

[This question paper contains 7 printed pages]

Roll No.

ASME-24BC-PHY-1
PHYSICS (PAPER-1)
भौतिक विज्ञान (पेपर-1)

Time Allowed : 3 Hours
निर्धारित समय : 3 घंटे

[Maximum Marks : 100
अधिकतम अंक : 100

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS
प्रश्न पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

Please read each of the following instructions carefully before attempting questions.
उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़ें ।

1. This question paper contains ten questions in five **Sections**. Attempt one question from each Section.
इस प्रश्न पत्र में पाँच खंडों में दस प्रश्न हैं । प्रत्येक खण्ड से एक प्रश्न का उत्तर दीजिए ।
2. Each questions carries equal marks. Marks are divided and indicated against each part of the question. Write answer in legible handwriting.
सभी प्रश्नों के समान अंक हैं । प्रत्येक प्रश्न / भाग के नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं ।
3. Write answers in legible handwriting.
सुपाठ्य लिखावट में उत्तर लिखिए ।
4. Each part of the question must be answered in sequence and in the same continuation.
प्रश्न के भाग का उत्तर उसी क्रम में दिया जाना चाहिए ।
5. Attempts of the 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 answer book must be clearly struck off.
प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी । आंशिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे काटा नहीं गया हो । खाली छोड़ें गए कोई भी पृष्ठ अथवा पृष्ठ के भाग को पर्णतः काट दीजिए ।
6. Use of log table is permitted.
लॉग टेबल के उपयोग की अनुमति है ।
7. Re-evaluation/ re-checking of answer book of the candidate is not allowed.
उम्मीदवार की उत्तरपुस्तिका का पुनर्मूल्यांकन / पुनः जाँच की अनुमति नहीं है ।

SECTION-I

1. (a) Calculate the moment of inertia of a solid cylinder about the axis passing through its centre and perpendicular to its own axis of symmetry. 10

एक ठोस सिलेंडर के केंद्र से गुजरने वाली धुरी और इसकी सममिति की अपनी धुरी के लंबवत के बारे में जड़त्व के आघूर्ण की गणना कीजिए।

- (b) An engine is fitted with a tube whose one end is inside a reservoir of water between the rails. The other end of the tube is 6 m above the surface of the water in the reservoir. Calculate the speed with which the water rushes out of the upper end, the engine is moving at a speed of 120 km/hr. 10

एक इंजन में एक ट्यूब लगी होती है जिसका एक सिरा रेल के बीच जलाशय के अंदर होता है। ट्यूब का दूसरा सिरा जलाशय में पानी की सतह से 6 मीटर ऊपर है उस गति की गणना कीजिए, जितनी गति के साथ पानी ऊपरी छोर से बाहर निकलता है, इंजन 120 किमी/घंटा की गति से चल रहा है।

2. (a) A 5000 kg rocket is set for vertical firing. If the gas exhaust speed is 1000 ms^{-1} , how much gas must be ejected each second to supply the thrust needed (i) to overcome the weight of the rocket and (ii) to give the rocket an initial upward acceleration of 25 ms^{-2} ? 10

ऊर्ध्वाधर फायरिंग के लिए एक 5000 किलोग्राम का रॉकेट स्थापित किया गया है। यदि गैस निकास गति 1000 ms^{-1} है, तो (i) रॉकेट के वजन पर काबू पाने के लिए और (ii) रॉकेट को 25 ms^{-2} का प्रारंभिक उपरिमुखी त्वरण देने के लिए, आवश्यक थ्रस्ट की आपूर्ति के लिए प्रत्येक सेकंड में कितनी गैस बाहर निकाली जानी चाहिए?

- (b) Write down the Galian and Lorentz transformation equations. Explain and derive the relation for (i) time dilation and (ii) length contraction. 10

गैलियन और लॉरेंट्ज़ रूपांतरण समीकरण लिखिए। (i) समय फैलाव और (ii) लंबाई संकुचन को समझाइए और इन के लिए संबंध का व्युत्पन्न कीजिए।

SECTION-II

3. (a) Define Ideal gas. How does the behavior of real gases differ from that of ideal gases? 10

आदर्श गैस को परिभाषित कीजिए। वास्तविक गैसों का व्यवहार आदर्श गैसों से किस प्रकार भिन्न होता है?

- (b) Calculate the thermal wavelength and number of quantum states thermally accessible for oxygen molecules in a 1-litre vessel at 25 °C. 10

एक 1-लीटर बर्तन में 25° सेल्सियस पर ऑक्सीजन अणुओं के लिए थर्मल तरंग दैर्घ्य और थर्मल रूप से सुलभ क्वांटम अवस्थाओं की संख्या की गणना कीजिए।

4. (a) State and prove Carnot's theorem. 10

कार्नोट का प्रमेय बताइए और सिद्ध कीजिए।

- (b) Define the macrostate and microstate. Consider that P, Q, R, and S are four particles and there are two cells in which these particles are to be distributed. Provide all possible macrostates and microstates (description of state and number of states) in a tabular form. 10

मैक्रोस्टेट और माइक्रोस्टेट को परिभाषित कीजिए। विचार करें कि P, Q, R, और S चार कण हैं और दो कक्ष हैं जिनमें इन कणों को वितरित किया जाना है। सभी संभावित मैक्रोस्टेट्स और माइक्रोस्टेट्स (अवस्था का विवरण और अवस्था की संख्या) को सारणीबद्ध रूप में प्रदान करें।

SECTION-III

5. (a) Consider the simplest model of the atom assuming the following: 10
- I. Electrons are bound elastically to their rest positions.
 - II. The electrons are displaced by an electric field $E = \hat{x}E_0 \cos(kz - \omega t)$

because of that a restoring force acts on the electrons which tends to return them to their mean position.

III. This restoring force is proportional to the displacement.

Find the expression for polarization and electrical susceptibility.

निम्नलिखित को मानकर परमाणु के सबसे सरल मॉडल पर विचार कीजिए।

I. इलेक्ट्रॉन अपनी विश्राम स्थितियों से प्रत्यास्थ रूप से बंधे होते हैं

II. इलेक्ट्रॉनों को एक विद्युत क्षेत्र $\mathbf{E} = \hat{x}E_0 \cos(kz - \omega t)$ द्वारा विस्थापित किया जाता है जिसके कारण इलेक्ट्रॉनों पर एक पुनर्स्थापना बल कार्य करता है जो उन्हें उनकी औसत स्थिति में लौटने को प्रवृत्त करता है।

III. यह प्रत्यानयन बल विस्थापन के समानुपाती होता है।

ध्रुवीकरण और विद्युत संवेदनशीलता के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त कीजिए।

(b) Using part a) find the expression of coefficients (A and B) used in the well-known Cauchy relation i.e. $n^2 = A + B/\lambda_0^2$. 10

भाग a) का उपयोग करते हुए, प्रसिद्ध कॉची संबंध जैसे कि $n^2 = A + B/\lambda_0^2$.

में प्रयुक्त गुणांकों (A और B) की अभिव्यक्ति प्राप्त कीजिए।

6. (a) A particle is simultaneously subjected to three simple harmonic motions, all of the same frequency and in the same direction. If the amplitudes are 0.6 mm, 0.4 mm, and 0.2 mm respectively and the phase difference between the first and the second is 45 degrees, and between the second and the third is 30 degrees, find the amplitude of the resultant displacement and its relative to the first motion of amplitude 0.6 mm. 10

एक कण को एक साथ तीन सरल हार्मोनिक गतियों के अधीन किया जाता है वे सभी एक ही आवृत्ति की हैं और एक ही दिशा में हैं। यदि आयाम क्रमशः 0.6 मिमी, 0.4 मिमी और 0.2 मिमी हैं और पहले और दूसरे के बीच कलांतर 45 डिग्री है, और दूसरे और तीसरे के बीच कलांतर 30 डिग्री है तब परिणामी विस्थापन का आयाम तथा 0.6 मिमी आयाम से प्रथम गति से इसका संबंध ज्ञात कीजिए।

- (b) An HCl molecule is vibrating at a fundamental frequency of 10^{14} cycles per second. What is the effective force constant for the coupling forces between the atoms? 10

एक HCl अणु 10^{14} चक्र प्रति सेकंड की मौलिक आवृत्ति पर कंपन कर रहा है। परमाणुओं के बीच युग्मन बलों के लिए प्रभावी बल स्थिरांक क्या है?

SECTION-IV

7. (a) Justify the statement “ *the product of the normal magnifying power of a telescope and its limit of resolution is equal to the limit of resolution of the unaided eye*” 10

इस कथन का औचित्य सिद्ध कीजिए कि " एक दूरबीन की सामान्य आवर्धन शक्ति और उसके विभेदन की सीमा का गुणनफल, बिना सहायता प्राप्त आँख के विभेदन की सीमा के बराबर होता है"

- (b) In Bragg's law i.e. $2d\sin\theta = n\lambda$, θ and λ are two variable parameters. Explain, how are the parameters (θ and λ) varied in three experimental X-ray diffraction methods i.e. rotating crystal, powder, and Laue Method? 10

ब्रैग के नियम में यानी $2d\sin\theta = n\lambda$, θ और λ दो परिवर्तनीय पैरामीटर हैं। बताएं कि, तीन प्रयोगात्मक एक्स-रे विवर्तन विधियों यानी घूर्णन क्रिस्टल, पाउडर और लाउ विधि में पैरामीटर (θ और λ) कैसे भिन्न हैं?

8. (a) Explain with the help of a ray diagram Fraunhofer diffraction at the double slit. Also, find the relation for the angular separation between any two consecutive minima or maxima. 10

डबल स्लिट पर फ्राउनहोफर विवर्तन को एक किरण आरेख की सहायता से समझाइए। इसके अलावा, किन्हीं दो लगातार मिनिमा या मैक्सिमा के बीच कोणीय पृथक्करण के लिए संबंध ज्ञात कीजिए।

(b) Write short notes on: 10

I. Fresnel's biprism

II. Malus Law

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए:

I. फ्रेस्नेल का द्विप्रिज्म

II. मालुस नियम

SECTION-V

9. (a) What are the components of a four-level laser? Why is a two-level laser not possible? 10

चार-स्तरीय लेजर के घटक क्या हैं? दो-स्तरीय लेजर संभव क्यों नहीं है?

(b) Give two examples of solid-state lasers with operation wavelength and pump source. Write down five applications of solid-state lasers. 10

ऑपरेशन तरंग दैर्ध्य और पंप स्रोत से युक्त सॉलिड-स्टेट लेजर के दो उदाहरण दीजिए। सॉलिड-स्टेट लेजर के पाँच अनुप्रयोग लिखिए।

10. (a) Give three examples (each) of the infrared laser, visible laser, and ultraviolet laser. Also, calculate the coherence length of the examples you provided for these lasers. 10

इन्फ्रारेड लेजर, दृश्य लेजर और पराबैंगनी लेजर (प्रत्येक के) के तीन उदाहरण दीजिए।

- (b) Explain mode-locking and its importance. Mention at least four factors on which laser spot size depends. 10

मोड-लॉकिंग और इसके महत्व को समझाइये। कम से कम उन चार कारकों का उल्लेख कीजिए जिन पर लेजर स्पॉट का आकार निर्भर करता है।
