Toppersnotes
Unleash the topper in you

1st - ग्रेड

रसायन विज्ञान

राजस्थान लोक सेवा आयोग (RPSC)

पेपर 2 || भाग - 1

SIERRA INNOVATIONS

Index

क्र.सं.	अध्याय	पृष्ठ सं.
1.	**परमाणु संरचना और क्वांटम यांत्रिकी** ➢ संरचना योजना और अवधारणा मानचित्र अवलोकन ➢ मूल कणों की खोज (e^-, p^+, n^0) ➢ बोहर का परमाणु मॉडल और उसकी सीमाएँ ➢ पदार्थ और विकिरण की द्वैत प्रकृति (डी ब्रोग्ली परिकल्पना) ➢ हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धांत ➢ परमाणु का क्वांटम यांत्रिक मॉडल ➢ श्रोडिंगर का तरंग समीकरण (एक-इलेक्ट्रॉन प्रणाली) ➢ क्वांटम संख्याएँ और उनका महत्व ➢ s, p, और d कक्षकों के आकार ➢ तत्वों और आयनों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ➢ महासंशोधन	1
2.	**वर्गीकरण और आवर्त गुण** ➢ आवर्त सारणी का ऐतिहासिक विकास ➢ आधुनिक आवर्त नियम और आवर्त सारणी का दीर्घ रूप ➢ तत्वों का s-, p-, d-, और f-ब्लॉकों में वर्गीकरण ➢ आवर्त प्रवृत्तियाँ: परमाणु और आयनिक त्रिज्याएँ ➢ आयनीकरण ऊर्जा (आयनीकरण एन्थैल्पी) ➢ इलेक्ट्रॉन बंधुता (ईए) ➢ विद्युत ऋणात्मकता (EN) ➢ ऑक्सीकरण अवस्थाएँ और रासायनिक प्रतिक्रियाशीलता प्रवृत्तियाँ ➢ रासायनिक प्रतिक्रियाशीलता के रुझान ➢ विषम गुण और विकर्ण संबंध ➢ महासंशोधन	30
3.	**S-, P-, D-, और F-ब्लॉक तत्व** ➢ अवलोकन और आवर्त सारणी व्यवस्था ➢ एस-ब्लॉक तत्वों की सामान्य विशेषताएँ (समूह 1 और 2) ➢ एस-ब्लॉक ऑक्सीकरण अवस्थाएँ, प्रतिक्रियाशीलता और प्रवृत्तियाँ ➢ पी-ब्लॉक तत्वों की सामान्य विशेषताएँ ➢ पी-ब्लॉक ऑक्सीकरण अवस्थाएँ और प्रतिक्रियाशीलता ➢ पी-ब्लॉक तत्वों के यौगिक – हाइड्राइड ➢ पी-ब्लॉक तत्वों के यौगिक – हैलाइड ➢ पी-ब्लॉक तत्वों के यौगिक - ऑक्साइड और ऑक्सीअम्ल ➢ डी-ब्लॉक तत्वों की सामान्य विशेषताएँ ➢ डी-ब्लॉक ऑक्सीकरण अवस्थाएँ और परिवर्तनशील गुण ➢ डी-ब्लॉक चुंबकीय गुण और उत्प्रेरक व्यवहार ➢ f-ब्लॉक तत्वों की सामान्य विशेषताएँ ➢ लैंथेनाइड संकुचन और पृथक्करण ➢ एफ-ब्लॉक ऑक्सीकरण अवस्थाएँ, चुंबकीय और वर्णक्रमीय गुण ➢ भव्य सारांश	58

4.	**समन्वय यौगिक** ➢ अवलोकन और ऐतिहासिक विकास ➢ समन्वय यौगिकों का IUPAC नामकरण ➢ लिगैंड के प्रकार और उनका वर्गीकरण ➢ समन्वय यौगिकों में समावयवता ➢ वैलेंस बॉन्ड थ्योरी (VBT) ➢ क्रिस्टल फील्ड थ्योरी (सीएफटी) ➢ क्रिस्टल क्षेत्र विभाजन और स्पेक्ट्रोकेमिकल श्रृंखला को प्रभावित करने वाले कारक ➢ समन्वय परिसरों की स्थिरता (गठन स्थिरांक) ➢ समन्वय यौगिकों का रंग ➢ समन्वय यौगिकों के चुंबकीय गुण ➢ समन्वय परिसरों के ऊष्मागतिक और गतिज पहलू ➢ समन्वय यौगिकों के अनुप्रयोग ➢ भव्य सारांश	78
5.	**क्रिस्टल क्षेत्र और आणविक समरूपता** ➢ समरूपता तत्व और संचालन ➢ पॉइंट ग्रुप ➢ मुल्लिकेन प्रतीक ➢ क्रिस्टल फील्ड सिद्धांत (सीएफटी) परिचय ➢ अष्टफलकीय क्षेत्र विभाजन ➢ चतुष्फलकीय क्षेत्र विभाजन ➢ जॉन-टेलर विरूपण ➢ 10 Dq (Δ o) को प्रभावित करने वाले कारक ➢ वीबी और सीएफटी सिद्धांतों की तुलना ➢ क्रिस्टल क्षेत्र के ऊष्मागतिक पहलू ➢ महासंशोधन	93
6.	**रासायनिक एवं आयनिक संतुलन** ➢ द्रव्यमान क्रिया का नियम और संतुलन स्थिरांक (Kp, Kc) ➢ ले चेटेलियर का सिद्धांत और उसके अनुप्रयोग ➢ आयनिक संतुलन: इलेक्ट्रोलाइट्स, आयनीकरण और ओस्टवाल्ड का तनुकरण नियम ➢ pH, pOH और पानी का आयनिक उत्पाद ➢ बफर समाधान: प्रकार, तंत्र और हेंडरसन-हैसलबाल्च समीकरण ➢ लवणों का जल-अपघटन: प्रकार, स्थिरांक और pH गणना ➢ घुलनशीलता उत्पाद (Ksp), सामान्य आयन प्रभाव और अवक्षेपण ➢ डेबी-ह्केल सिद्धांत, आयनिक शक्ति और गतिविधि गुणांक ➢ आयनिक संतुलन के अनुप्रयोग: पीएच नियंत्रण, घुलनशीलता और विद्युत रासायनिक प्रासंगिकता ➢ ऊष्मागतिकी और संतुलन का एकीकरण: ऊर्जा, एन्ट्रॉपी, मुक्त ऊर्जा और संतुलन स्थिरांक	108
7.	**रासायनिक गतिकी** ➢ अभिक्रिया की दर: परिभाषा, दर नियम , क्रम और आणविकता ➢ प्रतिक्रिया की दर को प्रभावित करने वाले कारक ➢ शून्य-क्रम अभिक्रियाएँ: दर नियम, समीकरण, अर्ध-आयु और उदाहरण ➢ प्रथम-क्रम अभिक्रियाएँ: दर नियम, एकीकृत समीकरण, अर्ध-आयु और ग्राफ़िकल विश्लेषण ➢ द्वितीय-क्रम अभिक्रियाएँ: दर नियम, एकीकृत रूप, ग्राफ़ और अर्ध-आयु	136

	➢ छद्म-प्रथम क्रम अभिक्रियाएँ: अवधारणा, उदाहरण और गणितीय उपचार ➢ प्रतिक्रिया के क्रम का निर्धारण: प्रायोगिक, ग्राफिकल और अर्ध-आयु विधियाँ ➢ टक्कर सिद्धांत: आणविक टक्कर, सक्रियण ऊर्जा और स्थैतिक कारक ➢ संक्रमण अवस्था सिद्धांत (TST): सक्रिय परिसर, ऊर्जा प्रोफ़ाइल और दर स्थिरांक अभिव्यक्ति ➢ सक्रियण ऊर्जा और अरहेनियस समीकरण: व्युत्पत्ति, ग्राफिकल विश्लेषण और तापमान प्रभाव ➢ जटिल प्रतिक्रियाएँ: क्रमागत, समानांतर, विरोधी और श्रृंखला तंत्र ➢ श्रृंखला एवं बहुलकीकरण गतिकी: मुक्त-मूलक, चरण-वृद्धि एवं गतिज पैरामीटर	
8.	**समाधान** ➢ समाधान के मूल सिद्धांत ➢ विलयनों की सांद्रता ➢ आदर्श विलयनों का वाष्प दाब ➢ गैर-आदर्श समाधान और एज़ियोट्रोप्स ➢ राउल्ट का नियम बनाम हेनरी का नियम ➢ संलयन गुण ➢ क्वथनांक का उन्नयन (ΔT_b) ➢ हिमांक बिंदु का अवनमन (ΔT_f) ➢ आसमाटिक दबाव (π) ➢ वान्ट हॉफ कारक (i) और असामान्य आणविक द्रव्यमान ➢ भव्य सारांश	170
9.	**रेडॉक्स और ऑक्सीकरण-अपचयन** ➢ रेडॉक्स मूल सिद्धांत - अवधारणा, वर्गीकरण और शब्दावली ➢ ऑक्सीकरण संख्या - नियम, गणना और अपवाद ➢ रेडॉक्स युग्म और इलेक्ट्रॉन अवधारणा - अर्ध अभिक्रियाएँ और विभव ➢ रेडॉक्स अभिक्रियाओं का संतुलन (I) - ऑक्सीकरण संख्या विधिv ➢ रेडॉक्स अभिक्रियाओं का संतुलन (II) - आयन-इलेक्ट्रॉन (अर्ध-अभिक्रिया) विधि ➢ विशेष माध्यमों में संतुलन - अम्लीय, क्षारीय और उदासीन स्थितियाँ ➢ असमानुपातन अभिक्रियाएँ - क्रियाविधि, उदाहरण और व्यवहार्यता ➢ अनुपातीकरण और स्व-ऑक्सीकरण अभिक्रियाएँ - प्रतिवर्ती और स्व-रेडॉक्स प्रक्रियाएँ ➢ रेडॉक्स अवधारणाओं के अनुप्रयोग - अनुमापन, धातुकर्म, संक्षारण और जैविक प्रणालियाँ ➢ भव्य सारांश	195
10.	**ठोस, द्रव और गैसीय अवस्थाएँ** ➢ ठोस अवस्था - परिचय और वर्गीकरण ➢ क्रिस्टल जालक और इकाई कोशिकाएँ ➢ ठोस पदार्थों में पैकिंग ➢ ठोसों में घनत्व और गणना संबंधी समस्याएं ➢ ठोस पदार्थों में बिंदु दोष ➢ ठोसों के विद्युत एवं चुंबकीय गुण ➢ द्रव अवस्था - वाष्प दाब, सतह तनाव और श्यानता ➢ गैसीय अवस्था - आदर्श गैसें और गैस नियम ➢ गैर-आदर्श गैसें और वैन डेर वाल्स समीकरण ➢ गैसों का गतिज सिद्धांत - माध्य मुक्त पथ और मैक्सवेल-बोल्ट्ज़मान वितरण	216

1

CHAPTER

परमाणु संरचना और क्वांटम यांत्रिकी

संरचना योजना और अवधारणा मानचित्र अवलोकन

1. मूल कणों की खोज

- **इलेक्ट्रॉन (e^-)**
  - खोजकर्ता: जे.जे. थॉमसन (1897)
  - प्रयोग: कैथोड रे ट्यूब (CRT)
  - **मुख्य अवलोकन:**
    - किरणें कैथोड से एनोड तक यात्रा करती हैं
    - विद्युत एवं चुंबकीय क्षेत्रों द्वारा विक्षेपित
    - **आवेश-से-द्रव्यमान अनुपात (e/m):** 1.758×10^{11} सेल्सियस/किग्रा
  - **मिलिकन तेल बूंद प्रयोग (1909)**
    - मापा गया: एक इलेक्ट्रॉन पर आवेश = -1.602×10^{-19} C
    - द्रव्यमान: 9.109×10^{-31} किग्रा
- **प्रोटॉन (p^+)**
  - खोजकर्ता: ई. गोल्डस्टीन (1886)
  - प्रयोग: कैनाल किरणें (एनोड किरणें)
  - **गुण:**
    - इलेक्ट्रॉन के बराबर धनात्मक आवेश
    - द्रव्यमान ≈ 1.672×10^{-27} किग्रा
    - नाभिक में मौजूद
- **न्यूट्रॉन (n^0)**
  - खोजकर्ता: जेम्स चैडविक (1932)
  - प्रयोग: α- कणों द्वारा Be पर बमबारी
  - **गुण:**
    - तटस्थ कण (कोई आवेश नहीं)
    - द्रव्यमान ≈ 1.675×10^{-27} किग्रा
    - प्रोटॉन के बीच प्रतिकर्षण को कम करके नाभिक को स्थिर करता है
- **PYQ फोकस क्षेत्र**
  - **e/m** , **आवेश** और **द्रव्यमान** की गणना
  - खोज का ऐतिहासिक क्रम
  - **नहर किरणों** की विशेषताएँ
  - **समस्थानिकों** और **द्रव्यमान संख्या** की अवधारणा

2. बोहर का परमाणु मॉडल और सीमाएँ

- **प्रमुख सिद्धांत:**
  - इलेक्ट्रॉन स्थिर अवस्थाओं नामक **निश्चित वृत्ताकार कक्षाओं में घूमते हैं**
  - **कक्षाओं की ऊर्जा:** $E_n = -13.6 \times (Z^2 / n^2)$ ईवी
  - **कक्षा की त्रिज्या:** $r_n = 0.529 \times (n^2 / Z)$ Å
  - **कोणीय संवेग परिमाणीकरण:** एमवीआर = एन(एच/2 π)
- **वर्णक्रमीय रेखाएँ:**
  - हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम → **बामर** , **लाइमैन** , **पासचेन** , **ब्रैकेट** , **पफंड**
  - ऊर्जा अंतर: $\Delta E = h\nu = E_2 - E_1$

Toppersnotes Unleash the topper in you

- **सीमाएँ:**
  - बहु-इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के लिए विफल
  - **ज़ीमन** और **स्टार्क प्रभावों की** व्याख्या नहीं की जा सकी
  - उपेक्षित **तरंग-कण द्वैत**
- **PYQ फोकस:**
  - H, He^{+}, Li^{2+} के लिए ऊर्जा गणना
  - दृश्य स्पेक्ट्रम उत्पन्न करने वाले संक्रमण
  - त्रिज्या और ऊर्जा अनुपात की समस्याएं

3. पदार्थ और विकिरण की द्वैत प्रकृति

- **तरंग प्रकृति (प्रकाश):**
  - साक्ष्य: व्यतिकरण, विवर्तन
  - समीकरण: E = एच ν
- **कण प्रकृति (पदार्थ):**
  - साक्ष्य: प्रकाश-विद्युत प्रभाव
  - आइंस्टीन का समीकरण: $h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2$
- **डी ब्रोग्ली परिकल्पना:**
  - प्रत्येक गतिमान कण की तरंगदैर्ध्य $\lambda = h / mv$ होती है
  - लागू: सूक्ष्म कण (इलेक्ट्रॉन)
- **PYQ फोकस:**
  - इलेक्ट्रॉनों और न्यूट्रॉनों के लिए तरंगदैर्ध्य गणना
  - संवेग और तरंगदैर्घ्य के बीच संबंध
  - प्रकाश-विद्युत थ्रेशोल्ड समस्याएँ

4. हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धांत

- **कथन:**
  - किसी कण की सटीक स्थिति और संवेग को एक साथ निर्धारित करना असंभव है।
  - **समीकरण:** $\Delta x \times \Delta p \geq h / (4\pi)$
- **महत्व:**
  - स्थूल पिंडों के लिए नगण्य
  - सूक्ष्म कणों (इलेक्ट्रॉनों) के लिए महत्वपूर्ण
- **PYQ फोकस:**
  - संवेग या स्थिति में अनिश्चितता की गणना करें
  - माप त्रुटियों से वैचारिक अंतर

5. परमाणु का क्वांटम यांत्रिक मॉडल

- **विकसितकर्ता:** श्रोडिंगर (1926)
- **पर आधारित:**
  - तरंग-कण द्वैत
  - संभाव्यता दृष्टिकोण (ψ^2 इलेक्ट्रॉन घनत्व देता है)
- **अभिधारणाएँ:**
  - इलेक्ट्रॉन निश्चित कक्षाओं का अनुसरण नहीं करते
  - तरंग समीकरण के समाधान के माध्यम से ऊर्जा का परिमाणीकरण
- **PYQ फोकस:**
  - कक्षक बनाम कक्षा की अवधारणा
  - ψ और ψ^2 का महत्व

6. श्रोडिंगर का तरंग समीकरण (एक-इलेक्ट्रॉन प्रणाली के लिए)

- **समीकरण:**

  $\hat{H}\psi = E\psi$
  - जहाँ $\hat{H}$ = हैमिल्टनियन ऑपरेटर = $(-h^2/8\pi^2 m)\nabla^2 + V$

- **समाधान देता है:**
  - बोहर के समान ऊर्जा स्तर
  - संभाव्यता वितरण (ψ^2)
- **PYQ फोकस:**
  - समाधानों में क्वांटम संख्याओं का अर्थ
  - पतन की अवधारणा

7. क्वांटम संख्याएँ और उनका महत्व

- **मुख्य (n):** ऊर्जा स्तर → कक्षक का आकार
- **अजीमुथल (l):** कक्षक का आकार → उपकोश प्रकार (s, p, d, f)
- **चुंबकीय (m):** कक्षीय अभिविन्यास
- **स्पिन (s):** स्पिन की दिशा (+½, -½)
- **कुल कक्षाएँ:** n^2
- **कुल इलेक्ट्रॉन:** $2n^2$
- **PYQ फोकस:**
  - क्वांटम संख्याओं के संभावित समूह
  - कक्षक की पहचान (जैसे, 3p, 4d)
  - पतन-आधारित MCQs

8. कक्षाओं के आकार

- **s-कक्षक:** गोलाकार, 1 अभिविन्यास
  - उदाहरण: 1s, 2s (संकेंद्रित गोले)
- **p-ऑर्बिटल्स:** डम्बल के आकार का, 3 अभिविन्यास (p_x , p_y , p_z)
- **डी-ऑर्बिटल्स:** क्लोवरलीफ आकार, 5 अभिविन्यास
- **नोड्स:**
  - कुल नोड्स = (n – 1)
  - कोणीय नोड्स = l
  - रेडियल नोड्स = (n – l – 1)
- **PYQ फोकस:**
  - नोड्स की संख्या
  - आकृतियाँ और अभिविन्यास पहचान

9. पाउली, हुंड और औफबाउ सिद्धांत

- **पाउली अपवर्जन सिद्धांत:**
  - किसी भी दो इलेक्ट्रॉनों की 4 क्वांटम संख्याएं समान नहीं हो सकतीं।
- **हंड का नियम:**
  - इलेक्ट्रॉन पहले समानांतर स्पिन के साथ पतित कक्षकों में अकेले रहते हैं।
- **ऑफबाउ सिद्धांत:**
  - इलेक्ट्रॉन बढ़ती ऊर्जा के क्रम में कक्षाओं को भरते हैं।
  - क्रम: 1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p ...
- **अपवाद:** Cr, Cu, Mo, Ag (अर्ध-भरा / पूर्णतः भरा स्थिरता)
- **PYQ फोकस:**
  - सही इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की पहचान करें
  - चुंबकीय प्रकृति और कुल अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की भविष्यवाणी करें

10. तत्वों और आयनों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

- **प्रतिनिधित्व:**
  - उदाहरण: ऑक्सीजन → $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
- **आयन:**
  - धनायन: सबसे बाहरी कोश से e^- हटाएँ
  - ऋणायन: सबसे बाहरी कोश में e^- जोड़ें

Toppersnotes
Unleash the topper in you

- **स्थिरता कारक:**
  - आधे भरे और पूरी तरह से भरे उपकोश
- **PYQ फोकस:**
  - आयनों का विन्यास (Fe^{2+}, Cu^{+}, आदि)
  - आइसोइलेक्ट्रॉनिक प्रजातियाँ
  - अनुचुंबकीय/प्रतिचुंबकीय व्यवहार

मूल कणों की खोज (e^-, p^+, n^0)

अवधारणा प्रवाह

पदार्थ → परमाणु → उपपरमाण्विक कण → परमाणु मॉडल

मूलभूत कणों की खोज को समझना परमाणु संरचना का आधार बनता है, जिससे बोहर और क्वांटम मॉडल का विकास होता है।

1. इलेक्ट्रॉन की खोज (e^-)

1.1 जे.जे. थॉमसन का कैथोड रे प्रयोग (1897)

- **उपकरण:**
  - कम दबाव और उच्च वोल्टेज के तहत दो इलेक्ट्रोड के साथ ग्लास ट्यूब।
  - ZnS के साथ लेपित फ्लोरोसेंट स्क्रीन .
- **अवलोकन:**
  - किरणें **कैथोड से उत्पन्न होकर एनोड की** ओर चलती हैं ।
  - **विद्युत** और **चुंबकीय क्षेत्रों** द्वारा विक्षेपित → इसलिए, **ऋणात्मक रूप से आवेशित** ।
- **निष्कर्ष:**
  - इलेक्ट्रॉन सभी परमाणुओं के **मूल घटक हैं।**
  - **आवेश-से-द्रव्यमान अनुपात (e/m)** सभी पदार्थों के लिए समान होता है।

महत्वपूर्ण सूत्र:

$$\frac{e}{m} = 1.758 \times 10^{11}\ C/kg$$

मुख्य तथ्य:

- इलेक्ट्रॉन आवेश: **-1.602×10^{-19} C**
- इलेक्ट्रॉन द्रव्यमान: **9.109×10^{-31} किग्रा**
- सबसे हल्का स्थिर उपपरमाण्विक कण.

1.2 मिलिकन का तेल बूंद प्रयोग (1909)

- **उद्देश्य:** इलेक्ट्रॉन पर **आवेश (e)** मापना ।
- **स्थापित करना:**
  - दो आवेशित प्लेटों के बीच तेल की बूंदें छिड़की गईं।
  - सूक्ष्मदर्शी से देखी गई बूंदों की गति।
- **अवधारणा:**
  - विद्युत बल (qE) गुरुत्वाकर्षण बल (mg) को संतुलित करता है।
  - स्टोक्स के नियम का उपयोग करके → द्रव्यमान की गणना → आवेश की गणना।

सूत्र:

$$q = mg/E$$

अवलोकन:

- **मूल मान के गुणजों** में पाया जाता है → आवेश का परिमाणीकरण.

PYQ ट्रिगर:

- टर्मिनल वेग, विद्युत क्षेत्र और आवेश के बीच संबंध।
- **आवेश के क्वांटीकरण** की अवधारणा .

2. प्रोटॉन की खोज (p^+)

2.1 ई. गोल्डस्टीन का कैनाल रे प्रयोग (1886)

- **स्थापित करना:**
  - **छिद्रित कैथोड** के साथ संशोधित निर्वहन ट्यूब .
  - धनात्मक किरणें कैथोड किरणों के विपरीत गति करती देखी गईं।

- **अवलोकन:**
  - किरणें छिद्रों के माध्यम से **एनोड से कैथोड तक जाती थीं।**
  - क्षेत्रों द्वारा विक्षेपित → **धनात्मक आवेशित कण** .
  - किरणों की प्रकृति **प्रयुक्त गैस पर निर्भर करती है** ।

2.2 रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल की पुष्टि (1911)

- नाभिक में संकेन्द्रित **धनात्मक आवेश की** पुष्टि हुई → **प्रोटॉन** के कारण ।

◈ प्रोटॉन के प्रमुख गुण:

संपत्ति	प्रतीक	कीमत
शुल्क	+ई	$+1.602 \times 10^{-19}$ सी
द्रव्यमान	मी $_p$	1.672×10^{-27} किग्रा
सापेक्ष द्रव्यमान	1836 × मी $_e$	—

◈ PYQ फोकस:

- **एनोड किरणों** की उत्पत्ति .
- **कैथोड किरणों** और **कैनाल किरणों** के बीच अंतर .
- प्रोटॉन के आवेश/द्रव्यमान अनुपात की पहचान।

3. न्यूट्रॉन की खोज (n^0)

3.1 **जेम्स चैडविक का प्रयोग (1932)**

- **स्थापित करना:**
  - **बेरिलियम (Be) पर α- कणों** से बमबारी ।
  - तटस्थ विकिरण का उत्सर्जन जो पैराफिन से प्रोटॉन को बाहर निकालता है।
- **अवलोकन:**
  - विद्युत या चुंबकीय क्षेत्र द्वारा विक्षेपित न होने वाली किरणें → **तटस्थ कण** .
- **निष्कर्ष:**
  - नाभिक में आवेश-तटस्थ कण **न्यूट्रॉन की** खोज की गई ।

◈ परमाणु प्रतिक्रिया:

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

◈ न्यूट्रॉन के गुण:

संपत्ति	प्रतीक	कीमत
शुल्क	0	तटस्थ
द्रव्यमान	मीटर $_n$	1.675×10^{-27} किग्रा
सापेक्ष द्रव्यमान	≈ 1 एमू	—
खोज वर्ष	1932	—

◈ महत्व:

- **परमाणु स्थिरता** प्रदान करता है .
- **समस्थानिकों** (समान Z, भिन्न A) की व्याख्या करता है ।

◈ PYQ फोकस:

- खोजकर्ता और खोज के वर्ष की पहचान करें।
- प्रतिक्रिया-आधारित प्रश्न.
- समस्थानिक स्थिरता में भूमिका.

4. मूल कणों की तुलना तालिका

संपत्ति	इलेक्ट्रॉन (e^-)	प्रोटॉन (p^+)	न्यूट्रॉन (n^0)
खोजकर्ता	जेजे थॉमसन	ई. गोल्डस्टीन	जे. चैडविक
वर्ष	1897	1886	1932
आवेश (C)	-1.602×10^{-19}	$+1.602\times10^{-19}$	0
द्रव्यमान (किलोग्राम)	9.109×10^{-31}	1.672×10^{-27}	1.675×10^{-27}
सापेक्ष द्रव्यमान	1/1836	1	1
जगह	बाहरी नाभिक	नाभिक के अंदर	नाभिक के अंदर
समारोह	रासायनिक बंधन	सकारात्मक केंद्र	परमाणु स्थिरता

5. प्रमुख अवधारणा लिंक

- **इलेक्ट्रॉन की खोज → थॉमसन के मॉडल का नेतृत्व किया।**
- **प्रोटॉन और न्यूट्रॉन → परमाणु मॉडल (रदरफोर्ड) का आधार।**
- **विद्युतीय व्यवहार** से संक्रमण → **संरचनात्मक समझ।**

6. PYQ हॉट ज़ोन (राष्ट्रीय स्तर की परीक्षाएँ)

प्रश्न प्रकार	सामान्य फोकस
वैचारिक	खोज का क्रम, प्रयोग, किरणों की प्रकृति
न्यूमेरिकल	ई/एम गणना, आवेश परिमाणीकरण
अभिकथन-कारण	कणों के द्रव्यमान और आवेश के बीच संबंध
विश्लेषणात्मक	समस्थानिकों और परमाणु प्रतिक्रियाओं में न्यूट्रॉन की भूमिका

7. मेमोरी एंकर

- **खोज क्रम के लिए स्मृति सहायक :**
  "प्रत्येक प्रो छात्र नोटिस करता है" → इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, संरचना (रदरफोर्ड), न्यूट्रॉन।
- **e^- → कैथोड किरणें**
  p^+ → नहर किरणें
  n^0 → Be + α बमबारी

बोहर का परमाणु मॉडल और उसकी सीमाएँ

अवधारणा प्रवाह

उपपरमाण्विक कणों की खोज → शास्त्रीय मॉडलों की विफलता → बोहर के क्वांटम सिद्धांत → हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम → सीमाएँ

1. ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

1.1 **नए मॉडल की आवश्यकता**

- **थॉमसन का "प्लम पुडिंग मॉडल" (1904):**
  - परमाणु एक धनात्मक आवेश वाले गोले के रूप में है जिसमें इलेक्ट्रॉन "पुडिंग में किशमिश" की तरह अंतर्निहित हैं।
  - α- कण प्रकीर्णन की व्याख्या करने में असफल ।
- **रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल (1911):**
  - परमाणु अधिकतर खाली होता है, जिसके केंद्र में छोटा घना नाभिक होता है।
  - इलेक्ट्रॉन ग्रहों की तरह नाभिक के चारों ओर घूमते हैं।
  - परमाणु की स्थिरता की व्याख्या करने में विफल (मैक्सवेल के विद्युत चुम्बकीय सिद्धांत के अनुसार इलेक्ट्रॉनों को नाभिक में सिमट जाना चाहिए)।
- **बोहर मॉडल (1913) ने** कोणीय गति के **क्वांटीकरण को** लागू करके इसे हल किया ।

2. बोहर के सिद्धांत

2.1 अभिधारणा I: क्वांटाइज्ड कक्षाएँ

- इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर **निश्चित वृत्ताकार पथों में घूमते हैं जिन्हें स्थिर कक्षाएँ** कहते हैं ।
- प्रत्येक कक्षा एक **विशिष्ट ऊर्जा स्तर से मेल खाती है** (परिक्रमा करते समय कोई ऊर्जा हानि नहीं होती)।
- **कोणीय संवेग परिमाणीकरण:**

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

कहाँ:

- m = इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान
- v = वेग
- r = कक्षा की त्रिज्या
- n = मुख्य क्वांटम संख्या (1, 2, 3, ...)

2.2 अभिधारणा II: ऊर्जा उत्सर्जन या अवशोषण

- ऊर्जा केवल तब उत्सर्जित या अवशोषित होती है जब इलेक्ट्रॉन ऊर्जा स्तरों के बीच संक्रमण करते हैं:

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

- h = प्लैंक स्थिरांक
- ν = उत्सर्जित/अवशोषित विकिरण की आवृत्ति

3. गणितीय सूत्रीकरण

3.1 **अभिकेन्द्रीय बल = स्थिरवैद्युत बल**

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

3.2 **कोणीय संवेग क्वांटीकरण का उपयोग:**

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

3.3 **बोहर की त्रिज्या:**

$$r_n = \frac{n^2h^2\varepsilon_0}{\pi me^2Z}$$

- हाइड्रोजन के लिए (Z = 1):

$$r_n = n^2a_0$$

कहाँ **ए ₀ = 0.529 Å (बोहर त्रिज्या)** ।

3.4 **इलेक्ट्रॉन का वेग:**

$$v_n = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h}\frac{Z}{n}$$

- H परमाणु (Z=1) के लिए:
  - $v_1 = 2.18 \times 10^6$ मी/से

3.5 **इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा:**

$$E_n = -\frac{Z^2me^4}{8\varepsilon_0^2h^2n^2}$$

- हाइड्रोजन परमाणु (Z = 1) के लिए:

$$E_n = -13.6\frac{1}{n^2}\ eV$$

3.6 स्तरों **के बीच ऊर्जा अंतर :**

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu = 13.6Z^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)\ eV$$

4. हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम श्रृंखला

श्रृंखला का नाम	संक्रमण ($n_2 \rightarrow n_1$)	वर्णक्रमीय क्षेत्र	द्वारा खोजा गया
लीमन	$n_2 = 2,3,4 \ldots \rightarrow n_1 = 1$	पराबैंगनी (यूवी)	लीमन
बामर	$n_2 = 3,4,5 \ldots \rightarrow n_1 = 2$	दृश्यमान	बामर
पाश्चेन	$n_2 = 4,5,6 \ldots \rightarrow n_1 = 3$	अवरक्त	पाश्चेन
ब्रैकेट	$n_2 = 5,6,7\ldots \rightarrow n_1 = 4$	अवरक्त	ब्रैकेट
फंड	$n_2 = 6,7,8\ldots \rightarrow n_1 = 5$	अवरक्त	फंड

सामान्य सूत्र:

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

कहाँ **R_H = 1.097 × 10⁷ m⁻¹ (रिडबर्ग स्थिरांक)** .

5. ऊर्जा स्तर आरेख

- **ऊर्जा का स्तर** n के साथ बढ़ता है ।
- **ई ₁ < ई ₂ < ई ₃ < ... → 0**
- **ई ∞ = 0** → आयनीकरण सीमा (नाभिक से निकाला गया इलेक्ट्रॉन)।

6. बोहर के मॉडल की सीमाएँ

पहलू	परिसीमन
प्रयोज्यता	केवल एक-इलेक्ट्रॉन प्रणालियों (H, He^+, Li^{2+}) के लिए काम करता है।
स्पेक्ट्रा	सूक्ष्म संरचना (रेखाओं का विभाजन) या ज़ीमान प्रभाव (चुंबकीय क्षेत्र का प्रभाव) की व्याख्या नहीं कर सके ।
अनिश्चितता	निश्चित पथ मानता है (हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धांत का उल्लंघन करता है)।
दोहरा स्वभाव	इलेक्ट्रॉन के तरंग-कण द्वैत को अनदेखा करता है ।
तीव्रता	वर्णक्रमीय रेखाओं की सापेक्ष तीव्रता की व्याख्या नहीं की जा सकी ।

7. PYQ हॉट ज़ोन

प्रकार	सामान्य प्रश्न फोकस
सूत्र आधारित	स्तरों के बीच त्रिज्या, ऊर्जा, वेग अनुपात
वैचारिक	कौन सा संक्रमण दृश्य प्रकाश देता है (बामर)?
न्यूमेरिकल	आयनीकरण ऊर्जा, ऊर्जा अंतर, तरंगदैर्ध्य
अभिकथन-कारण	बोहर के सिद्धांत, सीमाएँ, हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम
विकसित	He^+ , Li^{2+} और वर्णक्रमीय रेखाओं की गणना पर अनुप्रयोग

8. मेमोरी एंकर

- n के बढ़ने पर **ऊर्जा घटती है** (अधिक ऋणात्मक हो जाती है) ↓
  → अधिक ऋणात्मक = अधिक स्थिर (नाभिक के करीब)।
- **बोहर के समीकरण सारांश तालिका:**

मात्रा	अभिव्यक्ति	H (Z=1) के लिए
RADIUS	$r_n = n^2 a_0 / Z$	$a_0 = 0.529$ Å
वेग	$v_n = (2.18 \times 10^6) Z / n$	—
ऊर्जा	$E_n = -13.6 Z^2 / n^2$ eV	—
आवृत्ति	$\nu = \Delta E / h$	—

9. परीक्षा अलर्ट (PYQ प्रकार)

- **बामर श्रेणी की सबसे छोटी तरंगदैर्घ्य उत्पन्न की जाती है?"** → $n_1 = 2$, $n_2 = \infty$
- **"H परमाणु में n=2 से इलेक्ट्रॉन हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा"** → ई = $13.6(1/2^2) = 3.4$ ईवी
- **"पहली कक्षा में Li^{2+} की बोहर त्रिज्या ?"** → $r = (a_0/Z) = 0.529/3 = 0.176$ Å

पदार्थ और विकिरण की द्वैत प्रकृति (डी ब्रोग्ली परिकल्पना)

अवधारणा प्रवाह

बोहर का मॉडल → सीमाएँ → द्वैत प्रकृति की अवधारणा की आवश्यकता → डी ब्रोग्ली समीकरण → प्रायोगिक साक्ष्य → अनुप्रयोग

1. पृष्ठभूमि और द्वैत की आवश्यकता

1.1 **शास्त्रीय सिद्धांत व्याख्या करने में विफल रहे:**

- **प्रकाश-विद्युत प्रभाव:** प्रकाश कणों (फोटॉन) की एक धारा के रूप में व्यवहार करता है।
- **कॉम्पटन प्रभाव:** फोटॉन प्रकीर्णन कण-जैसी टक्कर दर्शाता है।
- **इलेक्ट्रॉन विवर्तन:** इलेक्ट्रॉन तरंग जैसा व्यवहार प्रदर्शित करते हैं।

इसलिए, **पदार्थ और विकिरण दोनों दोहरा व्यवहार प्रदर्शित करते हैं** - कभी तरंग जैसा, कभी कण जैसा।

2. विकिरण (प्रकाश) की तरंग प्रकृति

2.1 तरंग प्रकृति के लिए साक्ष्य

- **व्यतिकरण** - तरंगों का अतिव्यापन (यंग का द्वि-स्लिट प्रयोग)
- **विवर्तन** - बाधाओं के चारों ओर तरंगों का मुड़ना
- **ध्रुवीकरण** - तरंगों का अद्वितीय गुण

2.2 प्रमुख संबंध:

$$c = \lambda \nu$$

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

कहाँ:

- सी → प्रकाश की गति = 3×10^8 मीटर/सेकेंड
- λ → तरंगदैर्ध्य
- ν → आवृत्ति
- एच → प्लैंक स्थिरांक = 6.626×10^{-34} J·s

3. प्रकाश की कण प्रकृति (प्रकाश विद्युत प्रभाव)

3.1 **खोजकर्ता:** हेनरिक हर्ट्ज़ (1887), व्याख्याकर्ता: आइंस्टीन (1905)

3.2 **अवलोकन:**

- **सीमांत आवृत्ति (ν_0)** से नीचे कोई इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नहीं होता ।
- उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा **आवृत्ति पर निर्भर करती है** , तीव्रता पर नहीं।
- उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की संख्या ∝ प्रकाश की **तीव्रता .**

3.3 **आइंस्टीन का प्रकाश-विद्युत समीकरण:**

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

कहाँ :

- $h\nu_0$ = कार्य फलन (Φ) = एक इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्जा
- $\frac{1}{2}mv^2$ = उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

3.4 **कार्य फलन (Φ):**

$$\Phi = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

इकाई: eV या J ($1\ eV = 1.602 \times 10^{-19}\ J$)

◈ उदाहरण (NEET प्रकार):

दहलीज तरंगदैर्ध्य = 400 nm. कार्य फलन ज्ञात कीजिए।

$$\Phi = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 4.97 \times 10^{-19} J = 3.1 eV$$

4. तरंग प्रकृति को दर्शाने वाला पदार्थ — डी ब्रोगली परिकल्पना (1924)

4.1 **कथन:**

प्रत्येक गतिशील कण की एक तरंगदैर्ध्य से संबद्ध **तरंग होती है** :

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

कहाँ :

- λ = डी ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य
- h = प्लैंक स्थिरांक
- m = कण का द्रव्यमान
- v = कण का वेग

4.2 **वैकल्पिक रूप:**

- संवेग p = mv का उपयोग करते हुए :

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

- **विभव (V) से त्वरित आवेशित कण** के लिए :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

4.3 **भौतिक महत्व:**

- सूक्ष्म कण (इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन) → **तरंग व्यवहार महत्वपूर्ण है।**
- स्थूल निकाय → **λ** बड़े द्रव्यमान के कारण **नगण्य है ।**

◈ उदाहरण:

100 V से त्वरित इलेक्ट्रॉन का λ ज्ञात कीजिए।

$$\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}} = \frac{12.27}{10} = 1.227\ \text{Å}$$

5. प्रायोगिक सत्यापन

5.1 **डेविसन और जर्मेर प्रयोग (1927)**

- **सेटअप:** निकेल क्रिस्टल द्वारा बिखरे इलेक्ट्रॉनों की किरण।
- **अवलोकन:** विशिष्ट कोणों पर तीव्रता अधिकतम → **इलेक्ट्रॉन विवर्तन** .
- **निष्कर्ष:** इलेक्ट्रॉनों की **तरंग प्रकृति की** पुष्टि हुई ।

Toppersnotes
Unleash the topper in you

6. डी ब्रोगली अवधारणा के अनुप्रयोग

क्षेत्र	अनुप्रयोग / अवधारणा
बोहर का क्वांटीकरण	तरंगदैर्घ्य की पूर्णांक संख्या द्वारा बोहर की कक्षाओं की व्याख्या: $2\pi r = n\lambda$
इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी	उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेजिंग के लिए इलेक्ट्रॉनों की तरंग प्रकृति का उपयोग करता है
क्वांटम यांत्रिकी	श्रोडिंगर के तरंग समीकरण का आधार
विवर्तन अध्ययन	एक्स-रे और इलेक्ट्रॉन विवर्तन सिद्धांत

7. तुलना: तरंग बनाम कण गुण

संपत्ति	तरंग पहलू	कण पहलू
प्रकृति	निरंतर	अलग
पैरामीटर	λ , ν , आयाम	एम, वी, ई
उदाहरण	प्रकाश विवर्तन	प्रकाश विद्युत प्रभाव
शासकीय समीकरण	ई = एच ν	p = h/ λ

8. प्रमुख PYQ फोकस क्षेत्र

प्रश्न प्रकार	सामान्य विषय
न्यूमेरिकल	डी ब्रोगली तरंगदैर्ध्य, कार्य फलन, ऊर्जा संबंध
वैचारिक	प्रकाश विद्युत प्रभाव के लिए शर्तें
अभिकथन-कारण	"प्रकाश तरंग और कण दोनों प्रकृति प्रदर्शित करता है"
विकसित	विभवांतर से त्वरित इलेक्ट्रॉन

सामान्य PYQ उदाहरण:

- "54 V द्वारा त्वरित इलेक्ट्रॉन के लिए डी ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य की गणना करें।"
- "प्रकाश का कौन सा गुण तरंग सिद्धांत द्वारा स्पष्ट नहीं किया गया है?" → प्रकाश विद्युत प्रभाव

9. मेमोरी एंकर

- **द्वैत प्रकृति समीकरण:** λ = एच/पी
- **डी ब्रोग्ली स्थिरांक:** 12.27/ √ वी (इलेक्ट्रॉन के लिए Å में λ)
- **आइंस्टीन का संबंध:** $E = h\nu = \Phi + \frac{1}{2}mv^2$
- **स्मृति सहायक:** "प्रकाश चतुराई से व्यवहार करता है - कभी तरंग की तरह, कभी तीर की तरह!"

हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धांत

1. उत्पत्ति और वैचारिक आधार

1.1 **पृष्ठभूमि**

- **डी ब्रोगली के तरंग-कण द्वैत (1924)** के बाद , यह स्पष्ट हो गया कि **इलेक्ट्रॉन कण** और **तरंग** दोनों के रूप में व्यवहार करते हैं ।
- शास्त्रीय यांत्रिकी मानती है कि **स्थिति (x)** और **संवेग (p) दोनों** को ठीक-ठीक जाना जा सकता है - सूक्ष्म कणों के लिए यह विफल हो जाता है।

1.2 **प्रस्तावित: वर्नर हाइजेनबर्ग (1927)**

- उपपरमाण्विक कणों के मापन में अंतर्निहित सीमाओं को समझाने के लिए **अनिश्चितता सिद्धांत का** परिचय दिया गया ।

2. सिद्धांत का कथन

किसी गतिशील सूक्ष्म कण (जैसे इलेक्ट्रॉन) की सटीक **स्थिति** और **संवेग को एक साथ पूर्ण सटीकता के साथ निर्धारित करना असंभव है।"**

गणितीय अभिव्यक्ति:

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

कहाँ :

- Δ x = स्थिति में अनिश्चितता
- Δ p = संवेग में अनिश्चितता = m Δ v
- h = प्लैंक स्थिरांक (6.626×10^{-34} J·s)

3. वैकल्पिक फॉर्मूलेशन

3.1 **स्थिति-संवेग संबंध**

$$\Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{h}{4\pi m}$$

3.2 **ऊर्जा-समय संबंध**

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

4. वैचारिक अंतर्दृष्टि

- यह सिद्धांत **प्रायोगिक त्रुटियों से उत्पन्न नहीं होता** , बल्कि पदार्थ की **तरंग प्रकृति से उत्पन्न होता है।**
- इलेक्ट्रॉन की **स्थिति** मापने के लिए **लघु-तरंगदैर्घ्य वाले फोटॉन की आवश्यकता होती है** → उच्च संवेग → इलेक्ट्रॉन के वेग को बाधित करता है।
- इसलिए, एक में उच्च परिशुद्धता दूसरे में अधिक अनिश्चितता की ओर ले जाती है।

5. सिद्धांत का महत्व

पहलू	निहितार्थ
शास्त्रीय यांत्रिकी	नियतिवाद (सटीक प्रक्षेप पथ) मानता है।
क्वांटम यांत्रिकी	**कक्षाओं** से प्रतिस्थापित करता है (संभाव्यता वितरण)।
माप	क्वांटम कण का अवलोकन स्वाभाविक रूप से उसे विचलित करता है।
परमाणु संरचना	यह बताता है कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर निश्चित पथ क्यों नहीं बना सकते (बोहर का मॉडल अमान्य है)।

6. संख्यात्मक अनुप्रयोग

6.1 **उदाहरण 1:**

एक इलेक्ट्रॉन की स्थिति में अनिश्चितता 10^{-10} m है। वेग में न्यूनतम अनिश्चितता की गणना कीजिए।

$$\Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{h}{4\pi m}$$

$$\Delta v = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4\pi(9.1 \times 10^{-31})(10^{-10})}$$

$$\Delta v \approx 580\ \text{m/s}$$

निष्कर्ष: स्थिति में छोटी अनिश्चितता → वेग में महत्वपूर्ण अनिश्चितता।

6.2 **उदाहरण 2:**

एक चलती कार के लिए (m = 1000 kg), $\Delta x = 10^{-10}$ m

$$\Delta v = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4\pi(1000)(10^{-10})} = 5.3 \times 10^{-28}\ \text{m/s}$$

निष्कर्ष: स्थूल पिंडों के लिए नगण्य अनिश्चितता - सिद्धांत केवल परमाणु पैमाने पर महत्वपूर्ण है।

7. परमाणु संरचना में परिणाम

- **कोई निश्चित कक्षा नहीं:**
  - इलेक्ट्रॉन पथ अनिश्चित होते हैं, जिन्हें संभाव्यता बादलों (कक्षाओं) द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है ।
- **क्वांटम यांत्रिकी की नींव:**
  - **श्रोडिंगर के तरंग समीकरण** और **क्वांटम मॉडल** के लिए आधार बनाता है ।
- **ऊर्जा परिमाणीकरण:**
  - ऊर्जा स्तर असतत हैं क्योंकि सतत पथ असंभव हैं।

8. PYQ फोकस क्षेत्र (राष्ट्रीय परीक्षाएँ)

प्रश्न का प्रकार	विशिष्ट फोकस
वैचारिक	अनिश्चितता की प्रकृति और कारण
न्यूमेरिकल	इलेक्ट्रॉन के लिए Δv या Δx की गणना करें
अभिकथन-कारण	स्थिति और गति की सटीकता के बीच संबंध
तुलनात्मक	स्थूल बनाम सूक्ष्म निहितार्थ

सामान्य PYQs:

- "यदि किसी इलेक्ट्रॉन की स्थिति 1 Å के भीतर ज्ञात है, तो उसके संवेग में न्यूनतम अनिश्चितता क्या है?"
- "कौन सा सिद्धांत बोहर की निश्चित कक्षा की अवधारणा को अमान्य करता है?" → हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धांत।

9. मेमोरी एंकर

- **कोर सूत्र:**

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h / 4\pi$$

- **स्मृति सहायक:** "कहाँ के बारे में अधिक जानें → कितनी तेजी से इसके बारे में कम जानें।"
- **तरंग दृश्य:** कण के तरंग पैकेट की चौड़ाई सीमित होती है → अनिश्चितता का कारण बनता है।
- **बोहर बनाम हाइजेनबर्ग:**
  बोहर → निश्चित कक्षा
  हाइजेनबर्ग → संभाव्यता बादल

परमाणु का क्वांटम यांत्रिक मॉडल

1. उत्पत्ति और आधार

1.1 **बोहर से क्वांटम मॉडल में परिवर्तन**

- **बोहर के मॉडल ने इलेक्ट्रॉनों को** वृत्ताकार कक्षाओं में कणों के रूप में वर्णित किया ।
- **हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धांत ने** दर्शाया कि **सटीक पथ** असंभव हैं।
- **डी ब्रोगली की परिकल्पना ने** इलेक्ट्रॉनों की तरंग प्रकृति का परिचय दिया ।
- **इरविन श्रोडिंगर (1926) ने** दोनों विचारों को मिलाया → इलेक्ट्रॉन व्यवहार का संभाव्यतापूर्वक वर्णन करने के लिए **तरंग समीकरण।**

2. मौलिक सिद्धांत

2.1 इलेक्ट्रॉनों की प्रकृति तरंगीय होती है

- प्रत्येक इलेक्ट्रॉन एक तरंग फ़ंक्शन **ψ (psi) से जुड़ा होता है** ।
- **ψ** अंतरिक्ष में इलेक्ट्रॉन की स्थिति का वर्णन करता है ।

2.2 संभाव्यता व्याख्या

- **| ψ |² (psi squared) संभाव्यता घनत्व** देता है - एक विशिष्ट बिंदु पर इलेक्ट्रॉन मिलने की संभावना।
- उच्च **| ψ |²** = अधिक संभावना (इलेक्ट्रॉन बादल का घना क्षेत्र)।

2.3 कक्षाओं के बजाय कक्षक

- **कक्षा:** निश्चित वृत्ताकार पथ (बोहर की अवधारणा)।
- **कक्षीय:** नाभिक के चारों ओर त्रिआयामी स्थान जिसमें इलेक्ट्रॉन मिलने की **उच्च संभावना होती है (क्वांटम अवधारणा)।**

3. श्रोडिंगर का तरंग समीकरण (समय-स्वतंत्र रूप)

$$\hat{H}\psi = E\psi$$

कहाँ:

- **Ĥ (हैमिल्टनियन ऑपरेटर)** = कुल ऊर्जा ऑपरेटर = गतिज + विभव

$$\hat{H} = -\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2 + V$$

- **ψ** = तरंग फलन
- **E** = प्रणाली की कुल ऊर्जा

3.1 **समाधान:**

- **एक-इलेक्ट्रॉन प्रणाली (H, He^+, Li^{2+})** के लिए , हल करने पर प्राप्त होता है:

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

- बोहर के मॉडल के समान ही ऊर्जा अभिव्यक्ति - लेकिन क्वांटम यांत्रिकी से व्युत्पन्न।

4. ψ और ψ^2 का महत्व

प्रतीक	अर्थ	भौतिक महत्व
ψ	तरंग फलन	इलेक्ट्रॉन की स्थिति का वर्णन करने वाला गणितीय फलन
ψ^2	संभाव्यता घनत्व	एक इकाई आयतन में एक इलेक्ट्रॉन मिलने की संभावना

- ψ का **कोई भौतिक अर्थ नहीं** है , लेकिन ψ^2 का है।
- ψ^2 **सदैव धनात्मक** होती है (ऋणात्मक संभावना नहीं हो सकती)।

5. ऑर्बिटल्स की विशेषताएँ

5.1 **कक्षीय प्रतिनिधित्व**

प्रत्येक कक्षक को **तीन क्वांटम संख्याओं (n, l, m) द्वारा चिह्नित किया जाता है** , जो श्रोडिंगर समीकरण के समाधान के रूप में प्राप्त होते हैं।

5.2 **आकार और ऊर्जा**

- **मुख्य क्वांटम संख्या (n):** कक्षक का आकार और ऊर्जा।
- **अजीमुथल क्वांटम संख्या (l):** कक्षक का आकार।
- **चुंबकीय क्वांटम संख्या (m):** अंतरिक्ष में कक्षीय का अभिविन्यास।

5.3 **संभाव्यता बादलों के रूप में कक्षाएँ**

- इलेक्ट्रॉन घनत्व को नाभिक के चारों ओर **बादलों के रूप में दर्शाया गया।**
- सघन बादल = उच्च **संभावना घनत्व** .
- आकार l के साथ बदलता रहता है → (गोलाकार, डम्बल, क्लोवरलीफ़, आदि)

6. रेडियल और कोणीय नोड्स

6.1 **नोड्स:**

- क्षेत्र जहाँ $\psi^2 = 0$ → इलेक्ट्रॉन मिलने की शून्य संभावना।

6.2 **प्रकार:**

प्रकार	FORMULA	महत्व
रेडियल नोड	(एन - एल - 1)	संभावना = त्रिज्या के साथ 0
कोणीय नोड	= एल	कुछ समतलों के साथ प्रायिकता = 0
कुल नोड्स	= एन – 1	शून्य संभावना वाले कुल क्षेत्र

उदाहरण:

3p कक्षक के लिए (n=3, l=1):

- रेडियल नोड्स = 3 – 1 – 1 = 1
- कोणीय नोड्स = 1
- कुल = 2 नोड्स.

7. क्वांटम यांत्रिक व्याख्याएँ

पहलू	**क्वांटम यांत्रिक दृश्य**
इलेक्ट्रॉन की स्थिति	निश्चित नहीं - केवल संभाव्य
ऊर्जा	क्वांटाइज्ड (असतत ऊर्जा स्तर)
कक्षाओं	इलेक्ट्रॉन बादल की 3D स्थिर तरंगें
तरंग फलन (ψ)	इलेक्ट्रॉन के बारे में सभी मापनीय जानकारी शामिल है
माप	प्रणाली को प्रभावित करता है (पर्यवेक्षक प्रभाव)

8. PYQ फोकस क्षेत्र

प्रश्न प्रकार	**सामान्य फोकस**
वैचारिक	ψ , ψ^2, कक्षा बनाम कक्षीय का अर्थ
विश्लेषणात्मक	नोड गणना, संभाव्यता वितरण
न्यूमेरिकल	कुल नोड्स, n, l, m के बीच संबंध
अभिकथन-कारण	" ψ का कोई भौतिक अर्थ नहीं है, ψ^2 का है"
विकसित	बोहर और श्रोडिंगर मॉडल की तुलना

सामान्य PYQs:

- "3d कक्षक के लिए, कोणीय और रेडियल नोड्स की संख्या ज्ञात कीजिए।"
- "निम्नलिखित में से किसमें गोलाकार समरूपता है?" → s-कक्षीय
- ψ $|^2$ क्या दर्शाता है?" → संभाव्यता घनत्व।

9. मेमोरी एंकर

- **मुख्य समीकरण:**
  - श्रोडिंगर: $\hat{H}\psi = E\psi$
  - कुल नोड्स: $n - 1$
  - रेडियल नोड्स: $n - l - 1$
  - कोणीय नोड्स: l
- **स्मृति सहायक:** " ψ संभावना को दर्शाता है, ψ^2 वास्तविकता को दर्शाता है।"
- **कक्षा बनाम कक्षीय अनुस्मारक:**
  - कक्षा → पथ (बोहर)
  - कक्षीय → क्षेत्र (श्रोडिंगर)

श्रोडिंगर का तरंग समीकरण (एक-इलेक्ट्रॉन प्रणाली)

1. पृष्ठभूमि और महत्व

1.1 **उत्पत्ति**

- **इलेक्ट्रॉनों के क्वांटम व्यवहार का** वर्णन करने के लिए **इरविन श्रोडिंगर (1926)** द्वारा विकसित ।
- **डी ब्रोग्ली की परिकल्पना** पर आधारित (इलेक्ट्रॉन स्थायी तरंगों के रूप में व्यवहार करते हैं)।

1.2 **उद्देश्य**

- गणितीय रूप से वर्णन करने के लिए:
  - एक इलेक्ट्रॉन के स्वीकृत **ऊर्जा स्तर .**
  - **आकार और अभिविन्यास** .
  - एक परमाणु में इलेक्ट्रॉनों का **संभाव्यता वितरण .**

2. समीकरण का सामान्य रूप

समय-स्वतंत्र श्रोडिंगर तरंग समीकरण:

$$\hat{H}\psi = E\psi$$

कहाँ :

- $\hat{H}$ **(हैमिल्टनियन ऑपरेटर)** = कुल ऊर्जा ऑपरेटर

$$\hat{H} = -\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2 + V$$

- ψ **(Psi)** = इलेक्ट्रॉन अवस्था का वर्णन करने वाला तरंग फलन
- **E** = प्रणाली की कुल ऊर्जा
- **V** = नाभिक के कारण इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा

$$V = -\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

3. एक-इलेक्ट्रॉन प्रणाली के लिए (हाइड्रोजन जैसे परमाणु)

हाइड्रोजन जैसी प्रजातियाँ: H, He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} आदि ।

3.1 **पूर्ण समीकरण:**

$$-\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2\psi - \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r}\psi = E\psi$$

3.2 **चरों का पृथक्करण:**

तरंग फ़ंक्शन $\psi(r, \theta, \phi)$ को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है:

$$\psi(r, \theta, \phi) = R(r)Y(\theta, \phi)$$

कहाँ :

- **R(r):** रेडियल तरंग फलन (नाभिक से दूरी पर निर्भर करता है)
- **Y(θ , ϕ):** कोणीय तरंग फलन (अंतरिक्ष में अभिविन्यास पर निर्भर करता है)

4. समाधान के रूप में क्वांटम संख्याएँ

जब श्रोडिंगर समीकरण हल हो जाता है, तो स्वाभाविक रूप से तीन क्वांटम संख्याएँ उभरती हैं:

क्वांटम नं.	प्रतीक	प्रतिनिधित्व करता है	मान
प्रधानाचार्य	एन	आकार और ऊर्जा स्तर	1, 2, 3, ...
अज़ीमुथल (कोणीय संवेग)	एल	कक्षक का आकार	0 → (एन–1)
चुंबकीय	एम	कक्षीय अभिविन्यास	–l → +l

प्रत्येक **(n, l, m)** सेट एक **कक्षीय को परिभाषित करता है** ।

5. एक-इलेक्ट्रॉन प्रणाली की ऊर्जा

$$E_n = -\frac{Z^2 m e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2 n^2}$$

सरलीकृत रूप:

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

कहाँ :

- Z = परमाणु संख्या
- n = मुख्य क्वांटम संख्या

5.1 **ऊर्जा विशेषताएँ:**

- ऊर्जा ∝ **–1/n²**
- उच्चतर n → कम नकारात्मक → उच्च ऊर्जा (कम स्थिर)
- **ई ∞ = 0** → आयनीकरण सीमा
- बहु-इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के लिए, इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन प्रतिकर्षण के कारण ऊर्जा भी l पर निर्भर करती है।

6. ऊर्जा के स्तर में गिरावट

6.1 **परिभाषा:**

समान ऊर्जा वाले कक्षक **पतित होते हैं** ।

6.2 **एक-इलेक्ट्रॉन प्रणालियों के लिए:**

ऊर्जा **केवल n पर निर्भर करती है** , l या m पर नहीं । → उदाहरण: 2s और 2p ऑर्बिटल्स की **ऊर्जा समान** (पतित) होती है।

6.3 **बहु-इलेक्ट्रॉन प्रणालियों के लिए:**

परिरक्षण और प्रवेश प्रभावों के कारण ऊर्जा **n और l दोनों पर निर्भर करती है।** → उदाहरण: E(2s) < E(2p)

7. सामान्यीकरण की स्थिति

अंतरिक्ष में कहीं भी इलेक्ट्रॉन मिलने की कुल संभावना 1 है।

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 \, d\tau = 1$$

कहाँ $d\tau$ = अतिसूक्ष्म आयतन तत्व।

8. रेडियल वितरण फ़ंक्शन (RDF)

परिभाषा:

$$P(r) = 4\pi r^2 |R(r)|^2$$

- नाभिक से r दूरी पर एक इलेक्ट्रॉन को खोजने के लिए **संभाव्यता घनत्व का** प्रतिनिधित्व करता है ।

प्रमुख विशेषताऐं:

- शिखर (मैक्सिमा) इलेक्ट्रॉन की सबसे संभावित दूरी को दर्शाते हैं।
- $_0$ (बोहर त्रिज्या) पर एक अधिकतम ।
- उच्चतर कक्षाओं के लिए → एकाधिक चोटियाँ (नोड्स दिखाई देते हैं)।

9. प्रमुख संबंधों का सारांश

मात्रा	अभिव्यक्ति	नोट्स
हैमिल्टनियन ऑपरेटर	$\hat{H} = -h^2/8\pi^2 m \nabla^2 + V$	कुल ऊर्जा ऑपरेटर
ऊर्जा (H-जैसी)	$E_n = -13.6\ Z^2 / n^2$ eV	केवल n पर निर्भर करता है
संभावित ऊर्जा	$V = -Ze^2 / 4\pi\varepsilon_0 r$	कूलम्ब आकर्षण
कुल नोड्स	एन - 1	= रेडियल + कोणीय
पतन	n^2	प्रति कोश कुल कक्षाएँ

10. PYQ फोकस क्षेत्र

प्रश्न का प्रकार	अक्सर पूछे जाने वाले विषय
सूत्र के आधार पर	इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा, अध:पतन, नोड्स
वैचारिक	बोहर और श्रोडिंगर दृष्टिकोण के बीच अंतर
विश्लेषणात्मक	तरंग फलन व्याख्या
अभिकथन-कारण	क्वांटम संख्याओं पर ऊर्जा निर्भरता
विकसित	हाइड्रोजन-जैसे आयन गणना (He^+, Li^{2+})

विशिष्ट PYQs:

- $^+$ के लिए n=3 और n=2 के बीच ऊर्जा अंतर की गणना करें ।"
- "n=3 के लिए कितने कक्षक पतित हैं?" → 9 कक्षक (3^2)
- "हाइड्रोजन के लिए, ऊर्जा किस क्वांटम संख्या पर निर्भर करती है?" → केवल n .

11. मेमोरी एंकर

- **कोर समीकरण:** $\hat{H}\psi = E\psi$
- **ऊर्जा सूत्र:** ई = $-13.6\ Z^2 / n^2$ ईवी
- **पतन:** n^2
- **नोड्स नियम:** एन - 1
- **स्मृति सहायक:** "हाइड्रोजन सरलता छुपाता है - केवल n मायने रखता है।"

क्वांटम संख्याएँ और उनका महत्व

1. परिचय

1.1 **उत्पत्ति**

- क्वांटम संख्याएं **श्रोडिंगर के तरंग समीकरण के समाधान से स्वाभाविक रूप से उत्पन्न होती हैं** ।
- वे परमाणु में प्रत्येक इलेक्ट्रॉन की **विशिष्ट पहचान का वर्णन करते हैं।**

1.2 **उद्देश्य**

प्रत्येक क्वांटम संख्या इलेक्ट्रॉन के एक विशिष्ट **गुण के बारे में जानकारी प्रदान करती है:**

- **मुख्य क्वांटम संख्या (n)** → आकार और ऊर्जा
- **अज़ीमुथल क्वांटम संख्या (l)** → आकार
- **चुंबकीय क्वांटम संख्या (m)** → अभिविन्यास
- **स्पिन क्वांटम संख्या (s)** → स्पिन दिशा
- साथ में, वे एक परमाणु में **इलेक्ट्रॉन की स्थिति का पूर्णतः वर्णन करते हैं।**

2. मुख्य क्वांटम संख्या (n)

2.1 प्रस्तुतकर्ता: बोहर (1913)

2.2 प्रतिनिधित्व करता है:

- **मुख्य ऊर्जा स्तर या शैल** (K, L, M, N...)
- नाभिक से इलेक्ट्रॉन की **औसत दूरी .**

2.3 संभावित मान: n = 1, 2, 3, 4, ...

एन	शंख	लगभग त्रिज्या (Å)	ऊर्जा (eV)	अधिकतम इलेक्ट्रॉन ($2n^2$)
1	K	0.53	–13.6	2
2	L	2.12	–3.4	8
3	M	4.77	–1.51	18
4	N	8.48	–0.85	32

2.4 प्रमुख संबंध:

- त्रिज्या: $r_n \propto n^2$
- ऊर्जा: $E_n \propto -1/n^2$
- वेग: $v_n \propto 1/n$