

B.Sc. (Part-III) Examination, 2024

(Three Year Scheme of 10+2+3)

(Faculty of Science)

PHYSICS

Paper : I

(Quantum Mechanics and Spectroscopy)

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 33

Note: (1) No supplementary answer-book will be given to any candidate. Hence the candidates should write all their answers precisely in the main answer-book only.

किसी भी परीक्षार्थी को पूरक उत्तर-पुस्तिका नहीं दी जायेगी। अतः परीक्षार्थियों को चाहिए कि वे मुख्य उत्तर-पुस्तिका में ही समस्त प्रश्नों के उत्तर लिखें।

(2) All the parts of one question should be answered at one place in the answer-book. One complete question should not be answered at different places in the answer-book.

किसी भी एक प्रश्न के अन्तर्गत पूछे गये विभिन्न प्रश्नों के उत्तर, उत्तर पुस्तिका में अलग-अलग स्थानों पर हल करने के बजाय एक ही स्थान पर हल करें।

(iii) Part-I is compulsory. Attempt four questions from Part-II, selecting at least one question from each section. All questions carry equal marks.

भाग-I अनिवार्य है। प्रत्येक खण्ड से कम से कम एक प्रश्न का चयन करते हुए, भाग-II से कुल चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

Part-I / भाग-I

1. (a) What do you understand by the threshold frequency of a metal? [1½]
किसी धातु की देहली आवृत्ति से आप क्या समझते हैं?
- (b) Explain Uncertainty principle. [1½]
अनिश्चितता सिद्धान्त की व्याख्या कीजिए।
- (c) What are the conditions for the Wave function? [1½]
तरंग फंक्शन के लिए शर्तें क्या हैं?
- (d) What do you understand by the Zero-point energy in case of Oscillator? [1½]
दोलक में शून्य-बिन्दु ऊर्जा से आप क्या समझते हैं?
- (e) What is Zeeman effect? [1½]
ज़ीमन प्रभाव क्या है?
- (f) Explain Bohr-correspondence principle. [1½]
बोहर का संगतता नियम की व्याख्या कीजिए।

Part-II / भाग-II

Section-A / खण्ड-अ

2. (a) What do you understand by Photoelectric effect? Explain Einstein's quantum concept for the Photoelectric effect. Hence write down the Einstein's photoelectric equation and also give the Einstein's explanation for the same. [4]
फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव से आप क्या समझते हैं? फोटोइलेक्ट्रिक प्रभाव के लिए आइंस्टीन की क्वांटम अवधारणा की व्याख्या कीजिए। अतः आइंस्टीन के फोटोइलेक्ट्रिक समीकरण को लिखिए और इसके लिए आइंस्टीन की व्याख्या कीजिए।

- (b) Calculate the De-Broglie wavelength of 1 mg grain of sand blown by wind at the speed of 20m/sec. [2]

20 मीटर/सेकेंड की रफतार से चल रही एका में उड़ने वाली रेत के 1 मिलीग्राम कण का डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिए।

OR/अथवा

- (a) What do you understand by Compton effect? What is the Compton shift and give explanation of experimental results? Hence derive the formula for the Compton shift. [4]

कॉम्पटन प्रभाव से आप क्या समझते हैं? कॉम्पटन शिफ्ट क्या है और इसके प्रायोगिक परिणामों का स्पष्टीकरण दीजिए। अतः कॉम्पटन शिफ्ट के लिये सूत्र को प्राप्त कीजिए।

- (b) An electron has a speed of 300 m/s with an accuracy of 0.01%. What will be the uncertainty in the position of the electron? [2]

एक इलेक्ट्रॉन की गति 0.01% की परिशुद्धता (सटीकता) के साथ 300 मीटर/सेकेंड है। इलेक्ट्रॉन की स्थिति में अनिश्चितता क्या होगी?

Section-B / खण्ड-ब

3. (a) What is a Wave function? Give its physical significance and derive time dependent Schrödinger wave equation for a particle. [4]

तरंग फलन क्या है? इसका भौतिक महत्व समझाइये और एक कण के लिए समय पर निर्भर श्रोडिंगर तरंग समीकरण प्राप्त कीजिए।

- (b) Prove that $\varphi_1(x) = a_1 \cos \frac{n\pi x}{l}$ and $\varphi_2(x) = a_2 \sin \frac{n\pi x}{l}$ are orthogonal wave functions. [2]

सिद्ध कीजिए कि $\varphi_1(x) = a_1 \cos \frac{n\pi x}{l}$ तथा $\varphi_2(x) = a_2 \sin \frac{n\pi x}{l}$ तरंग फलन लाम्बिक तरंग फलन है।

OR/अथवा

- (a) What do you understand by Tunnel effect? Discuss the α -decay as an example of tunnel effect. Prove that the tunnelling increases on decreasing the width and height of potential barrier. [4]

सुरंग प्रभाव से आप क्या समझते हैं? सुरंग प्रभाव के उदाहरण के रूप में α -क्षय की व्याख्या कीजिए। सिद्ध कीजिए की संभावित अवरोध की चौड़ाई और ऊँचाई कम करने पर सुरंग में वृद्धि होती है।

- (b) Prove that the minimum energy of a particle moving in one dimensional box is not zero. [2]

सिद्ध कीजिए कि एक विमीय बॉक्स में गतिशील कण की न्यूनतम ऊर्जा शून्य नहीं होती है।

Section-C / खण्ड-स

4. (a) Consider the one-dimensional motion of a particle in a square potential well of infinite depth defined by : [4]

$$V(x) = \begin{cases} \infty, & \text{for } x < 0 \text{ and } x > a \\ 0, & \text{for } 0 < x < a \end{cases}$$

Find the energy eigen values and eigen functions of the particle.

एक कण, अनंत गहराई के एकविमीय वर्गसंकर संभावित विभव फंक्शन में गतिमान है जो कि निम्न प्रकार से परिभाषित है, मे गतिमान है :

$$V(x) = \begin{cases} \infty, & \text{for } x < 0 \text{ and } x > a \\ 0, & \text{for } 0 < x < a \end{cases}$$

कण के लिये ऊर्जा आइगेन मान तथा आइगेन फंक्शनों की गणना कीजिए।

- (b) Prove that the eigen values of parity operator is given by ± 1 . [2]

सिद्ध कीजिए कि समता संकारक के आइगेन मान ± 1 द्वारा दिये जाते हैं।

- OR/अथवा
- (a) Derive Schrödinger equation for one electron atom in spherical polar coordinates and separate it into its variables. [3]

गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक में एक इलेक्ट्रॉन परमाणु के लिये श्रोडिंगर समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए और इसके चरों में पृथक कीजिए।

- (b) Sketch $\psi(r)$ and $|\psi^2(r)|$ with respect of r for $n = 1, 2$ of H-atom. [3]
- हाइड्रोजन परमाणु में $n = 1, 2$ अवस्था के लिये $\psi(r)$ तथा $|\psi^2(r)|$ को r के सापेक्ष चित्रित कीजिए।

Section-D / खण्ड-द

5. (a) What is spin-orbit coupling and fine structure of spectral lines? Explain the effect of spin orbit coupling on the S and P-energy levels. [4]
- प्रचक्रण-कक्षा युग्मन और वर्णक्रमीय रेखाओं की सूक्ष्म संरचना क्या है? S- और P- ऊर्जा स्तरों पर प्रचक्रण-कक्षा युग्मन के प्रभाव की व्याख्या कीजिए।
- (b) Write the difference between normal Zeeman effect and anomalous Zeeman effect. [2]
- सामान्य ज़ीमन प्रभाव और विषम ज़ीमन प्रभाव के बीच अंतर कीजिए।

OR/अथवा

- (a) What is a Rigid rotator? Discuss its energy eigen values and eigen functions. [3]
- एक दृढ़ घूर्णी क्या है? इसकी ऊर्जा, आइगेन मान एवं आइगेन फलनों की विवेचना कीजिए।
- (b) Explain the P, Q and R branches of the vibrational spectra of molecules. [3]
- अणुओं में कम्पन स्पेक्ट्रा के लिये P, Q और R शाखाओं की विवेचना कीजिए।

----- X -----