Series A6BAB/C

SET-3

प्रश्न-पत्र कोड
Q.P. Code **55/6/3**

रोल नं.
Roll No.

परीक्षार्थी प्रश्न-पत्र कोड को उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर अवश्य लिखें ।
Candidates must write the Q.P. Code on the title page of the answer-book.

नोट

(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ **11** हैं ।

(II) प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न-पत्र कोड को परीक्षार्थी उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें ।

(III) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में **12** प्रश्न हैं ।

(IV) **कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, उत्तर-पुस्तिका में प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें ।**

(V) इस प्रश्न-पत्र को पढ़ने के लिए 15 मिनट का समय दिया गया है । प्रश्न-पत्र का वितरण पूर्वाह्न में 10.15 बजे किया जाएगा । 10.15 बजे से 10.30 बजे तक छात्र केवल प्रश्न-पत्र को पढ़ेंगे और इस अवधि के दौरान वे उत्तर-पुस्तिका पर कोई उत्तर नहीं लिखेंगे ।

NOTE

(I) Please check that this question paper contains **11** printed pages.

(II) Q.P. Code given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.

(III) Please check that this question paper contains **12** questions.

(IV) **Please write down the serial number of the question in the answer-book before attempting it.**

(V) 15 minute time has been allotted to read this question paper. The question paper will be distributed at 10.15 a.m. From 10.15 a.m. to 10.30 a.m., the students will read the question paper only and will not write any answer on the answer-book during this period.

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

PHYSICS (Theory)

निर्धारित समय : 2 घण्टे — *अधिकतम अंक : 35*

Time allowed : 2 hours — *Maximum Marks : 35*

सामान्य निर्देश :

निम्नलिखित निर्देशों को बहुत सावधानी से पढ़िए और उनका सख़्ती से पालन कीजिए :

(i) *इस प्रश्न-पत्र में कुल **12** प्रश्न हैं । **सभी** प्रश्न अनिवार्य हैं ।*

(ii) *यह प्रश्न-पत्र **तीन** खण्डों में विभाजित है – **खण्ड क, ख** और **ग** ।*

(iii) ***खण्ड क*** *– प्रश्न संख्या **1** से **3** तक प्रत्येक प्रश्न **2** अंक का है ।*

(iv) ***खण्ड ख*** *– प्रश्न संख्या **4** से **11** तक प्रत्येक प्रश्न **3** अंक का है ।*

(v) ***खण्ड ग*** *– प्रश्न संख्या **12** प्रकरण अध्ययन-आधारित प्रश्न है । यह प्रश्न **5** अंक का है ।*

(vi) *प्रश्न-पत्र में कोई समग्र विकल्प नहीं है । हालाँकि कुछ प्रश्नों में आंतरिक विकल्प प्रदान किए गए हैं । इनमें से केवल एक ही प्रश्न का उत्तर लिखिए ।*

(vii) *यदि आवश्यक हो, तो लॉग टेबल का उपयोग कर सकते हैं लेकिन कैल्कुलेटर के उपयोग की अनुमति **नहीं** है ।*

$c = 3 \times 10^8$ m/s

$h = 6{\cdot}63 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1}

$\varepsilon_0 = 8{\cdot}854 \times 10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$ N m^2 C^{-2}

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e) = $9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = $1{\cdot}675 \times 10^{-27}$ kg

प्रोटॉन का द्रव्यमान = $1{\cdot}673 \times 10^{-27}$ kg

आवोगाद्रो संख्या = $6{\cdot}023 \times 10^{23}$ प्रति ग्राम मोल (per gram mole)

बोल्ट्ज़मान नियतांक = $1{\cdot}38 \times 10^{-23}$ JK^{-1}

General Instructions :

Read the following instructions very carefully and strictly follow them :

(i) *This question paper contains **12** questions. **All** questions are compulsory.*

(ii) *This question paper is divided into **three** sections – **Section A**, **B**, and **C**.*

(iii) ***Section A** – Questions no. **1** to **3** are of **2** marks each.*

(iv) ***Section B** – Questions no. **4** to **11** are of **3** marks each.*

(v) ***Section C** – Question no. **12** is a Case Study-Based Question of **5** marks.*

(vi) *There is no overall choice in the question paper. However, internal choice has been provided in some of the questions. Attempt any one of the alternatives in such questions.*

(vii) *Use of log tables is permitted, if necessary, but use of calculator is **not** permitted.*

$c = 3 \times 10^8$ m/s

$h = 6{\cdot}63 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ C

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1}

$\varepsilon_0 = 8{\cdot}854 \times 10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$ N m^2 C^{-2}

Mass of electron (m_e) = $9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

Mass of neutron = $1{\cdot}675 \times 10^{-27}$ kg

Mass of proton = $1{\cdot}673 \times 10^{-27}$ kg

Avogadro's number = $6{\cdot}023 \times 10^{23}$ per gram mole

Boltzmann constant = $1{\cdot}38 \times 10^{-23}$ JK^{-1}

खण्ड क

1. (क) गाइगर-मार्सडेन प्रयोग में, उपगमन की समीपस्थ दूरी गोल्ड के नाभिक की त्रिज्या और α-कण की त्रिज्या के योग से भी काफी अधिक होती है । व्याख्या कीजिए ।

(ख) किसी अवस्था में हाइड्रोजन परमाणु की कुल ऊर्जा $-3{\cdot}4$ eV है । इस अवस्था में इलेक्ट्रॉन की गतिज और स्थितिज ऊर्जाएँ क्या हैं ? *1+1*

2. (क) C और Si दोनों की समान जालक संरचना है, परन्तु C विद्युतरोधी है जबकि Si एक अर्धचालक है । पुष्टि कीजिए ।

(ख) यदि यंग के द्विझिरी प्रायोगिक व्यवस्था में दो झिरियों में से एक झिरी को बन्द कर दिया जाए, तो फ्रिंज पैटर्न का क्या होगा ? *2*

3. (क) (i) सुदूर रेडियो प्रसारण के लिए लघु-तरंग बैण्डों का उपयोग किया जाता है । क्यों ? *1*

(ii) विद्युत-चुम्बकीय तरंगों का प्रायोगिक निदर्शन केवल लघु आवृत्ति क्षेत्र (रेडियो तरंग क्षेत्र) में ही संभव है । व्याख्या कीजिए । *1*

अथवा

(ख) (i) z-दिशा में गमन करती रैखिकत: ध्रुवित विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के $\vec{E}$ और $\vec{B}$ को चित्रित करते हुए आरेख खींचिए । *1*

(ii) किसी विद्युत-चुम्बकीय तरंग की तरंगदैर्घ्य 10^{-10} m है । इस तरंग को पहचानिए और इसका एक उपयोग उल्लेख कीजिए । *1*

खण्ड ख

4. (क) व्याख्या कीजिए कि किसी एकल झिरी विवर्तन में $\theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{a}\right)$ पर उच्चिष्ठ जैसे-जैसे n में वृद्धि होती है दुर्बल और दुर्बल होता जाता है । व्यतिकरण और विवर्तन पैटर्न के बीच दो महत्त्वपूर्ण अन्तरों का उल्लेख कीजिए । *3*

अथवा

(ख) n_1 और n_2 ($> n_1$) अपवर्तनांक के दो माध्यमों को पृथक् करने वाले किसी पृष्ठ पर कोई समतल तरंगाग्र आपतन करता है । उपयुक्त आरेख की सहायता से विरल माध्यम से सघन माध्यम में इसके संचरण की व्याख्या कीजिए । इस प्रकार स्नेल के नियम का सत्यापन कीजिए । *3*

SECTION A

1. (a) In Geiger-Marsden experiment, the distance of closest approach is considerably larger than the sum of the radii of the gold nucleus and the α-particle. Explain.

(b) The total energy of hydrogen atom in a state is – 3·4 eV. What are the kinetic and potential energies of the electron in this state ? *1+1*

2. (a) C and Si both have the same lattice structure, but C is an insulator while Si is a semiconductor. Justify.

(b) What happens to the fringe pattern if one of the slits in Young's double slit experimental set-up is closed ? *2*

3. (a) (i) Long distance radio broadcasts use short-wave bands. Why ? *1*

(ii) The experimental demonstration of electromagnetic waves is possible only in the low frequency region (the radio wave region). Explain. *1*

OR

(b) (i) Draw a diagram showing a linearly polarized electromagnetic wave, propagating in the z-direction depicting $\vec{E}$ and $\vec{B}$. *1*

(ii) The wavelength of an electromagnetic wave is 10^{-10} m. Identify the wave and mention its one use. *1*

SECTION B

4. (a) In single slit diffraction, explain why the maxima at $\theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{a}\right)$ becomes weaker and weaker as n increases. State two important differences between interference and diffraction pattern. *3*

OR

(b) A plane wavefront is incident on a surface separating two media of refractive indices n_1 and n_2 ($> n_1$). With the help of a suitable diagram, explain its propagation from the rarer to denser medium. Hence, verify Snell's law. *3*

5. (क) कोई प्रोटॉन और कोई α-कण समान चाल से गतिमान हैं । इनमें से किससे संबद्ध दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य का मान अधिक है ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए । *1*

(ख) 600 nm देहली तरंगदैर्घ्य के किसी धात्विक पृष्ठ पर 430 nm, 450 nm और 660 nm तरंगदैर्घ्यों के प्रकाश आपतन करते हैं । किस/किन प्रकरण/प्रकरणों में प्रकाश इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन होगा और क्यों ? धात्विक पृष्ठ की देहली आवृत्ति परिकलित कीजिए । *2*

6. (क) किसी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा किसी बिम्ब के स्पष्ट दर्शन की निम्नतम दूरी पर प्रतिबिम्ब बनना दर्शाने के लिए किरण आरेख खींचिए । इस प्रकार इसके कोणीय आवर्धन के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए । *3*

अथवा

(ख) वक्रता त्रिज्या R के किसी ऐसे उत्तल गोलीय पृष्ठ पर विचार कीजिए जो अपवर्तनांक n_1 और n_2 ($> n_1$) के दो माध्यमों को पृथक् कर रहा है । इस पृष्ठ के सामने दूरी u पर कोई बिन्दु बिम्ब अपवर्तनांक n_1 के माध्यम में स्थित है । इस बिम्ब का वास्तविक प्रतिबिम्ब दूरी v पर बनता है । n_1, n_2 और R के पदों में u और v के बीच संबंध प्राप्त कीजिए । *3*

7. (क) नीचे दिए गए आंकड़ों से निर्धारित कीजिए कि निम्नलिखित अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है अथवा ऊष्माशोषी है : *2*

$$^{226}_{88}\mathrm{Ra} \longrightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

परमाणु द्रव्यमान : $m\left(^{226}_{88}\mathrm{Ra}\right) = 226{\cdot}02540\ \mathrm{u}$

$$m\left(^{222}_{86}\mathrm{Rn}\right) = 222{\cdot}01750\ \mathrm{u}$$

$$m\left(^{4}_{2}\mathrm{He}\right) = 4{\cdot}002603\ \mathrm{u}$$

(ख) $^{4}_{2}\mathrm{He}$ और $^{14}_{7}\mathrm{N}$ के नाभिकीय घनत्वों का अनुपात क्या है ? *1*

5. (a) A proton and an α particle are moving with the same speed. Which one of them has greater value of de Broglie wavelength associated with it ? Justify your answer. *1*

(b) Lights of wavelengths 430 nm, 450 nm and 660 nm are incident on a metal surface whose threshold wavelength is 600 nm. In which case/cases will photoemission take place and why ? Calculate the threshold frequency of the metal surface. *2*

6. (a) Draw a ray diagram to show the formation of an image at the least distance of distinct vision, by a compound microscope. Hence, obtain an expression for its angular magnification. *3*

OR

(b) Consider a convex spherical surface of radius of curvature R, separating two media of refractive indices n_1 and n_2 ($> n_1$). A point object is placed at a distance u in front of the surface in medium of refractive index n_1. Its real image is formed at a distance v. Obtain a relation between u and v in terms of n_1, n_2 and R. *3*

7. (a) Determine from the given data, whether the following reaction is exothermic or endothermic : *2*

$$^{226}_{88}\text{Ra} \longrightarrow \, ^{222}_{86}\text{Rn} + \, ^{4}_{2}\text{He}$$

Atomic masses : $m\left(^{226}_{88}\text{Ra}\right) = 226{\cdot}02540 \text{ u}$

$$m\left(^{222}_{86}\text{Rn}\right) = 222{\cdot}01750 \text{ u}$$

$$m\left(^{4}_{2}\text{He}\right) = 4{\cdot}002603 \text{ u}$$

(b) What is the ratio of the nuclear density of $^{4}_{2}\text{He}$ and $^{14}_{7}\text{N}$? *1*

8. (क) यंग के द्विझिरी प्रायोगिक व्यवस्था में, दो कलासंबद्ध स्रोतों से आने वाली प्रकाश तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात 4 : 9 है । व्यतिकरण पैटर्न में चमकीली और काली फ्रिंजों की तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए । *2*

(ख) प्रकाश किसी विरल माध्यम से सघन माध्यम में गमन कर रहा है ।

(i) प्रकाश तरंगों द्वारा वहन की गई ऊर्जा, और

(ii) प्रकाश की तरंगदैर्घ्य,

किस प्रकार प्रभावित होगी ? *1*

9. (क) दे ब्रॉग्ली अभिग्रहीत ने किस प्रकार हाइड्रोजन परमाणु में किसी कक्षा में परिक्रमा करते हुए किसी इलेक्ट्रॉन के कक्षीय कोणीय संवेग के क्वान्टमीकरण के बोर के दूसरे अभिगृहीत की व्याख्या की ? चर्चा कीजिए । *2*

(ख) बोर मॉडल में इलेक्ट्रॉन के संक्रमण की पहचान कीजिए जिससे हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में बामर श्रेणी की (i) अधिकतम, तथा (ii) न्यूनतम तरंगदैर्घ्य प्राप्त होती है । *1*

10. (क) p-n संधि बनने की व्याख्या कीजिए ।

(ख) क्या हम p-n संधि प्राप्त करने के लिए p-प्रकार के अर्धचालक को भौतिक रूप से किसी अन्य n-प्रकार के अर्धचालक से जोड़ सकते हैं ? व्याख्या कीजिए । *3*

11. n-प्रकार और p-प्रकार के अर्धचालकों के लिए ऊर्जा बैण्ड आरेख ($T > 0$ K) खींचिए । इस आरेख का उपयोग करके व्याख्या कीजिए कि n-प्रकार के अर्धचालकों के चालन बैण्ड में अधिकांश इलेक्ट्रॉन दाता अशुद्धियों से क्यों होते हैं । *3*

खण्ड ग

12. कोई लेंस दो पृष्ठों से घिरे किसी पारदर्शी माध्यम का ऐसा भाग होता है, जिसका एक पृष्ठ वस्तुत: गोलीय होता है । इसका उपयोग इस पर आपतित प्रकाश को अभिसरित अथवा अपसरित करने के लिए किया जाता है । किसी लेंस की क्षमता उस पर आपतित प्रकाश को अभिसरित अथवा अपसरित करने की क्षमता की माप होती है । लेंस की क्षमता लेंस के पदार्थ के परिग्रामी माध्यम (surrounding) के सापेक्ष अपवर्तनांक और उसके दो पृष्ठों की वक्रता त्रिज्याओं पर निर्भर करती है ।

(क) किसी उत्तल लेंस की क्षमता

(i) लेंस को पानी में डुबाने पर अधिक हो जाती है ।

(ii) आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य कम होने पर अधिक हो जाती है ।

(iii) सम्पर्क में किसी अन्य उत्तल लेंस को रखने पर कम हो जाती है ।

(iv) लेंस को दो सर्वसम समतल-उत्तल लेंसों में काटने पर अधिक हो जाती है ।

8. (a) In a Young's double slit experimental set-up, the intensity of the light waves from two coherent sources are in the ratio of 4 : 9. Find the ratio of intensity of bright and dark fringes in the interference pattern. *2*

(b) Light travels from a rarer to a denser medium. How will

(i) the energy carried, and

(ii) the wavelength of the light wave,

be affected ? *1*

9. (a) How did de Broglie hypothesis provide an explanation for Bohr's second postulate for quantisation of orbital angular momentum of the orbiting electron in hydrogen atom ? Discuss. *2*

(b) Identify the transition of electron in Bohr model which gives rise to (i) the maximum, and (ii) the minimum wavelength in Balmer series of hydrogen spectrum. *1*

10. (a) Explain the formation of a p-n junction.

(b) Can we take one slab of p-type semiconductor and physically join it to another n-type semiconductor to get a p-n junction ? Explain. *3*

11. Draw the energy band diagrams (at T > 0 K) for n-type and p-type semiconductors. Using diagram, explain why in n-type semiconductor the conduction band has most electrons from the donor impurities. *3*

SECTION C

12. A lens is a portion of a transparent medium bounded by two surfaces and one of these surfaces is essentially spherical. It is used to converge or diverge the light incident on it. Power of a lens is the measure of its ability to converge or diverge the light incident on it. Power of a lens depends on the refractive index of the material of lens with respect to the surrounding medium and the radii of curvature of its two surfaces.

(a) The power of a convex lens

(i) increases when the lens is dipped in water.

(ii) increases when the wavelength of incident light decreases.

(iii) decreases when another convex lens is placed in contact with it.

(iv) increases when the lens is cut into two identical plano-convex lenses.

(ख) किसी अवतल लेंस की फोकस दूरी 40 cm है । इस लेंस की क्षमता है :

(i) 0·025 D

(ii) 2·5 D

(iii) – 0·025 D

(iv) – 2·5 D

(ग) किसी अवतल लेंस ($\mu_g = 1 \cdot 5$) की वायु में फोकस दूरी 20 cm है । परिग्रामी माध्यम का अपवर्तनांक कितना होना चाहिए ताकि यही लेंस 60 cm फोकस दूरी के अभिसारी लेंस की भाँति व्यवहार करे ?

(i) 1·4

(ii) 1·8

(iii) 1·7

(iv) 1·2

(घ) किसी उत्तल लेंस पर बारी-बारी से लाल प्रकाश, नीले प्रकाश, पीले प्रकाश और बैंगनी प्रकाश के पुंज आपतन करते हैं । इनमें से कौन-सा लेंस के सबसे निकट अभिसरित होगा ?

(i) नीला प्रकाश

(ii) बैंगनी प्रकाश

(iii) लाल प्रकाश

(iv) पीला प्रकाश

(ङ) कोई प्रकाश पुन्ज 15 cm फोकस दूरी के किसी उत्तल लेंस L_1 पर लेंस के मुख्य अक्ष के समान्तर आपतन कर रहा है । 25 cm फोकस दूरी का कोई अन्य उत्तल लेंस L_2 लेंस L_1 से d दूरी पर समाक्ष रखा है । अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनने के लिए d का मान होना चाहिए :

(i) 10 cm

(ii) 15 cm

(iii) 25 cm

(iv) 40 cm *5×1=5*

(b) The focal length of a concave lens is 40 cm. The power of the lens is :

(i) 0·025 D

(ii) 2·5 D

(iii) – 0·025 D

(iv) – 2·5 D

(c) The focal length of a concave lens ($\mu_g = 1\cdot5$) in air is 20 cm. What should be the refractive index of the surrounding medium so that the lens behaves as a converging lens of focal length 60 cm ?

(i) 1·4

(ii) 1·8

(iii) 1·7

(iv) 1·2

(d) Beams of red light, blue light, yellow light and violet light are incident on a convex lens, one-by-one. Which one of them converges nearest to the lens ?

(i) Blue light

(ii) Violet light

(iii) Red light

(iv) Yellow light

(e) A beam of light coming parallel to the principal axis of a convex lens L_1 of focal length 15 cm is incident on it. Another convex lens L_2 of focal length 25 cm is placed coaxially at a distance d from L_1. For the final image to be formed at infinity, the value of d should be :

(i) 10 cm

(ii) 15 cm

(iii) 25 cm

(iv) 40 cm *5×1=5*