SET-1

प्रश्न–पत्र कोड
Q.P. Code

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.

रोल नं.
Roll No.

नोट

(I) कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न–पत्र में मुद्रित पृष्ठ **12** हैं ।

(II) प्रश्न–पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए प्रश्न–पत्र कोड को छात्र 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, 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 **12** 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 candidates 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 पालन कीजिए :

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

(ii) *यह प्रश्न पत्र **तीन** खंडों में विभाजित है – खंड क, ख और ग ।*

(iii) ***खण्ड–क :** प्रश्न संख्या **1** से **3** 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) *लॉग टेबल का उपयोग कर सकते हैं, यदि आवश्यक हो, लेकिन कैल्कुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं है ।*

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

$h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js

*

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

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

$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}

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

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $(m_e) = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

न्यूट्रॉन का द्रव्यमान $= 1.675 \times 10^{-27}$ kg

प्रोटॉन का द्रव्यमान $= 1.673 \times 10^{-27}$ kg

आवोगाद्रो संख्या $= 6.023 \times 10^{23}$ प्रति ग्राम मोल

बोल्ट्ज़मान नियतांक $= 1.38 \times 10^{-23}$ 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 :*** *Q. Nos.* ***1*** *to* ***3*** *are of* ***2*** *marks each.*

(iv) ***Section B :*** *Q. Nos.* ***4*** *to* ***11*** *are of* ***3*** *marks each.*

(v) ***Section C :*** *Q. 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

$h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

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

$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ 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) = 9.1×10^{-31} kg

Mass of neutron = 1.675×10^{-27} kg

Mass of proton = 1.673×10^{-27} kg

Avogadro's number = 6.023×10^{23} per gram mole

Boltzmann constant = 1.38×10^{-23} JK^{-1}

खण्ड – क

1. दाता और ग्राही स्तरों को चित्रित करते हुए तापमान $T > 0K$ पर n-प्रकार और p-प्रकार के अर्धचालकों के ऊर्जा बैण्ड आरेख खींचिए । इन स्तरों के महत्व का उल्लेख कीजिए । **2**

2. (a) गाइगर–मार्सडेन प्रयोग में प्रकीर्णन कोण (θ) के साथ प्रकीर्णित अल्फा कणों की संख्या (N) का विचरण दर्शाने वाला ग्राफ खींचिए । इस ग्राफ से दो निष्कर्ष निकालिए । **2**

अथवा

(b) आपतित विकिरणों के लिए संग्राही प्लेट विभव के साथ प्रकाश–विद्युत धारा का विचरण दर्शाने के लिए उचित ग्राफ खींचिए :

(i) विकिरणों की समान तीव्रता परन्तु विभिन्न आवृत्तियाँ ν_1, ν_2 और ν_3 $(\nu_1 < \nu_2 < \nu_3)$

(ii) विकिरणों की समान आवृत्ति परन्तु विभिन्न तीव्रताएँ I_1, I_2 और I_3 $(I_1 < I_2 < I_3)$

3. p-n संधि के वह अभिलक्षण लिखिए जो उसे दिष्टकरण के लिए उपयुक्त बनाते हैं । **2**

खण्ड – ख

4. उपगमन की समीपस्थ दूरी की परिभाषा लिखिए । यदि किसी α-कण की गतिज ऊर्जा दो गुनी कर दी जाए तो इस दूरी पर क्या प्रभाव पड़ेगा ? **3**

5. 60 cm वक्रता त्रिज्या के काँच के गोलीय अवतल पृष्ठ $({}_a\mu_g = 1.5)$ के सामने वायु में 24 cm दूरी पर कोई बिन्दु स्रोत स्थित है । बनने वाले प्रतिबिम्ब की प्रकृति और उसकी स्रोत से दूरी ज्ञात कीजिए । **3**

6. नीचे दी गयी अभिक्रिया में मुक्त हुई ऊर्जा MeV में परिकलित कीजिए : **3**

$$ {}_1^2H + {}_1^3H \longrightarrow {}_2^4He + n $$

दिया है :

$$ m\left({}_1^2H\right) = 2.014102 \text{ u} $$
$$ m\left({}_1^3H\right) = 3.016049 \text{ u} $$
$$ m\left({}_2^4He\right) = 4.002603 \text{ u} $$
$$ m_n = 1.008665 \text{ u} $$

7. उपयुक्त आरेख की सहायता से उस परिघटना की व्याख्या कीजिए जिस पर कोई प्रकाशिक तन्तु कार्य करता है । प्रकाशिक तन्तु के दो उपयोगों का उल्लेख कीजिए । **3**

SECTION – A

1. Draw energy band diagrams of n-type and p-type semiconductors at temperature T > 0K, depicting the donor and acceptor energy levels. Mention the significance of these levels. **2**

2. (a) Draw the graph showing the variation of the number (N) of scattered alpha particles with scattering angle (θ) in Geiger – Marsden experiment. Infer two conclusions from the graph. **2**

OR

(b) Plot suitable graphs to show the variation of photoelectric current with the collector plate potential for the incident radiation of

(i) the same intensity but different frequencies ν_1, ν_2 and ν_3 ($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)

(ii) the same frequency but different intensities I_1, I_2 and I_3 ($I_1 < I_2 < I_3$)

3. Write the characteristics of a p-n junction which make it suitable for rectification. **2**

SECTION – B

4. Define the term – Distance of closest approach. How will it be affected, for an α - particle, if kinetic energy of the particle is doubled ? **3**

5. A point source in air is kept 24 cm in front of a concave spherical glass surface (${}_a\mu_g = 1.5$) and radius of curvature 60 cm. Find the nature of the image formed and its distance from the point source. **3**

6. Calculate the energy released in MeV in the following reaction : **3**

$${}_1^2H + {}_1^3H \longrightarrow {}_2^4He + n$$

Given : $m\left({}_1^2H\right) = 2.014102\ u$

$m\left({}_1^3H\right) = 3.016049\ u$

$m\left({}_2^4He\right) = 4.002603\ u$

$m_n = 1.008665\ u$

7. Explain with the help of a suitable diagram, the phenomenon on which an optical fibre works. Mention any two uses of optical fibres. **3**

8. (a) 600 nm तरंगदैर्ध्य का कोई समान्तर किरण पुन्ज 0.2 mm चौड़ाई की किसी झिर्री पर अभिलम्बवत आपतन करता है । यदि परिणामी विवर्तन पैटर्न का प्रेक्षण 1 m दूरी पर स्थित पर्दे पर किया जाता है, तो केंद्रीय उच्चिष्ठ से **3**

(i) प्रथम निम्निष्ठ की दूरी, तथा

(ii) द्वितीय उच्चिष्ठ की दूरी ज्ञात कीजिए ।

अथवा

(b) अपवर्तनांक μ_1 के पदार्थ से बना वक्रता त्रिज्या R का कोई पतला समोत्तल लेंस अपवर्तनांक μ_2 $(>\mu_1)$ के समान वक्रता त्रिज्या के किसी समावतल लेंस के समाक्ष सम्पर्क में रखा गया है । ज्ञात कीजिए :

(i) इन लेंसों की क्षमताओं का अनुपात, और

(ii) इस लेंस संयोजन की क्षमता और उसकी प्रकृति ।

9. जब किसी धातु के पृष्ठ को 330 nm तरंगदैर्ध्य के पराबैंगनी प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है तो उससे प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं । इस पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन के लिए 3.5×10^{-19}J की निम्नतम ऊर्जा चाहिए । परिकलित कीजिए : **3**

(i) आपतित विकिरणों की ऊर्जा, तथा

(ii) प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

10. किसी LED के कार्यकारी सिद्धान्त का उल्लेख कीजिए । LED के दो महत्वपूर्ण लाभ और दो हानियाँ लिखिए । **3**

11. (a) (i) दो माध्यमों को पृथक करने वाले किसी पृष्ठ पर कोई एकवर्णी प्रकाश आपतन कर रहा है । अपवर्तन के पश्चात् इस प्रकाश की आवृत्ति प्रभावित नहीं होती परन्तु इसकी तरंगदैर्ध्य परिवर्तित हो जाती है । क्यों ? **3**

(ii) किसी विद्युत-चुम्बकीय विकिरण की आवृत्ति 1.0×10^{11} Hz है । इस विकिरण को पहचानिए और इसके दो उपयोग लिखिए ।

अथवा

8. (a) A parallel beam of light of wavelength 600 nm is incident normally on a slit of width 0.2 mm. If the resulting diffraction pattern is observed on a screen 1 m away, find the distance of **3**

(i) first minimum, and

(ii) second maximum, from the central maximum.

OR

(b) A thin equiconvex lens of radius of curvature R made of material of refractive index μ_1 is kept coaxially, in contact with an equiconcave lens of the same radius of curvature and refractive index μ_2 ($>\mu_1$). Find :

(i) the ratio of their powers, and

(ii) the power of the combination and its nature.

9. Photoelectrons are emitted from a metal surface when illuminated with UV light of wavelength 330 nm. The minimum amount of energy required to emit the electrons from the surface is 3.5×10^{-19} J. Calculate : **3**

(i) the energy of the incident radiation, and

(ii) the kinetic energy of the photoelectron.

10. State the working principle of an LED. Write any two important advantages and two disadvantages of LED. **3**

11. (a) (i) Monochromatic light is incident on a surface separating two media. The frequency of the light after refraction remains unaffected but its wavelength changes. Why ? **3**

(ii) The frequency of an electromagnetic radiation is 1.0×10^{11} Hz. Identify the radiation and mention its two uses.

OR

(b) (i) प्रकाश किरण PQ के पथ को आरेखित कीजिए जो आरेख में दर्शाए अनुसार कोण A के किसी काँच के प्रिज्म के एक फलक पर किसी कोण i पर आपतन करती है । इसके पश्चात् यह किरण दूसरे फलक से कोण e पर निर्गत होती है । इस किरण आरेख का उपयोग यह सिद्ध करने के लिए कीजिए कि जिस कोण पर किरण विचलित होती है वह कोण $\angle\delta = \angle i + \angle e - \angle A$ द्वारा दिया गया है ।

(ii) $\angle\delta$ का निम्नतम मान क्या होगा जब किरण प्रिज्म के भीतर से सममितत: गुजरती है ?

खण्ड – ग

प्रकरण अध्ययन

12. अध्यारोपण के सिद्धान्त का उपयोग प्रकाश तरंगों के व्यतिकरण की व्याख्या करने में किया जाता है । यह सिद्धान्त उल्लेख करता है कि किसी विशेष बिन्दु पर कई तरंगों द्वारा उत्पन्न परिणामी विस्थापन प्रत्येक तरंग द्वारा उत्पन्न अलग-अलग विस्थापनों का सदिश योग होता है । दो कलासंबद्ध प्रकाश तरंग स्रोत व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न करते है । थामस यंग ने किसी एकल एकवर्णी सूची छिद्र स्रोत (S) द्वारा प्रदिप्त दो सर्वसम सूची छिद्रों (S_1 और S_2) का उपयोग करके दो कलासंबद्ध स्रोत प्राप्त करने का तरीका व्युत्पन्न किया । इन स्रोतों का अपने प्रयोग में, जिसे यंग का द्वि-झिरी प्रयोग कहते हैं, उपयोग करके यंग ने व्यतिकरण पैटर्न का अध्ययन किया । इस पैटर्न में एकान्तर (हर तीसरी) चमकीली और काली फ्रिन्ज होती हैं । दो क्रमागत चमकीली अथवा काली फ्रिंजों के बीच की दूरी S_1 और S_2 के बीच की दूरी, S_1S_2 तल से पर्दे की दूरी तथा उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करती है । **5**

I. नीचे दी गयी तरंगों पर विचार कीजिए :

(i) $y_1 = a \sin \omega t$

(ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$

(iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$

(iv) $y_4 = a \sin\left(4\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

दो स्रोतों, S_1 और S_2 आने वाली तरंगों के किस युगल से व्यतिकरण होगा ?

(A) (i) और (ii) (B) (ii) और (iii)

(C) (iii) और (iv) (D) (iv) और (i)

(b) (i) Trace the path of a ray of light PQ which is incident at an angle i on one face of a glass prism of angle A. It then emerges out from the other face at an angle e. Use the ray diagram to prove that the angle through which the ray is deviated is given by $\angle\delta = \angle i + \angle e - \angle A$.

(ii) What will be the minimum value of δ if the ray passes symmetrically through the prism ?

SECTION – C
CASE STUDY

12. The principle of superposition is used to understand the phenomenon of interference of light waves. The principle states that at a particular point, the resultant displacement produced by a number of waves is the vector sum of the displacements produced by each wave. Light waves from two coherent sources produce interference pattern. Thomas Young devised a way to obtain two coherent sources using two identical pinholes (S_1 and S_2) illuminated by a single monochromatic pinhole source S. Using these sources in his experiment known as Young's double slit experiment, Young studied the interference pattern. The pattern consists of alternate bright and dark fringes. The distance between two successive bright or dark finges depends on the distance between S_1 and S_2, the distance of the screen from the plane of S_1S_2 and the wavelength of light used. **5**

I. Consider the following waves :

(i) $y_1 = a \sin \omega t$

(ii) $y_2 = a \sin 2\omega t$

(iii) $y_3 = a \sin (2\omega t + \phi)$

(iv) $y_4 = a \sin \left(4\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

Which pair of the waves coming from two sources S_1 and S_2 will produce interference ?

(A) (i) and (ii) (B) (ii) and (iii)

(C) (iii) and (iv) (D) (iv) and (i)

II. दो कलासंबद्ध स्रोतों से निर्गमन करने वाली दो प्रकाश तरंगें जिनमें प्रत्येक की तीव्रता समान I_0 है, जिनके बीच $\lambda/4$ का पथान्तर है, किसी बिन्दु पर मिलती है । इस बिन्दु पर परिणामी तीव्रता होगी

(A) शून्य (B) I_0

(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$

III. वन्दना ने यंग का द्वि-झिर्री प्रयोग क्रमागत रूप से नारंगी, हरे और लाल प्रकाश का उपयोग करके किया । यदि इन तीनों प्रकरण में फ्रिन्ज चौड़ाई क्रमश: ω_1, ω_2 और ω_3 हैं, तो नीचे दिया गया कौन सा संबंध सही है ?

(A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$

(B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$

(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$

(D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$

IV. यंग के द्वि-झिर्री प्रयोग में यदि झिर्री-पृथकन 0.8 mm है तथा व्यतिकरण पैटर्न झिर्रियों S_1 और S_2 के तल से 50 cm दूरी पर स्थित पर्दे पर प्राप्त होता है । यदि प्रथम चमकीली फ्रिन्ज केन्द्रीय उच्चिष्ठ से 0.4 mm दूरी पर बनती है, तो उपयोग किए गए प्रकाश की तरंगदैर्ध्य है

(A) 480 nm (B) 560 nm

(C) 640 nm (D) 680 nm

V. नीचे दिए गए प्रचालनों के कारण यंग के द्वि-झिर्री प्रयोग में फ्रिन्जों के कोणीय पृथकन पर होने वाले प्रभाव पर विचार कीजिए :

(i) पर्दे को झिर्रियों के तल से दूर ले जाने पर

(ii) फ्रिन्जों के प्रेक्षित होने तक दोनों झिर्रियों के बीच पृथकन में वृद्धि करना ।

नीचे दिया गया कौन सा विकल्प सही है ?

(A) यह दोनों प्रकरणों में नियत रहता है ।

(B) यह दोनों प्रकरणों में घट जाता है ।

(C) यह पहले प्रकरण में नियत रहता है परन्तु दूसरे प्रकरण में घट जाता है ।

(D) यह पहले प्रकरण में घटता है परन्तु दूसरे प्रकरण में नियत रहता है ।

II. Two light waves of the same intensity I_0 each, having a path difference of $\lambda/4$, emanating from two coherent sources, meet at a point. The resultant intensity at the point will be

(A) Zero (B) I_0

(C) $2 I_0$ (D) $4 I_0$

III. Vandana performs Young's double slit experiment by using orange, green and red lights successively. If the fringe widths measured in the three cases are ω_1, ω_2 and ω_3 respectively, then which of the following is correct ?

(A) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$

(B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$

(C) $\omega_2 > \omega_3 > \omega_1$

(D) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$

IV. In a Young's double slit experiment, the slit separation is 0.8 mm and the interference pattern is obtained on a screen kept 50 cm from the plane of the slits S_1 and S_2. If the first bright fringe is formed 0.4 mm from the central maximum, the wavelength of light used is

(A) 480 nm (B) 560 nm

(C) 640 nm (D) 680 nm

V. Consider the effect on the angular separation of the fringes in a Young's double slit experiment due to the following operations :

(i) the screen is moved away from the plane of the slits,

(ii) the separation between the two slits is increased till fringes are observed.

Which of the following options is correct ?

(A) It remains constant in both cases.

(B) It decreases in both cases.

(C) It remains constant in (i) but decreases in (ii).

(D) It decreases in (i) but remains constant in (ii).