UPSC CSE 2014 MAINS PAPER 7 DECEMBER 19, 2014 PHYSICS OPTIONAL PAPER II QUESTION PAPER

C-DRN-N-RIZB

भौतिकी

प्रश्न-पत्र—II

PHYSICS

Paper—II

निर्धारित समय : तीन घंटे
Time Allowed : Three Hours

अधिकतम अंक : 250
Maximum Marks : 250

प्रश्न-पत्र के लिए विशिष्ट अनुदेश

उत्तर लिखना शुरू करने से पहले कृपया निम्न निर्देशों में से प्रत्येक को ध्यानपूर्वक पढ़ लीजिए।

आठ प्रश्नों को दो खंडों में बांटा गया है और **हिन्दी** तथा **अंग्रेजी** में छापा गया है।

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

प्रश्न संख्या **1** एवं **5** अनिवार्य हैं, बाकी प्रश्नों में से **तीन** का उत्तर प्रत्येक खण्ड से न्यूनतम **एक** प्रश्न लेते हुए करना है।

प्रश्न/अंश के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

उत्तर उसी माध्यम में दिये जाने हैं जो सार्टिफिकेट में अनुमत है। उसका उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (QCA) बुकलेट में निर्धारित स्थान पर मुखपृष्ठ पर करना जरूरी है। अनुमत माध्यम से भिन्न माध्यम में दिये उत्तरों पर कोई अंक नहीं दिया जायेगा।

जरूरत होने पर, उचित आंकड़े मान लें, उसका उल्लेख स्पष्टत: करें।

यदि अन्यथा सूचित नहीं हो, सिंबल एवं नोटेशन आमतौर पर प्रयुक्त सामान्य अर्थ वहन करते हैं।

कोई खाली पन्ना या अंश यदि उत्तर पुस्तिका में छोड़ा गया है, उसे स्पष्टत: अवश्य काट दें।

सभी प्रश्नों को क्रमान्वय में गिना जायेगा। प्रश्न आंशिक रूप में किया गया, तो भी गिना जायेगा यदि उसे नहीं काट दिया गया हो।

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** 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 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 meaning.

Any page or portion of the page left blank in the answer book must be clearly struck off.

Attempts of questions shall be counted in chronological order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly.

खण्ड—अ
SECTION—A

Q. 1(a) 500 eV गतिज ऊर्जा के साथ गतिमान (i) एक न्यूट्रान और (ii) एक इलेक्ट्रान के डी ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य को मालूम कीजिए। ($1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19}$ J)

Find the deBroglie wave length of (i) a neutron and (ii) an electron moving with a kinetic energy of 500 eV. ($1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19}$ J) 10

Q. 1(b) लेम्बडा (Λ°) कण का माध्य जीवन काल 2.6×10^{-10} s है। इसके द्रव्यमान के eV में निर्धारण में क्या अनिश्चितता होगी ?

The mean life time of Lambda (Λ°) particle is 2.6×10^{-10} s. What will be the uncertainty in the determination of its mass in eV ? 10

Q. 1(c) अगर $\hat{x}$ और $\hat{p}$ स्थिति और संवेग संकारक हैं, तो निम्नलिखित क्रमविनिमय (कौमुटेशन) संबंध को साबित कीजिए : $[\hat{p}^2, \hat{x}] = -2i\hbar p$ ।

If $\hat{x}$ and $\hat{p}$ are the position and momentum operators, prove the commutation relation $[\hat{p}^2, \hat{x}] = -2i\hbar p$. 10

Q. 1(d) दत्त की कार्बन मोनोक्साइड (CO) के कम्पनिक स्तरों के बीच का अंतराल ऊर्जा का 8.45×10^{-2} eV है। अणु के बल-स्थिरांक को मालूम कीजिए।

Given that the spacing between vibrational levels of CO molecules is 8.45×10^{-2} eV of energy. Find the force constant of the molecule. 10

Q. 1(e) पाउली प्रचक्रण आव्यूहों (स्पिन मैट्रिसेस) को लिखिए। पाउली प्रचक्रण आव्यूहों के पदों में J_x, J_y और J_z का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

Write down Pauli spin matrices. Express J_x, J_y and J_z in terms of Pauli spin matrices. 10

Q. 2(a) क्रमविनिमय संबंधों

$$[x, p_x] = [y, p_y] = [z, p_z] = i\hbar,$$

का इस्तेमाल करते हुए, कोणीय संवेग संकारक L के घटकों के बीच क्रमविनिमय संबंधों का निगमन कीजिए :

$$[L_x, L_y] = i\hbar L_z$$

$$[L_y, L_z] = i\hbar L_x \text{ और}$$

$$[L_z, L_x] = i\hbar L_y.$$

Using the commutation relations

$$[x, p_x] = [y, p_y] = [z, p_z] = i\hbar,$$

deduce the commutation relation between the components of angular momentum operator L.

$$[L_x, L_y] = i\hbar L_z$$

$$[L_y, L_z] = i\hbar L_x \text{ and}$$

$$[L_z, L_x] = i\hbar L_y.$$

20

Q. 2(b) एक कण के लिए काल-आश्रित श्रोडिंगर समीकरण को प्राप्त कीजिए। यहाँ से, काल-स्वतंत्र श्रोडिंगर समीकरण का निगमन कीजिए।

Obtain the time-dependent Schrödinger equation for a particle. Hence deduce the time-independent Schrödinger equation. 20

Q. 2(c) फ्लक्स घनत्व 0.3 टेसला के एक चुंबकीय क्षेत्र में निश्चित तत्व का एक नमूना रखा जाता है। 4500 Å तरंगदैर्घ्य के स्पेक्ट्रमी रेखा का जीमान घटक कितनी दूर अलग है ? ($e/m = 1.76 \times 10^{11}$ c/kg, $c = 3.0 \times 10^8$ ms^{-1})

A sample of a certain element is placed in a magnetic field of flux density 0.3 tesla. How far apart is the Zeeman component of a spectral line of wavelength 4500 Å ? Given : $e/m = 1.76 \times 10^{11}$ c/kg, $c = 3.0 \times 10^8$ ms^{-1}. 10

Q. 3(a) द्रव्यमान m के एक कण के लिए श्रोडिंगर समीकरण निम्नलिखित एकविमीय विभव कूप (पोटैंशियल वैल) :

$V = 0$, जब $0 \le x \le L$

$= \infty$, जब $x < 0, x > L$

में परिरूद्ध द्रव्यमान m के एक कण के लिए श्रोडिंगर समीकरण हल कीजिए।

विविक्त ऊर्जा मानों और प्रसामान्यीकृत आइगेन मानों को प्राप्त कीजिए।

Solve the Schrödinger equation for a particle of mass m confined in a one-dimensional potential well of the form :

$V = 0$, when $0 \le x \le L$

$= \infty$, when $x < 0, x > L$

Obtain the discrete energy values and the normalized eigen functions. 20

Q. 3(b) द्विपरमाणुक अणु को एक अप्रसंवादी दोलित्र के रूप में मानते हुए कम्पनिक स्पेक्ट्रमों की चर्चा कीजिए।

Discuss the vibrational spectra of a diatomic molecule treating it as an anharmonic oscillator.

20

Q. 3(c) अनंत ऊँचाई और 1 Å चौड़ाई के एकविमीय कोष्ठ में एक इलेक्ट्रान गतिमान है। इस इलेक्ट्रान की न्यूनतम ऊर्जा मालूम कीजिए।

An electron is moving in a one dimensional box of infinite height and width 1 Å. Find the minimum energy of electron. 10

Q. 4(a) प्रसामान्य जीमान सृति (जीमान शिफ्ट) के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए। हाइड्रोजन अणु के स्पेक्ट्रमी रेखाओं का जीमान विपाटन (जीमान स्पीलिटिंग) और $l = 1$ व $l = 2$ अवस्थाओं के लिए अनुमत संक्रमणों को उदाहरण के साथ समझाइये।

Obtain an expression for the normal Zeeman shift. Illustrate the Zeeman splitting of spectral lines of H atom and the allowed transitions for the $l = 1$ and $l = 2$ states. 20

Q. 4(b) समझाइए कि नाभिकीय प्रचक्रण I अणुओं की द्रव्यमान संख्या A और परमाणु क्रमांक Z पर किस प्रकार निर्भर करता है, टिप्पणी कीजिए।

Explain how the nuclear spin I depends on the mass number A and atomic number Z of atoms. 10

Q. 4(c) (i) नाभिकीय चुंबकीय अनुनाद (एन.एम.आर.) में अनुनाद दशा के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ii) नाभिकीय चुंबकीय अनुनाद स्पेक्ट्रोस्कोपी में विश्रांति प्रक्रमों पर टिप्पणी कीजिए।

(i) Obtain an expression for the resonance condition in NMR. 10

(ii) Explain the relaxation processes in NMR spectroscopy. 10

खण्ड—ब

SECTION—B

Q. 5(a) समझाइए कि क्यों स्थायी हल्के नाभिकों में समान संख्या में प्रोटोन और न्यूट्रान होते हैं जबकि भारी नाभिकों में न्यूट्रान की अधिकता होती है।

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

Q. 5(b) अल्फा-क्षय (एल्फा डिके) के अध्ययन से नाभिकीय त्रिज्या का प्राक्कलन करना संभव है। टिप्पणी कीजिए कि किस प्रकार ?

It is possible to estimate the nuclear radius from the study of alpha decay ? Explain how. 10

Q. 5(c) f.c.c. गोल्ड और f.c.c. कॉपर में ध्वनि का वेग क्रमश: 2100 m/s और 3800 m/s है। अगर कॉपर का डिबाय तापमान 348 K है, तो गोल्ड का डिबाय तापमान निर्धारित कीजिए।

मानिये कि गोल्ड का घनत्व = 1.93×10^4 kg/m^3 और कॉपर का घनत्व 0.89×10^4 kg/m^3 है।

The velocity of sound in f.c.c. gold and f.c.c. copper is 2100 m/s and 3800 m/s respectively. If the Debye temperature of copper is 348 K, then determine the Debye temperature of gold. Take the densities of gold and copper as 1.93×10^4 kg/m^3 and 0.89×10^4 kg/m^3 respectively. 10

Q. 5(d) अतिचालकों (सुपरकंडक्टर्स) में ऊर्जा अंतराल इंसुलेटरों के ऊर्जा अंतराल से कैसे भिन्न होता है ? अतिचालकों के लिए यह ताप के साथ किस प्रकार परिवर्तित होता है ?

How does the energy gap in superconductors differ from the energy gap in insulator ? How does it vary with temperature for superconductors ? 10

Q. 5(e) एक घनीय एकक कोष्ठिका (सेल) में समतल (111) और (121) के प्रसामान्यों के बीच का कोण मालूम कीजिए।

In a cubic unit cell, find the angle between normals to the plane (111) and (121). 10

Q. 6(a) सेम (SEM) और टेम (TEM) के कार्य-पद्धतियों पर टिप्पणी कीजिए और इसके सिद्धांतों के मुख्य अंतरों को रेखांकित कीजिए। सुन्दर व्यवस्था रेखाचित्र बनाइये।

Explain the working of SEM and TEM and highlight the major differences in principles. Draw neat schematic diagrams. 20

Q. 6(b) n-चैनल अवक्षय प्रकार के MOSFET के मूल संरचना को दीजिए। अवक्षय और संवृद्धि विधाओं में ड्रेन धारा-ड्रेन वोल्टता अभिलक्षक का रेखाचित्र बनाइये।

Give the basic structure of n-channel depletion type MOSFET. Draw the drain current-drain voltage characteristics both in depletion as well as enhancement modes. 20

Q. 6(c) मूलभूत अन्योन्यक्रिया में अपनी भागीदारी के आधार पर, मूल कणों (एलिमेंटरी पार्टिकल्स) का वर्गीकरण कैसे होता है ?

How are elementary particles classified on the basis of their participation in fundamental interaction ? 10

Q. 7(a) (i) नाभिकीय बलों की प्रमुख्य अभिलक्षण क्या हैं ?

(ii) नाभिकीय बलों की युकावा की थियोरी पर चर्चा कीजिए।

(i) What are salient features of nuclear forces ? 10

(ii) Discuss Yukawa's theory of nuclear forces. 10

Q. 7(b) (i) कैसे द्रव बूंद माडल विखंडण (फिशन) की व्याख्या करता है ?

(ii) कोश मॉडल (शैल मॉडल) की क्या सीमाएं हैं ?

(i) How does liquid drop model explain fission ? 10

(ii) What are the limitations of shell model ? 10

Q. 7(c) अतिचालक अवस्था में सीसे (लेड) का शून्य चुंबकीय क्षेत्र पर 6.2 K का क्रांतिक तापमान और 0 K पर 0.064 $\mathrm{MAm^{-1}}$ का एक क्रांतिक क्षेत्र है। 4 K तापमान पर क्रांतिक क्षेत्र का निर्धारण कीजिए।

Lead in the superconducting state has critical temperature of 6.2 K at zero magnetic field and a critical field of 0.064 $\mathrm{MAm^{-1}}$ at 0 K. Determine the critical field at 4 K. 10

Q. 8(a) व्युत्क्रम जालक (लैटिस) क्या होती है और इसका नाम यह क्यों है ? दिष्ट जालक के अभाज्य स्थानांतरण वेक्टर के रूप में, व्युत्क्रम जालक का अभाज्य स्थानांतरण वेक्टर के लिए संबंधों का व्युत्पन्न कीजिए।

What is the reciprocal lattice and why is it named so ? Derive the relationships for the primitive translation vectors of the reciprocal lattice in terms of those of the direct lattice. 20

Q. 8(b) नाभिकों में जादुई संख्याएं क्या हैं ? इसके अस्तित्व को बताते हुए प्रायोगिक साक्ष्यों को सूचीबद्ध करें।

What are the magic numbers in nuclei ? List the experimental evidences indicating their existence. 20

Q. 8(c) 100 V/m का विद्युत क्षेत्र n-प्रकार के अर्द्ध-चालक के नमूना पर लगाया जाता है जिसका हाल-गुणांक $-0.0125\ m^3$/coulomb है। $\mu_x = 0.36\ m^2\ v^{-1}s^{-1}$ का मान मानते हुए, नमूने में धारा-घनत्व निर्धारित कीजिए।

An electric field of 100 V/m is applied to a sample of n-type semiconductor whose Hall coefficient is $-0.0125\ m^3$/coulomb. Determine the current density in the sample assuming $\mu_x = 0.36\ m^2\ v^{-1}s^{-1}$. 10

Prepp Your Personal Exam Guide