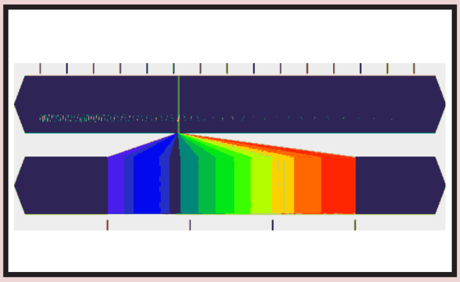
అధ్యాయం

8



పరమాణు నిర్మాణం

పరమాణువులో ఋణావేశపూరిత ఎలక్ట్రానులు, ధనావేశ ప్రోటానులు మరియు తటస్థ న్యూట్రానులు అనే ఉపపరమాణు కణాలు ఉంటాయని క్రింది తరగతిలో మీరు తెలుసుకున్నారుకదా!

- విద్యుత్‌పరంగా తటస్థమైన పరమాణువులో ఈ ఉపపరమాణు కణాలు ఎలా కలిసి ఉంటాయి?

మీరు 9వ తరగతిలో జె.జె.థామ్సన్, రూథర్‌ఫోర్డ్, నీల్స్ భోర్ పరమాణు నమూనాలకు సంబంధించిన ప్రాథమిక అంశాలను పరిశీలించారు.

కృత్యం 1

పరమాణు నిర్మాణం గురించి మీకుగల జ్ఞానం ఆధారంగా, ఒక పరమాణు నమూనాను మీరు తయారుచేయగలరా?చేసి మీ తరగతిలో ప్రదర్శించండి.

- పరమాణువులోపల, ఉపపరమాణు కణాలను మీరు నేర్చుకున్న విధంగా కాకుండా మరోవిధంగా అమర్చగలరా? (మీ స్నేహితుల, ఉపాధ్యాయుని మరియు అంతర్జాలం సహాయం తీసుకోండి)

  మీరు మరియు మీ మిత్రులు తయారు చేసిన పరమాణు నమూనాలను నిశితంగా పరిశీలించండి, క్రింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు ఇవ్వడానికి ప్రయత్నించండి.

- అన్ని పరమాణువులు ఒకే ఉపపరమాణు కణాలను కలిగి ఉంటాయా?
- ఒక మూలక యొక్క పరమాణువు వేరే మూలక పరమాణువు కంటే ఎందుకు వేరుగా ఉంటుంది?
- పరమాణువులోపలి ప్రదేశంలో ఎలక్ట్రానులు ఎలా అమర్చబడి ఉంటాయి?

పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వాలంటే మనం కాంతి స్వభావం, వివిధ రంగులలో ఉండే కాంతి జ్వాలలు, వాని లక్షణాలను గురించి అవగాహన చేసుకోవాలి.

వర్ణపటం (Spectrum)

ఇంద్రధనుస్సు ఏర్పడటం మీరు చూసే ఉంటారు.

- ఇంద్రధనుస్సులో ఎన్ని రంగులుంటాయి?

ఇంద్రధనస్సులో వరుసగా ఊదా (Violet), నీలిమందురంగు(Indigo), నీలం(Blue), ఆకుపచ్చ(Green), పసుపు(Yellow), నారింజరంగు(Orange) మరియు ఎరుపు(Red) . అనే ఏడు రంగులు (VIBGYOR) ఉంటాయి.

ప్రతి రంగూ దాని తర్వాతి రంగుతో కలిసిపోయి అవిచ్ఛిన్నంగా గల రంగుల పట్టీ రూపంలో ఉండటం మీరు గమనించి ఉంటారు. ప్రతి రంగు తీవ్రత ఒక బిందువు నుండి మరొక బిందువుకు మారుతూ ఉంటుంది.

కాంతి తరంగ స్వభావం :(Wave nature of Light)

ఒక నిశ్చలమైన నీటికొలనులోకి రాయిని విసిరినపుడు, అది పడినచోటునుండి అలలు ఏర్పడటం మీరు గమనించి ఉంటారు. ఈ అలజడి, నీటి ఉపరితలంపై తరంగ రూపంలో అన్ని దిశలలో ప్రసరిస్తుంది.

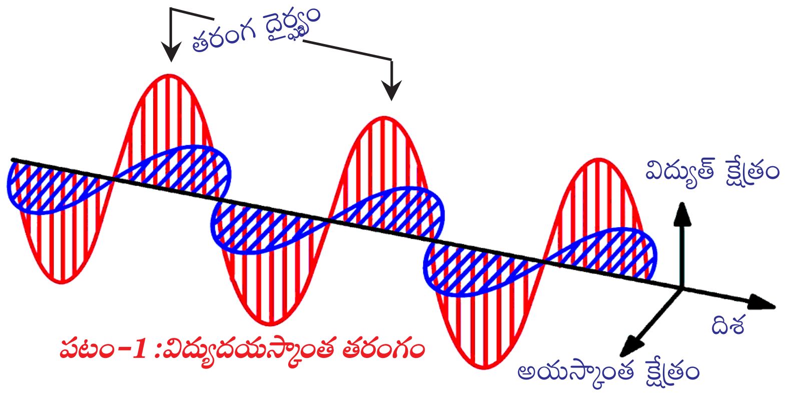
- కంపించే ప్రతి వస్తువు ధ్వనిని ఉత్పత్తి చేస్తుందని మనకు తెలుసు. ఉదాహరణకు మృదంగం మద వేళ్ళతో కొట్టినప్పుటు శబ్దం వస్తుంది కదా!
- అదేవిధంగా, ఒక విద్యుదావేశం కంపించినపుడు (ముందు, వెనుకకు కదిలినపుడు), విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు ఏర్పడతాయి.
- విద్యుదావేశం చుట్టూ కంపించే విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్రాలు, శూన్యంగుండా ప్రయాణించే తరంగ రూపంలోకి ఎలా మారుతాయి?

ఏదేని విద్యుదావేశం కంపిస్తూవుంటే అది తన చుట్టు ఉండే విద్యుత్ క్షేత్రంలో మార్పు కలిగిస్తుంది. మారుతున్న ఈ విద్యుత్ క్షేత్రం, అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పును తెస్తుంది.

ప్రసార దిశకు లంబంగా, ఒకదానికొకటి లంబ దిశలో ఉండేలా విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాలు ఏర్పడే ఈ ప్రక్రియ నిరంతరంగా కొనసాగుతుంది.

మనం చూసే దృగ్గోచర కాంతి కూడా ఒక విద్యుదయస్కాంత తరంగమే. అంతరాళంలో కాంతి (c) 3×10^8 మీ.సె$^{-1}$. వేగంతో ప్రయణిస్తూ ఉంటుంది.

- విద్యుదయస్కాంత తరంగం ఏ లక్షణాలను కల్గి ఉంటుందో తెలుసుకుందాం!



పటం-1 :విద్యుదయస్కాంత తరంగం

శూన్యం గుండా విద్యుదయస్కాంత వికిరణ శక్తి ప్రయాణం సముద్రంలో నీటితరంగాల ప్రయాణాన్ని పోలి ఉంటుంది. సముద్ర అలల మాదిరిగానే విద్యుదయస్కాంత శక్తి వికిరణాన్ని కూడా తరంగదైర్ఘ్యం(λ) , పౌనఃపున్యం (υ) అనే లక్షణాల ద్వారా వివరించవచ్చు.

ఒక తరంగంలో, రెండు వరుస శృంగాల మధ్య దూరం లేదా రెండు వరుస ద్రోణుల మధ్యదూరం ఆ తరంగం యొక్క తరంగదైర్ఘ్యం (λ) అంటాం. ఒక సెకను కాలంలో, ఒక బిందువు నుండి ప్రయాణించిన తరంగాల(శృంగాల/ద్రోణుల) సంఖ్యను పౌనఃపున్యం (υ) అంటాం. పౌనఃపున్యంను 1/s లేదా s^{-1} ప్రమాణాలలో వ్యక్త పరుస్తాం. తరంగదైర్ఘ్యం (λ) , పౌనఃపున్యం (υ) మరియు కాంతివేగం (c) ల మధ్య సంబంధన్ని కింది విధంగా చెప్పవచ్చు.

$\lambda \alpha 1/\upsilon$ లేదా $c = \upsilon\lambda$

- పై సమీకరణాన్ని ధ్వని తరంగానికి అనువర్తింప చేయవచ్చా?

అవును, చేయవచ్చును. ఎందుకంటే ఇది ఒక సార్వత్రిక సమీకరణం కావున అన్ని రకాల తరంగాలకు ఇది వర్తిస్తుంది. తరంగం యొక్క పౌనఃపున్యం పెరిగిన కొద్దీ దాని తరంగ దైర్ఘ్యం తగ్గుతుంది. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు విస్తృత వైవిద్యంగల పౌనఃపున్యాల సముదాయం. విద్యుదయస్కాంత తరంగాల మొత్తం పౌనఃపున్యాల సముదాయాన్నే విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం (electromagnetic spectrum) అంటాం.

ప్రకృతిలో దృగ్గోచర వర్ణపటానికి ఇంద్రధనస్సు ఏర్పడటం ఒక చక్కని ఉదాహరణ. ఇంద్రధనస్సులోని ప్రతీ రంగు ఒక నిర్ధిష్ట తరంగదైర్ఘ్యాన్ని కలిగి ఉంటుంది. వర్ణ పటంలోని రంగులు ఎరుపురంగు (ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం) నుండి ఊదా రంగు (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం) వరకు విస్తరించి ఉంటాయి.

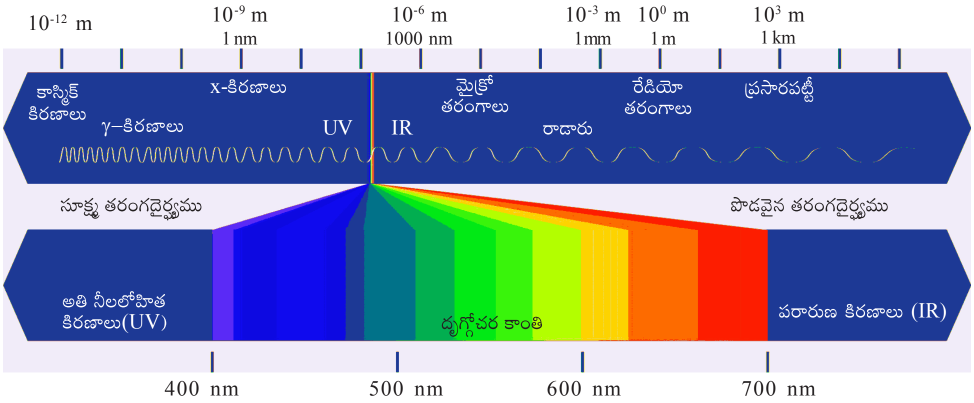
మానవుని కంటితో చూడగలిగే రంగుల (తరంగదైర్ఘ్యాలు) సముదాయాన్ని దృశ్యకాంతి (visible light)అంటాం. ఎరుపు రంగునుండి ఊదా రంగు వరకు వున్న తరంగ దైర్ఘ్యాల సముదాయాన్ని దృగ్గోచ్ఛరకాంతి వర్ణపటం (visible spectrum) అంటాం.

- దృగ్గోచర వర్ణపటంలో ఉండే కాంతితరంగాలే కాకుండా ఇంకా ఏవైనా కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యాలు ఉంటాయా?

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం (Electromagnetic spectrum)

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాల సముదాయంగా చెప్పవచ్చు.

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం కలిగిన గామా కిరణాల నుంచి, అధిక తరంగ దైర్ఘ్యాలు కలిగిన రేడియో కిరణాల వరకు వుంటాయి. కాని మన కళ్ళు దృగ్గోచర వర్ణపట తరంగ దైర్ఘ్యాలనుమాత్రమే గుర్తించగలుగుతాయి.



పటం–2 : విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం

- ఒక ఇనుప కడ్డీని వేడి చేస్తే ఏమి జరుగుతుంది?
- వేడి చేస్తున్న కొద్దీ కడ్డీ రంగులో ఏవైనా మార్పులు సంభవిస్తాయా?

ఇనుప కడ్డీని వేడి చేస్తున్నప్పుడు అది కొంత శక్తిని కాంతి రూపంలో విడుదల చేస్తుంది. ముందుగా అది ఎర్ర రంగులోకి (ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం, తక్కువ శక్తి) మారుతుంది. వేడి చేయడం అలాగే కొనసాగిస్తే ఉష్ణోగ్రత పెరిగే కొలది అది క్రమంగా నారింజరంగు, పసుపు, నీలం (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం, ఎక్కువశక్తి) ఇంకా అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఇనుప కడ్డీ ప్రకాశవంతమైన దృగ్గోచర తరంగధైర్ఘ్యాలన్నీ కలిసి ఉన్న తెలుపు రంగులోకి మారడం గమనించవచ్చు.

- ఇనుప కడ్డీని వేడిచేసేటప్పుడు దాని నుండి ఒక రంగు వెలువడుతున్న సమయంలోనే మరేవైనా ఇతర రంగులు వెలువడడాన్ని మీరు గమనించావా?

ఇనుప కడ్డీ అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఉన్నప్పుడు ఇతర రంగులు కూడా వెలువడుతాయి, కాని దాని నుండి వెలువడే ఒక నిర్ధిష్ట రంగు (ఉదా ॥ ఎరుపు) తీవ్రత ఎక్కువగా ఉండడం వలన మిగతా రంగులు కనబడవు.

విద్యుదయస్కాంతశకిన్తి 'అవిచ్ఛిన్నశక్తి'గా నమ్మే సాంప్రదాయక భావను ఆధారంగా చేసుకుని శక్తి శోషణం లేదా ఉద్గారం ఎల్లప్పుడు ($h\upsilon$కి)పూర్ణాంక గుణిజాలుగా ఉంటుందని మాక్స్ ప్లాంక్ ప్రతిపాదించాడు.

ఉదాహరణకు : $h\upsilon, 2h\upsilon, 3h\upsilon \ . \ . \ . \ nh\upsilon$

అనగా ఒక నిర్ధిష్ట పౌనఃపున్యానికి గల శక్తిని $E = h\upsilon$ సమీకరణంతో సూచించవచ్చు. ఇందులో, 'h' అనేది **ప్లాంక్ స్థిరాంకం.** దీని విలువ 6.626×10^{-34}Js. మరియు 'υ' అనేది ఉద్గారించబడిన లేదా శోషించబడిన వికిరణం యొక్క పౌనఃపున్యం.

నీలంరంగు (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం లేదా ఎక్కువ పౌనఃపున్యం) యొక్క శక్తితో పోల్చినప్పుడు ఎరుపురంగు, (అధిక తరంగదైర్ఘ్యం లేదా తక్కువ పౌనఃపున్యం) యొక్క శక్తి తక్కువ.

అంటే ఉష్ణోగ్రత పెరిగిన కొద్దీ ఒక పదార్థం నుండి వెలువడే శక్తి పెరుగుతుందన్నమాట.

ప్లాంక్ సిద్ధాంత ప్రతిపాదనలలో విశిష్టత ఏమిటంటే విద్యుదయస్కాంత శక్తి శోషణం లేదా ఉద్గారం అనేది అవిచ్ఛిన్న రూపంలో కాకుండా, నిర్ధిష్ట విలువలుగల భాగాలుగా ఉంటుంది. కాబట్టి, ఉద్గార లేదా శోషణ కాంతి వర్ణపటం అనేది వివిధ తరంగ ధైర్ఘ్యాల సముదాయంగా పేర్కొనవచ్చు.

- దీపావళినాడు కాల్చే టపాసులనుండి వివిధ రంగులు వెలువడటం మీరు గమనించే ఉంటారు కదూ!
- కాలుతున్న టపాసుల నుండి ఈ రంగులు ఎలా ఏర్పడతాయి?

కృత్యం 2

చిటికెడు క్యూప్రిక్ క్లోరైడ్‌ను వాచ్ గ్లాస్‌లోకితీసుకొని, గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంను కలిపి ముద్దలా చేయండి. ఒక ప్లాటినం తీగ చివరను రింగులా మడచి లూప్‌లాగాచేసి దానిపై ముద్దని తీసుకుని సన్నని జ్వాలపై పెట్టండి.

- మీరు ఏమి గమనించారు?

ఇదే కృత్యాన్ని స్ట్రాన్షియం క్లోరైడ్‌తో చెయ్యండి.

క్యూప్రిక్ క్లోరైడ్ ఆకుపచ్చరంగు మంటని, స్ట్రాన్షియం క్లోరైడ్ ఎరుపు మంటని ఇస్తాయి.

- పసుపురంగులో వెలుగుతున్న వీధి దీపాలను మీరు చూశారా?

వీధి దీపాలలోని సోడియం ఆవిరులు పసుపురంగును ఉత్పత్తి చేయడం మూలంగా వీధి దీపాలు పసుపురంగులో వెలుగుతాయి.

- వివిధ మూలకాలు ఒకే రకమైన జ్వాలపై మండుతున్నప్పుడు వేర్వేరు రంగులు ఏర్పడటానికి కారణం ఏమిటి?

ప్రతీ మూలకం తనదైన ఒక విలక్షణమైన రంగును ఉద్గారం చేస్తుందని శాస్త్రవేత్తలు గుర్తించారు. ఈ రంగులు కాంతి యొక్క నిర్దిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యాలకు అనురూపకంగా వుంటాయి కాబట్టి ఇటువంటి వర్ణపటాన్ని రేఖా వర్ణపటం అంటాం.

వేలిముద్రలను బట్టి మనుషులను గుర్తించినట్లుగానే పరమాణు వర్ణపటాల్లోని రేఖలను బట్టి ఆయా పరమాణువులను తేలికగా గుర్తించవచ్చు అంటే చాలా ఆశ్చర్యంగ ఉంటుంది కదూ!

నీల్స్ హెన్రిక్ డేవిడ్ బోర్, ఇతను ఒక డానిష్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. పరమాణు నిర్మాణం మరియు క్వాంటం సిద్ధాంతం గురించిన ప్రాథమిక అవగాహనను కల్పించినాడు. అందుకుగాను ఇతను 1922 సం॥లో భౌతిక శాస్త్రంలో నోబెల్ పురస్కారం అందుకున్నాడు.

బోర్ ఒక తత్త్వవేత్త మరియు సాంకేతిక పరిశోధనను ముందుకు నడిపించిన వ్యక్తులలో ముఖ్యుడు.

బోర్ హైడ్రోజన్ పరమాణు నమూనా – దాని పరిమితులు
(Bohr's model of hydrogen atom and its limitations)

హైడ్రోజన్ పరమాణువర్ణపటాన్ని ఆధారం చేసుకుని నీల్స్‌బోర్ ఒక పరమణు నమూనాను ప్రతిపాదించాడు.

పటం–3 : హైడ్రోజన్ వర్ణపటం

- హైడ్రోజన్ రేఖా వర్ణపటం పరమాణు నిర్మాణం గురించి మనకు ఏం తెలుపుతుంది?

బోర్ ప్రతిపాదనలు : పరమాణువులో ఎలక్ట్రానులు, కేంద్రకం నుండి నిర్దిష్ట దూరాలలో ఉన్న నియమిత శక్తి స్థాయిలలో లేదా స్థిర కర్పరాలలో వుంటాయి.

ఎలక్ట్రాన్ తక్కువ శక్తి స్థాయి (భూస్థాయి) నుండి ఎక్కువ శక్తిస్థాయి (ఉత్తేజిత స్థాయి)లోకి చేరినప్పుడు శక్తిని గ్రహిస్తుంది. అదేవిధంగా ఎక్కువ శక్తి స్థాయి నుండి తక్కువ శక్తి స్థాయికి దూకినప్పుడు శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. పరమాణువులో గల ఎలక్ట్రానులకు నిర్దిష్టమైన శక్తి విలువలు ఉంటాయి. అవి E_1, E_2 E_3 అంటే ఎలక్ట్రానుల శక్తి క్వాంటీకరణం చెంది ఉంటుందన్నమాట. ఈ శక్తులకు సంబంధించిన స్థాయిలను స్థిరస్థాయిలు (Stationary states) అని వీటికుండే శక్తివిలువలను శక్తిస్థాయిలు(energy levels) అని అంటాం.

- ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ప్రాథమిక శక్తిస్థాయిని భూస్థాయి (ground state) అని అంటారు.
- ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని గ్రహించినపుడు అది ఎక్కువ శక్తిస్థాయికి చేరుతుంది. అప్పుడు ఎలక్ట్రాన్‌ను ఉత్తేజిత స్థాయిలో ఉందని అంటాం.
- ఎలక్ట్రాన్ తాను గ్రహించిన శక్తిని ఎల్లప్పటికీ అలాగే నిలుపుకుని వుంటుందా?

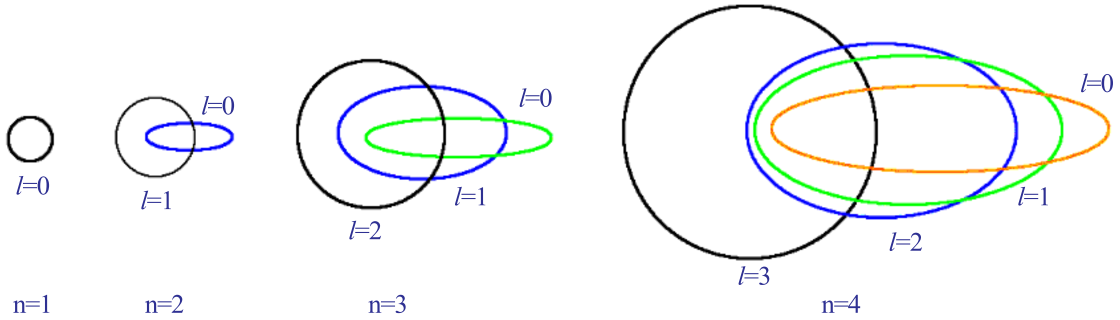
ఎలక్ట్రాన్ ఉత్తేజిత స్థాయి(Excited state)లో ఎక్కువకాలం ఉండలేదు. అది శక్తిని కోల్పోయి తిరిగి భూస్థాయికి చేరుకుంటుంది. ఇలా ఎలక్ట్రాన్ కోల్పోయిన శక్తి విద్యుదాయస్కాంత శక్తి రూపంలో విడుదలవుతుంది. ఇది నిర్థిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని కలిగి ఉంటుంది. ఈ తరంగదైర్ఘ్యం దృగ్గోచర వర్ణపట తరంగదైర్ఘ్య అవధిలో ఉంటే అది వర్ణపటంలో ఉద్గార రేఖ (emission line)గా కనిపిస్తుంది.

బోర్ నమూనా, హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో కనిపించే రేఖలనుగురించి వివరించగలిగింది. హైడ్రోజన్‌ను పరమాణువుకు సంబంధించిన రేఖావర్ణపటాన్ని వివరించుటకు బోర్ నమూనాను ఒక విజయవంతమైన నమూనాగా పేర్కొనవచ్చు.

అయితే హైడ్రోజన్ రేఖా వర్ణపటాన్ని అధిక సామర్థ్యంగల వర్ణపటదర్శిని (Spectroscope) తో పరిశీలించినపుడు కొన్ని ఉపరేఖల సమూహాలు కనిపించాయి.

బోర్ పరమాణు నమూనా, రేఖా వర్ణపటంలోని రేఖలు కొన్ని ఉపరేఖలుగా విడిపోవటాన్ని బోర్ నమూనా వివరించలేకపోయింది.

బోర్-సోమర్‌ఫెల్డ్ పరమాణు నమూనా (Bohr-Sommerfeld model of an atom)



పటం-4 : ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్యలకు అనుమతించబడిన ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యల బోర్-సోమర్‌ఫెల్డ్ నమూనా

రేఖా వర్ణపటంలోని రేఖలు ఉపరేఖలు (finer lines)గా విడిపోవటాన్ని విశదీకరించేందుకు సోమర్‌ఫెల్డ్, బోర్ నమూనాని స్వల్పంగా ఆధునీకరించినాడు. అతను దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్య అనే భావనను ప్రవేశపెట్టినాడు.

బోర్ ప్రతిపాదించిన వృత్తాకార కక్ష్యను అలాగే వుంచుతూ, ఇతను రెండవ కక్ష్యకి ఒక దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యని, మూడవ కక్ష్యకు రెండు దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలను కలుపుతూ, పరమాణువు కేంద్రకం ఈ దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్య యొక్క రెండు ప్రధాననాభిలలో ఒకదానిపై ఉంటుందని ప్రతిపాదించాడు. ఒక కేంద్రబలం యొక్క ప్రభావానికిలోనై ఆవర్తన చలనంలో ఉన్న కణం దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యల ఏర్పాటుకు దారితీస్తుందనే విషయం అతను ఈ ప్రతిపాదన చేయడానికి దారితీసింది.

బోర్-సోమర్‌ఫెల్డ్ నమూనా హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటంలోని సూక్ష్మరేఖలను (finer lines) గురించి వివరించగలిగినప్పటికి, పరమాణు నిర్మాణం గురించి సంతృప్తికరంగా వివరించలేకపోయింది. ఒకటి కన్నా ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లున్న పరమాణువుల యొక్క పరమాణు వర్ణపటాలను వివరించటంలోనూ ఈ నమూనా విఫలమైనది.

- ఒక పరమాణువులోని కేంద్రకం చుట్టూ నియమిత దూరాల్లో ఉండే స్థిరకక్ష్యలలోనే ఎలక్ట్రాన్‌లు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి? ఎందుకు?

మ్యాక్స్ కార్ల్ ఎర్నెస్ట్ లుడ్విగ్ ప్లాంక్ ఇతను జర్మన్ దేశ సైద్ధాంతిక భౌతికశాస్త్రవేత్త, క్వాంటం సిద్ధాంతం రూపకర్త. దీనికిగాను ఇతను భౌతిక శాస్త్ర విభాగంలో 1918 సం॥లో నోబెల్ పురస్కారం పొందాడు. సైద్ధాంతిక భౌతికశాస్త్ర అభివృద్ధికి ప్లాంక్ చాలా సహాయపడ్డాడు. కాని 'క్వాంటం సిద్ధాంతం" రూపకర్తగానే ఎక్కువ గుర్తింపును పొందాడు. పరమాణు మరియు ఉపపరమాణు నిర్మాణాలను గురించి తెలుసుకొనుటకు ఈ సిద్ధాంతం ఎంతగానో తోడ్పడుతుంది.

క్వాంటం యాంత్రిక పరమాణు నమూనా (Quantum mechanical model of an atom)

- కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రానులు ఎల్లప్పుడూ నిర్దిష్ట మార్గాల్లో తిరుగుతూ వుంటాయా?

కేంద్రంకం చుట్టూగల నిర్దిష్ట మార్గాలలో లేదా కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్‌లు పరిభ్రమిస్తూ ఉన్నట్లయితే నియమిత కాల వ్యవధులలో ఎలక్ట్రాన్‌ల ఖచ్చితమైన స్థానాన్ని తెలుసుకోవచ్చు. అది తెలుసుకోవాలంటే మనకు ముందు రెండు ప్రశ్నలకు సమాధానం తెలియాలి.

- ఎలక్ట్రాను యొక్క వేగం ఎంత?
- ఎలక్ట్రాను యొక్క ఖచ్చితమైన స్థానాన్ని కనుక్కోవడం సాధ్యమేనా?

ఎలక్ట్రానులు కంటికి కనిపించవు మరి ఎలక్ట్రానుల వేగాన్ని, స్థానాన్ని కనుక్కోవడం ఎలా?

చిమ్మ చీకటిలో వస్తువులను వెతకడానికి మనం టార్చిలైట్ సహాయాన్ని తీసుకుంటాం. అలాగే, ఎలక్ట్రాను స్థానాన్ని, వేగాన్ని కనుక్కోవడానికి కూడా తగిన కాంతి సహాయాన్నే తీసుకోవచ్చు. ఎలక్ట్రానులు అత్యంత సూక్ష్మమైనవి కాబట్టి, అతి తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం గల కాంతినే ఈ పనికోసం వాడకోవలసి ఉంటుంది.

ఈ తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం గల కాంతి ఎలక్ట్రాన్ను తాకినపుడు అది ఎలక్ట్రాన్ చలనాన్ని ప్రభావితం చేసి దాని చలనంలో మార్పుని కలుగచేస్తుంది. అందువల్ల ఎలక్ట్రాన్ స్థానాన్ని గానీ, వేగాన్ని గానీ ఖచ్చితంగా ఒకేసారి కనుక్కోలేం.

కాబట్టి పై విషయాల ఆధారంగా, పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్టమైన మార్గంలో తిరగవు అని తెలుస్తుంది.

- బోర్ నమూనా ప్రతిపాదించినట్లు, పరమాణువులకి నిర్దిష్టమైన సరిహద్దు అంటూ వుంటుందా?

ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకం చుట్టూ నిర్దిష్టమైన మార్గాలను అనుసరించవు కాబట్టి, పరమాణువుకు

నిర్ణీతమైన సరిహద్దు అంటూ ఏమీ వుండదు. కాబట్టి పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ ఖచ్చితంగా ఎక్కడ వుంటుందో చెప్పటం అసాధ్యం.

ఈ పరిస్థితులలో, పరమాణువులోని ఎలక్ట్రానుల ధర్మాలను, అర్థం చేసుకోవడానికి **ఇర్విన్ ష్రోడింగర్** (Erwin Schrodinger) క్వాంటం యాంత్రిక పరమాణు నమూనాను ప్రతిపాదించాడు.

ఈ పరమాణు నమూనా ప్రకారం, భోర్ నమూనాలోని కక్ష్యలుకు బదులుగా, ఒక నిర్దిష్ట సమయంలో ఎలక్ట్రానులు, పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూ నిర్ణీత ప్రాంతంలో అధికంగా వుంటాయి అని చెప్పవచ్చు.

- ఒక నిర్దిష్ట సమయంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండే ఈ ప్రాంతాన్ని ఏమని పిలవవచ్చు?

పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్‌ను కనుగొన గలిగే సంభావ్యత (probability) ఏ ప్రాంతంలో అయితే అధికంగా వుంటుందో ఆ ప్రాంతాన్ని ఆర్బిటాల్ (Orbital) అంటారు.

కేంద్రకం చుట్టూ వున్న ప్రాంతంలో కేవలం కొన్ని ఆర్బిటాళ్ళు మాత్రమే ఉంటాయి. ఒకే శక్తిస్థాయిలకు చెందిన ఆర్బిటాళ్ళు గురించి క్వాంటం సంఖ్యల ఆధారంగా తెలుసుకోవచ్చు.

క్వాంటం సంఖ్యలు (Quantum numbers)

పరమాణువులోని ప్రతి ఎలక్ట్రాన్‌ను n, l, m_l అనే మూడు సంఖ్యల సమితులతో సూచిస్తారు. ఈ సంఖ్యలనే క్వాంటం సంఖ్యలు అంటాం. పరమాణువులో, కేంద్రకం చుట్టూ ఉండే ప్రదేశంలో ఎలక్ట్రాన్‌ను కనుగొనే సంభావ్యతను ఈ సంఖ్యలు సూచిస్తాయి.

- క్వాంటం సంఖ్యల వల్ల మనం ఏం సమాచారం పొందగలం?

క్వాంటం సంఖ్యలు పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్న ప్రాంతం గురించి మరియు వాని శక్తుల గురించిన సమచారాన్ని తెలుపుతాయి.

- ఒక్కొక్క క్వాంటం సంఖ్య దేనిని వ్యక్తపరుస్తుంది?

1. ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య (Principal Quantum Number (n)) :

ప్రధానక్వాంటం సంఖ్య ఆర్బిట్ లేదా ప్రధాన కర్పర పరిమాణం, దాని శక్తిని గురించి తెల్పుతుంది. దీనిని 'n' తో సూచిస్తాం.

ప్రధానక్వాంటం సంఖ్య (n) (n = 1,2,3,.......) ధనపూర్ణాంక విలువలను కలిగి ఉంటుంది. n విలువ పెరిగేకొలది, ఆర్బిటాల్ పరిమాణం పెరుగుతూ ఉంటుంది. అలాగే అందులోని ఎలక్ట్రాన్‌లకు కేంద్రకానికి మధ్య దూరం కూడా పెరుగుతుంది.

n విలువలో పెరుగుదల శక్తి స్థాయిలో పెరుగుదలను సూచిస్తుంది.

n = 1, 2, 3........ విలువలు గల స్థాయిలను K, L, M ....లతో కూడా సూచిస్తారు. ప్రతి 'n' విలువకు ఒక ప్రధాన కర్పరం వుంటుంది.

కర్పరం	K	L	M	N
n	**1**	**2**	**3**	**4**

2. కోణీయ ద్రవ్యవేగ క్వాంటంసంఖ్య(l) The angular momentum quantum number(l):

ఈ క్వాంటం సంఖ్యను 'l' అనే అక్షరంతో సూచిస్తారు.

ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య (n) విలువకు కోణీయ ద్రవ్యవేగ క్వాంటం సంఖ్య l కు, 0

నుంచి (n–1) వరకు విలువలు ఉంటాయి. ప్రతి 'l' విలువ ఒక ఉపకర్పరాన్ని సూచిస్తుంది.

ప్రతి 'l' విలువ కేంద్రకం చుట్టూ ఉన్న ప్రాంతంలో ఉండే ఒక నిర్దిష్ట ఉపకర్పరం ఆకృతిని గురించి తెలుపుతుంది.

ఒక ఆర్బిటాల్ లేదా ఉపకర్పరాలకు సంబంధించిన l విలువలను సాధారణంగా s, p, d... సంకేతాలతో సూచిస్తారు.

l	0	1	2	3
ఆర్బిటాల్ పేరు	s	p	d	f

n = 1 అయినపుడు $l = 0$ తో 1s అనే ఒకే ఒక ఉపకర్పరం ఉంటుంది.

n = 2 అయినప్పుడు $l = 1$ తో 2s అనే ఒక ఉప కర్పరం; అలాగే $l = 1$తో 2p అనే మరొక ఉపకర్పరం కలసి మొత్తం రెండు ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి.

- n = 3 అయితే l యొక్క గరిష్ఠ విలువ ఎంత? ఏఏ ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి?
- n = 4 అయినప్పుడు l కి ఎన్ని విలువలు ఉంటాయి? ఏఏ ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి?

3. అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య (m_l) (The Magnetic quantum number)

అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్యను ను m_l తో సూచిస్తాం.

అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య m_l 0 తో కలిపి $-l$ నుంచి $+l$ మధ్య పూర్ణాంక విలువలను కలిగి ఉంటుంది. అనగా ఒక నిర్దిష్ట l విలువలకు అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య m_l కు $(2l + 1)$ విలువలను కలిగి ఉంటుంది. వాటిని కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$-l, (-l + 1) - 0\ 1\ (+l -1), +l$

ఇది పరమాణువులో గల ఆర్బిటాళ్ళ ప్రాదేశిక దృగ్విన్యాసాన్ని (Spatial Orientation) తెల్పుతుంది. ఈ క్వాంటం సంఖ్య యొక్క విలువలు, పరమాణువులో ఒక ఆర్బిటాల్ వేరొక ఆర్బిటాల్‌తో పోల్చినపుడు ప్రాదేశికంగా ఏ విధంగా అమర్చబడి ఉన్నది అనే విషయాన్ని తెలియజేస్తుంది.

$l = 0$ అయితే, $(2l + 1) = 1$ అవుతుంది. m_l ఒకటే విలువ కలిగి ఉంటుంది. అప్పుడు '1s' అనే ఆర్బిటాల్ మాత్రమే ఉంటుంది.

పట్టిక-1

l	ఉపకర్పరం (ఆర్బిటాల్)	ఉపకర్పరాల సంఖ్య (ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య)
0	s	
1	p	
2	d	
3	f	

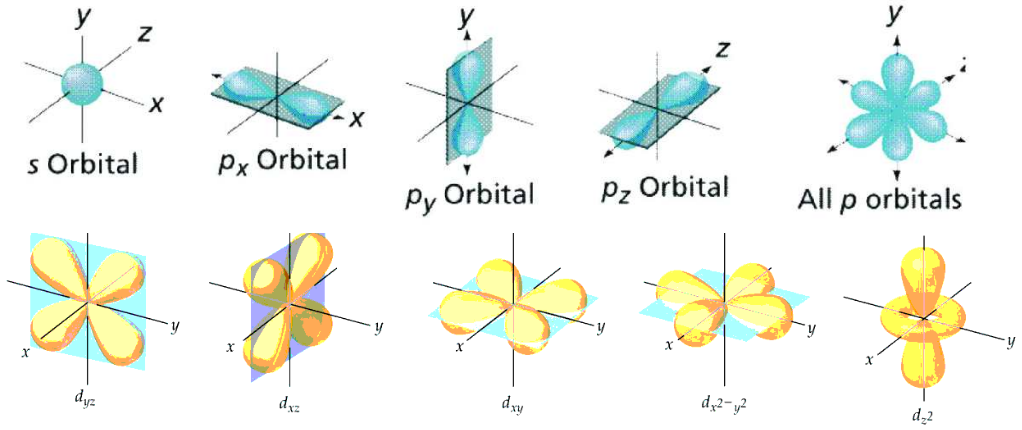
$l = 1$ అయితే, $(2l + 1) = 3$, అంటే m_l కు మూడు విలువలు ఉంటాయి. అవి, −1, 0 మరియు 1 అప్పుడు x, y, z అక్షాల వెంబడి మూడు విధాలుగా అమర్చబడిన p_x, p_y, మరియు p_z అనే మూడు p – ఆర్బిటాళ్ళు ఉంటాయి.

- ఈ మూడు p – ఆర్బిటాళ్ళు సమానమైన శక్తిని కలిగి ఉంటాయా?

m_l ఒక పరమాణువులో కలిగి ఉండే విలువల సంఖ్య ఒక నిర్దిష్ట l విలువకి దానికి సంబంధించిన ఉపకర్పరంలో ఉండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్యని సూచిస్తుంది. ఒక ఉపకర్పరంలోని ఆర్బిటాళ్ళన్ని ఒకే శక్తిని కలిగి ఉంటాయి.

$2l + 1$ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి ఇచ్చిన l విలువకి ఉపకర్పరంలో ఉండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్యను పట్టికలో రాయండి.

s–ఆర్బిటాల్ గోళకారంలో ఉంటుంది. p –ఆర్బిటాళ్ళు డమ్‌బెల్ ఆకారంలో ఉంటాయి. d–ఆర్బిటాళ్ళు డబల్ డమ్‌బెల్ ఆకారంలో ఉంటాయి. కింది పటాలను పరిశీలించండి.



పటం–5లో s,p,d ఉపకర్పరాల్లోని ఆర్బిటాళ్ళ జ్యామితీయ ఆకృతులు.

క్రింది పట్టిక–2 లో కర్పరాలు, ఉపకర్పరాలు మరియు ఉప కర్పరాలలో గల ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక-2

n	l	m_l	ఉపకర్పరం సంకేతం	ఉపకర్పరంలో గల ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య
1	0	0	1s	1
2	0	0	2s	1
	1	-1,0,+1	2p	3
3	0	0	3s	1
	1	-1,0,+1	3p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	3d	5
4	0	0	4s	1
	1	-1,0,+1	4p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	4d	5
	3	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	4f	7

ప్రతీ ఉపకర్పరంలో గరిష్ఠంగా ఉపకర్పరంలో ఉండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్యకు రెట్టింపు సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి.

వివిధ ఉపకర్పరాలలో గరిష్ఠంగా ఉండగలిగే ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యలు పట్టిక–3 లో సూచించబడినాయి.

పట్టిక-3

ఉపకర్పరం	ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య $(2l+1)$	గరిష్ఠ ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య
s (l=0)	1	2
p (l=1)	3	6
d (l=2)	5	10
f (l=3)	7	14

3. స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య(m_s) (Spin Quantum Number) :

మూడు క్వాంటం సంఖ్యలు n, l మరియు m_l లు వరుసగా పరమాణు ఆర్బిటాల్ యొక్క పరిమాణం (శక్తి), ఆకృతి మరియు వాటి అమరికను తెలుపుతాయి.

పసుపురంగు కాంతిని వెలువరుస్తున్న వీధి దీపాలను (Sodium Vapour Lamp) మీరు గమనించే ఉంటారు. ఈ పసుపు కాంతిని అధిక రిజల్యూషన్ గల వర్ణపటమాపని (spectroscope) తో పరిశీలించినట్లయితే అందులో చాలా దగ్గరగా ఉన్న రెండు రేఖలు (Doublet) కనిపిస్తాయి.

క్షార మరియు క్షార మృత్తిక లోహాల వర్ణపటాలలో ఇటువంటి రేఖలు కనిపిస్తాయి.

ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ఇటువంటి ప్రవర్తనని వివరించేందుకు అదనంగా నాలుగవ క్వాంటం సంఖ్య ప్రతిపాదించబడింది. అదే స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య. ఇది ఎలక్ట్రాన్ యొక్క అభిలక్షణాలను వివరించడానికి తోడ్పడుతుంది. దీనిని m_s తో సూచిస్తాం.

ఈ క్వాంటం సంఖ్య ఎలక్ట్రాన్ స్పిన్‌కు ఉండే రెండు రకాల దృగ్విన్యాసాలని (orientations) సూచిస్తుంది. అవి ఒకటి సవ్యదిశలో ఉండే స్పిన్ (+1/2), మరొకటి అపసవ్య దిశలో ఉండే స్పిన్ (-1/2).

ఎలక్ట్రాన్‌లకు రెండు రకాల స్పిన్ విలువలు ధనాత్మకం అయితే ఆ స్పిన్‌లు సమాంతరంగాను లేకపోతే వ్యతిరేక దిశలలో ఉంటాయి.

బహు ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగిన పరమాణువులలో ఒక నిర్దిష్ట ఆర్బిటాళ్ళలలో ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నపుడు వాటి దృగ్విన్యసాలను స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య వివరిస్తుంది.

- కర్పరాలలో, ఉపకర్పరాలలో, ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్లు ఎలా చేరుతాయి?

పరమాణువులోని కర్పరాలు, ఉపకర్పరాలు, మరియు ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్‌ల పంపిణీని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం అంటాం.

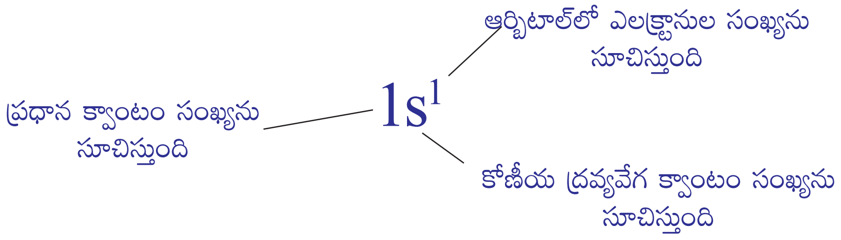
ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం Electronic Configuration

ఒక పరమాణువులో ఎలక్ట్రానుల అమరికని తేలికగా అవగాహన చేసుకోవడానికి ఒకే ఎలక్ట్రాన్ కలిగిన హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఉదాహరణగా తీసుకుని పరిశీలిద్దాం.

ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసన్ని సూచించే సంక్షిప్త సంకేతంలో ప్రధాన శక్తి స్థాయి (n విలువ), ఉపశక్తి స్థాయి (l విలువ) మరియు ఉపశక్తి స్థాయిలో గల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య (x విలువ) లు ఉంటాయి. వాటిని కింది విధంగా రాస్తాం.

$$nl^x$$

ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ (H) పరమాణువుని తీసుకుంటే, దాని పరమాణు సంఖ్య ఒకటి (Z = 1). అప్పుడు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని $1s^1$ అని రాయాలి.



ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్పిన్‌ని కూడా సూచించవచ్చు. అది ఎలా సూచించవచ్చో కింద వివరించబడింది.

హైడ్రోజన్ పరమాణువులో గల ఎలక్ట్రాన్ కలిగి ఉండే క్వాంటం సంఖ్యా సమితి ఈ విలువలను కలిగి ఉంటుంది. $n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = 1/2$.

↑

ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగి ఉన్న పరమాణువుల లక్షణాలను తెలుసుకోవాలంటే మనకు వాటి ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం తెలిసి ఉండాలి. పరమాణువులో వివిధ ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్‌ల అమరిక, ఎలక్ట్రాన్‌ల పరంగా ఆ పరమాణువు యొక్క ప్రవర్తనను తెలియజేస్తుంది. ఇది పరమాణువు యొక్క క్రియాశీలతను (reacticity) అవగాహన చేసుకోవడానికి దోహదపడుతుంది.

- హీలియం (He) (Z = 2) లో గల రెండు ఎలక్ట్రానులు ఎలా అమరి ఉంటాయి?

ఒకటి కంటే ఎక్కువ ఎలక్ట్రానులు గల పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని వివరించడానికి మూడు నియమాలు ఉపకరిస్తాయి. అవి : పౌలీవర్జన నియమం, అఫ్‌బౌ లేదా ఊర్ధ్వ నిర్మాణ నియమం మరియు హుండ్ నియమం.

వీటిని గురించి సంక్షిప్తంగా చర్చించుకుందాం.

పౌలీ వర్జన నియమం (The Pauli Exclusion Principle)

హీలియం పరమాణువులో రెండు ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. మొదటి ఎలక్ట్రాన్ '1s' ఆర్బిటాల్‌ని ఆక్రమిస్తుంది. రెండవ ఎలక్ట్రాన్ 1s ఆర్బిటాల్ లో గల మొదటి ఎలక్ట్రాన్‌తో జతగూడుతుంది. అంటే He యొక్క భూస్థాయి ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2$. ఇపుడు తలత్తే ప్రశ్న ఏమిటంటే?

- 1s ఆర్బిటాల్‌లో గల ఈ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల స్పిన్ లు ఎలా ఉంటాయి?

ఒకే పరమాణువుకి చెందిన ఏ రెండు ఎలక్ట్రాన్లకి నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు సమానంగా ఉండవు అని పౌలీ వర్జన నియమం తెలియజేస్తుంది.

హీలియం పరమాణువులో గల రెండు ఎలక్ట్రానులు 1s ఆర్బిటాల్‌లోనే ఉన్నాయి కాబట్టి వాటి $n, l,$ మరియు m_l విలువలు సమానంగా ఉంటాయి. అంటే m_s తప్పనిసరిగా వేరుగా ఉండాలి. అంటే He పరమాణువులో ఎలక్ట్రానుల స్పిన్ లు జతగూడాలి.

జంట స్పిన్‌లు కలిగిన ఎలక్ట్రాన్లని ↑↓ తో సూచిస్తాం. ఒక ఎలక్ట్రాన్ యొక్క $m_s = +1/2$ అయితే రెండవ ఎలక్ట్రాన్ యొక్క $m_s = -1/2$ అవుతుంది. అనగా ఒకే ఆర్బిటాల్ లో గల రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల స్పిన్‌లు వ్యతిరేక దిశలలో ఉంటాయి.

- ఒక ఆర్బిటాల్ లో గరిష్టంగా ఎన్ని ఎలక్ట్రానులు ఉండవచ్చు?

ఒక ఆర్బిటాల్ లో గరిష్టంగా ఉంచగలిగే ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యను తెలియజేయడానికి పౌలీవర్జన నియమం ఉపయోగపడుతుంది.

ఒక ఆర్బిటాల్‌కి కేవలం రెండు m_s విలువలు మాత్రమే అనుమతించబడతాయి కావున ప్రతి ఆర్బిటాల్‌లో గరిష్టంగా వ్యతిరేక స్పిన్‌లు కలిగిన రెండు ఎలక్ట్రానులు మాత్రమే ఉంటాయి.

కావున హీలియం (He) పరమాణువు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంను ఈ విధంగా సూచించవచ్చు.

↑↓

$1s^2$

ఆఫ్‌భౌ నియమం (Aufbau Principle)

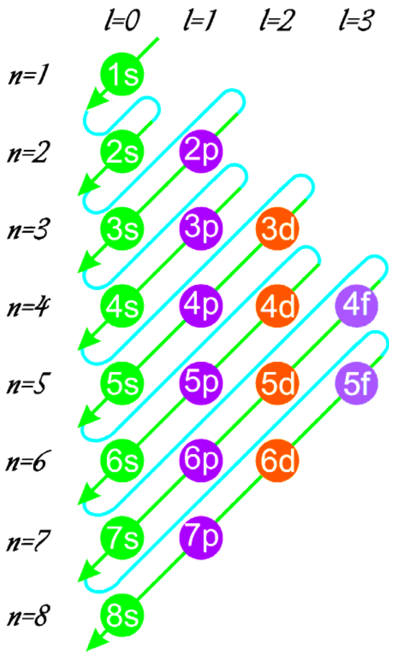
పరమాణు సంఖ్య పెరిగే క్రమంలో ఒక మూలకం నుంచి మరొక మూలకానికి వెళ్తున్నకొలదీ పరమాణు ఆర్బిటాల్ లో ఒక్కో ఎలక్ట్రాన్ కలుస్తూనే ఉంటుంది. ఒక కర్పరంలో ఉండే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యని $2n^2$తో సూచిస్తాం. దీనిలో 'n' ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య.

అలాగే ఒక ఉప కర్పరం (s, p, d or f) లో ఉండే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య $2(2l+1)$ తో సూచిస్తాం. ఇక్కడ $l = 0,1,2,3,.......$ విలువలు కలిగి ఉంటుంది. ఈ సూత్రం ఆధారంగా గరిష్ఠంగా వివిధ ఉపకర్పరాలలో వరుసగా 2,6,10 మరియు 14 ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయని మనకు తెలుస్తుంది.

పరమాణువు భూస్థాయిలో ఉన్నపుడు ఎలక్ట్రానులు అతి తక్కువ శక్తి కలిగిన ఆర్బిటాల్‌లో చేరుతూ, అలా మొత్తం ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య పరమాణు సంఖ్యకి సమానం అయ్యే వరకు నిండేలా దాని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం నిర్మించబడుతుంది. దీనినే ఆఫ్ భౌ నియమం అంటాం. (జర్మనీ భాషలో 'ఆఫ్ బౌ' అంటే ఊర్ధ్వ నిర్మాణం అని అర్థం). ఈ నియమం ప్రకారం పరమాణువులోని ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్‌లు నిండే క్రమం ఆర్బిటాళ్ళ ఆరోహణ శక్తిక్రమంలో ఉంటుంది.

ఈ నియమం ద్వారా ఒక పరమాణువు యొక్క ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని రాయడానికి రెండు సూత్రాలు సహాయపడతాయి.

1. ఎలక్ట్రానులు వివిధ ఆర్బిటాళ్ళలో ఆయా ఆర్బిటాళ్ళు $(n + l)$ విలువలు పెరిగే క్రమంలో నిండుతాయి.
2. ఒకవేళ $(n + l)$ విలువలు సమానంగా ఉన్నట్లయితే n విలువ తక్కువగా గల ఉపకర్పరాన్ని ఎలక్ట్రానులు ముందుగా ఆక్రమిస్తాయి.



పటం-6: $(n + l)$ విలువలు పెరిగే క్రమాన్ని చూపే పటం.

$(n + l)$ విలువలు పెరిగే క్రమాన్ని పటం-6లో చూడవచ్చును.

ఆరోహణ క్రమంలో పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ వివిధ శక్తిస్థాయిలు.

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s …

పరమాణు సంఖ్య విలువ పెరిగే క్రమంలో కొన్ని మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం మరియు ఆర్బిటాల్ చిత్రపటాలు కింద ఇవ్వబడ్డాయి.

H(Z=1)	$1s^1$	↑				
He(Z=2)	$1s^2$	↑↓				
Li(Z=3)	$1s^2 2s^1$	↑↓	↑			
Be(Z=4)	$1s^2 2s^2$	↑↓	↑↓			
B(Z=5)	$1s^2 2s^2 2p^1$	↑↓	↑↓	↑		

- కార్బన్ (Z = 6) లో ఏ p – ఆర్బిటాల్‌లోనికి 6వ ఎలక్ట్రాన్ చేరుతుంది?
- ఎలక్ట్రాన్ p ఆర్బిటాల్ లో గల ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్‌తో జతగూడుతుందా? లేదా ఖాళీగ ఉన్న వేరొక p ఆర్బిటాల్ ని ఆక్రమిస్తుందా?

హుండ్ నియమం (Hund's Rule):

ఈ నియమం ప్రకారం సమాన శక్తి కలిగిన అన్ని ఖాళీ ఆర్బిటాళ్ళు (Degenerate Orbitals) ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్‌చే ఆక్రమించబడిన తర్వాతనే ఎలక్ట్రాన్‌లు జతగూడడం ప్రారంభిస్తాయి.

అంటే 'సమ శక్తి' ఆర్బిటాళ్ళలో రెండు ఎలక్ట్రానులు చేరడానికి మునుపే ప్రతీ దానిలో ఒక్కో ఎలక్ట్రాన్ నిండి ఉండాలి అని చెప్పవచ్చు.

కార్బన్ (C) (Z = 6) పరమాణు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$. ఇందులో మొదటి నాలుగు ఎలక్ట్రానులు 1s మరియు 2s ఆర్బిటాళ్ళ లోకి చేరుతాయి. తరువాతి రెండు ఎలక్ట్రానులు వేరువేరు p ఆర్బిటాళ్ళని ఆక్రమిస్తాయి. ఆ రెండు ఎలక్ట్రానుల స్పిన్ ఒకే విధంగా ఉంటుంది. సౌలభ్యం కోసం ఇలా ↑ పైకే గుర్తిద్దాం.

↑↓		↑↓		↑	↑	

ఇక్కడ 2p ఆర్బిటాళ్ళలో ఉన్న రెండు ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్లని సమాంతర స్పిన్‌లు కలిగి ఉన్నట్లు చూపించటం జరిగింది.

కృత్యం 3

కింద ఇవ్వబడ్డ మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలని పట్టికలో రాయండి.

పట్టిక-4

మూలకం	పరమాణు సంఖ్య (Z)	ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం	మూలకం	పరమాణు సంఖ్య (Z)	ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం
C	6		Si	14	
N	7		P	15	
O	8		S	16	
F	9		Cl	17	
Ne	10		Ar	18	
Na	11		K	19	
Mg	12		Ca	20	
Al	13				

కీలక పదాలు

తరంగం, వర్ణపటం, ఆర్బిటాల్, నియమిత శక్తి, రేఖా వర్ణపటం క్వాంటం సంఖ్యలు, కర్పరం, ఉపకర్పరం, దృగ్విన్యాసం, ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం, పౌలీ వర్జన నియమం, ఊర్ధ్వ నిర్మాణ నియమం, హుండ్ నియమం.

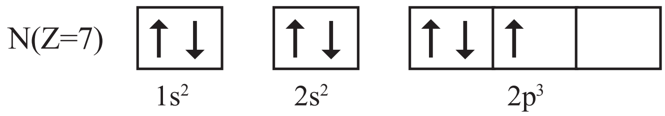
మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- కాంతి తరంగంలా ప్రయాణిస్తుంది. దీనిని తరంగదైర్ఘ్యం (λ), పౌన:పున్యం (υ) మరియు కాంతివేగాలలో వ్యక్తపరుస్తాం. వీటి మధ్య సంబంధం : $c = \upsilon\lambda$.
- అనేక తరంగదైర్ఘ్యాల లేదా పౌన:పున్యాల సముదాయాన్ని వర్ణపటం అంటారు.
- వికిరణ శక్తి నిర్దిష్ట విలువలు కలిగి ఉంటుంది, అతి తక్కువ శక్తి ప్రమాణాన్ని 'క్వాంటం' అంటాం దీనిని $E = h\upsilon$తో సూచిస్తాం.
- శక్తి ఉద్గారం గానీ, శోషణం గానీ వికిరణం రూపంలో వెలువడుతుంది. ఈ వికిరణపు శక్తి కొన్ని నిర్దిష్ట విలువలను కలిగి ఉంటుంది అంటే క్వాంటీకరణం చెంది ఉంటుంది.
- బోర్ పరమాణు నమూనా: ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్ట శక్తి స్థాయిలలో ఉంటాయి. ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని గ్రహించినపుడు ఉత్తేజిత స్థాయికి, అలాగే శక్తిని ఉద్గారం చేసినపుడు తిరిగి భూస్థాయికి చేరుతుంది. అలా గ్రహించబడిన లేదా విడుదలైన వికిరణ శక్తి క్వాంటీకరణం చెందబడి ఉంటుంది.
- నిర్దిష్ట పౌన:పున్యాలు గల కాంతి శక్తి మాత్రమే శోషణం లేదా ఉద్గారం చెందడం వలన పరమాణు రేఖా వర్ణపటం ఏర్పడుతుంది.
- ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానాన్ని మరియు వేగాన్ని ఒకసారి ఖచ్చితంగా కనుక్కోవడం సాధ్యం కాదు.
  పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్ ను కనుగొనే సంభావ్యత ఎక్కువగా ఉన్న ప్రాంతాన్ని ఆర్బిటాల్ అంటాం.
- పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ శక్తి, ఆకృతి మరియు ప్రాదేశిక దృగ్విన్యాసాలని వరుసగా n, l, m_lఅనే మూడు క్వాంటం సంఖ్యలు తెలియజేస్తాయి. స్పిన్ అనేది ఎలక్ట్రాన్ అభిలక్షణం.
- పరమాణువులోని కర్పరాలు, ఉపకర్పరాలు, ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రానుల పంపిణీని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం అంటారు.
- పౌలీ వర్జన నియమం : ఏదైనా ఒక ఆర్బిటాల్ లో వ్యతిరేక స్పిన్‌లు కలిగిన రెండు ఎలక్ట్రానులు మాత్రమే గరిష్టంగా ఉండగలవు. ఆఫ్ బౌ నియమం : ఎలక్ట్రాన్ అతి తక్కువ శక్తి గల ఆర్బిటాల్‌ని ముందుగా ఆక్రమిస్తుంది.
- హుండ్ నియమం : సమశక్తి ఆర్బిటాళ్ళ (degenerated) లో ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్ చేరిన తర్వాతే జతగూడడం జరుగుతుంది.

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

1. పరమాణు ఎలక్ట్రాను విన్యాసం నుండి లభించే సమాచారం ఏమిటి? (AS_1)
2. a. ఒక ప్రధాన శక్తి కర్పరంలో అమర్చగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య ఎంత? (AS_1)
   b. ఒక ఉపకర్పరంలో ఇమడగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానులు ఎన్ని?
   c. ఒక ఆర్బిటాల్ నందు అమర్చగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానులు ఎన్ని?
   d. ఒక ప్రధాన శక్తి స్థాయిలో ఎన్ని ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి?
   e. ఒక ఆర్బిటాల్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌కు ఎన్ని రకాల స్పిన్ దృగ్విన్యాసాలు సాధ్యమగును?
3. ఒక పరమాణువులోని M – కర్పరంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు K మరియు L కర్పరంలోని ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యకు సమానం అయిన ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వండి. (AS_1)
   a. బాహ్య కర్పరం ఏది?
   b. దాని బాహ్యకర్పరంలో ఎన్ని ఎలక్ట్రానులు కలవు?
   c. ఆ పరమాణు సంఖ్య ఎంత?
   d. ఆ మూలకానికి ఎలక్ట్రాను విన్యాసం రాయండి.
4. ఇంద్రధనస్సు, ఒక అవిచ్ఛిన్న వర్ణపటానికి ఉదాహరణ – వివరించండి. (AS_1)
5. భోర్ 3వ కక్ష్యకు సోమర్‌ఫెల్డ్ ఎన్ని దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలను జతచేసినాడు? ఈ దీర్ఘవృత్తాలను జత చేయడానికి గల కారణాలు ఏమిటి? (AS_1)

6. ‘ఆర్బిటాల్’ అనగానేమి? బోర్ యొక్క ‘కక్ష్య’ (orbit) తో పోల్చినపుడు ఇది ఏవిధంగా భిన్నమైంది? (AS_1)
7. ఒక పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానాన్ని అంచనా వేయడానికి మూడు క్వాంటం సంఖ్యల ఏవిధంగా ఉపయోగపడతాయో వివరించండి? (AS_1)
8. $n l^x$ పద్ధతి అంటే ఏమిటి? ఇది ఎలా ఉపయోగపడుతుంది. (AS_1)
9. క్రింది ఆర్బిటాల్ రేఖా చిత్రం నైట్రోజను పరమాణువు యొక్క ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంను సూచిస్తుంది. ఇది ఏ నియమంకు వ్యతిరేకం?ఎందుకు?



10. $1s^0\ 2s^2\ 2p^4$ అనే ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంలో ఏ నియమాన్ని ఉల్లంఘించింది. ఎలా? (AS_1)
11. సోడియం (Na) పరమాణువులో చివరగా చేరే ఎలక్ట్రాన్ యొక్క నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలను రాయండి. (AS_1)
12. క్రోమియం మరియు రాగి ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం రాసేప్పుడు మినహాయింపులు ఎందుకు వున్నాయి? (AS_1)
13. i) ఒక పరమాణువులోని ఒక ఎలక్ట్రానుకు సంబంధించిన నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు క్రింద పట్టికలో ఇవ్వబడినాయి. ఆ ఎలక్ట్రాన్ ఏ ఆర్బిటాల్‌కు చెందినదో తెల్పండి? (AS_2)

n	l	m_l	m_s
2	0	0	+ ½

(ii) $1s^1$ అనే సంక్షిప్త సంకేతంతో చూపబడిన ఎలక్ట్రాను యొక్క నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు వ్రాయండి. (AS_1)
14. K మరియు L ఎలక్ట్రానిక్ కర్పరాలలో అధిక శక్తి స్థాయిలో వున్న కర్పరం ఏది? (AS_2)
15. ప్రాథమిక రంగులైన ఎరుపు, నీలం మరియు ఆకుపచ్చల గురించిన తరంగ దైర్ఘ్యం, వాని పౌనఃపున్యాల సమాచారం సేకరించండి. (AS_4)
16. ఒక రేడియో తరంగం తరంగ దైర్ఘ్యం 1m అయిన దాని పౌనఃపున్యం కనుగొనండి. (AS_7)

ఖాళీలను పూరించండి

1. n = 1 అయిన, దాని కోణీయద్రవ్యవేగ క్వాంటం సంఖ్య (l) =...................
2. ఒక ఉప-కర్పరంను '2p' చే సూచించినచో దాని అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య విలువ ....
3. M – కర్పరంలో గరిష్ఠంగా ఉండే ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య ....
4. 'n' యొక్క, కనిష్ఠ విలువ .... మరియు గరిష్ఠ విలువ ....
5. 'l' యొక్క, కనిష్ఠ విలువ .... మరియు గరిష్ఠ విలువ ....
6. 'm_l' యొక్క, కనిష్ఠ విలువ .... మరియు గరిష్ఠ విలువ ....
7. సవ్యదిశలో స్పిన్ చేస్తున్న ఎలక్ట్రాన్ యొక్క 'm_l' విలువ .... మరియు అపసవ్యదిశలో దాని m_l విలువ ......

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. ఉద్గార వర్ణపటంలో చీకటి ప్రాంతంలో కాంతివంతమైన వర్ణ రేఖలు కనిపిస్తాయి. ఈ కాంతివంత మైన వర్ణ రేఖలు దీనిని సూచిస్తాయి. [ ]
   a) ఉద్గార వికిరణపు పౌనఃపున్యం b) ఉద్గార వికిరణపు తరంగ దైర్ఘ్యం
   c) ఉద్గార వికిరణపు శక్తి d) కాంతివేగం
2. ఒక పరమాణువులోని కర్పరం L నందు ఇమడగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య [ ]
   a) 2 b) 4 c) 8 d) 16
3. ఒక పరమాణువు లో l = 1 అయిన, దాని ఉప కర్పరంలో వుండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య [ ]
   a) 1 b) 2 c) 3 d) 0