अध्याय

12

परमाणु

Atoms

प्रश्नावली

प्रश्न 1. प्रत्येक कथन के अन्त में दिए गए संकेतों में से सही विकल्प का चयन कीजिए

(a) थॉमसन मॉडल में परमाणु का साइज, रदरफोर्ड मॉडल में परमाणवीय साइज से ......होता है। (अपेक्षाकृत काफी अधिक, भिन्न नहीं, अपेक्षाकृत काफी कम)

(b) ....में निम्नतम अवस्था में इलेक्ट्रॉन स्थायी साम्य में होते हैं जबकि .... में इलेक्ट्रॉन, सदैव नेट बल अनुभव करते हैं।

(c) .... पर आधारित किसी क्लासिकी परमाणु का नष्ट होना निश्चित है।

(थॉमसन मॉडल, रदरफोर्ड मॉडल)

(d) किसी परमाणु के द्रव्यमान का ....में लगभग सतत वितरण होता है लेकिन .... में अत्यन्त असमान द्रव्यमान वितरण होता है।

(थॉमसन मॉडल, रदरफोर्ड मॉडल)

(e) .... में परमाणु के धनावेशित भाग का द्रव्यमान सर्वाधिक होता है।

(रदरफोर्ड मॉडल, दोनों मॉडलों)

हल

(a) इनमें से कोई नहीं

(b) थॉमसन मॉडल, रदरफोर्ड मॉडल

(c) रदरफोर्ड मॉडल

(d) थॉमसन मॉडल, रदरफोर्ड मॉडल

(e) दोनों मॉडल

प्रश्न 2. मान लीजिए कि स्वर्ण पन्नी के स्थान पर ठोस हाइड्रोजन की पतली शीट का उपयोग करके आपको α-कण प्रकीर्णन प्रयोग दोहराने का अवसर प्राप्त होता है। (हाइड्रोजन 14 K से नीचे ताप पर ठोस हो जाती है।) आप किस परिणाम की अपेक्षा करते हैं?

हल प्रकीर्णन प्रयोग का मूल उद्देश्य पूरा नहीं होता है क्योंकि ठोस H_2, α कण की अपेक्षा अधिक हल्की होती है। प्रत्यास्थ संघट्ट की शर्त के अनुसार, H_2 α कण की तुलना में अधिक गति से गतिमान होता है हम H_2 से नाभिक के आकार का परिकलन नहीं कर सकते हैं।

https://www.evidyarthi.in/

Ques 3

2.3 eV ऊर्जा अन्तर किसी परमाणु में दो ऊर्जा स्तरों को पृथक कर देता है। उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति क्या होगी यदि परमाणु में इलेक्ट्रॉन उच्च स्तर से निम्न स्तर में संक्रमण करता है?

हल ऊर्जा स्तर में अन्तर, $E = 2.3$ eV

$$= 2.3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

प्लांक नियतांक, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J-s

माना ν आवृत्ति है तब $E = h\nu$

अथवा
$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{2.3 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$= 5.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Ques 4

हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था में ऊर्जा –13.6 eV है। इस अवस्था में इलेक्ट्रॉन की गतिज और स्थितिज ऊर्जाएँ क्या होंगी?

हल H_2 परमाणु की मूल अवस्था की ऊर्जा

$$E = -13.6 \text{ eV}$$

हम जानते हैं कि

गतिज ऊर्जा (KE) $= -E = 3.6$ eV

स्थितिज ऊर्जा (PE) $= -2\text{KE} = -2 \times 13.6 = -27.2$ eV

Ques 5

निम्नतम् अवस्था में विद्यमान एक हाइड्रोजन परमाणु फोटॉन को अवशोषित करता है जो इसे $n = 4$ स्तर तक उत्तेजित कर देता है। फोटॉन की तरंगदैर्घ्य तथा आवृत्ति ज्ञात कीजिए।

https://www.evidyarthi.in/

फोटॉन की आवृत्ति तथा तरंगदैर्ध्य ज्ञात करने हेतु ऊर्जा सूत्र $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ eV का प्रयोग करते हैं।

हल मूल अवस्था हेतु $n_1 = 1$ से $n_2 = 4$

फोटॉन द्वारा ग्रहित ऊर्जा $E = E_2 - E_1$

$$= +13.6\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 13.6\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4^2}\right) \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}\left(\frac{15}{16}\right)$$

$$= 20.4 \times 10^{-19}$$

अथवा
$$E = h\nu = 20.4 \times 10^{-19}$$

आवृत्ति, $\nu = \frac{20.4 \times 10^{-19}}{h}$

$$= \frac{20.4 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$= 3.076 \times 10^{15}$$

$$= 3.1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

फोटॉन का तरंगदैर्ध्य $\lambda = \frac{c}{\nu}$

$$= \frac{3 \times 10^8}{3.076 \times 10^{15}}$$

$$= 9.74 \times 10^{-8} \text{ m}$$

अतः आवृत्ति 3.1×10^{15} Hz तथा तरंगदैर्ध्य 9.7×10^{-8} m है।

Ques 6 (a) **बोहर मॉडल का उपयोग करके किसी हाइड्रोजन परमाणु में $n = 1, 2,$ तथा 3 स्तरों पर इलेक्ट्रॉन की चाल परिकलित कीजिए।**

(b) **इनमें से प्रत्येक स्तर के लिए कक्षीय अवधि परिकलित कीजिए।**

हल (a) बोहर के nवें कक्षक में इलेक्ट्रॉन की चाल, $v = \frac{c}{n}\alpha$

जहाँ, $\alpha = \frac{2\pi Ke^2}{ch}$

$$\alpha = 0.0073$$

∴
$$v = \frac{c}{n} \times 0.0073$$

$n = 1$, हेतु
$$v_1 = \frac{c}{1} \times 0.0073 = 3 \times 10^8 \times 0.0073$$

$$= 2.19 \times 10^6 \text{ m/s}$$

https://www.evidyarthi.in/

$n = 2$, हेतु $$v_2 = \frac{c}{2} \times 0.0073 = \frac{3 \times 10^8 \times 0.0073}{2}$$

$$= 1.095 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$n = 3$, हेतु $$v_3 = \frac{c}{3} \times 0.0073 = \frac{3 \times 10^8 \times 0.0073}{3}$$

$$= 7.3 \times 10^5 \text{ m/s}$$

(b) इलेक्ट्रॉन की कक्षा का आवर्तकाल

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

nवी कक्षा की त्रिज्या $$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 Kme^2}$$

$\therefore$ $$r_1 = \frac{(1)^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2}{4 \times 9.87 \times (9 \times 10^9) \times 9 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})}$$

$$= 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$n = 1$, हेतु $$T_1 = \frac{2\pi r_1}{v_1}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 0.53 \times 10^{-10}}{2.19 \times 10^6} = 1.52 \times 10^{-16} \text{ s}$$

$n = 2$, त्रिज्या, $r_n = n^2 r_1$

$\therefore$ $$r_2 = 2^2 . r_1 = 4 \times 0.53 \times 10^{-10}$$

तथा वेग, $v_n = \frac{v_1}{n}$

$\therefore$ $$v_2 = \frac{v_1}{2} = \frac{2.19 \times 10^6}{2}$$

आवर्तकाल, $$T_2 = \frac{2 \times 3.14 \times 4 \times 0.53 \times 10^{-10} \times 2}{2.19 \times 10^6}$$

$$= 1.216 \times 10^{-15} \text{ s}$$

$n = 3$, त्रिज्या $r_3 = 3^2 r_1 = 9r_1 = 9 \times 0.53 \times 10^{-10}$ m

तथा वेग $v_3 = \frac{v_1}{3} = \frac{2.19 \times 10^6}{3}$ m/s

आवर्तकाल, $$T_3 = \frac{2\pi r_3}{v_3} = \frac{2 \times 3.14 \times 9 \times 0.53 \times 10^{-10} \times 3}{2.19 \times 10^6}$$

$$= 4.1 \times 10^{-15} \text{ s}$$

https://www.evidyarthi.in/

Ques 7

हाइड्रोजन परमाणु में अन्तरतम इलेक्ट्रॉन-कक्षा की त्रिज्या 5.3×10^{-11} m है। कक्षा $n = 2$ और $n = 3$ की त्रिज्याएँ क्या हैं?

हल H_2 के अन्त: कोश में इलेक्ट्रॉन की त्रिज्या, $r_1 = 5.3 \times 10^{-11}$ m

हम जानते हैं कि $r_n = n^2 r_1$

$n = 2$, त्रिज्या, $r_2 = 2^2 r_1 = 4 \times 5.3 \times 10^{-11} = 2.12 \times 10^{-10}$ m

$n = 3$, त्रिज्या, $r_3 = 3^2 r_1 = 9 \times 5.3 \times 10^{-11} = 4.77 \times 10^{-10}$ m

Ques 8

कमरे के ताप पर गैसीय हाइड्रोजन पर किसी 12.5 eV की इलेक्ट्रॉन पुंज की बमबारी की गई। किन तरंगदैर्ध्यों की श्रेणी उत्सर्जित होगी?

हल इलेक्ट्रॉन पुंज की ऊर्जा, $E = 12.5 \text{ eV} = 12.5 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J

प्लांक नियतांक, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J-s

प्रकाश का वेग, $c = 3 \times 10^8$ m/s

सम्बन्ध का प्रयोग करने पर, $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{12.5 \times 1.6 \times 10^{-19}}$

$= 0.993 \times 10^{-7} \text{ m} = 993 \times 10^{-10}$ m

$= 993$ Å

अत: लाइमन श्रेणी में तरंग परास 912 Å से 1216 Å है। अत: लाइमन श्रेणी 933 Å की तरंगदैर्ध्य का प्रकाश उत्सर्जित करेगा।

Ques 9

.बोहर मॉडल के अनुसार सूर्य के चारों ओर 1.5×10^{11} m त्रिज्या की कक्षा में, 3×10^4 m/s के कक्षीय वेग से परिक्रमा करती पृथ्वी की अभिताक्षणिक क्वांटम संख्या ज्ञात कीजिए (पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6.0 \times 10^{24}$ kg)।

हल कक्षा की त्रिज्या, $r = 1.5 \times 10^{11}$ m

कक्षीय चाल, $v = 3 \times 10^4$ m/s;

पृथ्वी का द्रव्यमान, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

कोणीय संवेग, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

अथवा $n = \frac{2\pi vrm}{h}$ [जहाँ, n कक्षा की क्वांटम संख्या है]

$= \frac{2 \times 3.14 \times 3 \times 10^4 \times 1.5 \times 10^{11} \times 6 \times 10^{24}}{6.63 \times 10^{-34}}$

$= 2.57 \times 10^{74}$

अथवा $n = 2.6 \times 10^{74}$

अत: क्वांटम संख्या 2.6×10^{74} बहुत अधिक है।

https://www.evidyarthi.in/

अतः इलेक्ट्रॉन $n = 1$ से $n = 3$ में उद्देलित होगा।

$$E_3 = \frac{-13.6}{3^2} = -1.5 \text{ eV}$$

अतः यह लाइमन श्रेणी से सम्बन्धित है।

https://www.evidyarthi.in/