

B. Sc. Second Year Examination, 2012
PHYSICS-VI (Quantum Mechanics and Statistical Mechanics)

Time: 3 Hours |

(B-218)

[M.M. : 33

नोट: इस प्रश्न-पत्र को तीन खण्डों अ, ब तथा स में विभाजित किया गया है। खण्ड 'अ' में विस्तृत उत्तरीय प्रश्न, खण्ड 'ब' में लघु उत्तरीय प्रश्न तथा खण्ड 'स' में अति लघु उत्तरीय प्रश्न हैं। सभी खण्डों को निर्देशानुसार हल करें।

खण्ड-अ (Section-A)

नोट: इस खण्ड में छः प्रश्न हैं, किन्हीं तीन को हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 7 अंक का है। विस्तृत उत्तर अपेक्षित है।

1. फेज कोष्ठिका की व्याख्या कीजिए। फेज स्पेस का फेज कोष्ठिकाओं में विभाजन समझाइये। क्या फेज कोष्ठिका का आकार कितना भी छोटा किया जा सकता है? व्याख्या कीजिए।
Explain the concept of Phase cell. Explain the division of Phase space into Phase cells. Can we reduce the size of phase cell upto any extent? Explain.
2. एक स्थूल निकाय के लिए अभिगम्य सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या का व्यापक व्यंजक प्राप्त कीजिए। इसके द्वारा एकविमीय बॉक्स में गतिमान एक अकेले मुक्त कण की अवस्थाएं ज्ञात कीजिए।
Obtain a general expression for the number of microstates accessible to a macroscopic system. Apply it to compute the states for a single particle free to move in a one dimensional box.
3. आदर्श गैस के अणुओं के लिए मैक्सवेल का चाल बंटन नियम व्युत्पन्न कीजिए।
Derive Maxwell's speed distribution law for the molecules of an ideal gas.
4. (a) पोटेशियम का कार्यफलन 2.0 eV है, जब 3500 Å तरंगदैर्घ्य का पराबैंगनी प्रकाश पोटेशियम सतह पर आपतित होता है तब उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा इलेक्ट्रॉन वोल्ट में ज्ञात करो। The work function of potassium is 2.0 eV. When ultraviolet light of wavelength 3500 Å fall on potassium surface, calculate the maximum kinetic energy of emitted photoelectrons in electron volt.
(b) 12.8 MeV ऊर्जा के न्यूट्रॉन की डी-ब्रोगली तरंग दैर्घ्य ज्ञात कीजिए। (न्यूट्रॉन का द्रव्यमान 1.675×10^{-27} किग्रा) Calculate the de-Broglie wavelength of neutron of energy 12.8 MeV. (Given mass of neutron = 1.675×10^{-27} kg).
5. एक कण के लिए श्रोडिंजर की काल अनाश्रित समीकरण स्थापित कीजिए। तरंग फलन ϕ की भौतिक व्याख्या कीजिए। Establish Schrodinger's time-independent equation for a particle. Give the physical interpretation of the wave function ϕ .

6. रेखिक आवर्ती दोलक को क्वान्टम यान्त्रिकीय सिद्धान्त प्रस्तुत कीजिए तथा इसकी शून्य बिन्दु ऊर्जा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। Give quantum mechanical theory of linear harmonic oscillator and obtain expression for its Zero point energy.

खण्ड-ब Section-B

नीट: इस खण्ड में तीन प्रश्न हैं, किन्हीं दो प्रश्नों को हल कीजिये। प्रत्येक प्रश्न 3.5 अंक का है।

7. आइन्सटीन की प्रकाश वैद्युत समीकरण की सहायता से प्रकाश वैद्युत उत्सर्जन के नियमों की व्याख्या कीजिए।
With the help of Einstein's photoelectric equation explain the laws of photoelectric emission.
8. तापीय न्यूट्रॉन की परम ताप T पर ऊर्जा KT की कोटि की है। 27°C पर तापीय न्यूट्रॉन की तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए।
(बोल्टजमान नियतांक $K = 8.6 \times 10^{-5}$ eV/डिग्री)

Energy of a thermal neutron at absolute temperature T is of the order of KT. Calculate the wavelength of neutrons at 27°C. (Boltzmann constant $K = 8.6 \times 10^{-5}$ eV/deg.)

9. द्रव्यमान m का एक कण लम्बाई L के एक विमीय बॉक्स में स्वतन्त्र रूप से गति कर रहा है। ऊर्जा परास E तथा $E + \delta E$ में क्वांटम अवस्थाओं की संख्या ज्ञात कीजिए। A particle of mass m is freely moving in one dimensional box of length L. Calculate the number of quantum states in the energy range E and $E + \delta E$

खण्ड-ग (Section-C)

नीट: इस प्रश्न के पाँच भाग हैं, सभी भाग अनिवार्य हैं। इनमें कोई आन्तरिक चयन विकल्प नहीं होगा।

10. (i) उन दो परिघटनाओं के नाम लिखिए जिनकी व्याख्या चरसम्मत भौतिकी द्वारा नहीं की जा सकती है।
Name two phenomena which can not be explained by the classical mechanics.

उत्तर-कृष्णिका विकिरण में ऊर्जा का स्पेक्ट्रमी वितरण, प्रकाश वैद्युत प्रभाव।

- (ii) इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी पर आरोपित उस विभव का परिकलन कीजिए जो 0.5 Å तरंगदैर्घ्य की तरंग उत्पन्न करता है। What voltage must be applied to an electron microscope to produce electron of wavelength 0.5 Å.

उत्तर- $\lambda = 0.5 \text{ \AA}$ के लिए,

$$n = 0.5 \text{ \AA} = \sqrt{\frac{150}{V}} \text{ \AA}$$

अथवा $0.25 = \frac{150}{V}$

अथवा $V = \frac{150}{0.25} = 600$ वोल्ट।

- (iii) तरंग फलनों का प्रसामान्यीकरण का प्रतिबन्ध लिखिए।

Write down the condition of normalization of wave function.

उत्तर- $\int_{-\infty}^{+\infty} |\Psi|^2 d\tau = 1$

- (iv) R का मान ज्ञात कीजिए यदि ${}^{10}P_R = 2 \cdot {}^9P_R$ Find R if ${}^{10}P_R = 2 \cdot {}^9P_R$

उत्तर- ${}^{10}P_R = 2 \cdot {}^9P_R \Rightarrow \frac{|10}{|10-R|} = 2 \frac{|9}{|9-R|} \Rightarrow \frac{10|9}{(10-R)|9-R|} = 2 \frac{|9}{|9-R|}$

$\Rightarrow \frac{10}{(10-R)} = 2 \Rightarrow 2(10-R) = 10 \Rightarrow 10-R = 5 \Rightarrow R = 10-5 = 5$

Ans.

- (v) दो चिरसम्मत कणों को दो कोष्ठिकाओं में वितरित करना है। वितरण के विन्यासों की कुल संख्या क्या होगी? Two classical particles are to be placed in two cells. How many number of arrangements are possible?

उत्तर-नौ, छः, तीन।

□