపూర్ణ}} \frac{1}{2} A_2$$

సమతా స్థితి వద్ద సరళ అణువుల సంఖ్య $= (1 - \alpha)$

డైమర్‌ల సంఖ్య $= \frac{(\alpha)}{2}$

మొత్తం అణువుల సంఖ్య $= 1 - \alpha + \frac{\alpha}{2}$

$$= 1 - \frac{\alpha}{2}$$

$$\therefore i = \frac{1 - \alpha/2}{1} = 1 - \frac{\alpha}{2}$$

అదే విధంగా సహచర్య దృగ్విషయాని ప్రదర్శించి (An) అనే పాలిమర్‌ను ఇచ్చే A అనే ద్రావితానికి సమతా స్థితని ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$nA \rightleftharpoons An$$

లేదా $A = \frac{1}{n} An$

సహచర్యం స్థాయి 'α' అయితే సమతాస్థితి వద్ద ఉన్న కణాల సంఖ్య కింది విధంగా వస్తుంది.

సహచర్యం లేని అణువుల సంఖ్య $\longrightarrow 1 - \alpha$

సహచర్యం గల అణువుల సంఖ్య $\longrightarrow \frac{\alpha}{n}$

అణువుల మొత్తం సంఖ్య $= 1 - \alpha + \frac{\alpha}{n}$

$$= 1 - \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$i = \frac{1 - \alpha \ (1 - 1/n)}{1}$$

$$i = 1 - \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

అలాగే (i) కారకానికి ప్రయోగాత్మకంగా నిర్ణయించిన ద్రావితం యొక్క అణు భారానికి, అణుసంకేతాన్ని బట్టి సిద్ధాంతాత్మకంగా ఎదురుచూసిన విలువకు గల సంబంధాన్ని కింది సమీకరణం సూచిస్తుంది.

$$i = \frac{\text{సిద్ధాంతాత్మక అణుభారం}}{\text{ప్రయోగాత్మక అణుభారం.}}$$

ఈ సమీకరణాలు వియోజన స్థాయి α పరంగా i కి వ్యుత్పన్నం చేసిన సమీకరణంకు సంబంధించి వుంటాయి.

$$\frac{\text{సిద్ధాంతతాత్మక అణుభారం}}{\text{ప్రయోగాత్మక అణుభారం}} = i = \frac{(1+(n-1)\alpha)}{1} \quad \text{లేదా} \quad i = \frac{1 - \alpha \ (1 - 1/n)}{1}$$

తెలిసిన ఇతర సమీకరణాలను బట్టి తెలియని పరిమాణాలను అంచనా వేయడానికి పై సంబంధాలు ఉపయుక్తంగా ఉంటాయి.

B R A O U

26.8 లెక్కలు

1. 1000 గ్రా. నీటిలో 5 గ్రా KCl కలిపిన ద్రావణం 100.065° C వద్ద మరిగితే KCl యొక్క అయనీకరణ స్థాయిని లెక్క కట్టండి

KCl భాష్పీభవన స్థానం = 100.065°C

నీటి బాష్పీభవన స్థానం= 100°C

బాష్పీభవన స్థానంలో పెరుగుదల $\Delta T = 0.065°C$

KCl యొక్క అణుభారం $(m) = \frac{1000\ Kw}{\Delta T \times W}$

ఇక్కడ K = మోలాల్ పెరుగుదల స్థిరాంకం.

w = KCl భారం.

W = ద్రావణి అయిన నీటి భారం.

$$m = \frac{1000 \times 0.54 \times 5}{0.065 \times 1000} = 41.6$$

సంకేతాన్ని బట్టి సిద్ధాంత పరంగా ఎదురుచూసిన అణుభారం. = 39.1+35.5. = 74.6

$$i = \frac{74.6}{41.6} = \frac{1 + (n - 1)\alpha}{1} = \frac{1 + (2-1)\alpha}{1}$$

$$\frac{74.6}{41.6} = 1 - \alpha$$

$$\therefore \alpha = \frac{74.6}{41.6} - 1 = \frac{74.6 - 41.6}{41.6} = \frac{33}{41.6} = 0.9558$$

2. ఒక కర్బన సంయోగం 1.67 గ్రా. 100 గ్రా నీటిలో కరిగించినప్పుడు డైమెరీకరణ దృగ్విషయాన్ని ప్రదర్శించి, నీటి ఘనీభవన స్థానాన్ని 0.225^0 Cతగ్గించింది. ఇచ్చిన గాఢత వద్ద సహచర్యం స్థాయిని, సహచర్య శాతాన్ని లెక్క కట్టండి. నీటికి మోలార్ డిప్రెషన్ స్థిరాంకం 1.86. సిద్ధాంతాత్మకంగా ఎదురు చూసిన అణుభారం 94.

కర్బన సంయోగం యొక్క అణుభారం $= \frac{1000 \times Kw}{\Delta T \times W}$

$$\therefore = \frac{1000 \times 1.86 \times 1.67}{0.225 \times 100} = 137.5$$

$$i = \frac{\text{సిద్ధాంతాత్మక అణుభారం}}{\text{ప్రయోగాత్మక అణుభారం.}} = \frac{137.5}{94}$$

$$i = \frac{1 - \alpha \ (1 - 1/2)}{1}$$

$= 1 - \alpha \ (1 - \frac{1}{2})$ డైమెరీకరణకు $(n = 2)$

$$\therefore i = 1 - \frac{1}{2}\alpha = \frac{2 - \alpha}{2}$$

$$\frac{2 - \alpha}{2} = \frac{94}{137.5}$$

$$(2 - \alpha)\, 137.5 = 2 \times 94$$

$$275 - 137.5\,\alpha = 188$$

$$137.5\,\alpha = 275 - 188 = 87$$

$$\alpha = \frac{87}{137.5} = 0.633$$

సహచర్యశాతం = 63.3%

B R A O U

26.9 సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివిన అంశాలు :

i) రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటించునవి ఆదర్శ ద్రావణాలు

ii) రౌల్ట్ నియమాన్ని పాటించనవి -ఆదర్శేతర ద్రావణాలు. ఈ అసాధారణ ప్రవర్తనకు కారణాలు.

iii) వాంట్‌హాఫ్ గుణకం మరియు వాంట్‌హాఫ్ సమీకరణం.

iv) వియోజన, సాహచర్య స్థాయిని తెలుసుకొనుటకు వాంట్‌హాఫ్ గుణక అనువర్తనం ఉదాహరణలు.

26.10 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I) కింది వాటిలో ప్రతీదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. కొలిగేటివ్ ధర్మాలను ప్రత్యేకంగా దృష్టిలో ఉంచుకుని ఒక ద్రావణం యొక్క "అసాధారణ ప్రవర్తన" అనేదాన్ని వివరించండి. అటువంటి ప్రవర్తనకు కారణాలేమిటి ?
2. వాంట్ హాఫ్ కారకం i కి కొలిగేటివ్ ధర్మాల యొక్క కొలచిన, లెక్కగట్టిన విలువలకు మధ్య సంబంధాన్ని తెలిపే సమీకరణను వ్యుత్పన్నం చేయండి.
3. 0.5811 గ్రా. $ZnSO_4$ను 1800 మి.లీ. నీటిలో కరిగించి తయారుచేసిన $ZnSO_4$ ద్రావణం 0.053°C వద్ద ఘనీభవించింది. నీటి మోలార్ ఘనీభవన స్థిరాంకం 1.86 అనుకొని $ZnSO_4$ యొక్క అయనీకరణ శాతాన్ని లెక్క కట్టండి.

II) కిందివాటిలో ఒక్కొక్కదానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. కొలిగేటివ్ ధర్మాల విషయంలో ఎలెక్ట్రోలైట్‌ల అసాధారణ ప్రవర్తనను గురించి విమర్శనాత్మకంగా రాయండి.
2. ద్రావితం యొక్క సహచర్య లేదా వియోజన స్వభావాన్ని ధృవీకరించడానికి కొలిగేటివ్ ధర్మాలను కొలవడం ఎలా ఉపయుక్తంగా ఉంటుందో తెలపండి. విశిష్ట ఉదాహరణతో మీ జవాబును ఉదాహరించండి.
3. ఒక ద్రావితం దాని ద్రావణంలో ప్రదర్శించే సహచర్య లేదా వియోజన స్థాయిని ధృవీకరించడంలో కొలిగేటివ్ ధర్మాలు ఎలా ఉపయుక్తంగా ఉంటాయో చర్చించండి.

26.11 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. కొన్ని ద్రావితాల ద్రావణాలు కణాధార ధర్మాలు – అంటే-బాష్పపీడనం తగ్గుట,బాష్పీభవన స్థానం పెరగడం, ఘనీభవన స్థానం తగ్గటం-మొదలగునవి అనుకున్న దాని కన్నా హెచ్చు. తగ్గులుంటాయి. ఇది ద్రావిత అణువుల వియోజనం లేదా సాహచర్య వల్ల కావచ్చు. ద్రావణాల ఈ ధర్మాన్నే అసాధారన ప్రవర్తన అంటారు.

2. కణాధార ధర్మాలు, కణాల సంఖ్యపైన ఆధారపడి వుంటాయి.ఎలక్ట్రోలైట్ లుద్రావణంలో వియోజనం చెంది ఎక్కువ కణాలనిచ్చును. ఫలితంగా వీటి ద్రావణాలు అసాధారణ కణధార ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తాయి.

Dr. BRAOU
LIBRARY
Acc. No:
Class No:

రచయిత : డా|| కె. లక్ష్మీ నారాయణ
అనువాదం : ఆర్. ఎల్. ఎన్. శాస్త్రి

B R A O U

BRAOU

ఖండం – 8 : రసాయన సమతాస్థితి

నైట్రొజన్, హైడ్రోజన్‌ల మధ్య చర్యలో అమ్మోనియా ఏర్పడేటపుడు, చాలా సేపు అయిన తర్వాత కూడా నైట్రొజన్, హైడ్రోజన్ ఎక్కువ మొత్తాల్లో మిగిలి ఉన్నట్లు కనుగొన్నారు. దీని సూచన ఏమంటే, ఈ చర్య సంపూర్తి కావటం లేదనీ, నైట్రొజన్, హైడ్రొజన్‌లు సంయోగం చెందే పురోగామి చర్యతోబాటు అమ్మోనియా వియోగం చెందే తిరోగామి చర్యకూడా జరుగుతున్నదని.

ఒక సంవృత పాత్రలో జరిగే ద్విగత వాయుచర్యలో క్రియాజన్యాల గాఢత పెరగడం వల్ల క్రియాజనకాలు తిరిగి ఏర్పడతాయి. ఉదాహరణకు,నైట్రొజన్, హైడ్రొజన్ మధ్య జరిగే చర్యలో క్రియాజన్యమైన అమ్మోనియా గాఢత పెరిగినకొద్దీ నైట్రొజన్, హైడ్రొజన్‌లు క్రియా జనకాలుగా ఏర్పడుతాయి. దీనిని బట్టి, పురోగామి చర్య పూర్తిగా జరుగదని అర్థం. ఇదే విధంగా, హైడ్రొజన్, అయొడిన్ బాష్ప మిశ్రమాన్ని 450° C ఉష్ణోగ్రత వరకు ఒక సంవృత పాత్రలో వేడి చేసినపుడు హైడ్రొజన్ అయొడైడ్ పూర్తిగా ఏర్పడదు. ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద హైడ్రొజన్ వాయువు, అయొడిన్ బాష్పమూ చర్యలో పాల్గొని పురోగామి చర్యలో హైడ్రొజన్ అయొడైడ్‌ను ఇస్తాయి. కాని ఈ హైడ్రొజన్ అయొడైడ్ తగినంత హైడ్రొజన్, అయొడిన్‌లుగా వియోగం చెందుతుంది.

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

మామూలు ఉష్ణోగ్రతలవద్ద ద్రవ ప్రావస్థలో జరిగే ఒక ద్విగత చర్యను గురించి ప్రస్తావిద్దాం. అది ఇథనోల్, ఎసిటిక్ ఆమ్లాల మధ్య జరిగే ఈథైల్ ఎసిటేట్, నీరు ఏర్పడటం. క్రియాజనకాల్ని సమ మోలార్ పరిమాణాల్లో తీసికొంటే, ఆల్కహాల్, ఎసిటిక్ ఆమ్లాల తొలిపరిమాణాలు మూడింట రెండువంతులు తరిగిపోయే వరికే చర్య ఆగిపోయినట్లు కనిపిస్తుంది.

$$\underset{\text{ఆమ్లము}}{CH_3COOH} + \underset{\text{ఆల్కహాల్}}{C_2H_5OH} \rightleftharpoons \underset{\text{ఎస్టర్}}{CH_3COOC_2H_5} + \underset{\text{నీరు}}{H_2O}$$

తగినంత కాలవ్యవధి ఇచ్చినట్లయితే, ద్విగత చర్యలన్నీ ఒక రసాయన సమతాస్థితిని చేరుకొంటాయి. ఈ స్థితిలో ఉష్ణోగ్రత మారనప్పుడు వ్యవస్థయొక్క సంఘటనంలో కాలాన్ని బట్టి ఇంకేమీ మార్పుకనపడదు. ఇటువంటి పరిస్థితుల్లో, ఏదేనా ఒక ద్విగత చర్యలో, ఏ దిశలోనుండి అయినాసరే, ఒకే రకమైన సమతాస్థితికి చేరుకొవచ్చునని చూపించవచ్చు. ఉదాహరణకు, ప్రారంభంలో హైడ్రొజన్ అయొడైడ్ అయినాసరే లేక హైడ్రొజన్, అయోడిన్ బాష్పాల తుల్య మిశ్రమాన్నైనాసరే తీసికొంటే 450°C ఉష్ణోగ్రత వద్ద సమతా మిశ్రమంలో 12 అణుశాతం హైడ్రొజన్, 12 అణుశాతం అయొడిన్, 76 అణుశాతం హైడ్రొజన్ అయొడైడ్ ఉంటాయి.

రసాయన సమతాస్థితిని చర్య ఆగిపోయిన స్థితిగా అనుకోరాదు. వ్యవస్థ సమతాస్థితిలో ఉన్నపుడు పురోగామి, తిరోగామి చర్యలు సమకాలికంగా సమానమైన రేటుతో జరుగు తుంటాయనేది సహేతుకమైన వివరణ. అప్పుడు వ్యవస్థ గతిక సమతాస్థితిలో ఉందనవచ్చు.

B R A O U

BRAOU

భాగం – 27: ద్విగత చర్యలు

విషయక్రమం

27.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు
27.2 పరిచయం
27.3 సమతాస్థితి లక్షణాలు
27.4 ద్రవ్యరాశి క్రియానియమం
27.5 సమతాస్థిరాంకంయొక్క రూపాలు : వాయుచర్యలు.
27.6 Kp, Kc ల మధ్య సంబంధం
27.7 సారాంశం
27.8 మాదిరి పరీక్షాప్రశ్నలు
28.9 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

27.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

రసాయన చర్యల ద్విగత లక్షణాన్ని ఉదాహరించడం, చర్యలో సమతాస్థితి ఏర్పడినపుడు క్రియాజనకాల, క్రియాజన్యాల గాఢతల మధ్యగల సంబంధాన్ని గణితాత్మకంగా తెలియజేయడమే ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే కొన్ని ముఖ్య విషయాలు ఇలా ఉంటాయి.

- పురోగామి దిశలోను, తిరోగామి దిశలోనుకూడా కొలవదగినంత పరిమితికి జరుగుగల చర్యల్ని ద్విగత చర్యలంటారు.

- కాలమానం ప్రకారం, ఏ ప్రత్యేక – ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ఒక వ్యవస్థయొక్క సంఘటనం స్థిరంగా ఉందంటే ఆ ద్విగతచర్య సమతాస్థితిని చేరుకుందన్నమాట.

- చర్యావేగము క్రియాజనకాల గాఢత (క్రియాశీల ద్రవ్యరాశి) ల లబ్ధానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. ఈ సామాన్యవివరణనే ద్రవ్యరాశి క్రియానియమము అంటారు.

- పురోగామి చర్యరేటు, తిరోగామి చర్యరేటుకి సమానమైతే, ఆ ద్విగత చర్య సమతాస్థితిని చేరుకొందంటారు.

- పురోగామి, తిరోగామి చర్యల రేటు స్థిరాంకాల (kf, kb) నిష్పత్తిని సమతా స్థిరాంకము (K) అంటారు.

- సమతాస్థితి వద్ద, సమతా స్థిరాంకాన్ని క్రియాజనకాల గాఢతల లబ్ధానికి క్రియాజన్యాల గాఢతల లబ్ధానికి గల నిష్పత్తిగా వ్రాయవచ్చు.

B R A O U

* సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని (వాయురూప చర్యలకు) గాఢతలను పాక్షిక పీడనాలుగా వ్యక్తీకరిస్తే Kp అని, (ద్రావణంలో చర్యలకు) మోలారిటీలుగా వ్యక్తీకరిస్తే Kc అనీ వ్యవహరిస్తారు.

27.2 పరిచయం

నైట్రొజన్ హైడ్రొజన్‌తో సంయోగంచెంది అమ్మోనియాను ఇస్తుంది.

$$N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3 \quad \ldots\ldots(1)$$

ఈ చర్యనే కనుక ఒక మూసివుంచిన పాత్రలో జరిపినట్లయితే, ఏర్పడిన అమ్మోనియా తిరిగి నైట్రొజన్, హైడ్రొజన్‌గా కొలవదగినంతగా వియోగం చెందుతుందని కనుగొన్నారు.

$$2NH_3 \longrightarrow N_2+3H_2 \quad \ldots\ldots(2)$$

అనుకూల పరిస్థితులలో నైట్రొజన్, హైడ్రొజన్‌ల మధ్య జరిగే చర్య ఏ దిశలోనైనా (అంటే పురోగామి లేక తిరోగామిగా) జరుగుతుందని సూచిస్తుంది. ఇట్లా పురోగామిగాను తిరోగామిగాను జరిగే చర్యని ద్విగత చర్య అంటారు. దీనిని

$$N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 \quad (3)$$

అని వ్రాస్తారు.

సమీకరణం (3) లో వ్యతిరేక దిశలలో ఉన్న బాణం గుర్తులు చర్యయొక్క ద్విగత శీలాన్ని సూచిస్తాయి. పైన ఉదహరించిన వాయువుల మధ్య చర్యవలె కాకుండా, ద్రావణ పరిస్థితులలో కూడా ద్విగత చర్యలు జరుగుతాయి. ఉదాహరణకు, ఒక ఆల్కహాల్, కర్బనఆమ్లంతో చర్య జరిగి ఎస్టర్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. ద్రావణంలో ద్విగత చర్యకు యిది ఒక ఉదాహరణ.

$$\underset{\text{ఆల్కహాల్}}{C_2H_5OH}+\underset{\text{ఆమ్లము}}{CH_3COOH} \rightleftharpoons \underset{\text{ఎస్టర్}}{CH_3.COOC_2H_5}+H_2O \quad (4)$$

కాని, ఇతర సందర్భాలెన్నింటిలోనో తిరోగామి చర్య ఉపేక్షించ దగినంత తక్కువగా జరుగుతుంది.

ఉదాహరణకు, సోడియం కార్బొనేట్, కాల్షియం క్లోరైడ్‌ల మధ్య చర్య జరిగినపుడు కాల్షియం కార్బొనేట్ అవక్షేపం, సోడియం క్లోరైడ్ ద్రావణం ఏర్పడటాన్ని పరిశీలిద్దాం.

$$Na_2CO_3+CaCl_2 \longrightarrow CaCO_3+2\,NaCl \quad (5)$$

BRAOU

తిరోగామి చర్య – అంటే సోడియం క్లోరైడ్, కాల్షియం కార్బొనేట్‌ల మధ్య చర్యలో సోడియం కార్బొనేట్, కాల్షియం క్లోరైడ్ ఏర్పడటం.

$$2\,NaCl + CaCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CaCl_2 \qquad (6)$$

మామూలు పరిస్థితులలో కనుక్కోవడానికి వీలైనంతగా జరుగదు. ఒకే దిశలో (పురోగామి దిశలో) వే జరిగే అటువంటి చర్యల్ని అద్విగత చర్యలంటారు.

అయినా (6) వ చర్యలోని క్రియాజనకాల్లో ఒక దాని గాఢత (NaCl లేక $CaCO_3$) చాలా అధికంగా ఉన్నట్లయితే ఈ చర్య కొలవడానికి వీలైనంతగా జరుగుతుందని కనుగొన్నారు.

అవగాహన ప్రశ్న – 1 : ద్విగత చర్యలంటే ఏమిటి?

27.3 సమతాస్థితి లక్షణాలు

నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌ల మధ్య చర్యలో అమ్మోనియా ఏర్పడేటపుడు, చాలా సేపు అయిన తర్వాత కూడా నైట్రోజను ఎక్కువ మొత్తాల్లో మిగిలి ఉన్నట్లు కనుగొన్నారు. దీని సూచన ఏమంటే, ఈ చర్య సంపూర్తి కావటం లేదనీ, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌లు సంయోగం చెందే పురోగామి చర్యతో బాటు అమ్మోనియా వియోగం చెందే తిరోగామి చర్యకూడా జరుగుతున్నదని.

ఒక సంవృత పాత్రలో జరిగే ద్విగత వాయుచర్యలో క్రియాజన్యాల గాఢత పెరగడం వల్ల క్రియాజనకాలు తిరిగి ఏర్పడతాయి. ఉదాహరణకు, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌ల మధ్య జరిగే చర్యలో క్రియాజన్యమైన అమ్మోనియా గాఢత పెరిగినకొద్దీ నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌లు క్రియా జనకాలుగా ఏర్పడుతాయి. దీనివి బట్టి, పురోగామి చర్య పూర్తిగా జరుగదని అర్థం. ఇదే విధంగా, హైడ్రోజన్,అయొడిన్ బాష్ప మిశ్రమాన్ని 450°C ఉష్ణోగ్రతవరకు ఒక సంవృత పాత్రలో వేడి చేసినపుడు హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ పూర్తిగా ఏర్పడదు. ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద హైడ్రోజన్ వాయువు, అయొడిన్ బాష్ప మూ చర్యలో పాల్గొని పురోగామి చర్యలో హైడ్రోజన్ అయొడైడ్‌ను ఇస్తాయి. కాని ఈ హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ తగినంత హైడ్రోజన్, అయోడిన్‌లుగా వియోగం చెందుతుంది.

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI \qquad (7)$$

మామూలు ఉష్ణోగ్రతలవద్ద ద్రవ ప్రావస్థలో జరిగే ఒక ద్విగత చర్యనుగురించి ప్రస్తావిద్దాం. అది ఇథనాల్,

ఎసిటిక్ ఆమ్లాల మధ్య చర్య జరిగే ఈథైల్ ఎసిటేట్, నీరు ఏర్పడటం. క్రియాజనకాల్ని సమ మోలార్ పరిమాణాల్లో తీసికొంటే, ఆల్కహాల్, ఎసిటిక్ ఆమ్లాల తొలిపరిమాణాలు మూడింట రెండువంతులు తరిగిపాయే సరికే చర్య ఆగిపోయినట్లు కనిపిస్తుంది.

$$CH_3\ CO\ OH + C_2H_5\ OH \rightleftharpoons CH_3\ CO\ OC_2H_5 + H_2O \quad \text{.............(8)}$$

ఆమ్లము　　ఆల్కహాల్　　ఎస్టర్　　నీరు

తగినంత కాలవ్యవధి ఇచ్చినట్లయితే, ద్విగత చర్యలన్నీ ఒక రసాయన సమతాస్థితిని చేరుకొంటాయి. ఈ స్థితిలో ఉష్ణోగ్రత మారనప్పుడు వ్యవస్థయొక్క సంఘటనంలో కాలాన్ని బట్టి ఇంకేమీ మార్పు కనపడదు. ఇటువంటి పరిస్థితుల్లో, ఏదేనా ఒక ద్విగత చర్యలో, ఏ దిశలోనుండి అయినాసరే, ఒకే రకమైన సమతాస్థితికి చేరుకోవచ్చునని చూపించవచ్చు. ఉదాహరణకు, ప్రారంభంలో హైడ్రొజన్ అయొడైడ్ అయినాసరే లేక హైడ్రొజన్, అయొడిన్ భాష్పాల తుల్య మిశ్రమాన్నైనసరే తీసికొంటే 450°C ఉష్ణోగ్రతవద్ద సమతా మిశ్రమంలో 12 అణుశాతం హైడ్రొజన్, 12 అణుశాతం అయొడిన్, 76 అణుశాతం హైడ్రొజన్ అయొడైడ్ ఉంటాయి.

రసాయన సమతాస్థితిని చర్య ఆగిపోయిన స్థితిగా అనుకోరాదు. వ్యవస్థ సమతాస్థితిలో ఉన్నపుడు పురోగామి, తిరోగామి చర్యలు సమకాలికంగా సమనమైన రేటుతో జరుగుతుంటాయనేది సహేతుకమైన వివరణ. అప్పుడు వ్యవస్థ గతిక సమతాస్థితిలో ఉందనవచ్చు.

అవగాహన ప్రశ్న : 2 : గతిక సమతాస్థితి అంటే ఏమిటి?

27.4 ద్రవ్యరాశి క్రియానియమం

ఒక సజాతీయ వ్యవస్థలో ఒక రసాయన చర్యయొక్క చాలకబలం క్రియాజనక పదార్థాల క్రియాశీల ద్రవ్యరాశులకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని గుల్డ్‌బర్గ్, వాగె కనుగొన్నారు. (క్రియాజనకాలు, క్రియాజన్యాలు ఒకే భౌతిక స్థితిలో ఉన్న వ్యవస్థని సజాతీయ వ్యవస్థ అంటారు.) చర్యారేటుని చాలక బలంగాను, క్రియాశీల ద్రవ్యరాశిని గాఢతకు తుల్యంగాను భావిస్తే, ఇంతకుముందు వివరించిన యదార్థాన్ని ఒక నియమంగా తిరిగి వివరించవచ్చు. ఈ నియమాన్నే "ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమము" అంటారు. దీనిని ఇలా వివరించవచ్చు.

"ఒక రసాయన చర్యయొక్క రేటు క్రియాజనకాల పదార్థాల క్రియాశీల ద్రవ్యరాశుల లబ్దానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.".

A, B లు క్రియా జనకాలుగాను, C, D లు క్రియా జన్యాలుగాను సమతాస్థితి గాఢత లలో ఉన్న ఒక ద్విగత చర్యను పరిశీలిద్దాం ఈ చర్యను ఇలా వ్రాయవచ్చు.

BRAOU

$$A + B \rightleftharpoons C + D \quad \text{..........................(9)}$$

అపుడు, ద్రవ్యరాశి క్రియానియమం ప్రకారం, పురోగామి చర్యరేటు A, B ల మోలార్ గాఢతల లబ్ధానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. అనుపాత స్థిరాకంకం kf అనుకొంటే, పురోగామి చర్యారేటు (Vf) ను సమీకరణం (10) సూచిస్తుంది.

$$Vf = kf \quad C_A \; C_B \text{..........................(10)}$$

ఇందులో C_A, C_B లు వరుసగా A, B ల మోలార్ గాఢతలు.

C_C, C_D లు C, D ల మోలార్ గాఢతలయితే, తిరోగామి చర్యారేటు C_C, C_D కి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. తిరోగామి చర్యయొక్క అనుపాత స్థిరాంకం kb అయితే, తిరోగామి చర్యరేటు (Vb)ని సమీకరణం (11) సూచిస్తుంది.

$$Vb = kb \;\; Cc.\, C_D \qquad (11)$$

సమతాస్థితిలో ఈ రెండింటి రేట్లు సమానం కనుక,

$$kf \;\; C_A \;\; C_B = kb.\; C_C.\; C_D \qquad (12)$$

గాఢత పదాలను మామూలుగా చరురస్ర [ ] బ్రాకెట్ల ద్వారా సూచిస్తారు. సమీకరణం (12) ను ఇలా వ్రాయవచ్చు.

$$\frac{C^C.\; C^D}{C^A.\; C^B} = \frac{[C]\;[D]}{[A]\;[B]} = \frac{kf}{kb} = K \qquad (13)$$

స్థిరాంకం Kని 'సమాతాస్థిరాంకం' అంటారు.

ఈ స్థిరాంకానికి వుత్క్రమం కూడా స్థిరాంకమే. కాని సమతా స్థిరాంకాన్ని వ్రాయడంలో సార్వత్రికమైన సంప్రదాయం ప్రకారం క్రియాజన్యాల(రసాయన సమీకరణ లో కుడి వైపు ఘటకాల) గాఢతలను లవంగాను, క్రియాజనకాల (ఎడమ వైపు ఘటకాల) గాఢతలను హారంగాను వ్రాసారు. ఒక ద్విగత రసాయన చర్యలో సమతా స్థితి నియమాన్ని ద్రవ్య రాశి క్రియా నియమం ప్రకారం ఉత్పాదించిన సమీకరణం (13) వివరిస్తుంది. A, B ల లేక C,D ల తొలి గాఢతలతో నిమిత్తం లేకుండా సమతా స్థితి వద్ద క్రియాజనకాల, క్రియా జన్యాల గాఢతలను మధ్యగల సంబంధాన్ని ఈ సమీకరణం ప్రకటిస్తుంది.

ఈ పైన చెప్పిన $A+B \rightleftharpoons C+D$ అనే చర్యలో క్రియజనకాలకు, క్రియాజన్యాలకే ఒక్కొక్క మోల్ మాత్రమే పాల్గొంటున్నాయి. క్రియాజనకాల, క్రియాజన్యాల మోల్‌లు అధిక సంఖ్యలలో పాల్గొనే సామాన్య చర్యను ఇలా వ్రాయవచ్చు.

$$aA + bB + \;\rightleftharpoons\; lL + mM + \text{ ....(14)}$$

ఇట్టి చర్యకు సమతా స్థిరాంకం K ని సమీకరణం (15) సూచిస్తుంది.

$$K = \frac{(L)^l \times (M)^m \times \ldots}{(A)^a \times (B)^b \times \ldots} \quad (15)$$

సమీకరణం (15) లో, ప్రతి అంశం యొక్క గాఢతకు సమతా స్థితి చర్యలో పాల్గొనే ఆ పదార్థం మోల్‌లను సూచించే అంకెను ఘాతాంకంగా వాడినారు.

27.5 సమతా స్థిరాంకం యొక్క రూపాలు : వాయుచర్యలు

ఇదివరలో చెప్పిన సామన్య చర్యలోని A, B...... క్రియా జనకాలూ, L, M..... క్రియాజన్యాలూ ఆదర్శ ప్రవర్తన గల వాయువులైనా, ఆదర్శవాయు ప్రవర్తనకు చాల దగ్గరగా ఉన్నా, సమతా స్థిరాంకం K ని పాక్షిక పీడన పదాల్లో గాని, లేక క్రియాజనకాల క్రియా జన్యాల మోలార్ గాఢత పదాల్లో గాని వ్రాయవచ్చు. ఈ రెండు ప్రత్యామ్నాయ రూపాల్ని సమీకరణాలు (16), (17) ల ద్వారా సూచించ వచ్చు.

$$Kp = \frac{pL^l \times pM^m \times \ldots}{pA^a \times pB^b \times \ldots} \quad (16)$$

$$Kc = \frac{CL^l \times CM^m \times \ldots}{CA^a \times CB^b \times \ldots} \quad (17)$$

ఇందులో p, C వరుసగా సమతాస్థితి, పాక్షిక పీడనాల్ని సమతా స్థితి మోలార్ గాఢతల్ని సూచిస్తాయి.

సమీకరణం (16) ఆదర్శ ప్రవర్తన ప్రదర్శించే వాయువులకు మాత్రమే చెల్లుతుందని గుర్తుంచుకోవాలి. మితమైన పీడనాల వద్ద, సాపేక్షంగా అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద వాయువులు సామాన్యంగా ఆదర్శ ప్రవర్తన నుండి విచలిస్తాయి.

27.6 K_p, Kc ల మధ్య సంబంధము

ఆదర్శ ప్రవర్తన ప్రదర్శించే వాయువుల విషయంలో Kp, Kc ల మధ్య ఒక సరళసంబంధాన్ని ఈ క్రింది విధంగా ఉత్పాదించవచ్చు.

ఉష్ణోగ్రత T వద్ద, మొత్తం ఘనపరిమాణం V ఆక్రమించే ఆదర్శ వాయువుల మిశ్రమంలో ఉన్న ఏ వాయువులైనా దాని పాక్షిక పీడనానికి (p_i), దాని మోల్ సంఖ్య n_i కి గల సంబంధాన్ని సమీకరణం (18) సూచిస్తుంది.

$$piV = niRT \quad (18)$$

లేక

$$pi = \frac{ni\,RT}{V} \quad (19)$$

ఇందులో R వాయు స్థిరాంకము, V లీటర్లలో మొత్తం ఘనపరిమాణం.n_i/V అనేరాశి ఏకమాత్ర ఘనపరిమాణంలోకల మోల్‌ల సంఖ్య ఇదే మోలార్ గాఢత C_i, కనుక సమీకరణం (19) ని ఇలా వ్రాయవచ్చు.

$$p_i = C_i RT \quad (20)$$

ఇందులో $C_i = n_i / V$

సమీకరణం (16) లో సమతా స్థితి పాక్షిక పీడనాలకు బదులు అనురూపాలైన C_i RTపదాల్ని వ్రాస్తే,

$$Kp = \frac{(C_L RT)^l}{(C_A RT)^a} \times \frac{(C_M RT)^m \ldots\ldots}{(C_B RT)^b \ldots\ldots} \quad (21)$$

$$= \frac{CL^1 \; CM^m \ldots}{CA^a \; Cb^B \ldots} \times \frac{(RT)1 + m + \ldots\ldots}{(RT)a + b + \ldots\ldots} \quad (22)$$

$$= \frac{CL^1 \; CM^m \ldots}{CA^a \; CB^b \ldots} \quad X \quad (RT) \; (l+m+\ldots)-(a+b+\ldots) \quad (23)$$

$$= Kc \; (RT)^{\Delta n} \quad (24)$$

ఇందులో $\Delta n = (l+m+ \ldots) - (a+b+ \ldots\ldots)$

చర్యలో క్రియా జనకాల అణువుల సంఖ్య క్రియా జన్యాల అణువుల సంఖ్యకి సమానమైతే, Δn శూన్యమౌతుంది. అటువంటి చర్యకి Kp, Kc లు సమానము.

ఉదాహరణకు, $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ అనే చర్యలో

$\Delta n = O$ కనుక (Kp = Kc. $(RT)^0$

$$Kp = Kc \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

కాని, నైట్రొజన్, హైడ్రొజన్‌ల మధ్య చర్య జరిగి అమ్మోనియా ఏర్పడినపుడు

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ లో

Δn శూన్యము కాదు.

ఇక్కడ $Kp = Kc. \; (RT)^{2-4}$

$Kp = Kc. \; (RT)^{-2}$

లేక $Kc = Kp \; (RT)^2 \quad (26)$

అట్లే

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ చర్యకు

సమతా స్థిరాంకాలు Kp, Kc ల సంబంధం సమీకరణం (27) లో సూచించినట్లుంది.

$$Kp = Kc.\ (RT)^{2-1} = Kc.\ RT \qquad (27)$$

27.7 సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు నేర్చుకున్న విషయాలు :

i) పురోగామి, తిరోగామి రెండు దిశలలోను జరుగు రసాయన చర్యలను ద్విగత చర్యలందరు.

ii) కొంత కాలవ్యవధి తర్వాత ద్విగత చర్యలలో సంఘటనం మార్పు లేకుండా ఉండును. దీనినే రసాయన సమతాస్థితి అందురు.

iii) రసాయన సమతాస్థితి గతిక సమతాస్థితి.

iv) రసాయన సమతాస్థితిలోగల ఒక వ్యవస్థకు ద్రవ్యరాశి క్రియానియమ అనువర్తన.

v) సమతా స్థిరాంకం యొక్క Kp మరియు Kc రూపాలు

vi) Kp మరియు Kc ల మధ్య సంబంధం

27.8 పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. ఈకింది వానిలో ఒక్కొక్క దానికి 10 పంక్తులలో జవాబులు వ్రాయండి.

1. గణితాత్మకంగా ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని వివరించండి. అందులో పదాలను వివరించడండి.
2. ఈ క్రింది చర్యలకు సమతా స్థిరాంకాల సమాసాల్ని వ్రాయండి.

(a) $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$

(b) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

3. ఒక ద్విగత చర్యకు Kp, Kc ల మధ్య సంబంధాన్ని ఉత్పాదించండి.

II. ఈ క్రింది వానికి 30 పంక్తుల్లో జవాబులు వ్రాయండి.

1. 'ద్విగతచర్య' అంటే వివరించి, కొన్ని ద్విగత చర్యలను విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.
2. రసాయన ద్విగత చర్యలను సవివరంగా చర్చించండి.

BRAOU

27.9 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. తిరోగామి దిశలోను, పురోగామిదిశలోను జరుగు రసాయిన చర్యలను ద్విగత చర్యలందురు. అనేక చర్యలు ద్విగత చర్యలు.

   ఉదా. అమ్మోనియ సంశ్లేషణం

   $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

   (వా) (వా) (వా)

2. సమతాస్థితి వద్ద పురోగామి చర్య వేగం, తిరోగామి చర్య వేగానికి సమానంగా ఉన్న దానిని గతిక సమతా స్థితి అందురు. రసాయన సమతాస్థితులన్నీ గతిక సమతా స్థితులే.

రచయిత : డా॥ కె. లక్ష్మీ నారాయణ
అనువాదం : శ్రీ పి.వి. సోమయాజులు

BRAOU

భాగం - 28: ద్రవ్యరాశి క్రియానియమం – అనువర్తనాలు

విషయక్రమం

28.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు

28.2 పరిచయం

28.3 ద్రవ్యరాశి క్రియానియమం యొక్క అనువర్తనాలు

28.3.1 హైడ్రోజన్, అయోడిన్ లనుంచి హైడ్రోజన్ అయోడైడ్ ఏర్పడడం.

28.3.2 ఫాస్ఫరస్, పెంటాక్లోరైడ్ యొక్క వియోజనం

28.3.3 నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ యొక్క వియోజనం

28.3.4 అమ్మోనియాసంశ్లేషణ.

28.4 ద్రవ వ్యవస్థలలో సజాతీయ సమతాస్థితులు

28.5 విజాతీయ సమతా స్థితులు

28.5.1 కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ యొక్క ఉష్ణ వియోజనం

28.5.2 అమోనియమ్ హైడ్రోసల్ఫైడ్ యొక్క ఉష్ణ వియోజనం

28.6 లిషాటిలియర్ - బ్రౌన్ సూత్రం

28.7 లిషాటిలియర్ సూత్రం అనువర్తనాలు

28.7.1 ఉష్ణగ్రతా ప్రభావం

28.8 లెక్కలు.

28.9 సారాంశం

28.10 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

28.11 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

28.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

B R A O U

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం సమతాస్థితి వద్ద వివిధ రసాయన చర్యలకు ద్రవ్యరాశి క్రియానియమాన్ని అనువర్తింప జేయడం, సమతాస్థితి స్థిరాంకాలకు గణిత సమీకరణాలును వ్యుత్పన్నం చేయడం, లిషాటిలియర్ సూత్రమనే గుణాత్మక సూత్రాన్ని పేర్కొని సమతాస్థితి వద్ద వివిధ రసాయన వ్యవస్థలకు దాని అనువర్తనాన్ని వివరంగా చర్చించడం.

- ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని అనువర్తింప చేయడానికి వీలుకోసం చర్యలను సజాతీయ, విజాతీయ చర్యలుఅని వర్గీకరిస్తారు.
- అనుఘటకాలన్నీ (క్రియాజనకాలు, ఉత్పన్నాలు) ఒకే భౌతిక స్థితిలో ఉన్న చర్యను సజాతీయ వ్యవస్థ అంటారు. అనుఘటకాలు భిన్న భౌతిక స్థితులలో ఉన్న వ్యవస్థలను విజాతీయాలు అంటారు.
- చర్యయొక్క స్థాయి, దిశలమీద గాఢత లేదా పీడనంయొక్క పరిమాణాత్మక ప్రభావాన్ని, ఆ చర్యకు ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని అనువర్తింప చేయడంతో పరిశీలించవచ్చు.

- $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ అనే ఉత్క్రమణీయ చర్యకు Kp, Kc లు పరిమాణంలో సమానంగా ఉంటాయి.

$$K = \frac{p_2 HI}{pH_2 \times pI_2}$$

- $pCl_5 \rightleftharpoons pCl_3 + Cl_2$ అనే చర్యకు Kp, Kc లు సమానంకావు $Kp = \frac{\alpha^2 p}{(1 - \alpha^2)}$

ఇక్కడ $\alpha = PCl_5$ యొక్క వియోజన స్థాయి.

- $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ కి సమతాస్థితి స్థిరాంకం Kp కింది సమీకరణంవల్ల వస్తుంది.

$$Kp = \frac{p^2 NO_2}{pN_2O_4}$$

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ అనే చర్యకు Kp కింది సమీకరణం వల్ల వస్తుంది.

$Kp = \frac{54 x^2 p}{27 p^2}$ ఇక్కడ x = ఏర్పడిన అమోనియా పరిమాణం.

- ఆమ్లం, ఆల్కహాల్ నుంచి ఎస్టర్ ఏర్పడడం ద్రవ ప్రావస్థలో సజాతీయ చర్యను ఉదాహరిస్తుంది.
- $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$, $NH_4HS \rightleftharpoons NH_3 + H_2S$ అనే చర్యలు విజాతీయ చర్యలకు ఉదాహరణలు.

28.2 పరిచయం

సమతాస్థితివద్ద రసాయన చర్యలకు ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని అనువర్తింపచేసి, ఇచ్చిన ప్రయోగ పరిస్థితులలో చర్య ఎంతవరకు జరుగుతుందో అనే దాన్ని గురించి ఉపయుక్తమైన సమాచారం సేకరించడానికి, క్రియాజనకాల, లేదా ఉత్పన్నాల యొక్క పాక్షిక పీడనాలు లేదా గాఢతలవంటి పరామితుల ప్రభావాన్ని, చర్యయొక్క గతిమీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావాన్ని అధ్యయనం చేయడానికి ఉపయోగించవచ్చు. అదే రకం సమాచారాన్ని గుణాత్మకంగా లిషాటలియర్ సూత్రం అనబడే చలనశీల సమతాస్థితి సూత్రాన్ని అనువర్తింపచేసి సేకరించవచ్చు. వివిధ ప్రయోగ పరిస్థితులలో ఉత్క్రమణ చర్యలను గురించిన ఈ పరిమాణాత్మక, గుణాత్మక అంశాలు ఈ భాగంలో చర్చించబడ్డాయి.

28.3 ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమం యొక్క అనువర్తనాలు

సజాతీయ వాయురూప ఉత్క్రమణీయ చర్యలను రెండు ప్రధాన శీర్షికల కింద చర్చించవచ్చు. మొదటిది, క్రియాజనకాల అణువుల సంఖ్య ఉత్పన్నాల అణువుల సంఖ్యకు సమానమైన చర్యలు, రెండోది ఈ సంఖ్యలు సమానం గాని చర్యలు.

B R A O U

హైడ్రోజన్, అయోడిన్ మూలకాలనుంచి హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ ఏర్పడడం సజాతీయ చర్యల రకానికి చెందుతుంది. రెండో రకానికి విలక్షణమైన ఉదాహరణలు ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్, క్లోరిన్‌గా వియోజనం చెందడం· నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌లు కలిసి అమోనియాను ఏర్పరచడం.

28.3.1 హైడ్రోజన్, అయోడిన్‌ల నుంచి హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ ఏర్పడడం

హైడ్రోజన్, అయోడిన్‌లు కలిసి హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ ఏర్పడడం మనం ముందు చర్చిద్దాం.

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\,HI \qquad (1)$$

క్రియాజనకాల అణువుల సంఖ్య (రెండు) ఉత్పన్నాల అణువుల సంఖ్య (రెండు) కు సమానం కనుక **Kp, Kc** లు సర్వసమానంగా ఉంటాయి. సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని క్రియాజనకాల, ఉత్పన్నాల పాక్షిక పీడనాల లేదా మోలార్ గాఢతల పరంగా వ్యక్తం చేయవచ్చు.

'a' మోల్స్ హైడ్రోజన్ 'b' మోల్స్ అయోడిన్‌ను ఘనపరిమాణంV లీటర్‌ల మూసిఉన్న చర్యా పాత్రలో తీసుకుని సమతాస్థితి వచ్చేదాక 450°C వద్ద ఉంచామనుకుందాం. 'x' మోల్స్ హైడ్రోజన్ 'x'మోల్స్ అయోడిన్ సమతాస్థితి వద్ద సంయోగం చెంది '2x' మోల్స్ హైడ్రోజన్ అయొడైడ్‌ను ఏర్పరచాయని అనుకోండి. సమతాస్థితి వద్ద చర్య జరపకుండా ఉండిపోయిన హైడ్రోజన్, అయోడిన్ మోల్స్ సంఖ్య వరసగా (a-x), (b-x) లకు సమానమవుతుంది. అయితే మోల్స్‌మొత్తం సంఖ్యలో ఏమీ మార్పుండదు. అది (a+b) కి సమానవుతుంది.

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI \qquad (2)$$

సమతాస్థితివద్ద మోల్స్ సంఖ్య (a-x) (b-x) 2x

క్రియాజనకాలు హైడ్రోజన్, అయోడిన్‌ల యొక్క పాక్షిక పీడనాలు, ఉత్పన్నం హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ యొక్క పాక్షిక పీడనాన్ని కింది విధంగా వ్యక్తం చేయవచ్చు.

$$pH_2 = \frac{(a-x)}{(a+b)} \times P \qquad (3)$$

$$pI_2 = \frac{(b-x)}{(a+b)} \times P \qquad (4)$$

$$pHI = \frac{2x}{(a+b)} \times P \qquad (5)$$

ఇక్కడ pH_2, pI_2, pHI, p లు వరసగా H_2, I_2, HI ల పాక్షిక పీడనాలు, మొత్తం పీడనం.

ఈ చర్యకు ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని అనువర్తింపచేస్తే కింది సమీకరణాలు వస్తాయి.

$$Kp = \frac{(p\ HI)^2}{pH_2 \times pI_2} \qquad (6)$$

లేదా $$K_p = \frac{\left(\frac{2x}{a+b} \times P\right)^2}{\frac{(a-x)}{(a+b)} \times P \times \frac{(b-x)}{(a+b)} \times P} \quad (7)$$

$$= \frac{4x^2}{(a-b)(b-x)} \quad (8)$$

అంతిమ సమీకరణంలో మొత్తం పీడనంకనిపించదు. కనుక సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని మొత్తం పీడనంమీద ఆధారపడదని తెలుస్తుంది. Kp, ప్రారంభ గాఢతలు తెలిస్తే ఇచ్చిన ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ అయొడైడ్ మొత్తాన్ని లెక్క కట్టడానికి సమీకరణం ఉపయుక్తంగా ఉంటుంది.

nH_2, nI_2, nHI వరసగా సమతాస్థితివద్ద ఉన్న హైడ్రోజన్, అయొడిన్, హైడ్రోజన్ అయొడైడ్‌ల మోల్స్ సంఖ్యను సూచిస్తే 'V' వ్యవస్థయొక్క ఘనపరిమాణం లీటర్‌లలో అయితే, వాటి వాటి మోలార్ గాఢతలను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$C_{H2} = \frac{n_{H2}}{V}$$

$$C_{I2} = \frac{n_{I2}}{V}$$

$$C_{HI} = \frac{n_{HI}}{V}$$

ఈ విలువలను సమతాస్థితి స్థిరాంకం Kc సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపిస్తే కిందివి వస్తాయి.

$$K_c = \frac{C^2_{HI}}{C_{H2} \times C_{I2}} \quad (9)$$

$$K_c = \frac{\frac{n^2_{HI}}{V^2}}{\frac{nH_2}{V} \times \frac{n_{I2}}{V}} \quad (10)$$

$$K_c = \frac{n_2HI}{nH_2 \times n_{I2}} \quad (11)$$

సమతాస్థితి స్థిరాంకం అంతిమ సమీకరణలో V కి స్థానం లేదని, సమీకరణం 11 నుంచి తెలుస్తుంది. సమతాస్థితి స్థిరాంకం Kp (సమీకరణం 6) ని కింద చూపినవిధంగా అణువుల లేదా మోల్స్ సంఖ్య పరంగా రాయవచ్చు.

B R A O U

హైడ్రోజన్ పాక్షిక పీడనం $pH_2 = \frac{nH_2}{N} \times P$

అయోడిన్ పాక్షిక పీడనం $P_{I2} = \frac{n_{I2}}{N} \times P$

హైడ్రోజన్ అయోడైడ్ పాక్షిక పీడనం $PHI = \frac{nHI}{N} \times P$

ఇక్కడ N = ఉత్పన్నాల, క్రియా జనకాల మోల్స్ మొత్తం సంఖ్య, P = సమతాస్థితి వద్ద మొత్తం పీడనం

కాబట్టి $$Kp = \frac{p^2_{HI}}{pH_2 \times pI_2} = \frac{\frac{n^2_{HI} \times P^2}{N^2}}{\frac{N_{H2}}{N} \times P \frac{n_{I2}}{N} \times P} \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

$$\frac{n^2 HI}{n_{H2} \times n_{I2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

సమీకరణాలు 11, 13, నుంచి Kc, Kp లు సమానమని తెలుస్తుంది. $Kp = Kc.RT^{\Delta n}$ అనే సమీకరణం నుంచి అదేరకమైన నిర్ధారణను చేయవచ్చు. ఎందుకంటే ఈ చర్యకు $n = 0$

28.3.2 ఫాస్ఫరస్ పెంటా క్లోరైడ్‌యొక్క వియోజనం

క్రియాజనకాల నుంచి ఉత్పన్నాలకు అణువుల సంఖ్యలో మార్పు వున్న ఒక సమతా స్థితి ప్రక్రియను ఈ చర్య ఉదాహరిస్తుంది. ఈ చర్యను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2 \quad (14)$$

పాక్షిక పీడనాల పరంగా సమతాస్థితి స్థిరాంకం ని కింది విధంగా వ్యక్తం చేస్తారు.

$$Kp = \frac{pPCl_3 \times pCl_2}{pPCl_5} \quad (15)$$

ఇక్కడ $pPCl_3$, pCl_3, $pPCL_5$ లు వరసగా ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్, క్లోరిన్, ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్‌ల పాక్షిక పీడనాలు.

BRAOU

ఒక మోల్ PCl_5 ని దాని వియోజక ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఉంచినప్పుడు సమతాస్థితి వద్ద α అనే అంశం వియోజనం చెంది 'α' మోల్స్ PCl_3, 'α' మోల్స్ Cl_2 ఇస్తుందనుకుందాం.

సమతాస్థితివద్ద మోల్స్ సంఖ్య

$$\begin{array}{ccc} PCl_5 & \rightleftharpoons & PCl_3 + Cl_2 \\ 1-\alpha & & \alpha \quad \alpha \end{array} \qquad (16)$$

మోల్స్ మొత్తం సంఖ్య = 1- α+ α+α = 1 +α కాబట్టి పాక్షిక పీడనాలు కింది విధంగా సూచించబడతాయి.

$$pPCl_5 = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \text{ X } P$$

$$pPCl_3 = \frac{\alpha}{1+\alpha} \text{ X } P$$

$$pCl_2 = \frac{\alpha}{1+\alpha} \text{ X } P$$

ఇక్కడ p = మొత్తం పీడనం

కాబట్టి సమతాస్థితి స్థిరాంకం Kp ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\frac{Kp = pPCl_3 \text{ X } PCl_2 =}{pPCl_5} \quad \frac{\left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right) \text{X} \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right) \text{ X } P^2}{\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right) \text{X } P} \qquad (17)$$

$$\frac{Kp = \alpha^2 p}{(1-\alpha)^2} \qquad (18)$$

Kp కి సమీకరణంలో పీడన పదం P ఉంటుందని సమీకరణం 17ను బట్టి తెలుస్తుంది. PCl_5 యొక్క వియోజనం మొత్తం పీడనం P మీద ఆధారపడుతుందని ఇది సూచిస్తుంది.

28.3.3 నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ యొక్క వియోజనం

నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ (N_2O_4)వేడిచేసి నప్పుడు నైట్రోజన్ డయాక్సైడ్‌గా వియోజనం చెందుతుంది. ఈ చర్యను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2\,NO_2 \qquad (19)$$

సమతాస్థితి వద్ద

B R A O U

N_2O_4, NO_2 మోల్స్ సంఖ్య వరసగా nN_2O_4, nNO_2 అయితే, మొత్తం పీడనం P అయితే, పాక్షిక పీడనాలను కింది విధంగా రాస్తారు.

$$pN_2O_4 = \frac{nN_2O_4}{N} \times P$$

$$pNO_2 = \frac{nNO_2}{N} \times P$$

సమతా స్థితి స్థిరాంకం Kp ని కింది విధంగా వ్యక్తం చేస్తారు.

$$Kp = \frac{p^2NO_2}{pN_2O4} \quad (20)$$

$$Kp = \frac{\left(\frac{nNO_2 \times P}{N}\right)^2}{\left(\frac{nN_2O_4 \times P}{N}\right)} \quad (21)$$

$$= \frac{n^2NO_2 \times P}{nN_2O_4 \times N} \quad (22)$$

B R A O U

సమీకరణం 22 లో పీడనం పదం 'P' ఉంది కనక N_2O_4 యొక్క వియోజనం మొత్తం పీడనం P మీద ఆధారపడుతుందని అది సూచిస్తుంది.

సమతా స్థితి స్థిరాంకం Kp ని, సమతా స్థితి వద్ద N_2O_4 యొక్క వియోజనం స్థాయి పరంగా కిందచూపినట్లుగా వేరే రూపంలో రాయవచ్చు.

సమతాస్థితి వద్ద వియోజనం చెందుతున్న ఒక మోల్ N_2O_4 యొక్క అంశం 'α', ఏర్పడిన NO_2 '2α' అనుకోండి.

సమతాస్థితి వద్ద $\quad N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

$\quad\quad\quad\quad\quad\quad (1+\alpha) \quad\quad 2\alpha$

సమతా స్థితి వద్ద మోల్స్ మొత్తం సంఖ్యను $(1-\alpha+2\alpha)$ అంటే $(1+\alpha)$ ఇస్తుంది. కాబట్టి N_2O_4, NO_2 ల పాక్షిక పీడనాలను కింది విధంగా రాస్తారు.

$$pN_2O_4 = \frac{(1-\alpha)}{(1+\alpha)} \times P$$

$$pNO_2 = \frac{2\alpha}{(1+\alpha)} \times P$$

ఇక్కడ P = మొత్తం పీడనం. కనక Kp ని కింది విధంగా వ్యక్తం చేస్తారు.

$$Kp = \frac{p^2NO_2}{pN_2O_4}$$

$$Kp = \frac{\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P\right)^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P} \qquad (23)$$

$$Kp = \frac{4\alpha^2}{(1+\alpha)\ (1-\alpha)} \times P \qquad (24)$$

$$Kp = \frac{4\alpha^2}{(1+\alpha)\ (1-\alpha)} \times P \qquad (25)$$

28.3.4 అమోనియా సంశ్లేషణ

అమోనియాను దాని మూలకాలు నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌ల నుంచి సంశ్లేషిస్తారు. ఈ చర్యను మొదట హేబర్ తరవాత లార్సన్, డాడ్జ్‌లు పరిశోధించారు. కాని ఈ ప్రక్రియను సాధారణంగా హేబర్ అమోనియా సంశ్లేషణ అంటారు.

B R A O U

ఒక మోల్ నైట్రోజన్, మూడు మోల్స్ హైడ్రోజన్ కల మిశ్రమాన్ని, యుక్తతమ ఉష్ణోగ్రత, పీడనాలకు గురిచేసినప్పుడు రెండు మోల్స్ అమోనియా ఏర్పడతాయి.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

pNH_3, pN_2, pH_2 ల పాక్షిక పీడనాల పరంగా సమతా స్థితి స్థిరాంకం Kp ని కింది విధంగా రాస్తారు.

$$Kp = \frac{p^2NH_3}{pN_2 \times p^3H_2} \qquad (26)$$

ప్రారంభంలో చర్య మిశ్రమంలో మొత్తం పీడనం P వద్ద ఒక మోల్ నైట్రోజన్, మూడు మోల్స్ హైడ్రోజన్ ఉన్నాయనుకోండి. సమతా స్థితి వద్ద x మోల్స్ నైట్రోజన్, 3 x మోల్స్ హైడ్రోజన్ సంయోగం చెంది 2x మోల్స్ అమోనియాను ఇచ్చాయనుకోండి. సమతాస్థితి వద్ద వరసగా (1-x) ,3(1-x), 2x మోల్ నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్, అమోనియాలు ఉంటాయి.

	N_2	$+ 3H_2$	$\rightleftharpoons$ $2NH_3$
సమతాస్థితి వద్ద	(1-x)	3(1-x)	2x

కాబట్టి క్రియాజనకాల, ఉత్పన్నాల మొత్తం మోల్స్ సంఖ్య సమతా స్థితి వద్ద [(1-x) + 3 (1-x) + 2x)] అంటే (4-2x) కు సమానమవుతుంది.

కాబట్టి పాక్షిక పీడనాలను క్రింది విధంగా రాస్తారు.

$$pN_2 = \frac{(1-x)}{(4-2x)} \times P$$

$$pH_2 = \frac{3-3x}{4-2x} \times P$$

$$pNH_3 = \frac{2x}{4-2x} \times P$$

కాబట్టి సమతా స్థితి స్థిరాంకం Kp ని కింది విధంగా రాస్తారు.

$$Kp = \frac{p^2NH_3}{pN_2 \ X \ p^3H_2} \quad (27)$$

$$= \frac{\frac{2x}{4-2x} \ P^2}{\frac{1-x}{4-2x} \ P \ \times \ \frac{3-3x}{4-2x} \ P^3} \quad (28)$$

$$= \frac{4x^2 \ (4-2x)^2}{(1-x) \ (3-3x)^3 \ X \ P^2} \quad (29)$$

$$= \frac{16x^2 \ X \ (2-x)^2}{27 \ (1-x)^4 . \ P^2} \quad (30)$$

B R A O U

ఒకటితో పోలిస్తే x తక్కువనుకుంటే, సమీకరణ 30ని సూక్ష్మీకరించి కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$Kp = \frac{16x^2 \ X \ 2^2}{27P^2} = \frac{64 \ x^2}{27 \ P^2} \quad (31)$$

లేదా $$x^2 = \frac{Kp \ X \ 27 \ X \ P^2}{64} \quad (32)$$

ఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఏర్పడిన అమోనియా (3 x) P² కి ప్రత్యక్షంగా అనుపాతంలో ఉంటుందని సమీకరణం 31 చూపుతుంది. ఈ విధంగా సంశ్లేషణ సామర్థ్యం మొత్తం పీడనం మీద ఆధారపడుతుంది.

28.4 ద్రవ వ్యవస్థలలో సజాతీయ సమతా స్థితులు

సజాతీయ ద్రవ వ్యవస్థలలో ఒక ఉత్క్రమణీయ చర్యకు బాగా తెలిసిన ఉదాహరణలలో ఒకటి ఇథైల్ ఆల్కహాల్, ఎసిటిక్ ఆమ్లం చర్య జరిపి ఇథైల్ ఎసిటేట్ ఎస్టర్‌ను ఇచ్చేది. బెర్థిలాట్, గిల్లెస్‌లు ఈ చర్యను అధ్యయనం చేసి ఈ చర్య పూర్తిగా జరగదని కనుక్కొన్నారు. కాని ఎస్టర్‌గా మార్పు చెందిన ఆమ్లం అనుపాతం, ఆల్కహాల్ మొత్తం పెంచడంతో బాటు పెరిగింది. ప్రారంభంలో ఆల్కహాల్, ఆమ్లం సమ మోలార్‌గాఢతలలో తీసుకున్నప్పుడు 66 శాతం ఆమ్లం మాత్రమే ఎస్టర్‌గా మార్పు చెందింది. ఆల్కహాల్ గాఢత నాలుగు రెట్లు పెంచినప్పుడు ఎస్టర్‌గా మార్పు చెందిన ఆమ్ల శాతం 88 వరకు పెరిగింది. ఈ చర్యను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\underset{\text{ఆమ్లం}}{CH_3COOH} + \underset{\text{ఆల్కహాల్}}{C_2H_5OH} \rightleftharpoons \underset{\text{ఎస్టర్}}{CH_3COOC_2H_5} + \underset{\text{నీరు}}{H_2O}$$

ప్రారంభంలో ఉన్న ఆమ్లం, ఆల్కహాల్‌ల మోల్స్ సంఖ్య వరసగాa,b అనుకోండి. సమతాస్థితి వద్ద ఏర్పడిన ఎస్టర్ యొక్క మోల్స్ సంఖ్య y అయితే, అప్పుడు సమాన మొత్తంలో నీరు కూడా ఉత్పత్తి అవుతుంది. సమతా స్థితి వద్ద వరసగా(a-y), (b-y) మోల్స్ ఆమ్లం ఆల్కహాల్ చర్య జరపకుండా ఉండి పోతాయి. కాబట్టి

(a-y) (b-y) మోల్స్ ఆమ్లం, ఆల్కహాల్ చర్య జరపకుండా ఉండిపోతాయి.

సమతాస్థితి వద్ద $$\underset{(a-y)}{CH_3COOH} + \underset{(b-y)}{C_2H_5OH} \rightleftharpoons \underset{y}{CH_3COOH} + \underset{y}{H_2O}$$

వ్యవస్థయొక్క మొత్తం ఘన పరిమాణంV లీటర్‌లయితే, సమతా స్థితి గాఢతలు కింది విధంగా ఉంటాయి.

$$C_{CH_3COOH} = \frac{(a-y)}{V}$$

$$C_{C_2H_5OH} = \frac{(b-y)}{V}$$

$$C_{H_3COOC_2H_5} = \frac{y}{V}$$

$$C_{H_2O} = \frac{y}{V}$$

సమతా స్థితి స్థిరాంకం Kc ని కింది విధంగా రాస్తారు.

$$Kc = \frac{C_{\text{ఎస్టర్}} \times C_{H_2O}}{C_{\text{ఆమ్లం}} \times C_{\text{ఆల్కహాల్}}}$$

$$Kc = \frac{y/V \times y/V}{\frac{a-y}{V} \times \frac{b-y}{V}}$$

$$Kc = \frac{y2y^2}{(a-y)\ (b-y)} \qquad (33)$$

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న 1: సజాతీయ వ్యవస్థలనగానేమి? విశదీకరించుము.

28.5 విజాతీయ సమతాస్థితులు

ఒక వ్యవస్థయొక్క అనుఘటకాలన్నీ ఒకే భౌతిక స్థితిలో లేకపోతే ఆ వ్యవస్థను విజాతీయం అంటారు. ఉదాహరణకు, కాల్షియమ్ కార్బోనేట్, కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్, కార్బన్ డయాక్సైడ్‌గా ఉష్ణ వియోజనం చెందడంలో, రెండు అనుఘటకాలు (కాల్షియమ్ కార్బోనేట్, కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్) ఘనపదార్థాలు, మూడో అనుఘటకం (కార్బన్‌డయాక్సైడ్) వాయువు. కాబట్టి $CaCO_3$,CaO, CO_2లుగా ఉష్ణ వియోజనం చెందడం విజాతీయ సమతా స్థితి వ్యవస్థకు ఉదాహరణగా పేర్కొనవచ్చు.

28.5.1 కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ యొక్క ఉష్ణ వియోజనం

ఈ వ్యవస్థను కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$$CaCO_3 (s) \rightleftharpoons CaO (s) + CO_2 (g)$$

బ్రాకెట్‌లలో ఇచ్చిన s,g అక్షరాలు వ్యవస్థ యొక్క అనుఘటకాల ప్రావస్థలను s = ఘన, g = వాయు) సూచిస్తాయి. ఒక చర్య యొక్క ఘన అనుఘటకాల క్రియాశీల ద్రవ్యరాశులు (గాఢతలు లేదాపాక్షిక పీడనాలు) స్థిరమని భావిస్తారు ఈ వ్యవస్థకు సమతా స్థితి స్థిరాంకాన్ని కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$Kp = \frac{pCaO \times pCO_2}{pCaCO_3}$$

BRAOU

pCaO, pCa CO_3 లు స్థిరాంకాలని, అవి ఒకదానికొకటి సమానమని భావిస్తారు. ఎందుకంటే $CaCO_3$, CaO లు ఘన పదార్థాలు.

$$\text{కాబట్టి } Kp = pCO_2 \qquad (34)$$

ఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద Kp స్థిరాంకం కనక, ఈ వ్యవస్థ ఒక నిశ్చితమైన, స్థిరమైన CO_2 పీడనాన్ని ప్రదర్శిస్తుంది. దీనిని సమతాస్థితి వియోజన పీడనం అంటారు.

ఈ నిర్ధారణ ప్రయోగాత్మక పరిశీలనతో ఏకీభవిస్తుంది.

28.5.2 అమోనియమ్ హైడ్రో సల్ఫైడ్ యొక్క ఉష్ణ వియోజనం

అమోనియమ్ హైడ్రో సల్ఫైడ్ (NH_4HS) అమోనియా (NH_3), హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ (H_2S)లుగా ఉష్ణ వియోగం చెందడాన్ని కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$$NH_4HS\,(s) \rightleftharpoons NH_3\,(g) + H_2S\,(g)$$

ఈ చర్య, ఒక ఘనపదార్థం (NH_4HS), రెండువాయువులు (NH_3, H_2S) పాల్గొనే వ్యవస్థను ఉదహరిస్తుంది. **సమతాస్థితి స్థిరాంకం** Kpని కింది విధంగా రాస్తారు.

$$Kp = \frac{pNH_3 \times pH_2S}{pNH_4HS}$$

$$= pNH_3 \times pH_2S \qquad (35)$$

ఎందుకంటే pNH_4HS ని ఒకటిగా తీసుకుంటారు.

అమోనియా, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌లు తుల్య మొత్తాలలో ఉత్పత్తి అవుతాయి. కనక చర్యాపాత్రలో ప్రారంభంలో ఈరెండు వాయువులలో ఏ ఒక్కటీ అదనంగా లేకపోతే pNH_3, pH_2S కి సమానంగా ఉంటుంది. కాబట్టి మొత్తం పీడనం P ఈ పాక్షిక పీడనాల మొత్తానికి సమానం.

$$P = pNH_3 + pH_2S$$

కాబట్టి ఒక్కొక్క పాక్షిక పీడనం P/2 కి సమానం. అందువల్ల $Kp = pNH_3 \times pH_2S$

$$= P/2 \times P/2 = P^2/4 \qquad (36)$$

28.6 లి షాటిలియర్ – బ్రౌన్ సూత్రం

సమతాస్థితి వద్ద ఉన్న ఒక వ్యవస్థమీద ఉష్ణోగ్రతా లేదా పీడనం యొక్క ప్రభావాన్ని వివరించడానికి, ఊహించడానికి చలన సమతాస్థితి సూత్రం అనే ఒక సూత్రాన్ని లిషాట్ లియర్ – బ్రౌన్ ప్రతిపాదించారు. దీనినే లిషాట్ లియర్ సూత్రమని సామాన్యంగా అంటారు. ఈ సూత్రాన్ని ఈ విధంగా చెప్పవచ్చు.

ఒక వ్యవస్థ సమతాస్థితిలో ఉన్నప్పుడు, ఉష్ణోగ్రత లేదా పీడనం వంటి కారకాలలో ఒకదానిలో మార్పు సంభవిస్తే, వ్యవస్థ ఈ మార్పు ప్రభావాన్ని రద్దు చేసే విధంగా తనను తాను సర్దుబాటు చేసుకునే ప్రవృత్తి చూపుతుంది.

సమతాస్థితి ప్రక్రియలమీద పీడనం ప్రభావం

ఉదాహరణకు సమతాస్థితి వద్ద ఒక వాయురూప చర్య యొక్క పీడనాన్ని పెంచితే చర్య పీడనంలో తగ్గుదల (అణువుల సంఖ్య తగ్గుదల) ఉండే దిశలోకి మార్పుచెందే ప్రవృత్తి చూపుతుంది. అలాగే బాహ్య పీడనం తగ్గితే పీడనం పెరుగుదల (అణువు సంఖ్యలో పెరుగుదల) ఉన్న దిశలో చర్య మార్పు చెందుతుంది.

సమతాస్థితి చర్యల మీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం

సమతాస్థితి వద్ద చర్య యొక్క ఉష్ణోగ్రతను పెంచితే ఉష్ణం శోషణ చెందేదిశలో చర్య జరిగే ప్రవృత్తి చూపుతుంది. (ఉష్ణగ్రాహక చర్య) . అలాకాకుండా ఉష్ణోగ్రతను తగ్గిస్తే ఉష్ణం విడుదలయ్యే దిశలో చర్య మార్పుచెందే ప్రవృత్తి చూపుతుంది. (ఉష్ణమోచక చర్య).

28.7 లి షాట్‌లియర్ సూత్రం అనువర్తనాలు

ఈ పరిచ్ఛేదంలో వాయురూప సజాతీయ సమతాస్థితి చర్యలకు లిషాట్‌లియర్ సూత్రాన్ని అనువర్తింప చేయడాన్ని చర్చిస్తాం.

క్రియాజనకాల అణువుల సంఖ్య, ఉత్పన్నాల అణువుల సంఖ్యకు సమానమైనప్పుడు చర్యలమీద పీడనం ప్రభావం ఏమీ వుండదు. అయితే పరిస్థితి ఇలా లేని ఉదాహరణలలో, చర్యమీద పీడనం ప్రభావాన్ని లిషాట్‌లియర్ సూత్రాన్ని అనువర్తింపచేసి తెలుసుకోవచ్చు.

ఇందుకోసం కింది చర్యలను పరిశీలిద్దాం.

(i) $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

(ii) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

(i) $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

ఈ ద్విగత చర్యలో పురోగామి చర్య $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$ లో అణువుల సంఖ్య పెరుగుతుంది. తిరోగామి చర్య $PCl_3 + Cl_2 \rightarrow PCl_5$ లో అణువుల సంఖ్య తగ్గుతుంది. లిషాట్‌లియర్ సూత్రం ప్రకారం బాహ్య పీడనంలో పెరుగుదల జరిగితే అణువుల సంఖ్యలో తగ్గుదల ఉండే చర్యకు అనుకూలత లభిస్తుంది. కాబట్టి పీడనం పెరిగితే తిరోగామి చర్య అంటే PCl_5 ఏర్పడడానికి అనుకూలత లభించాలి. అదే విధంగా బాహ్య పీడనంలో తగ్గుదల, అణువుల సంఖ్య పెరిగే దిశలో చర్య జరగడానికిఅనుకూలత లభించాలి. అంటే పురోగామి చర్య - PCl_5 విచ్ఛిన్నం - జరుగుతుంది. ఈ చర్య యొక్క సమతాస్థితి స్థిరాంకం (Kp) సమీకరణకు ఇటువంటి నిర్ధారణలే వస్తాయి.

$$K_p = \frac{\alpha^2 p}{p - \alpha^2}$$ (సమీకరణ 18 చూడండి)

పై సమీకరణంనుంచి పీడనంలో (P) పెరుగుదల, ఫలితంగా తగ్గుతుందని – అంటే PCl_5 వియోజనం తగ్గి Kp స్థిరంగా ఉంటుందని తెలుస్తుంది. అదే విధంగా P తగ్గితే (పీడనం) Kp స్థిరంగా ఉంచడానికి α పెరుగుతుంది. ఈ విధంగా పీడనం తగ్గుదల PCl_5 వియోజనం (α) స్థాయిని అనుకూలిస్తుంది.

(i) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

ఈ చర్యలో పురోగామి చర్య

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

లో అణువుల సంఖ్య తగ్గుతుంది. కాగా తిరోగామి చర్య $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$ లో అణువుల సంఖ్య పెరుగుతుంది.

BRAOU

కాబట్టి లిషాట్‌లియర్ సూత్రం ప్రకారం పీడనం పెరిగితే పురోగామి చర్య అనుకూలిస్తుంది. ఎందుకంటే ఈ దిశలో అణువుల సంఖ్య తగ్గుతుంది. అదేవిధంగా పీడనం తగ్గితే తిరోగామి చర్య అనుకూలిస్తుంది. ఎందుకంటే ఇందులో అణువుల సంఖ్య పెరుగుతుంది. సమతాస్థితి స్థిరాంకం Kp ని సూచించే సమీకరణం నుంచి ఇటువంటి నిర్ధారణలే వస్తాయి.

$$Kp = \frac{16x}{27\ P^2} \qquad \text{(సమీకరణ 31 చూడండి)}$$

అవగాహన ప్రశ్న – 2: PCl_5 వియోజన సమతాస్థితిపై పీడనం పెంచిన ప్రభావమేమి ?

28.7.1 ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం

ఉష్ణ మార్పులతో కూడిన చర్యల మీద బాహ్య ఉష్ణోగ్రత ప్రభావాన్ని తెలుసుకోడానికి లిషాట్‌లియర్ సూత్రం తోడ్పడుతుంది.

కింద చర్యను తీసుకుందాం.

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI \quad \Delta H$ - 3000 కెలరీలు

పురోగామి చర్య ఉష్ణమోచక చర్య $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ + ఉష్ణం (ఉష్ణం విడుదల) కాగా తిరోగామి చర్య $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ - ఉష్ణం, ఉష్ణ గ్రాహకచర్య (ఉష్ణం శోషణ). లిషాట్ లియర్ సూత్రం ప్రకారం బాహ్య ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే, ఉష్ణ శోషణ (ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల యొక్క బాహ్య ప్రభావాన్ని రద్దు చేయడానికి తోడ్పడుతుంది) జరిగే చర్య అనుకూలిస్తుంది. కనుక్క ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల తిరోగామి చర్య అంటే HI, H_2, I_2 లుగా వియోజనం చెందడం – ను అనుకూలిస్తుంది. అదే విధంగా ఉష్ణోగ్రత తగ్గితే ఉష్ణం విడుదల జరిగే చర్యను అనుకూలిస్తుంది. అదేవిధంగా ఉష్ణోగ్రతను తగ్గిస్తే ఉష్ణం విడుల జరిగే చర్యను అనుకూలిస్తుంది. ఈ విధంగా ఉష్ణోగ్రతను తగ్గిస్తే H_2, I_2 నుంచి ఏర్పడటాన్ని HI అనుకూలిస్తుంది.

అమోనియా సంశ్లేషణ – అంటే $N_2 + H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ + ఉష్ణం – విషయంలో అటువంటి నిర్ధారణ చేయవచ్చు. పురోగామి చర్య ఉష్ణమోచక చర్య. అందువల్ల బాహ్య ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే తిరోగామి చర్య – అంటే అమోనియా విచ్ఛేదన – అనుకూలిస్తుంది. బాహ్య ఉష్ణోగ్రతను తగ్గిస్తే ఇదే విధంగా పురోగామి చర్య $N_2 + H_2 \rightarrow 2NH_3$ (ఉష్ణం విడుదలతో కూడినది) అనుకూలిస్తుంది.

28.8 లెక్కలు

(1) 50° C వద్ద 260 మి.మీ (పాదరసం) మొత్తం పీడనంలో N_2O_4, NO_2 గా 65% వియోజనం చూపుతుంది. అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద, 91.2 మి.మీ పీడనం కింద దాని వియోజన స్థాయినిలెక్క కట్టండి.

BRAOU

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$
$$1 - x \qquad\qquad 2x$$

ఇక్కడ x = వియోజన స్థాయి.

మొత్తం మోల్స్ సంఖ్య $= 1 - x + 2x = 1 + x$

$$Kp = \frac{p2NO_2}{pN_2O_4}$$

$$pNO_2 = \frac{2x}{1+x} P, \qquad pN_2O_4 = \frac{1-x}{1+x}$$

ఇక్కడ P = మొత్తం పీడనం

$$Kp = \frac{\frac{2x}{1+x} P)2}{\frac{1-x}{1+x} P)} \qquad = \frac{4x2}{(1-x)\ (1+x)} P \qquad (37)$$

లెక్కలోని అంశాల ప్రకారం 50°C వద్ద వియోజన స్థాయి

$$x = \frac{65}{100} = 0.65$$

మొత్తం పీడనం P = 260 మి.మీ. $= \frac{260}{760}$ ఎట్మా.

$$\therefore Kp = \frac{4(0.65)2}{(0.35)(1.65)} + \frac{260}{760} + 1.0002 \qquad \text{(సమీకరణ 37 లోనిది)}$$

పీడనం = 91.2 మి.మీ అయినప్పుడు అంటే $\frac{91.2}{760} = 0.12$ ఎట్మా. వియోజన స్థాయి x, కింది విధంగా వస్తుంది.

$$Kp = \frac{1.0002}{1.000} = \frac{4x_1^2}{(1-x_1)(1-x_1)} \times 0.12$$

$$= 1 - x_1^2 = 0.48\, x_1^2$$

$$1.48\, x_1^2 = 1, \quad x_1^2 = \frac{1}{1.48}, \quad x_1 = \frac{1}{1.216}$$

$$\%\ \text{వియోజనం.} = \frac{1}{1.216} \times 100 = 82.21$$

(2). ఒక భాగం N_2, 3 భాగాలు H_2 గల ఒక మిశ్రమంలో 500^0C వద్ద, 10 ఎట్మా. పీడనం వద్ద, NH_3 మోల్ శాతం 1.20Kp విలువను లెక్కకట్టండి. ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద సమతాస్థితి మిశ్రమంలో 10.4 మోల్ శాతం NH_3 ఉండే పీడనాన్ని లెక్కకట్టండి.

మొత్తం పీడనం P అయితే, పాక్షిక పీడనాలు కింది విధంగా వస్తాయి.

$$p_{NH3}(x \cdot P), \qquad p_{N2} = \frac{1}{4}(1-x)\,P, \qquad p_{H2} = \frac{3}{4}(1-x)\,P$$

$$\therefore Kp = \frac{p^2_{NH3}}{pN_2 \; X \; p^3H_2} = \frac{xP^2}{\frac{1}{4}(1\text{-}x)\,P \; X \; (\frac{3}{4}(1-x)\,P)^3}$$

P = 10ఎట్మా, అమోనియా మోల్ శాతం=1.20 అందువల్ల x = 0.012; 1 – x = 0.988.

(3) అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద, వాతావరణ పీడనం కింద, కార్బడయాక్సైడ్ 1.80 శాతం వియోజనం చెందుతుంది. చర్య ఈ విధంగా $2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2$ ఉంటుంది.
పాక్షిక పీడనాలనుపయోగించి (ఎట్మాస్ఫియర్‌లలో) ఈ చర్యకు సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని లెక్క కట్టండి.

CO_2 గాఢత 1 మోల్, వియోజనస్థాయి. x అయితే అప్పుడు CO_2, CO, O_2ల మోల్స్ సంఖ్య సమతాస్థితి వద్ద వరుసగా (1 – x), x, x / 2 అవుతాయి.

$$\text{మొత్తం మోల్స్ సంఖ్య} = 1 - x + x + \frac{x}{2} = 1 + \frac{x}{2} \quad \text{మోల్స్}$$

P = మొత్తం పీడనం అయితే

$$p_{CO2} = \frac{1 - x}{1 + x/2} P; \quad p_{CO} = \frac{x}{1 + x/2}$$

$$p_{O2} = \frac{x/2}{1 + x/2} \; P$$

$$Kp = \frac{[p_{CO2}]^2 \, [p_{O2}]}{[p_{CO2}]^2}$$

$$= \frac{\frac{x}{1 + x/2}^{2} \; P \; \frac{x/2}{1 + x/2} P}{\frac{1 - x}{1 + x/2}^{2} \; P}$$

$$= \frac{\frac{x2}{(2 + x)2} . 4\,P^2 . \frac{x}{(2 + x)}}{\frac{1 - x}{2 + x}^{2} \; 4\,P^2}$$

BRAOU

$$= \frac{x^3 P}{(1-x)^2 (2+x)}$$

x, P ల ఇచ్చిన విలువలు 0.018, 1 ఎట్మా.

$$\therefore Kp = \frac{(0.018)3}{2.018 \times 0.982 \times 0.982} = 2.997 \times 10^{-6}$$

28.9 సారాంశం

ఈ భాగంలో మీరు చదివిన విషయాలు :

i) సజాతీయ వాయు సమతాస్థితికి ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమ అనువర్తనం

- a) క్రియాజనక, క్రియాజన్య అణువులు సమానం
- b) క్రియాజన్య అణువుల సంఖ్య హెచ్చు
- c) క్రియాజన్య అణువుల సంఖ్య తక్కువ

ii) పై అన్ని సమతాస్థితులకు Kp మరియు Kc ల విలువలు, ఉదాహరణలు.

iii) సజాతీయ ద్రవ సమతాస్థితులు

iv) విజాతీయ సమతాస్థితులు

v) లీషాట్లియార్ సూత్రం సమతాస్థితిలో నున్న వ్యవస్థలపై అనువర్తనం
ఉదా : అమ్మోనియా సంశ్లేషణం.

B R A O U

28.10 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది వాటిలో ప్రతిదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. లిషాట్‌లియర్ సూత్రం రాసి సమతాస్థితి వద్ద ద్విగత చర్యల అధ్యయనంలో దాని ప్రాముఖ్యాన్ని వివరించండి.
2. అమోనియా సంశ్లేషణ చర్యకు లిషాట్‌లియర్ సూత్రం అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.
3. కింది చర్యమీద ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం ఏమిటి ?
   $SO_2 + O_2 \rightleftharpoons SO_3 +$ ఉష్ణం
4. ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమం, ఆమ్లం, ఆల్కహాల్ నుంచి ఎస్టర్ ఏర్పడడానికి అనువర్తింప చేయడాన్ని చర్చించండి.

II కింది వాటిలో ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. ద్రవ్య రాశి క్రియా నియమాన్ని పేర్కొని, వివరించండి. సజాతీయ వాయురూప చర్యలకు దాని అనువర్తనాన్ని చర్చించడి.

2. లిషాట్‌లియర్ సూత్రాం పేర్కొని, వివరించండి. సజాతీయ వాయు రూప చర్య లకు దాని అనువర్తనాన్ని చర్చించడి.

28.11 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. సమతాస్థితిలో నున్న క్రియా జనకాలు, ఉత్పన్నాలు ఒకే ప్రావస్థలో ఉన్న దానిని సజాతీయ సమతాస్థితి అందురు.

ఉదా : $\underset{(వా)}{2HI} \rightleftharpoons \underset{(వా)}{H_2} + \underset{(వా)}{I_2}$

$\underset{(వా)}{PCl_5} \rightleftharpoons \underset{(వా)}{PCl_3} + \underset{(వా)}{Cl_2}$

2. లీషాట్‌లియర్ సూత్రం ప్రకారం సమతాస్థితిలో నున్న వ్యవస్థపై పీడనాన్ని హెచ్చించిన ఘనపరిమాణం తగ్గు దిశలో సమతాస్థితి జరిగి, ఆ మార్పు రద్దగును. PCl_5 వియోజన సమతాస్థితి ఉత్పన్నాల ఘనపరిమాణం హెచ్చు గనుక, వియోజనం తగ్గి PCl_5 దిశలో చర్య జరుగును.

రచయిత : డా|| కె. లక్ష్మీ నారాయణ
అనువాదం : ఆర్. ఎల్. ఎన్. శాస్త్రి

B R A O U

ఖండం – 9 : ఆమ్లాలు – క్షారాలు

నిత్యజీవితంలోనేగాక రసాయన శాస్త్రంలో కూడా 'ఆమ్లం', 'క్షారం' అనేమాటలు మనకు అనేకసార్లు తటస్థపడతాయి. రసాయన ప్రయోగశాలలో మనకి కనిపించే అతి సామాన్యమైన, అతి ముఖ్యమైన రసాయనాలలో ఆమ్లాలు, క్షారాలు ఉంటాయి. అంతేకాకుండా మన ఇళ్ళలో చాలా తరచుగా మనకి ఆమ్లాలు, క్షారాలు తటస్థపడుతూ ఉంటాయి. నిమ్మ రసానికి పులుపు రుచి నిచ్చేది సిట్రిక్ ఆమ్లం. అలాగే వంట సోడాలో సోడియమ్ హైడ్రోజన్ కార్బొనేట్ ఉంటుంది.

'ఆసిడ్' అనే మాట పులుపు అనే అర్థం ఇచ్చే 'అసిడస్' అనే లాటిన్ మాటనుంచి వచ్చింది. ఎందుకంటే పులుపు రుచి కలిగివుంటుంది. ఈ రకం పదార్థాల అభిలాక్షణిక ధర్మాలలో ముందుగా గుర్తింపబడిన వాటిలో ఒకటి. బాయిల్ వర్ణించిన ఇతర ప్రత్యేక ధర్మాలు, అధిక ద్రావణి శక్తి, కొన్ని వృక్ష జంతు సంబంధ రంగు పదార్థాల రంగు మార్చగల శక్తి, సల్ఫర్‌ను దాని ద్రావణాల నుంచి క్షారాలలో అవక్షేపితం చేయగల శక్తి. ఆమ్లాల ధర్మాలకు విరుద్ధమైన ధర్మాలుగల పదార్థాలకు ప్రవేశపెట్టిన మొదటి ప్రత్యేక పదం క్షారం. 'ఆల్కలి' అనే ఈ మాట మొక్కల బూడిద అనే అర్థం ఇచ్చే ఆల్, కలి అనే అరబిక్ పదాలనుంచి వ్యుత్పన్నమయింది. క్షారానికి మొదట ధ్రువీకరించిబడిన ముఖ్య అభిలాక్షణిక ధర్మం ఆమ్లం యొక్క చర్యను నాశనం చేసే శక్తి. తరవాత ఆల్కలి అనే పదం స్థానంలో 'బేసి' పదం ప్రవేశ పెట్టబడింది. భార లోహ ఆక్సైడ్‌ల వంటి కొన్ని పదార్థాలను వర్ణించడానికి ఈ పదం ఉపయోగించబడింది. ఈ పదార్థాలు ఆమ్లాలతో చర్య జరుపుతాయి కాని క్షారాల విలక్షణ ధర్మాలు వీటికి లేవు.

BRAOU

BRAOU

భాగం – 29 : ప్రాచీన – నవీన భావాలు

విషయక్రమం

29.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
29.2 పరిచయం
29.3 ఆమ్లాల –క్షారాల తొలిభావనాత్మక నిర్వచనాలు
29.4 ఆమ్లాల – క్షారాల గురించి ఆర్హీనియస్ భావన
29.5 ఆమ్లాల – క్షారాల బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీ భావన
29.6 ఆమ్లాల , క్షారాల యొక్క లూయి భావన
29.7 సారాంశం
29.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
29.9 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరిసమాధానాలు

29.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం – ఆమ్లాల, క్షారాల ప్రవర్తనను వివరించడానికి ప్రతి పాదించిన ప్రాచీన నవీన భావాలను చర్చించడం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా చదివిన తరువాత మీరు అర్థం చేసుకొనే విషయాలు :

* ఇదివరకటి భావాల ప్రకారం, రుచికి పుల్లగా ఉండి, లిట్మస్ అనే రంగు పదార్థాన్ని నీలం నుంచి ఎరుపుగా మార్చే పదార్థమే ఆమ్లం.

* ఆల్కలి అనే పదం, క్షారానికి సమానార్థకం. 'మొక్కల బూడిద' అనే అర్థం ఇచ్చే అనే అరబిక్ మాటలనుంచి వ్యుత్పన్నమైంది. రుచికి చేదుగా ఉండి, జారుడుగా ఉండి, లిట్మస్ రంగును ఎరుపునుంచి నీలంగా మార్చే సంయోగమే క్షారం.

* ఆమ్లానికి, రసాయన చర్యాశీలత మీద ఆధారపడిన మొదటి భావనాత్మక నిర్వచనం ఆర్హీనియస్ ఇచ్చాడు. నీటిలో కరిగించినప్పుడు హైడ్రోజన్ అయాన్ H^+ను ఇచ్చే పదార్థంగా ఆమ్లం నిర్వచించబడింది. అలాగే నీటిలో హైడ్రాక్సైడ్ అయాన్ OH^{-1} ను ఇచ్చే పదార్థం క్షారం.

* ఇంకా స్థూలమైన భావనాత్మక నిర్వచనాలను జె.ఎన్.బ్రాన్‌స్టెడ్, టి.ఎమ్.లౌరీ లు స్వతంత్రంగా ప్రతిపాదించారు. ప్రోటాన్ దానం చేయగల పదార్థం ఆమ్లం, ప్రోటాన్‌ను స్వీకరించగల పదార్థం క్షారం.

* బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీల ఆమ్లాల, క్షారాల భావనల ఫలితంగా ఆమ్లాల, క్షారాల యుగ్మ జంటల భావన, ఆమ్ల క్షార చర్యలు కలిసి ఉండడం అనే భావన వచ్చాయి.

* ఎలెక్ట్రాన్ జంటల దానం, స్వీకరణ పరంగా ఆమ్లాల, క్షారాల ఆధునిక భావనాత్మక నిర్వచనాన్ని లూయి ప్రతిపాదించాడు. ఒక జంట ఎలెక్ట్రాన్‌లను స్వీకరించగల పదార్థమే ఆమ్లం. అలాగే ఒక జంట ఎలెక్ట్రాన్‌లను దానం చేయగల సంయోగమే క్షారం.

29.2 పరిచయం

దేనినైనా "ఏంజరుగుతుంది " అనే పదాలలో వర్గీకరించడానికి లేదా నిర్వచించడానికి ఉపయోగించే నిర్వచనాన్ని క్రియాత్మక నిర్వచనం అంటారు. మనకి ఒక కొత్త పదార్థం తటస్థ పడిందనుకోండి. మనం దాన్ని ఆమ్లంగా గాని క్షారంగా గాని వర్గీకరించాలనుకొన్నామనుకోండి. మనం కొన్ని సరళ ప్రయోగాలు చేస్తాం. ప్రయోగాత్మకంగా కనుగొన్న ధర్మాలను బట్టి ఆ పదార్థాన్ని వర్గీకరించడం సాధ్యమవుతుంది. ఉదాహరణకు నీటిలో కరిగి జింక్ లేదా మెగ్నీషియమ్ వంటి లోహాలతో చర్య జరిపి H_2ను విడుదల చేసే ద్రావణాన్ని ఇచ్చి, లిట్మస్ రంగును నీలం నుంచి ఎరుపుగా మార్చి, పులుపు రుచి గలిగిన పదార్థం ఆమ్లం. అలాగే నీటిలో కరిగి, ఒక ఆమ్లంతో చర్య జరిపి దాని ధర్మాలను నాశనం చేయడం లేదా తటస్థీకరించడం చేసే ఓ ద్రావణాన్ని ఇచ్చి, లిట్మస్‌ను ఎరుపునుంచి, నీలం రంగుకు మార్చి, చేదుగా ఉండి, జారుడుగా ఉండే పదార్థం క్షారం.

29.3 ఆమ్లాల, క్షారాల తొలి భావనాత్మక నిర్వచనాలు

1787 లో ఆమ్లాల మొదటి ముఖ్య నిర్వచనాలను ప్రతిపాదించిన వాడు లేవోయిసియర్.. అతని ప్రకారం ఆక్సిజన్ కలిగి ఉన్న యుగ్మ సంయోగాలు ఆమ్లాలు. ఆమ్లా ల ఈ నిర్వచనం దాదాపు ఒక తరం పాటు మాన్యంగా ఉండిపోయింది. అప్పుడు ఆమ్లాలో ఆక్సిజన్ ఉండనవసరం లేదని గుర్తించడం జరిగింది. 1787 లో బెర్తోలెట్ కొన్ని ఆమ్లాలలో ఆక్సిజన్ ఉండదని నిరూపించాడు. 1810 లో డేవీ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంలో ఆక్సిజన్ లేదని సమంజసమైన రుజువు చూపించాడు. ఒక పదార్థం యొక్క ఆమ్లతకు ఏ ప్రత్యేక మూలక పదార్థం కారణం కాదని నిరూపించాడు. అంతేకాకుండా భిన్న మూలక పదార్థాలు ఒక ప్రత్యేక అమరిక ఈ ఆమ్లతకు కారణమని అతడు అన్నాడు. ఈ అభిప్రాయం కూడా తప్పని తరవాత నిరూపించడం జరిగింది. ఈ ఆమ్లతకు కారణ భూతమైన ఒక ప్రత్యేక పదార్థం అంటే హైడ్రోజన్ ఆమ్లాలో ఉంటుందని త్వరలో నిరూపించడమైంది. ఈ తొలి హైడ్రోజన్ సిద్ధాంతాన్ని కింది విధంగా చెప్పవచ్చు. అన్ని ఆమ్లాలో హైడ్రోజన్ ఉంటుంది.కాని హైడ్రోజన్ పదార్థాలన్నీ ఆమ్లాలు కావు. లోహాల చేత ప్రతిక్షేపించబడే హైడ్రోజన్ ఉన్న పదార్థాలే ఆమ్లాలని చెప్పడం జరిగింది. ఆమ్లాలను గురించిన ఈ భావన దాదాపు 50 సంవత్సరాల పాటు వాడుకలో ఉంది.

29.4 ఆమ్లాల, క్షారాలను గురించి అర్హీనియస్ భావన

BRAOU

అతని అయానిక వియోజన సిద్ధాంతంలో భాగంగా అర్హీనియస్ ఆమ్లాల, క్షారాల భావనాత్మక నిర్వచనాలను ప్రతిపాదించాడు. ఆమ్ల -క్షార భావనకుమొదటి లేదా తొలి ఆధునిక విధానాన్ని ఇచ్చినవాడు అతడే అయితే దాన్ని ఇటీవలి సంవత్సరాలలో ఎక్కువగా మార్పు చేయడం జరిగింది.

అర్హీనియస్ ప్రకారం, నీటిలో కరిగించినప్పుడు హైడ్రోజన్ అయాన్ H^+ ను ఇచ్చే పదార్థంగా ఆమ్లాన్ని నిర్వచించాడు. అలాగే నీటిలో కరిగించినప్పుడు హైడ్రాక్సైడ్ అయాన్ OH^- ని ఇచ్చే పదార్థం క్షారం.

ఆమ్లాల, క్షారాలను గురించి అర్హీనియస్ భావన ఆమ్లాల, క్షారాల తొలి నిర్వచనాల కున్న అనేక అభ్యంతరాలను అధిగమించగలిగింది. అర్హీనియస్ సిద్ధాంతంలోని ముఖ్యాంశాలు కింద ఇవ్వడమైంది.

1. ఆమ్లాలను, క్షారాలను వాటి, సజలద్రావణాల పరంగా నిర్వచించాలి గాని కరగని స్థితిలో ఉన్న పదార్థాల పరంగా కాదు. దీని ప్రకారం హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లాన్ని ఆమ్లంగా పరిగణించ కూడదు. నీటిలో దాని ద్రావణాన్ని మాత్రమే ఆమ్లంగా భావించవచ్చు.

2. ద్రావణంలో హైడ్రోజన్ అయాన్‌లుగా వేరుకాగల హైడ్రోజన్ అమ్లంలో ఉండాలి. ఈ సిద్ధాంతం ద్రవ అమోనియాలో కరిగించిన NH_4NO_3 యొక్క ఆమ్ల ధర్మాలను వివరించలేకపోయింది. అమోనియా యొక్క సజల ద్రావణం యొక్క క్షార స్వభావాన్ని కూడా ఇది వివరించలేకపోయింది. అలాగే నీటిలో కరిగించిన కొన్ని లవణాలు ప్రదర్శించే ఆమ్లతకు కూడా అది సంతృప్తికరమైన వివరణను ఇవ్వలేకపోయింది. ఆమ్లాల అర్హీనియస్ భావనకు ఇంకొక అభ్యంతరం ఏమిటంటే సజల ద్రావణాలలో అనార్ద్రప్రోటాన్(హైడ్రేట్ కాని) ఉండటం అసంభావ్యమనే సంగతి.

ఈ అభ్యంతరాలున్నప్పటికీ అర్హీనియస్ సిద్ధాంతం అత్యంత సరళమైనది. సజల ద్రావణాలలో ఆమ్లాల, క్షారాల ప్రాథమిక నిర్వచనానికి ఈ భావన బాగా సరిపోతుందని తెలిసింది.

29.5 ఆమ్లాల, క్షారాల బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీ భావన

1923 డేనిష్ రసాయనయ శాస్త్రవేత్త జె.ఎన్.బ్రాన్‌స్టెడ్, ఇంగ్లీష్ రసాయనశాస్త్రవేత్త టి.ఎమ్.లౌరీ స్వతంత్రంగా ఆమ్లాల్లకు, క్షారాలకు కొత్త భావనాత్మక నిర్వచనాలను ప్రతిపాదించారు. ఈ నిర్వచనాల ప్రకారం ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని, ప్రోటాన్‌లను పోగొట్టుకునే ప్రవృత్తి చూపే పదార్థమే ఆమ్లం. అంటే ఒక ప్రోటాన్‌ను దానం చేయగల పదార్థమే ఆమ్లం.

అదే విధంగా ఒక ప్రోటాన్‌ను తనకు కలుపుకొనే ప్రవృత్తి చూపే పదార్థమే క్షారం. ఇంకో విధంగా చెప్పాలంటే ఒక ప్రోటాన్‌ను స్వీకరించగల పదార్థమే క్షారం.

ఈ విధంగా ఒక ఆమ్లం, ఒక క్షారం మధ్య చర్య జరిగి ఇంకో క్షారం, ఒక ఆమ్లం ఏర్పడతాయని బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీ సిద్ధాంతం భావిస్తుంది.

BRAOU

ఈ మౌలిక భావాలను కింది సమీకరణలు సూచిస్తాయి.

ఆమ్లం1 $\rightleftharpoons$ H^+ (ప్రోటాన్) + క్షారం 1

క్షారం 2 + H^+(ప్రోటాన్) $\rightleftharpoons$ ఆమ్లం 2

పై రెండు సమీకరణలను కలిపి కింది విధంగా రాయవచ్చు.

ఆమ్లం 1 + క్షారం 2 : $\rightleftharpoons$ ఆమ్లం 2 + క్షారం 1

ఈవిధంగా ఆమ్ల –క్షార చర్యలో రెండు ఆమ్లాలు, రెండు క్షారాలు పాత్ర వహిస్తాయని అనుకోవాలి. ఈ ఆమ్లాలను, క్షారాలను యుగ్మ జంటలు అంటారు.

ముందు ఇచ్చిన సమీకరణలలో క్షారం1, ఆమ్లం 1 యొక్క యుగ్మక్షారం. అలాగే ఆమ్లం 2, క్షారం 2 యొక్క యుగ్మ ఆమ్లం. అందువల్ల ఆమ్లం 1, క్షారం 1 ఒక యుగ్మ జంటను ఏర్పరుస్తాయి. అలాగే క్షారం 2, ఆమ్లం 2 ఇంకో యుగ్మ జంటను ఏర్పరుస్తాయి. కాబట్టి బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీ ఆమ్లం ప్రోటాన్ దాత అనే భావనను కింది సమీకరణంతో ఉదాహరించవచ్చు.

$HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$

పై చర్యలో ఆమ్లం ద్రావణి నీటికి ఒక ప్రోటాన్‌ను దానం చేసి అయాన్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. అలాగే క్షారమైన నీరుH_2O, ఆమ్లం నుంచి ఒక ప్రోటాన్‌ను స్వీకరించి, యుగ్మ ఆమ్లం H_3O^+ను ఏర్పరుస్తుంది.

ఈ భావనలో అయాన్‌లు ఒక ప్రోటాన్‌ను దానం చేయగలిగితే, వాటిని కూడా ఆమ్లాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. ఉదాహరణకు అమోనియమ్ అయాన్ NH_4^+అయాన్‌లు సజల ద్రావణంలో ఆమ్లంగా చర్య జరుపుతుంది. ఎందుకంటే సజల ద్రావణాలలో అది ఒక ప్రోటాన్‌ను OH^- కి దానం చేస్తుంది.

$$NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O + NH_3$$

కాని NH_4^+ కొన్ని హైడ్రోజన్ అయాన్‌లను మాత్రమే ఉత్పత్తిచేసే ఆమ్లం.

ఒక ప్రోటాన్‌ను స్వీకరించి ఏ అయాన్‌నైనా, అణువునైనా క్షారం అంటారు. క్రింది ఉదాహరణలు దీనిని స్పష్టంగా ఉదహరిస్తాయి.

$$OH^- + H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H_2O$$
$$CO_3^{2-} + H_3O^+ \rightleftharpoons HCO_3^- + H_2O$$
$$NH_3 + H_3O \rightleftharpoons NH_4^+ + H_2O$$

ఈ విధంగా బ్రాన్‌స్టెడ్ ప్రకారం రుణ అయాన్‌లన్నీ (ఏనయాన్‌లు) క్షారాలుగా వర్గీకరించబడతాయి. సజల ద్రావణాలలో హైడ్రాక్సైడ్ అయాన్, క్లోరైడ్, ఎసిటేట్ అయాన్, నైట్రేట్ అయాన్‌లు క్షారాలుగా పనిచేస్తాయి.

ఆమ్లాల, క్షారాల బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరి భావన అర్హీనియస్ ప్రతిపాదించిన దానికన్న ఎక్కువ విస్తృతమైన భావన అయితే ఈ ఆమ్లాలను, క్షారాలను ఇంకా ఆ పదార్థాల పరంగానే నిర్వచించడం జరుగుతోందిగాని, సజల ద్రావణంలో వాటి చర్యాశీలతనుబట్టి కాదు. అంతే కాకుండా బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీభావన ఆమ్ల – క్షార ప్రవర్తన పరిమితమైనదికాని, ఏ ప్రత్యేక ద్రావణి మీద ఆధారపడినదిగాని కాదని గుర్తిస్తుంది. ఈ భావన అర్హీనియన భావనకన్న ఎక్కువ ప్రయోజనకరమైనది అయినప్పటికీ, ప్రోటాన్ వినిమయానికి మరీ ఎక్కువ ప్రాముఖ్యం ఇవ్వడం దానిలో పెద్ద లోపం. అనేక ఆమ్ల – క్షార చర్యలకు ప్రోటాన్‌ల బదిలీ అభిలక్షణమయినప్పటికీ ఆమ్ల – క్షార అభిలక్షణాలున్న చర్యలలో ప్రోటాన్ బదిలీ జరగనివి అనేకం ఉన్నాయి. ఈ ప్రోటాన్–ఇతర ఆమ్ల – క్షార చర్యలను బ్రాన్‌స్టెడ్ భావన సంతృప్తి కరంగా వివరించలేకపోయింది.

BRAOU

29.6 ఆమ్లాల, క్షారాల యొక్క లూయి భావన

1923 లో లూయి ఆమ్లాల, క్షారాల ఒక కొత్త భావనను ప్రతిపాదించాడు. ఈ భావన సంయోజకతకు సంబంధించిన ఎలెక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతం ఆధారంగా సూత్రీకరించబడింది. 1938 వరకు దానిని విస్తృతపరచకపోవడం వల్ల లూయి భావన చాలాకాలం పాటు విస్మరించడం జరిగింది. ఈ సిద్ధాంతం అంతకుముందు సిద్ధాంతాలకన్న ఎక్కువ స్థూలమైన భావాలను సమకూర్చింది. ఆమ్ల – క్షార లక్షణాన్ని ఎలెక్ట్రాన్‌లను పంచుకోవడం, ఎలెక్ట్రాన్‌ల బదిలీతో కూడిన రసాయన బంధం ఏర్పడడం దృష్ట్యా వివరించడానికి లూయి ప్రయత్నించాడు. ఇంకో అణువుకు గాని, పరమాణువుగాని ఎలక్ట్రాన్ జంటను దానం చేసి సమయోజనీయ బంధాన్ని ఏర్పరచగల పదార్థమే క్షారం.

ఒక పరమాణువు నుంచిగాని అణువునుంచి గాని ఒక ఎలెక్ట్రాన్ జంటను స్వీకరించి సమయోజనీయ బంధాన్ని ఏర్పరచగల పదార్థమే ఆమ్లం.

ఇంకోవిధంగా చెప్పాలంటే సమయోజనీయబంధం ఏర్పడడానికి దారితీసే ప్రక్రియలో ఆమ్లం ఎలెక్ట్రాన్ జంట స్వీకర్త, క్షారం ఎలక్ట్రాన్‌జంట దాత అని చెప్పవచ్చు.

అదే విధంగా ఆమ్లాల్లకు బ్రాన్‌స్టెడ్ - లౌరీ, లూయి ప్రతిపాదించిన నిర్వచనాలను పరిశీలిద్దాం. వీటికోసం ఆమ్లాలుగా వర్గీకరించిన పదార్థాలను మూడు రకాలుగా విభజిస్తారు.

1. మొదటిరకంలో కేంద్రపరమాణువుకు అసంపూర్ణ ఎలక్ట్రాన్‌ల ఆక్టెట్ ఉన్న అణువులు ఉంటాయి. విలక్షణమైన ఉదాహరణలు బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్, సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్. ఈ ఆమ్లాలకు, విలక్షణమైన క్షారాలకు మధ్యచర్యలు క్రింది ఉదాహరణలలో ఇవ్వబడ్డాయి.

$$F_3B \; + \; : NH_3 \rightleftharpoons F_3B \leftarrow NH_3$$
$$O_3S \; + \; : OH_2 \rightleftharpoons O_3S \leftarrow OH_2$$

2. రెండో రకంలో అసంపూర్తిగా నిండిన స్థిర ఆర్బిటాల్స్‌తో కూడిన భారలోహాలుంటాయి. ఉదాహరణకు సిల్వర్, కాపర్ అయాన్‌లకు అటువంటి ఆర్బిటాల్స్ వుంటాయి. అటువంటి ఆమ్లాల్లకు క్రింది విలక్షణమైన ఉదాహరణలు.

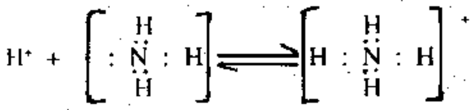
$$Ag^{+} \; + 2\,(:NH_3) \rightleftharpoons Ag\,(NH_3)_2^{+}$$
$$Cu^{+2} \; + 4\,(:OH_2) \rightleftharpoons Cu\,(;\,OH_2)_4^{+2}$$

3. మూడోరకంలో ద్విబంధాలు (C = C మినహా) ఉన్న అణువులుంటాయి. విలక్షణమైన ఉదాహరణ కార్బన్ డయాక్సైడ్ నీటితో దాని చర్యను క్రింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$$O_2C + OH_2 \rightleftharpoons O_2C \leftarrow \cdot \; OH_2$$

ఈ విధంగా ఆమ్లాల, క్షారాల లూయి భావనను అంతకు ముందు భావాలకన్న మెరుగైనదిగా పరిగణించవచ్చు. ఎందుకంటే ప్రోటాన్‌ల బదిలీ ఆమ్ల - క్షార ప్రవర్తనలో ఒక ప్రత్యేక రూపంగా మాత్రమే అది గుర్తిస్తుంది. ప్రోటాన్ బదిలీ జరగని ఇతర పదార్థాలను కూడా ఆమ్లాలుగాగాని, క్షారాలుగాగాని పరిగణించడానికి లూయి భావన అనుమతిస్తుంది. ఈ విధంగా లూయి భావన బ్రాన్‌స్టెడ్ - లౌరీ భావనకన్న మెరుగైనదిగా కనిపిస్తుంది.

లూయి ప్రవేశపెట్టిన క్షారాల నిర్వచనం బ్రాన్‌స్టెడ్ -లౌరీ నిర్వచనాన్ని చాలావరకు పోలివుంటుంది. ఎందుకంటే ఒక అణువుగాని, అయాన్‌గాని ప్రోటాన్‌లను స్వీకరించిందంటే దాంట్లో ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్ల జంటలు ఉండటమే ఇందుకు కారణం. ఈ విషయాన్ని ఒక ప్రోటాన్‌కు, అమోనియాకు మధ్య జరిగే చర్య ఉదహరిస్తుంది.



ఇందులో అమోనియా ఒక ప్రోటాన్ స్వీకర్త. బ్రాన్‌స్టెడ్‌ననుసరించి అది ఒక క్షారం. అది ఒంటరి జంట ఎలక్ట్రాన్‌లను ప్రోటాన్‌కు దానంచేసి అమోనియమ్ అయాన్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. కనుక దీనిని లూయి భావనలో కూడా క్షారం అంటారు. భావనల నిర్వచనాలను చెప్పే తీరులో తప్ప ఈ రెండుభావనలు సర్వసమమైనవిగా కనిపిస్తాయి.

అవగాహన ప్రశ్న – 1: ఆమ్ల, క్షారాలకు ఆధునిక నిర్వచనమేమి ?

BRAOU

కాని లూయి భావనకు కనీసం రెండు లోపాలున్నాయి. (1) ఒక ఆమ్లం యొక్క బలం సహజంగానే క్షారం స్వభావం మీద ఆధారపడాలి. అలాగే ఒక క్షారం యొక్క బలం ఆమ్లం యొక్క స్వభావం మీద ఆధారపడాలి. అందువల్ల ఒక ఆమ్లం యొక్క బలాన్ని తప్పనిసరిగా క్షారంతో సాపేక్షంగా వ్యక్తం చేయాలి. (2) ఈ భావన చాలా స్థూలమైనది. దీనికి చాలా లోపాలున్నాయి.

అవగాహన ప్రశ్న – 2: ఆమ్ల బలాలను పోల్చుటకు ఏ సిద్ధాంతాన్ని ఉపయోగింతురు?

29.7 సారాంశం

ఈ భాగంలో కింది విషయాలను మీరు అధ్యయనం చేశారు :

i) ఆమ్లం – క్షార నిర్వచనాలు
ii) ఆమ్ల – క్షార తొలిభావాలు
iii) ఆమ్ల – క్షార ఆర్హీనియస్ సిద్ధాంతం
iv) బ్రాన్‌స్టెడ్- లౌరి ప్రోటాన్ సిద్ధాంతం, దాని లోపాలు
v) లూయి ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతం, దాని లోపాలు.

29.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

కింది వాటిలో ప్రతీదానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

(1) ఆమ్లాలు, క్షారాలు గురించి తొలిభావనలలోని లోపాలను స్పష్టంగా పేర్కొనండి.
(2) ఆమ్లాలు, క్షారాలకు బ్రాన్‌స్టెడ్ – లౌరీ, లూయి భావనలకు గల పోలికలను, వ్యత్యాసాలను పేర్కొనండి.
(3) ఆమ్లాలను గురించిన వివిధ సిద్ధాంతాలలో ప్రతిదానిలో ఆమ్లంయొక్క బలాన్ని ఎలా వివరించారు?

కింది వాటిలో ఒక్కొక్కదానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

(1) ఆమ్లాలు, క్షారాలను గురించి తొలి భావాలను విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.
(2) ఆమ్లాల, క్షారాల ప్రవర్తనను విశదీకరించడానికి ప్రవేశపెట్టిన వివిధ భావనలను ఉదాహరణలతో సవివరంగా పేర్కొనండి.
(3) ఆమ్లాల, క్షారాల గురించిన ఆధునిక భావాలను తగిన ఉదాహరణలతో చర్చించండి. ఈ భావనలు తొలిభావాలలోని కొన్ని లోపాలను ఎలా అధిగమించగలిగాయి ?

BRAOU

29.9 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. ఆమ్ల, క్షారాలను నిర్వచించుటకు లూయి సిద్ధాంతము ఆధునికమైనది. ఎలక్ట్రాను జంటను స్వీకరించునది ఆమ్లం. జంట ఎలక్ట్రానుల దాత క్షారము. వీటి మధ్య సమన్వయ సమయోజనీయ బంధం ఏర్పడును.

2. ఆమ్ల, క్షారాల బలాలను వాటి వియోజన స్థాయినుంచి పోల్చవచ్చును. వీటిలో ఎక్కువ వియోజనం చెంది అయాముల నిచ్చునది బలమైనది.

రచయిత : డా॥ కె. లక్ష్మీ నారాయణ
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి.

భాగం - 30: అయానిక సమతాస్థితి

విషయక్రమం

30.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు
30.2 పరిచయం
30.3 అయానిక సమతాస్థితి
30.4 బలహీన ఆమ్లాల అయనీకరణ
30.5 సారాంశం
30.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
30.7 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

30.1 ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు

ధ్రువ సమయోజనీయ (పోలార్ కోవలెంటు) పదార్థాలను గాని, అయానిక పదార్థాలను గాని నీటిలో కరిగించినపుడు ద్రావణంలో ఉండే అయానిక సమతాస్థితిని మీకు తెలియజేయడం. అటువంటి సమతాస్థితికి ద్రవ్యరాశి చర్యానియమం అను వర్తనాన్ని చర్చించడం ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం.

మీరు ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత అర్థం చేసుకునే విషయాలు ఇలా వుంటాయి.

- సజల ద్రావణంలోని ధ్రువ సమయోజనీయ అణువుగాని, అయానిక పదార్థంగాని ధన, ఋణ భాగాలుగా వియోజనం చెందే ప్రక్రియను అయనీకరణ అంటారు.

- సజల ద్రావణాలలో అయనీకరణ చెందే పదార్థాలు , వాటి ద్వారా విద్యుత్‌ను పోనిచ్చే ద్రావణాలను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. కాబట్టి అటువంటి పదార్థాలను ఎలెక్ట్రోలైట్‌లు లేదా విద్యుత్ వాహకాలు అంటారు.

- ఇచ్చిన ఏ గాఢతవద్దనైనా అయనీకరణ పరిమితి వేరువేరు పదార్థాలలో వేరుగా ఉంటుంది. కాబట్టి తక్కువ అయనీకరణ పరిమితి ఉన్న పదార్థాలను దుర్బల ఎలెక్ట్రోలైట్‌లు అంటారు. అధిక అయనీకరణ పరిమితి గల పదార్థాలను బలమైన ఎలెక్ట్రోలైట్‌లు అంటారు.

- అయనీకరణ పాక్షిక స్వభావం వల్ల, అయనీకరణ చెందిన భాగానికి (అంటే అయాన్‌లు) అయనీకరణ చెందని భాగానికి మధ్య సమతాస్థితి ఏర్పడుతుంది.

$$MA \rightleftharpoons M^+ + A^-$$

- ద్రవ్యరాశి చర్య నియమాన్ని సమతాస్థితికి అనువర్తింపచేసి, సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని లెక్క కట్టవచ్చు.

$$K = \frac{[M^+][A^-]}{[MA]}$$

- సమతా స్థితి స్థిరాంకాన్ని అయనీకరణ స్థిరాంకం లేదా వియోజన స్థిరాంకం అంటారు.

- అయానిక సమతాస్థితికి ద్రవ్యరాశి చర్య నియమాన్ని అనువర్తింపచేసి వ్యుత్పన్నం చేసిన గణిత సంబంధాన్ని సామాన్యంగా ఆస్వాల్డ్ విలీనత నియమం అంటారు.

30.2 పరిచయం

ఆర్హీనియస్, ఇతర రసాయన శాస్త్రవేత్తలకు ఎదురైన అతి క్లిష్టమైన ప్రశ్నలలో ఒకటి : "కొన్ని పదార్థాలు, ఇతర పదార్థాలకన్న ఎక్కువ పరిమితిలో ఆమ్ల లేదా క్షార ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తాయి?" ఉదాహరణకు ఒక గాఢత వద్ద ఎసిటిక్ ఆమ్ల ద్రావణం కన్న హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లద్రావణం ఎక్కువ బలమైన ఆమ్ల లక్షణాన్ని ప్రదర్శించిందని ప్రయోగరీత్యా గుర్తించబడింది. ఆమ్లాలు నీటిలో కరిగించినప్పుడు ప్రోటాన్‌లను వదులుకోగల శక్తి చూపడం దృష్ట్యా ఈ పరిశీలనను వివరించడానికి ఆర్హీనియస్ ప్రయత్నిస్తాడు. ఆమ్లంయొక్క సజల ద్రావణంలో ఆమ్లం ఎంతవరకు ప్రోటాన్‌లు (H^+) అందజేస్తుంది అనేది ఉజ్జాయింపుగా ఆమ్లలక్షణం యొక్క బలంతో పోల్చవచ్చు. ధనావేశిత భాగం (ప్రోటాన్‌లు), ఋణావేశిత ప్రతిభాగం (కౌంటర్ అయాన్‌లు) గా ఆమ్లాల ఈ వియోజనాన్ని ఆతడు అయనీకరణం అన్నాడు. ఈ విధంగా హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం (HCl), ఎసిటిక్ ఆమ్లం (CH_3COOH) నీటిలో వేరు వేరు స్థాయిలలో అయనీకరణ చెందుతాయి.

$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$ అయనీకరణ ఎక్కువ.

$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$ అయనీకరణ తక్కువ.

అందువల్ల HClను బలమైన ఆమ్లమని, ఎసిటిక్ ఆమ్లాన్ని బలహీన ఆమ్లమని అంటారు. ఇక్కడ 'బలమైన','బలహీన' అనే మాటలు అయనీకరణ పరిమితిని తెలుపుతాయిగాని ఈ ఆమ్ల ద్రావణాల గాఢతను కాదు.

పైన చెప్పిన విషయాలను బట్టి, ఆమ్లాల సజల ద్రావణాలలో అయాన్‌లకు, ఆమ్లం యొక్క అవియోజిత భాగానికి మధ్య సమతాస్థితి ఉంటుందని ఈ విధంగా స్పష్టమవుతుంది.

$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

అవియోజిత ఆమ్లం   ప్రోటాన్   ఏనయాన్

ధ్రువ సమయోజనీయ అణువుల, లవణాల సజల ద్రావణాలలో ఇటువంటి సమతాస్థితి వుంటుంది. కాని లవణాల విషయంలో ఘన స్థితిలో కూడా లవణంలో అయాన్‌లుంటాయని తెలిసిన విషయమే. అయితే ఈ ఘన లవణాలను నీటిలో కరిగించి నపుడు పాక్షికంగా స్వేచ్ఛా అయాన్‌లుగాను, పాక్షికంగా సహచరిత రూపంలో అయాన్ జంటలు గాని ఉంటాయి. ధ్రువ సమయోజనీయ పదార్థాల, లవణాల (అయానిక పదార్థాలు) యొక్క సజల ద్రావణాలతో ఉండే సమతాస్థితిని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, సోడియమ్ క్లోరైడ్‌ల సహాయంతో ఉదాహరించవచ్చు.

$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$

అవియోజిత అణువు

$Na^+Cl^- \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$

అయాన్ జంట

ధ్రువ సమయోజనీయ అణువు, అయానిక ఘనపదార్థం సజల ద్రావణాలలో ధన, ఋణ అయాన్‌లుగా వియోజన చెందే ప్రక్రియను అయనీకరణ అంటారు. అయాన్‌లకు, అవియోజిత అణువు లేదా అయాన్ జంటకు మధ్య ఉండే సమతాస్థితిని అయానిక సమతాస్థితి అంటారు.

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న – 1: అయనీకరణ మనగా నేమి ?

30.3 అయానిక సమతాస్థితి

సాధారణ స్థితిలో ఈ సమతాస్థితిని క్రింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$MA \rightleftharpoons M^+ + A^-$$

ఇక్కడ 'M' లోహంకాని హైడ్రోజన్‌కాని కావచ్చు. ధ్రువ సమయోజనీయ పదార్థాల విషయంలో MA, అయాన్ లతో సమతాస్థితిలో ఉన్న అయనీకరణ చెందని అణువును సూచిస్తుంది. అదేవిధంగా లవణాల (అయానిక పదార్థాలు) విషయంలో MA అయాన్‌ల జంట అని గాని అయానిక పదార్థాల అవియోజిత భాగమని గాని అనుకోవచ్చు. పైన పేర్కొన్న అయనీకరణ సమతాస్థితి సజల ద్రావణంలో ఉంటుంది. సమతాస్థితి చర్యలో నీటిని (H_2O) చేర్చక పోవడం సాధారణ ఆచారం. కాని అయనీకరణ నీరు లేకుండా జరుగుతుందని అనుకోవడం పొరపాటు. సమతాస్థితికి ద్రవ్యరాశి చర్య నియమాన్ని అనువర్తింపచేయవచ్చు.

$$MA \rightleftharpoons M^+ + A^-$$

సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని క్రింది విధంగా రాస్తారు.

$$K = \frac{[M^+][A^-]}{[MA]}$$

సమతాస్థితి స్థిరాంకాన్ని 'K' అయనీకరణ స్థిరాంకం అనిగాని ఒక్కొక్కప్పుడు వియోజన స్థిరాంకం అనిగాని అంటారు.

30.4 బలహీన ఆమ్లాల అయనీకరణ

ఎసిటిక్ ఆమ్లంవటి కర్బన ఆమ్లాలు తగుమాత్రం గాఢతల వద్ద పాక్షిక అయనీకరణను మాత్రమే సాధారణంగా ప్రదర్శిస్తాయి. సజల ద్రావణాలలో పాక్షికంగా మాత్రమే అయనీకరణ చెందే టటువంటి ఆమ్లాలను, ఇతర పదార్థాలను బలహీన ఆమ్లాలని గాని, బలహీన ఎలెక్ట్రోలైట్‌లని గాని అంటారు.

ఒక బలహీన ఆమ్లం యొక్క అయనీకరణ సమతాస్థితిని క్రింది విధంగా సూచించవచ్చు

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

ఇచ్చిన గాఢత వద్ద అయనీకరణ పరిమితిని α (ఆల్ఫా) అంటారు. ఇది ఎప్పుడూ ఒకటకన్న తక్కువగా ఉంటుంది. విలీనతతో బాటు పెరుగుతుందని గమనించబడింది. ఒకటిని సమీపించే విలీనతను అనంతవిలీనత (infinte dilution) అంటారు. ఒక ఆమ్లంయొక్క అయనీకరణకు సమతాస్థితి స్థిరాంకం Ka ను ద్రవ్య రాశి క్రియా నియమాన్ని అనువర్తింపచేసి అయాన్‌ల యొక్క, అవియోజిత ఆమ్లం యొక్క సమతాస్థితి గాఢతల పరంగా రాయవచ్చు.

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

$$Ka = \frac{[H^+]\ [A^-]}{[HA]}$$

సమతాస్థితి స్థిరాంకం Ka లేదా అయనీకరణ స్థిరాంకం లేదా వియోజన స్థిరాంకంను సమతాస్థితి గాఢతల పరంగా క్రిందచూపిన విధంగా వ్యక్తం చేయవచ్చు. ఆమ్లంయొక్క ప్రారంభగాఢత 'C' మోల్స్ /లీటరు అనుకోండి. ఈ గాఢత వద్ద వియోజన పరిమితి 'α' అనుకోండి. సమతాస్థితి వద్ద అవియోజిత ఆమ్ల గాఢత C (1-α). అల్లాగే సమతాస్థితి వద్ద అయాన్ల గాఢతలు Cα, Cα.

	HA ⇌	H^+ +	A^-
సమతాస్థితి వద్ద	C(1-α)	Cα	Cα

$$Ka = \frac{[H^+]\ [A^-]}{[HA]}$$

$$Ka = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)}$$

$$Ka = \frac{C\alpha 2}{(1-\alpha)}$$

ఆమ్లం యొక్క వివిధ గాఢతలకు, ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉంటే Ka స్థిరంగా ఉంటుందని ప్రయోగాత్మకంగా రుజువు చేసారు. పై సమీకరణాన్ని మాటలలో వ్యక్తంచేస్తే దాన్ని విలీనత నియమం అంటారు. దీన్ని ఆస్వాల్డ్ ప్రతిపాదించాడు. కనుక దాన్ని సామాన్యంగా ఆస్వాల్డ్ విలీనత నియమం అంటారు. రెండు ఆమ్లాల బలాలను పోల్చడానికి వాటి అయనీకరణ విలువలను లేదా వియోజన స్థిరాంకాలను పోల్చవచ్చు. ఎక్కువKa గల ఆమ్లం, తక్కువ Ka ఉన్నదానికన్న బలమైనది.

BRAOU

అవగాహన ప్రశ్న – 2 : వియోజన పరిమితి అనగా నేమి ?

లెక్కలు :

ఒక ఆమ్లం యొక్క అయనీకరణ పరిమితి 0.1M వద్ద 0.001 అయితే, ఆ ఆమ్లం యొక్క వియోజన స్థిరాంకాన్ని లేదా అయనీకరణ స్థిరాంకాన్ని లెక్క కట్టండి.

ఆమ్లం యొక్క ప్రారంభగాఢత = 0.1 M
అయనీకరణ పరిమితి = (α) 0.001 లేదా 10^{-3}

అయానిక సమతాస్థితిని HA $\rightleftharpoons$ H^+ + A^-

సమతాస్థితి వద్ద $C(1-\alpha)$ $C\alpha$ $C\alpha$

అయనీకరణ స్థిరాంకం $Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)}$

$$Ka = \frac{C\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

$$Ka = \frac{0.1 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{(1-10^{-3})}$$

హారంలో 1 సముక్షంలో 10^{-3}ని నిర్లక్ష్యం చేస్తే $Ka = \frac{0.1 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{1}$

$$Ka = 10^{-7}$$

2. A,Bఆమ్లాల అయనీకరణ పరిమితులు వరుసగా 0.01M,0.02Mవద్ద 0.01,0.05 అయితే వాటి బలాలను పోల్చండి.

A ఆమ్లానికి $Ka = \frac{0.01 \times 0.01}{1 - 0.01}$ 10^{-4}

B ఆమ్లానికి $Ka = \frac{0.02 \times 0.05}{1 - 0.05}$ 1×10^{-3}

కాబట్టిB, A కన్నా బలమైనది.

B R A O U

30.5 సారాంశం

ఈభాగం తెలియజేయు విషయాలు;

i) అయాన్‌లకు, అవియోజిత అణువు లేదా అయాన్ జంటకు మధ్య ఉండే సమతాస్థితిని అయానిక సమతాస్థితి అంటారు.

ii) అయనీకరణ స్థిరాంకం గూర్చి వివరణ

iii) బలహీన ఆమ్లం, క్షారాల అయనీకరణము; ఆస్వాల్డ్ విలీనత నియమం.

30.6 పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. కింది వాటికి ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో జవాబులివ్వండి.

1. ఆస్వాల్డ్ విలీనత నియమం పేర్కొని, వివరించండి. ఒక ఆమ్లం యొక్క బలాన్ని ధ్రువపరచడానికి దాని ప్రాముఖ్యాన్ని చర్చించండి.

2. అయానిక సమతా స్థితి అంటే ఏమిటి? ఈ సమతాస్థితికి ద్రవ్యరాశి క్రియానియమం అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.

30.6. మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. ఈ కింది వాటిలో ప్రతిదానికి 20 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

(1) ఒక బలహీన ఆమ్లానికి అయనీకరణ సమతా స్థితిని రాసి, దానికి ద్రవ్యరాశిచర్య నియమాన్ని అనువర్తింపజేయండి.

(2) 0.1 M ఎసిటిక్ ఆమ్లం యొక్క అయనీకరణ స్థిరాంకం 1.8×10^{-5} అయితే దాని వియోజన లేదా అయనీకరణ పరిమితిని లెక్క కట్టండి.

(3) A ఆమ్లం అయనీకరణ పరిమితి 0.1 M వద్ద 0.01. అలాగే B ఆమ్లం అయనీకరణ పరిమితి 0.15M వద్ద 0.02. ఈ ఆమ్లాల బలాలను పోల్చండి.

II. ఈ కింది వాటికి ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో జవాబులివ్వండి.

(1) ఆస్వాల్డ్ విలీనత నియమం పేర్కొని, వివరించండి. ఒక ఆమ్లం యొక్క బలాన్ని ధ్రువపరచడానికి దాని ప్రాముఖ్యాన్ని చర్చించండి.

(2) అయానిక సమతాస్థితి అంటే ఏమిటి? ఈ సమతాస్థితికి ద్రవ్యరాశి చర్య నియమం అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.

30.7 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి జవాబులు

1 విద్యుద్విశ్లేషణ పదార్థాలు నీరు వంటి ధ్రువ ద్రావణిలో అయానులుగా విడిపోవును. ఈ అయానుల ఉనికిని విద్యుద్వాహకత నిరూపించును. ఇట్లు అయానులుగా జలద్రావణంలో వియోజనం చెందుటను అయనీకరణ మంటారు.

2. బలహీన విద్యుద్విశ్లేషణ పదార్థాలు పాక్షికంగానే నీటిలో అయనీకరణం చెందును. ఇట్లు నీటిలో వియోజనం చెందుభాగాన్ని αతో సూచించెదరు. దీనినే వియోజన పరిమితి అందురు.

రచయిత : డా॥ కె. లక్ష్మీ నారాయణ
అనువాదం : ఆర్.ఎల్.ఎన్. శాస్త్రి.

BRAOU

ఖండం – 10 : ఆక్సీకరణం – క్షయకరణం

రసాయన మార్పు యొక్క సామాన్య లక్షణాల్ని అధ్యయనం చేసి పదార్థ నిర్మాణపు లోతుల్ని కనుగొనేందుకు వీలైంది. పదార్థం పరమాణుమయం. పరమాణువులు పదేపదే ఎన్నో విధాలుగా సంయోగం చెందుతూ పదార్థ లక్షణాలకి ప్రతినిధులైన అణువుల్ని ఏర్పరుస్తాయి. ఈ పరమాణు నమూనాల సహాయంతో రసాయన చర్యల్ని ఊహించి, వర్ణించి పరిమాణాత్మకంగా వివరించారు. రసాయన చర్యలు అసంఖ్యాకాలు కాని, ఆశ్చర్యకరమైన సంగతి ఏమిటంటే, ఆ చర్యల్లో ఎన్నింటినో చాల కొద్ది సంఖ్యలో ఉన్న సరళ రకాలనుబట్టిఅవగాహన చేసికోవచ్చు. వాస్తవానికి, ఒక ఒక కొవ్వువత్తి గాలిలో మండినపుడు ఏమి జరుగుతుందో, ఒక ఆమ్లానికి క్షారాన్ని కలిపినపుడు ఏమవుతుందో అవగాహన చేసికొంటే, రసాయన చర్యల్లో చాలావంతు అవగాహన చేసికొనేందుకు ఆధారమవుతుంది. కొవ్వువత్తి మండటం అనేది ఆక్సీకరణ - క్షయ కరణ చర్యకి ఉదాహరణ. ఒక ఆమ్లానికి క్షారాన్ని కలపడమనేది ఆమ్ల - క్షార చర్యకు ఉదాహరణ.

BRAOU

BRAOU

భాగం - 31: సాంప్రదాయిక, ఆధునిక భావాలు

విషయక్రమం

31.1. ఉద్దేశాలు , లక్ష్యాలు

31.2. పరిచయం

31.3 ఆక్సీకరణం

31.4 క్షయకరణం

31.5 ఆక్సీకరణం -క్షయకరణం

31.6 ఆక్సీకరణం -క్షయకరణం, ఆధునిక భావన

31.7 ఆక్సీడేషన్ సంఖ్య పరంగా ఆక్సీకరణ - క్షయకరణ భావన

31.8 సారాంశం

31.9 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

31.10 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

31.1 ఉద్దేశాలు, లక్ష్యాలు

ఈ భాగం ముఖ్య ఉద్దేశం సాంప్రదాయికమైన,ఆధునికమైన నిర్వచనాల ద్వారా ఆక్సీకరణం, క్షయకరణం అనే దృగ్విషయాన్ని అవగాహన చేసికొవడం.

ఈ భాగంను పూర్తిగా అధ్యయనం చేసిన తరువాత మీరు తెలుసుకొనే ముఖ్య విషయాలు:

- సామాన్యంగా పదార్థం అణుసముదాయం. అణువులు పరమాణువుల సంయోగంవల్ల ఏర్పడతాయి.
- రసాయన చర్యల్ని ఈ పరమాణువుల పరంగాను, అణువుల పరంగాను వివరిస్తారు.
- కట్టెలు మండడం, గాలిలో ఉంచిన లోహాలు వాటి తళతళ (మెరుగు) ను కోల్పోవడం నిత్యమూ అనుభవంలో జరిగే ఆక్సీకరణానికి ఉదాహరణలు.

* ఒక మూలకంగాని, ఒక పదార్థంలోని మూలకాలుగాని ఆక్సిజనుతో సూటిగా రసాయన సంయోగం చెందడాన్ని ఆక్సీకరణం అంటారు.

* ఆక్సీకరణ ప్రక్రియకు, ఆక్సిజన్‌ను సరఫరా చేసే సంయోగపదార్థాన్ని ఆక్సీకరణి అంటారు.

* ఆక్సైడ్ ఖనిజం నుండి ఒక లోహాన్ని నిష్కర్షణం చేయడం క్షయకరణానికి ఒక పరిచితమైన ఉదాహరణ.

* ఆక్సిజన్ గల సంయోగపదార్థం నుండి ఆక్సిజన్ తీసివేయడం కూడా క్షయక్షరణం అనవచ్చు.

* ఎన్నో పరిస్థితుల్లో హైడ్రోజన్‌ను కలపడం ద్వారా ఆక్సిజన్‌ను తొలగిస్తారు. కనుక హైడ్రోజన్‌ను కలపడం ద్వారా క్షయకరణాన్ని, నిర్వచించవచ్చు.

* ఆక్సిజన్, క్లోరిన్‌లవంటి అలోహాల్ని కలపడం ఆక్సీకరణం అని, హైడ్రోజన్‌ను లోహాలు వంటి వానిని కలపడం క్షయకరణం అని అనవచ్చు.

* రసాయన చర్యని బంధాలు విఘటన చెందడం, క్రొత్తబంధాలు ఏర్పడడం అని వ్రాయవచ్చు. ఇంకా బంధాలు ఏర్పడటాన్ని ఎలెక్ట్రాన్‌ల మార్పిడి లేక ఎలెక్ట్రాన్‌ల పంచుకోవడం అని ప్రదర్శించవచ్చు. కనుక, ఆక్సీకరణాన్నిఎలక్ట్రాన్‌లను తొలగించడం అని, క్షయకరణాన్ని ఎలెక్ట్రాన్‌లను కలపడం అని నిర్వచించవచ్చు.

* రసాయన సంయోగపదార్థం ఏర్పడటాన్ని ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యం భావననుబట్టి కూడా వివరించవచ్చు.

* ఆక్సీకరణం అంటే ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య పెరగడం అనీ, క్షయకరణం అంటే ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య తగ్గడం అనీ వర్గీకరించవచ్చు.

31.2 పరిచయం

కట్టెపుల్లను మంటలో వేసినప్పుడు అది కాలిపోవడం ఒక రసాయన చర్యకు ఉదాహరణ. ఇందులో పెద్దమొత్తంలో ఉష్ణం వెలువడుతుంది. మంట ఆ పదార్థాన్ని ఆహుతి చేసికొంటుంది. కొద్ది పరిమాణంగల బూడిద మాత్రమే మిగులుతుంది. అట్లే లోహాల్ని గాలిలో వేడిచేస్తే, అవి వాటి లోహ లక్షణాల్ని కోల్పోయి, వివిధ పదార్థాలుగల చూర్ణపదార్థాలుగా మారిపోతాయి. ఈ విధంగా ఇనుము త్రుప్పును పోలిన ఎఱ్ఱని పొడిగా మారుతుంది. తగరము తెల్లని బూడిదగా మారుతుంది. రాగి నల్లనిపొడిగా మారుతుంది. ఈ చర్యలన్నీ ఆక్సీకరణ చర్యలకు ఉదాహరణలు. మండే స్వభావంగల కట్టెవంటి పదార్థాన్ని ఆక్సిజన్‌లోనో, గాలిలోనో మండిస్తే అది ఆక్సిజన్‌తో రసాయనికంగా సంయోగం చెందుతుంది. ఆక్సిజన్‌లో గాని, గాలిలోగాని ఏపదార్థాన్నైనాకాలిస్తే, ఆ పదార్థంలోని మూలకం (లేక మూలకాలు) సూటిగా ఆక్సిజన్‌తో రసాయనిక సమ్మేళనం చెందడం అన్నమాట. ఇంకా ఆక్సిజన్ భారము, ఆ పదార్థంలో మండే మూలకం (లేక మూలకాల) భారాల మొత్తానికి క్రియాజన్యం భారము సమానమనే ఫలితం ఈ విషయాన్నే నిర్ధారణ చేస్తుంది. ఉదాహరణకి, కార్బన్, ఆక్సిజన్‌లో మండినపుడు అది రసాయనికంగా ఆక్సిజన్‌తో కలిసికార్బన్‌డైఆక్సైడ్ ఏర్పరుస్తుంది. దీనిని

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ అనే సమీకరణం ద్వారా సూచించవచ్చు.

ఇట్లే 1 మోల్ కార్బన్ పరమాణువులు (12గ్రా) ఒక మోల్ ఆక్సిజన్ (32 గ్రా) తో సంయోగం చెంది ఒక మోల్ కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ (44 గ్రా.) ఏర్పరుస్తాయి.

BRAOU

ఎన్నో అలోహాలు, లోహాలు ఆక్సిజన్‌లోమండి, వాటికి అనురూపాలైన ఆక్సైడ్‌లను ఏర్పరుస్తాయి. ఉదాహరణకు సల్ఫర్, ఫాస్ఫరస్, ఇనుము, మెగ్నీషియం వంటివి ఆక్సిజన్‌లో మండి, పెద్ద మొత్తంలో వేడినిచ్చి వాని అనురూప - ఆక్సిజన్ సంయోగపదార్థాలను (ఆక్సైడ్‌లను) ఇస్తాయి. కొన్ని లోహాలు ఎక్కువకాలం ఆక్సిజన్‌లోగాని,గాలిలోగాని ఉంటే త్రుప్పుపట్టి ముఖ్యంగా ఆక్సైడ్‌లను ఏర్పరుస్తాయి. ఈ ప్రక్రియల్ని ఈ క్రింది రసాయన సమీకరణాల మూలంగా సూచించవచ్చు.

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

31.3 ఆక్సీకరణం

ఒక పదార్థం ఆక్సిజన్‌తో రసాయన సంయోగం చెందడాన్ని లెవోయిషీర్ 'ఆక్సీకరణము' అన్నాడు. ఆ ప్రక్రియలో ఏర్పడ్డ సంయోగపదార్థాన్ని ఆక్సైడ్ అన్నాడు. ఈ విధంగా కార్బన్, ఆక్సిజన్‌లో మండి కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ ఏర్పడినపుడు కార్బన్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరణం చెందింది అంటారు.

ఈ ఆక్సీకరణ భావన సంయోగ పదార్థాలకు కూడా విస్తరింపజేయవచ్చు. పెట్రోల్ గాని, కిరోసిన్(కార్బన్, హైడ్రోజన్‌ల సంయోగపదార్థాలు) ఆక్సిజన్‌లో మండినప్పుడు కార్బన్ ఆక్సైడ్ (CO_2), హైడ్రోజన్ ఆక్సైడ్(నీరు) ఏర్పడతాయి.

$$C_{17}H_{36} + 26O_2 \rightarrow 17CO_2 + 18H_2O$$

ఇటువంటి ఉదాహరణలెన్నో ఈయవచ్చు.మూలకాలనుగాని, సంయోగపదార్థాల్నిగాని ఆక్సిజన్‌లో మండించి ఆక్సైడ్‌లు ఏర్పరచే ప్రక్రియల్ని ఆక్సీకరణాలు అంటారు. ప్రకృతిలో ఎన్నో ఆక్సిజన్ సంయోగపదార్థాలున్నాయి. ఉదాహరణకి, నీరు, హైడ్రోజన్ ఆక్సైడ్; ఇసుక, సిలికాన్ ఆక్సైడ్; త్రుప్పు ఇనుము ఆక్సైడ్. చాలా ఖనిజాలు లోహాల అనురూప ఆక్సైడ్‌లు. హెమటైట్ అనునది ఒక ఇనుము ఆక్సైడ్. పైరొలుసైట్ ఒక మాంగనీస్ ఆక్సైడ్. ఆక్సీకరణ భావాన్ని ఇతర దృగ్విషయాల్ని వివరించేందుకు విస్తరించవచ్చు. ఉదాహరణకు, సజీవ పదార్థాలు శ్వాసించడంలో, మద్యము పులియడంలో ఆక్సీకరణ ప్రమేయం ఉంది. ఆక్సీకరణం, అంటే రసాయన మూలకాలు ఆక్సిజన్‌తో సంయోగం చెందాలంటే అణురూప ఆక్సిజన్‌తోనే కాకుండా, ఆక్సిజన్ ఉన్న పదార్థాలతో కూడా ఈ మూలకాల్నిగాని, అవి ఉన్న పదార్థాలను గాని చర్య జరిపించవచ్చు.

ఆక్సిజన్ ఉండే అటువంటి సంయోగపదార్థాన్ని ఆక్సీకరణి అంటారు. ఉదాహరణకి, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ఉన్న ఒక ఫ్లాస్క్‌లోనికి వేడి హైడ్రోజన్ వాయువును పంపితే, హైడ్రోజన్, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌లో వేడి మంటలు క్రక్కుతూ నీరు, హైడ్రోజన్‌ను ఏర్పరుస్తుంది.

$$2H_2 + 2NO \rightarrow 2H_2O + N_2$$

ఇంకో ఉదాహరణ : నీటి ఆవిరిలో మెగ్నిషయం తీగ మండడం. గాలిలో ఒక మెగ్నీషియం తీగను వెగిలించి, నీటి ఆవిరిలో ముంచితే, మెగ్నీషియం మిరిమిట్లు గొల్పుతూ మండుతూనే ఉంటుంది. ఇందులో మెగ్నీషియం నీటి ఆవిరి నుండి ఆక్సిజన్‌ను గ్రహించి మెగ్నీషియం ఆక్సైడ్‌ను ఏర్పరుస్తుంది.

$$Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$$

B R A O U

అవగాహన ప్రశ్న – 1: వంట చెరకు మండినప్పుడు జరుగురసాయన ప్రక్రియను విశదీకరించుము.

31.4 క్షయకరణం

మండడంతో సంబంధం లేనట్లుగా మొదట కనిపించే దృగ్విషయాలు ప్రకృతిలో ఉన్నాయి. ఖనిజాలనుండి క్షయకరణంచేసి లోహాలను సంపాదించే ప్రక్రియ శతాబ్దాలుగా అమలులో ఉంది. ఖనిజాలలో చాలమటుకు ఆక్సైడ్ లే (సంక్లిష్టమైన ఆక్సైడ్ ల సంఘటనాలే) కనుక క్షయకరణం అనే ప్రక్రియ ఖనిజం నుండి ఆక్సిజన్ ను తొలగించడమే. ఉదాహరణకు, ఇనుము ఖనిజాన్ని బొగ్గుతో కలిపి, అధిక ఉష్ణోగ్రతకు వేడిచేసి ఇనుము లోహంగా క్షయకరణం చేస్తారు.

$$2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$$

ఈ చర్యలో ఇనుము ఆక్సైడ్ నుండి కార్బన్, ఆక్సిజన్‌ను తొలగించి, లోహాన్ని విడిపిస్తుంది. కనుక క్షయకరణం అంటే ఆక్సీకరణానికి విరుద్ధం. దానిని 'ఆక్సీకరణ' అనవచ్చు.

ఖనిజాలను వాని అనురూప లోహాలుగా క్షయకరణం చేయడానికి ఎన్నో ఇతర పదార్థాల్ని వాడవచ్చు. హైడ్రోజన్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ లేక ఇతర లోహాలైనా ఉదాహరణలుగా చెప్పవచ్చు.

$$Fe_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2Fe + 3H_2O$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

$$Fe_2O_3 + 3Zn \rightarrow 2Fe + 3ZnO$$

$$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$$

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

ఈ పైచర్యలన్నింటిలోను ఆక్సైడ్ ఖనిజాల లోహంగా క్షయకరణం చెందింది.

ఈ చర్యల్ని పరిశీలిస్తే, అన్ని చర్యలకీ ఒక విషయం సామాన్యంగా ఉంది. ఖనిజాన్ని క్షయకరణం చేసే ప్రతిపదార్థం ఖనిజంనుండి ఆక్సిజన్ను తొలగిస్తోంది. దీనినిబట్టి, ఈ పదార్థాల్ని 'క్షయకరణులు' అన్నారు. క్షయకరణులకు ఆక్సిజన్‌తో గొప్ప "ఎఫినిటి" ఉండాలని తెలుస్తోంది.

31.5 ఆక్సీకరణము – క్షయకరణము

ఈ పైన చెప్పిన ఆక్సిడేషన్ చర్యల్ని, క్షయకరణ చర్యల్ని పరిశీలిస్తే ఒక ముఖ్యమైన సంబంధం అంటే ప్రతీచర్యలోను ఈ రెండు ప్రక్రియలు జరుగుతాయనేది గోచరిస్తుంది.

$$2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$$

ఇందులో ఐరన్ ఆక్సైడ్ (Fe_2O_3)ఐరన్‌గా క్షయకరణం చెందింది. అదే సమయంలో కార్బన్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ (CO_2)గా ఆక్సీకరణం చెందింది. ఈ చర్యలన్నింటిలోను విస్పష్టమైన సంగతి ఏమంటే, ఏదో ఇతర పదార్థం ఆక్సిజన్‌తో కలిసి ఆక్సీకరణం చెందితేనే తప్ప ఆక్సిజన్ గల ఏ పదార్థమైనా క్షయకరణం చెందదు. మరోలా చెప్పాలంటే, ఆక్సీకరణం, క్షయకరణం సమకాలికంగా జరుగుతాయి. ఆక్సీకరణం అంటే ఆక్సిజన్‌తో రసాయన సంయోగం అనీ, క్షయకరణం అంటే ఆక్సిజన్‌ను తొలగించడం అనే భావన ఆక్సిజన్‌తో సరూపమైన రసాయన ప్రవర్తన ప్రదర్శించే ఇతర మూలకాకు కూడా వర్తింపజేశారు.

క్లోరిన్ దీనికి ఒక మంచి ఉదాహరణ. క్లోరిన్ ఎన్నోరీతుల్లో ఆక్సిజన్‌లా ప్రవర్తిస్తుంది. ఉదాహరణకి, హైడ్రోజన్ వాయుధారను గాలిలో వెలిగించి క్లోరిన్ ఉన్న సీసాలోకి పంపితే అది లేత నీలిరంగులో మండి హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌ను ఏర్పరుస్తుంది. హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లో మండితే ఆక్సైడ్ ఏర్పడుతుంది. ఈరెండు దృగ్విషయాలే కాక, వీనిని వర్ణించే రసాయన సమీకరణాలు కూడా సారూప్యాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి.

$2H_2 + N_2 \rightarrow H_2O$ + heat

$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ + heat

హైడ్రోజన్‌కాకుండా ఎన్నో ఇతర మూలకాలు క్లోరిన్‌లో, ఆక్సిజన్‌లో కంటె ఎక్కువ శీఘ్రంగా మండి, వాని అనురూప క్లోరైడ్‌లను ఇస్తాయి. ఉదాహరణకు రాగి, క్లోరిన్‌లో మండి కాపర్ క్లోరైడ్ ($CuCl_2$)ను ఏర్పరచడం. ఆక్సిజన్‌కు, క్లోరిన్‌గల సారూప్యం క్షయకరణం ప్రక్రియలో కూడ కనిపిస్తుంది. ఆక్సైడ్ నుండి ఆక్సిజన్‌ను తొలగించినట్లు గానే, క్షయకరణులనుపయోగించి క్లోరైడ్‌ల నుండి క్లోరిన్‌ను తొలగించవచ్చు. ఇందులో ప్రతీచర్యలోను లోహం విడిపోతుంది. వేడిగానున్న కాపర్ క్లోరైడ్ ($CuCl_2$) మీదుగా హైడ్రోజన్‌ను పంపితే హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ఏర్పడి, కాపర్ సంయోగపదార్థం లోహంగా క్షయకరణం చెందుతుంది. ఈ క్రింది చర్యలు ఈ సారూప్యాల్ని వివరిస్తాయి.

$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$

$CuCl_2 + H_2 \rightarrow Cu + 2HCl$

ఆక్సిజన్, క్లోరిన్‌లను రసాయన చర్యల్లోని సారూప్యాలవల్ల ఈ ప్రక్రియలు సంప్రదాయంగా సరూపాలని నిర్వచించవచ్చు. అందుకని, ఆక్సిజన్‌ను గాని క్లోరిన్‌నుగాని తొలగించడాన్ని 'క్షయకరణం' అనవచ్చు. 'ఆక్సీకరణము' అనే మాటను ఒక మూలకం క్లోరిన్‌తో సంయోగం చెందడానికి వాడితే విడ్డూరంగా కనిపించవచ్చు. కాని ఈ రెండు చర్యలు సరూపాలే. క్లోరిన్‌కు కాకుండా, ఆక్సిజన్‌లాగే ప్రవర్తించే ఇతర మూలకాలకి కూడా ఆక్సీకరణ భావనను విస్తరించవచ్చు. బ్రోమిన్,అయోడిన్,క్లోరిన్, సల్ఫర్, నైట్రోజన్‌లు ఇటువంటి మూలకాలు. ఈ క్రింది రసాయన సమీకరణాలు ఈ చర్యలోని పోలికలను ఎత్తిచూపిస్తాయి.

$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$

$Cu + Cl_2 \rightarrow CuCl_2$

$Cu + Br_2 \rightarrow CuBr_2$

$Cu + I_2 \rightarrow CuI_2$

$Mg + F_2 \rightarrow MgF_2$

$Cu + S \rightarrow CuS$

$3Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$

BRAOU

ఈ పైన చెప్పిన మూలకాలే కాకుండా, ఇంకా ఎన్నో మూలకాలు ఆక్సిజన్ చర్యలతో సారూప్యం కలిగి ఉన్నాయి. ఈ చర్యలన్నీ 'ఆక్సీకరణ' చర్యలే. ఈ చర్యలను బట్టి ఒక సామాన్య ధర్మాన్ని ప్రతిపాదించవచ్చు.

ఆక్సిజన్ ఒక అలోహము: ఆక్సిజన్‌లాగ ప్రవర్తించే ఇతర మూలకాలు కూడ అలోహాలే. దీనిని బట్టి, ఆక్సీకరణం అనే భావన ఏదేనా ఒక అలోహంతో రసాయన సంయోగంగా విస్తరించవచ్చు. కనుక అలోహాలను ఆక్సీకరణులుగా వర్గీకరించవచ్చు.

ఆక్సీకరణం అనే భావనను విస్తరించడాన్ని దీని తిరోగామి ప్రక్రియను గురించి ఆలోచించి సమర్థించవచ్చు. ఆ ప్రక్రియ అలోహాలను వాటి సంయోగ పదార్థాల నుండి క్షయకరణుల ద్వారా తొలగించడమే చాలా కాపర్ సంయోగ పదార్థాల నుండి హైడ్రోజన్ కాపర్ క్షయకరణం ద్వారా ఏర్పరుస్తుంది. దీనిని ఈ క్రింది చర్యలు సూచిస్తాయి.

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

$$CuCl_2 + H_2 \rightarrow Cu + 2HCl$$

$$CuBr_2 + H_2 \rightarrow Cu + 2HBr$$

$$CuS + H_2 \rightarrow Cu + H_2S$$

ఇతర లోహాలతో ఇంకెన్నో ఉదాహరణలున్నాయి. దీనిని బట్టి, క్షయకరణము అనే మాటను ఒక సంయోగ పదార్థం నుండి ఒక అలోహాన్ని తొలగించడానికి కూడా విస్తరించవచ్చు.

ఇంతకు ముందు సూచించిన ఆక్సీకరణ - క్షయకరణ భావనలను ఈ విధంగా సారాంశీకరించవచ్చు.

ఆక్సీకరణ అంటే ఆక్సిజన్‌తోగాని, ఏ ఇతర అలోహంతో గాని సంయోగం; క్షయకరణం అంటే ఆక్సిజన్‌ను గాని, ఏ ఇతర అలోహాన్నైనాగాని తొలగించడం. ఆక్సీకరణి అంటే ఆక్సిజన్‌గాని, ఏ ఇతర అలోహమైనాగాని. హైడ్రోజన్, కార్బన్ సామాన్యంగా లోహాలు క్షయకరణులు.

31.6 ఆక్సీకరణం – క్షయకరణం, ఆధునిక భావన

ఆక్సిజన్ ఏ పాత్ర లేని చర్య లెన్నింటికో ఆక్సీకరణ నిర్వచనాన్ని విస్తరించినందువల్ల ప్రయోజనం కలిగింది. ఒక మూలకం ఒక మూలకం ఏ చర్యలోనైనా ఎలెక్ట్రానులను కోల్పోతే ఆ మూలకం ఆక్సీకరణం చెందుతుంది. ఒక మూలకం ఎలెక్ట్రానులను సంపాదించుకొంటే, అది క్షయకరణం చెందుతుంది. ఒక పరమాణువు నుండిగాని, పరమాణు సమూహం నుండిగాని ఎలెక్ట్రానులను తొలగిస్తే, ఆ ప్రక్రియను ఆక్సీకరణం అనవచ్చు. ఒక పరమాణువుకిగాని, పరమాణు సమూహానికిగాని ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరిస్తే, ఆ ప్రక్రియను క్షయకరణం అనవచ్చు. ఈ క్రింది ఉదాహరణలు ఈ క్రొత్త భావాలను వివరిస్తాయి.

a) ఆక్సీకరణ ప్రక్రియలు

$$Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$$

$$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$$

$$H_2 \rightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$$

$$2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + 2e^{-}$$

b) క్షయకరణ ప్రక్రియలు :

$$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$$

$$Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$$

$$Fe^{3+} + e^{-} \rightarrow Fe^{2}$$

$$S + 2e^{-} \rightarrow S^{2-}$$

ఈ ఉదాహరణల్లో, (a) లో పరమాణువులు, అణువులు, ఆయాన్‌లు ఆక్సీకరణం చెందాయి. (b) లో పరమాణువులు, అణువులు, కేటాయాన్‌లు క్షయకరణం చెందాయి. (a) లోని చర్యల్ని ఆక్సీకరణ అర్థ చర్యలనీ, (b)లోని చర్యల్ని క్షయకరణ అర్థచర్యలనీ అంటారు. ఆక్సీకరణ-క్షయకరణ చర్య ఈ రెండు అర్థచర్యల (ఆక్సీకరణ - అర్థచర్య, క్షయకరణ అర్థచర్య) మొత్తానికి సమానం.

ఉదాహరణకి సోడియం లోహాన్ని క్లోరిన్ వాయువుకి ప్రత్యక్షీకరించినపుడు సోడియం క్లోరైడ్ ఏర్పరచడాన్ని పరిశీలిద్దాం. ఈ చర్యని ఈ క్రింది రెండు అర్థచర్యల మొత్తంగా వ్రాయవచ్చు.

$$2Na \rightarrow 2Na^{+} + 2e^{-} \text{ (ఆక్సీకరణం)}$$

$$Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-} \text{ (క్షయకరణం)}$$

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2Na^{+} + 2Cl^{-} \rightarrow 2NaCl$$

స్టానస్ క్లోరైడ్ మెర్క్యురిక్ క్లోరైడ్‌ని మెర్క్యురస్ క్లోరైడ్‌గా క్షయకరణం చేస్తుంది. ఈ చర్యని రెండు అర్థచర్యలుగా విడదీయవచ్చు.

ఒక అర్థచర్యలో ఆక్సీకరణచర్య అంటే స్టానస్‌టిన్ (Sn^{2+}) స్టానిక్‌టిన్ (Sn^{2+})గా ఆక్సీకరణ చెందడం, రెండవ అర్థచర్యలో మెర్క్యురిక్ అయాన్ (Hg^{2+}) మెర్క్యురస్ అయాన్ (Hg_2^{2+})గా క్షయకరణం చెందడం.

$$Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^{-}$$

$$2Hg^{2+} \quad 2e^{-} \rightarrow Hg_2^{2+}$$

$$Sn^{2+} + 2Hg^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + Hg_2^{2+}$$

ఈ పై ఉదాహరణలో, మెర్క్యురిక్ క్లోరైడ్‌ని ఆక్సీకరణి అనీ, స్టానస్ క్లోరైడ్‌ను క్షయకరణి అనీ అంటారు. హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లు సంయోగం చెంది నీరు ఏర్పరచడాన్ని ఆక్సీకరణక్షయకరణచర్యకి మరో ఉదాహరణగా చెప్పవచ్చు.

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

కాని ఈ ప్రక్రియలో ఎలెక్ట్రాన్‌ల మార్పిడి ఇదివరలో చెప్పిన రెండు చర్యల్లో ఉన్నట్లుగా అంత ప్రత్యక్షంగా కనబడదు. అయినా, హైడ్రోజన్ నుండి ఆక్సిజన్ వైపు ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్టంగా జరుగుతాయి. కనుక హైడ్రోజన్ ఆక్సీకరణం చెందిందనీ, ఆక్సిజన్ క్షయకరణం చెందిందనీ అనవచ్చు. కనుక, ఎలెక్ట్రాన్ లమార్పిడి జాడ తెలుసుకొనేందుకు ఒక పద్ధతి అవసరం. ఈ ఎలక్ట్రాన్ లమార్పిడి జాడను తెలుసుకొనేందుకు ఒక వీలైన మార్గం

B R A O U

ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యల భావన. బాహ్య కక్ష్యలలోని ఎలెక్ట్రానుల తోనే ప్రమేయం ఉండడంవల్ల ఆక్సీకరణ సంఖ్యలకు వెలెన్సీలకి చాల దగ్గర సంబంధం ఉంది.

ఈ కింది స్వచ్ఛంద సూత్రాలు ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య భావనను అర్థం చేసుకొనేందుకు సహాయపడతాయి.

1. సంయోగ స్థితిలోలేని మూలకం యొక్క ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య శూన్యం (0) ఈ భావన హైడ్రోజన్ వంటి ద్విపరమాణుక అణువులకు, S_8 వంటి బహు పరమాణువు అణువులకి, జడవాయువుల వంటి ఏక పరమాణుక అణువులకి వర్తిస్తుంది.

2. ఒక మూలకం యొక్క ఒకే ఒక పరమాణువుగల అయాన్‌లకు (ఉదా॰ Cl^-, Ca^{2+})) మూలకపరమాణువు యొక్క ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య ఆ అయాన్ మీద గల ఆవేశానికి సమానము. ఉదాహరణకు॰ క్లోరిన్ కు -1, కాల్షియం +2

3. కొన్ని మూలకాలకి అయానిక సంయోగ పదార్థాల్లోను, కోవెలేంట్ సంయోగ పదార్థాల్లోను ఒకే ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య ఉంటుంది. ఉదా ః ఆల్కలీ లోహాలు ఎప్పుడు + 1నే ప్రదర్శిస్తాయి. క్షార మృత్తిక లోహాలు ఎప్పుడూ +2 నే కనబరుస్తాయి. ఆక్సిజన్ (పెరాక్సైడ్, H_2O_2 లో తప్ప) -2 ప్రదరిస్తుంది. హైడ్రోజన్ (లోహాల హైడ్రైడ్‌లతో తప్ప) +1 చూపిస్తుంది. హేలోజన్‌లు లోహాలతోను, హైడ్రోజన్‌తోను యుగ్మసంయోగపదార్థాల్లో -1 ప్రదర్శిస్తాయి. సల్ఫర్ లోహాల తోగాని, హైడ్రోజన్‌తోగాని యుగ్మ సంయోగపదార్థాల్లో - 2 ప్రదర్శిస్తుంది. కార్బన్ సామాన్యంగా + 4 లేక - 4 చూపిస్తుంది.

4. ఒక తటస్థ అణువులో దానిలోని అన్ని పరమాణువుల ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యల మొత్తం శూన్యం(O). ఉదా: H_2O లో ఆక్సిజన్ ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య - 2, రెండు హైడ్రోజన్‌ల ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య +2

5. ఒకటి కంటే ఎక్కువ మూలకాలున్నఅయాన్ కుఅందులోని పరమాణువుల ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యల మొత్తం ఆ అయాన్ మీద ఆవేశానికి సమానం. ఉదా.NO^{3-} లో నైట్రోజన్‌కి ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య + 5, ఆక్సిజన్ పరమాణువుల ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యల మొత్తం - 6 (3 X -2),కనుక అయాన్ మీద ఆవేశం = 5-6 = -1. ఈ పై సూత్రాలు ఒక అణువులో ఉన్న మూలకం ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య నిర్ణయించడానికి సహాయపడతాయి.

అవగాహన ప్రశ్న - 2: ఆక్సీకరణము - క్షయకరణం గూర్చి ఆధునిక నిర్వచనాలేవి ?

31.7 ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య పరంగా ఆక్సీకరణ - క్షయకరణ భావన

ఆక్సీకరణ - క్షయకరణ చర్యలో ఎలక్ట్రాన్ ల మార్పిడి జాడను పరిశీలించేటపుడు ఒక మూలకానికి ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యను తగ్గిస్తే, ఆ మూలకం క్షయకరణం చెందినట్లు గ్రహించినాము. అట్లే ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యను పెంచితే, ఆ

BRAOU

మూలకం ఆక్సీకరణం చెందుతుంది. సోడియం క్లోరైడ్ దాని మూలకాల నుండి ఏర్పడే చర్యను ఉదాహరణగా తీసికొని వివరించవచ్చు.

ఈచర్యను ఇందులో పాల్గొనే మూలకాల ఆక్సీకరణ సంఖ్యలతో సహా వ్రాస్తే -

$2 Na^0 + Cl_2^0 \rightarrow 2Na^{+1} \quad Cl^{-1}$

సోడియం అయాన్ ఏర్పడినపుడు సోడియం యొక్క ఆక్సిడేషన్ సంఖ్య 0 నుండి +1కి పెరిగింది. కనుక అది ఆక్సీకరణం చెందింది. క్లోరైడ్ అయాన్ ఏర్పడడంలో క్లోరిన్ అణువు దాని ఆక్సిడేషన్ సంఖ్యను 0 నుండి -1 కి మార్పును పొందింది. కనుక క్లోరిన్ క్షయకరణం చెందింది.

31.8 సారాంశం

ఈ భాగంలో నేర్చుకున్న అంశాలు

i) ఆక్సీకరణము -క్షయకరణం గూర్చి ప్రాచీన భావాలు: ఆక్సిజన్‌తో లేదా ఇతర అలోహంతో సంయోగం, హైడ్రోజన్‌ను తొలగించుట ఆక్సీకరణం. ఇట్లే హైడ్రోజన్‌తో లేదా లోహంతో సంయోగం, ఆక్సిజన్ లేదా అలోహాలను తొలగించుట క్షయకరణము.

ii) ఈ రెండు ఎల్లప్పుడూ ఒకేసారి జరుగును.

iii) ఆక్సీకరణ - క్షయకరణ ఆధునిక భావాలు

a) ఎలక్ట్రాన్ భావన: ఎలక్ట్రానులు తొలగించబడితే ఆక్సీకరణం, ఎలక్ట్రానులు చేరిన క్షయకరణం.

b) ఆక్సీకరణ సంఖ్యల భావన: ఆక్సీకరణ సంఖ్యలలో పెరుగుదల ఆక్సీకరణం, ఆక్సీకరణ సంఖ్యలలో తగ్గుదల క్షయకరణం.

31.9 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I ఈ క్రింది వానికి 10 పంక్తులలో జవాబులు వ్రాయండి.

(1) ఆక్సీకరణం క్షయకరణం - వీనికి పూర్వభావనలను విశదంగా వివరించండి.

(2) ఆక్సీకరణం , క్షయకరణం - వీనికి ఆధునిక భావనలను క్లుప్తంగా వివరించండి

II ఈ క్రింది వానికి 30 పంక్తులలో జవాబులు వ్రాయండి.

(1) ఆక్సీకరణ, క్షయకరణ చర్యలను గురించి ప్రత్యేకించి వాటి పూర్వభావాలను విమర్శనాత్మకంగా చర్చించండి.

(2) ఆక్సీకరణ, క్షయకరణ చర్య ఆధునిక భావనల గురించి నిర్దిష్టమైన ఉదాహరణలతో వివరించండి.

31.10 అవగాహన ప్రశ్నలకు మాదిరి సమాధానాలు

1. వంటచెరకులో గల సెల్యూలోజ్ గాలి లో మండి కార్బన్‌డయాక్సైడ్, నీరు ఏర్పడును. ఆక్సిజన్‌తో సంయోగం చెందుటచే ఇది ఆక్సీకరణము.

2. ఎలక్ట్రానులు చేరుట, ఆక్సీకరణ సంఖ్యలో తగ్గుదల క్షయకరణము. ఇట్లే ఎలక్ట్రానులు పోవుట, ఆక్సీకరణ సంఖ్యలో పెరుగుదల ఆధునిక భావన ప్రకారము ఆక్సీకరణము.

—

రచయిత : డా॥ కె. లక్ష్మీ నారాయణ
అనువాదం : శ్రీ పి.వి. సోమయాజులు

BRAOU

BOOKS SUGGESTED FOR FURTHER READING

1.	Text Book of Physical Chemistry	Samuel Glasstone
2.	Physical Chemistry	Gordon, M. Barrow
3.	Principles of Physical Chemistry	S.H. Maron and E.F. Prutton
4.	Physical Chemistry	W.J. Moore
5.	Physical Chemistry	F. Daniels and R.A. Alberty
6.	Physical Chemistry	Sheehan
7.	భౌతిక, రసాయనిక శాస్త్రం ప్రథమ, ద్వితీయ భాగాలు	తెలుగు అకాడమి.

BRAOU

ఆంధ్రప్రదేశ్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం

(డిగ్రీ తరగతి కోర్సులు)

రెండవ సంవత్సరం పాఠ్య ప్రణాళిక

రసాయన శాస్త్రం – కోర్సు 1

విభాగం – ఎ : సైద్ధాంతిక రసాయన శాస్త్రం

ఖండం–1 పరమాణు నిర్మాణం

భాగం – 1 రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా
భాగం – 2 ప్లాంక్ క్వాంటం సిద్ధాంతం
భాగం – 3 పరమాణు వర్ణపటాలు
భాగం – 4 క్వాంటం సంఖ్యలు
భాగం – 5 ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వభావం
భాగం – 6 పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలు

ఖండం– 2 రసాయన బంధం

భాగం – 7 అయానిక బంధం
భాగం – 8 సమయోజనీయ బంధం
భాగం – 9 ఇతర రసాయన బంధాలు

ఖండం – 3 అణు నిర్మాణం

భాగం– 10 ద్విధ్రువ భ్రామకాలు
భాగం– 11 అణు వర్ణపటాలు
భాగం– 12 అణు వర్ణపటాల సామాన్య (గుణాత్మక) అనువర్తనాలు
భాగం– 13 దృశ్య, శోషణ వర్ణపటాల (పరిమాణాత్మక) అనువర్తనాలు

ఖండం – 4 రేడియో ధార్మికత

భాగం– 14 రేడియో ధార్మికత ఆవిష్కరణ
భాగం – 15 రేడియో ధార్మిక రేటు విఘటన రేటు
భాగం– 16 రేడియో ధార్మిక విఘటన శ్రేణులు

B R A O U

విభాగం – బి: భౌతిక రసాయన శాస్త్రం

ఖండం – 5 వాయువుల ప్రవర్తన

భాగం – 17 వాయు నియమాలు
భాగం – 18 అణుచలన సిద్ధాంతం
భాగం – 19 వాయు నియమాల విచలనం
భాగం – 20 సందిగ్ధ దృగ్విషయాలు

ఖండం – 6 ద్రావణాలు

భాగం – 21 ద్రవాలలో వాయువులు
భాగర – 22 ద్రవాలలో ద్రవాలు

ఖండం – 7 కణాధార ధర్మాలు

భాగం – 23 భాష్పపీడనంలో నిమ్నత
భాగం – 24 భాష్పీభవన స్థాన ఉన్నతి, ఘనీభవనస్థాన నిమ్నత
భాగం – 25 ద్రవాభిసరణం లేదా ఆస్మాసిస్
భాగం – 26 ద్రావణాల అసాధారణ ప్రవర్తన

ఖండం – 8 రసాయన సమతాస్థితి

భాగం – 27 ద్విగత చర్యలు
భాగం – 28 ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమం – అనువర్తనాలు

ఖండం – 9 ఆమ్లాలు – క్షారాలు

భాగం – 29 ప్రాచీన, నవీన భావాలు
భాగం – 30 అయానిక సమతాస్థితి

ఖండం – 10 ఆక్సీకరణం –క్షయకరణం

భాగం – 31 సాంప్రదాయక, ఆధునిక భావాలు

BRAOU

ఆంధ్రప్రదేశ్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం

రసాయన శాస్త్రం

కోర్సు – 1 : సైద్ధాంతిక, భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు

మాదిరి పరీక్షా పత్రం

సెక్షన్ – ఎ

సమయం : 3 గంటలు గరిష్ఠ మార్కులు 75

క్రింది వాటిలో ఏవైనా మూడింటికి 30 పంక్తులలో సమాధానములు వ్రాయండి.
ప్రతి ప్రశ్నకు 15 మార్కులు $3 \times 15 = 45$

1. రూథర్‌ఫర్డ్ పరమాణు నమూనాలోని లోపాలను పేర్కొని యివి బోర్ నమూనాలో ఎలా పరిచేయబడ్డాయో తెలపండి.
2. రేడియో ధార్మిక దృగ్విషయం ఆవిష్కరణ స్వభావం గూర్చి వివరంగా తెలపండి.
3. తగిన ఉదాహరణలతో ఆక్సీకరణం, క్షయకరణం వీటిని గూర్చిన సాంప్రదాయక, ఆధునిక భావాలను చర్చించండి.
4. వాండర్ వాల్స్ స్థితి సమీకరణాన్ని ఉత్పన్నం చేయండి.
5. ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని వివరించి దానిని మూడు రసాయనిక సమతా స్థితులకు అనువర్తించండి.
6. తగిన ఉదాహరణలతో అయానిక బంధం, సమయోజనీయ బంధాలు ఏర్పడే రీతిని, వాటి అభిలక్షణాలను చర్చించండి.

BRAOU

సెక్షన్ – బి

క్రింది వాటిలో ఏవైనా ఐదింటికి 10 పంక్తులలో సమాధానములను వ్రాయండి.
ప్రతి ప్రశ్నకు 6 మార్కులు. $5 \times 6 = 30$

7. కణాధార ధర్మాలు అంటే ఏమిటో తెలుపండి ? వీటిని ఉదాహరణలతో వివరించండి.
8. లూయీ ఆమ్ల, క్షార భావాలను ఉదాహరణలతో విశదీకరించండి.
9. రౌల్ట్ నియమాన్ని నిర్వచించి, వివరించండి.
10. బార్న్-హేబర్ చక్రం గురించి క్లుప్తంగా వ్రాయండి.
11. ఆదర్శవాయు సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించండి.
12. కాంతి ద్వంద్వ స్వభావమును గురించి చర్చించండి.
13. ఆస్మాటిక్ పీడనాన్ని నిర్వచించండి. దీనిని ప్రయోగం ద్వారా ఎలా నిర్ణయిస్తారు.
14. లీషాట్ లియర్ సూత్రాన్ని నిర్వచించి వివరించండి.
15. హైబ్రిడ్ ఆర్బిటాళ్ళ రకాలను , ఆకారాలను వివరంగా చర్చించండి.
16. హైడ్రోజన్ బంధం ఏర్పాటు, అనువర్తనాలను గూర్చి సంక్షిప్తంగా వర్ణించండి.

BRAOU

ANDHRA PRADESH OPEN UNIVERSITY

UNDERGRADUATE COURSE - II YEAR

SUBJECT : CHEMISTRY

COURSE - I : THEORITICAL CHEMISTRY AND PHYSICAL CHEMISTRY

అభ్యాసం - 1

N.B.

1. Do not copy the answer directly from any of the books.
2. As far as possible, try to answer the questions independently in your own words.
3. If it is necessary to quote from any source, give the correct reference.
4. Use your own foolscape pages for writing the assignment.
5. Leave sufficient margins for the comments of the evaluator.
6. Completion of this assignment normally should not take more than two hours time.

అభ్యాసం - I

సెక్షన్ - ఎ

ఈ క్రింది వాటికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి.

1. రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనాలోని లోపాలను వివరించండి.
2. సమయోజనీయ బంధం యొక్క వేలన్సీ బంధ సిద్ధాంతం గురించి క్లుప్తంగా వ్రాయండి.
3. క్వాంటమ్ సంఖ్యలు అంటే ఏమిటి ? పౌలీ వివర్జన సూత్రాన్ని నిర్వచించి, విశదీకరించండి.

సెక్షన్ - బి

క్రింది వాటికి 10 పంక్తులలో సమాధానములు వ్రాయండి.

1. అయానిక బంధం ఎలా ఏర్పడుతుందో సోదాహరణముగా వివరించండి.
2. సోడియం, క్లోరిన్, నైట్రోజన్, క్రోమియమ్ మరియు కాపర్ పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను వ్రాయండి .
3. కేథోడ్ కిరణాలు అంటే ఏమిటి ? వాటి స్వభావం వర్ణించండి.

B R A O U

ANDHRA PRADESH OPEN UNIVERSITY

UNDERGRADUATE COURSE - II YEAR

SUBJECT : CHEMISTRY

COURSE - I : THEORITICAL CHEMISTRY AND PHYSICAL CHEMISTRY

అభ్యాసం – 2

N.B.

1. Do not copy the answer directly from any of the books.
2. As far as possible, try to answer the questions independently in your own words.
3. If it is necessary to quote from any source, give the correct reference.
4. Use your own foolscape pages for writing the assignment.
5. Leave sufficient margins for the comments of the evaluator.
6. Completion of this assignment normally should not take more than two hours time.

అభ్యాసం – 2

సెక్షన్ – ఎ

BRAOU

క్రింది వాటికి 30 పంక్తులలో సమాధానములు వ్రాయండి.

1. అణు నిర్మాణాన్ని రాబట్టడంలో పరారుణ వర్ణపటశాస్త్రం ఎలా ఉపకరిస్తుందో తెలపండి.
2. రేడియోధార్మిక శ్రేణులు గూర్చి సవివరంగా చర్చించండి.
3. అణుచలన వాయు సమీకరణాన్ని పేర్కొని, ఆ సమీకరణం నుంచి ఏదైనా నాలుగు వాయు నియమాలను ఉత్పన్నం చేయండి.

సెక్షన్ – బి

క్రింది వాటికి 10 పంక్తులలో సమాధానములు వ్రాయండి.

1. శోషణవర్ణపటం, ఉద్గార వర్ణపటంలకు గల వ్యత్యాసాలను ఏ విధంగా గుర్తిస్తారు?
2. ఆల్ఫాకిరణాల యొక్క ధర్మాలను వర్ణించండి .
3. వాస్తవ వాయువులు ఆదర్శ ప్రవర్తన నుంచి విచలనానికిగల కారణాలు వివరించండి.

BRAOU

ANDHRA PRADESH OPEN UNIVERSITY

UNDERGRADUATE COURSE - II YEAR

SUBJECT : CHEMISTRY

COURSE - I : THEORITICAL CHEMISTRY AND PHYSICAL CHEMISTRY

అభ్యాసం – 3

N.B.

1. Do not copy the answer directly from any of the books.
2. As far as possible, try to answer the questions independently in your own words.
3. If it is necessary to quote from any source, give the correct reference.
4. Use your own foolscape pages for writing the assignment.
5. Leave sufficient margins for the comments of the evaluator.
6. Completion of this assignment normally should not take more than two hours time.

B R A O U

అభ్యాసం – 3

సెక్షన్ – ఎ

క్రిందివానికి 30 పంక్తులలో సమాధానాలను వ్రాయండి.

1. యుగ్మ ద్రవ మిశ్రమాల స్వేదన ప్రక్రియను స్పష్టంగా వివరించండి.
2. ద్రవ్యరాశి క్రియా నియమాన్ని పేర్కొని వివరించండి.
   నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్‌ల నుంచి అమ్మోనియా ఏర్పడటంలో దాని అనువర్తనాన్ని చర్చించండి.
3. ఆక్సీకరణ, క్షయకరణ చర్యల ఆధునిక భావాల గురించి నిర్దిష్టమైన ఉదాహరణలలో వివరించండి.

సెక్షన్ – బి

క్రింది వానికి 10 పంక్తులలో సమాధానాలను వ్రాయండి.

1. తగిన ఉదాహరణలతో లూయీ ఆమ్ల క్షారాల భావనను విశదీకరించండి.
2. ద్రవాభిసరణ దృగ్విషయాన్ని చక్కని పటం సహాయంతో వివరించండి.
3. ఈ క్రింది చర్యకు సమతా స్థిరాంకాలు K_p మరియు K_cలను తెలిపే సమీకరణాలను వ్రాయండి.

$$\underset{(g)}{2SO_3} + \underset{(g)}{O_2} \rightleftharpoons \underset{(g)}{2SO_3}$$

BRAOU