CS (Main) Exam, 2019

SDF–B–PHY

भौतिकी (प्रश्न-पत्र–II)

समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

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

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

उम्मीदवार 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 दें।

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। उल्लिखित माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

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

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

स्थिरांक जिनकी आवश्यकता हो सकती है

निर्वात में प्रकाश का वेग (c)	=	3×10^{8} m s^{-1}
इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e)	=	$9 \cdot 11 \times 10^{-31}$ kg
इलेक्ट्रॉन का आवेश (e)	=	$1 \cdot 602 \times 10^{-19}$ C
इलेक्ट्रॉन का विशिष्ट आवेश $\left(\frac{e}{m_e}\right)$	=	$1 \cdot 76 \times 10^{11}$ C kg^{-1}
1 u ≡ 1 a.m.u. = $1 \cdot 6605 \times 10^{-27}$ kg	=	931·5 MeV
इलेक्ट्रॉन की विरामावस्था द्रव्यमान ऊर्जा ($m_e c^2$)	=	0·5110 MeV
मुक्त आकाश में विद्युत्शीलता (ε_0)	=	$8 \cdot 8542 \times 10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}
मुक्त आकाश की पारगम्यता (μ_0)	=	$4\pi \times 10^{-7}$ N A^{-2}
गैस स्थिरांक (R)	=	$8 \cdot 314$ J mol^{-1} K^{-1}
बोल्ट्ज़मान स्थिरांक (k_B)	=	$1 \cdot 381 \times 10^{-23}$ J K^{-1}
प्लांक स्थिरांक (h)	=	$6 \cdot 626 \times 10^{-34}$ J s
($\hbar$)	=	$1 \cdot 0546 \times 10^{-34}$ J s
बोर मैग्नेटॉन (μ_B)	=	$9 \cdot 274 \times 10^{-24}$ J T^{-1}
नाभिकीय मैग्नेटॉन (μ_N)	=	$5 \cdot 051 \times 10^{-27}$ J T^{-1}
सूक्ष्म संरचना स्थिरांक (α)	=	1/137·03599
प्रोटॉन का द्रव्यमान (m_p)	=	1·0072766 u = $1 \cdot 6726 \times 10^{-27}$ kg
न्यूट्रॉन का द्रव्यमान (m_n)	=	1·0086652 u = $1 \cdot 6749 \times 10^{-27}$ kg
ड्यूटरॉन का द्रव्यमान (m_d)	=	2·013553 u
α-कण का द्रव्यमान (m_α)	=	4·001506 u
$^{12}_{6}C$ का द्रव्यमान	=	12·000000 u
$^{16}_{8}O$ का द्रव्यमान	=	15·994915 u
$^{87}_{38}Sr$ का द्रव्यमान	=	86·99999 u
$^{4}_{2}He$ का द्रव्यमान	=	4·002603 u
कक्षीय घूर्णचुम्बकीय अनुपात (g_l)	=	0 (न्यूट्रॉन), 1 (प्रोटॉन)
स्पिन घूर्णचुम्बकीय अनुपात (g_s)	=	–3·8260 (न्यूट्रॉन), 5·5856 (प्रोटॉन)

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

Constants which may be needed

Velocity of light in vacuum (c)	=	3×10^{8} m s^{-1}
Mass of electron (m_e)	=	$9\cdot11\times10^{-31}$ kg
Charge of electron (e)	=	$1\cdot602\times10^{-19}$ C
Specific charge of electron $\left(\frac{e}{m_e}\right)$	=	$1\cdot76\times10^{11}$ C kg^{-1}
1 u ≡ 1 a.m.u. = $1\cdot6605\times10^{-27}$ kg	=	931·5 MeV
Rest mass energy of electron ($m_e c^2$)	=	0·5110 MeV
Permittivity in free space (ε_0)	=	$8\cdot8542\times10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}
Permeability of free space (μ_0)	=	$4\pi\times10^{-7}$ N A^{-2}
Gas constant (R)	=	8·314 J mol^{-1} K^{-1}
Boltzmann constant (k_B)	=	$1\cdot381\times10^{-23}$ J K^{-1}
Planck constant (h)	=	$6\cdot626\times10^{-34}$ J s
($\hbar$)	=	$1\cdot0546\times10^{-34}$ J s
Bohr magneton (μ_B)	=	$9\cdot274\times10^{-24}$ J T^{-1}
Nuclear magneton (μ_N)	=	$5\cdot051\times10^{-27}$ J T^{-1}
Fine structure constant (α)	=	1/137·03599
Mass of proton (m_p)	=	1·0072766 u = $1\cdot6726\times10^{-27}$ kg
Mass of neutron (m_n)	=	1·0086652 u = $1\cdot6749\times10^{-27}$ kg
Mass of deuteron (m_d)	=	2·013553 u
Mass of α-particle (m_α)	=	4·001506 u
Mass of $^{12}_{6}$C	=	12·000000 u
Mass of $^{16}_{8}$O	=	15·994915 u
Mass of $^{87}_{38}$Sr	=	86·99999 u
Mass of $^{4}_{2}$He	=	4·002603 u
Orbital gyromagnetic ratio (g_l)	=	0 (neutron), 1 (proton)
Spin gyromagnetic ratio (g_s)	=	–3·8260 (neutron), 5·5856 (proton)

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

खण्ड—A / SECTION—A

1. *(a)* दर्शाइए कि क्वांटम यांत्रिकीय कण का द्रव्यमान और रेखीय संवेग क्रमशः $m = h/(\lambda v)$ एवं $p = h/\lambda$ के द्वारा द्योतित होता है, जहाँ h, λ और v क्रमशः प्लांक स्थिरांक, तरंगदैर्घ्य और कण के वेग हैं। इन संबंधों से तरंग-कण द्वैतता (द्वन्द्व) पर टिप्पणी कीजिए।

Show that the mass and linear momentum of a quantum mechanical particle can be given by $m = h/(\lambda v)$ and $p = h/\lambda$, respectively, where h, λ and v are Planck's constant, wavelength and velocity of the particle, respectively. Comment on the wave-particle duality from these relations. 10

(b) हाइजेनबर्ग के तीन अनिश्चितता सिद्धांतों को बताइए और गणितीय रूप में अभिव्यक्त कीजिए। क्वांटम यांत्रिकी के विकास में इन सिद्धांतों के भौतिकीय महत्त्व को उजागर कीजिए।

State and express mathematically the three uncertainty principles of Heisenberg. Highlight the physical significance of these principles in the development of Quantum Mechanics. 10

(c) एक-आयामी विभव के प्रभाव में एक मुक्त क्वांटम यांत्रिकीय कण के लिए यह दिखाइए कि ऊर्जा विविक्त रूप से प्रमात्रीकृत (क्वान्टित) होती है। ये ऊर्जा मान एक रैखिक आवर्ती दोलक के मान से किस प्रकार भिन्न हैं?

For a free quantum mechanical particle under the influence of a one-dimensional potential, show that the energy is quantized in discrete fashion. How do these energy values differ from those of a linear harmonic oscillator? 10

(d) क्या कारण है कि द्वि-स्तरीय लेसर प्रणाली में समष्टि प्रतिलोमन सामान्यतया संभव नहीं है? इसे स्पष्ट कीजिए।

Why is population inversion in general not possible in a two-level laser system? Explain it. 10

(e) क्या कारण है कि CO_2 अणु में रमन सक्रिय कंपन और अवरक्त कंपन एक-दूसरे के पूरक होते हैं?

Why are Raman active vibrations and IR vibrations in CO_2 molecule complementary to each other? 10

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

2. *(a)* आप ऊर्जा-स्तर घनत्व को किस प्रकार परिभाषित करते हैं? दिखाइए कि $\vec{k}$ का कम तरंग सदिश वाला ऊर्जा-स्तर घनत्व, आयतन V के तीन-आयामी घनीय बॉक्स में

$$D(\omega) = \frac{V}{2\pi^2} k^2 \left(\frac{dk}{d\omega}\right)$$

होता है, जो ω और $\omega + d\omega$ के बीच के आवृत्ति स्पेक्ट्रम में होता है। यहाँ मान लीजिए कि k की प्रति इकाई रेंज के मोडों की संख्या $L/(2\pi)$ है, जहाँ L घनीय बॉक्स के प्रत्येक पार्श्व की लम्बाई है।

How do you define density of states? Show that the density of states with wave vector less than $\vec{k}$ in a three-dimensional cubic box of volume V can be given by

$$D(\omega) = \frac{V}{2\pi^2} k^2 \left(\frac{dk}{d\omega}\right)$$

in the frequency spectrum between ω and $\omega + d\omega$. Here, assume that the number of modes per unit range of k is $L/(2\pi)$, L being the length of each side of the cubic box. 20

(b) हाइड्रोजन परमाणु की बोर त्रिज्या को गणितीय रूप में परिभाषित कीजिए और दिखाइए कि इस परमाणु की n अवस्था पर बंधन ऊर्जा

$$E_n = -\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{(a/Z)}\frac{1}{4n^2\pi\varepsilon_0}$$

होती है, जहाँ Z, H परमाणु का परमाणु क्रमांक है। H परमाणु के a और E_1 के अंकीय मानों का परिकलन कीजिए।

Define mathematically the Bohr radius of a hydrogen atom and show that the binding energy at state n of this atom can be given by

$$E_n = -\frac{1}{2}\frac{Ze^2}{(a/Z)}\frac{1}{4n^2\pi\varepsilon_0}$$

where Z is the atomic number of H atom. Calculate the numerical values of a and E_1 of H atom. 15

(c) अनिश्चितता के सिद्धांत से हाइड्रोजन परमाणु के आकार और निम्नतम अवस्था ऊर्जा का आकलन कीजिए।

Estimate the size of hydrogen atom and the ground state energy from the uncertainty principle. 15

3. *(a)* प्रसामान्य और अपसामान्य ज़ेमान प्रभाव का वर्णन कीजिए। समझाइए कि यह हाइड्रोजन परमाणु में अपभ्रष्टता को कैसे उठा देता है।

Describe normal and anomalous Zeeman effect. Explain how it lifts the degeneracy in hydrogen atom. 20

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

(b) लैम्ब सृति (शिफ्ट) क्या है? हाइड्रोजन परमाणु में H_α बामर रेखा की सूक्ष्म संरचना का निर्धारण करने में इसके महत्त्व पर चर्चा कीजिए।

What is Lamb shift? Discuss its significance in determining the fine structure of H_α Balmer line in hydrogen atom. 15

(c) पाउली प्रचक्रण आव्यूहों σ_x, σ_y और σ_z को परिभाषित कीजिए। इन परिभाषाओं का उपयोग करते हुए निम्न को सिद्ध कीजिए :

Define Pauli spin matrices σ_x, σ_y and σ_z. Using these definitions, prove the following :

(i) $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma_z^2 = 1$

(ii) $\sigma_x \sigma_y = i\sigma_z$; $\sigma_z \sigma_x = i\sigma_y$; $\sigma_y \sigma_z = i\sigma_x$ 15

4. (a) कण के कोणीय संवेग को परिभाषित कीजिए और कार्तीय निर्देशांक में कोणीय संवेग संकारक $\hat{L}$ के तीनों घटकों का पता लगाइए। दर्शाइए कि

$$\hat{L}^2 = -\hbar^2 \left[r^2 \nabla^2 - \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) \right]$$

होता है। साबित कीजिए कि संकारक $\hat{L}^2$ को गोलीय ध्रुवीय निर्देशांकों (r, θ, ϕ) में

$$\hat{L}^2 = -\hbar^2 \left[\frac{1}{\sin\theta} \frac{\partial}{\partial\theta} \left(\sin\theta \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \frac{1}{\sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial\phi^2} \right]$$

से भी व्यक्त किया जा सकता है।

Define angular momentum of a particle and find out the three components of the angular momentum operator $\hat{L}$ in Cartesian coordinates. Show that

$$\hat{L}^2 = -\hbar^2 \left[r^2 \nabla^2 - \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) \right]$$

Prove that the operator $\hat{L}^2$ can also be expressed as

$$\hat{L}^2 = -\hbar^2 \left[\frac{1}{\sin\theta} \frac{\partial}{\partial\theta} \left(\sin\theta \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \frac{1}{\sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial\phi^2} \right]$$

in spherical polar coordinates (r, θ, ϕ). 20

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

(b) एक रैखिक आवर्ती दोलक के लिए हैमिल्टनी प्रचालक (संकारक) को लिखिए। दर्शाइए कि उसी के ऊर्जा अभिलाक्षणिक (आइगेन) मान को $E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega_0$ द्वारा ऊर्जा स्थिति n पर अभिव्यक्त किया जा सकता है, जिसमें ω_0 रैखिक दोलक के कंपन की प्राकृतिक आवृत्ति है। सिद्ध कीजिए कि $n = 0$ ऊर्जा स्थिति में विशिष्ट गाउसीय रूप का एक तरंग फलन है।

Write down the Hamiltonian operator for a linear harmonic oscillator. Show that the energy eigenvalue of the same can be given by $E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega_0$ at energy state n with ω_0 being the natural frequency of vibration of the linear oscillator. Prove that $n = 0$ energy state has a wave function of typical Gaussian form. 15

(c) फ्रांक-कॉन्डन सिद्धांत क्या है? इस सिद्धांत के आधार पर एक द्विपरमाण्विक अणु के कम्पनिक इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रमों में तीव्रता वितरण पर चर्चा कीजिए।

What is Franck-Condon principle? Discuss the intensity distribution in the vibrational electronic spectra of a diatomic molecule on the basis of this principle. 15

खण्ड—B / SECTION—B

5. (a) स्थायी हल्के नाभिकों में समान संख्या में प्रोटॉन और न्यूट्रॉन होते हैं, जबकि भारी नाभिकों में न्यूट्रॉनों की अधिकता होती है। समझाइए क्यों।

Stable light nuclei have equal number of protons and neutrons, whereas heavy nuclei have excess of neutrons. Explain why. 10

(b) अप (u) और डाउन (d) क्वार्कों के लिए बराबर द्रव्यमान मानते हुए न्यूट्रॉन और प्रोटॉन के चुम्बकीय आघूर्णों का अनुपात (μ_n / μ_p) ज्ञात कीजिए।

Assuming equal masses for up (u) and down (d) quarks, find the ratio (μ_n / μ_p) of the magnetic moments of neutron and proton. 10

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

(c) एफ॰ सी॰ सी॰ जालक में परमाणुओं के सुसंकुलित तलों के मिलर सूचकांकों (इन्डिसेस) को निगमित कीजिए।

Deduce the Miller indices of the close-packed planes of atoms in the f.c.c. lattice. 10

(d) हीरे के चतुष्फलकीय बंधकों के बीच के कोण उभयनिष्ठ किनारों न कि फलक वाले पड़ोसी घनों के स्तंभ के वस्तु विकर्ण के बीच के कोण के समान होते हैं। कोण के मान को ज्ञात करने के लिए सदिश विश्लेषण का उपयोग कीजिए।

The angles between the tetrahedral bonds of diamond are the same as the angles between the body diagonals of a stack of neighbouring cubes having common edges and not faces. Use vector analysis to find the value of the angle. 10

(e) $T = 300$ K ताप पर एक सिलिकॉन अर्धचालक नमूने का अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल $0{\cdot}5\ \mu\text{m}^2$ है, जिसका पंचसंयोजक डोनर डोपिंग प्रोफाइल $C(x) = 5 \times 10^{16}\ e^{(-x/L_n)}\ \text{cm}^{-3}$ है। नमूने में इलेक्ट्रॉनों की गतिशीलता $1250\ \text{cm}^2\ \text{V}^{-1}\ \text{s}^{-1}$ दी गई है और इलेक्ट्रॉनों की विसरण लम्बाई, L_n, $4\ \mu\text{m}$ है। नमूने में दूरी $x = 2\ \mu\text{m}$ पर विसरण धारा का परिकलन कीजिए।

A silicon semiconductor sample at $T = 300$ K having cross-sectional area of $0{\cdot}5\ \mu\text{m}^2$ has a pentavalent donor doping profile given by $C(x) = 5 \times 10^{16}\ e^{(-x/L_n)}\ \text{cm}^{-3}$. Given, the mobility of the electrons in the sample is $1250\ \text{cm}^2\ \text{V}^{-1}\ \text{s}^{-1}$ and the diffusion length of the electrons, L_n, is $4\ \mu\text{m}$. Calculate the diffusion current in the sample at distance $x = 2\ \mu\text{m}$. 10

6. (a) नाभिक के आकार को मालूम करने के विभिन्न तरीकों की व्याख्या कीजिए। जब प्रारंभिक और अंतिम नाभिक दर्पण नाभिक हों, तो आप नाभिकीय संक्रमण से उत्पन्न बीटा किरणों के प्रेक्षण से नाभिकीय त्रिज्या का निर्धारण किस प्रकार करेंगे?

Explain the various methods of finding the size of the nucleus. How will you determine the nuclear radius from the observation of beta rays resulting from nuclear transition when the initial and final nuclei are mirror nuclei? 5+15

(b) दिया गया है कि ^{17}O में $1d_{5/2}$ और $1d_{3/2}$ के बीच एकल कण ऊर्जा पृथकन 5 MeV है। प्रचक्रण-कक्षा अन्योन्यक्रिया की प्रबलता (ताकत) का परिकलन कीजिए। देखा जाता है कि $1d_{5/2}$ स्तर, $1d_{3/2}$ स्तर से नीचे है।

Given that the single particle energy separation between $1d_{5/2}$ and $1d_{3/2}$ in ^{17}O is 5 MeV. Calculate the strength of spin-orbit interaction. It is observed that $1d_{5/2}$ level is lower than $1d_{3/2}$ level. 15

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

(c) केवल बीटा क्षय दर को देखकर दुर्बल अन्योन्यक्रिया में पैरिटी उल्लंघन को पहचानना क्यों संभव नहीं है? अपने उत्तर का औचित्य साबित कीजिए।

Why is it not possible to detect the parity violation in weak interaction by observing only the beta decay rate? Justify your answer. 15

7. (a) भुजा a वाले फलक-केन्द्रित घनीय जालक पर विचार कीजिए। निगमित कीजिए—

(i) अभाज्य स्थानांतरण सदिशों को;

(ii) अभाज्य कोष्ठिका के आयतन को;

(iii) व्युत्क्रम अभाज्य स्थानांतरण सदिशों को;

(iv) व्युत्क्रम जालक के आयतन को।

Consider a face-centred cubic lattice of side a. Deduce—

(i) the primitive translation vectors;

(ii) the volume of the primitive cell;

(iii) the reciprocal primitive translation vectors;

(iv) the volume of the reciprocal lattice. 20

(b) ν आवृत्ति के एक क्वांटम दोलन की औसत ऊर्जा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। फर्मी-डिराक वितरण और $E - E_F > 2$ मान लीजिए, जहाँ E_F फर्मी स्तर है।

Derive the expression for the average energy of a quantum oscillation of frequency ν. Assume Fermi-Dirac distribution and $E - E_F > 2$, where E_F is the Fermi level. 15

(c) एक वृद्धि (इनूहान्समेन्ट) मोड MOSFET की अनुप्रस्थ-काट संरचना का रेखाचित्र बनाइए और इसके निर्गत (आउटपुट) अभिलक्षणों की मदद से इसके संचालन के सिद्धांतों की व्याख्या कीजिए।

Sketch the cross-sectional structure of an enhancement mode MOSFET and explain its principles of operation with the help of its output characteristics. 15

8. (a) एक सिलिकॉन अर्धचालक के नमूने को 6×10^{16} cm^{-3} ऐलुमिनियम परमाणुओं और 7×10^{15} cm^{-3} फॉस्फोरस परमाणुओं से मादित किया गया है। $T = 300$ K पर दिया गया है, नैज वाहक सांद्रण, $n_i = 1{\cdot}5 \times 10^{10}$ cm^{-3}; बैंड अंतराल, $E_g = 1{\cdot}1$ eV; इलेक्ट्रॉन गतिशीलता, $\mu_n = 1250$ cm^2 V^{-1} s^{-1} और होल गतिशीलता $\mu_p = 480$ cm^2 V^{-1} s^{-1} है। नमूने में निम्न का निर्धारण कीजिए :

(i) अर्धचालक का प्रकार, n या p

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

(ii) होल वाहक सांद्रण

(iii) इलेक्ट्रॉन वाहक सांद्रण

(iv) चालन बैंड के तली के सापेक्ष नमूने में फर्मी-स्तर का स्थान

(v) नमूने की चालकता

A silicon semiconductor sample is doped with 6×10^{16} cm^{-3} of aluminium and 7×10^{15} cm^{-3} of phosphorus atoms. Given at $T = 300$ K, the intrinsic carrier concentration, $n_i = 1{\cdot}5 \times 10^{10}$ cm^{-3}; the band gap, $E_g = 1{\cdot}1$ eV; the electron mobility, $\mu_n = 1250$ cm^2 V^{-1} s^{-1} and the hole mobility, $\mu_p = 480$ cm^2 V^{-1} s^{-1}. Determine in the sample of the following :

(i) The type of the semiconductor, n or p

(ii) The hole carrier concentration

(iii) The electron carrier concentration

(iv) The position of the Fermi level in the sample with respect to the bottom of the conduction band

(v) The conductivity of the sample 20

(b) 2 nA अदीप्त प्रतिलोम संतृप्ति धारा वाले एक 5 cm^2 Ge सौर सेल पर सौर विकिरण आपतित होती है, जिससे प्रति सेकण्ड 4×10^{17} इलेक्ट्रॉन-होल युग्मों का निर्माण होता है। इलेक्ट्रॉन और होल विसरण लम्बाइयाँ क्रमशः 5 μm और 2 μm हैं। सेल के लिए निम्न की गणना कीजिए :

(i) लघु-परिपथ धारा

(ii) खुला-परिपथ वोल्टता

A 5 cm^2 Ge solar cell with a dark reverse saturation current of 2 nA has solar radiation incident upon it, producing 4×10^{17} electron-hole pairs per second. The electron and hole diffusion lengths are given to be 5 μm and 2 μm, respectively. Calculate for the cell of the following :

(i) The short-circuit current

(ii) The open-circuit voltage 10

(c) *(i)* नाभिकीय चुंबकीय आघूर्ण की उत्पत्ति को स्पष्ट कीजिए। श्मिट के एकल कण मॉडल की मदद से चुंबकीय द्विध्रुवीय आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ii) एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन से युक्त एक तंत्र (ज़रूरी नहीं कि ड्यूटरॉन हो) के लिए स्पष्ट रूप से इसके समभारिक प्रचक्रण (आइसोस्पिन), प्रचक्रण (स्पिन) और कक्षीय क्वांटम संख्याओं को निर्दिष्ट करते हुए विभिन्न संभावित अवस्थाओं को लिखिए।

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

(i) Explain the origin of the nuclear magnetic moment. Deduce expression for the magnetic dipole moment with the help of the Schmidt single particle model. 10

(ii) For a system consisting of one proton and one neutron (not necessarily a deuteron), write down the various possible states specifying clearly its isospin, spin and orbital quantum numbers. 10

★★★

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

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