Civil Services (Main) Examination- 2025

SLPM–B–PHY

भौतिकी (प्रश्न-पत्र–II)

निर्धारित समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

(उत्तर देने के पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़िए)

इसमें **आठ** प्रश्न हैं जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेजी** दोनों में छपे हुए हैं।

परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

यदि आवश्यक हो, तो उपयुक्त आँकड़ों का चयन कीजिए, तथा उनको स्पष्टतया निर्दिष्ट कीजिए।

जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं।

प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

PHYSICS (PAPER–II)

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 250

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.

Candidate has to attempt FIVE questions in all.

Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section.

The number of marks carried by a question/part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.

Assume suitable data, if considered necessary, and indicate the same clearly.

Unless and otherwise indicated, symbols and notations carry their usual standard meanings.

Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

खण्ड—A / SECTION—A

1\. (a) व्याख्या कीजिए कि स्थिति में अनिश्चितता मापक यंत्रों की अनिश्चितता या अयथार्थता से किस प्रकार भिन्न है।

Explain how the uncertainty in position is different from the uncertainty or inaccuracy of the measuring instruments. 10

(b) 2 Å चौड़े अनन्त विभव कूप में एक इलेक्ट्रॉन की आद्य अवस्था ऊर्जा निर्धारित कीजिए।

Determine the ground state energy of an electron in an infinite potential well of width of 2 Å. 10

(c) $^1F_3 - ^1D_2$ संक्रमण के लिए सामान्य ज़ीमान प्रतिरूप आरेखित कीजिए।

Draw the normal Zeeman pattern for $^1F_3 - ^1D_2$ transition. 10

(d) विशुद्ध घूर्णी अवस्थाओं की स्थिति में, यदि तापमान दोगुना कर दिया जाए, तो अधिकतम समष्टि (पॉपुलेशन) घनत्व के लिए संबंधित घूर्णी क्वांटम संख्या की गणना कीजिए।

[मान लीजिए कि तापमान अधिक है]

In case of pure rotational states, if the temperature will be doubled, then calculate the rotational quantum number corresponding to maximum population density.

[Assume that temperature is high] 10

(e) एक द्विसंयोजी इलेक्ट्रॉन परमाणु के दो इलेक्ट्रॉनों की क्वांटम संख्याएँ हैं

$$n_1 = 6, \quad l_1 = 3, \quad s_1 = \frac{1}{2}$$

$$n_2 = 5, \quad l_2 = 1, \quad s_2 = \frac{1}{2}$$

L-S युग्मन मानते हुए L एवं J के संभावित मानों को ज्ञात कीजिए।

The quantum numbers of two electrons in a two-valence electron atom are

$$n_1 = 6, \quad l_1 = 3, \quad s_1 = \frac{1}{2}$$

$$n_2 = 5, \quad l_2 = 1, \quad s_2 = \frac{1}{2}$$

Assuming L-S coupling, find the possible values of L and J. 10

2\. (a) अवस्थाओं का घनत्व क्या है? विराम द्रव्यमान μ के एक आपेक्षिकीय कण के लिए सिद्ध कीजिए कि चरम आपेक्षिकीय सीमा ($E \gg \mu c^2$) में अवस्थाओं का घनत्व

$$g(E) = \frac{V}{\pi^2 \hbar^3 c^3} E^2$$

है, जहाँ $g(E)$ = अवस्थाओं का घनत्व, V = तंत्र का आयतन, जिसमें कण है, E = कुल ऊर्जा, c = प्रकाश की गति एवं h = प्लांक नियतांक।

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

What is the density of states? For a relativistic particle of rest mass μ, prove that the density of states in the extreme relativistic limit ($E \gg \mu c^2$)

$$g(E) = \frac{V}{\pi^2 \hbar^3 c^3} E^2$$

where $g(E)$ = density of states, V = volume of the system containing the particle, E = total energy, c = velocity of light and h = Planck's constant. 20

(b) एक अनन्त पतले अवरोधक से परावर्तित व पारगमित तरंगों के लिए परावर्तन गुणांक (R) और पारगमन गुणांक (T) के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

Obtain the expressions for reflection coefficient (R) and transmission coefficient (T) for reflected waves and transmitted waves from an infinite thin barrier. 15

(c) परिसीमा प्रतिबन्धों के साथ निम्नलिखित विभव के लिए श्रोडिंगर समीकरण को एक विमा में हल कीजिए व सुरंगन के लिए शर्त ज्ञात कीजिए :

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x < -a \\ V, & -a < x < a \\ 0, & x > a \end{cases}$$

For a potential with the boundary conditions

$$V(x) = \begin{cases} 0, & x < -a \\ V, & -a < x < a \\ 0, & x > a \end{cases}$$

solve the Schrödinger's equation in one dimension and find out the conditions for tunnelling. 15

3. (a) हाइड्रोजन व ड्यूटीरियम परमाणुओं के लिए लाइमैन-अल्फा लाइन की आवृत्तियों में अन्तर ज्ञात कीजिए।

Find out the difference in frequencies of Lyman-alpha line in hydrogen and deuterium atoms. 15

(b) स्टर्न-गार्लेक प्रयोग, क्वांटम यांत्रिकी का एक अति विशिष्ट प्रयोग है। इस प्रयोग के अति महत्त्वपूर्ण निष्कर्षों पर चर्चा कीजिए।

The Stern-Gerlach experiment is a landmark experiment in quantum mechanics. Discuss about the most important findings of this experiment. 15

(c) (i) एक द्विपरमाणुक अणु (HF) के विशुद्ध घूर्णी अवशोषण स्पेक्ट्रम से दो क्रमागत घूर्णी लाइनों की तरंग संख्याओं का अन्तर $\Delta\bar{\nu} = 4050 \text{ m}^{-1}$ पाया जाता है। निम्नलिखित की गणना कीजिए :

(1) घूर्णी स्थिरांक

(2) जड़त्व आघूर्ण

(3) दो परमाणुओं के बीच की दूरी (आबंध लम्बाई)

[दिया गया है, $M_H = 1$ u, $M_F = 19$ u]

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

From the pure rotational absorption spectra of a diatomic molecule (HF), the wave number difference between the consecutive rotational lines is found to be $\Delta\bar{\nu} = 4050 \text{ m}^{-1}$. Calculate the following :

(1) Rotational constant

(2) Moment of inertia

(3) Distance between two atoms (bond length)

[Given, $M_{\text{H}} = 1 \text{ u}$, $M_{\text{F}} = 19 \text{ u}$] 10

(ii) HCl अणु का बल स्थिरांक $4 \cdot 8 \times 10^5$ dyne/cm है। स्टोक्स और प्रति-स्टोक्स रेखाओं की तरंग संख्याओं की गणना कीजिए, जब 4358 Å तरंगदैर्घ्य के विकिरण द्वारा उत्तेजित की जाएँ।

[दिया गया है, $\mu_{\text{HCl}} = 1 \cdot 61 \times 10^{-24}$ g]

The force constant of HCl molecule is $4 \cdot 8 \times 10^5$ dyne/cm. Calculate the wave numbers of Stokes and anti-Stokes lines, when excited with a radiation of wavelength 4358 Å.

[Given, $\mu_{\text{HCl}} = 1 \cdot 61 \times 10^{-24}$ g] 10

4. *(a)* बताइए कि किस प्रकार अर्ध-प्रचक्रण कणों के लिए प्रचक्रण (σ) को उसके तीन अवयवों σ_x, σ_y और σ_z द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

State how for spin-half particles, the spin (σ) can be expressed by its three components σ_x, σ_y and σ_z. 20

(b) श्रोडिंगर समीकरण को हाइड्रोजन परमाणु की आद्य अवस्था के लिए प्रयुक्त करके शून्य-बिन्दु ऊर्जा की गणना कीजिए।

By applying the Schrödinger's equation to the ground state of hydrogen atom, determine the zero-point energy. 15

(c) प्रतिदीप्ति और स्फुरदीप्ति के बीच प्रभेद कीजिए। इन परिघटनाओं के लिए उत्तरदायी क्रियाविधियों की व्याख्या कीजिए। जैव रासायनिकी, पदार्थ विज्ञान इत्यादि जैसे क्षेत्रों में प्रतिदीप्ति और स्फुरदीप्ति के अनुप्रयोगों की चर्चा कीजिए।

Distinguish between fluorescence and phosphorescence. Explain the mechanisms responsible for these phenomena. Discuss the applications of fluorescence and phosphorescence in the fields such as biochemistry, material science, etc. 15

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

खण्ड—B / SECTION—B

5. *(a)* दर्शाइए कि त्रिक अवस्था ($S=1$) की ऊर्जा, एकल अवस्था ($S=0$) की ऊर्जा के बराबर नहीं होती है।

Show that the energy of the triplet state ($S=1$) is not equal to the energy of the singlet state ($S=0$). 10

(b) ρ^0 और K^0 मेसॉन दोनों ही अधिकतर π^+ और π^- में विघटित हो जाते हैं। ρ^0 का औसत जीवनकाल 10^{-23} s क्यों है, जबकि K^0 का औसत जीवनकाल $0 \cdot 89 \times 10^{-10}$ s है?

ρ^0 and K^0 mesons both decay mostly to π^+ and π^-. Why the mean lifetime of ρ^0 is 10^{-23} s, whereas that of K^0 is $0 \cdot 89 \times 10^{-10}$ s? 10

(c) उस अन्तरालीय गोलक की त्रिज्या ज्ञात कीजिए, जो फलक परमाणुओं द्वारा समन्वित fcc संरचना के अंतःकेन्द्र पर रिक्ति में समायोजित हो सकता है।

Find the radius of the interstitial sphere which can just fit into the void at the body centre of the fcc structure coordinated by the facial atoms. 10

(d) तरंगदैर्घ्य $\lambda = 1 \cdot 54$ Å के विकिरण से सीसा (लेड) के लिए पाउडर विवर्तन विधि प्रतिरूप में (220) ब्रैग परावर्तन कोण $\theta = 32°$ है। परमाणु का अर्धव्यास ज्ञात कीजिए।

In powder diffraction method pattern for lead with radiation of wavelength $\lambda = 1 \cdot 54$ Å, the (220) Bragg reflection angle is $\theta = 32°$. Find the radius of the atom. 10

(e) *(i)* FET (JFET) व MOSFET के वैद्युत अभिलक्षणों में क्या अन्तर हैं?

What are the differences in electrical characteristics of FET (JFET) and MOSFET? 7

(ii) n-चैनल का FET, p-चैनल के FET से किस प्रकार भिन्न है?

How does n-channel FET differ from p-channel FET? 3

6. *(a)* ${}^{15}_{8}O$, ${}^{16}_{8}O$ और ${}^{17}_{8}O$ की कुल बंधन ऊर्जाएँ क्रमशः 111·96 MeV, 127·62 MeV और 131·76 MeV हैं। उस न्यूक्लाइड के लिए $1p_{1/2}$ और $1d_{5/2}$ न्यूट्रॉन कोशों के बीच के ऊर्जा अंतराल का निर्धारण कीजिए, जिसकी द्रव्यमान संख्या 16 के करीब है।

The total binding energies of ${}^{15}_{8}O$, ${}^{16}_{8}O$ and ${}^{17}_{8}O$ are 111·96 MeV, 127·62 MeV and 131·76 MeV respectively. Determine the energy gap between $1p_{1/2}$ and $1d_{5/2}$ neutron shells for the nuclide whose mass number is close to 16. 15

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

(b) एकल-कण कोश मॉडल का मूल अभिगृहीत बताइए। अपकेन्द्रीय एवं प्रचक्रण-कक्षा पद, त्रिविमीय गोलीय सरल आवर्ती दोलक की अपभ्रष्टता (डीजनरेसी) को किस प्रकार समाप्त कर देते हैं?

State the basic assumption of single-particle shell model. How do the centrifugal and spin-orbit terms remove the degeneracy of three-dimensional spherical harmonic oscillator? 10+10=20

(c) लेप्टॉनिक परिवार के विभिन्न सदस्यों की व्याख्या कीजिए। लेप्टॉनिक संख्या संरक्षण क्या है? इस संरक्षण नियम के आधार पर बताइए कि निम्नलिखित अभिक्रियाएँ संभव हैं या नहीं :

(i) $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\tau$

(ii) $n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$

Explain the various leptonic family members. What is leptonic number conservation? Based on this conservation law, tell whether the following reactions are possible or not :

(i) $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\tau$

(ii) $n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ 15

7. (a) ${}_2He^4$ नाभिक के स्वतंत्र प्रोटॉनों व न्यूट्रॉनों में विघटन के लिए न्यूनतम कितनी ऊर्जा चाहिए?

[दिया गया है, $m_H = 1 \cdot 007825$ amu, $m_n = 1 \cdot 008665$ amu, $m_e = 0 \cdot 00055$ amu और $m_{He} = 4 \cdot 002603$ amu]

What is the minimum energy required to break a ${}_2He^4$ nucleus into free protons and neutrons?

[Given, $m_H = 1 \cdot 007825$ amu, $m_n = 1 \cdot 008665$ amu, $m_e = 0 \cdot 00055$ amu and $m_{He} = 4 \cdot 002603$ amu] 15

(b) (i) मान लीजिए कि एक यूरेनियम नाभिक (${}_{92}U^{236}$) स्वतः दो बराबर भागों में विघटित हो जाता है। एकसमान आवेश वितरण मानते हुए नाभिक की स्थिरवैद्युत ऊर्जा में कमी का आकलन कीजिए।

[नाभिकीय अर्धव्यास $1 \cdot 2 \times 10^{-13} A^{1/3}$ cm मान लीजिए]

Consider a uranium nucleus (${}_{92}U^{236}$) breaking up spontaneously into two equal parts. Estimate the reduction of electrostatic energy of the nucleus considering uniform charge distribution.

[Assume that nuclear radius is $1 \cdot 2 \times 10^{-13} A^{1/3}$ cm] 15

(ii) क्या एक फोटॉन के लिए अपनी सम्पूर्ण ऊर्जा एक स्वतन्त्र इलेक्ट्रॉन को स्थानान्तरित करना सम्भव है? कारण सहित बताइए।

Is it possible for a photon to transfer all its energy to a free electron? Give reasons. 5

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

(c) लोह-चुम्बकीय पदार्थों में शैथिल्य (हिस्टेरिसिस) परिघटना के कारण की व्याख्या कीजिए। शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल क्या संज्ञापित करता है?

Explain the cause of hysteresis phenomenon in ferromagnetic materials. What does the area of the hysteresis loop signify? 10+5=15

8. (a) चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ) के आधार पर प्रतिचुम्बकीय, अनुचुम्बकीय और लोह-चुम्बकीय पदार्थों का वर्गीकरण कीजिए। तीनों पदार्थों के लिए तापक्रम के साथ $\frac{1}{\chi}$ के परिवर्तन को आलेखित कीजिए और उसकी व्याख्या कीजिए।

Classify diamagnetic, paramagnetic and ferromagnetic materials in terms of their magnetic susceptibility (χ). Plot and explain the variation of $\frac{1}{\chi}$ with temperature for the three materials. 20

(b) X-किरण विवर्तन क्या है? एक XRD प्रतिरूप का किस प्रकार से पदार्थ की क्रिस्टल संरचना को निर्धारित करने में उपयोग किया जाता है?

What is X-ray diffraction? How is an XRD pattern used to determine the crystal structure of the material? 15

(c) (i) माइक्रोप्रोसेसर क्या है? खंडक आरेख सहित एक माइक्रोप्रोसेसर की आन्तरिक कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए।

What is a microprocessor? Describe the internal functioning of a microprocessor with block diagrams.

(ii) तापी प्रतिरोधक (थर्मिस्टर) और सौर सेल किस प्रकार अपनी संरचना व प्रचालन में भिन्न हैं?

How do thermistors and solar cells differ in structure and operation? 10+5=15

★ ★ ★

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment

Abhishek Kumar · VidBodh Academy · vidbodh.com
Physics Optional · Science & Technology · Ecology & Environment