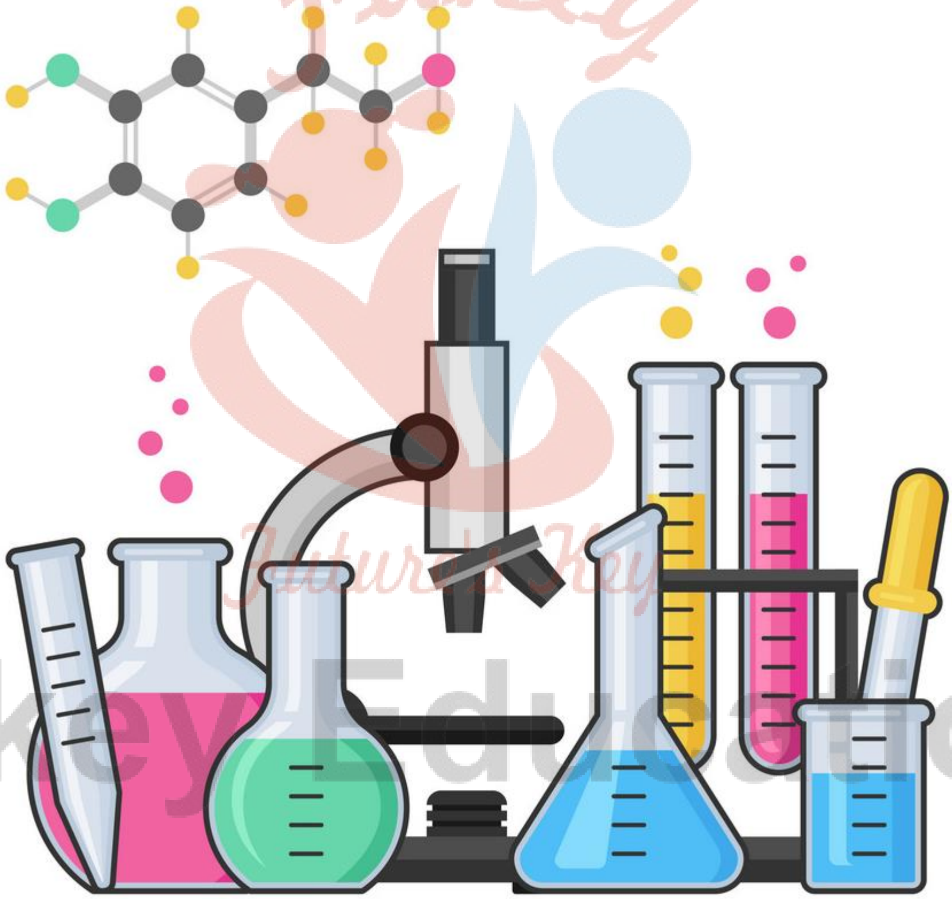
रसायन विज्ञान

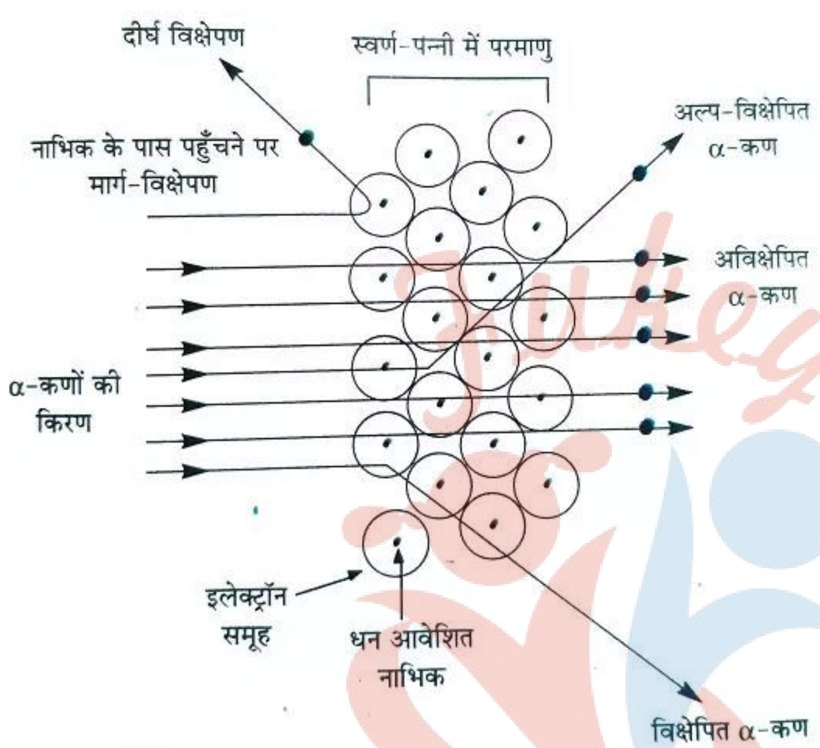
अध्याय-2: परमाणु की संरचना



Fukey Education

रदरफोर्ड का अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग

गीगर एवं मार्सडन (रदरफोर्ड के छात्र) ने सोने की पतली पन्नी पर 4-कणों की बौछार करके इनके प्रकीर्णन को विश्लेषित करके निम्न प्रेक्षण प्राप्त किए



1. अधिकांश -कण पन्नी से सीधे गुजर जाते हैं।
2. कुछ कण अल्प कोण से विचलित होते हैं।
3. बहुत कम कण (1000 में 1) 90° से अधिक कोण से विचलित होते हैं।
4. बहुत ही कम कण सीधे वापस लौट आते हैं अर्थात् 180° के कोण से विचलित होते हैं।

वर्ष 1911 में रदरफोड ने सफलतापूर्वक नाभिकीय मॉडल द्वारा alpha-कणों के प्रकीर्णन की व्यख्या की। लक्ष्य द्वारा theta कोण पर प्रकीर्णित alpha कणों की संख्या

$$N\theta = \frac{Nont(2Ze^2)}{4(4\pi\varepsilon 0)^2 r^2 \, (mv0^2)^2} \times \frac{1}{Sin^4(\theta/2)}$$

जहाँ

Nθ = प्रकीर्णक के एकांक क्षेत्रफल पर टकराने वाले alpha कणों की संख्या

N = प्रति मीटर3 पर लक्ष्य परमाणुओं की संख्या t = लक्ष्य की मोटाई

Z e = लक्ष्य नाभिक का आवेश,

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

2e = alpha -कण पर आवेश,

R = लक्ष्य से पदें की दूरी,

v_0 = निकटतम उपगमन की दूरी पर alpha-कण का वेग।

नाभिक के केन्द्र से वह न्यूनतम दूरी जहाँ तक -कण पहुँचता है निकटतम पहुँच दूरी r0 (उपगमन की दूरी) कहलाती है। इस दूरी पर alpha कण की सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा का स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन हो जाता है

अत :

निकटतम उपगमन की दूरी

$$r_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon 0} \frac{2Ze^2}{E_R}$$

जहाँ E_R, आपतित कण की गतिज ऊर्जा है

रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल

alpha कण के प्रकीर्णन के प्रयोगों के निष्कर्षों के आधार पर रदरफोर्ड ने एक मॉडल दिया, जिसे रदरफोर्ड मॉडल कहते हैं। इस मॉडल के अनुसार,

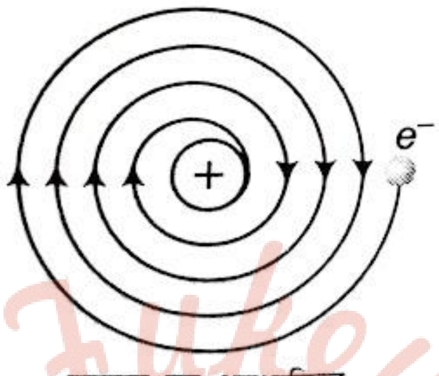
- परमाणु के केन्द्र पर लगभग 10-14 मी का नाभिक होता है जिसमें परमागु का समस्त घनात्मक आवेश तथा द्रव्यमान केन्द्रित होता है। नाभिक पर +Ze आवेश होता है, जहाँ Z अवयव का परमाणु क्रमांक है।
- इलेक्ट्रॉन (ऋणात्मक आवेशित कण) लगभग 10-10 मी त्रिज्या के खोखले गोले के भीतर बँटे रहते हैं।
- इलेक्ट्रानों का कुल ऋणात्मक आवेश नाभिक के धनात्मक आवेश के बराबर होता है।
- इलेक्ट्रॉन, नाभिक के चारों और स्थिर नहीं रहते हैं, अन्यथा नाभिक के धनात्मक आवेश के आकर्पण के कारण इलेक्ट्रॉन नाभिक में गिर जाते तथा परमाणु अस्थायी हो जाता। अत: रदरफोर्ड ने माना कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर वृत्तीय कक्षाओं में घूमते है।

रदरफोर्ड परमाणु मॉडल के दोष

1. परमाणु स्थायित्व यह मॉडल परमाणु के स्थायित्व को नहीं समझा सका, क्योंकि चिरसम्मत विद्युत-चुम्बकत्व के सिद्धान्त के अनुसार एक त्वरित आवेश ऊर्जा उत्सर्जित करता है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

अत : वृत्तीय कक्षाओं में घूम रहे इलेक्ट्रॉन भी ऊर्जा उत्सर्जित करेंगे और इलेक्ट्रॉन धीरे-धीरे अपनी ऊर्जा खो देगा अर्थात् इनके वृत्तीय कक्षा की त्रिज्या कम होती जाएगी और अन्ततः इलेक्ट्रॉन नाभिक में गिर जाएगा



परमाणु का अस्थायित्व

2. इस मॉडल के आधार पर परमाणु का स्पेक्ट्रम सतत् होना चाहिए परन्तु व्यवहारिक रूप से रेखीय स्पेक्ट्रम (असतत्) प्राप्त होता है।
3. यह नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉन वितरण को न समझा सका।

बोहर का परमाणु मॉडल

नील बोहर ने एक परमाणु मॉडल प्रस्तुत किया जो प्लांक तथा आइन्सटीन द्वारा प्रतिपादित विकिरण के क्वाण्टम सिद्धान्त पर आधारित था। उन्होंने रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल में मैक्स प्लांक के सिद्धान्त की अवधारणा का प्रयोग कर रदरफोर्ड मॉडल की कमियों को दूर किया था।

इसके लिये उन्होंने निम्नलिखित परिकल्पनायें प्रस्तुत की

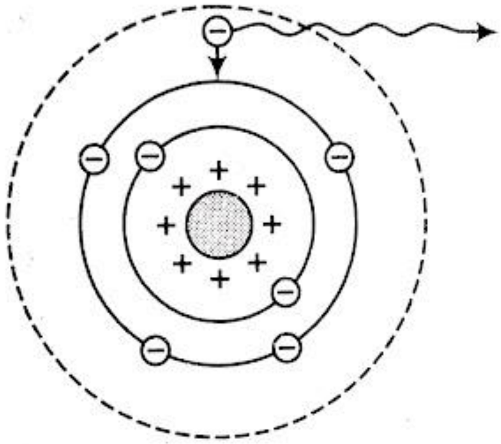
- इलेक्ट्रॉन केवल उन्हीं कक्षाओं में घूम सकते हैं जिनमें उनका कोणीय संवेग h /2pi का पूर्ण गुणज हो, जहाँ h प्लांक का सार्वत्रिक नियतांक है।

$$mvr = \frac{nh}{2}$$

जहाँ n एक पूर्णांक है (n = 1, 2, 3, ...) जिसे कक्षा की 'क्रम संख्या' अथवा' मुख्य क्वाण्टम संख्या' कहते हैं। इस समीकरण को बोहर का क्वाण्टीकरण प्रतिबन्ध कहते हैं।

- स्थायी कक्षाओं में घूमते समय इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन नहीं करते, यद्यपि उनमें अभिकेन्द्र त्वरण होता है। अतः परमाणु का स्थायित्व बना रहता है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com



- जब परमाणु को किसी कारणवश बाहर से ऊर्जा मिलती है तो उसका कोई इलेक्ट्रॉन अपनी निश्चित कक्षा को छोड़कर किसी ऊँची कक्षा में चला जाता है। परमाणु की यह अवस्था 'उत्तेजित अवस्था' कहलाती है

यदि ऊँची कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा E_1, हो तथा नीची कक्षा E_2 हो, तो उत्सर्जित तरंगों की आवृत्ति निम्न समीकरण के अनुसार होती है

$H\nu = E_2 - E_1$

बोहर के मॉडल के अनुसार:- परमाणु में इलेक्ट्रॉन धन आवेशित नाभिक के चारों ओर स्थायी कक्षाओं में चक्कर लगाते हैं । विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा भिन्न-भिन्न होती है। इन कक्षाओं को ही ऊर्जा स्तर कहा जाता है।

बोहर परमाणु मॉडल के दोष

1. यह केवल एकल-इलेक्ट्रॉन परमाणु के लिए सत्य है H, He ', Li + 2, Na + 1 इत्यादि।
2. बोहर के अनुसार कक्षायें वृत्तीय होती हैं जबकि बाद में समरफील्ड ने बताया कि ये दीर्घवृत्तीय हैं।
3. स्पेक्ट्रमी रेखाओं की तीव्रता की व्याख्या नहीं की जा सकी।
4. नाभिक को स्थिर माना गया है जबकि यह अपने अक्ष के परितः घूर्णन करता है।
5. स्पेक्ट्रम में प्राप्त सूक्ष्म संरचनाओं की व्याख्या नहीं की जा सकी।
6. यह जीमेन प्रभाव (चुम्बकीय क्षेत्र में स्पेक्ट्रमी रेखाओं का अलग-अलग होना) एवं स्टार्क प्रभाव (विद्युत क्षेत्र में स्पेक्ट्रमी रेखाओं का अलग-अलग होना) की व्याख्या नहीं कर सका।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

n वें कक्षक की त्रिज्या

$$r = \frac{n^2h^2\varepsilon_0}{\pi m Z e^2} = 0.53\ \frac{n^2}{Z}\ A^\circ$$

n वें कक्षक में इलेक्ट्रॉन की कक्षीय चाल

$$v = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h} = 2.2 \times 10^6 \frac{Z}{n}$$

इलेक्ट्रॉन की कक्षीय आवृत्ति

$$f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{mZ^2e^4}{4\varepsilon 0^2 n^3 h^3}$$

इलेक्ट्रॉन का आवर्तकाल,

$$T = \frac{h^3(4\pi\varepsilon 0)^2}{4\pi^2 m Z^2 e^4} \times n^3$$

या

$$T = (1.52 \times 10^{-16}) \times \frac{n^3}{z^2}$$

इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा,

$$K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{mz^2e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2h^2}$$

इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा,

$$U = -\frac{mZ^2e^4}{4\varepsilon_0^2 n^2h^2}$$

कुल ऊर्जा

(a) $E = K + U = -\frac{mZ^2e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2h^2}$

(b) $E_n = -\frac{Z^2Rhc}{n^2} = -13.6 \frac{z^2}{n}$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

यहाँ रिडबर्ग नियतांक

$$R = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 ch^3}$$

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम

यदि विसर्जन नली में हाइड्रोजन गैस लेकर निम्न दाब के अन्तर्गत उसमें से विद्युत विसर्जन गुजारा जाये तथा उत्सर्जित (लाल रंग) किरण का स्पेक्ट्रोग्राफ की सहायता से विश्लेषण किया जाये तो UV, दृश्य तथा IR क्षेत्रों में तीव्र रेखाओं की श्रेणियों से बना स्पेक्ट्रम पाया जाता है। रेखाओं की यह श्रेणियाँ हाइड्रोजन का रैखिक या परमाणु स्पेक्ट्रम कहलाती हैं। दृश्य क्षेत्र में रेखायें फोटोग्राफिक पर्दे पर प्रत्यक्ष देखी जा सकती हैं।

- हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम रैखिक उत्सर्जन स्पेक्ट्रम और परमाणु उत्सर्जन स्पेक्ट्रम अथवा असतत् स्पेक्ट्रम का उदाहरण है।
- यह प्रकाश विभिन्न विलगित तीव्र रेखाओं का असतत् रेखीय वर्णक्रम दर्शाता है।
- स्पेक्ट्रम की प्रत्येक रेखा निश्चित तरंगदैर्ध्य के प्रकाश के अनुरूप होती है। सम्पूर्ण स्पेक्ट्रम रेखाओं का बना होता है, प्रत्येक श्रेणी को उसके खोजकर्ता के नाम पर नाम दिया गया है।

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम परमाणु स्पेक्ट्रम

बोहर ने हाइड्रोजन के स्पेक्ट्रम का अध्ययन किया। इस स्पेक्ट्रम में काली पृष्ठभूमि पर पृथक् - पृथक् चमकीली रेखायें होती हैं। इन रेखाओं को Halpha, Hbeta, Hgamma, Hdelta, ... कहते हैं। बॉमर ने सन् 1885 में यह ज्ञात किया कि बॉमर श्रेणी की सभी रेखाओं की तरंगदैर्ध्य (λ) =

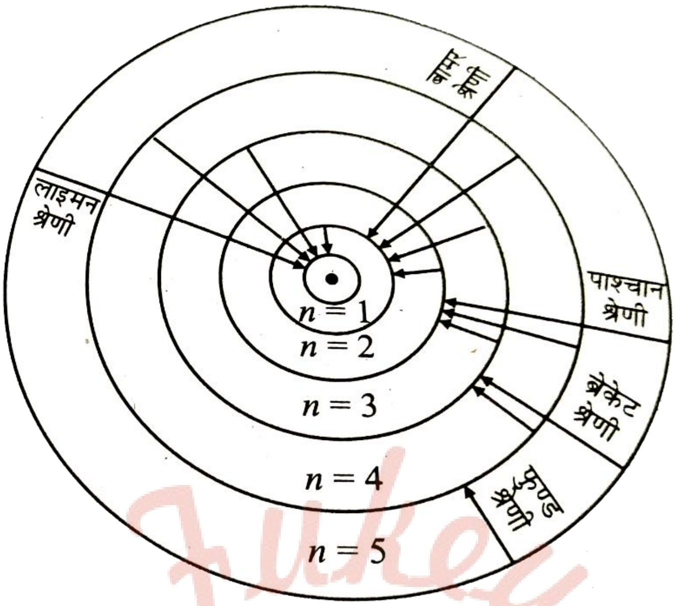
$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n2^2}\right)$$

N_2 = 3, 4, 5 ....

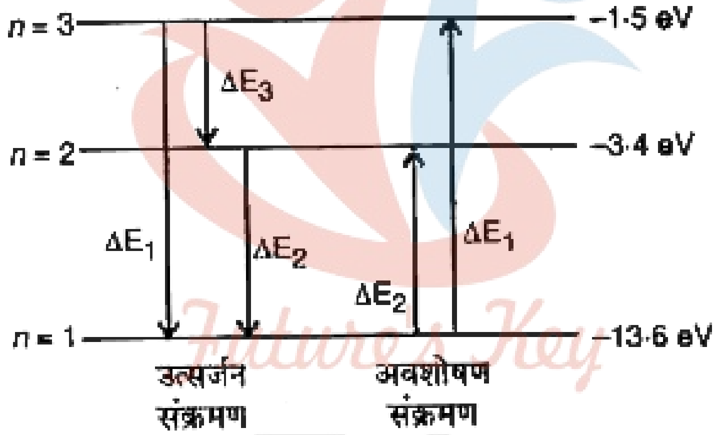
जहाँ R एक नियतांक है जिसे ‘रिडबर्ग का नियतांक‘ कहते हैं तथा इसका मान 1.097 × 107 प्रति मीटर है।

बॉमर श्रेणी की कई रेखायें स्पेक्ट्रम के दृश्य भाग में होती हैं।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com



स्पेक्ट्रम के अदृश्य भाग में भी अन्य श्रेणियाँ प्राप्त की गई हैं जैसे लाइमन श्रेणी पराबैंगनी भाग में तथा पाश्चन, ब्रैकेट व फुण्ड श्रेणियाँ अवरक्त भाग में प्राप्त हुईं।



इन विभिन्न श्रेणियों की रेखाओं की तरंगदैर्ध्य

i. **लाइमन श्रेणी $n_1 = 1$ के लिए (पराबैंगनी क्षेत्र)**

$$\frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n2^2}\right]$$

जहाँ $n_2 = 2, 3, 4, \ldots$

ii. **बॉमर श्रेणी $n_1 = 2$ के लिए (दृश्य क्षेत्र)**

$$\frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n2^2}\right]$$

जहाँ $n_2 = 3, 4, 5, \ldots$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

iii. पाश्चन श्रेणी n_1 = 3 के लिए (अवरक्त क्षेत्र)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n2^2}\right]$$

जहाँ n_2 = 4, 5, 6, ...

iv. ब्रैकेट श्रेणी n_1 = 4 के लिए (अवरक्त क्षेत्र)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n2^2}\right]$$

जहाँ n_2 = 5, 6, 7, ...

v. फुण्ड श्रेणी n_1 = 5 के लिए (सुदूर अवरक्त क्षेत्र)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n2^2}\right]$$

जहाँ n_2 = 6, 7, 8, ...

Fukey Future's Key
Fukey Education

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

NCERT SOLUTIONS

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 68-72)

प्रश्न 1

i. एक ग्राम भार में इलेक्ट्रॉनों की संख्या का परिकलन कीजिए।
ii. एक मोल इलेक्ट्रॉनों के द्रव्यमान और आवेश का परिकलन कीजिए।

उत्तर-

i. एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $= 9.1094 \times 10^{-31}\text{kg} = 9.1094 \times 10^{-28}\text{g}]$

$\therefore$ एक ग्राम भार में इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= \frac{1}{9.1094 \times 10^{-28}} = 1.098 \times 10^{27}$

ii. एक मोल में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 6.022×10^{23}

एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान = 9.1094×10^{-31}kg

एक इलेक्ट्रॉन पर आवेश = 1.6022×10^{-19}C

$\therefore$ एक मोल इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान = $9.1094 \times 10^{-31} \times 6.022 \times 10^{23}$

= 5.48×10^{-7}kg

एक मोल इलेक्ट्रान का आवेश = $1.0622 \times 10^{-19} \times 6.022 \times 10^{23} = 9.65 \times 10^{4}$C

प्रश्न 2

i. मेथेन के एक मोल में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या का परिकलन कीजिए।
ii. 7mg^{14}C में न्यूट्रॉनों की-
   a. कुल संख्या,
   b. कुल द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। (न्यूट्रॉन का द्रव्यमान =1.675×10^{-27}kg मान लीजिए।)
iii. मानक ताप और दाब(STP) पर 34mg NH3 में प्रोटॉनों की-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

a. कुल संख्या,

b. कुल द्रव्यमान बताइए।

दाब और ताप में परिवर्तन से क्या उत्तर परिवर्तित हो जाएगा?

उत्तर-

i. CH^4 के मोलो में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 6 + (1 × 4) = 10

मेथेन के एक मोल में 6.022×10^{23}

अतः मेथेन के एक मोल में उपस्थित कुल इलेक्ट्रॉनों की संख्या, $= 10 \times 6.022 \times 10^{23} = 6.022 \times 10^{24}$

ii.

a.

14_C (14g) के एक मोल में 6.022×10^{23} परमाणु उपस्थित हैं।

∴ 7mg(0.007g)14_C में उपस्थित परमाणुओं की संख्या-

$$= \frac{6.022 \times 10^{23}}{14} \times 0.007 = 3.01 \times 10^{20}$$

14_C के एक परमाणु में 8 न्यूट्रॉन होते हैं।

∴ 7mg 14_C में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 3.01 \times 10^{20} \times 8 = 2.4088 \times 10^{21}$

b.

7mg 14_C में उपस्थित न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान-

$$= 2.4088 \times 10^{21} \times 1.675 \times 10^{-27} = 4.034 \times 10^{-6} \text{kg}$$

iii.

a. NH_3 के एक एक अणु में प्रोटॉनों की संख्या

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

= 7 + (1 × 3) = 10

S.T.P पर एक मोल अमोनिया (17g) में 6.022×10^{23} अणु उपस्थित रहते है।

∴ 34mg (0.034g) अमोनिया में उपस्थित अणुओ की संख्या,

$$= \frac{6.022 \times 10^{23}}{17} \times 0.034 = 1.2044 \times 10^{21}$$

अत: 34mg अमोनिया में प्रोटॉनों की संख्या-

$$= 1.2044 \times 10^{21} \times 10 = 1.2044 \times 10^{22}$$

b. 34mg अमोनिया में प्रोटॉनों का कुल द्रव्यमान-

$$= 1.2044 \times 10^{22} \times 1.67262 \times 10^{-27}$$

$$= 2.0145 \times 10^{-5} \text{kg}$$

(1 प्रोटॉन का द्रव्यमान = 1.67262×10^{-27}kg)

गणना किए गए मानो पर ताप एवं दाब में परिवर्तन का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

प्रश्न 3 निम्नलिखित नाभिकों में उपस्थित न्यूट्रॉनों और प्रोटॉनों की संख्या बताइए-

$^{13}_{06}\text{C}$, $^{16}_{08}\text{O}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$, $^{56}_{26}\text{Fe}$, $^{88}_{38}\text{Sr}$

उत्तर-

स्पीशीज	परमाणु क्रमांक (Z)	द्रव्यमान संख्या (A)	प्रोटॉनों की संख्या (Z)	न्यूट्रॉनों की संख्या (A - Z)
$^{13}_{06}\text{C}$	6	13	6	13 - 6 = 7
$^{16}_{08}\text{O}$	8	16	8	16 - 8 = 8
$^{24}_{12}\text{Mg}$	12	24	12	24 - 12 = 12
$^{56}_{26}\text{Fe}$	26	56	26	56 - 26 = 30
$^{88}_{38}\text{Sr}$	38	88	38	88 - 38 = 50

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 4 नीचे दिए गए परमाणु द्रव्यमान (A) और परमाणु संख्या (Z) वाले परमाणुओं का पूर्ण प्रतीक लिखिए-

i. Z = 17, A = 35.
ii. Z = 92, A = 233.
iii. Z = 4, A = 9.

उत्तर-

i. $^{35}_{17}Cl$
ii. $^{233}_{92}U$
iii. $^{9}_{4}Be$

प्रश्न 5 सोडियम लैम्प द्वारा उत्सर्जित पीले प्रकाश की तरंग-दैर्घ्य (λ)580nm है। इसकी आवृत्ति (v) और तरंग-संख्या $\bar{v}$ की परिकलन कीजिए।

उत्तर-

दिया है-

$$\lambda = 580\text{nm} = 580 \times 10^{-9}\text{m}, \ c = 3.0 \times 10^{8}\text{ms}^{-1}$$

आवृति, $(v) = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.0\times10^{8}}{580\times10^{-9}} = 5.17 \times 10^{14}\text{s}^{-1}$

तरंग संख्या, $(\bar{v}) = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{580\times10^{-9}} = 1.72 \times 10^{6}\text{m}^{-1}$

प्रश्न 6 ऐसे फोटॉन की ऊर्जा ज्ञात कीजिए-

i. जो 3 × 10^{16}Hz आवृत्ति वाले प्रकाश के संगत हो।
ii.

जिसकी तरंग-दैर्घ्य $0 : 50\text{Å}$ हो।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

i. $E = hv = 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{15} = 1.988 \times 10^{-18} J$

ii.

$$\lambda = 0.50 \mathring{A} = 0.50 \times 10^{-10} m$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{0.50 \times 10^{-10}} = 3.98 \times 10^{-15} J$$

प्रश्न 7 2.0×10^{-10}s काल वाली प्रकाश तरंग की तरंग-दैर्घ्य, आवृत्ति और तरंग-संख्या की गणना कीजिए।

उत्तर-

$$\text{आवृत्ति } (v) = \frac{1}{\text{आवर्तकाल}} = \frac{1}{2.0 \times 10^{-10}} = 5.0 \times 10^{9} s^{-1}$$

$$\text{तरंगदैर्घ्य} - (\lambda) = \frac{c}{v} = \frac{3.0 \times 10^{8}}{5 \times 10^{9}} = 6.0 \times 10^{-2} m$$

$$\text{तरंग} - \text{संख्या} - (\bar{v}) = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{6.0 \times 10^{-2}} = 16.67 m^{-1}$$

प्रश्न 8 ऐसा प्रकाश, जिसकी तरंग-दैर्घ्य 4000pm हो और जो 1J ऊर्जा दे, के फोटॉनों की संख्या बताइए।

उत्तर-

$$\lambda = 4000 pm = 4000 \times 10^{-12} m$$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.0 \times 10^{8}}{4000 \times 10^{-12}} = 7.5 \times 10^{6} s^{-1}$$

एक फोटॉन से सम्बंधित ऊर्जा $= E = hv = 6.626 \times 10^{-34} \times 7.5 \times 10^{16}$

$= 4.97 \times 10^{-17} J \ (\because \ h = 6.626 \times 10^{-34} Js)$

अतः प्रोटॉन्स की वह संख्या जो 1J ऊर्जा उत्पन्न करती है।

$$= \frac{1}{4.97 \times 10^{-17}} = 2.01 \times 10^{16}$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 9 यदि 4 × 10^{-7}m तरंगदैर्घ्य वाला एक फोटॉन 2.13ev कार्यफलन वाली धातु की सतह से टकराता है तो-

i. फोटॉन की ऊर्जा (ev में)
ii. उत्सर्जन की गतिज ऊर्जा और
iii. प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन के वेग का परिकलन कीजिए। (1eV = 1,6020 × 10-19J)

उत्तर- आइन्स्टीन की प्रकाश विद्युतीय समीकरण के अनुसार,

$$hv = W + \frac{1}{2}mv^2$$

इस स्थिति में,

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{4\times10^{-7}} = 7.5 \times 10^{14}s^{-1}$$

$$W = 2.13eV = 2.13 \times 1.6020 \times 10^{-19}J = 3.41 \times 10^{-19}J$$

m = इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $= 9.109 \times 10^{-31}kg$

i. फोटॉन की ऊर्जा $= hv = 6.626 \times 10^{-34} \times 7.5 \times 10^{14} = 4.97 \times 10^{-19}J$

$$= \frac{4.97\times10^{-19}}{1.6020\times10^{-19}} = 3.102eV$$

ii. उत्सर्जन की गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2 = hv - W = 4.97 \times 10^{-19} - 3.41 \times 10^{-19}$

$$= 1.56 \times 10^{-19}J = 0.97eV$$

iii. $\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 1.56 \times 10^{-19}$

$$\therefore v = \left[\frac{2\times1.56\times10^{-19}}{m}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{2\times1.56\times10^{-19}}{9.109\times10^{-31}}\right]^{\frac{1}{2}} = 5.85 \times 10^5ms^{-1}$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 10 सोडियम परमाणु के आयनंन के लिए 242nm तरंगदैर्ध्य की विद्युत-चुम्बकीय विकिरण पर्याप्त होती है। सोडियम की आयनन ऊर्जा $kJmol^{-1}$ में ज्ञात कीजिए।

उत्तर- प्रति परमाणु सोडियम की आयनन ऊर्जा = प्रयुक्त प्रकाश की ऊर्जा-

$$= \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{242\times10^{-9}}$$

$$= 8.214 \times 10^{-19} Jatom^{-1} \quad (\lambda = 242nm = 242 \times 10^{-9} m)$$

$\therefore$ प्रति मोल सोडियम की आयनन ऊर्जा $= 8.214 \times 10^{-19} \times 6.022 \times 10^{23}$

$$= 4.946 \times 10^{5} J\ mol^{-1} = 494.6 kJ\ mol^{-1}$$

प्रश्न 11 25 वॉट का एक बल्ब 0.57μm तरंगदैर्घ्य वाले पीले रंग का एकवर्णी प्रकाश उत्पन्न करता है। प्रति सेकण्ड क्वाण्टा के उत्सर्जन की दर ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

एक फोटॉन की ऊर्जा $= hv = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{0.57\times10^{-6}}$

$$= 3.487 \times 10^{-19} J$$

$$\because\ 25W = 25Js^{-1}$$

$\therefore$ प्रति सेकण्ड उत्सर्जित होने वाले फोटॉन्स की संख्या,

$= \frac{1}{3.487\times10^{-19}} \times 25 = 7.17 \times 10^{19}$ फोटॉन प्रति सेकण्ड

प्रश्न 12

किसी धातु की सतह पर 6800Å तरंगदैर्ध्य वाली विकिरण डालने से शून्य वेग वाले इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। धातु की देहली आवृत्ति (v_0) और कार्यफलन (W_0) ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$hv = W + \frac{1}{2}m$ चूँकि इलेक्ट्रॉन्स शून्य वेग से उत्सर्जित होते हैं, अत: $v = 0$

इसलिए, $hv = W_0$

$W_0 = hv = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 108}{6800 \times 10^{-10}}$

$= 2.923 \times 10^{-19} J$

यदि v_0 देहली आवृत्ति है, तो $W = hv_0$

$v_0 = \frac{w}{h} = \frac{2.923 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}}$

$= 14.412 \times 10^{14} s^{-1}$

प्रश्न 13 जब हाइड्रोजन परमाणु के n = 4 ऊर्जा स्तर से n = 2 ऊर्जा स्तर में इलेक्ट्रॉन जाता है, तो किस तरंग-दैर्ध्य का प्रकाश उत्सर्जित होगा?

उत्तर- हाइड्रोजन में n^{th} कोश को दी गयी ऊर्जा-

$E_n = \frac{2.178 \times 10^{-18}}{n^2} Jatom^{-1}$

इस प्रकार, $E_2 = \frac{2.178 \times 10^{-18}}{(2)^2}$

तथा $E_4 = \frac{2.178 \times 10^{-18}}{(4)^2}$

$\therefore \Delta E = E_4 - E_2 = 2.178 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$

$= 4.08 \times 10^{-19} Jatom^{-1}$

$\Delta E = hv = \frac{hc}{\lambda}$

$8 \therefore \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.08 \times 10^{-19}} = 4.87 \times 10^{-7} m$

$= 487 nm$

Fukey Education

प्रश्न 14 यदि इलेक्ट्राॅन n= 5 कक्षक में उपस्थित हो, तो H परमाणु के आयनन के लिए कितनी ऊर्जा की आवश्यकता होगी? अपने उत्तर की तुलना हाइड्रोजन परमाणु के आयनन एन्थैल्पी से कीजिए।

(आयनन एन्थैल्पी n = 1 कक्षक से इलेक्ट्राॅन को निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा होती है।)

उत्तर- प्रस्तुत स्थिति में, आयनन प्रक्रिया में इलेक्ट्रॉन का स्थानांतरण n = 5 कोश से n = ∞ कोश में होगा।

$$E_5 = -\frac{2.178 \times 10^{-18}}{(5)^2} = -8.712 \times 10^{-20} \text{J atom}^{-1}$$

और $E_{\infty} = -\frac{2.178 \times 10^{-18}}{(\infty)^2} = 0 \text{Jatom}^{-1}$

अतः आयनन के लिए आवश्यक ऊर्जा-

$$\therefore \ \Delta E = E_{\infty} - E_5 = 0 - [-8.712 \times 10^{-20}]$$

$$= 8.712 \times 10^{-20} \text{J atom}^{-1}$$

H परमाणु की आयनन एन्थैल्पी $= E_{\infty} - E_1 = \Delta E'$

$$= 0 - \left[-\frac{2.178 \times 10^{-18}}{1^2} \right]$$

$$= 2.1787 \times 10^{-18} \text{J atom}^{-1}$$

$$\therefore \ \frac{\Delta E'}{\Delta E} = \frac{2.178 \times 10^{-18}}{8.712 \times 10^{-20}} = 25$$

अत: आयनन एन्थैल्पी (वह ऊर्जा जो इलेक्ट्रॉन को n = 1 कोश से निकालने के लिए आवश्यक होती है) इलेक्ट्रॉन को n = 5 कक्षक से निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा का 25 गुना है।

प्रश्न 15 जब हाइड्रोजन परमाणु में उत्तेजित इलेक्ट्रॉन = 6 से मूल अवस्था में जाता है तो प्राप्त उत्सर्जित रेखाओं की अधिकतम संख्या क्या होगी?

उत्तर- उत्सर्जित रेखाओं की प्राप्त संख्या 15 होगी। यह निम्न संक्रमणों के कारण प्राप्त होंगी-

$6 \longrightarrow 5$	$5 \longrightarrow 4$	$4 \longrightarrow 3$	$3 \longrightarrow 2$	$2 \longrightarrow 1$
$6 \longrightarrow 4$	$5 \longrightarrow 3$	$4 \longrightarrow 2$	$3 \longrightarrow 1$	(1 रेखा)
$6 \longrightarrow 3$	$5 \longrightarrow 2$	$4 \longrightarrow 1$	(2 रेखाएँ)	
$6 \longrightarrow 2$	$5 \longrightarrow 1$	(3 रेखाएँ)		
$6 \longrightarrow 1$	(4 रेखाएँ)			
(5 रेखाएँ)				

प्रश्न 16

i. हाइड्रोजन के प्रथम कक्षक से सम्बन्धित ऊर्जा -2.18×10^{-18} J $atom^{-1}$ है पाँचवें कक्षक से सम्बन्धित ऊर्जा बताइए।

ii. हाइड्रोजन परमाणु के पाँचवें बोर कक्षक की त्रिज्या की गणना कीजिए।

उत्तर-

i.

$$\because E_n = \frac{2.18\times10^{-18}}{n^2} \text{J atom}^{-1}$$

$$\therefore E_5 = \frac{2.18\times10^{-18}}{(5)^2} = -8.72 \times 10^{-20} \text{J atom}^{-1}$$

ii. हाइड्रोजन परमाणु के लिए-

$$r_n = 0.529 \times n^2 \text{Å}$$

$$r_5 = 0.529 \times (5)^2 = 13.225\text{Å} = 1.3225\text{nm}$$

प्रश्न 17 हाइड्रोजन परमाणु की बामर श्रेणी में अधिकतम तरंग-दैर्घ्य वाले संक्रमण की तरंग-संख्या की गणना कीजिए।

उत्तर- बामर श्रेणी में अधिकतम तरंगदैर्घ्य वाले संक्रमण के लिए-

$n_1 = 2$ और $n_2 = 3$

$\because \bar{v} = R\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$

$\therefore \ \bar{v} = 1.09679 \times 10^7 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \ (\therefore \ R = 1.09679 \times 10^7 m^{-1})$

$= 1.09679 \times 10^7 \times 0.139 = 1.525 \times 10^6 m^{-1}$

प्रश्न 18 हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन को पहली कक्ष से पाँचवीं कक्ष तक ले जाने के लिए आवश्यक ऊर्जा की जूल में गणना कीजिए। जब यह इलेक्ट्रॉन तलस्थ अवस्था में लौटता है तो किस तरंग-दैर्घ्य का प्रकाश उत्सर्जित होगा? (इलेक्ट्रॉन की तलस्थ अवस्था ऊर्जा -2.18 × 10^{-11} ergs है)।

उत्तर-

$$E_n = -\frac{2.178 \times 10^{-18}}{n^2} J \ atom^{-1}$$

$$\therefore \ \triangle E = E_5 - E_1 = 2.178 \times 10^{-18}\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2}\right]$$

$= 2.091 \times 10^{-18} J \ atom^{-1}$

उत्तेजित इलेक्ट्रॉन के तलस्थ अवस्था में लौटने पर समान ऊर्जा मुक्त होती है।

$\triangle E = hv = h. \frac{c}{\lambda}$

$$\therefore \ \lambda = \frac{hc}{\triangle E} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2.091 \times 10^{-18}}$$

$= 9.51 \times 10^{-8} m = 951 \mathring{A}$

Fukey Education

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 19 हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा $E_n = \frac{-2.18\times10^{-18}}{n^2}$ J द्वारा दी जाती है। n = 2 कक्षा से इलेक्ट्रॉन को पूरी तरह निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा की गणना कीजिए। प्रकाश की सबसे लम्बी तरंग-दैर्घ्य (cm में) क्या होगी जिसका प्रयोग इस संक्रमण में किया जा सके?

उत्तर-

$$E_n = -\frac{2.18\times10^{-18}}{n^2} J$$

$$\therefore\ E_2 = -\frac{2.18\times10^{-18}}{(2)^2} \text{ तथा } E = \infty$$

इलेक्ट्रॉन को n = 2 कक्षक से निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा,

$$\triangle E = E_\infty - E_2$$

$$= 0 - \left[-\frac{2.18\times10^{-18}}{4}\right] = 5.45 \times 10^{-19} J$$

$$\therefore\ \triangle E = hv = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\therefore\ \lambda = \frac{hc}{\triangle E} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{5.45\times10^{-19}}$$

$$= 3.647 \times 10^{-7} m = 3.647 \times 10^{-5} cm$$

प्रश्न 20 2.05 × $10^7 ms^{-1}$ वेग से गति कर रहे किसी इलेक्ट्रॉन का तरंग-दैर्घ्य क्या होगी?

उत्तर- डी-ब्रॉग्ली समीकरण के अनुसार-

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626\times10^{-34}}{9.109\times10^{-31}\times2.05\times10^7} = 3.55 \times 10^{-11} m$$

प्रश्न 21 इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान 9.1 × 10^{-31}kg है। यदि इसकी गतिज ऊर्जा 3.0 × 10^{-25}J हो तो इसकी तरंग-दैर्घ्य की गणना कीजिए।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2 = 3.0 \times 10^{-25}J$

$$\therefore \; v = \left(\frac{2\times3.0\times10^{-25}}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{2\times3.0\times10^{-25}}{9.1\times10^{-31}}\right)^{\frac{1}{2}} = 8.12 \times 10^2 ms^{-1}$$

इलेक्ट्रॉन की तरंगदैर्घ्य-

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times8.12\times10^2}$$

$$= 8.967 \times 10^{-7}m$$

$$= 8967Å$$

प्रश्न 22 निम्नलिखित में से कौन सम-आयनी स्पीशीज हैं, अर्थात् किनमें इलेक्ट्रॉनों की समान संख्या है?

Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, S^{2-}, Ar

उत्तर- Na^+ = 11 - 1 = 10, K^+ = 19 - 1 = 18,

Mg^{2+} = 12 - 2 = 10, Ca^{2+} = 20 - 2 = 18

s^{2-} = 16 + 2 = 18, Ar = 18

अतः सम-आयनी स्पीशीज K^+, Ca^{2+}, S^{2-}, Ar हैं (इनमें प्रत्येक में 18 इलेक्ट्रॉन हैं)।

सम-आयनी स्पीशीज Na^+ तथा Mg^{2+} हैं (इसमें प्रत्येक में 10 इलेक्ट्रॉन हैं)।

प्रश्न 23

i. निम्नलिखित आयनो का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए-
   a. H-
   b. Na+
   c. O2-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

d. F^-

ii. उन तत्वों की परमाणु संख्या बताइए जिनके सबसे बाहरी इलेक्ट्रॉनों को निम्नलिखित रूप में दर्शाया जाता है-

a. $3s^1$

b. $2p^3$

c. $3p^5$

iii. निम्नलिखित विन्यासों वाले परमाणुओं के नाम बताइए-

a. [He] $2s^1$

b. [Ne] $3s^2\ 3p^3$

c. [Ar] $4s^2\ 3d^1$

उत्तर-

i.

a. H^- : $1s^2$

b. Na^+ : $1s^2, 2s^2, 2p^6$

c. O^{2-} : $1s^2, 2s^2, 2p^6$

d. F^- : $1s^2, 2s^2, 2p^6$

ii.

a. Z = 11 : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

b. Z = 7 : $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

c. Z = 17 : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

iii.

a. $1s^2\ 2s^1$ इलेक्ट्रॉनिक विन्यास युक्त परमाणु Li (लीथियम) है।

b. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ इलेक्ट्रॉनिक विन्यास युक्त परमाणु P है।

c. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$ इलेक्ट्रॉनिक विन्यास युक्त परमाणु Sc है।

प्रश्न 24 किस निम्नतम n मान द्वारा g कक्षक का अस्तित्व अनुमत होगा?

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

उत्तर- g उपकोश के लिए, 1 = 4

चूँकि 1 का मान 0 तथा (n - 1) के बीच होता है, g कक्षक के अस्तित्व के लिए 2 का निम्नतम मान n = 5 होगा।

प्रश्न 25 एक इलेक्ट्रॉन किसी 3d कक्षक में है। इसके लिए n, l और ml के सम्भव मान दीजिए।

उत्तर- 3d कक्षक के लिए, n = 3, l = 2

l = 2 के लिए, m1 = -2, -1, 0, +1, +2

इस प्रकार, दिये गये इलेक्ट्रॉन के लिए-

n = 3, 1 = 2, m_1 = -2, -1, 0, +1, +2

प्रश्न 26 किसी तत्व के परमाणु में 29 इलेक्ट्रॉन और 35 न्यूट्रॉन हैं-

i. इसमें प्रोटॉनों की संख्या बताइए।
ii. तत्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास बताइए।

उत्तर- एक उदासीन परमाणु के लिए Z = प्रोटॉनों की संख्या = इलेक्ट्रॉनों की संख्या

इसलिए, दिये गये तत्त्व का परमाणु क्रमांक (Z) = 29

इसमें उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या = 29

दिये गये तत्व को इलेक्ट्रॉनिक विन्यास निम्न है-

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$ or $[Ar]3d^{10}\ 4s^1$

प्रश्न 27 H_2^+, H_2 *और* O_2^+ स्पीशीज में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या बताइए।

उत्तर- H_2 में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 1 + 1=2

H_2^+ में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 2 - 1 = 1

O_2^+ में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = (8 + 8) - 1 = 15

प्रश्न 28

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

i. किसी परमाणु कक्षक का n = 3 है। उसके लिए l और $2m_l$ के सम्भव मान क्या होंगे?

ii. 3d कक्षक के इलेक्ट्रॉनों के लिए m_l और l क्वाण्टम संख्याओं के मान बताइए।

iii. निम्नलिखित में से कौन से कक्षक सम्भव हैं-

lp, 2s, 2p और 3f

उत्तर-

i. जब n = 3, l = 0, 1, 2

l = 0 के लिए, ml = 0

l = 1 के लिए, ml = -1, 0, +1

ii. l = 2 कक्षक के लिए, ml = -2, -1, 0, +1, +2

∴ 3d कक्षक के लिए,

n = 3, l = 2, ml = -2, -1, 0, +1, +1

iii. 1p : सम्भव नहीं है क्योंकि n = 1, l = 0 केवल (p के लिए, l = 1)

2s : सम्भव है क्योंकि जब n = 2, l = 0, 1 (s के लिए, l = 0)

2p : सम्भव है क्योंकि जब n = 2, l = 0, 1 (p के लिए, l = 1)

3f : सम्भव नहीं है क्योंकि जब n = 3, l = 0, 1, 2 (f के लिए, l = 3)

प्रश्न 29 s, p, d संकेतन द्वारा निम्नलिखित क्वाण्टम संख्याओं वाले कक्षकों को बताइए-

i. n = 1, l = 0

ii. n = 3, l = 1

iii. n = 4, l = 2

iv. n = 4, l = 3

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

i. as
ii. 3p
iii. 4d
iv. 4f

प्रश्न 30 कारण देते हुए बताइए कि निम्नलिखित क्वाण्टम संख्या के कौन से मान सम्भव नहीं हैं-

(i)	$n = 0,$	$l = 0,$	$m_l = 0,$	$ms = +\frac{1}{2}$
(ii)	$n = 1,$	$l = 0,$	$m_l = 0,$	$ms = -\frac{1}{2}$
(iii)	$n = 1,$	$l = 1,$	$m_l = 0,$	$ms = +\frac{1}{2}$
(iv)	$n = 2,$	$l = 1,$	$m_l = 0,$	$ms = -\frac{1}{2}$
(v)	$n = 3,$	$l = 3,$	$m_l = -3,$	$ms = +\frac{1}{2}$
(vi)	$n = 3,$	$l = 1,$	$m_l = 0,$	$ms = +\frac{1}{2}$

उत्तर-

i. सम्भव नहीं है, क्योंकि n का मान कभी शून्य नहीं होता।
ii. सम्भव है।
iii. सम्भव नहीं है, क्योंकि जब n=1, 1= 0 केवल
iv. सम्भव है।
v. सम्भव नहीं है, क्योंकि जब n= 3, 1= 0, 1, 2
vi. सम्भव है।

प्रश्न 31 किसी परमाणु में निम्नलिखित क्वाण्टम संख्याओं वाले कितने इलेक्ट्रॉन होंगे?

i. $n = 4, ms = -\frac{1}{2}$
ii. n = 3,l = 0

उत्तर- n = 4 कक्षक के लिए, इलेक्ट्रॉनों की सम्पूर्ण संख्या = $2n^2 = 2 \times (4)^2 = 32$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

इनमें से आधे इलेक्ट्रॉनों के लिए $ms = +\frac{1}{2}$ तथा शेष आधे के लिए $ms = -\frac{1}{2}$ होगा।

अत: n = 4 तथा $ms = -\frac{1}{2}$ युक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या 16 होगी।

n = 3 तथा l = 0 युक्त कक्षक के लिए

$m_l = 0$ तथा $m_s = +\frac{1}{2}$ तथा $= -\frac{1}{2}$

इस प्रकार केवल दो इलेक्ट्रॉन होंगे।

प्रश्न 32 यह दर्शाइए कि हाइड्रोजन परमाणु की बोर कक्षा की परिधि उस कक्षा में गतिमान इलेक्ट्रॉन की दे-ब्राग्ली तरंग-दैर्घ्य को पूर्ण गुणक होती है।

उत्तर- बोर के सिद्धांत अनुसार-

$$mvr = n\frac{h}{2\pi} \ldots (i)$$

दे-ब्राग्ली की समीकरण के अनुसार,

$$\lambda = \frac{h}{mv} \ldots (ii)$$

समीकरण (i) और (ii) से,

$$2\pi r = n\frac{hm}{v} = n\lambda$$

$2\pi r$ बोर कक्षक की परिधि को इर्शाता है। इस प्रकार, हाइड्रोजन परमाणु के लिए बोर कक्षक की परिधि दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य की पूर्ण गुणांक होगी।

प्रश्न 33 He^+ स्पेक्ट्रम के n = 4 से n = 2 बामर संक्रमण से प्राप्त तरंग-दैर्घ्य के बराबर वाला संक्रमण हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में क्या होगा?

उत्तर- हाइड्रोजन जैसी स्पीशीज़ के लिए-

$$\bar{v} = RZ^2\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

He^+ स्पेक्ट्रम के लिए, Z = 2

$$\therefore \ \bar{v} = R \times 4 \times \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

He^+ स्पेक्ट्रम में बामर संक्रमण के लिए $n_2 = 4$ तथा $n_1 = 2$

$$\therefore \ \bar{v} = R \times 4 \times \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right]$$

$$= R \times 4 \times \frac{3}{16} = \frac{3}{4}R$$

H स्पेक्ट्रम में सामान तरंगदैर्घ्य के लिए संगत संक्रमण,

$$\bar{v} = R\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right] = \frac{3}{4}R$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{3}{4}$$

यह तभी सम्भव है जब $n_1 = 1$ तथा ny = 2 हो। अत: H स्पेक्ट्रम में समान तरंगदैर्घ्य के लिए संगत संक्रमण n = 2 से n = 1 होगा।

प्रश्न 34 $He^+(g) \rightarrow He^{2+} + (g) + e^-$ प्रक्रिया के लिए आवश्यक ऊर्जा की गणना कीजिए।

हाइड्रोजन परमाणु की तलस्थ अवस्था में आयनन ऊर्जा 2.18×10^{-18}J $atom^{-1}$ है।

उत्तर- हाइड्रोजन जैसी स्पीशीज के लिए n^{th} कक्षक की ऊर्जा निम्न व्यंजक से प्राप्त की जा सकती है-

$$E_n = -\frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \times \frac{2\pi^2 me^4 Z^2}{n^2 h^2} = -\frac{2.18 \times 10^{-18} Z^2}{n^2} \text{J atom}^{-1}$$

He^+ (g) आयन के लिए, $Z = 2$

$$\therefore E_n = -\frac{2.18 \times 10^{-18} \times (2)^2}{n^2} = \frac{8.72 \times 10^{-18}}{n^2} \text{J atom}^{-1}$$

$$\therefore \ E_1 = -\frac{8.72 \times 10^{-18}}{(1)^2} = -8.72 \times 10^{-18} \text{J atom}^{-1}$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$E_\infty = 0$

अतः प्रक्रम $He^+(g) \rightarrow He^{2+} + (g) + e^-$ के लिए आवश्यक ऊर्जा,

$\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - (-8.72 \times 10^{-18}) = 8.72 \times 10^{-18} J\ atom^{-1}$

प्रश्न 35 यदि कार्बन परमाणु का व्यास 0.15nm है तो उन कार्बन परमाणुओं की संख्या की गणना कीजिए जिन्हें 20cm स्केल की लम्बाई में एक-एक करके व्यवस्थित किया जा सकता है।

उत्तर- कार्बन परमाणु का व्यास = 0.15nm = 1.5×10^{-10}m = 1.5×10^{-8}cm

स्केल की लम्बाई जिसमें कार्बन परमाणु व्यवस्थित हैं = 20cm

∴ कार्बन परमाणुओं की संख्या जों स्केल की लम्बाई में एक-एक करके व्यवस्थित होंगे-

$= \frac{20}{1.5 \times 10^{-8}} = 1.33 \times 10^9$

प्रश्न 36 कार्बन के 2×10^8 परमाणु एक कतार में व्यवस्थित हैं। यदि इस व्यवस्था की लम्बाई 2.4cm है तो कार्बन परमाणु के व्यास की गणना कीजिए।

उत्तर- कार्बन के 2×10^8 परमाणु एक कतार में 2.4cm की लम्बाई में व्यवस्थित है। अतः कार्बन परमाणु का व्यास

$= \frac{2.4}{2 \times 10^8} = 1.2 \times 10^{-8} cm$

∴ एक कार्बन परमाणु की त्रिज्या $= \frac{1.2 \times 10^{-8}}{2} = 6.0 \times 10^{-9} cm$

$= 6.0 \times 10^{-11} m = 0.06 nm$

प्रश्न 37 जिंक परमाणु का व्यास $2.6 \mathring{A}$ है-

i. जिंक परमाणु की त्रिज्या pm में तथा
ii. 1.6cm की लम्बाई में कतार में लगातार उपस्थित परमाणुओं की संख्या की गणना कीजिए।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

उत्तर-

i. जिंक परमाणु का व्यास $2.6\text{Å} = 2.6 \times 10^{-10}\text{m} = 260\text{pm}$

$\therefore$ जिंक परमाणु की त्रिज्या $= \frac{260}{2} = 130\text{pm} = 1.3 \times 10^{2}\text{pm}$

ii. दी गई लम्बाई $= 1.6\text{cm} = 1.6 \times 10^{-2}\text{m}$

एक परमाणु का व्यास $= 2.6 \times 10^{-10}\text{m}$

$\therefore$ दी गई लम्बाई में उपस्थित परमाणुओं की संख्या $= \frac{1.6\times10^{-2}}{2.6\times10^{-10}} = 6.154 \times 10^{7}$

प्रश्न 38 किसी कण का स्थिर विद्युत आवेश 2.5×10^{-16}C है। इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना कीजिए।

उत्तर- एक इलेक्ट्रान का स्थिर विद्युत आवेश $= 1.6022 \times 10^{-19}\text{C}$

$\therefore$ दिए गए कण में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= \frac{2.5\times10^{-16}}{1.6022\times10^{-19}} = 1560.35 = 1560$

प्रश्न 39 मिलिकन के प्रयोग में तेल की बूंद पर चमकती x किरणों द्वारा प्राप्त स्थैतिक विद्युत-आवेश प्राप्त किया जाता है। तेल की बूंद पर यदि स्थैतिक विद्युत-आवेश -1.282×10^{-18}c है तो इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना कीजिए।

उत्तर- इलेक्ट्रॉन द्वारा लिया गया आवेश = -1.6022×10^{-19}C

$\therefore$ तेल की बूंद पर उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= \frac{-1.282\times10^{-16}}{-1.6022\times10^{-19}} = 8$

प्रश्न 40 रदरफोर्ड के प्रयोग में सोने, प्लैटिनम आदि भारी परमाणुओं की पतली पत्ती पर α कणों द्वारा बमबारी की जाती है। यदि ऐलुमिनियम आदि जैसे हल्के परमाणु की पतली पन्नी ली जाए तो उपर्युक्त परिणामों में क्या अन्तर होगा?

उत्तर- हल्के परमाणुओं जैसे एलुमिनियम के नाभिक छोटे तथा कम धन आवेश युक्त होते हैं। यदि इनका प्रयोग रदरफोर्ड के प्रयोग में 0 कणों द्वारा बमबारी के लिए किया जाये तो नाभिकों के

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

छोटे होने के कारण अधिकतर कण लक्ष्य परमाणुओं से बिना टकराये ही बाहर निकल जायेंगे। जो कण नाभिक से टकरायेगें वे भी कम नाभिकीय आवेश के कारण अधिक विचलित नहीं होंगे।

प्रश्न 41

$^{79}_{35}\mathrm{Br}$ तथा $^{79}\mathrm{Br}$ प्रतीक मान्य हैं, जबकि $^{35}_{79}\mathrm{Br}$ तथा $^{35}\mathrm{Br}$ मान्य नहीं हैं। संक्षेप में कारण बताइए।

उत्तर- एक तत्त्व के लिए परमाणु संख्या को मान स्थिर होता है, लेकिन द्रव्यमान संख्या का मान तत्त्व के समस्थानिक की प्रकृति पर निर्भर करता है। अतः द्रव्यमान संख्या को प्रतीक के साथ दर्शाना आवश्यक हो जाती है। परम्परा के अनुसार तत्त्व के प्रतीक में द्रव्यमान संख्या को ऊपर बायें तथा परमाणु संख्या को नीचे दायें ओर इस प्रकार लिखा जाता है-

$$^{A}_{Z}\mathrm{X}.$$

प्रश्न 42 एक 81 द्रव्यमान संख्या वाले तत्व में प्रोटॉनों की तुलना में 31.7% न्यूट्रॉन अधिक हैं। इसका परमाणु प्रतीक लिखिए।

उत्तर- दिये गये तत्त्व की द्रव्यमान संख्या = 81

माना कि तत्व में p प्रोटॉन है।

$$\therefore \text{न्यूट्रॉन्स की संख्या } (\mathrm{n}) = \mathrm{p} + \left[\frac{\mathrm{p}\times 31.7}{100}\right] = 1.317\mathrm{p}$$

$$\therefore \mathrm{p} + \mathrm{n} = 81$$

$$\text{अतः } \mathrm{p} + 1.317\mathrm{p} = 81$$

$$\mathrm{p} = \frac{81}{2.317} = 34.96 = 35$$

इस प्रकार, तत्व का परमाणु क्रमांक = p =35, अर्थात तत्व ब्रोमीन है।

अतः परमाणु प्रतिक $^{81}_{35}\mathrm{Br}$ है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 43 37 द्रव्यमान संख्या वाले एक आयन पर ऋणावेश की एक इकाई है। यदि आयन में इलेक्ट्रॉन की तुलना में न्यूट्रॉन 11.1% अधिक है तो आयन का प्रतीक लिखिए।

उत्तर- माना कि आयन में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या x है।

∴ आयन में उपस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या $= x + \left[x \times \frac{11.1}{100}\right] = 1.111x$

चूँकि आयन में एक इकाई ऋणात्मक आवेश है। अतः पितृ परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या।

= x − 1 और पितृ परमाणु में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या = x − 1

∴ प्रोटॉनों की संख्या + न्यूट्रॉनों की संख्या = द्रव्यमान संख्या

(x − 1) + 1.111x = 37

$$\Rightarrow x = \frac{38}{2.111} = 18$$

∴ प्रोटॉनों की संख्या = परमाणु क्रमांक = (x − 1) = 18 − 1 = 17

अतः आयन का प्रतिक $^{37}_{17}Cl^{-}$ है।

प्रश्न 44 56 द्रव्यमान संख्या वाले एक आयन पर धनावेश की 3 इकाई हैं और इसमें इलेक्ट्रॉन की तुलना में 30.4% न्यूट्रॉन अधिक हैं। इस आयन का प्रतीक लिखिए।

उत्तर- माना कि आयन में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या x है।

∴ आयन में उपस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या $= x + \left[x \times \frac{30.4}{100}\right] = 1.304x$

चूँकि आयन में 3 इकाई धनात्मक आवेश है,

अत: पितृ परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = x + 3

और पितृ परमाणु में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या = x + 3

∴ प्रोटॉनों की संख्या + न्यूट्रॉनों की संख्या = द्रव्यमान संख्या

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$\therefore (x+3)+1.304x = 56$

$\Rightarrow\ 2.304x = 53$

$\Rightarrow\ x = \frac{53}{2.304} = 23$

प्रोटॉनों की संख्या = परमाणु क्रमांक $= x+3 = 23+3 = 26$

अतः आयन का प्रतीक $^{56}_{29}Fe^{+3}$ है।

प्रश्न 45 निम्नलिखित विकिरणों के प्रकारों को आवृत्ति के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए-

i. माइक्रोवेव ओवन (oven) से विकिरण
ii. यातायात-संकेत से त्रणमणि (amber) प्रकाश
iii. एफ०एम० रेडियो से प्राप्त विकिरण
iv. बाहरी दिक् से कॉस्मिक किरणें
v. x-किरणें।

उत्तर- FM < माइक्रोवेव < एम्बर प्रकाश < X-किरणें < कॉस्मिक किरणें।

प्रश्न 46 नाइट्रोजन लेजर 337.1nm की तरंगदैर्ध्य पर एक विकिरण उत्पन्न करती है। यदि उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या 5.6×10^{-24} हो तो इस लेजर की क्षमता की गणना कीजिए।

उत्तर- विकिरण की तरंगदैर्ध्य-

$\lambda = 337.1\text{nm} = 337.1 \times 10^{-9}\text{m}$

विकिरण की ऊर्जा, $E = hv = h\frac{c}{\lambda}$

$\Rightarrow E = \frac{(6.626\times10^{-34})\times(3\times10^{8})}{337.1\times10^{-9}} = 5.89 \times 10^{-19}J$

लेजर की क्षमता $= (5.89 \times 10^{-19}) \times (5.6 \times 10^{24})$

$= 32.98 \times 10^{5} Js^{-1} = 32.98 \times 10^{5}$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 47 निऑन गैस को सामान्यत: संकेत बोर्डों में प्रयुक्त किया जाता है। यदि यह 616nm पर प्रबलता से विकिरण-उत्सर्जन करती है तो-

i. उत्सर्जन की आवृत्ति
ii. 30 सेकण्ड में इस विकिरण द्वारा तय की गई दूरी।
iii. क्वाण्टम की ऊर्जा।
iv. उपस्थित क्वाण्टम की संख्या की गणना कीजिए। (यदि यह 2J की ऊर्जा उत्पन्न करती है)।

उत्तर-

i. $\lambda = 616\text{nm} = 616 \times 10^{-9}\text{m}$

आवृति $(v) = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.0 \times 10^{8}}{616 \times 10^{-9}} = 4.87 \times 10^{14}\text{s}^{-1}$

ii. विकिरण का वेग (c) = $3.0 \times 10^{8}\text{ms}^{-1}$

∴ 30 सेकण्ड में तय की गई दुरी = $30 \times 3.0 \times 10^{8} = 9.0 \times 10^{9}\text{m}$

iii. एक क्वाण्टम की ऊर्जा (E) = $hv = (6.626 \times 10^{-34}) \times 4.87 \times 10^{14}$

$= 3.227 \times 10^{-19}\text{J}$

iv.

$$\text{उपस्थित कवान्टम की संख्या} = \frac{\text{कुल उत्पादन ऊर्जा}}{\text{एक कवान्टम की ऊर्जा}}$$

$$= \frac{2}{3.227 \times 10^{-19}} = 6.2 \times 10^{18}$$

प्रश्न 48 खगोलीय प्रेक्षणों में दूरस्थ तारों से मिलने वाले संकेत बहुत कमजोर होते हैं। यदि फोटॉन संसूचक 600nm के विकिरण से कुल 3.15×10^{-18}J प्राप्त करता है तो संसूचक द्वारा प्राप्त फोटॉनों की संख्या की गणना कीजिए।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

एक फोटॉन की ऊर्जा $= hv = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{(6.626\times10^{-34})\times(3.0\times10^{8})}{600\times10^{-9}} = 3.313 \times 10^{-19} J$$

$\therefore$ प्राप्त फोटॉनों की संख्या $= \frac{\text{कुल प्राप्त ऊर्जा}}{\text{एक फोटॉन की ऊर्जा}}$

$$= \frac{3.15\times10^{-18}}{3.13\times10^{-19}} = 9.51 = 10$$

प्रश्न 49 उत्तेजित अवस्थाओं में अणुओं के जीवनकाल का माप प्राय: लगभग नैनो-सेकण्ड परास वाले विकिरण स्रोत का उपयोग करके किया जाता है। यदि विकिरण स्रोत का काल 2ns और स्पन्दित विकिरण स्रोत के दौरान उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या 2.5×10^{-15} है तो स्रोत की ऊर्जा की गणना कीजिए।

उत्तर-

आवृत्ति $(v) = \frac{1}{\text{जीवनकाल}} = \frac{1}{2 \times 10^{-9}} = 5.0 \times 10^{8} s^{-1}$

एक फोटॉन की ऊर्जा $= hv = 6.626 \times 10^{-34} \times 5.0 \times 10^{8}$

$$= 2.5 \times 10^{15} \times 3.313 \times 10^{-25} = 8.282 \times 10^{-10} J$$

$\therefore$ स्रोत की ऊर्जा = उत्सर्जित फोटॉन की संख्या $\times$ एक फोटॉन की ऊर्जा

$$= 2.5 \times 10^{15} \times 3.313 \times 10^{-15}$$

$$= 8.282 \times 10^{-10} J$$

प्रश्न 50 सबसे लम्बी द्विगुणित तरंगदैर्घ्य जिंक अवशोषण संक्रमण 589 और 589.6nm पर देखा जाता है। प्रत्येक संक्रमण की आवृत्ति और दो उत्तेजित अवस्थाओं के बीच ऊर्जा के अन्तर की गणना कीजिए।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रथम संक्रमण के लिए-

$$\lambda_1 = 589\text{nm} = 589 \times 10^{-9}\text{m}$$

$$\therefore \ v_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3.0 \times 10^8}{589 \times 10^{-9}} = 5.093 \times 10^{14}\text{s}^{-1}$$

और $E_1 = hv_1 = (6.626 \times 10^{-34}) \times (5.093 \times 10^{14})$

$$= 3.37462 \times 10^{19}\text{J}$$

दूसरे संक्रमण के लिए- $v_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3.0 \times 10^8}{589.6 \times 10^{-9}} = 5.088 \times 10^{14}\text{s}^{-1}$

$$E_2 = hv_1 = (6.626 \times 10^{-34}) \times (5.088 \times 10^{14})$$

$$= 3.37131 \times 10^{19}\text{J}$$

दोनों उत्तेजित अवस्थाओं के बीच ऊर्जा अंतर $= E_1 - E_2$

$$= (3.37462 \times 10^{-19}) - (3.37131 \times 10^{-19})$$

$$= 3.311 \times 10^{-22}\text{J}$$

प्रश्न 51 सीजियम परमाणु का कार्यफलन 1.9ev है तो-

i. उत्सर्जित विकिरण की देहली तरंग-दैर्घ्य,

ii. देहली आवृत्ति की गणना कीजिए।

यदि सीजियम तत्व को 500nm की तरंगदैर्घ्य के साथ विकीर्णित किया जाए तो निकले हुए फोटो इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा और वेग की गणना कीजिए।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

i. कार्यफलन $(w_0) = hv_0$, जहाँ v_0 देहली आवृति है।

$$\therefore\ v_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{1.9 \times 1.6021 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}} = 4.594 \times 10^{14} s^{-1}\ (\because 1eV = 1.6021 \times 10^{-19} J)$$

ii. देहली तरंगदैर्घ्य $\lambda_0 = \frac{e}{v_0} = \frac{3.0 \times 10^8}{4.594 \times 10^{14}} = 6.53 \times 10^{-7} m = 653 nm$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.0 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} = 6.0 \times 10^{14} s^{-1}$$

$\therefore$ उत्सर्जित होने वाले इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा,

$$= h(v - v_0)$$

$$= 6.626 \times 10^{-34}(6.0 \times 10^{14} - 4.594 \times 10^{14})$$

$$= 9.32 \times 10^{-20} J$$

$\because$ गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2} mv^2$

$\therefore$ उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉन का वेग $v = \left[\frac{2 \times \text{गतिज ऊर्जा}}{m}\right]^{\frac{1}{2}}$

$$= \left[\frac{2 \times 9.32 \times 10^{-20}}{9.11 \times 10^{-31}}\right]^{\frac{1}{2}} = 4.523 \times 10^5 ms^{-1}$$

प्रश्न 52 जब सोडियम धातु को विभिन्न तरंग-दैघर्यो के साथ विकीर्णित किया जाता है, तो निम्नलिखित परिणाम प्राप्त होते है-

λnm	500	450	400
$v \times 10^{-5} (cm\ s^{-1})$	2.55	4.35	5.35

देहली तरंगदैर्घ्य तथा प्लांक स्थिरांक की गणना कीजिए।

उत्तर-

माना की देहली तरंगदैर्घ्य $\lambda_0 nm$ अर्थात $\lambda_0 \times 10^{-9} m$ है।

$$h(v - v_0) = \frac{1}{2} mv^2 \ldots (i)$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

चूँकि $v = \frac{c}{\lambda}$, समी. (i) को निम्न प्रकार लिख सकते है-

$$hc\left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right] = \frac{1}{2}mv^2 \ldots (ii)$$

तीन प्रयोगो के दिए गए परिणामो को समी. (ii) में विस्थापित करने पर,

$$\frac{hc}{10^{-9}}\left[\frac{1}{500} - \frac{1}{\lambda_0}\right] = \frac{1}{2}m(2.55 \times 10^6)^2 \,..(iii)$$

$$\frac{hc}{10^{-9}}\left[\frac{1}{450} - \frac{1}{\lambda_0}\right] = \frac{1}{2}m(4.35 \times 10^6)^2 \,..(iv)$$

$$\frac{hc}{10^{-9}}\left[\frac{1}{400} - \frac{1}{\lambda_0}\right] = \frac{1}{2}m(5.35 \times 10^6)^2 \,..(v)$$

समी (iv) को समी (iii) से भाग देने पर,

$$\frac{\lambda_0 - 450}{450\lambda_0} \times \frac{500\lambda_0}{\lambda_0 - 500} = \left[\frac{4.35}{2.55}\right]^2$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0 - 450}{\lambda_0 - 500} = \left[\frac{4.35}{2.55}\right]^2 \times \frac{450}{500} = 2.619$$

$$\Rightarrow \lambda_0 - 450 = 2.619\lambda_0 - (500 \times 2.619)$$

$$\Rightarrow 1.619\lambda_0 = 1309.5 - 450 = 859.5$$

$$\Rightarrow \lambda_0 = \frac{859.5}{1.619} = 530.88 = 531\text{nm}$$

प्लांक स्थिरांक h का मान λ_0 के मान को तीनो समीकरणों में से किसी एक में प्रतिस्थापित करने पर प्राप्त किया जा सकता है।

प्रश्न 53 प्रकाश-विद्युत प्रभाव प्रयोग में सिल्वर धातु से फोटो इलेक्ट्रॉन का उत्सर्जन 0.35V की वोल्टता द्वारा रोका जा सकता है। जब 256.7nm के विकिरण का उपयोग किया जाता है तो सिल्वर धातु के लिए कार्यफलन की गणना कीजिए।

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

आपतित विकिरण की ऊर्जा $= hv = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{(6.626\times10^{-34})\times(3.0\times10^{8})}{256.7\times10^{-9}}$$

$$= 7.74 \times 10^{-9}J = 4.83eV \therefore leV = 1.6021 \times 10^{-19}J$$

फोटो इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा = उत्सर्जन को रोकने के लिए लगाया गया विभव = 0.35eV

आपतित विकिरण की ऊर्जा = कार्यफलन + फोटो इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

कार्यफलन (W_0) = आपतित विकिरण की ऊर्जा - फोटो इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

= (4.83 – 0.35)eV = 4.48eV

प्रश्न 54 यदि 150pm तरंगदैर्घ्य का फोटॉन एक परमाणु से टकराता है और इसके अन्दर बँधा हुआ इलेक्ट्रॉन $1.5 \times 10^7 ms^{-1}$ वेग से बाहर निकलता है तो उस ऊर्जा की गणना कीजिए जिससे यह नाभिक से बँधा हुआ है।

उत्तर-

आपतित विकिरण की ऊर्जा $hv = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{(6.626\times10^{-34})\times(3.0\times10^{8})}{150\times10^{-12}} \therefore 1pm = 10^{-12}m$$

$$= 1.325 \times 10^{-15}J$$

Fukey Education

उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times (9.11 \times 10^{-31}) \times (1.5 \times 10^{7})^2$$

$$= 1.025 \times 10^{-16}J$$

वह ऊर्जा जिससे इलेक्ट्रॉन नाभिक से बँधा हुआ है-

= आपतित विकिरण की ऊर्जा - उत्सर्जित इलेक्ट्रान की ऊर्जा

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$= (1.325 \times 10^{-15}) - (1.025 \times 10^{-16})$

$= 1.2225 \times 10^{-15}J = 7.63 \times 10^{3}eV$

प्रश्न 55 पाश्चन श्रेणी का उत्सर्जन संक्रमण n कक्ष से आरम्भ होता है। कक्ष n = 3 में समाप्त होता है तथा इसे $v = 3.29 \times 10^{15}(Hz)\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right]$ से दर्शाया जा सकता है। यदि संक्रमण 1285nm पर प्रेक्षित होता है तो n के मान की गणना कीजिए तथा स्पेक्ट्रम का क्षेत्र बताइए।

उत्तर- प्रेक्षित संक्रमण की आवृति-

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.0\times10^{8}}{1285\times10^{-9}} = 2.3346 \times 10^{14}s^{-1}(Hz)$$

$$\therefore\ 2.3346 \times 10^{14} = 3.29 \times 10^{15}\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right]$$

$$\Rightarrow \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right] = \frac{2.3346\times10^{14}}{3.29\times10^{15}}$$

$$= 7.096 \times 10^{-12}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9} - 7.096 \times 10^{-2} = 0.04015$$

$$\Rightarrow n^2 = \frac{1}{0.04015} = 24.9 = 25$$

$$\Rightarrow n = 5$$

1285nm का विकिरण अवरक्त क्षेत्र से सम्बंधित है।

प्रश्न 56 उस उत्सर्जन संक्रमण के तरंग-दैर्घ्य की गणना कीजिए, जो 1.3225nm त्रिज्या वाले कक्ष से आरम्भ और 211.6pm पर समाप्त होता है। इस संक्रमण की श्रेणी का नाम और स्पेक्ट्रम का क्षेत्र भी बताइए।

उत्तर- मानते हुए कि निहित प्रतिदर्श एक H परमाणु है, n^{th} कक्ष की त्रिज्या-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$r_n = 0.529n^2 Å = 52.9n^2 pm$

माना की संक्रमण में निहित कक्षक n_1 एवं n_2 है।

$\therefore r_{n_1} = 1.3225nm = 1322.5pm = 52.9n_1^2$

$\Rightarrow n_1 = \left[\frac{1322.5}{52.9}\right]^{\frac{1}{2}} = 5$

$\Rightarrow r_{n_2} = 211.6pm = 52.9n_2^2$

$\Rightarrow n_2 = \left[\frac{211.6}{52.9}\right]^{\frac{1}{2}} = 2$

अत: n_1 = 5 तथा n_2 = 5 अर्थात संक्रमण पाँचवे कक्षक से दूसरे कक्षक में होता है। यह संक्रमण बामर श्रेणी से सम्बंधित है। इस संक्रमण की तरंग संख्या $\bar{v}$

$$\bar{v} = 1.09679 \times 10^7 \left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{2^2}\right] m^{-1} \quad [\because R = 1.09675 \times 10^7 m^{-1}]$$

$$= 1.09679 \times 10^7 \times \frac{21}{100} m^{-1} = 2.303 \times 10^6 m^{-1}$$

$$\therefore \text{संक्रमण की तरंगदैर्ध्य} = \frac{1}{\bar{v}} = \frac{1}{2.303 \times 10^6} = 4.34 \times 10^{-7} m = 434nm$$

यह रेखा दृश्य क्षेत्र में रहेगी।

प्रश्न 57 दे-ब्रॉग्ली द्वारा प्रतिपादित द्रव्य के दोहरे व्यवहार से इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की खोज हुई, जिसे जैव अणुओं और अन्य प्रकार के पदार्थों की अति आवधित प्रतिबिम्ब के लिए उपयोग में लाया जाता है। इस सूक्ष्मदर्शी में यदि इलेक्ट्रॉन का वेग $1.6 \times 10^6 ms^{-1}$ है। तो इस इलेक्ट्रॉन से सम्बन्धित दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य की गणना कीजिए।

उत्तर- इलेक्ट्रॉन की दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य-

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(9.11 \times 10^{-31}) \times (1.6 \times 10^6)}$$

$$= 4.55 \times 10^{-10} m = 455pm$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 58 इलेक्ट्रॉन विवर्तन के समान न्यूट्रॉन विवर्तन सूक्ष्मदर्शी को अणुओं की संरचना के निर्धारण में प्रयुक्त किया जाता है। यदि यहाँ 800pm की तरंगदैर्घ्य ली जाए तो न्यूट्रॉन से सम्बन्धित अभिलाक्षणिक वेग की गणना कीजिए।

उत्तर- न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 1.675×10^{-27}kg

दे-ब्रॉग्ली समीकरण के अनुसार,

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\Rightarrow \ v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(800 \times 10^{-12})(1.675 \times 10^{-27})}$$

$$= 4.94 \times 10^{2} ms^{-1}$$

प्रश्न 59 यदि बोर के प्रथम कक्ष में इलेक्ट्रॉन का वेग $2.9 \times 106 ms^{-1}$ है तो इससे सम्बन्धित दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिए।

उत्तर-

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(9.11 \times 10^{-31})(2.19 \times 10^{6})}$$

$$= 3.32 \times 10^{-10} m = 332 pm$$

प्रश्न 60 एक प्रोटॉन, जो 1000v के विभवान्तर में गति कर रहा है, से सम्बन्धित वेग $4.37 \times 10^{5} ms^{-1}$ है। यदि 0.1kg द्रव्यमान की हॉकी की गेंद इस वेग से गतिमान है तो इससे सम्बन्धित तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिए।

उत्तर-

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{0.1 \times (4.37 \times 10^{5})} = 1.516 \times 10^{-18} m$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 61 यदि एक इलेक्ट्रॉन की स्थिति ±0.002nm की शुद्धता से मापी जाती है तो इलेक्ट्रॉन के संवेग में अनिश्चितता की गणना कीजिए। यदि इलेक्ट्रॉन का संवेग $\frac{h}{4\pi m} \times 0.05nm$ है तो । क्या इस मान को निकालने में कोई कठिनाई होगी?

उत्तर- प्रश्नानुसार, Ax = 0.002nm = 2 × 10^{-12}m

हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता के सिद्धान्त के अनुसार,

$$\triangle x \triangle p \approx \frac{h}{4\pi}$$

$$\triangle p = \frac{h}{4\pi.\triangle x} = \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times3.14\times2\times10^{-12}}$$

$$= 2.638 \times 10^{-23} kg\ ms^{-1}\ (\because h = 6.626 \times 10^{-34} kgm^2s^{-1}\ or\ Js)$$

इलेक्ट्रॉन का वास्तविक संवेग $= \frac{h}{4\pi\times0.05nm}$

$$= \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times3.14\times5\times10^{-11}}$$

$$= 1.055 \times 10^{-24} kg\ ms^{-1}$$

वास्तविक संवेग को परिभाषित नहीं किया जा सकता है क्योंकि यह संवेग में अनिश्चितता (Ap) से छोटा है।

प्रश्न 62 छः इलेक्ट्रॉनों की क्वाण्टम संख्याएँ नीचे दी गई हैं। इन्हें ऊर्जा के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए। क्या इनमें से किसी की ऊर्जा समान है?

i.	$n = 4$	$l = 2$	$m_l = -2$	$m_s = -\frac{1}{2}$
ii.	$n = 3$	$l = 2$	$m_l = 1$	$m_s = +\frac{1}{2}$
iii.	$n = 4$	$l = 1$	$m_l = 0$	$m_s = +\frac{1}{2}$
iv.	$n = 3$	$l = 2$	$m_l = -2$	$m_s = -\frac{1}{2}$
v.	$n = 3$	$l = 1$	$m_l = -1$	$m_s = +\frac{1}{2}$
vi.	$n = 4$	$l = 1$	$m_l = 0$	$m_s = +\frac{1}{2}$

उत्तर-

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

दिये गये इलेक्ट्रॉन कक्षक 1.4d, 2. 3d, 3.4p, 4. 3d, 5. 3p तथा 6.4p से सम्बन्धित हैं। इनकी ऊर्जा इस क्रम में होगी-

5 < 2 = 4 < 6 = 3 < 1

प्रश्न 63 ब्रोमीन परमाणु में 35 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसके 2p कक्षक में छः इलेक्ट्रॉन, 3p कक्षक में छः इलेक्ट्रॉन तथा 4p कक्षक में पाँच इलेक्ट्रॉन होते हैं। इनमें से कौन-सा इलेक्ट्रॉन न्यूनतम प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करता है?

उत्तर- 4p इलेक्ट्रॉन्स न्यूनतम प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करते हैं, क्योंकि ये नाभिक से सबसे अधिक दूर हैं।

प्रश्न 64 निम्नलिखित में से कौन-सा कक्षक उच्च प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा?

i. 2s और 3s.
ii. 4d और 4f.
iii. 3d और 3p.

उत्तर-

i. 2s कक्षक, 3s कक्षक की तुलना में नाभिक के अधिक निकट होगा। अत: 25 कक्षक उच्च प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा।
ii. d कक्षक, f कक्षकों की तुलना में अधिक भेदक (penetrating) होते हैं। इसलिए 44 कक्षक उच्च प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा।
iii. p कक्षक, 4 कक्षकों की तुलना में अधिक भेदक (penetrating) होते हैं। इसलिए, 3p कक्षक उच्च प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा।

प्रश्न 65 Al तथा Si में 3p कक्षक में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होते हैं। कौन-सा इलेक्ट्रॉन नाभिक से अधिक प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा?

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

उत्तर- सिलिकॉन (+14) में, ऐलुमिनियम (+13) की तुलना में अधिक नाभिकीय आवेश होता है। अत: सिलिकॉन में उपस्थित अयुग्मित 3p इलेक्ट्रॉन अधिक प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेंगे।

प्रश्न 66 इन अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या बताइए।

i. P
ii. Si
iii. Cr
iv. Fe
v. Kr

उत्तर-

i. इन तत्त्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या निम्न है-

P(z = 5) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1x\ 3p^1y\ 3p^1z$.

ii. अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 3

Si(Z = 14) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1x\ 3p^1y$.

iii. अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 2

Cr(Z = 24) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5y\ 4s^1$

iv. अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 6

Fe(Z = 26) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^2$

v. अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 4

Kr(Z = 36) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$.

vi. अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 0

(अक्रिय गैस, कोई अयुग्मित इलेक्ट्रान नहीं है।)

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 67

i. n = 4 से सम्बन्धित कितने उपकोश हैं?

ii. उस उपकोश में कितने इलेक्ट्रॉन उपस्थित होंगे जिसके लिए $m_s = -\frac{1}{2}$ एवं $n = 4$ हैं?

उत्तर-

i. जब n = 4, l = 0, 1, 2, 3 हैं। अत: चार उपकोश होंगे s, p, d तथा f.

ii. कक्षा n = 4 के लिए, उपस्थित कक्षकों की कुल संख्या = $n^2 = (4)^2 = 16$

प्रत्येक कक्षक में एक इलेक्ट्रॉन जिसके लिए $m_s = -\frac{1}{2}$ है, उपस्थित है।

अत: $m_s = -\frac{1}{2}$ युक्त 16 इलेक्ट्रॉन उपस्थित होंगे।

Fukey Education

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com