प्रश्न 61. 'कार्यफलन' तथा 'देहली आवृत्ति' की व्याख्या कीजिए। (2018, 19, 23)

या किसी धातु पृष्ठ के निरोधी विभव का परिवर्तन आपतित विकिरण की आवृत्ति के साथ ग्राफ में दर्शाइए। 'देहली आवृत्ति' की परिभाषा दीजिए। इससे प्लांक नियतांक ज्ञात कीजिए। (2020)

उत्तर- <u>कार्य-फलन</u>- किसी धातु पृष्ठ पर आपतित प्रकाश की आवृत्ति v तथा इससे उत्सर्जित प्रकाश-इलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा Ek के बीच ग्राफ खींचने से प्राप्त सरल रेखा को निम्नलिखित समीकरण द्वारा निरूपित किया जा सकता है।

<u>देहली आवृत्ति</u>- यदि हम Ek तथा v के बीच खींचे गये ग्राफ की रेखा को पीछे की ओर बढ़ायें तो यह आवृत्ति-अक्ष को एक बिन्दु v_0 पर काटती है, तथा ऊर्जा-अक्ष पर अन्तः खण्ड (intercept) - B देती है। इससे यह पता चलता है कि किसी दी हुई धातु की प्लेट से प्रकाश-इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करने के लिए प्लेट पर डाले जाने वाले प्रकाश की आवृत्ति v_0 से ऊँची होनी चाहिए। यदि आवृत्ति v_0 मान से नीचे है तो धातु से कोई भी प्रकाश- इलेक्ट्रॉन नहीं निकलेगा चाहे कितना भी तीव्र तथा कितने भी समय के लिए प्रकाश क्यों न डाला जाए। इसके विपरीत, v_0 से ऊँची आवृत्ति का मन्द प्रकाश भी इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन के लिए पर्याप्त है। प्रकाश की इस न्यूनतम आवृत्ति को, जो किसी पदार्थ से प्रकाश-इलेक्ट्रॉन का उत्सर्जन कर सके, उस पदार्थ की 'देहली आवृत्ति' (threshold frequency) अथवा 'संस्तब्ध आवृत्ति' (cut-off frequency) कहते हैं। इसे हम ग्राफ से सीधे पढ़ सकते हैं।

प्रश्न 62. हाइड्रोजन परमाणु के लिए बोर की परिकल्पनाएँ लिखिए। (2014, 16, 17,21)

या हाइड्रोजन परमाणु के लिए बोर की अभिधारणाएँ लिखिए। (2015,20)

या बोर के परमाणविक मॉडल के अभिगृहीतों का उल्लेख कीजिए (2014, 16, 17, 20, 23)

या हाइड्रोजन परमाणु का बोर मॉडल स्पष्ट कीजिए। (2019) (2022)

उत्तर- रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल की कमियों को नील बोर ने प्लांक के क्वाण्टम सिद्धान्त के आधार पर सन् 1913 में दूर किया। इसके लिए उन्होंने निम्नलिखित तीन नये अभिगृहीत (postulate) प्रस्तुत किये -

बोर की परिकल्पनाएँ-

(i) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर केवल उन्हीं कक्षाओं में घूम सकते हैं जिनके लिए उनका कोणीय संवेग h/27 का पूर्ण गुणज हो

(i) स्थायी कक्षाओं में घूमते समय इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन नहीं करते। अतः परमाणु का स्थायित्व बना रहता है।

(ii) जब परमाणु को बाहर से ऊर्जा मिलती है तो उसका कोई इलेक्ट्रॉन उसे ग्रहण कर ऊँची कक्षा में चला जाता है। यह परमाणु की उत्तेजित अवस्था कहलाती है। इलेक्ट्रॉन ऊँची कक्षा में केवल 10-8 सेकण्ड तक ठहर कर तुरन्त वापस किसी भी नीची कक्षा में लौट आता है और लौटते समय दोनों कक्षाओं की ऊर्जा के अन्तर के बराबर ऊर्जा

वैद्युत-चुम्बकीय तरंगों के रूप में उत्सर्जित करता है। यदि उत्सर्जित तरंगों की आवृत्ति हो तथा इलेक्ट्रॉन की उच्च कक्षा में ऊर्जा E_2 तथा नीची कक्षा में ऊर्जा E, हो, तो

$$hv = E_2 - E_1$$

यदि उत्सर्जित विकिरण की तरंगदैर्ध्य हो, तो $v = C/\lambda$

अतः $C/\lambda = \Delta E/h$

अतः ऊर्जा का उत्सर्जन केवल तभी तक होता है जब तक कि कोई इलेक्ट्रॉन किसी निश्चित ऊँची कक्षा से नीची कक्षा में लौटता है।

इस प्रकार परमाणु से केवल कुछ निश्चित आवृत्तियों (तरंगदैर्ध्य) की तरंगें उत्सर्जित होती हैं जो रेखीय स्पेक्ट्रम देती हैं। इस प्रकार परमाणु के बोर मॉडल के आधार पर हाइड्रोजन के स्पेक्ट्रम की व्याख्या की गई।

प्रश्न 63. बन्धन ऊर्जा से क्या तात्पर्य है? यदि प्रोटॉन, न्यूट्रॉन तथा ऐल्फा (a) कणों के द्रव्यमान क्रमशः 1.00728 amu, 1.00867 amu तथा 4.00150 amu हों, तो कण की प्रति न्यूक्लिऑन बन्धन ऊर्जा ज्ञात कीजिए। [1 amu =931 MeV] (2016, 17, 18, 20, 22, 23)

हल- बन्धन ऊर्जा-किसी नाभिक की बन्धन ऊर्जा वह न्यूनतम ऊर्जा है जो नाभिक के न्यूक्लिऑनों को अनन्त दूरी तक अलग-अलग करने के लिए आवश्यक है। प्रति न्यूक्लिऑन बन्धन ऊर्जा- कण हीलियम 2 He4 का नाभिक है। जिसमें दो प्रोटॉन तथा दो न्यूट्रॉन होते हैं।

दो प्रोटॉनों का द्रव्यमान = $2 \times 1.00728 = 2.01456$ amu

दो न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान = $2 \times 1.00867 = 2.01734$ amu

इनका योग = 4.03190 amu

अतः द्रव्यमान क्षति $\triangle m$ = न्यूक्लिऑनों का द्रव्यमान

a कण का द्रव्यमान = 4.03190 amu -4.00150 amu = 0.03040 amu 1 amu के तुल्य ऊर्जा 931 MeV होती है।

अतः 0.03040 के तुल्य ऊर्जा, $AE = 0.03040 \times 931 = 28.3$ MeV यह a कण की बन्धन ऊर्जा है।

ά कण में 4 न्यूक्लिऑन (2 प्रोटॉन व 2 न्यूट्रॉन) होते हैं। अतः प्रति न्यूक्लिऑन बन्धन ऊर्जा

$$\Delta E/4 = 28.3/4 = 7.07 \text{ MeV}$$

प्रश्न 64. नाभिकीय संलयन से क्या तात्पर्य है? (2014, 17, 22, 23)

उत्तर- <u>नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)</u>- दो हल्के नाभिकों के परस्पर संयुक्त होकर भारी नाभिक बनाने की प्रक्रिया को नाभिकीय संलयन कहते हैं। संलयन से प्राप्त नाभिक का द्रव्यमान, संलयन करने वाले मूल नाभिकों के द्रव्यमानों के योग से कम होता है तथा द्रव्यमान के इस अन्तर के तुल्य ऊर्जा इस प्रक्रिया में मुक्त होती है।

उदाहरण के लिए, भारी हाइड्रोजन अथवा ड्यूटीरियम (H^2) के दो नाभिकों के संलयन को इस समीकरण द्वारा व्यक्त कर सकते है-

$$_1H^2 + _1H^2 \rightarrow _1H^3 + _1H^1 + 4.0\ MeV$$

ट्राइटियम पुनः ड्यूटीरियम के नाभिक से संलयित होकर हीलियम नाभिक का निर्माण करता है।

$$_1H^3 + _1H^2 \rightarrow _2He^4 + _on^1 + 17.6MeV\ (ऊर्जा)$$

प्रश्न 65. नाभिकीय विखण्डन क्या है? इसे प्रदर्शित करने का एक समीकरण दीजिए। नाभिकीय विखण्डन में ऊर्जा कहाँ से उत्सर्जित होती है? (2015, 17, 23)

उत्तर- नाभिकीय विखण्डन-किसी भारी नाभिक के दो या दो से अधिक हल्के नाभिकों में टूटने की प्रक्रिया को नाभिकीय विखण्डन कहते हैं। इसका रासायनिक समीकरण निम्न प्रकार है-

$$_{92}U^{235} + on^1 \rightarrow _{56}Ba^{144} + _{36}Kr^{89} + 3_on^1 + ऊर्जा$$

नाभिकीय विखण्डन की प्रक्रिया में अपार ऊर्जा उत्पन्न होने का कारण है कि इस प्रक्रिया में प्राप्त नाभिकों तथा न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान मूल नाभिक तथा न्यूट्रॉन के द्रव्यमान से कुछ कम होता है, अर्थात् इस प्रक्रिया में कुछ द्रव्यमान की क्षति होती है। यह द्रव्यमान क्षति ही आइन्स्टीन के द्रव्यमान-ऊर्जा सम्बन्ध के अनुसार ऊर्जा के रूप में परिवर्तित होकर प्राप्त होती है।

प्रश्न 66. ऊर्जा बैण्ड के आधार पर चालक, अचालक एवं अर्द्धचालकों में अन्तर स्पष्ट कीजिए। (2017, 18, 19, 22, 23)

उत्तर- **चालक (Conductors)** - "वे पदार्थ जिनमें वैद्युत आवेश आसानी से प्रवाहित हो सके तथा जिनमें मुक्त इलेक्ट्रॉन बड़ी संख्या में उपस्थित रहते हों, चालक कहलाते हैं।" जैसे-चाँदी, ताँबा, ऐलुमिनियम, ज सोना, पारा इत्यादि। चालकों का प्रतिरोध ताप-गुणांक धनात्मक होता है इसीलिए ताप के बढ़ने पर इनका वैद्युत प्रतिरोध बढ़ता है, परन्तु वैद्युत चालकता कम होती है।

अचालक (Insulators) - "वे पदार्थ जिनमें वैद्युत आवेश कठिनता से प्रवाहित हो तथा जिनमें मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं होते अथवा कम संख्या में होते हैं, अचालक कहलाते हैं।" इन पदार्थों के बाहरी कक्षा के इलेक्ट्रॉन दृढ़तापूर्वक नाभिक से बँधे रहते हैं इसलिए वैद्युत-क्षेत्र लगाने पर इनमें वैद्युत आवेशों का प्रवाह कठिनता से होता है। इनकी प्रतिरोधकता बहुत अधिक अर्थात् लगभग अनन्त होती है; जैसे-लकड़ी, ऐबोनाइट, काँच, अभ्रक आदि।

अर्द्ध-चालक (Semi-conductors) - "वे पदार्थ जिनकी वैद्युत-चालकता चालकों एवं अचालकों के मध्य होती है, अर्द्ध-चालक कहलाते हैं।" जैसे-कार्बन, सिलिकॉन (Silicon) तथा जर्मेनियम अर्द्ध-चालक हैं। ये पदार्थ न तो पूर्ण रूप से चालक ही होते हैं और न ही पूर्ण रूप से अचालक। अर्द्ध-चालकों में बाहरी इलेक्ट्रॉन न तो परमाणु से इतनी दृढ़ता से बँधे होते हैं जितने कि अचालकों में और न इतने ढीले बँधे होते हैं जितने कि चालकों में। इनका प्रतिरोध

ताप-गुणांक ऋणात्मक होता है इसीलिए ताप के बढ़ने पर इनका वैद्युत प्रतिरोध घटता है, परन्तु इनकी वैद्युत-चालकता ताप बढ़ने पर बढ़ती है तथा ताप घटने पर घटती है। परम शून्य ताप पर अर्द्ध-चालक एक आदर्श अचालक की भाँति व्यवहार करता है।

प्रश्न 67. मादन (अपमिश्रण) के कारण अर्द्धचालक की चालकता पर पड़ने वाले प्रभाव को समझाइए।
(2022, 23)

उत्तर- शुद्ध अर्द्धचालकों की वैद्युत चालकता अति अल्प होती है। परन्तु यदि किसी ऐसे पदार्थ की थोड़ी-सी मात्रा जिसकी संयोजकता 5 अथवा 3 हो, शुद्ध जर्मेनियम (अथवा सिलिकॉन) क्रिस्टल में अपद्रव्य (impurity) के रूप में मिश्रित (अथवा मादित) कर दें, तो अर्द्धचालक की चालकता बढ़ जाती है।

प्रश्न 68. द्वि-अपवर्तन से आप क्या समझते हैं? (2016)

उत्तर- <u>द्वि-अपवर्तन (Double Refraction)-</u> टूरमैलीन, कैलसाइट, क्वार्ट्ज जैसे कुछ क्रिस्टल ऐसे होते हैं कि जब उन पर साधारण प्रकाश (अध्रुवित प्रकाश) की कोई किरण डाली जाती है तो वह क्रिस्टल में प्रवेश करने पर दो अपवर्तित किरणों में बँट जाती है। इस घटना को द्वि-अपवर्तन कहते हैं। इन दो अपवर्तित किरणों में से जो एक किरण अपवर्तन के नियमों का पालन करती है, साधारण किरण (ordinary ray) कहलाती है तथा दूसरी किरण जो अपवर्तन के नियमों का पालन नहीं करती, असाधारण किरण (extra-ordinary ray) कहलाती है। ये दोनों किरणें परस्पर लम्बवत् तलों में समतल ध्रुवित होती हैं।

प्रश्न 69. प्रकाश के विवर्तन से क्या तात्पर्य है? (2020)

उत्तर- जब प्रकाश किसी अवरोध या द्वारक पर आकर किनारों से मुड़ जाता है, तब प्रकाश का इस प्रकार मुड़ना ही प्रकाश का विवर्तन कहलाता है।

प्रश्न 70. लेंस के प्रकाशिक केन्द्र को परिभाषित कीजिए। (2023)

उत्तर- यदि लेन्स पर प्रकाश की कोई किरण इस प्रकार आपतित हो कि लेन्स से अपवर्तित होकर बाहर निकलने पर निर्गत किरण आपतित किरण के समान्तर हो, तो अपवर्तित किरण लेन्स की मुख्य अक्ष को जिस बिन्दु पर काटती है या काटती हुई प्रतीत होती हैं, उसे लेन्स का प्रकाशिक केन्द्र कहते हैं।