रसायन विज्ञान

Study Material for JEE Main & Advanced preparation

Prepared by Career Point Kota Experts

CAREER POINT

CONTENTS OF THE PACKAGE AT A GLANCE

CHEMISTRY

Class 11

भौतिक रसायन (I)

- परमाणु संरचना
- रसायन के मूलभूत सिद्धान्त
- रेडॉक्स व आयतनमितिय विश्लेषण
- गैसीय अवस्था
- रासायनिक ऊर्जा विज्ञान
- रासायनिक साम्य
- अम्ल क्षार तथा आयनिक साम्य

अकार्बनिक रसायन (I)

- आवर्त सारणी
- रासायनिक बंध
- हाइड्रोजन ,oa mldk ;kSfxd
- s- ब्लॉक तत्व

कार्बनिक रसायन (I)

- वर्गीकरण एवं नामकरण
- समावयवता
- सामान्य कार्बनिक रसायन
- हाइड्रोकार्बन
- ऐरोमेटिक रसायन
- पर्यावरणीय रसायन

Class 12

भौतिक रसायन (II)

- रासायनिक बलगतिकी
- विद्युत रसायन
- ठोस अवस्था
- विलयन
- पृष्ठीय रसायन

कार्बनिक रसायन (II)

[A]

- हैलोजन व्युत्पन्न
- ऐल्कोहॉल, ईथर तथा फिनॉल
- कार्बोनिल यौगिक

[B]

- कार्बोक्सिलिक अम्ल एवं इसके व्युत्पन्न
- नाइट्रोजन यौगिक
- कार्बोहाइड्रेट, अमीनो अम्ल, प्रोटीन एवं बहुलक
- प्रायोगिक कार्बनिक रसायन
- दैनिक जीवन में रसायन

अकार्बनिक रसायन (II)

- p- ब्लॉक तत्व
- लवण विश्लेषण
- संक्रमण तत्व
- धातुकर्म
- उपसहसंयोजी यौगिक

परमाणु संरचना

This chapter covers the following syllabus

- रदरफोर्ड मॉडल
- बोहर मॉडल
- कवांटम संख्यायें
- तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (परमाणु क्रमांक 36 तक)
- आफबाउ सिद्धांत
- पाउली का अपवर्जन सिद्धान्त
- हुण्ड्स का अधिकतम बहुलकता का नियम हाइड्रोजन परमाणु का स्पेक्ट्रम
- डी ब्रॉग्ली सम्बंध
- अनिश्चितता सिद्धान्त
- क्वांटम संख्यायें
- s, p और d कक्षकों की आकृति

Revision Plan

Prepare Your Revision plan today!

Exercise Sheet को हल करने के बाद, नीचे दिये गये निर्देशों के अनुसार कृपया निम्न सारणी भरें।

A. नीचे दिये गये स्तम्भ A में उन प्रश्नों की संख्या (QN) को लिखिये जिन्हें आप स्वयं हल करने में असमर्थ रहें।

B. स्तम्भ **A** में लिखे गये प्रश्नों को फेकल्टी से पूछने के पश्चात् इन प्रश्नों के हिन्ट व हल अच्छी तरह लिखकर ऐसे रखें कि रिवीजन के समय उन प्रश्नों की संख्या को आसानी से देखा जा सकें।

C. स्तम्भ **B** में उन प्रश्नों की संख्या को लिखें जिन्हें आप महत्वपूर्ण प्रश्न या अच्छे प्रश्न मानते है।

EXERCISE	COLUMN A	COLUMN B
	Questions unable to solve in first attempt	Good or Important questions
Level-1		
Level-2		
Level-3		
Level-4		
Level-5		
Level-6		

Revision Strategy :

जब कभी आप इस अध्याय का रिवीजन करना चाहों, तो निम्न स्टेप का अनुसरण करें -

Step-1: थ्योरी नोट्स का रिवीजन करें।

Step-2: स्तम्भ A के प्रश्नों को हल करें।

Step-3: स्तम्भ B के प्रश्नों को हल करें।

Step-4: Other Question Bank, Problem book के प्रश्न हल करें।

परमाणु संरचना

1. प्रस्तावना

(a) 'परमाणु' का शब्दिक अर्थ है 'अविभाज्य'

(b) 'परमाणु' तत्व का वह सूक्ष्मतम कण है जो रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेता है।

2. डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त

द्रव्य के संरक्षण का नियम एवं निश्चित अनुपात का नियम के आधार पर डाल्टन ने परमाणु सिद्धान्त प्रतिपादित किया। इस सिद्धान्त के मुख्य बिन्दु निम्न है : –

(a) प्रत्येक तत्व अनेक सूक्ष्मतम कणों से मिलकर बना होता है, जिन्हे परमाणु कहते है।

(b) एक ही तत्व के परमाणु एक दूसरे के सर्व समान होते है। भिन्न तत्वों के परमाणु एक दूसरे से भिन्न होते है।

(c) एक तत्व के परमाणु का निश्चित द्रव्यमान होता है , लेकिन यह संरचना विहीन होता है।

(d) परमाणु अविभाज्य है अर्थात परमाणु को किसी रीति से अन्य सूक्ष्म कणों में विभाजित नहीं किया जा सकता है।

(e) प्रत्येक तत्व के परमाणु रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेकर अणुओं का निर्माण करते है।

(f) दो या दो से अधिक तत्वों के परमाणुओं के संयोग से यौगिक बनते है। किसी यौगिक में उसके अवयव तत्वों के परमाणुओं की संख्याओं का अनुपात नियत, पूर्णांक संख्या में होता है।

2.1 डाल्टन सिद्धान्त के गुण एवं दोष :

2.1.1 गुण :

(a) डाल्टन का सिद्धान्त द्रव्य के संरक्षण का नियम एवं द्रव्यमान पर आधारित अन्य रासायनिक संयोजन के नियमों की व्याख्या करता है।

(b) तत्वों के परमाणु रासायनिक अभिकिया में भाग लेते है। आज भी सत्य है।

2.1.2 दोष :

(a) तत्वों के परमाणु भारों के बारे में कुछ नहीं कहा गया है।

(b) एक ही तत्व के परमाणु आपस में क्यों अभिकिया करते हैं। इसकी व्याख्या नहीं कर पाया।

(c) यदि विभिन्न समस्थानिकों को उपयोग में लाया जाता है , तो निश्चित अनुपात का नियम लागू नहीं होता है।

3. परमाणु की संरचना को जानने के पूर्व प्रयास

3.1 द्रव्य की विद्युत प्रकृति का साक्ष्य :

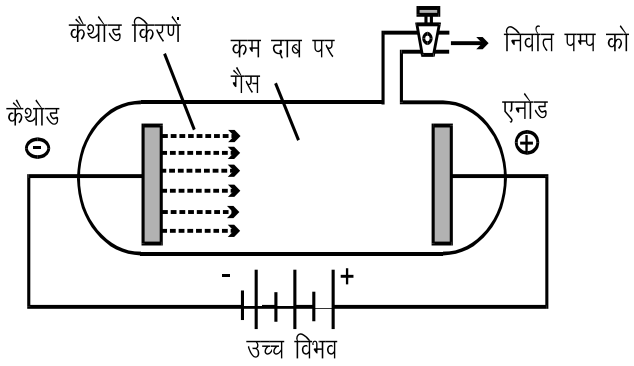
(a) 1833 में माइकल फैराडे ने परमाणु की विद्युत स्वभाव के बारे में प्रथम महत्वपूर्ण सुझाव दिया।

(b) उन्होने देखा कि जब विद्युत अपघट्य (द्रव्य या जलीय अवस्था में) से विद्युत प्रवाहित की जाती है। तो रासायनिक परिवर्तन होते हैं।

(c) इस विधि को विद्युत अपघटन कहा जाता है।

(d) 1874 में स्टोनी ने कहा कि द्रव्य के समान विद्युत छोटी–छोटी विलग इकाइयों से मिलकर बना होता है। इन इकाइयों को स्टोनी ने इलेक्ट्रॉन नाम दिया।

3.2 कैथोड किरणें : इलेक्ट्रॉन की खोज



(a) विसर्जन नलिका में बहुत कम दाब पर गैसों से विद्युत प्रवाहित की गयी, तो इलेक्ट्रॉन की खोज हुई।

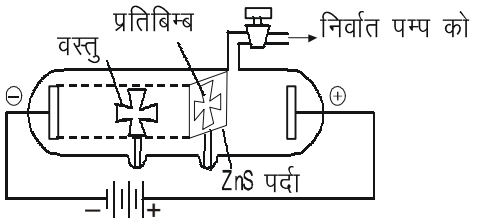
(b) 1859 में जूलियस प्लकर ने विर्सजन नली में बहुत कम दाब (10^{-4} atm.) पर गैसों से विद्युत प्रवाह के अध्ययन को शुरू किया।

(c) जब दोनों इलेक्ट्रोडों के बीच लगभग 10,000 वोल्ट या अधिक वोल्ट का विभान्तर लगाया गया। कुछ अदृश्य किरणें ऋणात्मक इलेक्ट्रोड से धनात्मक इलेक्ट्रोड की ओर जाती है। इन किरणों को कैथोड़ किरणें कहते है।

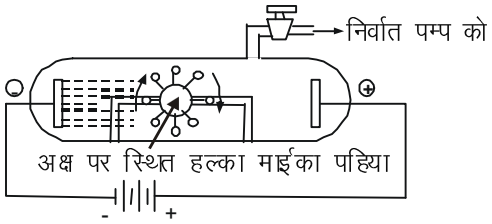
(d) विलियम क्रुक्स, पेरिन, जे जे थॉमसन एंव अन्य वैज्ञानिकों ने कैथोड किरणों के गुणों का अध्ययन किया।

(e) कैथोड किरणों के मुख्य गुण निम्नलिखित है।

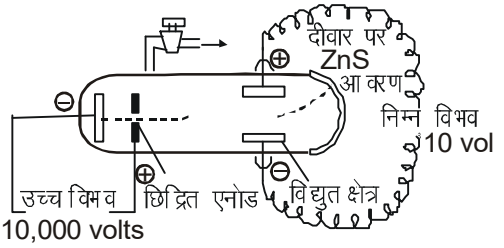
(i) कैथोड किरणें सीधी दिशा में चलती है क्योंकि अपने मार्ग में रखी किसी अपारदर्शी वस्तु की छाया सामने वाली दीवार पर बनाती है।



(ii) कैथोड किरणें यान्त्रिक प्रभाव उत्पन्न करती है। यदि एक छोटे एंव हल्के पहिए को इलेक्ट्रोडों के मध्य रख दिया जाता है। तो वह घूमता है। इससे यह सिद्ध होता है कि कैथोड किरणें सूक्ष्म द्रव्य कणों से मिलकर बनी होती है।



(iii) जब विद्युतीय और चुम्बकीय क्षेत्र कैथोड किरणों पर लगाए जाते हैं तो किरणों का विक्षेपण बताता है कि वह ऋणावेशित कणों से मिलकर बनी होती है।



(iv) जब कैथोड किरणें कठोर धातुओं जैसे टंगस्टन, ताँबा आदि से टकराती है तो X - किरणें उत्पन्न होती है।

(v) जब कैथोड किरणें धातु के पतली पन्नी से टकराती है, तो पन्नी गर्म हो जाती है।

(vi) कैथोड किरणें जब विर्सजन नली की काँच की दीवार से टकराती है तो दीवार पर हरे रंग के प्रकाश की चमक उत्पन्न होती है। जब कैथोड किरणें ZnS पर्दे पर टकराती है तो प्रकाश उत्पन्न होता है।

(vii) कैथोड किरणें एल्युमिनियम एंव अन्य धातुओं की पतली चदरों से पार गुजरती है।

(viii)वे फोटोग्राफिक प्लेटों को प्रभावित करती है।

(f) जे जे थॉमसन ने कैथोड किरणों के कणों पर उपस्थित ऋणावेश एंव उनकी मात्रा का अनुपात (e/m) ज्ञात किया। यह अनुपात विर्सजन नलिका के इलेक्ट्रोडों के प्रदार्थ या नली में उपस्थित गैस की प्रकृति पर निर्भर नहीं करता है, यह नियत रहता है। ($e/m = 1.7588 \times 10^8$ कूलॉम प्रति ग्राम)

(g) मिलिकन ने तेल बूँद विधि के द्वारा इलेक्ट्रॉन का आवेश (e) ज्ञात किया जो कि 1.6022×10^{-19} कूलॉम पाया गया। चूँकि इससे कम ऋण आवेश किसी अन्य पर नहीं पाया गया है। अतः इलेक्ट्रॉन के आवेश को इकाई ऋण आवेश भी कहते है।

अतः इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m)

$$= \frac{e}{e/m} = \frac{1.6022 \times 10^{-19}}{1.7588 \times 10^{8}} = 9.1096 \times 10^{-28} \text{ g}$$

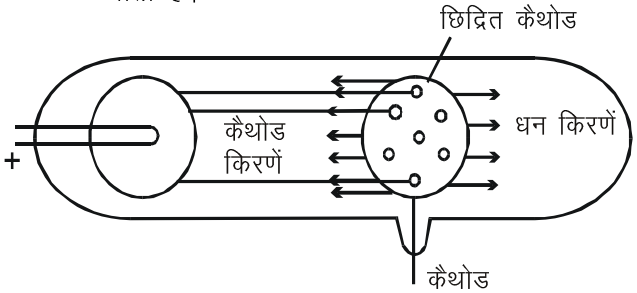
$$= 9.1096 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

3.3 धनात्मक किरणें या एनोड किरणें - प्रोटॉन की खोज

(a) परमाणु में धनात्मक आवेशित कण की उपस्थिति सर्वप्रथम ई. गोल्डस्टीन ने 1886 में दर्शायी।

(b) गोल्डस्टीन ने इस प्रयोग की छिद्राकार कैथोड के साथ पुनरावृत्ति की।

(c) जब इलेक्ट्रोडों के मध्य उच्च विभव लगाया गया तो पाया कि कैथोड से एनोड की तरफ किरणों के प्रवाह के साथ साथ एनोड से कैथोड की तरफ भी गति करते हैं जो कैथोड के छिद्रों के आरपार निकल जाते हैं। जिसे कैनाल किरणें या एनोड किरणें कहा जाता है।



(d) एनोड किरणों के निम्न लक्षण है :–

(i) एनोड किरणें उच्च वेग से सीधी रेखा में गमन करती है तथा अपने पथ में उपस्थित वस्तु की छाया निर्मित होती है।

(ii) चुम्बकीय या विद्युत क्षेत्र द्वारा इनका विक्षेपण कैथोड किरणों से विपरीत होता है, अर्थात ये धनावेशित होती है।

(iii) इन किरणों में गतिज ऊर्जा होती है। तथा ये उष्मीय प्रभाव दर्शाती है।

(iv) इनका e/m अनुपात इलेक्ट्रॉन से कम है।

(v) कैथोड किरणों से विपरीत इनका e/m अनुपात विर्सजन नलिका में भरी गैस की प्रकृति पर निर्भर करता है। अर्थात गैस बदलने पर अनुपात भी बदल जाता है।

(vi) ZnS पर्दे पर टकराने पर प्रकाश की चमक उत्पन्न करती है।

(vii) ये किरणें पतली धात्विक पन्नी को ही पार कर सकती है।

(viii) ये गैसों का आयनीकरण करने में सक्षम है।

(ix) ये भौतिक तथा रासायनिक परिवर्तन उत्पन्न करती है।

(e) जे जे थॉमसन ने 1906 में कणों का e/m अनुपात शुद्धता से निकाला, हाइड्रोजन के लिए e/m अनुपात अधिकतम प्राप्त हुआ, क्योंकि यह सबसे हल्का कण है। इसका मान + 9.579 x 10^4 कूलॉम प्रति ग्राम होता है।

(f) e/m का मान किसी भी धनात्मक कणों में हाइड्रोजन के लिए अधिकतम होता है अतः हाइड्रोजन परमाणु से उत्पन्न धनात्मक कण मूलभूत कण है। इस कण को रदरफोर्ड ने प्रोटॉन नाम 1911 में दिया।

(g) प्रोटॉन पर आवेश का मान +1.602 x 10^{-19} कूलॉम होता है। इसे इकाई आवेश माना जाता है।

(h) प्रोटॉन का द्रव्यमान 1.672 x 10^{-27} kg अथवा 1.0072 amu है।

(i) प्रोटॉन को अधिपरमाणु कण के रूप में परिभाषित किया गया, जिसका द्रव्यमान 1 amu तथा आवेश +1 इकाई है।

3.4. थॉमसन का परमाणु मॉडल :

यह परमाणु में इलेक्ट्रॉन एंव प्रोटॉन की व्यवस्था दर्शाता है। इसके मुख्य बिन्दू निम्न है।

(a) इलेक्ट्रॉन तथा प्रोटॉन की खोज के बाद उनकी परमाणु में व्यवस्था ज्ञात की गयी। उसका प्रथम प्रयास जे जे थॉमसन द्वारा किया गया जिसे थामसन का परमाणु मॉडल कहते है।

(b) इन्होने दर्शाया कि धनावेश पूरे परमाणु गोले में फैला हुआ है। (जिसकी त्रिज्या 10 $^{-8}$ सेमी है) जिसमें इलेक्ट्रॉन बीच बीच में उपस्थित रहकर इसे उदासीन बनाते है।

(c) यह मॉडल रदरफोर्ड के α-कण प्रकीर्णन के प्रायोगिक परिणामों को समझा नहीं सका अतः असफल रहा।

उदाहरण **परमाणु संरचना पर आधारित**

उदा.1 कैथोड किरणों के लिए e/m का मान

(A) विसर्जन नलिका में भरी गैस तथा एनोड की प्रकृति से प्रभावित नहीं होता है।

(B) स्थिर रहता है।

(C) –1.7588 x 10^8 कूलॉम / ग्राम

(D) निम्नतम होता है जबकि विर्सजन नलिका में हाइड्रोजन गैस भरी जाती है।

हल. (A), (B), (C)

उदा. 2 निम्न में किसका e/m अनुपात उच्चतम होता है

(A) He^{2+} (B) H^+
(C) He^{1+} (D) H

हल. (B)

उदा.3 निम्न कणों को e/m अनुपात के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित करो : इलेक्ट्रॉन (e), प्रोटान (p), न्युट्रॉन (n) तथा α -कण (α)

(A) n, p, e, α (B) n, α, p, e
(C) n, p, α, e (D) e, p, n, α

हल. (B)

(B)	इलैक्ट्रॉन	प्रोटोन	न्यूट्रॉन	α -कण
e	1 इकाई	1 इकाई	शून्य	2 इकाई
m	1/1837 इकाई	1 इकाई	1 इकाई	4 इकाई
e/m	1837	1	शून्य	1/2.

उदा. 4 न्यूट्रान का द्रव्यमान, इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान से ..... गुणा होता है।

(A) 1840 (B) 1480
(C) 2000 (D) कोई नहीं

हल. (A) न्यूट्रान का द्रव्यमान = 1.675 x 10^{-27} kg, इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान = 9.108 x 10^{-31} kg.

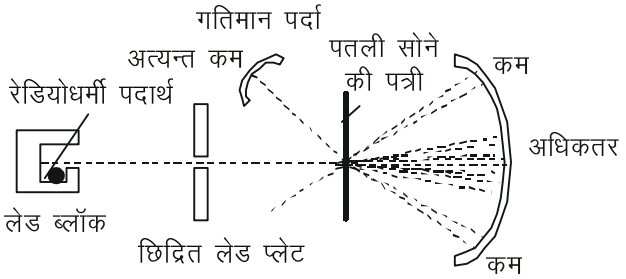
4. रदरफोर्ड का प्रयोग - (नाभिक की खोज)

रदरफोर्ड ने परमाणु पर रेडियम से उत्पन्न अत्यधिक वेग युक्त धनावेशित α-कणों की बौछार की तथा निम्न प्रेक्षण दिए जोकि प्रयोग पर आधारित है।

(a) अधिकतर α - कण (लगभग 99%) बिना विक्षेपित हुए सीधी रेखा में आर–पार निकल जाते हैं।

(b) कुछ α - कण परमाणु के केन्द्र से अत्यधिक नजदीक से गुजरते है तथा छोटे से कोण से विक्षेपित होते हैं।

(c) बहुत ही कम कण उसी पथ से लौट आते हैं (180º)



4.1 मुख्य निष्कर्ष :

(a) अधिकतर α - कण सीधे गुजर जाते है, अर्थात परमाणु का अधिकतम भाग रिक्त हैं।

(b) परमाणु का केन्द्र धनावेशित हैं जिसे नाभिक कहते हैं, जो धनावेशित α -कणों को प्रतिकर्षित करता हैं। जिससे α - कणों की दिशा बदलती हैं।

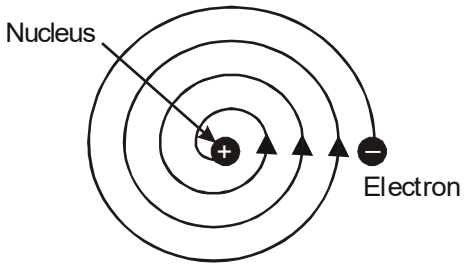
(c) परमाणु का सम्पूर्ण भार नाभिक में निहित है जिसका आकार बहुत ही छोटा 10^{-13} cm हैं। यह दर्शाता है कि नाभिक का आकार पूर्ण परमाणु के आकार से 10^{-5} गुणा छोटा हैं।

(d) परमाणु के पूर्ण आकार और आयतन की तुलना में नाभिक का आकार अत्यन्त छोटा होता हैं।

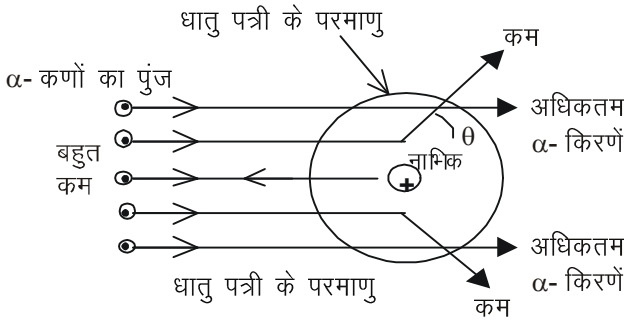
(e) जैसे जैसे परमाणु क्रमांक बढ़ता है विक्षेपण कोण (θ) भी बढ़ता हैं।

4.2 रदरफोर्ड मॉडल की कमियाँ :

(a) क्लार्क मैक्सवेल के विद्युत चुम्बकीय सिद्धांत के अनुसार प्रत्येक आवेशित कण घमूते समय चुम्बकीय विकिरण के कारण अपनी ऊर्जा का ह्रास करता हैं अतः नाभिक के चारों ओर घूमने वाला इलेक्ट्रॉन भी विद्युत चुम्बकीय विकिरण के कारण अपनी ऊर्जा का निरन्तर ह्रास करेगा और उसकी गति निरन्तर कम होती चली जायेगी तथा वह सर्पिलाकार गति करता हुआ नाभिक के निकट आता जायेगा और अन्ततः इस में गिर जाएगा लेकिन यह संभव नही हैं क्योकि परमाणु पर्याप्त स्थाई हैं।



(b) परमाणु रेखीय स्पेक्ट्रम देते है जबकि यदि इलेक्ट्रॉन के परिक्रमण से निरन्तर ऊर्जा का उत्सर्जन होता



है जो रेखीय स्पेक्ट्रम के स्थान पर सतत् निश्चित आकृति का स्पेक्ट्रम प्राप्त होना चाहिए था।

उदाहरण **रदरफोर्ड मॉडल पर आधारित**

उदा.5 रदरफोर्ड का प्रकीर्णन प्रयोग निम्न से सम्बन्धित हैं

(A) नाभिक (B) परमाणु

(C) इलेक्ट्रॉन (D) न्यूट्रॉन

उत्तर. (B)

हल. यह परमाणु की संरचना के निर्धारण से सम्बन्धित हैं।

उदा. 6 जब रजत की पतली पन्नी पर α-कणों की बौछार की जाती है तो अधिकतर कण सीधे आर–पार निकल जाते हैं जबकि कुछ कण विक्षेपित होते है क्योंकि –

(A) α-कणों तथा इलेक्ट्रॉन का आकर्षण पर्याप्त नहीं होता हैं,

(B) नाभिक का आयतन परमाणु के आयतन से अत्यन्त ही निम्न हैं,

(C) उच्च वेग युक्त α-कणों पर प्रतिकर्षण बल बहुत कम होता हैं।

(D) नाभिक में उपस्थित न्यूट्रॉन, α-कणों पर कोई प्रभाव नहीं दर्शाते हैं

उत्तर. (B)

हल. यह इस प्रयोग का तर्क संगत निष्कर्ष हैं।

5. मोजले का प्रयोग तथा परमाणु क्रमांक संकल्पना

(a) रोटंजन द्वारा X-किरणों की खोज के बाद, मोजले ने एल्यूमिनियम से गोल्ड (कनक) तक के 38 तत्वों के X-किरण स्पेक्ट्रा का निरीक्षण किया

(b) उन्होने स्पेक्ट्रम की निश्चित श्रेणियों (K श्रेणी की α-रेखाओं का) की आवृति का आंकलन किया।

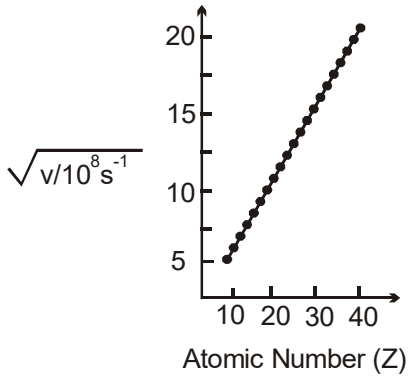
(c) उन्होने पाया कि निश्चित स्पेक्ट्रम रेखा की आवृति तत्व के परमाणु क्रमांक में वृद्धि के साथ बढ़ती हैं।

परन्तु अन्त में पाया कि निश्चित रेखा की आवृति आवर्त सारणी में तत्व के क्रमांक से सम्बन्धित हैं अर्थात X – किरणों की आवृति का वर्गमूल, धातु परमाणु के नाभिकीय आवेश (Z) के समानुपाती होता हैं।

(d) उन्होने (Z) को परमाणु क्रमांक मानकर निम्न सम्बन्ध दिया

$\sqrt{\nu} = a (Z - b)$ जहाँ ν = X-किरण की आवृति Z = परमाणु क्रमांक तथा a व b = स्थिरांक हैं।

यह सम्बन्ध निम्नलिखित ग्रॉफ को प्रदर्शित करता है।



5.1 परमाणु क्रमांक / परमाणु संख्या (Z)

नाभिकीय आवेश की संख्या उस धातु के परमाणु क्रमांक के बराबर होती हैं। विद्युत उदासीन होने के कारण परमाणु में प्रोटॉन की संख्या ऋणावेशित इलेक्ट्रॉनों के समान होती हैं। अर्थात्

परमाणु क्रमांक = परमाणु में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या **या** परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या

5.2 द्रव्यमान संख्या (A) : –

द्रव्यमान सख्या परमाणु में उपस्थित प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन की संख्या का योग हैं जो पूर्णाक होता हैं।

द्रव्यमान सख्या = प्रोटॉन की संख्या (Z) + न्यट्रॉन की संख्या (n)

A = P + n या A = Z + n

जहाँ : -

A = द्रव्यमान संख्या

P = प्रोटॉन की संख्या

n = न्यूट्रॉन की संख्या

Z = परमाणु क्रमांक संख्या

परमाणु भार = परमाणु क्रमांक + न्यूट्रॉन की संख्या

जैसे –	$_8O^{16}$	$_7N^{14}$	$_{11}Na^{23}$
प्रोटॉन	8	7	11
न्यूटॉन	8	7	12
परमाणु भार	16	14	23

जबकि न्यूट्रॉन तथा प्रोटॉन का भार एक पूर्णाक संख्या नहीं हैं अतः परमाणु भार भी पूर्णाक नहीं होता हैं।

उदाहरणार्थ : ऑक्सीजन समस्थानिक की द्रव्यमान संख्या 17 व 18 है जबकि इनका परमाणु भार क्रमश 17.00045 तथा 18.0037 हैं।

6. न्यूट्रॉन

(a) यह रदरफोर्ड द्वारा परमाणु संरचना की व्याख्या के 20 वर्ष बाद खोज की गयी।

(b) यह पाया गया कि हाइड्रोजन को छोडकर सभी परमाणुओं में परमाणु भार परमाणु क्रमांक से अधिक होता है। 1920 में रदरफोर्ड ने सुझाव दिया कि परमाणु में कम से कम एक तीसरे प्रकार का मूलभूत कण होना चाहिए।

(c) यह विद्युत उदासीन होना चाहिए और इसका भार लगभग प्रोटॉन के बराबर होता है। उन्होने इसका नाम प्रोटॉन प्रतिपादित किया।

(d) जैम्स चैडविक (1932), ने बेरिलियम पर α – कणों की बौछार द्वारा विद्युत तथा चुम्बकीय उदासीन विकिरण प्राप्त किये।

(e) नाभिकीय अभिक्रिया निम्न प्रकार सम्पन्न होती हैं।

$$^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

(f) न्यूट्रॉन अधिपरमाण्विक कण है जिसका द्रव्यमान 1.675×10^{-24} ग्राम या लगभग 1 amu अर्थात लगभग प्रोटॉन के द्रव्यमान के बराबर तथा इस पर कोई आवेश नहीं होता हैं।

7. अन्य मूलभूत कण

प्रोटानों, न्यूट्रानों एवं इलेक्ट्रॉन के अलावा अन्य मूलभूत कणों की खोज की गयी, कुछ इनमें स्थायी है (इलेक्ट्रॉन, एण्टीप्रोटान, पॉजिट्रान, न्यूट्रिनों, फोटोन, ग्रेविटॉन) जबकि अन्य अस्थायी कण है। (न्यूट्रॉन, मिसान) कणों के मुख्य लक्षण निम्न है।

उदाहरण मोजले के प्रयोग एवं अन्य मूलभूत कणों पर आधारित

उदा.7 एण्टि कैथोड के रूप में प्रयुक्त एक तत्व 2500 sec^{-1} आवृति की X – विकिरण उत्पन्न करता हैं, तो प्रयुक्त तत्व का परमाणु क्रमांक है (यदि a = b = 1)–

(A) 51 (B) 49
(C) 56 (D) 72

उत्तर. (A)

हल. $Z = \sqrt{v} + 1$ (ν = आवृति)

So $Z = \sqrt{2500} + 1 = 51$

उदा.8 जब बेरिलियम पर α – कणों की बौछार की जाती है तो उच्च भेदन क्षमता की विकिरण उत्पन्न होती हैं जो विद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा भी विक्षेपीत नहीं होती, ये हैं –

(A) प्रोटॉन (B) α-विकिरण

(C) न्यूट्रॉन (D) X-विकिरण

उत्तर (C)

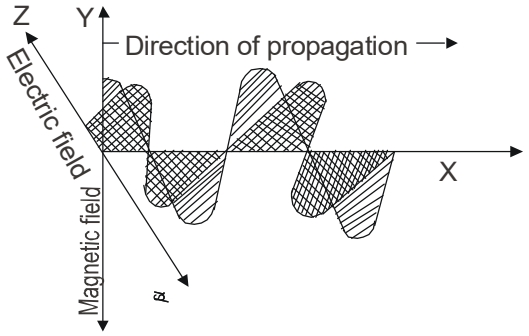
हल. न्यूट्रॉन

8. विद्युतचुम्बकीय विकिरण

प्रकाश तथा अन्य प्रकार की ऊर्जा विकिरणें तरंगो के रूप में बिना किसी माध्यम के गति कर सकती है। ये विकिरण आवेशित कण के चुम्बकीय क्षेत्र में गतिशील होने या चुम्बक के विद्युत क्षेत्र में गतिशील होने पर उत्पन्न होती हैं।

जैसे α – विकिरण γ – विकिरण, कॉस्मिक किरणें, साधारण प्रकाश किरणें आदि।

8.1 विद्युत चुम्बकीय विकिरण के लक्षण :

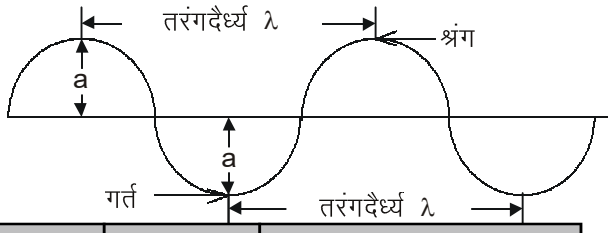


(a) सभी विद्युत चुम्बकीय विकिरण एक ही समान वेग प्रकाश वेग से गति करती हैं।

(b) इनकों स्थानान्तरण के लिये माध्यम की आवश्यकता नहीं होती।

(c) ये विद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्रों की बनी होती है। जो एक दूसरे से समकोण पर तथा गति की दिशा के भी दोनों क्षेत्र समकोण होते हैं।

8.2 विद्युत चुम्बकीय विकिरण की विशेषताएँ



कण	चिन्ह	प्रकृति	आवेश (in esu) x 10^{-10}	द्रव्यमान (in amu)	आविष्कारक
पॉजिट्रॉन	e^+, $1e^0$, β^+	+	+ 4.8029	0.0005486	एन्डरसन (1932)
न्यूट्रिनों	υ	–	0	< 0.00002	पॉली
एण्टीप्रोटोन	p^-	–	4.8029	1.00787	चैम्बरलिन सुगरी और व्हेलैड (1955)
फोटोन	$h\upsilon$	0	0	0	प्लेन्क
ग्रेविटॉन	G	0	0	0	
धनावेशित म्यू मिसॉन	μ^+	+	+ 4.8029	0.1152	युकावा (1935)
ऋणावेश म्यू मिसॉन	μ^-	–	– 4.8029	0.1152	युकावा (1935)
धनावेश पाई मिसॉन	π^+	+	+ 4.8029	0.1514	पावेल (1947)
ऋणावेश पाई मिसॉन	π^-	–	+ 4.8029	0.1514	
उदासीन पाई मिसॉन	π^0	0	0	0.1454	

1 amu = 1.66×110^{-27} Kg 1 कूलॉम = 3×10^9 esu

(a) **आवृति (ν) :** – एक सैकण्ड में निश्चित स्थान से गुजरने वाली तरंगो की संख्या को आवृति कहते हैं जिसे कम्पन्न प्रति सैकण्ड (Cycle per second - cps) या हर्टज में व्यक्त किया जाता हैं।

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

नोट *:* – तरंग श्रृंगों व गर्तो से बनी होती है। दो क्रमागत श्रृंगों (crusts) या गर्तो (troughs) से एक तरंग बनती हैं।

(b) **तरंग दैर्ध्य (Wave lengh – λ) :** – दो क्रमागत श्रृंगो तथा गर्तो के मध्य की दूरी को तरंग दैर्ध्य कहते हैं। जैसा कि चित्र में दर्शाया गया हैं। इसे लेम्डा (λ) द्वारा प्रदर्शित किया जाता हैं। मात्रक एन्गस्ट्राग (Å) या नैनोमीटर (nm) हैं।

1 Å = 10^{-10} m या 10^{-8} cm

1 nm = 10^{-9} m या 10^{-7} cm

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

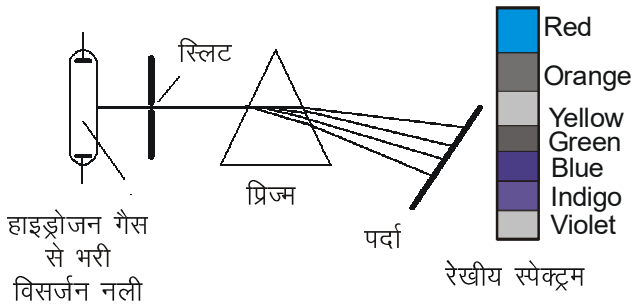
(c) **तरंग संख्या (Wave No. – $\bar{\nu}$) :** – एक सेमी. में उपस्थित तरंगो की संख्या को तरंग संख्या कहते हैं यह तरंग दैर्ध्य का व्युत्क्रम होती हैं। मात्रक cm^{-1} है।

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} \qquad \nu = \frac{c}{\lambda} = c\bar{\nu}$$

(d) **आयाम (Amplitude – a) :** – तरंग की औसत बिन्दु से गर्त की अधिकतम गहराई या श्रृंग की अधिकतम ऊँचाई को आयाम कहते हैं।

(e) **तरंग वेग (Velocity – v) :** – प्रति सैकण्ड तरंग द्वारा तय की गई दूरी को तरंग वेग कहते हैं। इसे m/s मात्रक द्वारा दर्शाया जाता हैं। प्रकाश के वेग को 'c' द्वारा दर्शाते हैं।

9. सौर स्पेक्ट्रम ::



(a) जब प्रकाश को प्रिज्म से गुजारा जाता है तो वह तरंग दैर्ध्य के आधार पर प्रकीर्णित (Split) हो जाता हैं। प्रकाश के विभिन्न रंगो के बैण्ड को उत्सर्जन स्पेक्ट्रम कहते हैं तथा काले रंग के बैण्ड (पट्टे) को अवशोषण स्पेक्ट्रम कहते हैं।

(b) प्रकाश का विभिन्न रंगो में विभक्त होना उत्सर्जन स्पेक्ट्रम कहलाता हैं।

(c) विद्युत–चुम्बकीय विकिरणों की उनके बढ़ते या घटते तरंग दैर्ध्य के आधार पर व्यवस्था विद्युत–चुम्बकीय स्पेक्ट्रम कहलाता हैं।

10. परमाणु स्पेक्ट्रा या रेखीय स्पेक्ट्रा ::

यह दो प्रकार का हैं।

10.1 उत्सर्जन स्पेक्ट्रम (Emission spectrum):

पदार्थ उच्च ताप पर गर्म करने पर या उच्च ऊर्जा देने पर वह उत्तेजित होकर विकिरण उत्सर्जित करता हैं। जब इन विकिरणों को स्पेक्ट्रोस्कोप द्वारा विश्लेषण किया जाता हैं तो स्पेक्ट्रम रेखाएँ प्राप्त होती हैं। पदार्थ को निम्न प्रकार उत्तेजित किया जा सकता हैं –

(i) उच्च ताप पर गर्म करके,

(ii) गैस को अत्यन्त निम्न दाब पर विसर्जन नलिका में भर कर उसमें विद्युत धारा प्रवाहित करके,

(iii) धात्विक तन्तु में से विद्युत–धारा प्रवाहित करके,

उत्सर्जन स्पेक्ट्रा तीन प्रकार के होते हैं –

(i) सतत् स्पेक्ट्रम (Continuous spectrum)

(ii) रेखीय स्पेक्ट्रम (Line spectrum)

(iii) बैण्ड स्पेक्ट्रम (Band spectrum)

(i) सतत् स्पेक्ट्रम : जब सूर्य के प्रकाश या किसी तापदीप्ति वस्तु से प्राप्त प्रकाश का स्पेक्ट्रोस्कोप की सहायता से विश्लेषण किया जाता है। तो पर्दे पर प्राप्त स्पेक्ट्रम में सात प्रकार के रंगों वाली पट्टियां परिक्षेपित हो जाती हैं और इन पट्टियों में स्पष्ट रूप से अलगाव नहीं होता, वरन् आपस में एक दूसरे से सतत् क्रम में मिली रहती हैं। ऐसे स्पेक्ट्रम को सतत् स्पेक्ट्रम कहते हैं।

(ii) रेखीय स्पेक्ट्रम : जब किसी पदार्थ के परमाणुओं को उत्तेजित किया जाता हैं तो विकिरण उत्सर्जित होते हैं। इन उत्सर्जित विकिरणों को स्पेक्ट्रोस्कोप से विश्लेषित करने पर प्राप्त स्पेक्ट्रम में पतली, चमकीली और विशिष्ट रंग की अनेक श्रेणी बद्ध रेखायें प्राप्त होती हैं, जो असतत् रूप में होती हैं। अर्थात् दो क्रमागत रेखाओं के बीच अन्धकार युक्त स्थान होता हैं।

ऐसे स्पेक्ट्रम को रेखीय अथवा परमाण्वीय स्पेक्ट्रा कहते हैं। उदाहरणार्थ– सोडियम क्लोराइड विलयन में डूबे हुए प्लेटिनम के तार को बुन्सेन बर्नर पर ले जाने पर एक विशिष्ट चमकीली पीले रंग की ज्वाला प्राप्त होती हैं। इस ज्वाला से उत्पन्न प्रकाश को स्पेक्ट्रोस्कोप से विश्लेषित करने पर असतत् विशिष्ट रंग की चमकीली रेखायें प्राप्त होती हैं। इसी प्रकार सोडियम से प्राप्त स्पेक्ट्रम में दो पीले रंग की चमकीली रेखायें प्राप्त होती हैं जो क्रमशः तरंग दैर्ध्य 5890Å और 5896Å से सम्बन्धित हैं।

(iii) बैण्ड स्पेक्ट्रम अणुओं द्वारा उत्पन्न किया जाता है तथा रेखीय स्पेक्ट्रम परमाणुओं द्वारा उत्पन्न किया जाता हैं।

10.2 अवशोषण स्पेक्ट्रम : यदि किसी तापदीप्ति पदार्थ से उत्सर्जित श्वेत प्रकाश को किसी अन्य पदार्थ में से गमन कराया जावे तो कुछ निश्चित तरंगदैर्ध्य का प्रकाश इस पदार्थ द्वारा अवशोषित कर लिया जाता हैं। इसके फलस्वरूप प्राप्त स्पेक्ट्रम में कुछ काली रेखायें प्राप्त होती हैं। ये उन्ही स्थानों पर होती हैं जहाँ पर पदार्थ का अर्थात् सोडियम वाष्प रेखा स्पेक्ट्रम बनता हैं। इस प्रकार प्राप्त स्पेक्ट्रम अवशोषण स्पेक्ट्रम कहलाता हैं।

यदि एक इलेक्ट्रॉन n उत्तेजित अवस्था से निम्न विभिन्न ऊर्जा अवस्थाओं में आता हैं तो प्राप्त अधिकतम स्पेक्ट्रम लाइने प्राप्त होगी, जिसे निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता हैं = $\frac{n(n-1)}{2}$

10.3 उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रम में अन्तर :

उत्सर्जन स्पेक्ट्रम

1. स्पेक्ट्रम में प्रयुक्त उत्तेजित पदार्थ द्वारा उत्पन्न होता हैं।
2. इस प्रकार के स्पेक्ट्रम में गहरे रंग की पट्टीयॉ d ky sरिक्त द्वारा पृथक होती हैं।

अवशोषण स्पेक्ट्रम

1. श्वेत प्रकाश को गैस या किसी विलयन से गुजारने पर उत्पन्न होता हैं।
2. इसमें रंगीन भाग पर काली रेखाएँ उत्पन्न होती हैं।

11. हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम

(a) हाइड्रोजन परमाणु रेखीय स्पेक्ट्रम देता हैं।

(b) जब हाइड्रोजन गैस को निम्न दाब पर विसर्जन नलिका में भरकर विद्युत विसर्जन करते हैं तो कुछ हाइड्रोजन परमाणु दृश्य क्षेत्र में गुलाबी रंग का प्रकाश उत्पन्न करते हैं।

Name	λ in Å	Origin
रेडियो तरंगे	3×10^9 to 3×10^{14}	उच्च आवृति की प्रत्यावृति धारा उत्पन्न
माइक्रो तरंगे	3×10^6 to 3×10^9	उच्च शक्ति के जनित्र द्वारा
अव रक्त (I.R.)	7600 3×10^6	वस्तुओं को गर्म करने से
दृश्य तरंगे (V.W)	3800 to 7600	
पराबैंगनी तरंगे	150 to 3800	सौर विकीरण से
α - किरणें	0.1 to 150	गतिशील इलैक्ट्रॉन के धातु के टकराने पर
γ – किरणें	0.01 to 0.1	रेडियो सक्रिय विघटन से
कॉस्मिक किरणें	0 to 0.01	सूर्य के बाह्यतम भाग से

(c) यह प्रकाश प्रिज्म द्वारा देखने पर कई अलग तीव्र रेखाओं का असतत् रेखीय स्पेक्ट्रम प्राप्त होता है।

(d) सभी हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम रेखाओं की छः श्रेणियाँ होती हैं।

स्पेक्ट्रम श्रेणी	क्षेत्र
लाइमन	परा बैगनी
बामर	दृश्य
पाश्चन	अव रक्त
ब्रेकिट	अव रक्त
फण्ड	अव रक्त
हम्फ्रारी	दूर अवरक्त

इन स्पेक्ट्रम रेखाओं को उनके खोजकर्ता के नाम पर नामांकित किया जाता हैं।

(e) विभिन्न H - रेखाओं की तरंग दैर्ध्य ज्ञात करने के लिये रिट्ज ने निम्न सूत्र प्रदर्शित किया।

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{C} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

जहाँ R सार्वत्रिक नियतांक हैं जिसे रिडबर्ग नियतांक कहते हैं, जिसका मान 109, 678cm^{-1} हैं।

(f) हाइड्रोजन में एक ही इलेक्ट्रॉन होने के बावजूद इसके स्पेक्ट्रा में कई स्पेक्ट्रल रेखाएँ पायी जाती हैं।

$$\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = R_H\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

(g) यदि एक इलेक्ट्रॉन n उत्तेजित अवस्था से प्रथम ऊर्जा अवस्थाओं में आता है। तो प्राप्त अधिकतम स्पेक्ट्रम रेखायें प्राप्त होंगी जिसे निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

$$= \frac{n(n-1)}{2}$$

11.1 लाइमन श्रेणी (Lyman series)

(a) यह H की स्पेक्ट्रम श्रेणी की प्रथम श्रेंणी हैं।

(b) यह 1898 में लाइमन द्वारा पराबैगनी क्षेत्र में खोजी गई थी।

(c) इसके $n_1 = 1$ तथा $n_2 = 2, 3, 4$ मान होते हैं, जहाँ 'n_1' आद्य अवस्था तथा 'n_2' उत्तेजित अवस्था हैं। (हाइड्रोजन परमाणु इलेक्ट्रॉन के लिये)

(d) यदि इलेक्ट्रॉन $n_2 = 2$ से $n_1 = 1$ में आता हैं — प्रथम लाइमन श्रेणी

यदि इलेक्ट्रॉन $n_2 = 3$ से $n_1 = 1$ में आता हैं — द्वितीय लाइमन श्रेणी

यदि इलेक्ट्रॉन $n_2 = 4$ से $n_1 = 1$ में आता हैं — तृतीय लाइमन श्रेणी -----

(e) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ जहाँ $n_2 > 1$ (हमेशा)

(f) सीमान्त रेखा की तरंग दैर्ध्य = $\frac{n_1^2}{R_H}$ लाइमन श्रेणी के लिये = $\frac{1}{R_H}$

11.2 बॉमर श्रेणी (Balmer series): –

(a) H-स्पेक्ट्रल श्रेणी की द्वितीय श्रेणी हैं,

(b) इसे **बॉमर** द्वारा 1892 में द्रश्य क्षेत्र में खोजा गया।

(c) दृश्य क्षेत्र में होने के कारण इसकी खोज सर्वप्रथम हुई।

(d) इसके लिये $n_1 = 2$ तथा $n_2 = 3, 4, 5$ .....

(e) प्रथम बामर श्रेणी $n_1 = 2$ $n_2 = 3$
द्वितीय बामर श्रेणी $n_1 = 2$ $n_2 = 4$
तृतीय बामर श्रेणी $n_1 = 2$ $n_2 = 5$

(f) सीमान्त बामर रेखा की तरंग दैर्ध्य = $\frac{n_1^2}{R_H} = \frac{2^2}{R_H} = \frac{4}{R_H}$

(g) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ जहाँ हमेशा $n_2 > 2$

11.3 पॉश्चन श्रेणी (Paschan series): –

(a) यह हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की तीसरी श्रेणी हैं।

(b) इसे पाश्चन द्वारा अवरक्त क्षेत्र में खोजा गया।

(c) इसके लिये $n_1 = 3$ तथा $n_2 = 4, 5, 6$ ..... जहाँ n_1 आद्य अवस्था तथा n_2 उत्तेजित अवस्था है

(d) प्रथम पाश्चन श्रेणी $n_1 = 3$ से $\nearrow n_2 = 4$
द्वितीय पाश्चन श्रेणी $n_1 = 3$ से $n_2 = 5$
तृतीय पाश्चन श्रेणी $n_1 = 3$ से $n_2 = 6$

(e) सीमान्त पॉश्चन रेखा की तरंग दैर्ध्य

$$\frac{n_1^2}{R_H} = \frac{3^2}{R_H} = \frac{9}{R_H}$$

(f) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ जहाँ हमेशा $n_2 > 3$

11.4 ब्रैकेट श्रेणी (Brackett series):

(a) हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की चौथी श्रेणी हैं।

(b) इसे ब्रैकेट द्वारा अवरक्त क्षेत्र में खोजा गया।

(c) इसके लिये $n_1 = 4$ तथा $n_2 = 5, 6, 7$ .....
जहॉ n_1 आद्य अवस्था तथा n_2 उत्तेजित अवस्था है

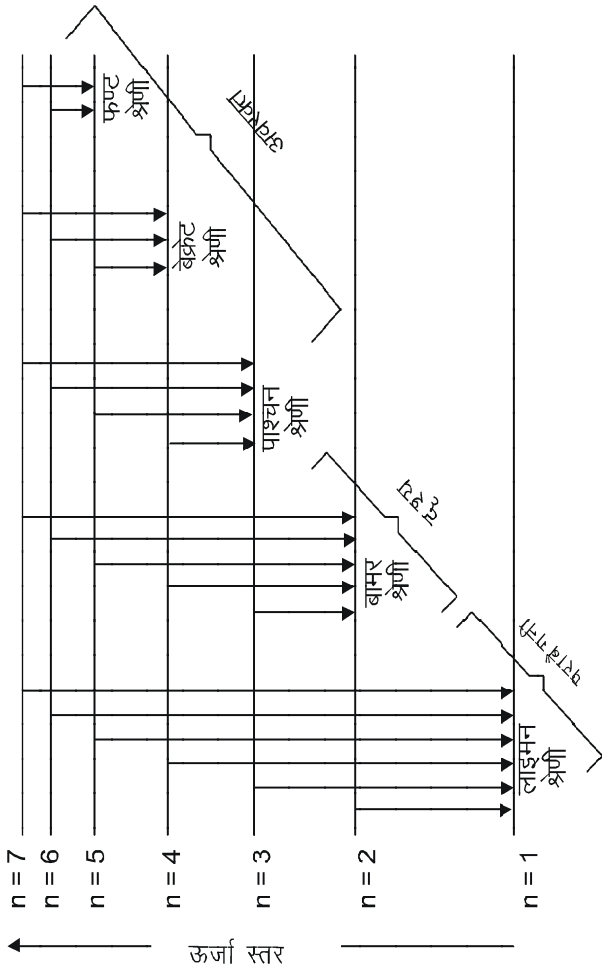
(d) प्रथम ब्रैकेट श्रेणी $n_1 = 4$ से $n_2 = 5$
द्वितीय ब्रैकेट श्रेणी $n_1 = 4$ से $n_2 = 6$
तृतीय ब्रैकेट श्रेणी $n_1 = 4$ से $n_2 = 7$ ----------

(e) सीमान्त ब्रेकिट रेखा की तरंग दैर्ध्य

$$\frac{n_1^2}{R_H} = \frac{4^2}{R_H} = \frac{16}{R_H}$$

(f) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ जहॉ हमेशा $n_2 > 4$

11.5 फण्ड श्रेणी (Pfund series):



(a) H - स्पेक्ट्रम की पांचवी श्रेणी हैं।

(b) इसे **फण्ड** द्वारा अवरक्त क्षेत्र में खोजा गया।

(c) इसके लिये $n_1 = 5$ तथा $n_2 = 6, 7, 8$ .....
जहॉ n_1 आद्य अवस्था तथा n_2 उत्तेजित अवस्था है

(d) प्रथम फण्ड श्रेणी $n_1 = 5$ से $n_2 = 6$
द्वितीय फण्ड श्रेणी $n_1 = 5$ से $n_2 = 7$
तृतीय फण्ड श्रेणी $n_1 = 5$ से $n_2 = 8$---------

(e) सीमान्त फण्ड रेखा की तरंग दैर्ध्य

$$= \frac{n_1^2}{R_H} = \frac{5^2}{R_H} = \frac{25}{R_H}$$

(f) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ जहाँ हमेशा $n_2 > 5$

11.6 हम्फरी श्रेणी (Humfri series):

(a) यह हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की छठी श्रेणी है।

(b) इसे **हम्फरी** द्वारा दूर अवरक्त क्षेत्र में खोजा गया,

(c) इसके लिये $n_1 = 6$ तथा $n_2 = 7, 8, 9$ --------- जहाँ n_1 आद्य अवस्था तथा n_2 उत्तेजित अवस्था है

(d) प्रथम हम्फरी श्रेणी $n_1 = 6$ से $n_2 = 7$
द्वितीय हम्फरी श्रेणी $n_1 = 6$ से $n_2 = 8$
तृतीय हम्फरी श्रेणी $n_1 = 6$ से $n_2 = 9$.....

(e) सीमान्त फण्ड रेखा की तरंग दैर्ध्य

$$= \frac{n_1^2}{R_H} = \frac{6^2}{R_H} = \frac{36}{R_H}$$

(f) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ जहाँ हमेशा $n_2 > 6$

12. क्वांटीकरण की संकल्पना (Concept of Quantisation) ::

(a) विद्युत–चुम्बकीय सिद्धान्त अपवर्तन, व्यतीकरण, विवर्तन आदि को अच्छी तरह समझाता है, लेकिन यह कृष्णिका विकिरण तथा प्रकाश विद्युत प्रभाव को समझाने में असमर्थ रहा।

(b) इनको समझाने के लिये मैक्स प्लांक ने 1901 में नया सिद्धान्त प्रस्तुत किया, जिसे विकिरण का क्वांटम सिद्धान्त कहते हैं।

(c) इस सिद्धान्त के अनुसार एक गर्म काय विकिरणों का उत्सर्जन सतत् रूप से न करके असतत् रूप से ऊर्जा के बण्डलों के रूप में करती है जिसे क्वांटम कहते हैं।

(d) प्रकाश के केस में इसे फोटोन कहा जाता हैं,

(e) क्वांटम विकिरण से सम्बन्धित ऊर्जा की मात्रा, प्रकाश की आवृति के समानुपाती होती हैं।

$E \propto \nu$ या $E = h\nu$

जहाँ 'h' समानुपाती स्थिरांक है, यह प्लांक नियतांक कहलाता हैं इसका मान 6.63×10^{-34} जूल सैकण्ड हैं।

(f) किसी काय द्वारा उत्सर्जित या अवशोषित ऊर्जा की मात्रा हमेशा पूर्णाक में क्वांटम की बहुसमाकल होती हैं $E = nh\nu$

जहाँ 'n; बहुसमाकल हैं (n = 1, 2, 3, 4 .....)

उदाहरण विद्युत-चुम्बकीय विकिरण तथा स्पेक्ट्रम पर आधारित

उदा.9 दो फोटोन की तरंग दैर्ध्य क्रमश 2000Å तथा 4000Å हैं तो इसके ऊर्जाओं का अनुपात होगा –

(A) 1/4 (B) 4

(C) 1/2 (D) 2

उत्तर. **(D)** $E_1 = h. \frac{c}{\lambda_1}$

$E_2 = h. \frac{c}{\lambda_2}$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{hc}{\lambda_1} \times \frac{\lambda_2}{hc} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4000}{2000} = 2$$

उदा.10 एक परमाणु में तीन ऊर्जा स्तर हैं, तो इसके उत्सर्जन स्पेक्ट्रा में कितनी स्पेक्ट्रम रेखाएँ होगी –

(A) एक (B) दो

(C) तीन (D) चार

उत्तर. (C)

हल. स्पेक्ट्रम रेखाओं की संख्या

$$= \frac{n(n-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3$$

उदा.11 हाइड्रोजन परमाणु में कौनसा संकरण उच्चतम आवृति के फोटोन का उत्सर्जन करेगा –

(A) n = 1 से n = 2 तक

(B) n = 2 से n = 1 तक

(C) n = 2 स n = 6 तक

(D) n = 6 से n = 2 तक

उत्तर. **(B)**

हल. उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर पर इलेक्ट्रॉन का संकरण फोटोन का उत्सर्जन करता हैं। अतः उत्तर (B) या (D) हो सकता हैं।

प्लॉक समीकरण से

$\nu \propto E$

अर्थात् उत्सर्जित फोटोन की आवृति, दो ऊर्जा स्तरों के ऊर्जाओं के अन्तर के समानुपाती होती हैं।

H परमाणु के n = 1 की ऊर्जा

$E_1 = -13.6$ eV

H परमाणु के n = 2 की ऊर्जा

$E_2 = -\frac{13.6}{4}$ eV

H परमाणु के n = 6 की ऊर्जा

$E_6 = -\frac{13.6}{36}$ eV

अतः $E_2 - E_1 = 13.6 - \frac{13.6}{4} = 13.6 \times \frac{3}{4}$

$$E_6 - E_2 = \frac{13.6}{4} - \frac{13.6}{36} = 13.6 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right)$$

$= 13.6 \times \frac{2}{9}$

$E_2 - E_1 > E_6 - E_2$

उदा.12 परमाणु की इलेक्ट्रॉनिक संरचना द्वारा निम्न कौन से प्रकार की विकिरण का उत्सर्जन नहीं होता हैं–

(A) परा बैगनी प्रकाश (B) X-किरणें

(C) दृश्य प्रकाश (D) γ-किरणें

उत्तर. **(D)**

हल. γ-किरणों का उत्सर्जन रेडियो–सक्रिय परिवर्तन द्वारा होता हैं, यह एक नाभिकिय परिघटना हैं।

उदा.13 नीले प्रकाश का तरंगदैर्ध्य 480 nm है। इस प्रकाश की आवृत्ति एंव तरंग संख्या की गणना कीजिये।

हल. $(\lambda) = 480 \text{ nm} = 480 \times 10^{-9}$ m

$\lambda \times \nu = c$ or $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \quad \nu = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ms}^{-1}}{480 \times 10^{-9} \text{m}} = \frac{3}{48} \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$$

$= 6.25 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$

पुनः तरंग संख्या , $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$

$$\therefore \quad \bar{\nu} = \frac{1}{480 \times 10^{-9} \text{m}} = \frac{1}{48} \times 10^8 \text{ m}^{-1}$$

$= 2.08 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$

इसलिये आवृत्ति = 6.25 x 10^{14} s^{-1} और तरंग संख्या = 2.08 x $10^{6}m^{-1}$

उदा.14 दो विकिरणों की ऊर्जा की गणना एंव तुलना कीजिये जिनमें एक की तरंग दैर्ध्य 800 nm और अन्य की 400 nm है।

हल. फोटान की ऊर्जा, $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

यहाँ $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

प्रथम केस में, $\lambda = 800 \text{ nm} = 800 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Here $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

In first case, $\lambda = 800 \text{ nm} = 800 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$\therefore E_1 = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{Js}) \times (3 \times 10^8 \text{ms}^{-1})}{800 \times 10^{-9} \text{m}}$$

$= 2.48 \times 10^{-19}$ J

In second case, $\lambda = 400 \text{ nm} = 400 \times 10^{-9} \text{m}$

$$\therefore E_2 = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{Js}) \times (3 \times 10^8 \text{ms}^{-1})}{400 \times 10^{-9} \text{m}}$$

$= 4.91 \times 10^{-19}$ J

प्रथम और द्वितीय विकिरणों में ऊर्जा का अनुपात,

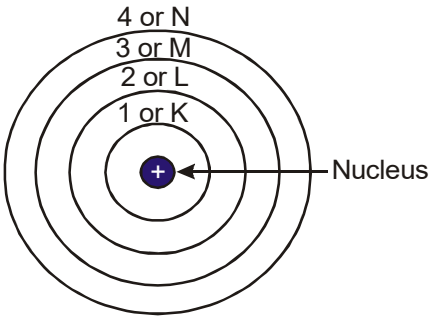
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{2.48 \times 10^{-19} \text{J}}{4.97 \times 10^{-19} \text{J}} = \frac{1}{2}$$

$E_1 : E_2 = 1 : 2$ or $E_2 = 2E_1$

इस प्रकार 400 nm तरंगदैर्ध्य वाली विकिरण की ऊर्जा 800 nm तरंगदैर्ध्य वाली विकिरण की ऊर्जा के दोगुना है।

13. बोहर का परमाणु मॉडल

बोहर ने प्लांक के क्वांटम सिद्धान्त पर आधारित हाइड्रोजन तथा हाइड्रोजन सदृश्य एक इलेक्ट्रॉन युक्त स्पिशीज के लिये परमाणु मॉडल विकसित किया –



13.1 बोहर मॉडल की महत्वपूर्ण अवधारणाएँ : –

(a) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारो ओर निश्चित ऊर्जा के वृत्ताकार कोश में चक्कर लगाते हैं।

(b) इलेक्ट्रॉन केवल उन्ही वृत्ताकार कोशों मे चक्कर लगाते हैं जिनमें इनका कोणीय संवेग (mvr), $h/2\pi$ का बहुसमाकल या सरल गुणक होता है (जहाँ 'h' प्लांक नियतांक हैं)

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

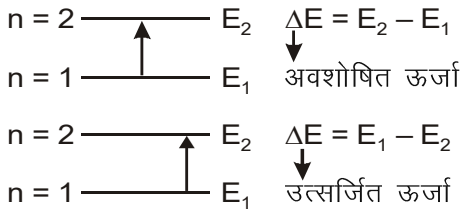
जहाँ :

m = इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान, v = इलेक्ट्रॉन का वेग

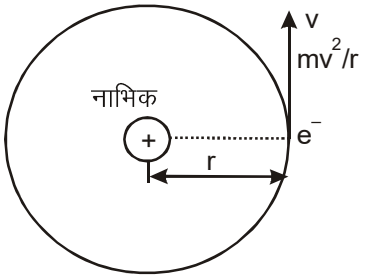
n = कक्ष या ऊर्जा स्तर जिसमें इलेक्ट्रॉन चक्कर लगाता हैं जैसे n = 1, 2, 3 ..... r = कक्ष की त्रिज्या

(c) निश्चित कोश में इलेक्ट्रॉन न तो ऊर्जा उत्सर्जित करता है, न ही अवशोषित करता हैं।

(D) जब इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर में छलांग लगाता है तो ऊर्जा उत्सर्जित करता है, तथा विपरीत प्रक्रम में ऊर्जा का अवशोषण करता है। उच्च ऊर्जा स्तर को उत्तेजन अवस्था कहा जाता हैं। उत्सर्जित या अवशोषित ऊर्जा प्रयुक्त दो ऊर्जा स्तरों के अन्तर के तुल्य होती हैं।



13.2 बोहर अवधारणाओं का गणितीय रूप :



13.2.1 बोहर कक्ष की त्रिज्या की गणना : –

'm' द्रव्यमान तथा 'e' आवेश युक्त इलेक्ट्रॉन, रेखिय/कोणी य वेग 'v' से 'Ze' आवेश (Z परमाणु क्रमांक, तथा e = आवेश) युक्त नाभिक के चारो और चक्कर लगाता हैं। यहाँ 'r' उस कोश की त्रिज्या हैं, जिसमें इलेक्ट्रॉन चक्कर लगा रहा हैं।

'कूलॉम' नियम के अनुसार गतिशील इलेक्ट्रॉन तथा

नाभिक के बीच स्थिर विद्युत आकर्षण (F) निम्न है–

$$F = \frac{KZe^2}{r^2}$$

जहाँ : - K = स्थिरांक $= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9\ Nm^2/C^2$

तथा अपकेन्द्र बल $F = \frac{mv^2}{r}$

इलेक्ट्रॉन के स्थाई कोश के लिये दोनों बलों का मान बराबर होता हैं,

अर्थात आकर्षण (अभिकेन्द्र) बल = अपकेन्द्र बल

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{KZe^2}{r^2}$$

तब $V^2 = \frac{KZe^2}{mr}$ **---(A)**

बोहर की अभिधारणा के अनुसार

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

$$v = \frac{nh}{2\pi mr}$$

$$v^2 = \frac{n^2h^2}{4\pi^2m^2r^2} \quad \textbf{.....(B)}$$

समीकरण (A) व (B) को हल करने पर

$$r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2mKZe^2}$$

C.G.S. पद्धति में K=1,

$$\therefore \quad r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2mZe^2}$$

जहाँ ; $h = 6.62 \times 10^{-27}$ erg. sec.

$m = 9.1 \times 10^{-28}$ g

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C.

e, h तथा m स्थिरांको के मान रखने पर –

then $r = 0.529 \times \frac{n^2}{Z}$ Å

$r \propto n^2$

$r \propto \frac{1}{Z}$

कक्षक आवृति $f = \frac{v}{2\pi r}$

13.2.2 बोहर कक्ष में इलेक्ट्रॉन के वेग की गणना :–

n^{th} कोश में चक्कर लगाने वाले इलेक्ट्रॉन का वेग निम्न प्रकार दिया जाता हैं –

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

$$v = \frac{nh}{2\pi mr}$$

समीकरण (A) से 'r' का मान रखने पर

$$v = \frac{nh \times 4\pi^2mZe^2}{2\pi mn^2h^2}$$

या $v = \frac{2\pi Ze^2}{nh}$

π, e^- तथा h स्थिरांको का मान रखने पर

$$v = 2.188 \times 10^8 \times \frac{Z}{n} \text{ Cm/sec.}$$

$v \propto z$

$$v \propto \frac{1}{n}$$

13.2.3 इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा की गणना : –

निश्चित कोश में चक्कर लगाने वाले इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा स्थितिज व गतिज ऊर्जाओं के योग के बराबर होती हैं -

या T. E. = K. E. + P. E.

जहाँ ;

P. E. = (स्थितिज ऊर्जा),

K.E. = (गतिज ऊर्जा),

T.E.= कुल ऊर्जा

$$K.E. \text{ (गतिज ऊर्जा)} = \frac{1}{2}mv^2$$

तथा P.E. स्थितिज ऊर्जा $= -\frac{KZe^2}{r}$

अतः $T.E. = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{KZe^2}{r}$

हम जानते है कि, $\frac{mv^2}{r} = \frac{KZe^2}{r^2}$

या $mv^2 = \frac{KZe^2}{r}$

उपर्युक्त समीकरण में mv^2 का मान रखने पर : -

$$T.E. = \frac{KZe^2}{2r} - \frac{KZe^2}{r} = -\frac{KZe^2}{2r}$$

अतः, $T.E. = -\frac{KZe^2}{2r}$

C.G.S. पद्धति में K = 1

$\therefore$ T.E.$= -\frac{Ze^2}{2r}$

T.E. समीकरण में 'r' का मान रखने पर

$$E = -\frac{Ze^2}{2r} \times \frac{4\pi^2 Ze^2 m}{n^2h^2} = -\frac{2\pi^2 Z^2 e^4 m}{n^2h^2}$$

अतः n^{th} कोश में इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा निम्न प्रकार दी जाती हैं –

$$E_n = -\frac{2\pi^2 Z^2 e^4 m}{n^2h^2}$$

नोट : अनन्त पर P.E. = 0

अनन्त पर K.E. = 0

13.2.4 P. E., K. E. तथा T. E. के मध्य सम्बन्ध :

P. E. $= -\frac{Ze^2}{r}$, K. E. $= \frac{1}{2}\frac{Ze^2}{r}$, T .

E. $= -\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{r}$

अतः $\frac{T.E.}{P.E.} = \frac{-\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{r}}{-\frac{Ze^2}{r}} = \frac{1}{2}$

अर्थात T. E. = ½ P. E. .....(A)

$$\frac{T.E.}{K.E.} = \frac{-\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{r}}{\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{r}}$$

अर्थात T . E. = – K. E. .....(B)

T. E. $= \frac{P.E.}{2}$ = – K. E. .....(C)

(a) T. E. = – 13.6 × $\frac{Z^2}{n^2}$ eV/atom

(b) T. E. = – 21.8 × 10^{-19} × $\frac{Z^2}{n^2}$ J/atom

(c) T. E. = – 21.8 × 10^{-12} × $\frac{Z^2}{n^2}$ erg/atom

(d) T. E. = – 313.6 × $\frac{Z^2}{n^2}$ Kcal/mole

T. E. $\propto -Z^2$ Z ↑ T. E. ↓

T. E. $\propto -\frac{1}{n^2}$ n ↑ T. E. ↑

13.2.5 ऊर्जा समीकरण के निष्कर्ष :

(a) ऊर्जा का ऋण चिन्ह ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन तथा धनावेशित प्रोटॉन (नाभिक) के मध्य आकर्षण दर्शाता हैं।

(b) ऊर्जा समीकरण के दॉये भाग की राशियों में से 'n' को छोडकर सभी स्थिरांक है तथा 'n' गुणक है जैसे 1, 2, 3 आदि अर्थात जब तक 'n' को स्थिर रखा जाता हैं इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा स्थिर रहती हैं।

(c) इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा 'n' के वर्ग के समानुपाती तथा 'Z' के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती हैं। ($E \propto n^2 / Z^2$)

13.3 रिडबर्ग नियतांक की गणना (Claculation of Rydberg constant)

यदि एक इलेक्ट्रॉन प्रथम कोश से दूसरे कोश में स्थानानतरित होता हैं तो ऊर्जा में परिवर्तन निम्न प्रकार दिया जा सकता हैं।

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$h\nu = E_2 - E_1$$

$$h\nu = \left[\frac{-2\pi^2 mZ^2e^4}{n_2^2h^2}\right] - \left[\frac{-2\pi^2 mZ^2e^4}{n_1^2h^2}\right]$$

$$h\nu = \frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n_1^2h^2} - \frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n_2^2h^2}$$

$\because$ $v = \frac{c}{\lambda}$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{2\pi^2 mZ^2e^2}{h^2} \times \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

$R_H = \frac{2\pi^2 me^4}{ch^3} \Rightarrow$ रिडबर्ग नियतांक

तब, $\bar{\mu} = \bar{v} = \frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$

जहाँ m = 9.1 × 10^{-28} gram

सैद्धान्तिक मान R_H = 109737 cm^{-1}

e = 4.8 × 10^{-10} e.s.u.

प्रायोगिक मान R_H = 109677 cm^{-1}

c = 3 × 10^{10} cm/sec

गणना के लिये मान R_H = 109700 cm^{-1}

h = 6.625 × 10^{-27} erg-sec

अन्य परमाणुओं के लिये रिडबर्ग नियतांक

$R = R_H \times Z^2$

13.4 बोहर के परमाणु सिद्धान्त की असफलतायें

(a) यह मॉडल एक से अधिक इलेक्ट्रॉन वाले तत्वों की व्याख्या नहीं कर सकता हैं।

(b) यह सिद्धान्त केवल परमाणु मे वृत्ताकार कक्षों की ही व्याख्या कर सकता हैं, दीर्घ वृत्ताकार कक्षों की नहीं।

(c) चुम्बकीय क्षेत्र में स्पेक्ट्रमी रेखाओं को और महीन रेखाओं में विभाजन, जिसे जीमान प्रभाव कहते हैं, को समझाने में यह असमर्थ रहा और विद्युत क्षेत्र में स्पेक्ट्रमों रेखाओं का और महीन रेखाओं में बँट जाना, जिसे स्टार्क प्रभाव कहते हैं, को समझाने में असफल रहा।

(d) यह हाइज़ेनबर्ग के अनिश्चितता के सिद्धान्त की व्याख्या भी नहीं कर सका।

(e) इस सिद्धान्त द्वारा स्पेक्ट्रम की सूक्ष्म संरचना की व्याख्या व स्पेक्ट्रम की रेखाओं की तीव्रता की गणना नही की जा सकती।

उदाहरण बोहर मॉडल पर आधारित

उदा.15 हाइड्रोजन के प्रथम बोहर कक्ष की ऊर्जा –13.6 eV. हैं, तो n = 4^{th} कक्ष की स्थितिज ऊर्जा होगी

(A) – 13.6 eV (B) –3.4 eV
(C) –0.85 eV (D) –1.70 eV

Ans. (D)

हल. H-परमाणु के n^{th} बोहर कक्ष की ऊर्जा

$$= -13.6\frac{z^2}{n^2}\ eV$$

$$= -13.6\,\frac{1^2}{4^2}$$

$$= -\,13.6\ 5\ \frac{1}{16}\ eV$$

$$= -\,0.85\ eV$$

n^{th} वे कोश में इलेक्ट्रॉन की P.E.(स्थितिज ऊर्जा) = 2 × E_n

अतः 4^{th} कोश की P.E.

= 2 × (– 0.85) = – 1.70 eV

उदा.16 सोडियम के रेखीय स्पेक्ट्रम की आवृति 5.09 × 10^{14} sec^{-1} हो तो इसकी तरंग दैर्ध्य (in nm) होगी - [c = 3 × 10^8 m/sec]-

(A) 510 nm (B) 420 nm
(C) 589 nm (D) 622 nm

उत्तर. (C) (c) $\lambda = \dfrac{3x10^8 m.sec^{-1}}{5.09x10^{14} m.sec^{-1}}$

= 0.5892 x 10^{-6} m

= 589.4 x 10^{-9} m

= 589 nm

उदा.17 हीलियम परमाणु (He-atom) का स्पेक्ट्रम निम्न के स्पेक्ट्रम के तुल्य होगा –

(A) H (B) Li^+
(C) Na (D) He^+

उत्तर. (B)

हल. हीलियम का इलेक्ट्रॉन विन्यास Li^+ के इलेक्ट्रॉन विन्यास के तुल्य हैं। अतः इसका स्पेक्ट्रम भी तुल्य होगा।

उदा.18 माना हाइड्रोजन की चौथी कक्षा की ऊर्जा - 50 a.u. (arbitrary unit) है तो इसका आयनन विभव होगा –

(A) 50 (B) 800
(C) 15.4 (D) 20.8

उत्तर. (B)

हल. आयनन विभव = $-E_1$

$\therefore E_4 = \dfrac{E_1}{16}$

$\therefore$ –50 x 16 = E_1

अतः आयनन विभव = – (–800) = 800 a.u.

उदा.19 He^+ आयन की स्पेक्ट्रल श्रेणी की प्रथम रेखा का तरंग दैर्ध्य ज्ञात करो, जिसकी प्रथम रेखा एंव अन्तिम रेखाओं का अन्तर $\dfrac{1}{\lambda_1} - \dfrac{1}{\lambda_2}$ = 2.7451 x 10^4 cm^{-1}

हल. अनन्तिम रेखाओं का अर्थ है, प्रथम और अन्तिम रेखा

$$\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} = RZ^2\left[\frac{1}{n_1^2}\ \frac{1}{\infty^2}\right]$$

$$- RZ^2\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{(n_1+1)^2}\right] = \frac{RZ^2}{(n_1+1)^2}$$

$$2.7451 \times 10^4 = \frac{109677.76x2^2}{(n_1+1)^2}$$

$(n_1 + 1) = 4$

$n_1 = 3$

प्रथम रेखा की तरंगदैर्ध्य,

$$\frac{1}{\lambda} = 109677.76 \times 2^2 \times \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right]$$

$\lambda = 4689 \times 10^{-8}$ cm = 4689Å

उदा.20 हाइड्रोजन का प्रथम आयनन विभव 13.6 eV है। इस पर 1028 Å की विद्युत चुम्बकीय विकिरण आपतित की गयी, तो कुछ विकिरण निकलते है। इन विकिरणों की तरंग दैर्ध्य की गणना कीजिये। ($h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js)

हल हम जानते है कि

$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

$$E_n = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1028 \times 10^{-10}}$$

$= 1.933 \times 10^{-18}$J

= 12.07 eV

(1.6×10^{-19}J = 1eV)

उत्तेजित अवस्था में हाइड्रोजन परमाणु की ऊर्जा = –13.6 + 12.07 = –1.53eV

From (1), $-1.53 = \frac{E_1}{n^2} = \frac{-13.6}{n^2}$

$\therefore n = 3$

प्रथम विकिरित तरंग दैर्ध्य,

$$\lambda_1 = \frac{hc}{E_3 - E_1} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{(-1.53 + 13.6) \times 1.602 \times 10^{-19}}$$

$= 1025 \times 10^{-10}$m = 1025 Å

द्वितीय विकिरित तरंग दैर्ध्य,

$$\lambda_2 = \frac{hc}{E_2 - E_1} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{(-3.4 + 13.6) \times 1.602 \times 10^{-19}}$$

$= 1216 \times 10^{-10}$ metre = 1216Å

तृतीय विकिरित तरंग दैर्ध्य,

$$\lambda_3 = \frac{hc}{E_3 - E_2} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{(-1.53 + 3.4) \times 1.602 \times 10^{-19}}$$

$= 6564 \times 10^{-10}$ m

= 6564 Å

14. प्रकाश विद्युत प्रभाव

जब उपयुक्त आवृत्ति का प्रकाश धात्विक सतह पर टकराता है तो धात्विक सतह से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होता है। उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन को प्रकाश विद्युत इलेक्ट्रॉन कहलाते है। और इस प्रभाव को प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते है। कार्यफलन या देहली ऊर्जा : वह न्यूनतम ऊर्जा जो धात्विक सतह से इलेक्ट्रॉनों को उत्सर्जित करने के लिये आवश्यक होती है। आइन्सटाइन के अनुसार -

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2_{max} = h\upsilon - h\upsilon_0 \qquad = hc\left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right]$$

यहाँ पर υ_0 and λ_0 देहली आवृत्ति एवं कार्यफलन है।

निरोधी विभव : वह न्यूनतम विभव जिस पर प्रकाश विद्युत धारा शून्य हो जाती है।

अगर V_0 निरोधी विभव है तो,

$$eV_0 = h(\upsilon - \upsilon_0)$$

15. इलेक्ट्रॉन की द्वैती प्रकृति

(a) आइन्सटाइन ने सुझाव दिया की प्रकाश कणीय तथा तरंग दोनों की तरह व्यवहार करता हैं। जिसे द्वैती प्रकृति कहते हैं।

(b) 1924, में फांसीसी भौतिक विज्ञानी लुईस डी. ब्रॉगली ने प्रस्ताव दिया कि इलेक्ट्रॉन भी दोनों कण व तरंग की तरह व्यवहार करता हैं।

(c) इसने एक नये सिद्धान्त ''पदार्थो का तरंग यांत्रिकी सिद्धान्त'' का प्रतिपादन किया। इस सिद्धान्त के अनुसार इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन तथा खुद परमाणु जब गतिशील होते है तो इनकी प्रकृति तरंग प्रकृति होती हैं।

(d) डी. ब्रॉगली के अनुसार 'm' द्रव्यमान तथा 'v' वेग से गतिशील किसी कण की तरंग दैर्ध्य निम्न प्रकार दी जाती हैं।

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

जहाँ 'h' प्लांक नियतांक हैं

(e) इसे निम्न प्रकार व्युत्पन्न किया जा सकता हैं। प्लांक समीकरण के अनुसार

$$E = h\nu = \frac{h.c}{\lambda}$$

आइन्सटाइन द्रव्यमान ऊर्जा सम्बन्धों के आधार पर फोटोन की ऊर्जा

$E = mc^2$

दोनों समीकरणों को जोड़ने पर

$$\frac{hc}{\lambda} = mc^2 \text{ or } \lambda = \frac{h}{mc}$$

जो डी ब्रॉगली समीकरण (सम्बन्ध) के समान हैं –

(f) डेविसन तथा जरमर ने इसे इलेक्ट्रॉन पूँज के साथ विवर्तन के निरीक्षण द्वारा सत्यापित किया गया।

माना एक इलेक्ट्रॉन V वोल्ट के साथ त्वरित होता हैं तो इसकी गतिज ऊर्जा हैं।

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

$$m^2v^2 = 2eVm$$

$$mv = \sqrt{2eVm} = p$$

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2eVm}}$$

(g) यदि हम बोहर सिद्धान्त को डी ब्रॉगली समीकरण के साथ जोड़ते हैः तो बोहर कोश में गतिशील इलेक्ट्रॉन की तरंग दैर्ध्य परमाणु की परिधि के साथ पूर्णांक के रूप में बराबर होती हैं

$2\pi r = n\lambda$

या $\lambda = \frac{2\pi r}{n}$

डी ब्रॉगली समीकरण से

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

अतः $\frac{h}{mv} = \frac{2\pi r}{n}$ or $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

उदाहरण इलेक्ट्रॉन की द्वैती प्रकृति पर आधारित

उदा.21 यदि प्लांक नियतांक $h = 6.6 \times 10^{-34}$ जूल सैकण्ड हो तो 3.3×10^{-24} किग्रा. मी. प्रति से. संवेग वाले कण की डी ब्रॉगली तरंग दैर्ध्य होगी –

(A) 0.002 Å (B) 0.02 Å
(C) 0.2 Å (D) 2Å

उत्तर. (D)

हल. $\lambda = \frac{h}{mv}$

उदा.22 इलेक्ट्रॉन गतिज ऊर्जा 4.55×10^{-25} जूल है, तो इसी डी ब्रॉग्ली तरंग दैर्ध्य हैं –

(A) 4700 Å (B) 8300Å
(C) 7200Å (D) 7400Å

उत्तर. (C)

हल. $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mKE}}$

उदा.23 समान गतिज ऊर्जा वाले कणों की डी ब्रॉगली तरंग दैर्ध्य हैं –

(A) इसके वेग के समानुपाती
(B) वेग के व्युत्क्रमानुपाती
(C) द्रव्यमान तथा वेग पर निर्भर नहीं
(D) अगणनीय

उत्तर. (A) $\lambda = \frac{h}{mv}$ $KE = \frac{1}{2}mv^2$

$$mv = \frac{2KE}{v}$$

$$\therefore \lambda = \frac{h}{2\frac{KE}{v}}$$

$$\lambda = h\left(\frac{v}{2KE}\right)$$

उदा.24 हीलियम परमाणु का वेग 300K पर 2.40×10^2 मीटर प्रतिसैकण्ड हैं अतः इसकी तरंग दैर्ध्य क्या हैं $(Z = 4)$ –

(A) 0.416 nm (B) 0.83 nm
(C) 803 Å (D) 8000Å

उत्तर. (A)

हल. $\lambda = \frac{h}{mv}$

हीलियम का द्रव्यमान = $\frac{4.0 \times 10^{-3}}{6.023 \times 10^{23}}$ kg

तथा $h = 6.62 \times 10^{-34}$

$$\lambda = 6.62 \times 10^{-34} \times \frac{6.023 \times 10^{23}}{4.0 \times 10^{-3}} \times \frac{1}{2.4 \times 10^2}$$

$= 0.416 \times 10^{-9}$ meter

$\lambda = 0.416$ nm

16. हाइजैनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त (Heisenberg's uncertainty principle)

(a) जब इलेक्ट्रॉन की तरंग के रूप में व्याख्या की जाती है तो किसी एक निश्चित समय पर इसकी स्थिति तथा वेग दोनों की गणना यथार्थ रूप से एक साथ नही की जा सकती हैं क्योंकि तरंग पूरे अन्तरिक्ष स्थान में फैली रहती हैं।

(b) तरंग दैर्ध्य वाले फोटोन कम ऊर्जा युक्त होते है अतः उनका संवेग कम होता हैं तथा उनकी स्थिति कभी भी निश्चित नही होती।

(c) 1927 में वरनर हाइजेनबर्ग ने एक सिद्धान्त दिया जिसे हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त कहते हैं।

(d) इस सिद्धान्त के अनुसार इलेक्ट्रॉन या इसके जितनी किसी अन्य काय/कण की एक ही समय में निश्चित स्थिति तथा संवेग की गणना असंभव हैं।

(e) यदि स्थिति की गणना में त्रुटि Δx तथा संवेग की गणना में त्रुटि Δp या $m\Delta v$ है तो हाइजेनबर्ग के अनुसार

$$\Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\text{or } \Delta x.\Delta mv \geq \frac{h}{4\pi}$$

(f) किसी अन्य गति के अनुनादी संयुग्म के लिये हाइजेनबर्ग का सिद्धान्त निम्न प्रकार दिया जाता हैं

$$\Delta E\ \Delta t \geq \frac{h}{4\pi} \text{ (ऊर्जा तथा समय के लिये)}$$

उदाहरण हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धान्त पर आधारित

उदा.25 यदि संवेग तथा स्थिति की अनिश्चितता बराबर हो तो, वेग में अनिश्चितता हैं –

हल. **(B)** $\Delta x\ .\ m\Delta v = \frac{h}{4\pi}$ or $(m\Delta v)^2 = \frac{h}{4\pi}$

$$m\Delta v = \sqrt{\frac{h}{4\pi}} \text{ or } \Delta v = \sqrt{\frac{h}{4\pi m^2}} = \frac{1}{2m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$$

उदा.26 स्थिति तथा वेग में अनिश्चितता क्रमश 10^{-10} m तथा 5.27×10^{-24} ms^{-1} है तो कण का द्रव्यमान होगा $(h = 6.625 \times 10^{-34}$ J-s) –

(A) 0.099 kg (B) 0.99 g
(C) 0.92 kg (D) कोई नहीं

उत्तर.(A)

हल. हाइजेनबर्ग अनिश्चितता सिद्धान्त के आधार पर

$$\Delta x\ .\ m\ \Delta v = \frac{h}{4\pi}$$

$$\text{or } m = \frac{h}{4\pi\Delta x,\Delta v}$$

$$= \frac{6.625\times10^{-34}}{4\times3.143\times10^{-10}\times5.27\times10^{-24}}$$

$$= 0.099 \text{ kg.}$$

17. श्रोडिंगर तरंग सिद्धान्त ::

बोहर का सिद्धान्त इलेक्ट्रॉन के कण प्रकृति पर आधारित है यह सिद्धान्त डी.ब्रॉगली सम्बन्ध एवं अनिश्चितता सिद्धान्त का उल्लंघन करता है। इसलिये इस सिद्धान्त को अधिक पूर्ण सिद्धान्त से प्रतिस्थापित कर दिया गया जिसे श्रोडिंगर का तरंग सिद्धान्त कहा जाता है।

एक विमीय गति का समीकरण है।

$$\left(\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2}\right)_t = \frac{1}{u^2}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)_x \quad \text{..... (A)}$$

यहाँ 'Ψ' किसी बिन्दु का दोलन आयाम है जिसका 't' समय पर निर्देशांक 'x' है।

u = तरंग का वेग :

यह समय पर निर्भर नहीं करती है। विस्थापन 'Ψ' को दो फलनों के गुणनफल के रूप में लिख सकते है। जिनमें एक त्रिविभीय निर्देशांक ' x ' पर एवं अन्य फलन समय पर निर्भर करता है।

इस प्रकार हम लिख सकते है। कि

$\Psi = \Psi(x) \exp\{i(2\pi\upsilon t)\}$ .....(B)

यहाँ 'υ' तरंग आवृत्ति और $i = \sqrt{-1}$

समीकरण (A) व (B) से

$$\left(\frac{\partial^2\Psi\ \exp\{i(2\pi\upsilon t)\}}{\partial x^2}\right)_t = \frac{1}{u^2}\left(\partial\Psi\exp\{i(2\pi\upsilon t)\}\right)_x$$

या $\exp\{i(2\pi\upsilon t)\}\ \frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} = \frac{1}{u^2}\ \Psi\ (2\pi\upsilon i)^2 \exp\{i(2\pi\upsilon t)\}$

या $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = -\frac{4\pi^2\upsilon^2}{u^2}\ \Psi$ .....(C)

आवृत्ति एवं वेग में निम्न सम्बन्ध है।

$u = \lambda\upsilon$ .....(D)

जहाँ 'λ' संलग्न तरंग का तरंगदैर्ध्य है

समीकरण (C) एवं (D) से हम लिख सकते है।

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2}\ \Psi \text{ ..... (5)}$$

समीकरण (5) केवल आयाम फलन में ' x ' के साथ परिवर्तन को प्रदर्शित करता है।

$-\frac{4\pi^2}{\lambda^2}$ = Ψ का एजेन मान

फलन 'Ψ' स्वीकार्य हल रखता है यदि वह कुछ शर्तो का पालन करता है। दोलित डोरी के लिए निम्नलिखित शर्ते है।

(A) डोरी अन्तिम सिरों पर 'Ψ' का मान शून्य होता है। चूंकि तन्त्र इन बिन्दुओं पर निश्चित होता है और इस पर आयाम शून्य होगा।

(B) 'Ψ' का एक मान होना चाहिये जो निश्चित हो समीकरण (5) को तीन विमाओं के लिये विस्तार किया जा सकता है।

$$\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Psi}{\partial z^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2}\Psi$$

.....(6)

या $\nabla^2\Psi + \frac{4\pi^2}{\lambda^2}\Psi = 0$ .....(7)

जहाँ $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$

∇^2 लैपलासियन ऑपरेटर

समीकरण (7) को अधिपरमाण्विक कणों के लिये लागू किया जा सकता है। अधिपरमाण्विक कणों के लिये समीकरण (7) निम्न है-

$$\nabla^2\Psi + \frac{4\pi^2p^2}{h^2}\Psi = 0$$ .....(8)

एक परमाणु में इलेक्ट्रॉन के लिये, कुल ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा का योग होता है।

$$E = KE + PE = \frac{1}{2}mv^2 + V$$

or $E = \frac{P^2}{2m} + V$

$P^2 = 2m(E - V)$ .....(9)

समीकरण (8) और (9) से हम लिख सकते है

$$\nabla^2\Psi + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E - V)\Psi = 0$$ .....(10)

समीकरण (10) श्रोडिंगर समीकरण है जो परमाणु के इलेक्ट्रॉनों का व्यवहार दर्शाता है।

* 17.1 Ψ और Ψ^2 का भौतिक महत्व :

'Ψ' फलन इलेक्ट्रॉन से जुड़ी हुयी द्रव्य तरंगो का आयाम प्रदर्शित करता है। क्वाण्टम यांत्रिकी में बार्न के अनुसार तन्त्र के पायी जाने की प्रायिकता के अनुपाती होता है। प्रायिकता की यह परिभाषा अनिश्चितता सिद्धान्त के अनुरूप है। कोई अधिपरमाण्वीय कणों की निश्चित स्थिति के बारे में नहीं कह सकता। वास्तविक एवं कल्पनीय हो सकता है। परन्तु द्रव्य कण की किसी बिन्दु पर $\Psi^2 = \Psi\,\Psi^*$ है।

जहाँ Ψ^*, Ψ का संयुग्मी समिश्र है। छोटे स्थान के लिये किसी निश्चित तन्त्र के मिलने की सम्भावना $\Psi\,\Psi^*\,dx\,dy\,dz$ के समानुपाती होती है।

$$\int \Psi^*\Psi\,dx\,dy\,dz = N$$ or

$$\frac{1}{N}\int \Psi^*\Psi\,dx\,dy\,dz = 1$$

or $$\int \left(\frac{1}{N^{1/2}}\Psi^*\right)\left(\frac{1}{N^{1/2}}\Psi^*\right)dx\,dy\,dz = 1$$

$\frac{1}{N^{\frac{1}{2}}}$ = सामान्यीकरण स्थिरांक है जो लिए गऐ निर्देशांकों पर निर्भर नहीं करता है।

$\left(\frac{1}{N^{\frac{1}{2}}}\right)\Psi$ फलन को सामान्यीकरण फलन कहा जाता है।

उदाहरण श्रोडिंगर तरंग सिद्धान्त पर आधारित

उदा.27 परमाणु का तरंग यांत्रिक मॉडल आधारित है –

(A) पदार्थ की द्वैती प्रकृति की डी–ब्रॉगली संकल्पना पर

(B) हाइजेन बर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त पर

(C) श्रोडिंगर तरंग समीकरण पर

(D) उपयुक्त तीनों पर

उत्तर. **(D)**

हल. तरंग यांत्रिक सिद्धान्त इन तीनों पर आधारित है।

उदा.28 निम्न द्वारा एक परमाणु के कक्षक में इलेक्ट्रॉन घनत्व को सत्यता से वर्णित किया जाता हैं –

(A) ψ^2 (B) ψ

(C) $|\psi^2|\psi$ (D) कोई नहीं

उत्तर. **(A)**

हल. सही प्रस्तुतीकरण ψ^2 द्वारा दिया जाता हैं।

★ केवल टारगेट कोर्स के विद्यार्थियों के लिये

18. क्वांटम संख्यायें ::

(a) किसी परमाणु में उपस्थित कक्षक की स्थिति दर्शाने के लिये कुछ संख्याओं के समूह का उपयोग किया जाता हैं, जिसे क्वांटम संख्याएँ कहते हैं

(b) इन संख्याओं द्वारा कक्षक की आकृति, आकार तथा विन्यास को विशिष्टता तथा सत्यता से दर्शाया जाता है, ये मुख्य, दिंगशी तथा चुम्बकीय क्वांटम संख्याएँ है, जो श्रौडिंगर तरंग समीकरण के हल द्वारा प्राप्त होती हैं।

(c) इन क्वांटम संख्याओं के अतिरिक्त एक अन्य योगात्मक क्वांटम संख्या भी दर्शाई जाती हैं, जिसे चक्रण क्वांटम संख्या कहते हैं, जो कक्षक में इलेक्ट्रॉन का चक्रण दर्शाती हैं।

(d) प्रत्येक कक्षक तीन क्वांटम संख्याओं द्वारा तथा प्रत्येक इलेक्ट्रॉन चार क्वांटम संख्याओं द्वारा इंगित किया जाता हैं।

ये क्वांटम संख्याएँ निम्न हैं : –

18.1 मुख्य क्वांटम संख्या (Principal quantum number) (n) : –

(a) इसे बोहर द्वारा दिया गया तथा इसे 'n' द्वारा दर्शाते हैं,

(b) यह इलेक्ट्रॉन तथा नाभिक के मध्य की औसत दूरी ज्ञात करती है, अर्थात यह परमाणु के आकार को बताती है,

(c) यह इलेक्ट्रॉन के उस कोश की ऊर्जा बताती है जिसमें इलेक्ट्रॉन पाया जाता हैं,

(d) कोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन की संख्या को $2n^2$ द्वारा दिया जाता हैं,

(e) यह कोश / कक्ष/ ऊर्जा स्तर, K, L, M, N, ...आदि के बारें में जानकारी देती हैं,

(f) n का मान बढ़ने के साथ ऊर्जा का मान बढ़ता है

(g) यह मुख्य ऊर्जा स्तर को दर्शाता है जिससे इलेक्ट्रॉन जुड़े होते हैं,

(h) किसी कक्ष / कोश का कक्षीय कोणिय संवेग = $\frac{nh}{2\pi}$

18.2 दिगंशी क्वांटम संख्या या कोणिय क्वांटम संख्या (ℓ)

(a) इसे सोमरफिल्ड द्वारा दिया गया तथा 'ℓ' से दर्शाया जाता हैं।

(b) यह उपकोश या उपकक्ष की सख्या बताती है जिससे इलेक्ट्रॉन सम्बन्धित होते हैं।

(c) यह उपकोश की आकृति को दर्शाता हैं,

(d) यह उपकोश की ऊर्जा को भी बताती हैं, s < p < d < f (ऊर्जा का बढ़ता क्रम).

(e) ℓ का मान हमेशा शून्य से (n – 1) तक होता हैं। जहाँ 'n' मुख्य कोश हैं।

(f)

ℓ के मान	=	0	1	2	3--(n–1)
उपकोश का नाम	=	s	p	d	f
उपकोश की	=	गोलाकार	बेलनाकार	द्विबेलनाकार	जटिल

(g) कक्षक कोणीय संवेग $\frac{h}{2\pi}\sqrt{\ell(\ell+1)}$

(h) उपकोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या = $2(2\ell + 1)$.

(i) 'n' के दिये गये मान के लिये कुल 'ℓ' के मान हमेशा 'n' के बराबर होते हैं ($n = \ell$)

(j) किसी इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा हमेशा n तथा ℓ के मान पर निर्भर करती हैं। कुल ऊर्जा α $(n + \ell)$

इलेक्ट्रॉन उस कोश में प्रवेश करता है जिसके लिये $(n + \ell)$ का मान कम होता है या ऊर्जा का मान कम होता हैं।

18.3 चुम्बकीय क्वांटम संख्या (m)

(a) इसे **जीमान** द्वारा दिया गया तथा 'm' द्वारा प्रदर्शित किया जाता हैं

(b) यह कक्षकों के कुल अभिविन्यास की संख्या के बारे मे बताती हैं,

(c) m का मान – ℓ से + ℓ तक तथा '0' होता हैं।

(d) यह चुम्बकीय क्षैत्र में स्पेक्ट्रमी रेखाओं के विपाटन (spliting) के बारे में बताती है अर्थात यह क्वांटम संख्या जीमान प्रभाव को सिद्ध करती हैं।

(e) दिये गये 'n' के मान के लिये 'm' के कुल मान n^2 के बराबर होते हैं।

(f) 'ℓ' के दिये मान के लिये 'm' के कुल मान $(2\ell + 1)$ हैं,

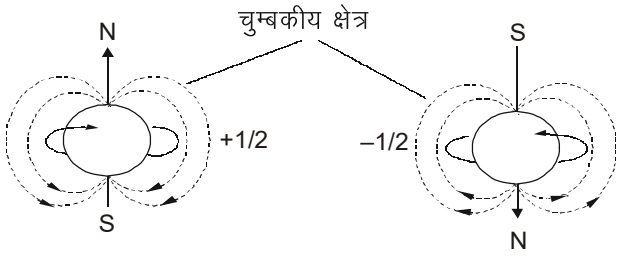
(g) **समभ्रंश कक्षक -** किसी उपकोश के सभी समान ऊर्जा वाले कक्षकों को समभ्रंश कक्षक कहते हैं।

जैसे – p उपकोश में p_x , p_y , p_z

(h) 's' उपकक्ष में समभ्रंश कक्षक = 0.

18.4 चक्रण क्वांटम संख्या (s)

(a) इसे गाउडस्मैट तथा उहलनबैक द्वारा दिया गया, इसे प्रतीक 's' द्वारा प्रदर्शीत किया जाता हैं।



(b) 's' के मान + ½ तथा – ½, है जो अक्ष पर इलेक्ट्रॉन के चक्रण या घूर्णन को दर्शाता हैं।

(c) चक्रण वामावृत तथा दक्षिणावृत्त दोनों प्रकार का होता हैं।

(D) चक्रण कोणिय संवेग $\frac{h}{2\pi}\sqrt{s(s+1)}$

(e) परमाणु का अधिकतम चक्रण = ½ × अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या

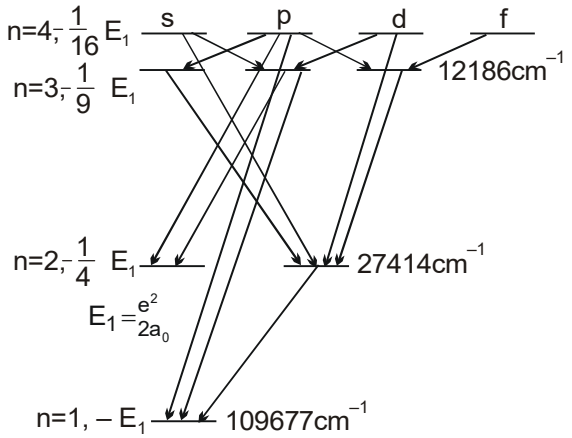
18.6चुनाव नियम :

जब इलेक्ट्रॉन एक कक्षक से दूसरे कक्षक में जाता है तो परमाणुओं का स्पेक्ट्रा प्राप्त होता है। परमाणु के क्वाण्टम यांत्रिकी मॅडल के अनुसार इलेक्ट्रॉनों का संक्रमण कुछ नियमों का पालन करता है। जो निम्न है

(A) 'n' का मान किसी संख्या तक बदल सकता है।

Δn = कोई भी मान

(B) $\Delta\ell = \pm 1$ और $\Delta m = 0, \pm 1$



उदाहरण :

यदि एक इलेक्ट्रॉन मुख्य क्वाण्टम संख्या n=2 से n=1 में जाता है तो उसे $\ell = 1$ से $\ell = 0$ में जाना चाहिये $(1s \leftarrow 2p)$

$1s \leftarrow 2p$ संक्रमण निषेध है क्योंकि $\ell = 0$

हाइड्रोजन परमाणुओं में कुछ अन्य सम्भव संक्रमण ऊपर चित्र में दर्शाये गये हैं।

19. कक्षकों की आकृति

कक्षक : नाभिक के चारों ओर त्रिविमीय स्थान जहाँ पर निश्चित ऊर्जा इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की संभावना अधिकतम होती हैं। कक्षक कहते हैं।

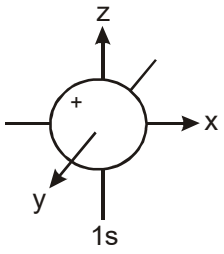
's' कक्षक की आकृति :

(a) 's' कक्षक के लिये $\ell = 0$ तथा m = 0 होता हैं अतः 's' कक्षक केवल एक एकल दिशात्मक अभिविन्यास होता हैं अर्थात इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की संभावनाएँ सभी दिशाओं में समान होती हैं।

(b) n के बढ़ने के साथ 's' कक्षक की ऊर्जा व आकार बढ़ता हैं : 1s < 2s < 3s < 4s.

(c) इसमें दिशात्मक गुण नहीं पाया जाता हैं।

's' कक्षक की आकृति :

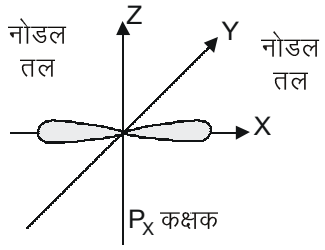


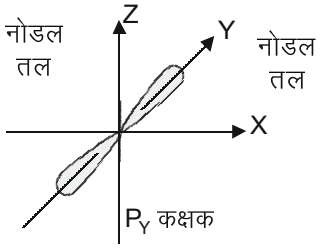
'p' कक्षक की आकृति :

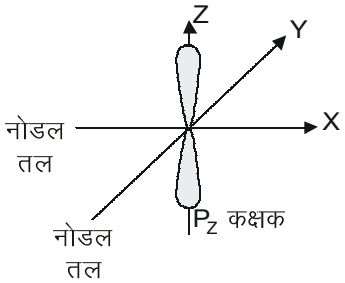
(a) p कक्षक के लिये $\ell = 1$ तथा m = +1, 0, – 1 है अर्थात इसमें तीन 'p' कक्षक होंगे जैसे p_x, p_y, p_z.

(b) 'p' कक्षक की आकृति डम्बलकार होती है, जिसमें दो विपरीत दिशात्मक होती हैं। जो नोडल तल द्वारा पृथक रहती हैं।

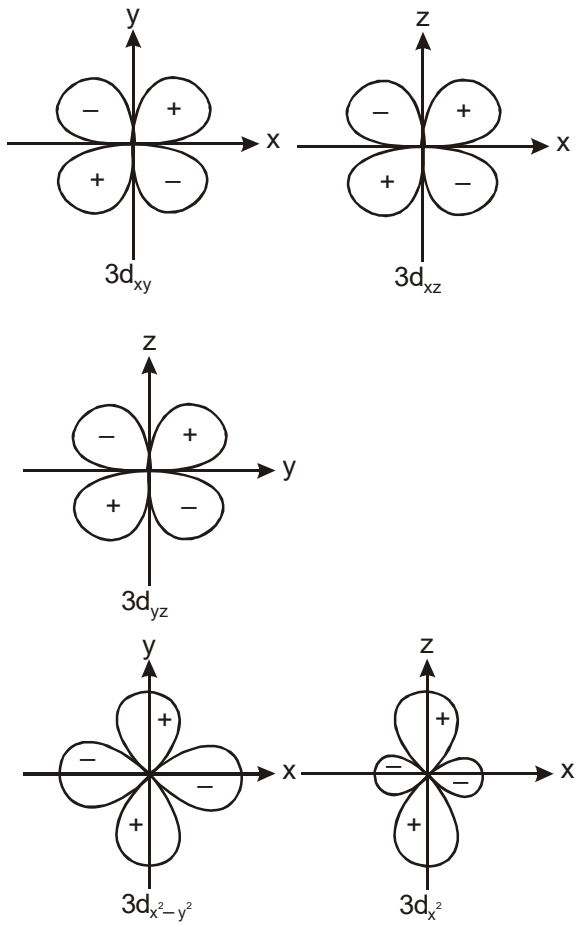
(c) p-कक्षक में दिशात्मक गुण होता हैं।







'd'-कक्षकों की आकृति :



(a) 'd' कक्षक के लिये $\ell = 2$ तथा 'm' = –2, –1, 0, +1, +2 अर्थात 'd' उपकोश में पाँच कक्षक हैं जैसे d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}, $d_{x^2 - y^2}$, d_{z^2} .

(b) प्रत्येक 'd' कक्षक आकृति, आकार तथा ऊर्जा में समान होते हैं।

(c) 'd' कक्षक द्विडम्बलाकार होती हैं।

(d) इसमें दिशात्मक गुण होता हैं।

★ **केवल टारगेट कोर्स के विद्यार्थियों के लिये**

उदाहरण **क्वांटम संख्या तथा कक्षकों की आकृति पर आधारित**

उदा.29 मुख्य क्वांटम संख्या 5 से सम्बन्धित अधिकतम संख्या में परमाण्विक कक्षक होंगे –

(A) 9 (B) 12
(C) 16 (D) 25

उत्तर. (D)

हल. मुख्य कोश में कक्षकों की संख्या $n^2 = 5^2 = 25$.

उदा.30 बेरीलियम के चौथे इलेक्ट्रॉन की क्वांटम संख्याएँ हैं

	n	ℓ	m	s
(A)	1	0	0	1/2
(B)	1	1	1	1/2
(C)	2	0	0	–1/2
(D)	2	1	0	+1/2

उत्तर.(C)

हल. यह $2s^1$ इलेक्ट्रॉन हैं।

उदा.31 कक्षक को इंगित करने के लिये आवश्यकता होती हैं –

(A) मुख्य तथा दिगंशी क्वांटम संख्या की

(B) मुख्या तथा चुम्बकीय क्वांटम संख्या की

(C) दिगंशी तथा चुम्बकीय क्वांटम संख्या की

(D) दिगंशी, चुम्बकीय तथा मुख्या क्वांटम संख्या की

उत्तर. (D)

हल. क्वांटम संख्याएँ किसी इलेक्ट्रॉन का निश्चित कक्षक पर किया गया हस्ताक्षर हैं।

Ex.32 (a) एक इलेक्ट्रॉन 5 f कक्षक में है इसके लिए n, l, m, और s कवाण्टम संख्याओं के क्या सम्भावित मान है ?

(b) इन कक्षकों को क्या पदनाम दिया जाये जो (i) n = 2, l = 1 और

(ii) n = 3, l = 0 ?

हल (a) एक इलेक्ट्रॉन जो 5 f कक्षक में है उसके लिये क्वाण्टम संख्याओं का मान होगा :

n = 5, ℓ = 3 ;

m = –3, –2, -1, 0, +1, +2, +3

and s = either + 1/2 or –1/2

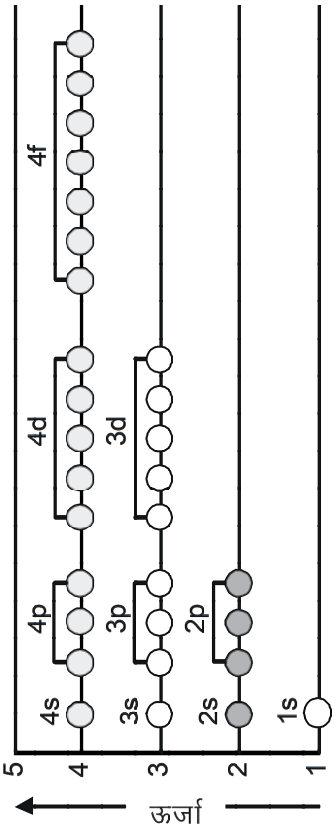
(b) (i) 2p, (ii) 3s.

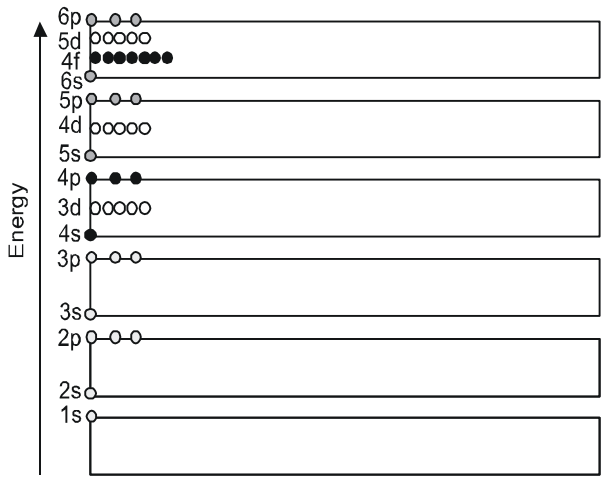
20. ऊर्जा तल चित्र (Energy level diagram)

(a) यह विभिन्न कक्षकों की आपेक्षिक ऊर्जाओं को ऊर्जा तल चित्र द्वारा प्रदर्शित करता हैं।

(b) एक इलेक्ट्रॉन पद्धति : – इस पद्धति में इलेक्ट्रॉन $1s^2$ तल में होता हैं, तथा इसमें मुख्य कोश के सभी उपकोशो की ऊर्जा समान होती हैं, जो कि (ℓ) के मान से स्वतंत्र हैं। यह (ℓ) केवल कक्षक की आकृति को बताता हैं।

(c) बहुल इलेक्ट्रॉन पद्धति : – इस पद्धति में ऊर्जा तल न केवल नाभिकीय आवेश से, लेकिन उपस्थित दूसरे इलेक्ट्रॉन पर भी निर्भर करता हैं।





बहुल इलेक्ट्रॉन युक्त परमाणु के चित्र द्वारा निम्न निष्कर्ष प्राप्त होते हैं।

(a) नाभिक से किसी कोश की दूरी बढ़ने पर ऊर्जा तल भी बढ़ता हैं जैसे ऊर्जा तल 2 >1.

18.5 विभिन्न क्वांटम संख्याओं के मध्य सम्बन्ध :

ऊर्जा स्तर	मुख्य क्वाण्टम संख्या	द्विगंशी क्वाण्टम संख्या	चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या	चक्रण क्वाण्टम संख्या	कक्षक का पदनाम	कुल इलैक्ट्रॉन की संख्या
K	1	0	0	± ½	1s	2
L	2	0	0	± ½	2s	2
		1	-1	± ½	$2p_x$	
			0	± ½	$2p_z$	6
			+1	± ½	$2p_y$	
M	3	0	0	± ½	3s	2
		1	-1	± ½	$3p_x$	
			0	± ½	$3p_z$	6
			+1	± ½	$3p_y$	
		2	- 2	± ½	$3d_{x^2-y^2}$	
			- 1	± ½	$3d_{yz}$	10
			0	± ½	$3d_{z^2}$	
			+1	± ½	$3d_{zx}$	
			+2	± ½	$3d_{xy}$	

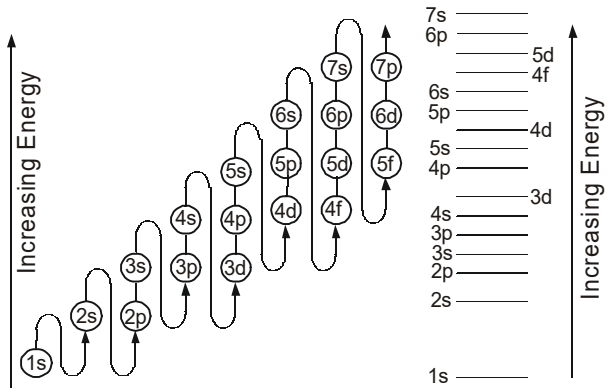
(b) एक ही कोश में उपकोशो की ऊर्जा भी भिन्न हो सकती हैं जो कि ℓ के मान पर निर्भर करती है जैसै ℓ के उच्च मान की ऊर्जा भी उच्च होगी।

जैसे चौथे कोश के लिये –

ऊर्जा तल क्रम

4f > 4d > 4p > 4s

$\ell = 3$ $\ell = 2$ $\ell = 1$ $\ell = 0$



(c) विभिन्न ऊर्जा तलों की आपेक्षिक ऊर्जाओं को $(n + \ell)$ नियम द्वारा समझाया जा सकता हैं।

(i) निम्न $(n + \ell)$ मान युक्त उपकोश की ऊर्जा तल निम्न होती हैं।

For 3d $n = 3$ $\ell = 2$ $\therefore$ $n + \ell = 5$

For 4s $n = 4$ $\ell = 0$ $n + \ell = 4$

(ii) यदि $(n + \ell)$ का मान दो उपकोशो के लिये समान है तो इलेक्ट्रॉन उस उपकोश में भरेगे जिसके लिये 'n' का मान कम हैं।

21. इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

विभिन्न कक्षकों में इलेक्ट्रॉन के वितरण को इलेक्ट्रॉनिक विन्यास कहा जाता हैं। परमाणु के आद्य अवस्था में कक्षकों के भरने का क्रम निम्न नियमों द्वारा निर्धारित होता हैं –

21.1 आफबाउ सिद्धान्त :

(a) यह एक जर्मन शब्द हैं, जिसका अर्थ होता है, बनाना या निर्माण करना।

(b) इस सिद्धान्त के अनुसार ''किसी भी परमाणु के कक्षकों में इलेक्ट्रॉन, कक्षकों की ऊर्जा के बढ़ते क्रम में भरते हैं'' अर्थात निम्नतम ऊर्जा वाले कक्षक में इलेक्ट्रॉन पहले भरे जाते हैं।

(c) कक्षक की ऊर्जा n तथा ℓ के या बोहर–बरी सिद्धान्त, आधार पर निकली जाती हैं,

(D) इस सिद्धान्त के परिणाम

(i) $(n + \ell)$ के निम्न मान वाले कक्षक की ऊर्जा कम होती हैं, उसे पहले भरा जाता हैं।

(ii) जब दो कक्षकों के लिये $(n + \ell)$ के मान समान होते है तो जिस कक्षक के लिये "n" का मान कम होगा उसमें इलेक्ट्रॉन भरे जायेंगे।

21.2 पाउली का अपवर्जन सिद्धान्त (Pauli's Exclusion Principle)

(a) इस सिद्धान्त के अनुसार किसी भी कक्षक में विपरीत चक्रण वाले अधिकतम दो इलेक्ट्रॉन भरे जा सकते हैं अथवा किसी परमाणु में किन्ही भी दो इलेक्ट्रॉनों की चारो क्वांटम संख्याओं s, p, d, व f के मान समान नहीं हो सकते हैं।

(b) किसी परमाणु में तीन क्वांटम संख्याएँ समान हो सकती हैं लेकिन चौथी क्वांटम संख्या (चक्रण) भिन्न होगी।

(c) यह सिद्धान्त एक परमाणु के दो इलेक्ट्रॉनों की चारों क्वांटम संख्याओं के लिये सभी योग संभवनाओं का वर्जन करता हैं, अतः इसे अपवर्जन सिद्धान्त कहते हैं।

इसके परिणाम निम्नलिखित हैं –

(i) मुख्य कोश में अधिकतम इलेक्ट्रून की संख्या = $2n^2$

(ii) उपकोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन की संख्या = $2(2\ell + 1)$

(iii) कोश में अधिकतम उपकोश की सख्या = n

(iv) मुख्य कोश में कक्षकों की संख्या = n^2

(v) एक कक्षक में दो से अधिक इलेक्ट्रॉन नहीं भरे जा सकते हैं।

21.3 हुण्ड्स का अधिकतम बहुलकता का नियम (Hund's Rule of Maximum Multiplicity)

(a) यह नियम एक ही उपकोश के समभ्रंश कक्षकों से सम्बधित हैं।

(b) इस नियम के अनुसार ''जब समान ऊर्जा के कक्षकों में इलेक्ट्रॉन भरे जाते है तो इलेक्ट्रॉन का युग्मन तब तक नहीं होता जब तक की सभी (समभ्रंश) कक्षकों में समानान्तर चक्रण वाले इलेक्ट्रॉन नहीं भर जाते''

(c) नियमानुसार एक की उपकोश p, d तथा f में क्रमशः चौथे, छठे तथा आठवे इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा।

(d) इसका कारण यह है कि एक ही कक्षक में समआवेशित इलेक्ट्रॉनों के मध्य प्रतिकर्षण को कम करने के लिये इलेक्ट्रॉनों के मध्य प्रतिकर्षण होता हैं।

(e) मध्य के प्रतिकर्षण को कम करनें के लिये इलेक्ट्रॉन भिन्न कक्षकों में जाते हैं।

(f) यह भिन्न कक्षकों में उपस्थित (सामान्तर चक्रण वाले) इलेक्ट्रॉन आदान प्रदान ऊर्जा को कम करता हैं।

(g) अधिकतम बहुलकता का अर्थ है, एक ही प्रकार के कक्षकों में इलेक्ट्रोन अधिकतम अयुग्मित रहते हैं।

22.अर्द्ध पूरित तथा पूर्ण पूरित कक्षकों का उच्च स्थायित्व ::

इनके स्थायित्व के निम्न कारण हैं

22.1 कक्षको में समरूपता (Symmetry of orbitals) -

(a) समरूपता स्थायित्व बढ़ाती हैं

(b) यदि इलेक्ट्रॉन का एक कक्षक से दूसरे में निम्न ऊर्जा के स्थानान्तरण द्वारा सममित इलेक्ट्रॉन विन्यास प्राप्त होता हैं, तो इसका स्थायित्व अधिक होता हैं।

(c) p^3, d^5, f^7 विन्यास इसके निकटवर्ती विन्यासों से अधिक स्थाई हैं।

22.2 विनिमय ऊर्जा (Exchange Energy)

(a) विभिन्न उपकोशों में उपस्थित इलेक्ट्रॉन अपनी स्थिति का विनिमय करते हैं, जबकि एक ही उपकोश के इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा समान होती हैं।

(b) एक ही उपकोश में इलेक्ट्रॉन के विनिमय द्वारा ऊर्जा का उत्सर्जन होता हैं।

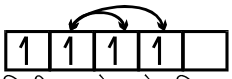
(c) अर्द्ध भरे या पूर्ण भरे कक्षकों की विनिमय ऊर्जा अधिकतम होती हैं, तथा यह उच्च उपकोश से निम्न उपकोश में इलेक्ट्रॉन के स्थानान्तरण से उत्सर्जित ऊर्जा से अधिक होती हैं। जैसें 4s से 3d कक्षक में (Cu तथा Cr)

(d) समान्तर चक्रण वाले समभ्रंश कक्षकों के इलेक्ट्रॉनों में विनिमय की संख्या जितनी अधिक होगी उतनी ही अधिक ऊर्जा उत्सर्जित होगी तथा स्थायित्व उतना ही बढ़ेगा।

(e) d^4 तथा d^5 में समान्तर चक्रण वाले इलेक्ट्रॉन में संभव विनिमय की संख्याओं की गणना।

(A)

प्रथम इले. के लिए 3 विनिमय संभव कुल विनिमय संख्या = 3 + 2 + 1 = 6

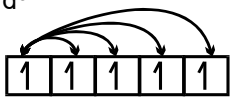
(B) 

द्वितीय इले. के लिए 2 विनिमय

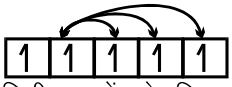
(C)

तृतीय इले. के लिए 1 विनिमय

d^5

(A) 

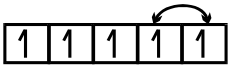
प्रथम इलें. के लिए 4 विनिमय

(B) 

द्वितीय इलें के लिए 3 विनिमय

(C)

तृतीय इलें के लिए 2 विनिमय

(D) 

चौथे इलें. के लिए एक (A) विनिमय कुल विनिमय की कुल संख्या = 4 + 3 + 2 + 1 = 10

23. तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

Element	At.No.	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	6d	5f
H	1	1													
He	2	2													
Li	3	2	1												
Be	4	2	2												
B	5	2	2	1											
C	6	2	2	2											
N	7	2	2	3											
O	8	2	2	4											
F	9	2	2	5											
Ne	10	2	2	6											
Na	11	2	2	6	1										
Mg	12	2	2	6	2										
Al	13	2	2	6	2	1									
Si	14	2	2	6	2	2									
P	15	2	2	6	2	3									
S	16	2	2	6	2	4									
Cl	17	2	2	6	2	5									
Ar	18	2	2	6	2	6									
K	19	2	2	6	2	6	1								
Ca	20	2	2	6	2	6	2								
Sc	21	2	2	6	2	6	1	2							
Ti	22	2	2	6	2	6	2	2							
V	23	2	2	6	2	6	3	2							
*Cr	24	2	2	6	2	6	5	1							
Mn	25	2	2	6	2	6	5	2							
Fe	26	2	2	6	2	6	6	2							
Co	27	2	2	6	2	6	7	2							
Ni	28	2	2	6	2	6	8	2							

Element	At.No.	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	6d	5f
*Cu	29	2	2	6	2	6	10	1							
Zn	30	2	2	6	2	6	10	2							
Ga	31	2	2	6	2	6	10	2	1						
Ge	32	2	2	6	2	6	10	2	2						
As	33	2	2	6	2	6	10	2	3						
Se	34	2	2	6	2	6	10	2	4						
Br	35	2	2	6	2	6	10	2	5						
Kr	36	2	2	6	2	6	10	2	6						
Rb	37	2	2	6	2	6	10	2	6			1			
Sr	38	2	2	6	2	6	10	2	6			2			
Y	39	2	2	6	2	6	10	2	6	1		2			
Zr	40	2	2	6	2	6	10	2	6	2		2			
*Nb	41	2	2	6	2	6	10	2	6	4		1			
*Mo	42	2	2	6	2	6	10	2	6	5		1			
Tc	43	2	2	6	2	6	10	2	6	5		2			
*Ru	44	2	2	6	2	6	10	2	6	7		1			
*Rh	45	2	2	6	2	6	10	2	6	8		1			
*Pd	46	2	2	6	2	6	10	2	6	10					
*Ag	47	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1			
Cd	48	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2			
In	49	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	1		
Sn	50	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	2		
Sb	51	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	3		
Te	52	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	4		
I	53	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	5		
Xe	54	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6		

Element	At.No.	K	L	M	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	6f	7s
Cs	55	2	8	18	2	6	10		2	6			1				
Ba	56	2	8	18	2	6	10		2	6			2				
*La	57	2	8	18	2	6	10		2	6	1		2				
Ce	58	2	8	18	2	6	10	2	2	6			2				
Pr	59	2	8	18	2	6	10	3	2	6			2				
Nd	60	2	8	18	2	6	10	4	2	6			2				
Pm	61	2	8	18	2	6	10	5	2	6			2				
Sm	62	2	8	18	2	6	10	6	2	6			2				
Eu	63	2	8	18	2	6	10	7	2	6			2				
*Gd	64	2	8	18	2	6	10	7	2	6	1		2				
Tb	65	2	8	18	2	6	10	9	2	6			2				
Dy	66	2	8	18	2	6	10	10	2	6			2				
Ho	67	2	8	18	2	6	10	11	2	6			2				
Er	68	2	8	18	2	6	10	12	2	6			2				
Tm	69	2	8	18	2	6	10	13	2	6			2				
Yb	70	2	8	18	2	6	10	14	2	6			2				
Lu	71	2	8	18	2	6	10	14	2	6	1		2				

Elements	At.No.	K	L	M	N	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	6f	7s
Hf	72	2	8	18	2	6	10	14	2	6	2	2					
Ta	73	2	8	18	2	6	10	14	2	6	3	2					
W	74	2	8	18	2	6	10	14	2	6	4	2					
Re	75	2	8	18	2	6	10	14	2	6	5	2					
Os	76	2	8	18	2	6	10	14	2	6	6	2					
Ir	77	2	8	18	2	6	10	14	2	6	7	2					
*Pt	78	2	8	18	32				2	6	9	1					
*Au	79	2	8	18	32				2	6	10	1					
Hg	80	2	8	18	32				2	6	10	2					
Ti	81	2	8	18	32				2	6	10	2	1				
Pb	82	2	8	18	32				2	6	10	2	2				
Bi	83	2	8	18	32				2	6	10	2	3				

Element	At.No.	K	L	M	4s	4p	4d	4f	5s	5d	5d	5f	6s	6p	6d	6f	7s
Po	84	2	8	18	32				2	6	10		2	4			
At	85	2	8	18	32				2	6	10		2	5			
Rn	86	2	8	18	32				2	6	10		2	6			
Fr	87	2	8	18	32				2	6	10		2	6			1
Ra	88	2	8	18	32				2	6	10		2	6			2
*Ac	89	2	8	18	32				2	6	10		2	6	1		2
*Th	90	2	8	18	32				2	6	10	0	2	6	2		2
*Pa	91	2	8	18	32				2	6	10	2	2	6	1		2
*U	92	2	8	18	32				2	6	10	3	2	6	1		2
Np	93	2	8	18	32				2	6	10	5	2	6	1		2
Pu	94	2	8	18	32				2	6	10	6	2	6			2
Am	95	2	8	18	32				2	6	10	7	2	6			2
*Cm	96	2	8	18	32				2	6	10	7	2	6	1		2
*bk	97	2	8	18	32				2	6	10	8	2	6	1		2
Cf	98	2	8	18	32				2	6	10	10	2	6			2
Fs	99	2	8	18	32				2	6	10	11	2	6			2
Fm	100	2	8	18	32				2	6	10	12	2	6			2
Md	101	2	8	18	32				2	6	10	13	2	6			2
No	102	2	8	18	32				2	6	10	14	2	6			2
*Lw	103	2	8	18	32				2	6	10	14	2	6	1		2
Ku	104	2	8	18	32				2	6	10	14	2	6	2		2
Ha	105	2	8	18	32				2	6	10	14	2	6	3		

उदाहरण इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर आधारित

उदा.33 मुख्य क्वांटम संख्या 'n' के विभिन्न उपकोशों की ऊर्जाओं का सही क्रम हैं –
(A) f > d > p > s (B) s > p < d > f
(C) f > p > d > s (D) s > f > p > d

उत्तर. **(A)**

हल. यह नियमानुसार हैं।

उदा.34 रूबीडियम (Z = 37) के बाहतम इलेक्ट्रॉल के लिये चारों क्वांटम संख्याओं का सही क्रम हैं –
(A) 5, 0, 0, 1/2 (B) 5, 1, 0, 1/2
(C) 5, 1, 1, 1/2 (D) 6, 0, 0, 1/2

उत्तर. **(A)**

हल. इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $5s^1$ हैं।

उदा.35 उपकोशों की ऊर्जाओं का बढ़ता क्रम हैं –
(A) 3s, 3p, 4s, 3d, 4p
(B) 3s, 3p, 3d, 4s, 4p
(C) 3s, 3p, 4s, 4p, 3d
(D) 3s, 3p, 3d, 4p, 4s

उत्तर. **(A)**

हल. यह $(n + \ell)$ नियमानुसार हैं।

उदा.36 d^7 विन्यास के परिणामी कुल चक्रण हैं –
(A) 3/2 (B) 1/2
(C) 2 (D) 1.

उत्तर.(A)

हल. d^7, के लिये तीन अयुग्मित इलेक्ट्रॉन का चक्रण

$= 3 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$

उदा.37 परमाणुओं जिनका परमाणु क्रमांक 7, 24, 34 एवं 36 है, के लिए कुल चक्रण चुम्बकीय आघूर्ण की गणना कीजिये।

हल. इलेक्ट्रॉन विन्यास है

$_7N$: $1s^2, 2s^2 2p^3$

अनुमानित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 3

$_{24}Cr$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^5 3d^5, 4s^1$

अनुमानित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 6

$_{34}Se$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^4$

अनुमानित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 2

$_{36}Kr$: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6$

अनुमानित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 0

∴ एक परमाणु के लिये कुल चक्रण

= ± 1/2 x अनुमानित इलेक्ट्रॉन की संख्या

$_7N$, के लिये, यह है = ± 3/2 ;

$_{24}Cr$, के लिये, यह है = ± 3

$_{34}Se$, के लिये, यह है = ± 1 ;

$_{36}Kr$, के लिये, यह है = 0

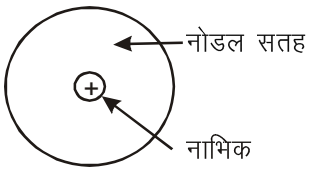
चुम्बकीय आघूर्ण = $\sqrt{[n(n+2)]}$ बोहर मैग्नेटन

$_7N$, के लिये यह है = $\sqrt{(15)}$; $_{24}Cr$, के लिये यह है = $\sqrt{(48)}$

$_{34}Se$, के लिये यह है = $\sqrt{(8)}$

24. कुछ महत्वपूर्ण परिभाषाएँ

24.1नोडल सतह (Nodal surface)



दो उपकोशों के मध्य का वह स्थान जहाँ इलेक्ट्रॉन पाये जाने की संभावना शून्य हो को **नोडल सतह** कहते हैं। किसी एक परमाणु में नोडल सतह की संख्या =(n – 1), जहाँ 'n' परमाणु में कोशों की कुल संख्या हैं।

24.2 नोडल तल (Nodal plane)

'p' तथा 'd' कक्षकों का वह स्थान जहाँ इलेक्ट्रॉन घनत्व लगभग शून्य होता है, **नोडल तल** कहते हैं।

For p_x = yz

p_y = xz

p_z = xy

For d_{xy} = yz, zx

d_{yz} = xy, xz

$d_{x^2-y^2}$ = 0

d_{zx} = xy, yz

d_{z^2} = 0

24.3 नोडल बिन्दु (Nodal Point)

परमाणु का नाभिक **नोडल बिन्दु** कहलाता हैं।

24.4 तुल्यांतरी नाभिकीय (Isodiapheres)

तत्त्व जिनके (n – p) का मान समान होता हैं, **आइसोडायफर्स** कहलाते हैं।

जैसे	$_7N^{14}$	$_8O^{16}$
(n – p) के मान	0	0

24.5 समपरासरी / समन्यूट्रॉनी (Isotone)

भिन्न भिन्न तत्वों के परमाणु जिनमें न्यूट्रानों की संख्या समान होती हैं, **समपरासरी** कहलाते हैं।

जैसें	$_{14}Si^{30}$	$_{15}P^{31}$	$_{16}S^{32}$
न्यूट्रॉनों की संख्या	16	16	16

24.6 समस्थानिक (Isotopes)

(i) सर्वप्रथम 'सोडी' द्वारा दिया गया।

(ii) समस्थानिकों के परमाणु क्रमांक समान लेकिन द्रव्यमान संख्या भिन्न होती हैं।

(iii) समान परमाणु क्रमांक के कारण इनके रासायनिक गुण समान होते हैं।

(iv) परमाणु द्रव्यमान भिन्न होने के कारण भौतिक गुण भिन्न भिन्न होते है।

जैसें	$_1H^1$ प्रोटियम	$_1H^2$ ड्यूटीरियम	$_1H^3$ ट्रिटियम
Z =	1	1	1
A =	1	2	3

24.7 समभारिक (Isobar)

दो भिन्न परमाणु जिनके परमाणु क्रमांक भिन्न लेकिन परमाणु द्रव्यमान समान होते हैं **समभारिक** कहलाते हैं।

जैसें	$_{18}Ar^{40}$	$_{19}K^{40}$	$_{20}Ca^{40}$
द्रव्यमान संख्या	40	40	40
परमाणु क्रमांक	18	19	20

24.8 समाकृतिक (Isomorphous)

दो भिन्न प्रकार के यौगिक जिनकी क्रिस्टलीय संरचना समान प्रकार की होती है, समाकृतिक कहलाते है तथा इनका यह गुण समाकृतिकता कहलाता है

जैसें

$FeSO_4 . 7H_2O$	$ZnSO_4 . 7H_2O$
हरा कशीश	श्वेत कशीश
(Green vitriol)	(White vitriol)
हेप्टा हाइड्रेटफेरस सल्फेट	हेप्टा हाइड्रेट जिंक सल्फेट

24.9 समावयवी (Isomers)

दो या दो से अधिक यौगिक जिनके अणुसुत्र समान लेकिन भौतिक या रासायनिक गुण भिन्न होते हैं समावयवी तथा इनका यह गुण समावयवता कहलाता हैं।

जैसें $C_2H_6O \rightarrow C_2H_5OH$ & $CH_3 - O - CH_3$

24.10 समइलेक्ट्रॉनिक (Isoelectronic)

आयन, परमाणु, अणु या स्पशीज जिनमें समान संख्या में इलेक्ट्रॉन पाये जाते है, समइलेक्ट्रॉनिक कहलाते हैं।

जैसे	$_{17}Cl^-$	$_{18}Ar$	$_{19}K^+$	$_{20}Ca^{+2}$
इलैक्ट्रॉन की संख्या	18	18	18	18

जैसे	CN^-	CO
इलैक्ट्रॉन की संख्या	14	14

24.11 समविन्यासी (Isosters)

यौगिक जिनमें इलेक्ट्रॉन तथा परमाणुओं की संख्या समान होती है। समविन्यासी कहलाते हैं।

जैसे	CO_2	N_2O
	22	22

24.12 करनेल (Kernel)

किसी परमाणु के बाह्यतम कोश को पृथक करने के पश्चात बचे आन्तरिक कोश युक्त परमाणु को करनेल कहते हैं तथा कोशों के इलेक्ट्रोनों को करनेल इलेक्ट्रॉन भी कहते हैं।

जैसें $Mg = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6,\ 3s^2$

कुल करनेल इलेक्ट्रोनों की संख्या = 2 + 2 + 6 = 10

24.13 कोर (Core)

(i) किसी परमाणु का बाह्यतम कोश कोर कहलाता है तथा इसके इलेक्ट्रॉन कोर इलेक्ट्रॉन कहलाते है।

जैसें $Cl = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

कोर इलेक्ट्रॉन = 2 + 5 = 7

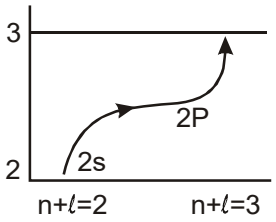
(ii) यदि कोर अस्थाई है तो परमाणु परिवर्तनशील संयोजकता दर्शाता हैं।

नोट : जब इलेक्ट्रॉन स्थाई अवस्था में है तब इलेक्ट्रॉन के चुम्बकीय क्षेत्र का मान शून्य होता हैं।

24.14 प्रमोशन (Promotion) :

किसी कक्ष या कोश में इलेक्ट्रॉनों का उपकोशों के मध्य स्थानान्तरण प्रमोशन कहलाता हैं, जबकि एक इलेक्ट्रॉन का एक ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में स्थानान्तरण संक्रमण कहलाता है। प्रमोशन के पूर्ण होने के बाद ही संक्रमण सम्पन्न होता है

जैसे 2s $(n + \ell = 2 + 0 = 2)$ से एक इलेक्ट्रॉन का 2p में स्थानान्तरण प्रमोशन तथा 2^{nd} कक्ष से 3^{rd} कक्ष में (या 2p से 3s मे) इलेक्ट्रॉन का स्थानान्तरण संक्रमण कहलाता है।



24.15 त्रिज्य एवं कोणीय फलन :

श्रोडिंगजर समीकरण को ध्रुवीय निर्देशांकों के रूप में इस प्रकार लिखते है।

$$\frac{1}{r^2}\ \frac{\partial}{\partial r}\left(\left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2 s^2 \theta} \cdot \frac{\partial^2 \psi}{\partial \phi^2} + \frac{1}{r^2}\ \frac{1}{\sin\theta}\right.$$

$$\frac{\partial}{\partial \theta}\ \frac{\partial \psi}{\partial \theta} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}\ (E - V)\ \psi = 0$$

इसके हल का निम्न रूप है

$y = R(r) . \Theta(\theta) . \Phi(\phi)$ ..... (i)

R(r) वह फलन है जो नाभिक से दूरी पर निर्भर करता है जोकि क्वाण्टम संख्या n एवं l पर निर्भर करता है।

$\Theta(\theta)$, θ का फलन है जो क्वाण्टम संख्याओं l एवं m पर निर्भर करती है।

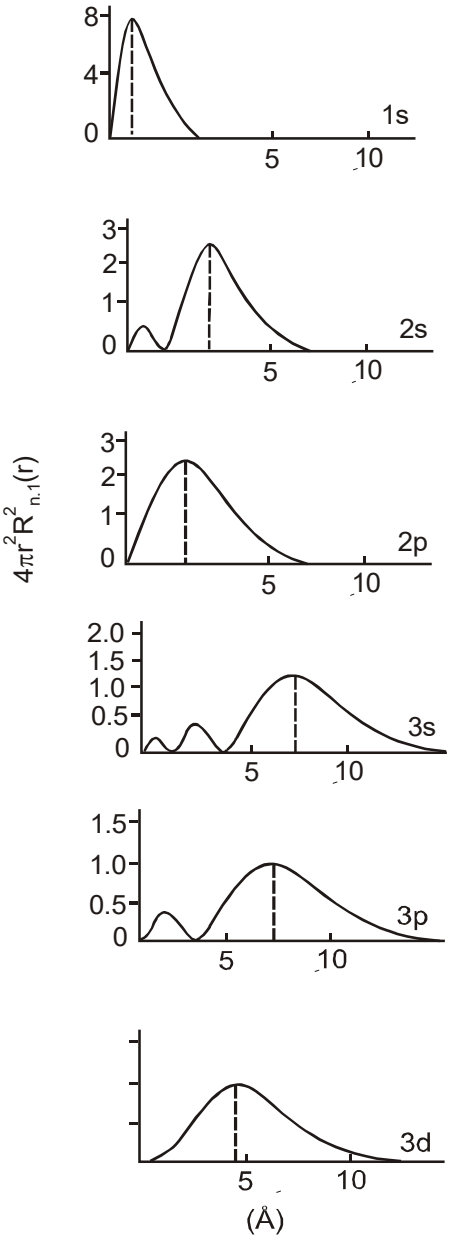
$\Phi(\phi)$, ϕ का फलन है जो क्वाण्टम संख्या m पर निर्भर करती है।

समीकरण (i) को पुनः लिख सकते है $y = R(r)_{nl} . A_{ml}$ यह तरंग फलन को दो भागों में विखण्डित करता है जिसे अलग अलग हल किया जा सकता है।

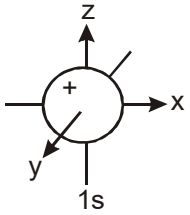
(i) R(r) त्रिज्य फलन है जो क्वाण्टम संख्या n एवं l पर निर्भर करती है।

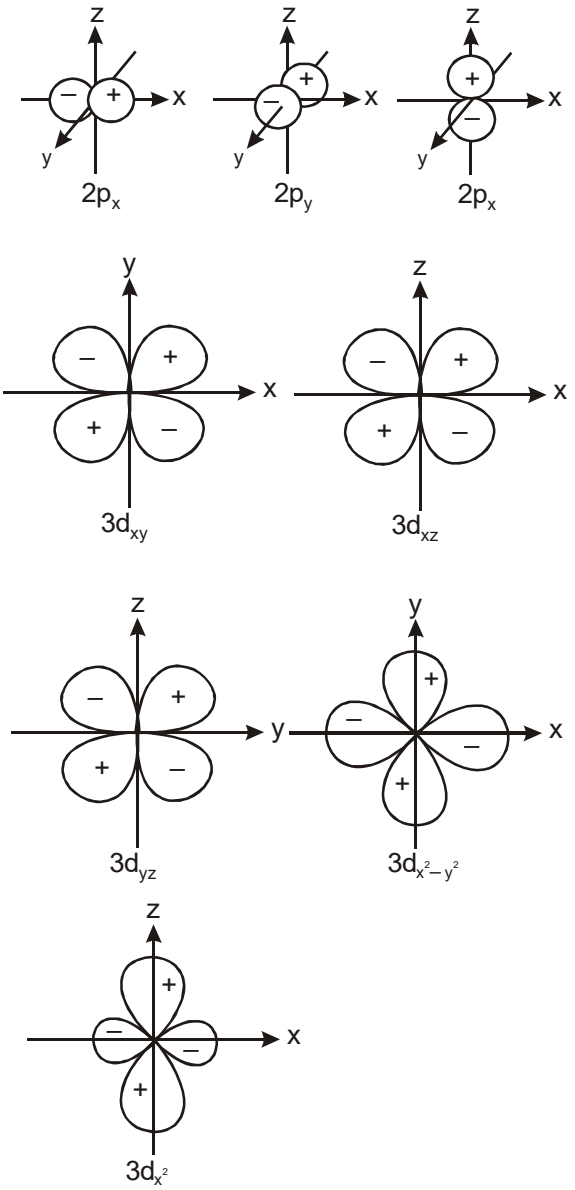
(ii) A_{ml} कुल कोणीय तरंग फलन है जो क्वाण्टम संख्या m एवं l पर निर्भर करती है।

त्रिज्य फलन R का कोई भौतिक अर्थ नहीं है लेकिन R^2 दिये हुये आयतन dv में इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की प्रायिकता बताता है। दिये हुये r के लिये छोटे आयतनों की संख्या $4\pi r^2$ है इसलिये नाभिक से r की दूरी पर पाये जाने वाले इलेक्ट्रॉन की प्रायिकता $4\pi r^2 R^2$ है इसे हाइड्रोजन का त्रिज्य वितरण फलन कहा जाता है। इसके आलेख निम्न है –



कोणीय फलन A दिशा पर निर्भर करता है यह नाभिक से दूरी पर निर्भन नहीं करता है। दी हुयी दिशा पर इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की प्रायिकता A^2 है। इसे निम्न ध्रुवीय चित्र द्वारा दर्शाया गया है।





हाइड्रोजन परमाणु के 1s, 2p एवं 3d कक्षकों के लिए $A(\theta, \phi)$ के ध्रुवीय चित्र

यह ध्रुवीय चित्र कुल तरंग फलन ψ को निर्देशित नहीं करता है परन्तु तरंग फलन के कोणीय भाग को प्रदर्शित करता है। यह चित्र सामान्यतः परमाणुओं के मध्य कक्षकों के अतिव्यापन को प्रदर्शित करता है। मूलभूल रूप से आबन्ध के लिये समान चिन्ह वाले कक्षक अतिव्यापन करने चाहिये।

कुछ महत्वपूर्ण बिन्दु

- ❖ बड़े पदार्थो जैसे क्रिकेट बॉल, कार, रेलगाड़ी आदि के लिये तरंग प्रकृति का कोई महत्व नहीं हैं।
- ❖ डी ब्रॉगली संकल्पना का महत्वपूर्ण उपयोग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्म दर्शी के निर्माण तथा इलेक्ट्रॉन विवर्तन द्वारा, ठोसों के सतह के अध्ययन में किया जाता हैं।
- ❖ इलेक्ट्रॉन तरंग की तरंग दैर्ध्य जितनी छोटी होगी उतनी ही इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता अधिक होगी।
- ❖ गणना में अनिश्चितता किसी प्रयोगात्मक तकनीक की कमी के कारण न होकर उप परमाण्विय कण की प्रकृति के द्वारा होती हैं।
- ❖ कक्षकों की आकृति श्रोडिंगर समीकरण के गणितीय हल का क्रियात्मक प्रस्तुतीकरण हैं। वे किसी पदार्थ या विद्युत आवेश चित्र का प्रस्तुतीकरण नहीं करते हैं।

SOLVED EXAMPLES

Ex.1 बॉमर एवं लाइमन श्रेणी की अन्तिम रेखाओं की तरंग दैर्ध्य का अनुपात है
(A) 4 : 1 (B) 27 : 5
(C) 3 : 1 (D) 9 : 4

Sol.(A) स्पेक्ट्रल रेखा की तरंग दैर्ध्य निम्न व्यंजक द्वारा दी जाती है

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

लाइमन श्रेणी के लिए $n_1 = 1$, बामर श्रेणी के लिए $n_1 = 2$
दोनो श्रेणियों की अन्तिम रेखा $n_2 = \infty$
लाइमन श्रेणी के लिए

$$\frac{1}{\lambda_L} = R\left(1 - \frac{1}{\infty}\right) = R\,(1 - 0) = R$$

$$\lambda_L = \frac{1}{R}$$

बामर श्रेणी के लिए

$$\frac{1}{\lambda_B} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{R}{4}$$

$$\lambda_B = \frac{4}{R}$$

$$\frac{\lambda_B}{\lambda_L} = \frac{4}{R} \times \frac{R}{1} = \frac{4}{1}$$

Ex.2 एक इलेक्ट्रोन को अनन्त दूरी से परमाणु की नाभिक के निकट लाया जाये तो इलेक्ट्रान नाभिक तन्त्र की ऊर्जा –
(A) बढ़ेगी (B) घटेगी
(C) समान रहती है (D) इनमें से कोई नही

Sol.(B) इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा (P.E.) इसकी नाभिक से दूरी का फलन होती है तथा यह निम्न प्रकार कुलॉम नियम द्वारा दी जाती है।

$$\text{P.E.} = -\frac{e^2}{r}$$

कुल ऊर्जा = K.E. + P.E.

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{e^2}{r} \quad \left(\frac{1}{2}mv^2 = \frac{e^2}{2r}\right)$$

$$= -\frac{e^2}{2r}$$

जैसे 'r' का मान घटता है ऊर्जा घटती चली जाती है।

Ex.3 हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रान को सर्वाधिक स्थायी बोहर कक्षा से नाभिक से अधिकतम दूरी पर संक्रमण के लिए 864 यादृच्छिक मात्रक (arbitrary units) ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

$n = \infty$ $E = 0$ यादृच्छिक मात्रक मानी हुयी इकाई
$n = 4$
$n = 3$
$n = 2$
$n = 1$ $E = -864$ यादृच्छिक मात्रक

इलेक्ट्रान को बोहर की तीसरी कक्षा से $n = \infty$ कक्षा में स्थानान्तरण कराने पर ऊर्जा की आवश्यकता होगी
(A) 96 यादृच्छिक मात्रक
(B) 192 यादृच्छिक मात्रक
(C) 288 यादृच्छिक मात्रक
(D) 384 यादृच्छिक मात्रक

Sol.(A) परमाणु की प्रथम बोहर कक्षा की ऊर्जा

$$-\frac{2\pi^2me^4}{h^2} = -864$$

H परमाणु की तीसरी बोहर कक्षा की ऊर्जा

$$= -\frac{2\pi^2me^4}{h^2} \times \frac{1}{3^2} = -864 \times \frac{1}{9}$$

= –96 यादृच्छिक मात्रक
इलेक्ट्रोन को अलग करने के लिए आवश्यक ऊर्जा
$= E_\infty - E_n = 0 - (-96)$
= 96 यादृच्छिक मात्रक

Ex.4 इलेक्ट्रोन संक्रमण में स्पेक्ट्रल रेखा की तरंगदैर्ध्य व्युत्क्रमानुपाती है -
(A) परमाणु का नाभिकीय आवेश
(B) ऊर्जा स्तरों में अन्तर
(C) इलेक्ट्रोन का वेग
(D) संक्रमण में सम्मिलित कक्षकों की संख्या

Sol.(A) $$\frac{1}{\lambda} = \frac{2\pi^2me^4Z^2}{ch^3(4\pi\varepsilon_0)^2} = \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

$$\lambda \propto \frac{1}{Z^2}$$

Ex.5 हाइड्रोजन परमाणु की प्रथम एवं दूसरी कक्षाओं के आवर्त काल का अनुपात है -
(A) 1 : 4 (B) 1 : 8
(C) 1 : 2 (D) 2 : 1

Sol.(B) प्रथम कक्षा में आवर्तकाल $(T_1) = \frac{2\pi r_1}{v_1}$

द्वितीय कक्षा में आवर्तकाल $(T_2) = \frac{2\pi r_2}{v_2}$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi r_1}{v_1} \times \frac{v_2}{2\pi r_2} = \frac{r_1}{r_2} \times \frac{v_2}{v_1}$$

प्रथम कक्षा में इलेक्टॉन का वेग

$$= \frac{2.188\times10^8}{1} \text{ cm s}^{-1}$$

द्वितीय कक्षा में इलेक्ट्रॉन का वेग

$$= \frac{2.188\times10^8}{2} \text{ cm s}^{-1}$$

प्रथम कक्षा की त्रिज्या $= 0.528 \times 10^{-8}$ cm

द्वितीय कक्षा की त्रिज्या $= 0.528 \times 10^{-8} \times 4$ cm

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{0.528\times10^{-8}}{0.528\times10^{-8}\times4} \times \frac{2.188\times10^{-8}}{2\times2.188\times10^8} = \frac{1}{8}$$

Ex.6 हाइड्रोजन परमाणु में निम्न में से किसमें ऊर्जा की आवश्यक मात्रा अधिकतम होगी

(A) $n_2 \rightarrow n_3$ संक्रमण (B) $n_\infty \rightarrow n_1$ संक्रमण

(C) $n_1 \rightarrow n_2$ संक्रमण (D) $n_3 \rightarrow n_5$ संक्रमण

Sol.(C) $E_n = \frac{2\pi^2 me^4}{n^2h^2(4\pi\varepsilon_0)^2}$ तथा

$$\Delta E = -\frac{2\pi^2 me^4}{h^2(4\pi\varepsilon_0)^2}\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

Ex.7 CO के साथ समइलेक्ट्रानिक आयन है -

(A) CN^- (B) O_2^+

(C) O_2^- (D) N_2^+

Sol.(A) CO $6 + 8 = 14$

CN^- $6 + 7 + 1 = 14$

O_2^+ $8 \times 2 - 1 = 15$

O_2^- $8 \times 2 + 1 = 17$

N_2^+ $7 \times 2 - 1 = 13$

Ex.8 निम्नलिखित में कौन से कथन बोहर सिद्धान्त के सन्दर्भ में सही है ?

(A) इलेक्ट्रान की गतिज ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा की आधी होती है।

(B) इलेक्ट्रान की गतिज ऊर्जा ऋणात्मक कुल ऊर्जा के बराबर होती है।

(C) मुख्य क्वाण्टम संख्या के बढ़ने पर इलेक्ट्रान की ऊर्जा घटती है।

(D) प्रथम उत्तेजित हाइड्रोजन परमाणु की आयन अवस्था के एक चौथाई ऋणात्मक मान के बराबर है।

Sol.(A,B,D)

हाइड्रोजन जैसे परमाणु के लिए इलेक्ट्रान की ऊर्जा $E = K.E. + P.E.$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{Ze^2}{(4\pi\varepsilon_0)r}$$

इलेक्ट्रोन की वृत्ताकार गति की स्थिरता से

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{(4\pi\varepsilon_0)r^2};$$

इसलिये $E = \frac{1}{2}\frac{Ze^2}{(4\pi\varepsilon_0)r} - \frac{Ze^2}{(4\pi\varepsilon_0)r}$

या $E = -\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{(4\pi\varepsilon_0)r}$

Ex.9 Z परमाणु भार वाले तत्व के दो समस्थानिक है जिनका परमाणु भार Z – 1 एवं Z + 2 है। भारी समस्थानिक की पाये जाने की प्रतिशत मात्रा है -

(A) 0.25 (B) 33.3

(C) 66.6 (D) 75

Sol.(B) $Z = \frac{(Z-1)x + (Z+2)(100-x)}{100}$

Ex.10 दृश्य स्पेक्ट्रम में, बैंगनी (400 nm) और लाल (750 nm) विकिरणों के मध्य आवृत्ति अनुपात है -

(A) 8/15

(B) 4/15

(C) 15/8

(D) इनमें से कोई नहीं

Sol.(C) $\nu = \frac{c}{\lambda}$

बैंगनी के लिये (400 nm) $\nu_1 = \frac{c}{400x10^{-9}}$

लाल के लिये (750 nm) $\nu_2 = \frac{c}{750x10^{-9}}$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{750}{400} = \frac{15}{8}$$

Q.11 2s कक्षक में, इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग है –

(A) $+\frac{1}{2}\frac{h}{2\pi}$ (B) शून्य

(C) $\frac{h}{2\pi}$ (D) $\sqrt{2}\frac{h}{2\pi}$

Sol.(B) कक्षीय कोणीय संवेग $= \sqrt{\ell(\ell+1)}\frac{h}{2\pi}$

$\sqrt{\ell(\ell+1)} = h$ s-कक्षक के लिये $\ell = 0$

इसलिये कक्षीय कोणीय संवेग शून्य है।

Ex.12 f-उपकोश के बाद आने वाले उपकोश को g-उपकोश कहा जाता है। g-उपकोश में g-उपकक्षकों की संख्या एवं मुख्य कोश में कुल कक्षकों की संख्या क्रमश है –

(A) 10 तथा 25 (B) 9 तथा 25
(C) 11 तथा 23 (D) 15 तथा 45

Sol.(B) g-उपकोश के लिये : $n = 5$ तथा $\ell = 4$

कक्षकों की संख्या $= (2\ell + 1) = 9$

मुख्य कक्षा में कुल कक्षकों की संख्या $= n^2 = (5)^2 = 25$

Ex.13 प्राकृतिक रूप से उपस्थित बोरोन के दो समस्थानिको के परमाणु भार क्रमशः 10.01 तथा 11.01 है प्राकृतिक बोरोन का परमाणु भार 10.81 है। प्रत्येक बोरोन समस्थानिक की प्रतिशत मात्रा की गणना करो –

(A) 20 तथा 80 (B) 10 तथा 90
(C) 15 तथा 75 (D) 30 तथा 70

Sol.(A) माना I (10.01) के x% को II (11.01) के साथ मिश्रित किया जाता है तथा परमाणु भार 10.81 हो जाता है, तब

$$\frac{(10.01)x + (11.01)(100 - x)}{100} = 10.81$$

$10.01x - 11.01 \times + 1101 = 10.81 \times 100$

या $-x = 1081 - 1101$ या $-x = -20$

$\therefore \quad x = 20$

अतः अनुपात $= 20\%$ तथा $100 - 20 = 80\%$

Ex.14 d-इलेक्ट्रान के लिये, कक्षीय कोणीय संवेग है -

(A) $\sqrt{6}\, h/2\pi$ (B) $\sqrt{2}\, h/2\pi$
(C) $h/2\pi$ (D) $2.h/2\pi$

Sol.(A) कोणीय संवेग L है

$$L = \sqrt{\ell(\ell+1)}\,.\,\frac{h}{2\pi}$$

d-कक्षकों के लिये, $\ell = 2$, इसलिये

$$L = \sqrt{2(2+1)}\,\frac{h}{2\pi} = \sqrt{6}\,\frac{h}{2\pi}$$

Ex.15 जब Be^{3+} आयन में इलेक्ट्रान $n = 2$ ऊर्जा स्तर से आद्य अवस्था में लौटता है, उत्सर्जित फोटोन की ऊर्जा है।

(A) 2.616×10^{-17} J (B) 26.16×10^{-17}J
(C) 216.6×10^{-17} J (D) 2616×10^{-17} J

Sol.(A) $$\frac{1}{\lambda} = RZ^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

Ex.16 5×10^{16} cycles प्रति सेकेण्ड आवृत्ति वाली रेखाओं की तरंग संख्या ज्ञात करों –

Sol. दिया हुआ है $c = 3 \times 10^8$ m/sec

$v = 5 \times 10^{16}$ cycles/sec

$= ?$

हम जानते है कि

$$\bar{v} = \frac{v}{c} = \frac{5\times10^{16}}{3\times10^8} = 1.666 \times 10^8\ m^{-1}$$

Ex.17 इलेक्ट्रान एवं चाँदी धातु के सतह के मध्य लगने वाले बलों को आवश्यक ऊर्जा का मान 7.52×10^{-19} J है। चाँदी धातु से उत्सर्जित इलेक्ट्रान की अधिकतम गतिज ऊर्जा क्या होगी, जिस पर 360Å तरंगदैर्ध्य वाला पराबैंगनी प्रकाश विकिरत किया गया।

Sol. K.E. $= h\nu - h\nu_0$

$$\text{K.E.} = \frac{hc}{\lambda} - h\nu_0$$

$$\text{K.E.} = \frac{(6.63\times10^{-34}\,\text{J sec})\,(3\times10^8\,\text{m/sec})}{3.60\times10^{-8}\,\text{m}} - 7.52\times10^{-19}\,\text{J}$$

$= 4.77 \times 10^{-18}$ J

Ex.18 हाइड्रोजन परमाणु में दूसरी एवं तीसरी बोहर कक्षाओं में इलेक्ट्रान की ऊर्जा क्रमशः -5.42×10^{-12} और -2.41×10^{-12} अर्ग है जब इलेक्ट्रान तीसरी से दूसरी कक्षा में कूदता है, तो उत्सर्जित विकिरण के तरंग दैर्ध्य की गणना करो।

Sol. यहाँ, $h = 6.62 \times 10^{-27}$ ergs

$E_3 = -2.41 \times 10^{-12}$ ergs

$E_2 = -5.42 \times 10^{-12}$ ergs

$\therefore \quad \Delta E = E_3 - E_2$

$= -2.41 \times 10^{-12} + 5.42 \times 10^{-12}$

$= 3.01 \times 10^{-12}$ ergs

हम जानते हैं कि, $\Delta E = h\nu$

$$\therefore \nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{3.01\times10^{-12}}{6.62\times10^{-27}}$$

$$= \frac{3.01}{6.62} \times 10^{15}\ \text{cycles/sec}$$

परन्तु $\nu = \frac{c}{\lambda} \qquad \therefore \lambda = \frac{c}{\nu}$

या $\lambda = \frac{3\times10^{10}\times6.62}{3.01\times10^{15}} = 6.6 \times 10^{-5}$ cm

चूँकि $1Å = 10^{-8}$ cm

$$\therefore \lambda = \frac{6.6\times10^{-5}}{10^{-8}} = 6.6 \times 10^3\ Å$$

Ex.19 हाइड्रोजन परमाणु की तीसरी कक्षा में उपस्थित इलेक्ट्रान के वेग (cm/sec.) की गणना करो। इस इलेक्ट्रॉन द्वारा नाभिक के चारों ओर प्रति सेकण्ड किये गये परिभ्रमणों की संख्या ज्ञात कीजिये।

Sol. तीसरी कक्षा में त्रिज्या

$= 3^2 \times 0.529 \times 10^{-8} = 4.761 \times 10^{-8}$ cm

हम जानते हैं कि $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ या $v = \frac{nh}{2\pi mr}$

$$= \frac{3 \times 6.624 \times 10^{-27}}{2 \times 3.14 \times (9.108 \times 10^{-28}) \times (4.761 \times 10^{-8})}$$

$= 0.729 \times 10^8$ cm/sec

एक परिभ्रमण में लगा समय $= \frac{2\pi r}{v}$

एक सेकण्ड में परिभ्रमणों की संख्या

$$= \frac{1}{\frac{2\pi r}{v}} = \frac{v}{2\pi r} = \frac{0.729 \times 10^8}{2 \times 3.14 \times 4.716 \times 10^{-8}}$$

$= 2.4 \times 10^{14}$ परिभ्रमण/सेकण्ड

Ex.20 (a) समानित द्रव्यमान दोष को नगण्य मानते हुये, He^+ स्पेक्ट्रम में सम्भावित संक्रमण क्या होगा, जिसकी तरंग दैर्ध्य हाइड्रोजन की प्रथम लाइमन संक्रमण की तरंग दैर्ध्य के समान है।

(b) He^+ की प्रथम बोहर कक्षा की त्रिज्या क्या है ?

Sol. (a) He^+ एक हाइड्रोजन रखता है, इसलिये वह H जैसी स्पिशीज है जिसका Z = 2, और इस प्रकार बोहर समीकरण He^+ में लागू होंगे।

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

हाइड्रोजन के लिये प्रथम लाइमन संक्रमण (Z = 1)

$$\bar{v} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

चूँकि ह्यस द्रव्यमान दोष को नगण्य माना गया है। He^+ के लिए R, ^1H के लिए R समान है। Z^2 पद की n_1 से 2 n_2 व 4 तक बढाकर सन्तुलित किया जा सकता है। अर्थात्

$$\bar{v} = RZ^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = R(2^2) \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

इसलिये संक्रमण n = 4 से n = 2 में होगा

(b) He^+ में बोहर की प्रथम कक्षा की त्रिज्या

$$r = \frac{n^2}{Z} r_0$$

इस प्रकार $r = \frac{1^2 x 0.529}{2} = 0.264$ Å

($\therefore r_0 = 0.529$ Å)

Ex.21 एक उदासीन परमाणु के पास 2K, 8L, 5M इलेक्ट्रान है। निम्नलिखित की गणना कीजिये।

(a) परमाणु क्रमांक

(b) s-इलेक्ट्रानों की कुल संख्या

(c) p इलेक्ट्रोनों की कुल संख्या

(d) नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या

(e) तत्व की संयोजकता

Sol. (a) परमाणु क्रमांक = प्रोटॉनों की संख्या = इलेक्ट्रानों की संख्या

कुल इलेक्ट्रानों की संख्या = 2 + 8 + 5 = 15

परमाणु क्रमांक = 15

(b) s इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या ज्ञात करने के लिए हम परमाणु संख्या = 15 का इलेक्ट्रानिक विन्यास लिखते है।

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$

$\therefore$ कुल s- इलेक्ट्रानों की संख्या = 6

(c) कुल p इलेक्ट्रानों की संख्या = 9

(d) प्रोटॉनों की संख्या = बाह्य नाभिक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या

$\therefore$ प्रोटॉनों की संख्या = 15

(e) संयोजकता कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों का विन्यास 2, 8, 5 चुंकि परमाणु तीन इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है इसलिए यह त्रिसयोजी विद्युत ऋणात्मक (–3) है।

Ex.22 5g बर्फ को पिघलाने के लिये 4.67×10^{13} s^{-1} आवृत्ति वाले विकिरण के कितने क्वांटों की आवश्यकता होगी। 1g बर्फ को पिघलाने के लिये 333 J ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

Sol. 5g बर्फ को पिघलाने के लिये आवश्यक ऊर्जा

$= 5 \times 333 = 1665$ J

एक क्वांटम की ऊर्जा

$= h\nu = (6.62 \times 10^{-34}) \times (4.67 \times 10^{13})$

$= 30.91 \times 10^{-21}$J

5 g बर्फ को पिघलाने के लिये आवश्यक क्वाण्टों की संख्या

$$= \frac{1665}{30.91 \times 10^{-21}} = 53.8 \times 10^{21} = 5.38 \times 10^{22}$$

Ex.23 डी-ब्रॉग्ली समीकरण को लागू करते हुये गति करती हुयी पृथ्वी, पत्थर एवं इलेक्ट्रान से जुड़ी हुयी तरंगदैर्ध्य की गणना कीजिये।

पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6 \times 10^{27}$g $= 6 \times 10^{24}$ kg

पत्थर का द्रव्यमान = 100g = 0.1 kg

इलेक्ट्रान का द्रव्यमान $= 10^{-27}$g $= 10^{-30}$ kg

पृथ्वी की कक्षीय गति का वेग

$= 3 \times 10^6$ cm $sec^{-1} = 3 \times 10^4$m s^{-1}

पत्थर का वेग = 100 cm $sec^{-1} = 1.0$ ms^{-1}

इलेक्ट्रान का वेग = 6 x 10^7 cm sec^{-1}

$= 6 \times 10^5$ m s^{-1}

$h = 6.6 \times 10^{-27}$ erg-sec $= 6.6 \times 10^{-34}$ Js.

इनमें से किस वस्तु की तरंगदैर्ध्य मापने योग्य होगी ?

Sol. डी. ब्रॉग्ली सम्बंध में h, m और u का मान निम्न में रखने पर

(a) पृथ्वी के लिये, $\lambda = \frac{h}{mv}$

$$\lambda = \frac{6.6\times10^{-34}}{(6\times10^{24})\times(3\times10^{4})} = 3.67 \times 10^{-63}\ m$$

(b) पत्थर के लिये, $\lambda = \frac{6.6\times10^{-34}}{(0.1)(1.0)}$

$= 6.6 \times 10^{-33}$ m

(C) इलेक्ट्रान के लिये, λ

$$= \frac{6.6\times10^{-34}}{(10^{-30})(6\times10^{5})}$$

$= 1.1 \times 10^{-9}$ m

इलेक्ट्रॉनों की तरंगदैर्ध्य मापने योग है।

Ex.24 दर्शाइये कि वृत्ताकार कक्षा में भ्रमण करते हुये इलेक्ट्रॉन में डी–ब्रॉग्ली परिकल्पना लागू करने पर बोहर का क्वाण्टीकृत कोणीय संवेग की अवधारणा मिलती है।

Sol. वृत्ताकार कक्षा में इलेक्ट्रॉन की परिधि की लम्बाई तरंग दैर्ध्य का पुर्णांक गुणक होती है।

अतः $2\pi r = n\lambda$

$$\lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{h}{mv} \quad ; \quad mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

Ex.25 यदि दो इलेक्ट्रॉनिक स्तरों की ऊर्जा अन्तर 46.12 kcal mol^{-1} है जब इलेक्ट्रान उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर में गिरता है तो उत्सर्जित प्रकाश की आवृत्ति क्या होगी। ($Nh = 9.52 \times 10^{-14}$ kcal sec mol^{-1}, जहाँ N अवोगाद्रो संख्या है और h प्लांक नियतांक है।)

Sol. $\Delta E = 46.12$ kcal mol^{-1}

बोहर सिद्धांत के अनुसार, $\Delta E = Nh\nu$

अथवा $\nu = \frac{\Delta E}{Nh} = \frac{46.12}{9.52\times10^{-14}}$

$= 4.48 \times 10^{14}$ cycles sec^{-1}

Ex.26 एक इलेक्ट्रान का वेग 30,000cm sec^{-1} जिसकी शुद्धि का प्रतिशत 0.001% है। इसकी स्थिति में अनिश्चितता ज्ञात करो।

Sol. $\Delta v = \frac{0.001}{100} \times 30{,}000$

$= 0.3$ cm sec^{-1}

अनिश्चितता सिद्धान्त के अनुसार,

$$\Delta x \,.\, \Delta p \approx \frac{h}{4\pi} \quad ; \Delta x \,.\, \Delta p \approx \frac{h}{4\pi m}$$

$$\Delta x \times 9.1 \times 10^{-28} \times 0.3 \approx \frac{6.625\times10^{27}\times7}{4\times22}$$

$\Delta x \approx 1.93$ cm

Ex.27 प्रकाश वैद्युत प्रभाव में प्रकाश का एक अवशोषित प्रकाश का क्वाण्टम अवशोषक से एक इलेक्ट्रान उत्सर्जित करता है। उत्सर्जित इलेक्ट्रान की गतिज ऊर्जा अवशोषित फोटोन की ऊर्जा एवं अधिकतम तरंग दैर्ध्य वाला फोटोन की ऊर्जा के अन्तर के बराबर है, जो इस प्रभाव को दिखा सकता है। Cs मे 400 nm प्रकाश द्वारा उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा ज्ञात करो। प्रकाश वैद्युत प्रभाव के लिये क्रान्तिक तरंग दैर्ध्य 660 nm है।

Sol. इलेक्ट्रान की गतीज ऊर्जा = $h\nu - h\nu_0$

$$= \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$= \frac{1240\ nm.eV}{400} - \frac{1240\ nm.eV}{660}$$

$= 1.22$ eV

Ex.28 दर्शाइये कि 50 m/s के वेग से चल रही 150 g रबड़ की गेंट की तरंगदैर्ध्य नगण्य है।

Sol. $u = 50m\ sec^{-1} = 50 \times 10^{2} cm\ sec^{-1}$, $m = 150g$

इन मानों को निम्न सम्बन्ध में रखने पर

$$\lambda = \frac{h}{mu} = \frac{6.625\times10^{-27}}{150\times50\times10^{2}}$$

$= 8.83 \times 10^{-33}$ cm

चूंकि उपर्युक्त तरंगदैर्ध्य दृश्य भाग की तरंगदैर्ध्य से बहुत कम है, यह दृश्य नहीं होगी।

Ex.29 हाइड्रोजन के अनिश्चितता सिद्धान्त के अनुसार दर्शाइये कि नाभिक के अन्दर इलेक्ट्रान नहीं रह सकता है।

Sol. नाभिक की त्रिज्या की कोटि 10^{-13} cm है और इस प्रकार इलेक्ट्रान की स्थिति में अनिश्चितता 10^{-13} cm होगी $\Delta x.\ \Delta u \geq \frac{h}{4\pi m}$

$$\therefore \Delta u = \frac{6.626\times10^{-27}}{4\times3.14\times9.108\times10^{-28}\times10^{-13}}$$

$= 5.79 \times 10^{12}$ cm/sec

इलेक्ट्रान के वेग की कोटि प्रकाश के वेग से 100 गुना अधिक होगी, जो कि असम्भव है। इस प्रकार नाभिक में इलेक्ट्रान के अस्तित्व की सम्भावना शून्य है।

Exercise (Level) 1

प्रश्न परमाणु संरचना पर आधारित

Q.1 प्रोटॉन है -
(A) ड्यूटीरियम का नाभिक
(B) आयनीकृत हाइड्रोजन अणु
(C) आयनीकृत हाइड्रोजन परमाणु
(D) एक α-कण

Q.2 चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा विक्षेपित नहीं होता है -
(A) न्यूट्रान (B) पॉजिट्रॉन
(C) प्रोटॉन (D) इलेक्ट्रॉन

Q.3 डाल्टन के परमाणु सिद्धान्तानुसार एक परमाणु -
(A) निर्मित किया जा सकता है।
(B) नष्ट किया जा सकता है।
(C) रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेता है
(D) इनमें से कोई नहीं

Q.4 α-कण (α), इलेक्ट्रॉन (e^-), प्रोटॉन (p) व न्यूट्रॉन (n) को उनके e/m मान के बढते क्रम में व्यवस्थित कीजिए (विशिष्ट आवेश, परिमाण केवल बिना चिन्ह का मानने पर) -
(A) $\alpha < e^- < p < n$ (B) $n < \alpha < p < e^-$
(C) $n < p < \alpha < e^-$ (D) $e^- < p < n < \alpha$

प्रश्न रदरफोर्ड मॉडल पर आधारित

Q.5 रदरफोर्ड एल्फा कण प्रर्कीणन प्रयोग से निष्कर्ष निकलता है कि -
(A) द्रव्यमान तथा ऊर्जा सम्बन्धित होते है
(B) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर स्थान घेरे रहते है
(C) न्यूट्रॉन नाभिक मे अधिक गहराई मे होते है
(D) यर्थाथतापूर्वक पदार्थ के प्रकट बिन्दु को ज्ञात कर सकते है

Q.6 निम्न में से कौनसा निष्कर्ष, रदरफोर्ड के α-कण प्रकीर्णन प्रयोग से व्युत्पन्न नही हो सकता।
(A) परमाणु में अधिकांश स्थान रिक्त होता है।
(B) परमाणु की त्रिज्या लगभग 10^{-10} m होती है जबकि नाभिक की 10^{-15} m होती है।
(C) इलेक्ट्रॉन निश्चित ऊर्जा के वर्त्ताकार पथ में गति करते है। जिसे कोश कहते है।
(D) इलेक्ट्रॉन तथा नाभिक दोनों विद्युत स्थितिकी आकर्षण बलों द्वारा एक साथ बंधे होते है।

प्रश्न विद्युतचुम्बकीय तरंग, हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम व क्वाण्टीकरण सिद्धान्त पर आधारित

Q.7 दो तत्वों का रेखीय स्पेक्ट्रा एक सा नहीं होता, क्योंकि –
(A) तत्वों में समान संख्या में न्यूट्रॉन नहीं होते,
(B) उनकी द्रव्यमान संख्याएँ भिन्न होती हैं,
(C) उनके बाह्यतम इलेक्ट्रॉन भिन्न भिन्न ऊर्जा स्तरों में होते हैं,
(D) उनकी संयोजकताएँ भिन्न होती हैं।

Q.8 एक रेडियो केन्द्र 980 kHz (किलोहर्टज) की आवृत्ति का प्रसारण करता है। केन्द्र द्वारा प्रसारित विद्युत चुम्बकीय विकिरण की तरंग दैर्ध्य ज्ञात कीजिये -
(A) 306 m (B) 3.06 m
(C) 30.6 m (D) 3060 m

Q.9 जब हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन चौथी ऊर्जा स्तर से दूसरी ऊर्जा स्तर में कूदता है तो स्पेक्ट्रल रेखा की तरंग दैर्ध्य की गणना कीजिये –
(A) 4.86 nm (B) 486 nm
(C) 48.6 nm (D) 4860 nm

Q.10 हाइड्रोजन के प्रथम बामर श्रेणी की तरंग संख्या 15200 cm^{-1} हैं तो Li^{2+} आयन की प्रथम बामर श्रेणी की तरंग संख्या होगी –
(A) 15200cm^{-1} (B) 60800 cm^{-1}
(C) 76000 cm^{-1} (D) 136800 cm^{-1}

Q.11 हाइड्रोजन परमाणु की पाश्चन श्रेणी की एक रेखा की आवृति 2.34×10^{14}Hz है तो क्वांटम संख्या n_2, जो इस संक्रमण का उत्पादन करती है, होगी –
(A) तीन (B) चार
(C) छः (D) पाँच

Q.12 हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में, विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के पराबैंगनी क्षेत्र में प्रकट होने वाली रेखाओं की श्रेणी कहलाती है –
(A) लाइमन रेखाएँ (B) बामर रेखाएँ
(C) फण्ड रेखाएँ (D) ब्रेकेट रेखाएँ

Q.13 हाइड्रोजन के परमाणु स्पेक्ट्रम में निम्न में से कौनसी रेखाओं की श्रेणी दृश्य क्षेत्र में प्रकट होती है?
(A) लाइमन (B) पाश्चन
(C) ब्रेकेट (D) बामर

Q.14 निम्न में से कौनसा प्लांक क्वांटम सिद्धान्त के अनुसार सही नहीं हैं?
(A) ऊर्जा असतत् रूप से उत्सर्जित या अवशोषित होती है।
(B) क्वांटम की ऊर्जा उसकी आवृत्ति के समानुपाती होती है।
(C) एक फोटोन, प्रकाश का क्वांटम भी होता है।
(D) क्वांटम से कम ऊर्जा भी उत्सर्जित या अवशोषित की जा सकती है।

Q.15 हाइड्रोजन में बोर कक्षकों के मध्य निम्न में से कौनसा इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण, बामर श्रेणी में द्वितीय रेखा से संबंधित होता है ?
(A) $3 \rightarrow 2$ (B) $4 \rightarrow 2$
(C) $5 \rightarrow 2$ (D) $6 \rightarrow 2$

प्रश्न बोहर परमाणु मॉडल पर आधारित

Q.16 प्रथम तीन बोहर कक्षों की त्रिज्याओं का अनुपात है–
(A) 1 : 05 : 3 (B) 1 : 2 : 3
(C) 1 : 4 : 9 (D) 1 : 8 : 27

Q.17 रिडबर्ग नियतांक (R_H) के पदों में हाइड्रोजन परमाणु के प्रति मोल की आयनन ऊर्जा का व्यंजक है–
(A) $R_H hc$ (B) $R_H c$
(C) $2\ R_H\ hc$ (D) $R_H\ N_A\ hc$

Q.18 हाइड्रोजन परमाणु की बामर श्रेणी की प्रथम रेखा की आवृति ν_0 हैं। एकल आयनित हिलीयम (He^+) परमाणु द्वारा यही रेखा उत्सर्जित करने पर आवृति होगी -
(A) $2\nu_0$ (B) $4\nu_0$
(C) $\nu_0/2$ (D) $\nu_0/4$

Q.19 बोर परमाणु के तृतीय कक्षक की ऊर्जा निम्न होती है–
(A) – 13.6 eV (B) – 3.4 eV
(C) – 1.51 eV (D) इनमें से कोई नहीं

Q.20 यदि प्रथम बोर कक्षक की त्रिज्या a_0 हो, तो तृतीय कक्षक की त्रिज्या निम्न होगी –
(A) $3 \times a_0$ (B) $6 \times a_0$
(C) $9 \times a_0$ (D) $1/9 \times a_0$

Q.21 यदि H–परमाणु में इलेक्ट्रॉन तीसरे से दूसरे ऊर्जा स्तर में कूदता है तो, मुक्त ऊर्जा होगी –
(A) 3.03×10^{-19} J/परमाणु
(B) 1.03×10^{-19} J/परमाणु
(C) 3.03×10^{-12} J/परमाणु
(D) 6.06×10^{-19} J/परमाणु

Q.22 H तथा Be^{+3} की आयनन ऊर्जा का अनुपात है –
(A) 1 : 1 (B) 1 : 3
(C) 1 : 9 (D) 1 : 16

Q.23 हाइड्रोजन परमाणु (आद्य अवस्था में) की आयनन ऊर्जा x kJ है तो इलेक्ट्रॉन के दूसरे कक्षक से तीसरे कक्षक में कूदने के लिए आवश्यक ऊर्जा निम्न होगी–
(A) $x/6$ (B) $5x$
(C) $7.2x$ (D) $5x/36$

Q.24 दो H परमाणुओं में X तथा Y इलेक्ट्रॉन क्रमशः r तथा 4r त्रिज्या के वृत्ताकार कक्षकों में नाभिक के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। तो एक घूर्णन पूर्ण करने में उनके द्वारा लिये गये समय का अनुपात निम्न होगा–
(A) 1 : 4 (B) 1 : 2
(C) 1 : 8 (D) 2 : 1

प्रश्न प्रकाशवैद्युत प्रभाव की द्वैत प्रकृति तथा हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धांत पर आधारित

Q.25 यदि धातु से इलेक्ट्रॉन निकालने के लिए देहली तरंगदैर्ध्य (λ^0) 330 nm है, तो प्रकाश वैद्युत उत्सर्जन के लिए कार्य फलन निम्न होगा –
(A) 1.2×10^{-18} J (B) 1.2×10^{-20} J
(C) 6×10^{-19} J (D) 6×10^{-12} J

Q.26 जब 3.5×10^{15} Hz आवृत्ति का प्रकाश, 1.5×10^{15} Hz देहली आवृत्ति वाले धातु की सतह पर गिरता है तो उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा होगी –
(A) 1.32×10^{-18} J (B) 3.3×10^{-18} J
(C) 6.6×10^{-19} J (D) 1.98×10^{-19} J

Q.27 λ तरंगदैर्ध्य का प्रकाश धातु सतह पर x तीव्रता के साथ चमकता है। धातु प्रतिसैकण्ड z औसत ऊर्जा के y इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करता है। y व z में क्या होगा यदि x को दोगुना कर दिया जाये ?
(A) y दोगुना व z आधा हो जायेगा
(B) y समान रहेगा z दोगुना हो जायेगा
(C) y व z दोनो दोगुने हो जायेंगे
(D) y दोगुना परन्तु z समान रहेगा

Q.28 A 200g की क्रिकेट बॉल जो 3.0×10^3 cm sec^{-1} वेग से फैंकी गई हैं। इसकी डी–ब्रॉगली तरंगदैर्ध्य होगी –
(A) 1.1×10^{-32} cm (B) 2.2×10^{-32} cm
(C) 0.55×10^{-32} cm (D) 11.0×10^{-32} cm

Q.29 यदि इलेक्ट्रॉन की स्थिति में अनिश्चितता शून्य है तो उसके संवेग की अनिश्चितता होगी –
(A) शून्य (B) $< h/(4\pi)$
(C) $> h/(4\pi)$ (D) अनन्त

Q.30 हाइजेनबर्ग अनिश्चितता सिद्धान्त दर्शाता है कि –
(A) गतिशील वस्तु कणीय तथा तरंग लक्षण दोनों दर्शाती हैं
(B) किसी कण के लिये स्थिति या संवेग मे से किसी की भी यथार्थ गणना नही की जा सकती हैं।
(C) किसी सुक्ष्म दर्शीय कण की स्थिति तथा संवेग दोनों की एक साथ यथार्थ रूप से गणना नहीं की जा सकती हैं।
(D) गतिशील आवेशित कण व्यवहार में विद्युत–चुम्बकीय तरंग के समान होता हैं।

Q.31 150 ग्राम द्रव्यमान वाली क्रिकेट गेंद के वेग में अनिश्चितता की गणना कीजिये, यदि स्थिति में अनिश्चिता की कोटि 1 Å है।
($h = 6.6 \times 10^{-34}$ kg $m^2 s^{-1}$)
(A) 3.5×10^{-24} ms^{-1} (B) 4.5×10^{-24} ms^{-1}
(C) 3.5×10^{-24} cms^{-1} (D) 4.5×10^{-24} cms^{-1}

प्रश्न श्रोडिंगर तरंग सिद्धान्त, क्वांटम संख्या तथा कक्षकों की आकृति पर आधारित

Q.32 निम्न कौनसा तथ्य सही नहीं हैं –
(A) श्रोडिंगर तरंग समीकरण को हल करने से प्रायिकता ज्ञात की जाती हैं
(B) अनन्त पर इलेक्ट्रॉन ऊर्जा शून्य होती हैं,
(C) एक तत्व की कुछ स्पेक्ट्रम रेखाएँ समान तरंग संख्या की होती हैं
(D) घुमती गैंद की स्थिति तथा संवेग का आकलन सत्यता से किया जा सकता हैं।

Q.33 s-कक्षक के लिये यदि ψ (कक्षक) कोणों से स्वतंत्र है तो प्रायिकता (ψ^2) हैं –
(A) भी कोणों से स्वतंत्र होगी
(B) गोलाकार सममित
(C) दोनों (A) तथा (B) सही हैं।
(D) दोनों (A) तथा (B) गलत है।

Q.34 मुख्य क्वांटम संख्या के बढ़ने के साथ हाइड्रोजन परमाणु मे क्रमागत ऊर्जा स्तरों की ऊर्जाओं का अन्तर
(A) घटता हैं
(B) बढ़ता हैं
(C) स्थिर रहता हैं
(D) Z के निम्न मान के लिये घटता तथा Z में उच्च मान के लिये बढ़ता हैं।

Q.35 तीसरे क्वांटम कोश (n = 3) से सम्बन्द्ध कक्षकों में कितने इलेक्ट्रॉन भरे जा सकते हैं –
(A) 2 (B) 8 (C) 18 (D) 32

Q.36 चार क्वांटम संख्याओं के संदर्भ में कौनसा कथन गलत हैं
(A) n कक्षक के आकार को दर्शाती है,
(B) ℓ कक्षक की आकृति को दर्शाती हैं,
(C) m कक्षक में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा दर्शाती हैं,
(D) s कक्षक में इलेक्ट्रॉन के चक्रण को दर्शाती हैं।

Q.37 निम्न कौनसा कथन सही नहीं हैं –
(A) किसी परमाण्वीय कक्षक की आकृति दिगंशी क्वांटम संख्या पर निर्भर करती हैं।
(B) परमाण्वीय कक्षक का अभिविन्यास चुम्बकीय क्वांटम संख्या पर निर्भर करती हैं।
(C) बहु इलेक्ट्रॉन युक्त परमाणु कक्षक में उपस्थित इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा मुख्य क्वांटम संख्या पर निर्भर करती हैं।
(D) एक ही प्रकार के समभ्रंश परमाणु कक्षकों की संख्या दिगंशी तथा चुम्बकीय क्वांटम संख्या के मान पर निर्भर करती हैं

प्रश्न ऑफबाऊ नियम तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

Q.38 मैगनीज (Z = 25) का बाहय्तम विन्यास हैं –
(A) 4s ⟵ 3d ⟶ ↑↓ | ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑
(B) 4s ⟵ 3d ⟶ ↑↓ | ↑ ↑ ↑ ↑ ↑
(C) 4s ⟵ 3d ⟶ ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑ | |
(D) 4s ⟵ 3d ⟶ | ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑

Q.39 यदि ऑक्सीजन परमाणु की इलेक्ट्रॉनिक संरचना $1s^2$, $2s^2$ ⟵2p⟶ ↑↓ | ↑↓ | के रूप में लिखी जाती हैं तो यह निम्न किस नियम का पालन नहीं करती हैं –
(A) हुण्ड के नियम का
(B) पाऊली के अपवर्जन सिद्धान्त का
(C) हुण्ड तथा पाउली सिद्धान्त दोनों का
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं

Q.40 एक दिये गये कक्षक की चक्रण क्वाण्टम संख्या m = – 1 है यह नहीं हो सकती
(A) s-कक्षक (B) d-कक्षक
(C) p-कक्षक (D) f-कक्षक

Exercise (Level) 2

Q.1 $n = 4$, $m_\ell = +1$ क्वाण्टम संख्याओं वाले परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की सर्वाधिक संख्या क्या है ?
(A) 4 (B) 15
(C) 3 (D) 6

Q.2 हाइड्रोजन परमाणु के कक्षकों को उनकी ऊर्जा के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए -
$3p_x$, 2s, $4d_{xy}$, 3s, $4p_z$, $3p_y$, 4s
(A) $2s < 3s = 3p_x = 3p_y < 4s = 4p_z = 4d_{xy}$
(B) $2s < 3s < 3p_x = 3p_y < 4s = 4p_z = 4d_{xy}$
(C) $2s < 3s < 3p_x = 3p_y < 4s = 4p_z = 4d_{xy}$
(D) $2s < 3s < 3p_x = 3p_y < 4s < 4p_z < 4d_{xy}$

Q.3 यदि Li^{+2} का आयनन विभव 122.4 eV हो तो कार्बन का 6^{th} आयनन विभव का मान होगा -
(A) $122.4 \times 4eV$ (B) $122.4 \times 2eV$
(C) $122.4 \times 3eV$ (D) $122.4 \times 5eV$

Q.4 दो इलेक्ट्रॉनिक स्तर के मध्य ऊर्जाओं का अन्तर 46.12 kcal /mole है इलेक्ट्रॉन के उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर में गिरने पर उत्सर्जित प्रकाश की आवृति क्या होगी -
(प्लांक नियतांक = 9.52×10^{-14} kcal sec mole $^{-1}$)
(A) 4.84×10^{15} cycles sec $^{-1}$
(B) 4.84×10^{-5} cycles sec^{-1}
(C) 4.84×10^{-12} cycles sec^{-1}
(D) 4.84×10^{14} cycles sec^{-1}

Q.5 यदि इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा को 4 गुना बढ़ा दिया जाये तो इससे सम्बन्धित डी–ब्रोग्ली तरंग की तरंगदैर्ध्य हो जायेगी :
(A) 4 गुना (B) 2 गुना
(C) $\frac{1}{2}$ गुना (D) $\frac{1}{4}$ गुना

Q.6 स्पेक्ट्रम रेखाओं की अतिसूक्ष्म संरचनाओं का गुणन निम्न के कारण होता है -
(A) मुख्य ऊर्जा स्तर की उपस्थिति के कारण
(B) उप ऊर्जा स्तर की उपस्थिति के कारण
(C) इलेक्ट्रॉन विन्यास की उपस्थिति के कारण
(D) यह परमाणु का लक्षण नहीं है

Q.7 परमाणु का तरंग यांत्रिक सिद्धान्त निम्न पर निर्भर होता है -
(A) इलेक्ट्रॉन की द्वैती प्रकृति की डी ब्रोगली संकल्पना
(B) हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त
(C) श्रोंडिगर का अनिश्चितता सिद्धान्त
(D) सभी पर

Q.8 Cr परमाणु में $m = 0$ युक्त e^- की कुल संख्या ज्ञात कीजिए -
(A) 12 (B) 13
(C) 5 (D) 24

Q.9 किस उपकोश में अधिकतम 10 इलेक्ट्रॉन स्थान ग्रहण कर सकते है -
(A) 2d (B) 3d
(C) $3d_{xy}$ (D) $3d_{z^2}$

Q.10 हाइड्रोजन परमाणु के 4s कक्षक में कितने गोलाकार नोड उपस्थित होते है -
(A) 0 (B) 1
(C) 2 (D) 3

Q.11 वेग समान मानते हुए कौनसा उपपरमाण्विक कण सबसे छोटी डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य देगा-
(A) इलेक्ट्रॉन
(B) प्रोटॉन
(C) α-कण
(D) सभी समान तरंगदैर्ध्य रखते है

Q.12 हाइड्रोजन परमाणु का आयनन विभव 13.6 eV के बराबर है। निम्न प्रक्रम के लिए आवश्यक ऊर्जा कितनी है -
$He^+ +$ ऊर्जा $\longrightarrow He^{+2} + e^-$
(A) 2×13.6 eV (B) 1×13.6 eV
(C) 4×13.6 eV (D) इनमें से कोई नही

Q.13 मान लीजिए मुख्य क्वान्टम संख्या $n > 4$ वाले तत्व प्रकृति में नहीं पाये जाते है। बताइए सम्भावित तत्वों की संख्या होगी -
(A) 60 (B) 32
(C) 64 (D) 50

Q.14 यदि $(n + \ell)$ का मान > 3 न हो तो सभी कक्षको में इलेक्ट्रॉनों की सम्भावित अधिकतम संख्या होगी-

(A) 12 (B) 10
(C) 2 (D) 6

Q.15 निम्न में से किस तत्व को लेकर पाउली के अपवर्जन नियम को नहीं समझाया जा सकता -

(A) B (B) Be
(C) C (D) H

Q.16 यदि एक इलेक्ट्रॉन की तरंग दैर्ध्य, इसके द्वारा एक सैकण्ड में तय की गई दूरी के बराबर है तो इसका वेग होगा -

(A) $\sqrt{\frac{h}{m}}$ (B) $\sqrt{\frac{m}{h}}$
(C) $\sqrt{\frac{h}{p}}$ (D) $\sqrt{\frac{h}{2(KE)}}$

Q.17 एक परमाणु जिसका द्रव्यमान 0.02 kg है तथा इसके वेग में अनिश्चितता 9.218×10^{-6} m/s है, तो इसकी स्थिति में अनिश्चितता होगी ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ J-s)

(A) 2.86×10^{-28} m (B) 2.86×10^{-32} cm
(C) 1.5×10^{-27} m (D) 3.9×10^{-10} m

Q.18 H–परमाणु की मूल अवस्था में ऊर्जा –13.6 eV है, तो दूसरी उत्तेजित अवस्था में ऊर्जा है –

(A) –6.8 eV (B) –3.4 eV
(C) –1.51 eV (D) –4.3 eV

Q.19 25 g के एक कण की अन्तरिक्ष में स्थिति में अनिश्चितता 10^{-5} m है, तो वेग (ms^{-1}) में अनिश्चितता है 25 g के एक कण की अन्तरिक्ष में स्थिति में अनिश्चितता 10^{-5} m है, तो वेग (ms^{-1}) में अनिश्चितता है - (प्लांक स्थिरांक $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js)

(A) 2.1×10^{-28} (B) 2.1×10^{-34}
(C) 0.5×10^{-34} (D) 5.0×20^{-24}

Q.20 एक कक्ष में चक्कर लगाने वाले इलेक्ट्रॉन के लिये कक्षकीय कोणीय संवेग को $\sqrt{\ell(\ell+1)}.\frac{h}{2\pi}$ द्वारा दिया जाता है। एक s-इलेक्ट्रॉन के लिये यह संवेग निम्न में से किसके द्वारा दिया जावेगा -

(A) $\frac{h}{2\pi}$ (B) $\sqrt{2}.\frac{h}{2\pi}$
(C) $+\frac{1}{2}.\frac{h}{2\pi}$ (D) शून्य

Q.21 निम्न सेटो में से, कौन सी क्वॉण्टम संख्याओं का समुच्चय 4f आर्बिटल में उपस्थित इलेक्ट्रॉन के लिये सही है ?

(A) $n = 4, \ell = 3, m = +4, s = +\frac{1}{2}$
(B) $n = 4, \ell = 4, m = -4, s = -\frac{1}{2}$
(C) $n = 4, \ell = 3, m = +1, s = +\frac{1}{2}$
(D) $n = 3, \ell = 3, m = -2, s = +\frac{1}{2}$

Q.22 क्रोमियम परमाणु (Z = 24) की आद्य अवस्था पर विचार कीजिये। दिगंशी क्वॉण्टम संख्या $\ell = 1$ और 2 के साथ इलेक्ट्रॉन की सख्याएं क्रमशः है

(A) 12 तथा 4 (B) 12 तथा 5
(C) 16 तथा 4 (D) 16 तथा 5

Q.23 नाभिकों का कौनसा त्रिक समन्यूट्रॉनिक है -

(A) ${}^{14}_{6}C, {}^{15}_{7}N, {}^{17}_{9}F$ (B) ${}^{12}_{6}C, {}^{14}_{7}N, {}^{19}_{9}F$
(C) ${}^{14}_{6}C, {}^{14}_{7}N, {}^{17}_{9}F$ (D) ${}^{14}_{6}C, {}^{14}_{7}N, {}^{19}_{9}F$

Q.24 2s कक्षक में इलेक्ट्रान का कक्षीय कोणीय संवेग है।

(A) $+\frac{1}{2}.\frac{h}{2\pi}$ (B) शून्य
(C) $\frac{h}{2\pi}$ (D) $\sqrt{2}.\frac{h}{2\pi}$

Q.25 पोटैशियम परमाणु में इलेक्ट्रानिक ऊर्जा स्तर का क्रम है

(A) 4s > 3d (B) 4s < 2p
(C) 4s < 3d (D) 4s > 4p

Q.26 निम्न में से कौन अधिकतम संख्या में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन रखता है ?

(A) Mg^{2+} (B) Ti^{3+}
(C) V^{3+} (D) Fe^{2+}

Q.27 परमाणु संरचना को समझाने के लिये क्वांटम सिद्धान्त का प्रथम उपयोग किसके द्वारा किया गया

(A) हाइजेनबर्ग (B) बोर
(C) प्लांक (D) आइन्सटाइन

Q.28 d-इलेक्ट्रान के लिए कक्षीय कोणीय संवेग है

(A) $\sqrt{6}\,\hbar$ (B) $\sqrt{2}\,\hbar$
(C) $\hbar$ (D) $2\hbar$

Q.29 निम्नलिखित में कौनसा कथन सत्य नहीं है ?
(A) Cr का इलेक्ट्रान विन्यास [Ar] $3d^5\ 4s^1$ है
(Cr का परमाणु क्रमांक = 24)
(B) चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या ऋणात्मक मान रख सकता है।
(C) चाँदी परमाणु में 23 इलेक्ट्रानो का चक्रण एक जैसा परन्तु 24 का विपरीत प्रकार का है।
(Ag का परमाणु क्रमांक = 47)
(D) Cr का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास [Ar] $3d^4 4s^2$ है।

Q.30 हाइड्रोजन परमाणु की प्रथम बोहर कक्षा में इलेक्ट्रान की ऊर्जा –13.6 eV है तो हाइड्रोजन के बोहर कक्षक में उत्तेजित अवस्था के इलेक्ट्रोनों के लिए ऊर्जा का सम्भावित मान निम्न होगा (होंगे) –
(A) –3.4 eV (B) –4.2 eV
(C) –6.8 eV (D) +6.8 eV

Q.31 He^+ की प्रथम कक्षा में इलेक्ट्रान की ऊर्जा का मान -871.6×10^{-20} J हैं। हाइड्रोजन की प्रथम कक्षा में इलेक्ट्रान की ऊर्जा होगी
(A) -871.6×10^{-20} J
(B) -435.8×10^{-20} J
(C) -217.9×10^{-20} J
(D) -108.9×10^{-20} J

Q.32 एक P_x कक्षक में नोडल तलों की संख्या है–
(A) दो (B) एक
(C) तीन (D) शून्य

Q.33 200g द्रव्यमान वाली गोल्फ गेंद 5 m/h से चल रही है इससे संलग्न तरंगदैर्ध्य है।
(A) 10^{-10}m (B) 10^{-20}m
(C) 10^{-30} m (D) 10^{-40}m

Q.34 इलेक्ट्रान चक्रण के लिये क्वांटम संख्या +1/2 और –1/2 प्रदर्शित करता हैं
(A) इलेक्ट्रान के घूर्णन की क्रमशः दक्षिणावर्त एवं वामावर्त दिशाये
(B) इलेक्ट्रान के घूर्णन की क्रमशः वामावर्त एवं दक्षिणावर्त दिशायें
(C) इलेक्ट्रान के चुम्बकीय आघूर्ण की क्रमशः ऊपर एवं नीचे की ओर
(D) दो क्वाण्टम यान्त्रिक चक्रण अवस्थायें जिनका कोई क्लासिकल अवधारणा नहीं है।

Q.35 रदरफोर्ड प्रयोग जिसने परमाणु का नाभिकीय प्रतिरूप स्थापित किया, ने निम्न पुंज (Beam) का प्रयोग किया -
(A) β–कण जो धातु की पन्नी पर टकराते है और अवशोषित हो जाते है।
(B) γ–किरणें जो धातु की पन्नी पर टकराते है और इलेक्ट्रान का उर्त्सजन करते है।
(C) हीलियम परमाणुओं जो धातु की पन्नी पर टकराते हैं और प्रकीर्णित हो जाते है।
(D) हीलियम नाभिक जो धातु की पन्नी पर टकराती है और प्रकीर्णित हो जाती है।

Q.36 यदि नाइट्रोजन परमाणु का इलैक्ट्रानिक विन्यास 1s है, इसकी ऊर्जा, सामान्य आद्य अवस्था में विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ से कम होगी क्योंकि इलैक्ट्रॉन नाभिक के निकट होगें। $1s^7$ प्रेक्षित नहीं होता है, क्योंकि यह खण्डन करता है
(A) हाइजेनबर्ग अनिश्चिता सिद्धान्त
(B) हुण्ड नियम
(C) पाऊली अपवर्जन नियम
(D) स्थाई कक्षाओं की बोर अभिधारणा

Q.37 निम्नलिखित में से किसकी त्रिज्या n = 1 हाइड्रोजन परमाणु के समान होगी-
(A) He^+, n = 2 (B) Li^{2+}, n = 2
(C) Be^{3+}, n = 2 (D) Li^{2+}, n = 3

Q.38 उपकोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन निम्न सूत्र द्वारा दिये जा सकते है –
(A) $(2\ell+1)$ (B) $2(2\ell+1)$
(C) $(2\ell+1)^2$ (D) $2(2\ell+1)^2$

Q.39 प्रत्येक कक्षक नोडल तल रखता है निम्न में कौन सा कथन नोडल तल के बारे में सत्य नहीं है :
(A) वह तल जहाँ पर इलेक्ट्रान के पाये जाने की प्रायिकता शून्य होती है।
(B) वह तल जहाँ पर इलेक्ट्रान के पाये जाने की प्रायिकता अधिकतम होती है।
(C) नोडल तल पर, Ψ^2 अशुन्य होता है
(D) इनमें से कोई नहीं

Q.40 एक परमाणु के ऊर्जा स्तरों के सन्दर्भ में निम्न कौनसा एक कथन सही है –

(A) 4s उप ऊर्जा स्तर की ऊर्जा 3d उप ऊर्जा स्तर की तुलना में अधिक होती है।

(B) M – ऊर्जा स्तर में अधिकतम 32 इलेक्ट्रॉन हो सकते है

(C) द्वितीय मुख्य ऊर्जा स्तर में चार कक्षक हो सकते है तथा इसमें अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉन होते है

(D) 5वाँ मुख्य ऊर्जा स्तर अधिकतम 49 इलेक्ट्रॉन रख सकता है

Q.41 Cr^{24} तथा Cu^{29} के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास असामान्य होने का कारण है –

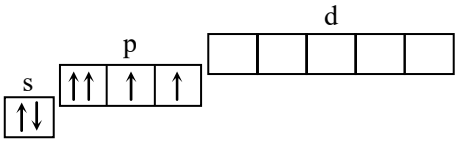
(A) अर्द्ध भरे या पूर्ण भरे कक्षकों का आपेक्षिक स्थायित्व अधिक होने के कारण

(B) ये डी ब्लॉक से सम्बन्धित है

(C) उपर्युक्त दोनों

(D) उपर्युक्त कोई नहीं

Q.42 उपर्युक्त विन्यास सहीं नहीं है, क्योंकि यह पालन नहीं करता है :



(A) केवल हुण्ड के नियम का

(B) केवल पाऊली के अपवर्जन नियम का

(C) (n + l) नियम का

(D) (हुण्ड + पाऊली) के नियम का

Q.43 पाश्चन श्रेणी की प्रथम रेखा की तरंग संख्या है –
($R = 109700\ cm^{-1}$)

(A) [18750 Å] (B) [2854 Å]

(C) [3452 Å] (D) [6243 Å]

Q.44 d_{xy} कक्षक में पाये जाने वाले इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संभावना है –

(A) x अक्ष के लम्बवत

(B) y अक्ष के लम्बवत

(C) x तथा y अक्ष से 45° के कोण पर

(D) x तथा y अक्ष से 90° के कोण पर

Q.45 परमाणु का नाभिक x = y = z = 0 पर स्थित है s-कक्षक के इलेक्ट्रॉन के छोटे आयतन x = a, y = z = 0 के चारों ओर पाये जाने की संभावना 1×10^{-5} है इसी आयतन x = z = 0, y = a के चारो और इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की संभावना है –

(A) 1×10^{-5} (B) $1 \times 10^{-5} \times a$

(C) $1 \times 10^{-5} \times a^2$ (D) $1 \times 10^{-5} \times a^{-1}$

Q.46 यदि n तथा ℓ क्रमशः मुख्य तथा दिगंशी क्वांटम संख्याएँ है तो एक ऊर्जा स्तर में कुल इलेक्ट्रॉन की संख्या की गणना का व्यंजक है –

(A) $\sum_{\ell=0}^{\ell=n} 2(2\ell+1)$ (B) $\sum_{\ell=1}^{\ell=n-1} 2(2\ell+1)$

(C) $\sum_{\ell=0}^{\ell=n+1} 2(2\ell+1)$ (D) $\sum_{\ell=0}^{\ell=n-1} 2(2\ell+1)$

Q.47 एक हाइड्रोजन परमाणु अपनी आद्य अवस्था में एक फोटोन अवशोषित करता है तथा इलेक्ट्रॉन को पाँचवी कक्षा तक भेजता है। उत्तेजित परमाणु अपनी आद्य अवस्था में लौटता है तब दृश्य क्वाण्टम उत्सर्जित होता हुआ जब इलेक्ट्रॉन संक्रमित होता है–

(A) $5 \rightarrow 2$ (B) $2 \rightarrow 1$

(C) $3 \rightarrow 1$ (D) $4 \rightarrow 1$

Q.48 हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रॉन की कक्ष त्रिज्या में (बोहर मॉडल) क्या परिवर्तन होगा जब इलेक्ट्रॉन प्रथम पाश्चन संक्रमण करता है –

(A) 4.23×10^{-10} m (B) 0.35×10^{-10} m

(C) 3.7×10^{-10} m (D) 1.587×10^{-10} m

Q.49 केन्द्रीय–सममित पद्धति में, नाभिक के चारों और चक्कर लगाते हुए कण के कोणिय संवेग की गणना की गई, यदि कक्षीय कोणीय संवेग क्वांटीकृत होता है तो इसका परिमाण है –

(A) $\sqrt{\ell(\ell+1)}\ \frac{h}{2\pi}$ (B) $\sqrt{\ell(\ell-1)}\ \frac{h}{2\pi}$

(C) $\sqrt{s(s+1)}\ \frac{h}{2\pi}$ (D) $\sqrt{s(s-1)}\ \frac{h}{2\pi}$

Q.50 6.2 eV का पराबैंगनी प्रकाश एल्युमिनियम की सतह पर गिरता है (कार्य फलन = 4.2 eV) तो उत्सर्जित तीव्रतम इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा (जूल मे) लगभग है

(A) 3×10^{-21} (B) 3×10^{-19}

(C) 3×10^{-17} (D) 3×10^{-15}

Q.51 एक इलेक्ट्रॉन, एक प्रोटोन तथा एक एल्फा कण की गतिज ऊर्जाएँ क्रमशः 16E, 4E तथा E है इनकी डी ब्रोगली तरंग दैर्ध्य का क्रम होगा –

(A) $\lambda_e > \lambda_p = \lambda_\alpha$ (B) $\lambda_p = \lambda_\alpha > \lambda_e$

(C) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_\alpha$ (D) $\lambda_\alpha < \lambda_e >> \lambda_p$

Q.52 हाइड्रोजन परमाणु के दो ऊर्जा तलो n = 2 तथा n = 3 के बीच की ऊर्जाओ का अन्तर E eV, है तो H परमाणु का आयनन विभव है –

(A) 3.2 E (B) 5.6E

(C) 7.2 E (D) 13.2 E

Q.53 V(Z = 23), Cr(Z = 24), Mn(Z = 25) के चुम्बकीय आधूर्ण क्रमशः x, y, z. है अतः –

(A) x = y = z (B) x < y < z

(C) x < z < y (D) z < y < x

Q.54 हाइड्रोजन परमाणु की लाइमन श्रेणी की सबसे छोटी तरंग दैर्ध्य 'x' है, तब He^+ के बामर श्रेणी की सबसे लम्बी तरंग दैर्ध्य है –

(A) $\frac{9x}{5}$ (B) $\frac{36x}{5}$

(C) $\frac{x}{4}$ (C) $\frac{5x}{9}$

Q.55 प्रोटॉन का विशिष्ठ आवेश $9.6 \times 10^7 C\ kg^{-1}$ है तो α-कणों के लिए यह होगा -

(A) $2.4 \times 10^7 C\ kg^{-1}$ (B) $4.8 \times 10^7 C\ kg^{-1}$

(C) $19.2 \times 10^7 C\ kg^{-1}$ (D) $38.4 \times 10^7 C\ kg^{-1}$

Q.56 H_2 की वियोजन ऊर्जा 430.53 KJ mol^{-1} है H_2 का 253.7 nm, तरंग दैर्ध्य से प्रतिदिप्ती द्वारा वियोजन किया गया ऊर्जा का वह भाग जो गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है ?

(A) 8.76 % (B) 12.33 %

(C) 11.3 % (D) 100%

Q.57 एक इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में इलेक्ट्रॉनों को उच्च वेग से त्वरित किया। 7.0 मेगामीटर प्रति सेकेण्ड वेग से चलते हुए इलेक्ट्रॉन की तरंगदैर्ध्य की गणना कीजिये। इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान 9.1 x 10^{-28}g है –

(A) 1.0×10^{-13} m (B) 1.0×10^{-7} m

(C) 1.0 m (D) 1.0×10^{-10}m

Q.58 1s, 3s, 3d तथा 2p कक्षकों में उपस्थित एक इलेक्ट्रॉन के कक्षीय कोणीय संवेग का मान है –

(A) 0, 0, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{6}$, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{2}$

(B) 1, 1, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{4}$, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{2}$

(C) 0, 1, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{6}$, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{3}$

(D) 0, 0, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{20}$, $\frac{h}{2\pi}\sqrt{6}$

Q.59 दो इलेक्ट्रॉनिक स्तर के मध्य ऊर्जाओं का अन्तर 46 .12 kcal /mole है इलेक्ट्रॉन के उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर में गिरने पर उत्सर्जित प्रकाश की आवृति क्या होगी

(प्लांक नियतांक = 9.52×10^{-14} kcal sec $mole^{-1}$)

(A) 4.84×10^{15} cycles sec^{-1}

(B) 4.84×10^{-5} cycles sec^{-1}

(C) 4.84×10^{-12} cycles sec^{-1}

(D) 4.84×10^{14} cycles sec^{-1}

Q.60 हाइड्रोजन परमाणु की प्रथम दो त्रिज्याओं का अनुपात 1: 4. है उनके मध्य ऊर्जाओं का अन्तर हो सकता है

(A) 12.09 eV या 3.4 eV

(B) 2.55 eV या 10.2 eV

(C) 13.6 eV या 3.4 eV

(D) 3.4 eV या 0.85 eV

Q.61 परमाणु में प्रोटॉन, न्यूट्रॉन व इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते है यदि न्यूट्रॉन का द्रव्यमान उसके वास्तविक मान का आधा तथा इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान उसके वास्तविक मान का दुगना मान लिया जाये तो $_6C^{12}$ का परमाणु भार होगा –

(A) दुगना

(B) 75% कम

(C) 25% कम

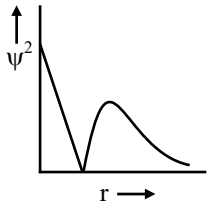
(D) उसके वास्तविक मान का आधा

Q.62 Cr परमाणु में m = 0 युक्त e^- की कुल संख्या ज्ञात कीजिए -

(A) 12 (B) 13

(C) 5 (D) 24

Q.63 ψ^2 प्रायिकता घनत्व तथा नाभिक से दूरी के मध्य निम्न ग्राफ प्रदर्शित करता है–



(A) 2s (B) 3s
(C) 1s (D) 2p

Q.64 परमाण्विय कक्षक में पालियों का चिन्ह प्रदर्शित करता है-
(A) प्रायकिता वितरण के चिन्ह को
(B) आवेश के चिन्ह को
(C) तरंग फलन के चिन्ह को
(D) इलेक्ट्रॉन की उपस्थिति या अनुपस्थिति को

Q.65 निम्न में से कौनसे प्रतीको द्वारा परमाण्विक कक्षक को प्रदर्शित किया जाता है।

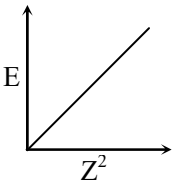
(A) $\Psi_{n,\ell,m} = R_n \Theta_\ell \Phi_m$

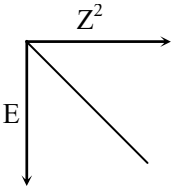
(B) $\Psi_{n,\ell,m} = R_{n,\ell} \Theta_\ell \Phi_m$

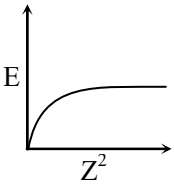
(C) $\Psi_{n,\ell,m} = R_n \Theta_{\ell,m} \Phi_m$

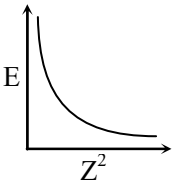
(D) $\Psi_{n,\ell,m} = R_{n,\ell} \Theta_{\ell,m} \Phi_m$

Q.66 एक तत्व के n^{th} बोहर कक्षा में गतिशील इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा $E_n = \frac{-13.6}{n^2} Z^2$ ev/atom (Z = परमाण्विक संख्या) द्वारा दी गई है E तथा Z^2 ('n' को नियत रखते हुए) के मध्य ग्राफ होगा -

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

Q.67 बोहर मॉडल में एकल इलेक्ट्रोनिक परमाणु के लिए घूर्णन का आवर्तकाल $T_{n,z}$ द्वारा प्रदर्शित है जहाँ n कोश संख्या को तथा Z परमाण्विय संख्या को प्रदर्शित करें तब $T_{1,2} : T_{2,1}$ का अनुपात होगा -

(A) 8 : 1 (B) 1 : 8
(C) 1 : 1 (D) 1 : 32

Q.68 H परमाणु की उत्तेजित अवस्था में λ तरंगर्दध्य का फोटॉन उत्सर्जित कर इसकी आध अवस्था में लोट आता है उत्तेजित अवस्था की मुख्य क्वांटम संख्या है-

(A) $\sqrt{\lambda R(\lambda R - 1)}$ (B) $\sqrt{\frac{\lambda R}{(\lambda R - 1)}}$

(C) $\sqrt{\lambda R(\lambda R - 1)}$ (D) $\sqrt{\frac{(\lambda R - 1)}{\lambda R}}$

Q.69 हाइड्रोजन परमाणु के लिए श्रोडिगर तरंग समीकरण निम्न है–

$$\Psi_{24} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \left(2 - \frac{r}{a_0}\right) e^{-r/a_0}$$

जहाँ a_0 बोहर त्रिज्या है यदि 2s में त्रिज्यीय नोड r_0 पर हो तब r_0 का मान होगा -

(A) $\frac{a_0}{2}$ (B) $2a_0$

(C) $\sqrt{2}a_0$ (D) $\frac{a_0}{\sqrt{2}}$

Q.70 हाइड्रोजन परमाणु के लिए श्रोडिगर तरंग समीकरण निम्न है –

$$\Psi(\text{radial}) = \frac{1}{16\sqrt{4}} \left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2} [(\sigma - 1)(\sigma^2 - 8\sigma + 12)] e^{-\sigma/2}$$

जहाँ a_0 तथा Z नियतांक है जहाँ उत्तर $\sigma = \frac{2Zr}{a_0}$ द्वारा व्यक्त है नाभिक से त्रिज्यीय नोड की न्यूनतम तथा अधिकतम स्थिति ..... क्रमशः है -

(A) $\frac{a_0}{Z}, \frac{3a_0}{Z}$ (B) $\frac{a_0}{2Z}, \frac{a_0}{Z}$

(C) $\frac{a_0}{2Z}, \frac{3a_0}{Z}$ (D) $\frac{a_0}{2Z}, \frac{4a_0}{Z}$

Q.71 λ तरंगदैर्ध्य का एक प्रकाश स्त्रोत एक धातु को प्रतिदिप्त करता है तथा फोटो इलेक्ट्रॉन को $(K.E.)_{max}$ = 1eV के साथ उत्सर्जित करता है $\frac{\lambda}{3}$ तरंगदैर्ध्य का अन्य स्त्रोत समान धातु से $(K.E.)_{max}$ = 4eV के साथ फोटो उत्सर्जित करता है। कार्य फलन का मान ज्ञात कीजिए।

(A) 1 eV (B) 2 eV
(C) 0.5 eV (D) इनमें से कोई नहीं

Q.72 m द्रव्यमान का एक लघु कण इस तरह गति करता है कि $P.E. = -\frac{1}{2}mkr^2$ रहे। जहाँ k एक नियतांक तथा r मूल बिन्दु से कण की दूरी है कोणीय संवेग तथा वृत्ताकार कक्षा के क्वाण्टीकरण के बोहर मोडल को मानते हुए r समानुपाती होगा -

(A) n^2 (B) n

(C) $\sqrt{n}$ (D) इनमें से कोई नहीं

Q.73 Li^{2+} आयन के द्वितीय कक्षा में एक इलेक्ट्रॉन का कोणीय वेग (ω) क्या है ?

(A) $\frac{8\pi^3me^4}{h^3}$ (B) $\frac{8\pi^3me^4}{9h^3}$

(C) $\frac{64}{9}\times\frac{\pi^3me^4}{h^3}$ (D) $\frac{9\pi^3me^4}{h^3}$

Q.74 यदि विकिरण, Li^{2+} के बामर श्रेणी की द्वितीय रेखा से सम्बन्धित हो, तब H-परमाणु की प्रथम उत्तेजित अवस्था से इलेक्ट्रॉन निकलता है तब उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा होगी -

(A) 2.55 eV (B) 4.25 eV

(C) 11.25 eV (D) 19.55 eV

Q.75 एक तत्व दर्शाई गई अभिक्रिया –

$X + 2e^- \longrightarrow X^{2-}$, से गुजरता है तथा मुक्त ऊर्जा = 30.87 eV/परमाणु है यदि मुक्त ऊर्जा 4 gms H_2 अणुओं को समान रूप से H^+ तथा H* में वियोजित करने में प्रयुक्त हो जहाँ H* हाइड्रोजन परमाणु की उत्तेजित अवस्था है जहाँ इलेक्ट्रॉन कक्षा में गति करता है जिसकी परिधि इसकी द्विबोग्ली तरंगदैर्ध्य के चार गुने के बराबर आवश्यक निम्नतम X मोल संख्या ज्ञात कीजिए दिया गया है। H की 1.E. = 13.6 eV/atom, H_2 की बन्ध ऊर्जा = 4.526 eV /अणु

(A) 1 (B) 2

(C) 3 (D) 4

Q.76 आद्य अवस्था में H-परमाणु की ऊर्जा–E हो तब उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉन का वेग क्या होगा, जब E_p ऊर्जा का एक फोटॉन आद्य अवस्था में स्थिर Li^{2+} आयन से टकराता है -

(A) $v = \sqrt{\frac{2(E_p - E)}{m}}$ (B) $v = \sqrt{\frac{2(E_p + 9E)}{m}}$

(C) $v = \sqrt{\frac{2(E_p - 9E)}{m}}$ (D) $v = \sqrt{\frac{2(E_p - 3E)}{m}}$

Q.77 3x-कक्षक के लिए

$\Psi(3s) = \frac{1}{9\sqrt{3}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2}(6–6\sigma + 6\sigma^2)^{-\sigma/2}$; जहाँ $\sigma = \frac{2r\cdot Z}{3a_0}$

नाभिक से नोड की अधिकतम त्रिज्यीय दूरी क्या है?

(A) $\frac{(3+\sqrt{3})a_0}{Z}$ (B) $\frac{a_0}{Z}$

(C) $\frac{3}{2}\frac{(3+\sqrt{3})a_0}{Z}$ (D) $\frac{2a_0}{Z}$

Q.78 किसी परमाणु के I, II तथा III ऊर्जा स्तरों की ऊर्जा क्रमश $E, \frac{4E}{3}$ तथा 2E है λ तरंगदर्ध्य का एक फोटोन III से I में संक्रमण के दौरान उत्सर्जित होता हो तब II से I उत्सर्जन के लिए तरंगदैर्ध्य क्या होगी ?

(A) $\frac{\lambda}{2}$ (B) λ

(C) 2λ (D) 3λ

Q.79 हरे पौधों में प्रकाश संश्लेषण की क्वाण्टम दक्षता के मापन में यह पाया जाता है कि 6850 Å तरंगदैर्ध्य के लाल प्रकाश का 10 क्वाँटा O_2 के एक अणु को मुक्त करने के लिए आवश्यक है इस प्रक्रम में औसत संग्रहित ऊर्जा 112 kcal/mol है इस प्रयोग में ऊर्जा रूपान्तरण दक्षता क्या है?

(दिया गया है : 1 cal = 4.18 J; $N_A = 6 \times 10^{23}$; $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J.s)

(A) 23.5 (B) 26.9

(C) 66.34 (D) 73.1

Exercise (Level) 3

OLD EXAMINATION QUESTIONS [JEE MAIN]

Q.1 एक बहुइलैक्ट्रॉन परमाणु मे चुम्बकीय और वैद्युत क्षेत्रों की अनुपस्थिति में निम्नलिखित तीन क्वाण्टम संख्याओं द्वारा वर्णित कौन सी आर्बिटलों की ऊर्जा समान होंगी ? **[AIEEE- 2005]**

(a) n = 1, ℓ = 0, m = 0 (b) n = 2, ℓ = 0, m = 0
(C) n = 2, ℓ = 1, m = 1 (d) n = 3, ℓ = 2, m = 1
(e) n = 3, ℓ = 2, m = 0

(A) (b) व (C) (B) (a) व (b)
(C) (d) व (e) (D) (C) व (d)

Q.2 निम्न समुच्चयों में से किसमे समइलैक्ट्रॉनिकी स्पीशीज नहीं है ? **[AIEEE- 2005]**

(A) CN^-, N_2, C_2^{2-}
(B) PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, ClO_4^-
(C) BO_3^{3-}, CO_3^{2-}, NO_3^-
(D) SO_3^{2-}, CO_3^{2-}, NO_3^-

Q.3 बोर सिद्धांत के अनुसार, एक इलेक्ट्रॉन का 5 वीं कक्षा में कोणीय संवेग है - **[AIEEE 2006]**

(A) 1.0 h/π (B) 10 h/π
(C) 2.5 h/π (D) 25 h/π

Q.4 300 ms^{-1} के वेग, जो 0.001% यथार्थ है, से गतिशील इलेक्ट्रान (संहति = 9.1×10^{-31} kg) की स्थिति में क्या अनिश्चितता होगी - **[AIEEE 2006]**

(A) 5.76×10^{-2} m (B) 1.92×10^{-2} m
(C) 3.84×10^{-2} m (D) 19.2×10^{-2} m

Q.5 निम्न में से कौनसा क्वान्टम संख्याओं का समुच्चय परमाणु की अधिकतम ऊर्जा को प्रदर्शित करता है ? **[AIEEE 2007]**

(A) n = 3, ℓ = 1, m = 1, s = +½
(B) n = 3, ℓ = 2, m = 1, s = +½
(C) n = 4, ℓ = 0, m = 0, s = +½
(D) n = 3, ℓ = 0, m = 0, s = +½

Q.6 हाइड्रोजन परमाणु की आयनन एन्थैल्पी 1.312×10^6 J mol^{-1}है। इस परमाणु में इलेक्ट्रॉन को n = 1 से n = 2 में उत्तेजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा है - **[AIEEE 2008]**

(A) 6.56×10^5 J mol^{-1} (B) 7.56×10^5 J mol^{-1}
(C) 9.84×10^5 J mol^{-1} (D) 8.51×10^5 J mol^{-1}

Q.7 किसी परमाणु में, एक इलेक्ट्रॉन 0.005% की यथार्थता के साथ 600 m/s की वेग से गतिमान है। तो इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की स्थिति की निश्चितता निम्न होगी ($h = 6.6 \times 10^{-34}$ kg m^2 s^{-1}, इलेक्ट्रॉन की द्रव्यमान, $e_m = 9.1 \times 10^{-31}$kg) **[AIEEE 2009]**

(A) 1.52×10^{-4} m (B) 5.10×10^{-3} m
(C) 1.92×10^{-3} m (D) 3.84×10^{-3} m

Q.8 1.0×10^3 ms^{-1} से गतिमान प्रोटॉन के साथ संम्बन्धित तरंगदैर्ध्य (नैनोमीटर में) की गणना कीजिए (प्रोटॉन का द्रव्यमान = 1.67×10^{-27}kg तथा $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js) - **[AIEEE 2009]**

(A) 0.032 nm (B) 0.40 nm
(C) 2.5 nm (D) 14.0 nm

Q.9 एक गैस 355 nm का फोटॉन अवशोषित करते है तथा दो तरंगदैर्ध्यो पर, उत्सर्जित करती है। यदि एक उत्सर्जन 680 nm हो तो अन्य किस पर होगी : **[AIEEE 2011]**

(A) 1035 nm (B) 325 nm
(C) 743 nm (D) 518 nm

Q.10 He^+ के n = 4 से n = 2 संक्रमण के लिये उत्सर्जित प्रकाश की आवृत्ति H परमाणु में निम्न में से किस संक्रमण के संगत बराबर होगी ? **[AIEEE 2011]**

(A) n = 2 to n = 1 (B) n = 3 to n = 2
(C) n = 4 to n = 3 (D) n = 3 to n = 1

Q.11 क्वांटम संख्याओं n व ℓ द्वारा ज्ञात इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा – **[AIEEE-2012]**

(a) n = 4, ℓ = 1 (b) n = 4, ℓ = 0
(C) n = 3, , ℓ = 2 (d) n = 3, ℓ = 1

बढ़ते क्रम में निम्न प्रकार व्यवस्थित हो सकती है -

(A) (d) < (b) < (C) < (a)
(B) (b) < (d) < (a) < (C)
(C) (a) < (C) < (b) < (d)
(D) (C) < (d) < (b) < (a)

Q.12 क्वान्टम संख्याओं का निम्न सेट एक परमाणु में चार इलेक्ट्रॉनों को अभिव्यक्त करता है :

[AIEEE Online - 2012]

(i) $n = 4, \ell = 1$ (ii) $n = 4, \ell = 0$

(iii) $n = 3, \ell = 2$ (vi) $n = 3, \ell = 1$

निम्न में से कौनसा एक ऊर्जा के बढ़ते हुये क्रम को दिखाता है :

(A) (i) < (iii) < (ii) < (iv)
(B) (ii) < (iv) < (i) < (iii)
(C) (iv) < (ii) < (iii) < (i)
(D) (iii) < (i) < (iv) < (ii)

Q.13 बॉमर श्रेणी में सीमान्त लाइन की आवृति है :
(Rydberg constant, $R_\infty = 3.29 \times 10^{15}$ cycles/s)

[AIEEE Online - 2012]

(A) $3.65 \times 10^{14}\ s^{-1}$ (B) $8.22 \times 10^{14}\ s^{-1}$
(C) $3.29 \times 10^{15}\ s^{-1}$ (D) $5.26 \times 10^{13}\ s^{-1}$

Q.14 यदि एक इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा चार गुना बढ़ा दी जाती है तो इससे सम्बन्धित डि-ब्रोगली तरंगदैर्ध्य हो जायेगी : **[AIEEE Online - 2012]**

(A) दो गुनी (B) आधी
(C) एक चौथाई (D) चार गुनी

Q.15 दिये हुये परमाणु क्रमांकों के साथ तत्वों के किस युग्म के द्वारा समान गुणधर्म दर्शाने की सम्भावना है?

[AIEEE Online - 2012]

(A) 11, 12 (B) 40, 72
(C) 20, 36 (D) 10, 28

Q.16 हाइड्रोजन परमाणु के प्रथम कक्षक में त्रिज्या का मान a_0 है तो तीसरे कक्षक में इलेक्ट्रॉन के डि-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य का मान होगा **[AIEEE Online - 2012]**

(A) $6\ \pi\ a_0$ (B) $8\ \pi\ a_0$
(C) $2\ \pi\ a_0$ (D) $4\ \pi\ a_0$

Q.17 उस परमाणु में कक्षकों की संख्या क्या होगी जिसकी क्वाण्टम संख्याऐं $n = 3, \ell = 2$ तथा $m_\ell = +2$ हैं ?

[JEE Main Online -2013]

(A) 5 (B) 3
(C) 1 (D) 7

Q.18 H-स्पैक्ट्रम की बामर श्रेणी में प्रथम उत्सर्जन रेखा की तरंग संख्या है (R = रिडबर्ग स्थिरांक)

[JEE Main Online -2013]

(A) $\frac{5}{36}R$ (B) $\frac{9}{400}R$
(C) $\frac{7}{6}R$ (D) $\frac{3}{4}R$

Q.19 भारी पानी के एक अणु में प्रोटोन, इलेक्ट्रॉन तथा न्युट्रॉनों की संख्या क्रमशः है।

[JEE Main Online -2013]

(A) 8, 10, 11 (B) 10, 10, 10
(C) 10, 11, 10 (D) 11, 10, 10

Q.20 1000kg द्रव्यमान तथा 36 km/hr वेग वाली कार की डि-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य क्या है- ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js)

[JEE Main Online -2013]

(A) 6.626×10^{-34} m (B) 6.626×10^{-38} m
(C) 6.626×10^{-31} m (D) 6.626×10^{-30} m

Q.21 एक इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा को इस प्रकार प्रस्तुत किया जाता है - $E = -2.178 \times 10^{-18}\ J\left(\frac{Z^2}{n^2}\right)$। हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन को $n = 1$ से $n = 2$ स्तर पर उत्तेजित करने के लिये आवश्यक प्रकाश की तरंगदैर्ध्य होगी: **[JEE Main -2013]**

($h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js तथा $c = 3.0 \times 10^8\ ms^{-1}$)

(A) 6.500×10^{-7} m (B) 8.500×10^{-7} m
(C) 1.214×10^{-7} m (D) 2.816×10^{-7} m

Q.22 रूबिडियम परमाणु (Z = 37) के लिये वेलैन्सी इलैक्ट्रॉनों के उचित चार क्वान्टम नम्बारों का सेट होता है - **[JEE Main 2014]**

(A) $5, 1, 0 + \frac{1}{2}$ (B) $5, 1, 1 + \frac{1}{2}$
(C) $5, 0, 1 + \frac{1}{2}$ (D) $5, 0, 0 + \frac{1}{2}$

Q.23 दिया है

(a) $n = 5, m_l = +1$
(b) $n = 2, l = 1, M_l = -1, m_s = -½$

एक परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या क्या है जिसकी क्वाण्टम संख्या (a) तथा (b) दिये अनुसार हो सकती है।- **[JEE Main Online - 2014]**

(A) 25 तथा 1 (B) 8 तथा 1
(C) 2 तथा 4 (D) 4 तथा 1

Q.24 गैसीय सोडियम परमाणुओं की आयनन ऊर्जा का मान 495.5 kJमोल$^{-1}$ है। सोडियम परमाणु का आयनन करने के लिये प्रकाश की सम्भव न्यूनतम आवृति (frequency) क्या होगी ? **[JEE Main Online - 2014]**

($h = 6.626 \times 10^{-34}$Js, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ मोल$^{-1}$)

(A) $7.50 \times 10^4\ s^{-1}$ (B) $4.76 \times 10^{14}\ s^{-1}$
(C) $3.15 \times 10^{15}\ s^{-1}$ (D) $1.24 \times 10^{15}\ s^{-1}$

Q.25 यदि हाइड्रोजन परमाणु के त्रिज्या r की कक्ष में घूमने वाले इलैक्ट्रॉन का द्रव्यमान m और आवेश e हों तो, घूमने वाले इलैक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा होगी

[JEE Main Online - 2014]

(A) $\frac{1}{2}\frac{e^2}{r}$ (B) $-\frac{e^2}{r}$

(C) $\frac{me^2}{r}$ (D) $-\frac{1}{2}\frac{e^2}{r}$

Q.26 द्रव्यमान 6.63 g के कण का आवेग 100 ms^{-1} से गतिमान होने पर डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य होगी :

[JEE Main Online - 2014]

(A) 10^{-33} m (B) 10^{-35} m

(C) 10^{-31} m (D) 10^{-25} m

Q.27 2.47×10^{15} Hz. पर पराबैंगनी क्षेत्र में उत्तेजित हाइड्रोजन परमाणु प्रकाश उत्सर्जित करता है। इस आवृत्ति के साथ एक अकेले फोटॉन की ऊर्जा होगी: ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js)

[JEE Main Online - 2014]

(A) 8.041×10^{-40} J (B) 2.680×10^{-19}J

(C) 1.640×10^{-18} J (D) 6.111×10^{-17} J

Q.28 H-परमाणु के प्रथम बोहर आर्बिट में इलैक्ट्रॉन की ऊर्जा –13.6 eV हैं। Li^{2+} की उतेजित अवस्था में इलैक्ट्रान का ऊर्जा मान होगा:

[JEE Main Online - 2014]

(A) –27.2 eV (B) 30.6 eV

(C) –30.6 eV (D) 27.2 eV

Q.29 यदि λ_0 और λ दहलीज़ी तरंगदैर्ध्य और आपतित प्रकाश का तरंग दैर्ध्य हों तो धातु स्थल से निकले प्रकाशीय इलेक्ट्रानों का वेग होगा :

[JEE Main Online - 2014]

(A) $\sqrt{\frac{2h}{m}(\lambda_0 - \lambda)}$ (B) $\sqrt{\frac{2hc}{m}(\lambda_0 - \lambda)}$

(C) $\sqrt{\frac{2hc}{m}\left(\frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda\,\lambda_0}\right)}$ (D) $\sqrt{\frac{2h}{m}\left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda}\right)}$

Q.30 गर्म फिलामेन्ट से मुक्त इलेक्ट्रानों की धारा को, विभवान्तर V esu पर रखी गयी दो आवेशित प्लेटो के मध्य में से गुजारा जाता है। यदि e तथा m क्रमशः इलेक्ट्रानों के आवेश तथा द्रव्यमान है तो h/λ (जहाँ, λ इलेक्ट्रॉन तंरग से संबंधित तंरगदैर्ध्य है) का मान होगा: **[JEE Main - 2016]**

(A) meV (B) 2meV

(C) $\sqrt{meV}$ (D) $\sqrt{2meV}$

Q.31 हाइड्रोजन परमाणु के लिए द्वितीय बोहर कक्षा की त्रिज्या है –

(प्लांक नियतांक $h = 6.6262 \times 10^{-34}$ Js इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान = 9.1091×10^{-31} kg; इलेक्ट्रॉन का आवेश e = 1.60210×10^{-19} C; निर्वात की विद्युतशीलता $\in_0 = 8.854185 \times 10^{-12}\ kg^{-1}m^{-3}A^2$)

[JEE Main Offline - 2017]

(A) 0.529 Å (B) 2.12 Å

(C) 1.65 Å (D) 7.76 Å

Q.32 समइलेक्ट्रोनिक स्पीशीज का समूह है -

[JEE Main Offline - 2017]

(A) O^{2-}, F^-, Na, Mg^{2+}

(B) O^-, F^-, Na^+, Mg^{2+}

(C) O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}

(D) O^-, F^-, Na, Mg^+

Q.33 हाइड्रोजन परमाणु की लाइकन श्रेणी में लघुत्तम तरंगदैर्ध्य A हो तब He^+ की पाश्चन श्रेणी में दीर्घत्तम तरंगदैर्ध्य होगी – **[JEE Main Online - 2017]**

(A) $\frac{5A}{9}$ (B) $\frac{36A}{7}$

(C) $\frac{36A}{5}$ (D) $\frac{9A}{5}$

Q.34 हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन 211.6 pm त्रिज्या के कक्षक में उच्च कक्षण से संक्रमण करता है यह संक्रमण संबंधित होगा : **[JEE Main Online - 2017]**

(A) लाइमन श्रेणी से (B) बामर श्रेणी से

(C) ब्रेकेट श्रेणी से (D) पाश्चन श्रेणी से

Q.35 आण्विक आयन, N_2^+ के लिए आण्विक कक्षक डायग्राम में, σ_{2p} आण्विक कक्षक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या है: **[JEE-Main Online -2018]**

(A) 0 (B) 2

(C) 3 (D) 1

Q.36 निम्न में से कौन सी व्यवस्था प्रतिलोह चुम्बकीय पदार्थ के चुम्बकीय आघूर्ण के योजनाबद्ध संरेखण को प्रदर्शित करती है ? **[JEE-Main Online -2018]**

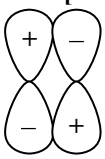
(A) ↑ ↓ ↓ ↓ ↓ ↑

(B) ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

(C) ↑ ↑ ↓ ↑ ↑ ↓

(D) ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓

Q.37 निम्न में से कौनसा आण्विक कक्षक के चित्र को सही वर्णित करता है- **[JEE-Main Online -2018]**



(A) एक आबंधी π कक्षक
(B) एक अनाबंधी कक्षक
(C) एक प्रतिआबंधी σ कक्षक
(D) एक प्रतिआबंधी π कक्षक

Q.38 'H' परामाणु के प्रथम बोहर कक्षक में उपस्थित इलेक्ट्रॉन की डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य है - **[JEE-Main Online -2018]**

(A) 4×0.529 Å (B) $2\pi \times 0.529$ Å
(C) $\frac{0.529}{2\pi}$ Å (D) 0.529 Å

Q.39 निम्न रूपान्तरों में किसमें आकार तथा संकरण दोनों का परिवर्तन होता है ? **[JEE-Main Online-2018]**

(A) $H_2O \rightarrow H_3O^+$ (B) $BF_3 \rightarrow BF_4^-$
(C) $CH_4 \rightarrow C_2H_6$ (D) $NH_3 \rightarrow NH_4^+$

Q.40 परमाणु हाइड्रोजन के $n_1 = 8$ से $n_f = n$ तक की उत्सर्जन रेखा के लिए $\left(\frac{1}{n^2}\right)$ के विरूद्ध तरंग संख्या ($\bar{\nu}$) का आरेख होगा, (रिडबर्ग स्थिरांक, R_H तरंग संख्या के मात्रक में) **[Main-2019]**

(A) R_H अन्तः खण्ड के साथ रैखिक
(B) R_H ढाल के साथ रैखिक
(C) अरैखिक
(D) R_H ढाल के साथ रैखिक

Q.41 परमाणु कक्षकों की व्याख्या से संबंधित कौन से संयुक्त कथन सत्य है? **[Main-2019]**

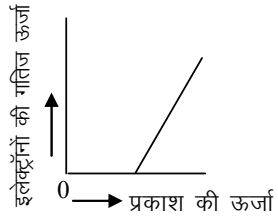
(a) कम कोणीय संवेग वाले कक्षक के इलेक्ट्रॉन की तुलना में अधिक कोणीय संवेग वाले कक्षक में इलेक्ट्रॉन नाभिक से दूर रहता है
(b) मुख्य क्वांटम संख्या के एक दिये मान के लिए कक्ष का आकार द्विगंशी क्वांटम संख्या के व्युत्क्रमानुपाती होता है
(c) तरंग यांत्रिकी के अनुसार निम्न अवस्था कोणीय संवेग, $h/2\pi$ के बराबर होता है
(d) विभिन्न द्विगंशी क्वांटम संख्याओं के लिए ψ Vs r का आरेख अधिक r मान की ओर पीक (शिखर) विस्थापित होना प्रदर्शित करता है।

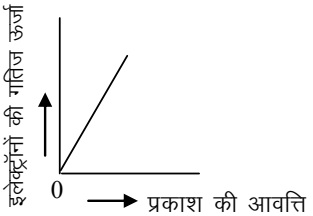
(A) (b), (c) (B) (a), (d)
(C) (a), (b) (D) (a), (c)

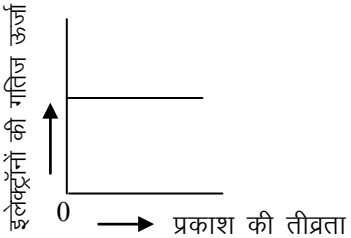
Q.42 किस अभाज्य एकक कोष्ठिका में असमान कोर लम्बाई ($a \neq b \neq c$) होती है तथा सभी अक्षीय कोण 90° से भिन्न होते हैं? **[Main-2019]**

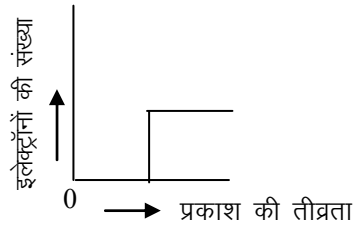
(A) षटकोणीय (B) द्विसमलम्बाक्ष
(C) त्रिनताक्ष (D) एकनताक्ष

Q.43 नीचे प्रदर्शित ग्राफ में से कौन–सा आपतित प्रकाश तथा धातु पृष्ठ से निष्कासित इलेक्ट्रॉन के बीच का सम्बन्ध सही प्रकार से अभिव्यक्त नही करता है? **[Main-2019]**

(A)


(B)


(C)


(D)


Q.44 A_2B_3 सूत्र वाले एक यौगिक में hcp जालक है। कौनसा परमाणु hcp जालक बनाता है तथा चतुष्फलकीय रिक्तियों का कौनसा अंश दूसरे परमाणु द्वारा अधिकृत होता है- **[Main-2019]**

(A) hcp जालक - A, $\frac{1}{3}$ चतुष्फलकीय रिक्तियाँ-B
(B) hcp जालक - B, $\frac{1}{3}$ चतुष्फलकीय रिक्तियाँ-A
(C) hcp जालक - A, $\frac{2}{3}$ चतुष्फलकीय रिक्तियाँ ds-B
(D) hcp जालक-B, $\frac{2}{3}$ चतुष्फलकीय रिक्तियाँ-A

Q.45 हाइड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था ऊर्जा –13.6 eV है। He^+ आयन की द्वितीय उत्तेजित अवस्था की ऊर्जा eV में, है : **[Main-2019]**

(A) –6.04 (B) – 54.4
(C) – 27.2 (D) – 3.4

Q.46 माँसेपेशीय दर्द के ऊष्मा उपचार के लिए लगभग 900 nm के तरंगदैर्ध्य के विकिरण का उपयोग होता है। इसके लिए H-परमाणु की कौनसी स्पेक्ट्रल लाइन उपयुक्त है?
[$R_H = 1 \times 10^5\ cm^{-1}$, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js, $c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$] **[Main-2019]**

(A) बामर, $\infty \to 2$ (B) पाश्चन, $5 \to 3$
(C) पाश्चन, $\infty \to 3$ (D) लाइमन, $\infty \to 1$

Q.47 काय केन्द्रित घन एकल कोशिका के कोर के केन्द्र में स्थापित होने वाले सबसे बड़े गोले की त्रिज्या होगी (कोर लम्बाई को 'a' द्वारा व्यक्त किया गया है) **[Main-2019]**

(A) 0.134 a (B) 0.067 a
(C) 0.047 a (D) 0.027 a

Q.48 प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन से सम्बन्धित डी–ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य (λ) आपतित विकिरण की आवृत्ति (v) के साथ इस प्रकार परिवर्तित होती है [v_0 = देहली आवृत्ति] : **[Main-2019]**

(A) $\lambda \propto \frac{1}{(v - v_0)^{\frac{3}{2}}}$ (B) $\lambda \propto \frac{1}{(v - v_0)^{\frac{1}{4}}}$

(C) $\lambda \propto \frac{1}{(v - v_0)}$ (D) $\lambda \propto \frac{1}{(v - v_0)^{\frac{1}{2}}}$

Q.49 धातु का कार्यफलन क्या होगा, यदि 4000Å तरंगदैर्ध्य का प्रकाश इससे $6 \times 10^5\ ms^{-1}$ वेग के प्रकाशित इलेक्ट्रॉनों को उत्पन्न करता है ? **[Main-2019]**
इलेक्ट्रॉन का भार = 9×10^{-31} kg ;
प्रकाश का वेग = $3 \times 10^8\ ms^{-1}$
प्लैंक स्थिरांक = 6.626×10^{-34} Js ;
तथा इलेक्ट्रॉन का आवेश = $1.6 \times 10^{-19}\ JeV^{-1}$)

(A) 4.0 eV (B) 0.9 eV
(C) 2.1 eV (D) 3.1 eV

Q.50 यदि एक हाइड्रोजन परमाणु में n वें बोर कक्षक में स्थित इलेक्ट्रॉन का डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य 1.5 πa_0 के बराबर है, तो n/z का मान है (a_0 बोर त्रिज्या है)- **[Main-2019]**

(A) 0.75 (B) 0.40
(C) 1.50 (D) 1.0

Q.51 चार इलेक्ट्रॉनों की क्वान्टम संख्यायें नीचे दी गई :

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. $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$

इनकी बढ़ती ऊर्जाओं का **सही** क्रम है- **[Main-2019]**

(A) I < III < II < IV (B) IV < II < III < I
(C) I < II < III < IV (D) IV < III < II < I

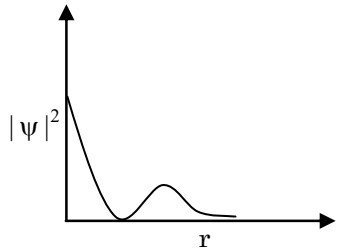
Q.52 निम्न में से किसके द्वारा समइलेक्ट्रॉनी स्पीशीज Cl^-, Ar तथा Ca^{2+} का आकार प्रभावित होगा - **[Main-2019]**

(A) नाभिकीय आवेश
(B) संयोजकता कोश की द्विगंशी क्वान्टम संख्या
(C) बाह्य कक्षकों में इलेक्ट्रॉन अन्योन्यक्रिया
(D) संयोजकता कोश की मुख्य क्वान्टम संख्या

Q.53 सिल्वर के लिए $C_p(JK^{-1}\ mol^{-1}) = 23 + 0.01\ T$ यदि 1 atm दाब पर सिल्वर के 3 मोल का ताप (T) 300 K से बढ़कर 1000 K हो जाये, तो ΔH का मान किसके निकटतम होगा - **[Main-2019]**

(A) 13 kJ (B) 16 kJ
(C) 62 kJ (D) 21 kJ

Q.54 $|\psi|^2$ तथा r (त्रिज्य दूरी) के बीच ग्राफ नीचे प्रदर्शित है। यह दर्शाता है: **[Main-2019]**

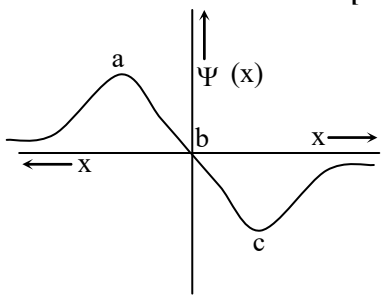


(A) 3s कक्षक (B) 2s कक्षक
(C) 2p कक्षक (D) 1s कक्षक

Q.55 हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम के दो स्पेक्ट्रमी श्रेणियों की लघुत्तम तरंगदैर्ध्य का अनुपात लगभग 9 पाया गया। स्पेक्ट्रमी श्रेणियाँ है: **[Main-2019]**

(A) पाश्चन तथ फुन्ड (B) बामर तथा ब्रैकेट
(C) लाइमन तथा पाश्चन (D) ब्रैकेट तथा फुंड

Q.56 इलेक्ट्रॉनों के पाये जाने की अधिकतम संभावना है : **[Main-2019]**



(A) a तथा c क्षेत्र में (B) मात्र c क्षेत्र में
(C) a तथा b क्षेत्र में (D) मात्र a क्षेत्र में

Q.57 जिस तत्व की परमाणु संख्या 15 है उसकी समूह संख्या उसके संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा उसकी संयोजकता क्रमशः होगी: **[Main-2019]**
(A) 16, 6 तथा 3 (B) 15, 6 तथा 12
(C) 16, 5 तथा 2 (D) 15, 5 तथा 3

Q.58 एक तत्व की फलक केन्द्रित घनीय (fcc) संरचना है जिसके कोशिका का कोर a है जालक में दो निकटतम चतुष्फलकीय रिक्तियों के केन्द्रों के बीच की दूरी होगी : **[Main-2019]**
(A) a (B) $\frac{3}{2}$a (C) $\frac{a}{2}$ (D) $\sqrt{2}$a

Q.59 सरल घनीय, काय केन्द्रित घनीय तथा फलक केन्द्रित घनीय संरचना में उपस्थित परमाणुओं की संख्या का अनुपात क्रमशः, होगा : **[Main-2019]**
(A) 8 : 1 : 6 (B) 4 : 2 : 1
(C) 1 : 2 : 4 (D) 4 : 2 : 3

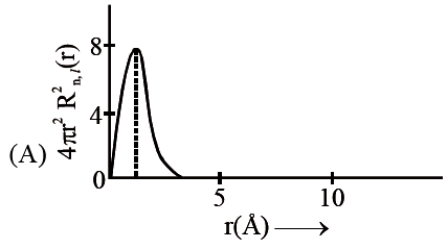
Q.60 क्वांटम संख्याओं n = 5, $m_s = +\frac{1}{2}$ से संबंधित कक्षको की संख्या है : **[Main -2020]**
(A) 15 (B) 50
(C) 11 (D) 25

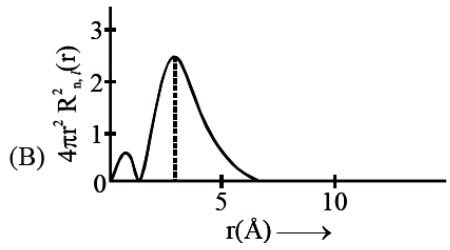
Q.61 H परमाणु के स्पेक्ट्रम में बामर श्रेणी के लिए $\overline{v} = R_H\left\{\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right\}$, (I) से (IV) के मध्य सही कथन है :
(I) तरंगदैर्ध्य के घटने पर, श्रृंखला में रेखाऐं अभिसारित होती है
(II) पूर्णांक n_1, 2 के बराबर है
(III) अधिकतम तरंगदैर्ध्य की रेखाये $n_2 = 3$ के अनुरूप है
(IV) इन रेखाओं की तरंग संख्या से हाइड्रोजन की आयनीकरण की ऊर्जा की गणना की जा सकती है। **[Main -2020]**
(A) (II), (III), (IV) (B) (I), (III), (IV)
(C) (I), (II), (III) (D) (I), (II), (IV)

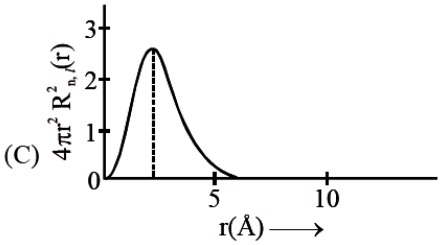
Q.62 निम्नलिखित मे से कौनसा युग्म समइलेक्ट्रोनिय है ?
A. SO_4^{2-} तथा CrO_4^{2-}
B. $SiCl_4$ तथा $TiCl_4$
C. NH_3 तथा NO_3^-
D. BCl_3 तथा $BrCl_3$ **[Main -2021]**
(A) केवल C तथा D (B) केवल A तथा B
(C) केवल A तथा C (D) केवल B तथा C

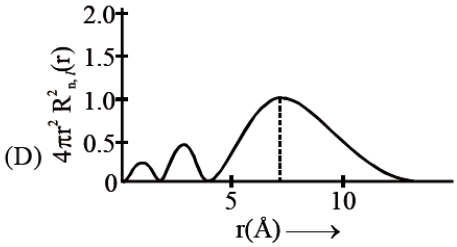
Q.63 बोर परमाणु सिद्वांत के अनुसार :-
(A) इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा $\propto \frac{Z^2}{n^2}$
(B) इलेक्ट्रॉन के वेग (v) तथा मुख्य क्वांटम संख्या(n) का गुणनफल , 'vn' $\propto Z^2$.
(C) एक कक्षक मे इलेक्ट्रॉन के चक्रण की आवृत्ति $\propto \frac{Z^3}{n^3}$
(D) इलेक्ट्रॉन पर आकर्षण का कूलाम्ब बल $\propto \frac{Z^3}{n^4}$
नीचे दिए गए विकल्पो मे से सबसे सही विकल्प का चयन कीजिए : **[Main -2021]**
(A) केवल (C) (B) केवल (A)
(C) केवल (A), (C) तथा (D) (D) केवल (A) तथा (D)

Q.64 हाइड्रोजन परमाणु के विभिन्न कक्षको के लिए त्रिज्या 'r' के साथ रेखिय वितरण फलनो के वक्र नीचे दिए गए है : **[Main -2021]**

(A)


(B)


(C) 

(D) 

3s कक्षक के लिए सही वक्र है : **[Main -2021]**

(A) (B) (B) (A)
(C) (D) (D) (C)

Q.65 दो रेखिय नोड के साथ ही दो कोणिय नोड रखने वाला कक्षक है - **[Main -2021]**

(A) 3p (B) 4f (C) 4d (D) 5d

Q.66 यदि हाइड्रोजन परमाणु के 3^{rd} बोर कोश की त्रिज्या r_3 तथा 4^{th} बोर कोश की त्रिज्या r_4 हो तबः:

[Main -2022]

(A) $r_4 = \frac{9}{16} r_3$ (B) $r_4 = \frac{16}{9} r_3$

(C) $r_4 = \frac{3}{4} r_3$ (D) $r_4 = \frac{4}{3} r_3$

Q.67 हाइड्रोजन तीन समस्थानिक रखता हैः प्रोटियम (^1H), ड्यूटीरियम (^2H or D) तथा ट्राइटियम (^3H or T)। इनमें रासायनिक गुण समान होते है लेकिन भौतिक गुण भिन्न होते है। इनमें भिन्नता होती है

[Main -2022]

(A) प्रोटोनों की संख्या में
(B) परमाणु संख्या में
(C) इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में
(D) परमाणु द्रव्यमान में

Q.68 निम्नलिखित में से कौनसे कथन सही है?

[Main -2022]

(a) Cr का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास [Ar] $3d^5 4s^1$ है।
(b) चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या ऋणात्मक मान रख सकती है।
(c) एक परमाणु की आद्य अवस्था में, कोश इनकी ऊर्जा के बढ़ती हुए क्रम में भरे जाते है।
(d) नोड की कुल सख्या $n-2$ द्वारा दी जाती है।

नीचे दिये गए विकल्पों में से अधिक उपयुक्त उत्तर का चयन कीजिए।

(A) केवल (a), (c) तथा (d)
(B) केवल (a) तथा (b)
(C) केवल (a) तथा (c)
(D) केवल (a), (b) तथा (c)

Q.69 क्वाण्टम संख्याओं के निम्नलिखित समुच्चय वाले कक्षकों के लिए ऊर्जा का सही घटता क्रम हैः **[Main -2022]**

(1) $n = 3, \ell = 0, m = 0$

(2) $n = 4, \ell = 0, m = 0$

(3) $n = 3, \ell = 1, m = 0$

(4) $n = 3, \ell = 2, m = 1$

(A) (4) > (2) > (3) > (1) (B) (2) > (4) > (3) > (1)
(C) (3) > (2) > (4) > (1) (D) (2) > (3) > (4) > (1)

Q.70 यदि अन्तरिक्ष में एक सूक्ष्म कण के वेग तथा स्थिति में अनिश्चितता क्रमशः 2.4×10^{-26} (m s^{-1}) तथा 10^{-7} (m) है, तो कण का द्रव्यमान _____ ग्राम होगा। (निकटतम पूर्णांक में)

(दिया गया हैः $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js) **[Main -2022]**

Q.71 क्वाण्टम संख्याओं के निम्नलिखित समुच्चयों पर विचार कीजिए–

	n	***l***	$\mathbf{m_l}$
A.	3	3	–3
B.	3	2	–2
C.	2	1	+1
D.	2	2	+2

क्वाण्टम संख्याओं के सही समुच्चयों की संख्या _____ है। **[Main -2022]**

Q.72 एक काल्पनिक आयन $^{48}_{22}X^{3-}$ पर विचार कीजिए। आयन में नाभिक इलेक्ट्रॉनों की संख्या से 'a'% अधिक न्यूट्रॉन रखता है। 'a' का मान है– (निकटतम पूर्णांक में) **[Main -2022]**

Q.73 n = 4 वाले कोश मे उपस्थित रह सकने वाले इलेक्ट्रोनों की अधिकतम संख्या है : **[Main -2023]**

(A) 72 (B) 32 (C) 16 (D) 50

Q.74 2S के लिए तरंग फलन (Ψ) दिया गया है

$$\Psi_{2s} = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{1/2}\left(2-\frac{r}{a_0}\right)e^{-r/2a_0},$$

$r = r_0$ पर त्रिज्या (रेडियल नोड) बनता है। अतः a_0 के सदंर्भ में r_0 **[Main -2023]**

(A) $r_0 = 2a_0$ (B) $r_0 = 4a_0$

(C) $r_0 = a_0$ (D) $r_0 = \frac{a_0}{2}$

Q.75 Li^{2+} की द्वितीय की त्रिज्या x है। Be^{3+} की तृतीय कक्षा की प्रत्याशित त्रिज्या है : **[Main -2023]**

(A) $\frac{9}{4}x$ (B) $\frac{16}{27}x$

(C) $\frac{27}{16}x$ (D) $\frac{4}{9}x$

Q.76 यदि हाइड्रोजन परमाणु के प्रथम कक्षक की त्रिज्या α_0 है, तो डी ब्रोग्ली के तृतीय कक्षक में इलेक्ट्रॉन की तरंग दैर्ध्य है। **[Main -2023]**

(A) $\frac{\pi a_0}{6}$ (B) $\frac{\pi a_0}{3}$

(C) $6\pi a_0$ (D) $3\pi a_0$

Q.77 दिये गये समूह में समइलेक्ट्रानिक स्पीशीज की कुल संख्या है

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

[Main -2023]

Q.78 n = 4, s = + $\frac{1}{2}$ वाले सभी पूर्ण पूरित उपकोश में उपस्थित इलेक्ट्रोनो की सख्ँया है (जहाँ :→ n = मुख्य क्वाण्टम सख्ँया s = चक्रण क्वाण्टम सख्ँया) **[Main -2024]**

Q.79 निम्नलिखित मे से सभी तत्वो के साथ d^{10} इलेक्ट्रॉनिक विन्यास रखने वाले सही विकल्प का चयन कीजिए। **[Main -2024]**

(A) ^{27}Co, ^{28}Ni, ^{26}Fe, ^{24}Cr

(B) ^{46}Pd, ^{28}Ni, ^{26}Fe, ^{24}Cr

(C) ^{29}Cu, ^{30}Zn, ^{48}Cd, ^{47}Ag

(D) ^{28}Ni, ^{24}Cr, ^{26}Fe, ^{29}Cu

Q.80 रूबिडियम परमाणु (Z = 37) के सयोजी इलेक्टोन के लिए चार क्वाण्टम सख्ँया का सही समुच्चय है। **[Main -2024]**

(A) 5, 0, 0, $+\frac{1}{2}$ (B) 5, 0, 1, $+\frac{1}{2}$

(C) 5, 1, 0, $+\frac{1}{2}$ (D) 5, 1, 1, $+\frac{1}{2}$

Q.81 सुची I का सुची II के साथ मिलान कीजिए

सुची–I (हाइडोजन के लिए स्पेक्टोल श्रेणी)		सुची–II (स्पेक्टोल क्षेत्र/ उच्च ऊर्जा क्षेत्र)	
(I)	लाइमन	(P)	अवरक्त क्षेत्र
(II)	ब्रामर	(Q)	पराबैगनी क्षेत्र
(III)	पाश्चन	(R)	अवरक्त क्षेत्र
(IV)	P- फंड	(S)	दृश्य क्षेत्र

निचे दिये गये विकल्प मे से सही उत्तर का चयन करे **[Main -2024]**

(A) I-(P), II-(R), III-(Q), IV-(S)
(B) I-(Q), II-(R), III-(P), IV-(S)
(C) I-(P), II-(Q), III-(R), IV-(S)
(D) I-(Q), II-(S), III-(R), IV-(P)

Q.82 सुची **I** के साथ सुची **II** का मिलान कीजिए

सुची–I स्पीशीज		सुची–II (इलेक्टॉनिक विन्यास)	
(I)	Cr^{+2}	(P)	$3d^8$
(II)	Mn^+	(Q)	$3d^34s^1$
(III)	Ni^{+2}	(R)	$3d^4$
(IV)	V^+	(S)	$3d^54s^1$

निचे दिये गये विकल्प मे से सही उत्तर का चयन करे **[Main -2024]**

(A) I-(Q), II-(P), III-(S), IV-(R)
(B) I-(R), II-(S), III-(P), IV-(Q)
(C) I-(S), II-(R), III-(P), IV-(Q)
(D) I-(P), II-(Q), III-(R), IV-(S)

Q.83 हिलियम आयन की प्रथम उतेजित अवस्था की त्रिज्या दी गयी है।

a_0 → हाइड्रोजन परमाणु के प्रथम सकरण कक्षक की त्रिज्या **[Main -2025]**

(A) $r = \frac{a_0}{2}$ (B) $r = \frac{a_0}{4}$

(C) $r = 4a_0$ (D) $r = 2a_0$

Q.84 हाइड्रोजन परमाणु के लिए कक्षक के साथ न्यूनतम ऊर्जा है :

(a) 4s (b) $3p_x$ (c) $3d_{x^2-y^2}$

(d) $3d_{z^2}$ (e) $4p_z$

नीचे दिये गये विकल्पों में से सही उतर का चयन करो – **[Main -2025]**

(A) केवल (a) और (e)

(B) केवल (b)

(C) केवल (a)

(D) केवल (b), (c) और (d)

Q.85 2s व 2p कक्षको में इलेक्ट्रॉन के लिए कक्षक कोणीय आघूर्ण का मान क्रमश है। **[Main -2025]**

(A) 0 और $\sqrt{2}\frac{h}{2\pi}$

(B) 0 और $\sqrt{6}\frac{h}{2\pi}$

(C) $\sqrt{2}\frac{h}{2\pi}$ और 0

(D) $\frac{h}{2\pi}$ और $\sqrt{2}\frac{h}{2\pi}$

Q.86 90% कार्बन और 80 g mol^{-1} मोलर द्रव्यमान के साथ हाइड्रोकार्बन (X) में असंतृप्ता की कोटि _____ है **[Main -2025]**

Q.87 H^- परमाणु के प्रथम बोहर कक्षक में इलेक्ट्रान की ऊर्जा –13.6 है। Be^{3+} की प्रथम उतेजित अवस्था में इलेक्ट्रान के चुंबकीय ऊर्जा का मान _____ eV है। (निकटतम पूर्णाक मान) **[Main -2025]**

Exercise (Level) 4

Part-A : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार के प्रश्न

Q.1 निम्न में से कौनसा/से गुण–विद्युत चुम्बकीय विकिरण की ऊर्जा के अनुक्रमानुपाती है ?
(A) आवृति (B) तरंग संख्या
(C) तरंग लम्बाई (D) फोटोन की सख्या

Q.2 निम्न में से कौनसे कथन असत्य है ?
(A) Fe^{3+} के (n –1)d उपकोश में पाँच अयुग्मित इलैक्ट्रॉन है
(B) Fe^{3+}, Mn^{+} तथा Cr सभी के 24 इलैक्ट्रानों के चुम्बकीय आघूर्ण का मान समान होगा
(C) कॉपर (I) क्लोराइड रंगीन लवण है
(D) प्रत्येक रंगीन आयन अनुचुम्बकीय है

Q.3 सही कक्षकीय प्रदर्शन क्या नहीं हो सकता है यदि तंरग फलन निम्न है

$$\psi = \frac{1}{81\sqrt{6\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \sigma^2 e^{-\sigma/3} (3\cos^2\theta - 1);$$

यहाँ $\sigma = r/a_0$ तथा $a_0 = \frac{h^2 \in_0}{\pi m e^2}$

(A) 4s (B) $2P_x$
(C) $3P_y$ (D) $3d_z^2$

Q.4 निम्न में से कौनसा कक्षक गोलीय नोड नहीं रखता है
(A) 1s (B) 2s
(C) 2p (D) 3p

Q.5 कक्षकों के कौनसे समुच्चय में, इलैक्ट्रॉनों के कक्षकीय कोणीय संवेग बराबर है ?
(A) 1s तथा 2s (B) 2s तथा 2p
(C) p तथा 3p (D) 3p तथा 3d

Q.6 निम्न में से क्वाण्टम संख्या का कौनसा समुच्चय सही है ?
(A) $n = 3, \ell = 2, m = +1, s = +\frac{1}{2}$
(B) $n = 3, \ell = 3, m = +3, s = +\frac{1}{2}$
(C) $n = 4, \ell = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$
(D) $n = 5, \ell = 2, m = +4, s = -\frac{1}{2}$

Q.7 रदरफोर्ड प्रयोग ने स्थापित किया कि :
(A) परमाणु के अन्दर घना धनात्मक केन्द्र होता है
(B) नाभिक में प्रोटोन तथा न्यूट्रॉन होते है
(C) परमाणु में अधिकतम स्थान रिक्त है
(D) नाभिक का आकार बहुत छोटा है

Q.8 निम्न मे से कौनसे कथन असत्य है ?
(A) कक्षको को पहचानने के लिए तीन क्वाण्टम संख्याओं की आवश्यकता है
(B) हीलियम की द्वितीय आयनन ऊर्जा, हाइड्रोजन की प्रथम आयन ऊर्जा की 4 गुना है
(C) लिथियम की तृतीय आयनन ऊर्जा, हाइड्रोजन की प्रथम आयनन ऊर्जा की 9 गुना है
(D) Li^{2+} के तृतीय कक्षा की त्रिज्या, हाइड्रोजन परामणु के तृतीय कक्षा की त्रिज्या की 3 गुना है

Q.9 निम्न में से कौनसे कथन (H परमाणु के संदर्भ में) सही है ?
(A) इलैक्ट्रॉन की प्रथम कक्षा में गतिज ऊर्जा अधिकतम है
(B) प्रथम कक्षा में इलैक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा अधिकतम है
(C) द्वितीय कक्षा की त्रिज्या, प्रथम कक्षा की त्रिज्या से चार गुना है
(D) विभिन्न ऊर्जा स्तरों में बराबर स्थान है

Q.10 H–परमाणु का निम्न में से कौनसा संक्रमण समान आवृति को विकिरण उत्सर्जित करता है ?
(A) $4s \rightarrow 3p$ (B) $4d \rightarrow 3p$
(C) $5s \rightarrow 4s$ (D) $3s \rightarrow 2p$

Q.11 त्रिज्यीय वितरण फलन [P(r)] को मुख्य प्रायिक त्रिज्या ज्ञात करने में प्रयुक्त किया जाता है जिसका प्रयोग दी गई कक्षा में इलेक्ट्रॉन ज्ञान करने में किया जाता है Z परमाणु संख्या के जैसे हाइड्रोजन की 1s- कक्षक के लिए $\frac{dP(r)}{dr}$ निम्न है

$$\frac{dP}{dr} = \frac{4Z^3}{a_0^3}\left(2r - \frac{2Zr^2}{a_0}\right)e^{-2Zr/a_0}$$

तब निम्न में से कौनसा कथन सही है ?

(A) अधिकतम मान के बिन्दु पर त्रिज्यीय वितरण फलन $\frac{dP(r)}{dr} = 0$ एक एक्टिनोड उपस्थित होता है।

(B) Li^{2+} की मुख्य प्रायिक त्रिज्या $\frac{a_0}{3}$ pm है

(C) He^{+} की मुख्य प्रायिक त्रिज्या $\frac{a_0}{2}$ pm है

(D) हाइड्रोजन परमाणु की मुख्य प्रायिक त्रिज्या a_0 pm है

Q.12 सही कथन चुनिए -

(A) $\ell = 0$ का एक कक्षक नाभिक के परितः सममित होता है

(B) $\ell = 0$ का एक कक्षक नाभिक के परितः गोलीयरूप से सममित होता है

(C) $3d_{z^2}$ z-अक्ष के परितः गोलीय रूप से सममित होता है

(D) सभी सही है

Q.13 सही कथन चुनिए -

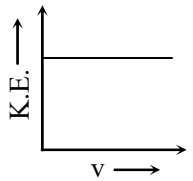
(A) त्रिज्यीय फलन केवल दिशा पर निर्भर करता है तथा केवल नाभिक के क्वाण्टम संख्या n पर निर्भर नहीं करता

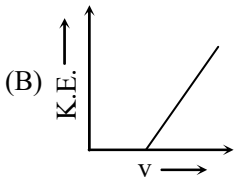
(B) कोणीय फलन केवल दिशा पर निर्भर करता है तथा यह नाभिक से दूरी पर निर्भर नहीं करता

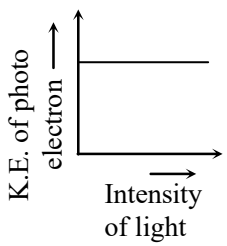
(C) $\Psi^2(r, \theta, \phi)$ समिष्टि में किसी विशेष बिन्दु पर इलेक्ट्रॉन के पाए जाने की प्रायिकता घनत्व होता है

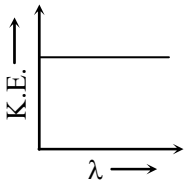
(D) त्रिज्यीय वितरण फलन $(4\pi r^2 R^2)$ नाभिक से r दूरी पर उपस्थित इलेक्ट्रॉन की प्रायिकता देता है

Q.14 कौनसा ग्राफ सही है?

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

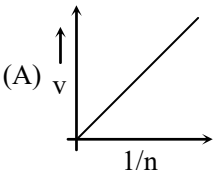
Q.15 सही वक्र चुनिए –

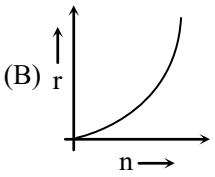
यदि v = बोहर कक्षा में इलेक्ट्रॉन का वेग

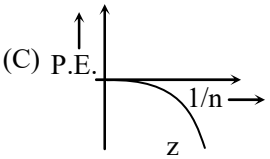
r = बोहर कक्षा में इलेक्ट्रॉन की त्रिज्या

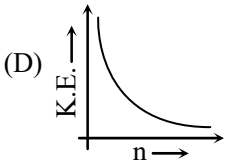
P.E. = बोहर कक्षा में इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा

K.E. = बोहर कक्षा में इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

Q.16 सही कथन चुनिए -

(A) नाभिक के निकटतम इलेक्ट्रॉन नाभिक द्वारा आकर्षित होता है तथा इसकी निम्न स्थिति ऊर्जा होती है

(B) बोहर सिद्धांत के अनुसार एक इलेक्ट्रॉन सततरूप से ऊर्जा विकरित करता है यदि यह एक कक्षक में हो

(C) बोहर मॉडल बहुसंख्यक इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के स्प्रेक्ट्रम को परिभाषित नही कर सकता

(D) बोहर मॉडल ऊर्जा के क्वाण्टीकरण पर आधारित प्रथम परमाण्विय मॉडल था

Q.17 सही कथन चुनिए -

(A) एक परमाण्विय कक्षक की आकृति एजिमुथल क्वाण्टम संख्या पर निर्भर करती है

(B) एक परमाण्विय कक्षक का घूर्णक चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या पर निर्भर करता है

(C) बहु–इलेक्ट्रॉन परमाणु के एक परमाण्विय कक्षक में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा केवल मुख्य क्वाण्टम संख्या पर निर्भर करती है

(D) एक प्रकार के अपमार्जक परमाण्विय कक्षक की संख्या एजिमुथल तथा चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या के मान पर निर्भर करती है

Q.18 त्रिज्यीय प्रायिकता वक्र के लिए निम्न में से कौनसा कथन सही है ?

(A) 2s कक्षक में उच्चिष्ठ की संख्या दो होती है

(B) गोलाकार या त्रिज्यीय नोड की संख्या n-*l*-1 के बराबर होती है

(C) कोणीय नोड की संख्या '*l*' है

(D) $3d_z^2$ के 3 कोणीय नोड होते है

Q.19 सही कथन चुनिए -

(A) त्रिज्यीय वितरण फलन दर्शाता है कि 3p तथा 3d इलेक्ट्रॉन की स्थिति के बजाए नाभिक के निकट 3s इलेक्ट्रॉन के पाए जाने की प्रायिकता उच्च होती है

(B) 3s कक्षक की ऊर्जा 3p तथा 3d कक्ष की ऊर्जा से कम होती है

(C) नोड पर त्रिज्यीय फलन का मान धनात्मक से ऋणात्मक परिवर्तित होता है

(D) त्रिज्यीय फलन क्वाण्टम संख्या n तथा *l* पर निर्भर करती है

Q.20 गलत कथन का चयन कीजिए -

(A) हाइड्रोजन परमाणु में एक विशेष कक्षक के लिए तरंग फलन का ऋणात्मक मान हो सकता है

(B) त्रिज्यीय प्रायिकता वितरण फलन का मान शून्य हो सकता है लेकिन ऋणात्मक मान नही हो सकता

(C) $3d_{x^2-y^2}$ कक्षक के दो कोणीय नोड तथा एक त्रिज्यीय नोड होते हैं

(D) yz तथा xz तल d_{xy} कक्षक के लिए नोडल तल होते हैं

Q.21 सही कथन चुनिए -

(A) हाइजनबर्ग सिद्धान्त स्थिर e^- के लिए लागू होता है

(B) पाउली एक्सक्लुजन सिद्धान्त फोटॉन के लिए लागू नही होता

(C) एक e^- के लिए वेग तथा मुख्य क्वाण्टम संख्या का गुणज, मुख्य क्वाण्टम संख्या पर निर्भर नहीं करता

(D) क्वाण्टम संख्या *l* तथा m से कोणीय तरंग फलन का मान ज्ञात किया जा सकता है

Q.22 निम्न में से सही कथन चुनिए -

(A) सम्मिष्ठि में एक नोड एक बिन्दु होता है जहाँ तरंग फलन Ψ का आयन शून्य होता है

(B) त्रिज्यीय वितरण में उच्चिष्ठ की संख्या n-*l* होती है

(C) त्रिज्यीय प्रायिकता $4\pi r^2 R^2_{n,\ell}(r)$ होती है

(D) Ψ^2, $3P_y$ कक्षक के पाए जाने की प्रायिकता दर्शाता है

Q.23 $3P_y$ कक्षक के सन्दर्भ में सही कथन चुनिए -

(A) नोड की कुल संख्या 2 है

(B) $4\pi^2R^2(r)$ वक्र Vs वक्र में उच्चिष्ठ की संख्या एक है

(C) किसी कक्षक के लिए क्वाण्टम संख्या n, *l* तथा m का मान क्रमशः 3, 1, –1 होता है

(D) चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या का मान धनात्मक होता है

Part-B : कथन व कारण प्रकार के प्रश्न

निम्न प्रश्नों 24 से 27 तक प्रत्येक के साथ दो वाक्य दिये गये है जिन्हे कथन व कारण के रूप में लिखा गया है इनका उत्तर देते समय आपको निम्न चार विकल्पों में से किसी एक को चुनना है

(A) यदि दोनों कथन व कारण सत्य है तथा कारण, कथन का सही स्पष्टीकरण है।

(B) यदि दोनों कथन व कारण सत्य है परंतु कारण, कथन का सही स्पष्टीकरण नहीं है।

(C) यदि कथन सत्य है परन्तु कारण असत्य है।

(D) यदि कथन असत्य है परन्तु कारण सत्य है।

Q.24 **कथन :** एनोड किरणों मे कण के आवेश तथा द्रव्यमान का अनुपात, विसर्जन नली में भरी हुई गैस की प्रकृति पर निर्भर करता है।

कारण : एनोड किरणों में कणों पर धनावेश होता है।

Q.25 **कथन :** s-कक्षक दो इलैक्ट्रानों से अधिक नहीं रख सकता है।

कारण : s-कक्षक गोलीय सममित है।

Q.26 **कथन :** प्रकाश इलैक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा, आपतित विकिरण की तीव्रता के सीधी अनुक्रमानुपाती है।

कारण : प्रकाश का प्रत्येक फोटोन केवल एक फोटो इलैक्ट्रॉन को उत्सर्जित करता है।.

Q.27 **कथन :** फास्फोरस परमाणु के तीन अयुग्मित इलैक्ट्रॉनों के अस्तित्व की हुण्ड नियम के आधार पर व्याख्या कर सकते है।

कारण : हुण्ड नियम के अनुसार, नए कक्षक पहले एक–एक इलैक्ट्रॉन से भरते है, तत्पश्चात् युग्मन होता है।

Part-C : स्तम्भ सुमेलन प्रश्न

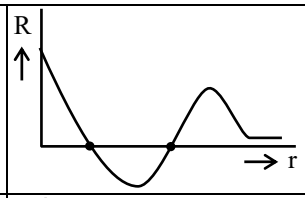
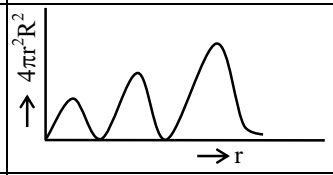
Q.28

स्तंभ -A		स्तंभ -B	
(A)	यदि स्थितिज ऊर्जा = – 13.6 eV	(i)	21
(B)	Na^{10+} के द्वितीय कोश से इलेक्ट्रॉन की आयनन ऊर्जा	(ii)	10
(C)	स्पेक्ट्रम रेखाओं की संख्या जब इलेक्ट्रॉन 7^{th} से 3^{rd} कोश में हो	(iii)	कुल ऊर्जा = – 6.8 eV
(D)	स्पेक्ट्रम रेखाओं की संख्या जब इलेक्ट्रॉन 7^{th} कोश से 1^{st} कोश में आए	(iv)	411.4 eV

Q.29 स्तम्भ मिलान कीजिए :

स्तंभ -A		स्तंभ -B	
(A)	समान ऊर्जा के कक्षक	(i)	3p, 3d
(B)	शून्य कक्षक कोणीय संवेग रखने वाले कक्षक	(ii)	2s तथा 3s
(C)	केवल एक गोलीय नोड़ वाले कक्षक	(iii)	समभ्रंश कक्षक
(D)	दिशीय गुण रखने वाले कक्षक	(iv)	2s तथा 3p

Q.30 स्तम्भ मिलान कीजिए :

स्तंभ -A		स्तंभ -B	
(A)		(i)	$3p_z$
(B)		(ii)	$4p_y$
(C)	कोणीय प्रायिकता θ व ϕ पर निर्भर होती है	(iii)	3s
(D)	कम से कम एक कोणीय नोड उपस्थित होता है	(iv)	$3p_x$

Part-D : गद्यांश पर आधारित वस्तुनिष्ठ प्रश्न

गद्यांश-1 (Q. 31 से 33)

इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर वृतीय कक्षको में, निश्चित ऊर्जा पथों में घूमते हैं। जैसे–जैसे इलेक्ट्रॉन इन कक्षाओं में घूमता है तब न तो ऊर्जा ग्रहण करता है और ना ही निकालता है, किन्तु जब इलेक्ट्रॉन निम्न ऊर्जा स्तर से उच्च ऊर्जा स्तर में जाता है, तो ऊर्जा ग्रहण करता है। जबकि जब यह पुनः निम्न ऊर्जा स्तर में आता है, तब फोटोन के रूप में ऊर्जा उत्सर्जित करता है तथा एक स्पेक्ट्रल रेखा बनती है। भिन्न–भिन्न संभावित संक्रमणों के आधार पर भिन्न–भिन्न रेखाऐं बनती है जो कि मुख्य श्रृंखलाऐं बनाती है। जैसे कि लाइमन, बामर, पाश्चन, फण्ड, हम्फरी आदि। माना हाइड्रोजन परमाणु में e^-, 10 उत्तेजित अवस्था में उपस्थित है, तब अनुच्छेद पर आधारित निम्न प्रश्नों उत्तर दीजिए।

Q.31 यदि 10th उत्तेजित अवस्था में उपस्थित इलेक्ट्रॉन एक दृश्य क्वाण्टा उत्सर्जित करता है, तब अगला निकलने वाला क्वाण्टा किस संक्रमण से सम्बन्धित होगा –

(A) $10 \rightarrow 2$ (B) $11 \rightarrow 2$
(C) $11 \rightarrow 1$ (D) $2 \rightarrow 1$

Q.32 आद्य अवस्था में संक्रमण के दौरान प्राप्त होने वाली स्पेक्ट्रम रेखाओं की कुल संख्या है –

(A) 45 (B) 55
(C) 66 (D) 36

Q.33 तरंगदैर्ध्य का न्यूनतम मान जो कि संक्रमण के दौरान प्राप्त हो सकता है, है –

(A) $\frac{121}{120R}$ (B) $\frac{11}{10R}$

(C) $\frac{100}{99R}$ (D) $\frac{10}{9R}$

जहाँ R = रिडबर्ग स्थिरांक है।

गद्यांश-2 (Q. 34 से 36)

माना बोहर सिद्धांत धनात्मक आवेश Ze के नाभिक के चारों ओर घूर्णन कर रहे 2 m_e द्रव्यमान तथा 2e आवेश का एक ऋणात्मक आवेशित कण के लिए अनुप्रयोग में लिया जाता है माना r_1, v_1 तथा E_1 कक्षा में कण की कक्षीय त्रिज्या, कक्षीय चाल तथा कक्षा में कण की ऊर्जा को प्रदर्शित करता है सम्बन्धित कक्षा में घूर्णन कर रहे इलेक्ट्रॉन के लिए मान क्रमशः r,v तथा E है

Q.34 त्रिज्याओं के अनुपात के सन्दर्भ में निम्न में से कौनसा व्यंजक सही है?

(A) $\frac{r_1}{r}=2$ (B) $r_1/r=\frac{1}{2}$

(C) $\frac{r_1}{r}=4$ (D) $\frac{r_1}{r}=\frac{1}{4}$

Q.35 वेगों के अनुपात के सन्दर्भ में निम्न में से कौनसा व्यंजक सही है?

(A) $\frac{v_1}{v}=2$ (B) $\frac{v_1}{v}=\frac{1}{2}$

(C) $\frac{v_1}{v}=4$ (D) $\frac{v_1}{v}=\frac{1}{4}$

Q.36 ऊर्जाओं के अनुपात के सन्दर्भ में निम्न में से कौनसा व्यंजक सही है ?

(A) $\frac{E_1}{E}=4$ (B) $\frac{E_1}{E}=\frac{1}{4}$

(C) $\frac{E_1}{E}=8$ (D) $\frac{E_1}{E}=\frac{1}{8}$

गद्यांश-3 (Q. 37 से 39)

माना कि चक्रण क्वाण्टम संख्या m_s के लिए चार संभावित मान $(-1, -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +1)$ है। मुख्य क्वाण्टम संख्या n को हमेशा की तरह परिभाषित करते है, जबकि क्वाण्टम संख्या ℓ तथा m_l को निम्न प्रकार से परिभाषित करते है :

ℓ : 1 से (n +1) पूर्णांक पदों में

m_l: $-\ell/2$ से $+\ell/2$ (शून्य सहित, यदि हो) पूर्णांक पदो में

ℓ = 1, 2, 3.....के सम्बन्धित कक्षको को क्रमशः A, B, C.....द्वारा दर्शाते है। आगे ℓ के दिए हुए मान के लिए m_l के मान एक कक्षक में उप–कक्षकों की संख्या बताते है। कोष में इलैक्ट्रॉन को भरने का नियम अपरिवर्तित रहता है। एक ही कोष में विभिन्न कक्षको की ऊर्जा का क्रम : A < B < C.....है।

Q.37 दूसरा आवर्त आरम्भ होगा –

(A) फ्लोरीन (B) सोडियम

(C) कैल्शियम (D) स्केन्डियम

Q.38 दि आफबाउ सिद्धान्त का खण्डन न हो अर्थात् $(n+\ell)$ नियम का पालन हो तब परमाणु संख्या 100 वाले एक तत्व का बाह्यतम इलैक्ट्रानिक विन्यास होगा –

(A) $3B^8 4A^4$ (B) $3C^{16} 4A^8$

(C) $3C^{12} 4B^8$ (D) $4B^{12} 5A^8$

Q.39 उप–कक्षकों की संख्या तथा एक E–कक्षक में इलैक्ट्रानों की अधिकतम संख्या भरी जा सकती है–

(A) 6, 24 (B) 5, 20

(C) 7, 28 (D) ज्ञात नहीं कर सकते

गद्यांश-4 (Q.40 से 42)

कक्षीय तरंग फलन Ψ को इस प्रकार दिया जाता है।

$\Psi(r, \theta, \phi) = R(r) . \theta(\theta) . \phi(\phi)$

H-परमाणु तथा H-समान परमाणु के विभिन्न कक्षकों के लिये R (त्रिज्य तरंग फलन) का मान है।

<u>1s-कक्षक के लिये</u>

$$R_{1s} = 2\left(\frac{z}{a_0}\right)^{3/2} e^{-zr/a_0}$$

<u>2s-कक्षक के लिये</u>

$$R_{2s} = \left(\frac{z}{2a_0}\right)^{3/2}\left(2-\frac{zr}{a_0}\right)e^{-zr/2a_0}$$

<u>2p-कक्षक के लिये</u>

$$R_{2p} = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{z}{2a_0}\right)^{3/2}\left(\frac{zr}{a_0}\right)\times e^{-zr/2a_0}$$

<u>3s-कक्षक के लिये</u>

$$R_{3s} = \frac{2}{3}\left(\frac{z}{3a_0}\right)^{3/2}\left(3-\frac{2zr}{a_0}+\frac{2z^2r^2}{9a_0^2}\right)\times e^{-zr/3a_0}$$

आदि।

यहाँ a_0 = बोहर त्रिज्या $\frac{4\pi\in_0 \hbar^2}{\mu e^2}$

z = परमाणु क्रमांक

इसी प्रकार, s-कक्षक तथा ϕ के लिये कोणीय फलन θ तथा ϕ इस प्रकार दिये गये है।

$\theta(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ क्रमांक $\phi(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$

इसलिए, 1s-कक्षक के लिये Ψ इस प्रकार दिया जाता है

$$\Psi_{1s} = R_{1s}.\theta_{1s}.\phi_{1s} = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{z}{a_0}\right)^{3/2} e^{-zr/a_0}$$

Q.40 H परमाणु में (मूल अवस्था में) r दूरी पर पाये जाने वाले इलेक्ट्रॉन का प्रायिकता धनत्व है –

(A) Ψ (B) R^2

(C) $\frac{1}{\pi}\left(\frac{z}{a_0}\right)^3 e^{-2zr/a_0}$ (D) इनमें से कोई नहीं

Q.41 2s-कक्षक के लिये r का मान, जहाँ रेडियल नोड पाये जाते है।

(A) a_0 (B) $2a_0$

(C) $3a_0$ (D) $4a_0$

Q.42 3s-कक्षक के लिये रेडियल नोड किस पर स्थित होते है -
(A) $r = 1.9\ a_0$ (B) $r = 7.1\ a_0$
(C) $r = 2a_0$ (D) (A) तथा (B) दोनों

Part-E : आंकिक उत्तर प्रकार के प्रश्न

Q.43 हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की बॉमर श्रेणी में 434 nm वाली रेखा n^{th} से दूसरी कक्षा में इलेक्ट्रान संक्रमण के संगत है। n का क्या मान है ?

Q.44 एक कण का आवेश एक इलेक्ट्रॉन के बराबर तथा द्रव्यमान इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान के 400 गुणा के बराबर है यह +4e आवेश के नाभिक के चारों और एक वृत्ताकार कक्षा में गति करता है– यह मानते हुए कि परमाणु का बोहर मॉडल इस निकाय के लिए लागू है–

Part-F : विषय परख प्रकार के प्रश्न

Q.45 कब इलेक्ट्रान से संलग्न तरंगदैर्ध्य प्रोटॉन की तरंगदैर्ध्य के बराबर होगी ?
(इलेक्ट्रान का द्रव्यमान = 9×10^{-28} g ; प्रोटॉन का द्रव्यमान = 1.6725×10^{-24} g)

Q.46 निम्नलिखित में इलेक्ट्रान का कोणीय संवेग ज्ञात करो
(a) 4s कक्षक (b) 3p कक्षक
(c) चौथी कक्षा

Q.47 (a) Be^{3+} की बॉमर श्रेणी में प्रथम रेखा की तरंग संख्या $2.43 \times 10^5\ cm^{-1}$. Li^{2+} की पाश्चन श्रेणी की दूसरी रेखा की तरंगदैर्ध्य क्या है ?
(b) He^+, Li^{2+}, Be^{3+} जैसे आयनों में कैसे एवं क्यों रिडबर्ग नियतांक का मान बदलता है ?

Q.48 जब H परमाणु में $n = 2$ बोहर कक्षा से $n = 1$ कक्षा में इलेक्ट्रान लौटता है उत्सर्जित फोटोन की तरंगदैर्ध्य (Å) में ज्ञात कीजिये। H परमाणु की आद्य अवस्था में आयनन विभव 2.17×10^{-11} erg है।

Q.49 दो कण A एवं B गतिमान है यदि A कण से संलग्न तरंगदैर्ध्य 5×10^{-8} m है तो B कण की तरंगदैर्ध्य ज्ञात करो यदि इसका संवेग A का आधा है।

Q.50 H की प्रथम आयनन ऊर्जा 21.79×10^{-19} J है। He परमाणु की द्वितीय आयनन ऊर्जा ज्ञात कीजिये।

Q.51 हाइड्रोजन परमाणु के लिये $n = 8$ एवं $n = 9$ ऊर्जा स्तर के मध्य तथा $n = 3$ एवं $n = 8$ ऊर्जा स्तरों के मध्य का कितना गुना होगा ?

Q.52 1.1×10^{-27} kg द्रव्यमान वाले कण के वेग में न्यूनतम अनिश्चितता ज्ञात कीजिये यदि स्थिति में अनिश्चितता 3×10^{-10} cm.है।

Q.53 60W सोडियम लैम्प के द्वारा 10 घण्टे में उत्सर्जित फोटानों की संख्या ज्ञात कीजिये।
(λ_{photon}= 5893 Å).

Q.54 परमाणु क्रमांक 7, 24, 34 एवं 36 वाले परमाणुओं के लिए कुल चक्रण एवं चुम्बकीय आघूर्ण ज्ञात कीजिये।

Q.55 X^{3+} आयन की 3d श्रेणी का चुम्बकीय आघूर्ण $\sqrt{35}$ B.M है। X^{3+} का परमाणु क्रमांक क्या है ?

Q.56 जब एक धातु को 3.2×10^{16} Hz वाली आवृत्ति के प्रकाश से किर्णित किया गया, तो उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रानों की गतिज ऊर्जा 2.0×10^{16} Hz आवृत्ति वाले प्रकाश से उसी धातु को किर्णित किये जाने पर उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा का दुगुना है धातु के लिये ν_0 की गणना करो।

Q.57 2.19×10^6 m/s के वेग से गतिमान इलेक्ट्रॉन के लिए चतुर्थ बोर कक्षक की परिधि की गणना कीजिए।

Q.58 1.53 g हाइड्रोजन को विकिरण से उत्तेजित किया गया। किसी निश्चित क्षण पर 10% परमाणु –328 kJ mol^{-1} ऊर्जा वाली उत्तेजित स्तर पर है और 2% परमाणु –146 kJ $mole^{-1}$ ऊर्जा वाली उत्तेजित स्तर पर है। बाकी परमाणु आद्य अवस्था में है जब सभी उत्तेजित परमाणु आद्य अवस्था में लौटते है तो कितनी ऊर्जा उत्सर्जित होगी।

Q.59 गैस विसर्जन नली में 12.1 eV ऊर्जा वाले इलेक्ट्रॉनों को हाइड्रोजन परमाणुओं से टकराया गया। हाइड्रोजन द्वारा उत्सर्जित रेखाओं की तरंगदैर्ध्य ज्ञात करो।

Q.60 He^+ आयन दूसरे कक्षा में रहने वाले इलेक्ट्रॉन की कोणीय आवृत्ति ($\omega = v/r$) ज्ञात कीजिये।

Q.61 एक इलेक्ट्रान परमाणु का नाभिकीय आवेश +Ze है जहाँ Z परमाणु क्रमांक है e इलेक्ट्रान का आवेश है। दूसरी बोहर कक्षा से तीसरी बोहर कक्षा में इलेक्ट्रान को उत्तेजित करने के लिये 47.2eV आवश्यक है। ज्ञात कीजिये

(a) तत्व का परमाणु क्रमांक

(b) तीसरी बोहर कक्षा से चौथी बोहर कक्षा में इलेक्ट्रॉन संक्रमण के लिए आवश्यक ऊर्जा

(C) प्रथम बोहर कक्षा से अनन्त तक इलेक्ट्रॉन निकालने के लिए आवश्यक तरंगदैर्ध्य

(d) प्रथम बोहर कक्षा में इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

Q.62 He^+ आयन में एक इलेक्ट्रॉन की डी ब्रोग्ली तरंग दैर्ध्य 3.329 Å है। यदि He^+ आयन के विउत्तेजन के फलस्वरूप उत्सर्जित फोटोन, H-परमाणु से इसकी आद्य अवस्था में टकराने से इससे इलेक्ट्रॉन युक्त करता है, तो प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन की डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य क्या होगी ?

Q.63 f उपकोश के बाद आने वाली उपकोश को g उपकोश कहा जाता है

(a) g उपकोश में उपस्थित g-कक्षकों की संख्या कितनी है।

(b) g उपकोश प्रथम बार किस मुख्य इलेक्ट्रॉन कक्षा में आती है और इस मुख्य कोश में कुल कक्षकों की संख्या कितनी है।

Q.64 एक इलेक्ट्रॉन का वेग क्या होगा जिसकी डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य 1 nm है ?

Exercise (Level) 5

OLD EXAMINATION QUESTIONS [JEE ADVANCED]

Q.1 3s तथा 2p में त्रिज्जीय नोड़ल सतह की संख्या कितनी है ? **[IIT-2005]**

(A) 2, 0 (B) 2, 1
(C) 1, 0 (D) 0, 2

Q.2 (a) हाइड्रोजन परमाणु के प्रथम कक्ष के लिए इलेक्ट्रॉन के वेग की गणना करो
($r = a_0 = 0.529$ Å) **[IIT - 2005]**

(b) प्रथम बोहर कक्ष के इलेक्ट्रॉन के लिए डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य की गणना कीजिए।

(c) 2p कक्षक के लिए $h/2\pi$ इकाई में कक्षीय कोणीय संवेग की गणना कीजिए।

➢ सूची सुमेलित कीजिये

Q.3 बोर सिद्धान्त के अनुसार, **[IIT-2006]**

E_n = कुल ऊर्जा ; K_n = गतिज ऊर्जा
V_n = स्थितिज ऊर्जा r_n = n कक्षक की त्रिज्या

स्तम्भ -I		स्तम्भ -II	
(A)	V_n/K_n = ?	(P)	0
(B)	यदि n कक्षा की त्रिज्या r_n, $r_n \propto E_n^x$, x = ?	(Q)	–1
(C)	निम्नतम कक्षक में कोणीय संवेग	(R)	–2
(D)	$\frac{1}{r^n} \propto Z^y$, y = ?	(S)	1

Q.4 स्तम्भ-I में प्रविष्टियों का स्तम्भ-II में संबंधित क्वांटम संख्या (s) के साथ सही मिलान कीजिए– **[IIT-2008]**

स्तम्भ –I		स्तम्भ -II	
(A)	हाइड्रोजन जैसे परमाण्विय कक्षक में इलेक्ट्रॉन का कक्षीय कोणीय संवेग	(P)	मुख्य क्वांटम संख्या
(B)	पॉलिंग नियम का पालन करता हुआ हाइड्रोजन जैसा एक इलेक्ट्रॉन तरंग फलन	(Q)	दिंगशी क्वांटम संख्या
(C)	हाइड्रोजन जैसे परमाण्वीय कक्षक की आकृति, आकार व विन्यास	(R)	चुम्बकीय क्वांटम संख्या
(D)	हाइड्रोजन जैसे परमाणु में नाभिक पर इलेक्ट्रॉन का प्रायिकता घनत्व	(S)	इलेक्ट्रॉन चक्रण क्वांटम

➢ गद्यांश पर आधारित वस्तुनिष्ठ प्रश्न

गद्यांश : (Q.5 से 7)

एक हाइड्रोजन समान स्पीशीज Li^{2+} एक रेखीय नोड वाली गोलाकार S_1 अवस्था में है। आयन प्रकाश अवशोषित करके संक्रमण द्वारा S_2 अवस्था में चला जाता है। S_2 अवस्था एक रेखीय नोड रखती है तथा इसकी ऊर्जा हाइड्रोजन परमाणु की आद्य अवस्था की ऊर्जा के समान होती है। **[IIT-2010]**

Q.5 S_1 अवस्था है -

(A) 1s (B) 2s (C) 2p (D) 3s

Q.6 हाइड्रोजन परमाणु की आद्य अवस्था की ऊर्जा की इकाई से अवस्था S_1 की ऊर्जा होगी –

(A) 0.75 (B) 1.50
(C) 2.25 (D) 4.50

Q.7 S_2 अवस्था की कक्षीय कोणीय संवेग क्वांटम संख्या है

(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3

Q. 8 इलेक्ट्रॉनों की सर्वाधिक संख्या है, जिसमें मुख्य क्वांटम संख्या n = 3 व चंक्रण क्वांटम संख्या $m_s = -1/2$, हो सकती है। **[IIT-2011]**

Q.9 कुछ धातुओं के कार्यफलन (ϕ) नीचे सूची में दिये गये है। धातुओं की संख्या जो प्रकाश विद्युत प्रभाव दर्शायेगी जब 300 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश धातु पर आपतित होता है, है। **[IIT-2011]**

Metal	Li	Na	K	Mg	Cu	Ag	Fe	Pt	W
ϕ (eV)	2.4	2.3	2.2	3.7	4.8	4.3	4.7	6.3	4.75

Q.10 हाइड्रोजन परमाणु की द्वितीय बोर कक्षा में एक इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा है [a_0 बोर त्रिज्या है]

(A) $\frac{h^2}{4\pi^2 ma_0^2}$ (B) $\frac{h^2}{16\pi^2 ma_0^2}$

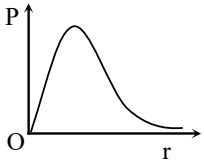
(C) $\frac{h^2}{32\pi^2 ma_0^2}$ (D) $\frac{h^2}{64\pi^2 ma_0^2}$

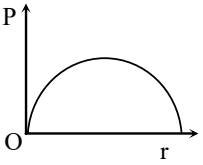
Q.11 एक परमाणु में क्वांटम संख्या n = 4, $|m_l| = 1$ तथा $m_s = -1/2$ रखने वाले इलेक्ट्रॉनों की सम्पूर्ण संख्या है। **[JEE Advance-2014]**

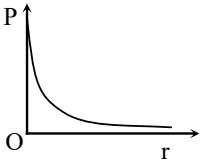
Q.12 इलेक्ट्रॉन चक्रण का विचार न करत हुये H परमाणु की द्वितीय उत्तेजित अवस्था (n = 3) की समभ्रंशता (degeneracy) 9 है, तब H^- की द्वितीय उत्तेजित अवस्था की समभ्रंशता होगी **[JEE Advance-2015]**

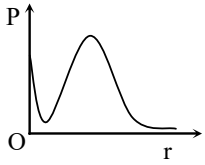
Q.13 हाइड्रोजन परमाणु के 1s इलेक्ट्रॉन के नाभिक से r दूरी पर एक अनन्त सूक्ष्म मोटाई, dr, के गोलीय कोश में पाये जाने की प्रायिकता (probability) P है। इस कोश का आयतन $4\pi r^2 dr$ है। P की r पर निर्भरता का गुणात्मक रेखाचित्र है –

[JEE Advance-2016]

(A) 

(B) 

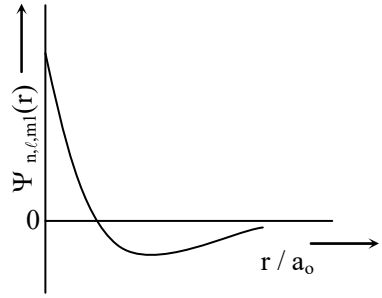
(C) 

(D) 

नीचे दी गयी टेबल के तीन स्तम्भों में उपलब्ध सूचनाओं का उपयुक्त ढंग से सुमेल की प्रश्नों 14, 15 एवं 16 के उत्तर दीजिये।

[JEE-Advance-2017]

तरंग फलन Ψ_{n,ℓ,m_l} एक गणितीय फलन है जिसका मान इलेक्ट्रॉन के गोलोड ध्रुव निर्देशांक (r, θ, ϕ) पर निर्भर करता है तथा क्वाण्टम संख्याऐं n, ℓ तथा m_l द्वारा अभिलाषित होती है यहाँ r नाभिक से दूरी, θ colatitude तथा ϕ एजिमुथ होता है. सारणी में गणितीय फलन दिया गया है Z परमाणु संख्या तथा a_o बोहर त्रिज्या है -

स्तम्भ 1	स्तम्भ 2	स्तम्भ 3
(I) 1s कक्षक	(i) $\Psi_{n,\ell,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_o}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\left(\frac{Zr}{a_o}\right)}$	(P) 
(II) 2s कक्षक	(ii) एक त्रिज्यीय नोड	(Q) नाभिक पर प्रायिकता घनत्व $\propto \frac{1}{a_o^3}$
(III) $2p_z$ कक्षक	(iii) $\Psi_{n,\ell,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_o}\right)^{\frac{5}{2}} re^{-\left(\frac{Zr}{2a_o}\right)} \cos\theta$	(R) नाभिक पर प्रायिकता घनत्व अधिकतम होता है
(IV) $3d_z^2$ कक्षक	(iv) xy- तल एक नोडल तल होता है	(S) n = 2 अवस्था से n = 4 अवस्था तक इलेक्ट्रॉन को उत्तेजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा n = 2 से n = 6 अवस्था तक उत्तेजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा की $\frac{27}{32}$ गुना होती है

Q.14 स्तम्भ–1 में दिए गए कक्षक के लिए किसी हाइड्रोजन जैसी संरचना के लिए केवल **सही** युग्मन है -

(A) (III) (iii) (P) (B) (II) (ii) (P) (C) (IV) (iv) (R) (D) (I) (ii) (S)

Q.15 He^+ आयन के लिए केवल **गलत** युग्मन है -

(A) (I) (i) (R) (B) (I) (i) (S) (C) (I) (iii) (R) (D) (II) (ii) (Q)

Q.16 हाइड्रोजन परमाणु के लिए केवल **सही** युग्मन है -

(A) (I) (i) (S) (B) (I) (iv) (R) (C) (I) (i) (P) (D) (II) (i) (Q)

Q.17 143 K के पर XeF_4 के साथ O_2F_2 की अभिक्रिया पर एक जीनोन यौगिक Y बनता है। Y के सम्पूर्ण अणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों के एकल युग्मों की कुल संख्या ____ है - **[JEE-Advanced-2019]**

Q.18 हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था की ऊर्जा –13.6 eV है। मान लीजिये कि He^+ की एलेक्ट्रोनिक अवस्था ψ की ऊर्जा, दिगंशी क्वाण्टम संख्या तथा चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या क्रमशः –3.4 eV, 2 और 0 हैं। दिये गए कथनों में से अवस्था ψ के संदर्भ में सही कथन कौनसा/से है/हैं? **MCQ** **[JEE-Advanced-2019]**

(A) इस अवस्था में इलेक्ट्रॉन 2e से कम नाभिकीय आवेश अनुभव करता है, जहाँ e इलेक्ट्रोनिक आवेश का परिमाण है

(B) इसकें 2 कोणीय नोड है

(C) इसमें 3 त्रिज्य नोड है

(D) यह एक 4d अवस्था है

Q.19 एक इलेक्ट्रॉन परमाणु के बोर के मॉडल का विचार कीजिये, जहाँ इलेक्ट्रॉन एक नाभिक के चारों ओर घूम रहा है। निम्न में सूची-I में n^{th} कक्षक के कुछ परिमाण दिये गए हैं तथा सूची-II में उनकी n पर निर्भरता दी गयी है। **[JEE-Advanced-2019]**

LIST-I		LIST-II	
(I)	n^{th} कक्षक की त्रिज्या	**(P)**	$\propto n^{-2}$
(II)	n^{th} कक्षक में इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग	**(Q)**	$\propto n^{-1}$
(III)	n^{th} कक्षक में इलेक्ट्रॉन की गतिक ऊर्जा	**(R)**	$\propto n^{0}$
(IV)	n^{th} कक्षक में इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा	**(S)**	$\propto n^{1}$
		(T)	$\propto n^{2}$
		(U)	$\propto n^{1/2}$

(A) (III), (P) (B) (III), (S)
(C) (IV), (U) (D) (IV), (Q)

Q.20 एक इलेक्ट्रॉन परमाणु के बोर के मॉडल का विचार कीजिये, जहाँ इलेक्ट्रॉन एक नाभिक के चारों ओर घूम रहा है। निम्न में सूची-I में n^{th} कक्षक के कुछ परिमाण दिये गए हैं तथा सूची-II में उनकी n पर निर्भरता दी गयी है। **[JEE-Advanced-2019]**

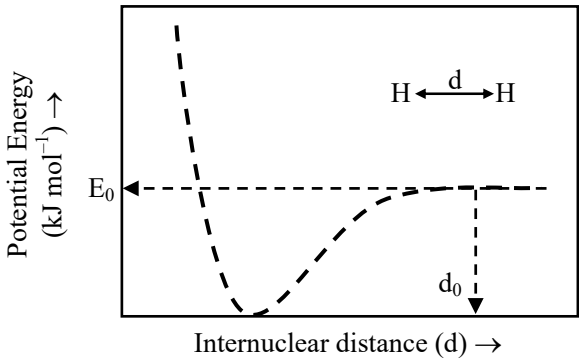
LIST-I		LIST-II	
(I)	n^{th} कक्षक की त्रिज्या	**(P)**	$\propto n^{-2}$
(II)	n^{th} कक्षक में इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग	**(Q)**	$\propto n^{-1}$
(III)	n^{th} कक्षक में इलेक्ट्रॉन की गतिक ऊर्जा	**(R)**	$\propto n^{0}$
(IV)	n^{th} कक्षक में इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा	**(S)**	$\propto n^{1}$
		(T)	$\propto n^{2}$
		(U)	$\propto n^{1/2}$

(A) (I), (P) (B) (I), (T)
(C) (II), (R) (D) (II), (Q)

Q.21 नीचे दिये चित्र में H_2 अणु का इलेक्ट्रॉनिक ग्राऊंड अवस्था में स्थितिज ऊर्जा का अर्न्तनाभिकीय दूरी के साथ ग्राफ दर्शाया गया है कुल स्थितिज ऊर्जा ($kJ\ mol^{-1}$ में) का मान क्या होगा जब $d = d_0$ जिस पर E_0 e^-- e^- प्रतिकर्षण एंव नाभिक –2 प्रतिकर्षण ऊर्जा अनुपस्थिति हो। सदर्भ के लिए, इसके e^- एव नाभिक अनन्त दूरी पर हो तो H परमाणु की स्थितिज ऊर्जा को 0 मान सकते है

(आवोगाद्रो स्थिरांक = $6.023 \times 10^{23}\ mol^{-1}$)

[JEE-Advanced-2020]



Q.22 हीलियम (He) परमाणु पर विचार कीजिए जो 330 nm. तरंगदैर्ध्य का फोटॉन अवशोषित करता है। फोटॉन अवशोषण के बाद He परमाणु के वेग में परिवर्तन ($cm\ s^{-1}$ में) ____ है।

(माना : फोटॉन के अवशोषण पर संवेग संरक्षित रहता है, प्लांक नियतांक = 6.6×10^{-34} J s

आवोगाद्रो संख्या = $6 \times 10^{23}\ mol^{-1}$, He का मोलर द्रव्यमान = $4g\ mol^{-1}$) **[JEE-Advanced-2021]**

Q.23 द्विपरमाणु अणुओं के लिए दो $2p_z$ कक्षकों के अतिव्यापन द्वारा निर्मित अणु कक्षकों के विषय में सही कथन है/है **[JEE-Advanced-2022]**

(A) σ कक्षक में कुल दो नोडीय तल होते है

(B) σ^* कक्षक में आणविक अक्ष युक्त x-z तल में एक नोड होता है

(C) π कक्षक में तल में एक नोड होता है जो आणविक अक्ष के लम्बवत होता है तथा अणु के केन्द्र से गुजरता है

(D) π^* कक्षक में आणविक अक्ष युक्त xy-तल में एक नोड होता है

Q.24 He^+ के लिए 105.8 त्रिज्या की कक्षा से 26.45 त्रिज्या की कक्षा में सक्रमण होता है। सक्रमण के दौरान उत्सर्जित फोटोन की तरगदैर्ध्य (nm) ___है

उपयोग – बोहर कक्षक, रिडबर्ग नियतांक, प्लांक नियतांक, प्रकाश की चाल

[**Use**: Bohr radius, a = 52.9 pm; Rydberg constant, $R_H = 2.2 \times 10^{-18}$ J; Planck's constant, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J s; Speed of light, $c = 3 \times 10^8$ m s^{-1}]

[JEE-Advanced-2023]

Q.25 परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉन्स के लिए, निम्नलिखित में से सही कथन है (हैं) **[JEE-Advanced-2024]**

(A) अनिश्चितता का सिद्धान्त (Uncertainty principle) इलेक्ट्रॉन्स के निश्चित मार्ग के अस्तित्व का खंडन करता है।

(B) परमाणु के 2s कक्षक में स्थित इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा, नाभिक से अनंत दूरी पर स्थित इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा से कम होती है।

(C) बोर मॉडल के अनुसार, इलेक्ट्रान की ऊर्जा का सबसे अधिक ऋणात्मक मान n = 1 के लिए होता है और यह कक्षा सबसे अधिक स्थायी होती है।

(D) बोर मॉडल के अनुसार, इलेक्ट्रॉन्स के वेग का परिमाण n के बढ़ने के साथ बढ़ता है।

Q.26 बोर मॉडल के अनुसार, अधिकतम गतिज ऊर्जा वाला इलेक्ट्रॉन है: **[JEE-Advanced-2024]**

(A) H परमाणु की प्रथम कक्षा में इलेक्ट्रॉन

(B) He^+ की प्रथम कक्ष में इलेक्ट्रॉन

(C) He^+ की दूसरी कक्षा में इलेक्ट्रॉन

(D) Li^{2+} की दूसरी कक्षा में इलेक्ट्रॉन

Exercise (Level) 6

REVIEW EXERCISE

Q.1 एक इलेक्ट्रॉन V वोल्ट के विभवान्तर के अनुप्रयोग द्वारा बहुत धीमे वेग (लगभग शून्य गति) से त्वरित होता हैं। यदि डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य 1.0% तक परिवर्तित होती है (घटती है) तो V में कितने प्रतिशत की वृद्धि यह परिवर्तन करेगी-

Q.2 एक इलेक्ट्रॉन 100 वोल्ट से त्वरित होता है तथा क्रमागत रूप से दो विलम्बों (i) 19 volts से तथा (ii) 32 volts से गुजरता हैं। तीन अवस्थाओं में इसकी डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य क्रमशः λ_1, λ_2 तथा λ_3 हैं। तो $\frac{\lambda_3 - \lambda_2}{\lambda_1}$ ज्ञात करो।

Q.3 फोटोन्स की ऊर्जा Li^+ आयन की द्वितीयक अवस्था में उपयोगी धातु सतह का कार्य फलन 10.6 eV के समान है यदि मुक्त इलेक्ट्रॉन को 5V विभवान्तर के द्वारा पुनः बढ़ाया जाता है, तो इलेक्ट्रॉन से सम्बन्धित डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य का न्यूनतम मान होगा-

Q.4 एक हाइड्रोजन परमाणु अपनी मूल अवस्था में एक फोटोन को अवशोषित कर प्रथम उत्तेजित अवस्था में जाता हैं। इसके पश्चात् यह एक द्वितीय फोटोन को अवशोषित करता है जो इसे केवल आयनित करता हैं तो प्रथम फोटोन तथा द्वितीय फोटोन की तरंगदैर्ध्य का अनुपात क्या है ?

Q.5 एक हाइड्रोजन के समान 'Z' परमाणु क्रमांक युक्त परमाणु 'n' क्वाण्टम संख्या की उच्च उत्तेजित अवस्था में हैं। यह उत्तेजित अवस्था, 10 eV तथा 17 eV ऊर्जा के दो उत्तरोतर उत्सर्जित फोटोनों द्वारा प्रथम उत्तेजित अवस्था में संक्रमण कर सकती है। विकलपतः समान उत्तेजित अवस्था में परमाणु 4.25 eV तथा 5.95 eV ऊर्जा के दो फोटोनों के उत्सर्जन से द्वितीय उत्तेजित अवस्था में संकरण कर सकता है– 'n' तथा 'Z' है

Q.6 हाइड्रोजन परमाणु के लिए श्रोड़िगर तरंग समीकरण

$$\Psi(\text{त्रिज्या}) = \frac{1}{16\sqrt{4}}\left(\frac{Z}{a_0}\right)^{3/2} [(\sigma - 1)(\sigma^2 - 8\sigma + 12)]\, e^{-\sigma/2}$$

जहाँ a_0 तथा Z स्थिरांक है जिसमें उत्तर को प्रस्तुत करते है तथा $\sigma = \frac{2Zr}{a_0}$ नाभिक से त्रिज्य नोडो की न्यूनतम तथा अधिकतम स्थिति क्रमशः …….. है–

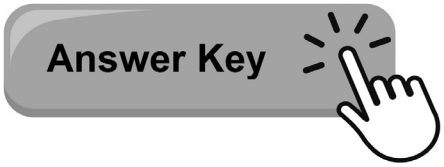
Q.7 काल्पनिक हाइड्रोजन के समान परमाणु के लिए, निकाय की विभव ऊर्जा दी गयी है $U(r) = \frac{-Ke^2}{r^3}$, जहाँ r दो कणों के मध्य की दूरी है। यदि बोहर मॉडल कोणीय संवेग के क्वांटीकरण के लिए उपयोगी हो, तो दिये गये कण का वेग है–

Q.8 एक तत्व निम्न प्रकार क्रियान्वित होता हैः
$X + 2e^- \rightarrow X^{2-}$, मुक्त ऊर्जा = 30.87 eV/atom है। यदि मुक्त हुई ऊर्जा का 4 gms H_2 अणु को वियोजित करने में प्रयुक्त की जाये तो समान रुप से H^+ तथा H* बनते है। जहाँ H*, H-परमाणु की उत्तेजित अवस्था है। जहाँ इलेक्ट्रॉन कक्षक में गतिमान है। जिसकी परिधि इसकी डी ब्रोग्ली तरंग धैर्य की चार गुना है। आवश्यक X के न्युनतम मोल कितने होगें
दिया हैः H की I.E.= 13.6 eV/atom, H_2 की बन्ध ऊर्जा = 4.526 eV/अणु

Q.9 हरे पादपों में प्रकाश संश्लेषण की क्वांटम दक्षता के मापन में, यह पाया गया की 6850 Å तरंगदैर्ध्य के लाल प्रकाश के 10 क्वांटा, O_2 के एक अणु को मुक्त करने में आवश्यक होते है। इस प्रक्रम में औसत ऊर्जा संग्रह 112 kcal/mol है, O_2 निष्कासित होती है इस प्रयोग में ऊर्जा परिवर्तन दक्षता है
दिया है: 1 cal = 4.18 J; $N_A = 6 \times 10^{23}$; $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J. s

Q.10 रिडबर्ग स्थिरांक के पदों में, तरंग संख्या ($\overline{V}$) ज्ञात करो। जब इलेक्ट्रॉन He^+ आयन के उन दो ऊर्जा तलों के मध्य संक्रमण करता है। जिसका योग 4 तथा अन्तर 2 है–

Answer Key



EXERCISE (Level-1)

1. (C)	**2.** (A)	**3.** (C)	**4.** (B)	**5.** (B)	**6.** (C)	**7.** (C)
8. (A)	**9.** (B)	**10.** (D)	**11.** (D)	**12.** (A)	**13.** (D)	**14.** (D)
15. (B)	**16.** (C)	**17.** (D)	**18.** (B)	**19.** (C)	**20.** (C)	**21.** (A)
22. (D)	**23.** (D)	**24.** (C)	**25.** (C)	**26.** (A)	**27.** (D)	**28.** (A)
29. (D)	**30.** (C)	**31.** (A)	**32.** (C)	**33.** (C)	**34.** (A)	**35.** (C)
36. (C)	**37.** (C)	**38.** (B)	**39.** (A)	**40.** (A)		

EXERCISE (Level-2)

1. (D)	**2.** (A)	**3.** (A)	**4.** (D)	**5.** (C)	**6.** (B)	**7.** (D)
8. (A)	**9.** (B)	**10.** (D)	**11.** (C)	**12.** (C)	**13.** (A)	**14.** (A)
15. (D)	**16.** (A)	**17.** (A)	**18.** (C)	**19.** (A)	**20.** (D)	**21.** (C)
22. (B)	**23.** (A)	**24.** (B)	**25.** (C)	**26.** (D)	**27.** (B)	**28.** (A)
29. (D)	**30.** (A)	**31.** (C)	**32.** (B)	**33.** (C)	**34.** (D)	**35.** (D)
36. (C)	**37.** (C)	**38** (B)	**39.** (B,C)	**40.** (C)	**41.** (A)	**42.** (B)
43. (A)	**44.** (C)	**45.** (A)	**46.** (D)	**47.** (A)	**48.** (C)	**49.** (A)
50. (B)	**51.** (A)	**52.** (C)	**53.** (C)	**54.** (A)	**55.** (B)	**56.** (A)
57. (D)	**58.** (A)	**59.** (D)	**60.** (B)	**61.** (C)	**62.** (A)	**63.** (A)
64. (C)	**65.** (D)	**66.** (B)	**67.** (D)	**68.** (B)	**69.** (B)	**70.** (C)
71. (C)	**72.** (C)	**73.** (D)	**74.** (D)	**75.** (B)	**76.** (C)	**77.** (C)
78. (D)	**79.** (B)					

EXERCISE (Level-3)

1. (C)	**2.** (D)	**3.** (C)	**4.** (B)	**5.** (B)	**6.** (C)	**7.** (C)
8. (B)	**9.** (C)	**10.** (A)	**11.** (A)	**12.** (C)	**13.** (B)	**14.** (B)
15. (B)	**16.** (A)	**17.** (C)	**18.** (A)	**19.** (B)	**20.** (B)	**21.** (C)
22. (D)	**23.** (B)	**24.** (D)	**25.** (D)	**26.** (A)	**27.** (C)	**28.** (C)
29. (C)	**30.** (D)	**31.** (B)	**32.** (C)	**33.** (B)	**34.** (B)	**35.** (D)
36. (D)	**37.** (D)	**38.** (B)	**39.** (B)	**40.** (B)	**41.** (B)	**42.** (C)
43. (B)	**44.** (B)	**45.** (A)	**46.** (C)	**47.** (B)	**48.**(D)	**49.**(C)
50. (A)	**51.** (B)	**52.** (A)	**53.** (C)	**54.** (B)	**55.** (C)	**56.** (A)
57. (D)	**58.** (C)	**59.** (C)	**60.** (D)	**61.** (C)	**62.** (B)	**63.** (D)
64. (C)	**65.** (D)	**66.** (B)	**67.** (D)	**68.** (D)	**69.** (A)	**70.** [22.00]
71. [2.00]	**72.** [4.00]	**73.** (B)	**74.** (A)	**75.** (C)	**76.** (C)	**77.** (5)
78. (16)	**79.** (C)	**80.** (A)	**81.** (D)	**82.** (B)	**83.** (D)	**84.** (D)
85. (A)	**86.** [3.00]	**87.** [54.00]				

EXERCISE (Level-4)

Part-A

1. (A,B,D) **2.** (B,C,D) **3.** (A,B,C) **4.** (A,C) **5.** (A,C) **6.** (A,C) **7.** (A,C,D)
8. (D) **9.** (A,C) **10.** (A,B) **11.** (A,B,C,D) **12.** (A, B) **13.** (B,C,D) **14.** (B,C)
15. (A,B) **16.** (A,C,D) **17.** (A,B,D) **18.** (A,B,C) **19.** (A,C,D) **20.** (B,C) **21.** (B,C,D)
22. (AB,C,D) **23.** (A,B,C,D)

Part-B

24. (B) **25.** (B) **26.** (D) **27.** (A)

Part-C

28. A → (iii); B → (iv); C → (ii); D → (i)
29. A → (iii); B → (ii); C → (iv); D → (i)
30. A → (iii); B → (ii), (iii); C → (ii), (iv); D → (i), (ii), (iv)

Part-D

31. (D) **32.** (B) **33.** (A) **34.** (D) **35.** (A) **36.** (C) **37.** (D)
38. (B) **39.** (A) **40.** (C) **41.** (B) **42.** (D)

Part-E

43. n = 5 **44.** n = 40

Part-F

45. $\frac{v_e}{v_p} = 1.858 \times 10^3$ **46.** (a) 0 (b) $\frac{h}{\sqrt{2}\pi}$ (c) $\frac{2h}{\pi}$

47. (a) $7 \times 10^6\ m^{-1}$ (b) $R_H = R_H Z^2$
48. 1221 Å **49.** 10×10^{-8} m **50.** 87.16×10^{-19} J
51. 3.235 **52.** 1.598×10^{-4} m/sec. **53.** 6.4×10^{24}
54. Total spin = ± 3/2, ±3, ± 1, 0 : magnetic moment = $\sqrt{15}, \sqrt{48}, \sqrt{8}, 0$ **55.** 26
56. 8×10^{15} Hz **57.** 13.297×10^{-10} m **58.** 184.2 kJ
59. 1212 Å, 1022 Å, 5545 Å **60.** $2.067 \times 10^{16}\ sec^{-1}$
61. (a) 5 ; (b) 23.9×10^{-19} J ; (c) 36.5 Å ; (d) 5.45×10^{-10} erg **62.** 2.351 Å
63. (a) 9 (b) 25 **64.** 7.36×10^5 m/s

EXERCISE (Level-5)

1. (A) **2.** (a) 2.18×10^8 cm/sec (b) 3.3 Å (C) $\sqrt{2}\frac{h}{2\pi}$ **3.** a → R ; b → Q; c → P; d → S
4. a → Q, R ; b → P, Q, R, S ; c → P, Q, R ; d → P, Q
5.(B) **6.**(C) **7.**(B) **8.**[9] **9.**[4] **10.** (C) **11.** [6]
12. [3] **13.** (A) **14.**(B) **15.**(C) **16.**(A) **17.** [19.00] **18.** (B,D)
19. (A) **20.** (B) **21.** [–5246.50] **22.** [30] **23.** [A, D] **24.** [30] **25.** (A, B, C)
26. (B)

EXERCISE (Level-6)

1. V = 2% **2.** $\frac{20}{63}$ **3.** 2.45 Å **4.** 0.33 **5.** n ≃ 6
6. $r_1 = \frac{a_0}{2z}, \frac{a_0}{z}, \frac{3a_0}{z}$ **7.** $v = \frac{n^3h^3}{24Ke^2\pi^3m^2}$ **8.** 2 **9.** 26.9% **10.** $\frac{32R}{9}$

NOTES