

# Physics (Code- 16)

## भौतिक विज्ञान (कोड-16)

Time : 3 Hours

M.M. : 150

समय : 3 घंटे

अधिकतम अंक: 150

Note: Attempt five questions. All questions carry equal marks. Question number 1 is compulsory. Answer any two questions from part I and two questions from part II. The parts of the same questions must be answered together and must not be interposed between answers to other questions.

In case of any discrepancy in the English and Hindi versions, English version will be taken as final.

टिप्पणी: पाँच प्रश्न हल करें सभी के अंक समान हैं। प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है। भाग 1 से दो प्रश्नो तथा भाग 2 से दो प्रश्नो का उत्तर दें। एक प्रश्न के सभी अंशो का उत्तर एक साथ दें। एक प्रश्न के अंशो का उत्तर दूसरे प्रश्न के अंशो के मध्य न ले जाये।

यदि अंग्रेजी एवं हिन्दी विवरण में कोई विसंगति हो, तो अंग्रेजी विवरण अंतिम माना जाएगा।

1. Attempt any four of the following:

(4×7.5=30)

निम्न में से किन्हीं चार के उत्तर दीजिये :

(a) Write down and explain Bernoulli's equation. Using this equation discuss the principle of the lift of an airplane.

बर्नोली समीकरण लिखिये व समझाइये। इस समीकरण का उपयोग करते हुये, हवाई जहाज के ऊपर उठने के सिद्धांत की व्याख्या कीजिये।

(b) Describe the principle of equipartition of energy in Thermodynamics. Using this principle, discuss about the specific heat of diatomic molecules.

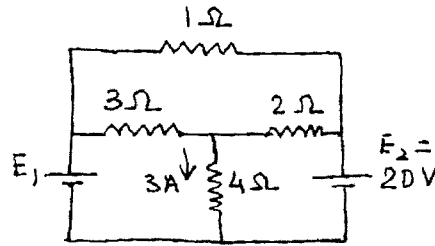
उष्मागतिकी में ऊर्जा के सम-आंबटन के सिद्धांत का वर्णन कीजिये। इस सिद्धांत का उपयोग करते हुये द्विपरमाणुविक अणुओं की विशिष्ट उष्मा की व्याख्या कीजिये।

(c) Write a short note on the principle of holography.

होलोग्राफी के सिद्धांत पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये।

(d) Find out the value of current flowing through and the potential difference across each resistance and also  $E_1$  in the following circuit. Assume internal resistance of the two cells to be negligible.

निम्न परिपथ में प्रत्येक प्रतिरोध में बह रही धारा का मान और उसके आरपार विभवांतर और  $E_1$  भी ज्ञात कीजिये। दो सेलों का आंतरिक प्रतिरोध नगण्य मानिये।

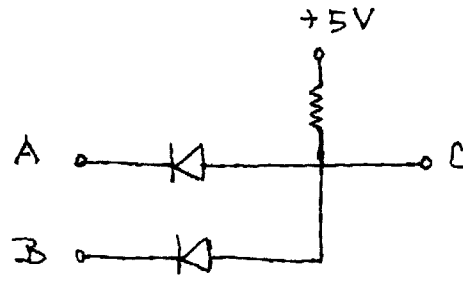


e) Give a classification of the following fundamental particles: photons,  $\pi^+$ ,  $p$ ,  $e^-$ ,  $n$ ,  $\nu_e$ ,  $\mu^-$ ,  $\Sigma^+$ . Also state which of these are stable and which ones have finite lifetime.

निम्न मूलभूत कणों का एक वर्गीकरण दीजिये: फोटॉन,  $\pi^+$ ,  $p$ ,  $e^-$ ,  $n$ ,  $\nu_e$ ,  $\mu^-$ ,  $\Sigma^+$ । यह भी बताइये कि इनमें से कौन से स्थिर हैं और किनका आयुकाल निश्चित है।

f) Identify the following Gate. Give its truth table and explain the same.

निम्नलिखित द्वार (गेट) को पहचानिये। इसकी सत्य सारणी दीजिये और उसे समझाइये।



Part -I (भाग-1)

2. (a) A man whose mass is 90 kg is in a lift ( elevator). Determine the force the floor of the lift exerts on him when ( i ) the lift goes up with a uniform speed, (ii) the lift accelerate up to  $3 \text{ ms}^{-2}$  and (iii) the cable of the lift brakes and the lift falls freely. (3+3+4=10)

एक व्यक्ति जिसकी संहति 90 कि.ग्रा है एक लिफ्ट (एलिवेटर) में है। वह बल ज्ञात कीजिये जो लिफ्ट का फर्श उस व्यक्ति पर लगाता है जबकि (i) लिफ्ट एक समान गति से ऊपर जाती है, (ii) लिफ्ट  $3 \text{ मी.से.}^{-2}$  से ऊपर की ओर त्वरित होती है और (iii) लिफ्ट का रस्सा (तार) टूट जाता है और लिफ्ट स्वतंत्र रूप से नीचे गिरती है।

- (b) Consider two frames of reference  $S'$  and  $S$  and assume  $S'$  to be moving with respect to  $S$  along x-axis with a velocity  $v$ . Using Lorentz Transformation for position coordinates and time, obtain expression for velocity of a body as measured in  $S'$  in terms of that measured in  $S$ . (10)

दो निर्देश तंत्रों  $S'$  व  $S$  की अवधारणा कीजिये और  $S'$  को  $S$  के सापेक्ष x- अक्ष के अनुदिश  $v$  वेग से गतिशील मानिये। स्थिति निर्देशों और काल (समय) के लॉरेन्ज रूपांतरणों का उपयोग करते हुये, पिंड के  $S'$  में मापे गये वेग के लिये व्यंजक  $S$  में मापे गये वेग के पदों में प्राप्त कीजिये।

- (c) Consider two observers  $O$  and  $O'$  such that frame of reference attached to  $O'$  is rotating with an angular velocity  $\omega$  with respect to the frame attached to  $O$ . Obtain appropriate expressions for acceleration of a particle as observed by  $O$  in terms of that by  $O'$ . (10)

इस प्रकार के दो प्रेक्षकों  $O$  एवं  $O'$  की अवधारणा कीजिये कि  $O'$  के साथ जुड़ा निर्देश तंत्र  $O$  के साथ जुड़े निर्देश तंत्र के सापेक्ष एक कोणीय वेग  $\omega$  से घूर्णन कर रहा है।  $O$  द्वारा प्रेक्षित एक कण के त्वरण के लिये  $O'$  द्वारा प्रेक्षित त्वरण के पद में एक व्यंजक प्राप्त कीजिये।

3. (a) What is a Carnot cycle? Deduce an expression for efficiency of a Carnot engine working between Source temperature  $T_1$  and Sink temperature  $T_2$ . (10)

कार्न साइकल क्या है? स्रोत के ताप  $T_1$  व हौज के ताप  $T_2$  के मध्य कार्यरत एक कार्न इंजन की दक्षता के लिये एक व्यंजक की उत्पत्ति कीजिये।

- (b) Make a qualitative sketch of Maxwellian distribution of velocities of gas molecules at two temperatures  $T_1$  and  $T_2$  (assume  $T_1 > T_2$ ). Deduce expression for root mean square velocity and calculate the same for  $H_2$  gas (given  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$  and  $m_H = 1.674 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ). (4+3+3=10)

दो तापों  $T_1$  व  $T_2$  ( $T_1 > T_2$  मानिये) पर गैस अणुओं के वेगों के मैक्सवेलीय वितरण का एक गुणात्मक रेखाचित्र बनाइये। वर्ग माध्यमूल के लिये व्यंजक उत्पन्न कीजिये और  $H_2$  गैस के लिये इसकी गणना कीजिये (दिया है  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$  and  $m_H = 1.674 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ).

- (c) Using Debye model, obtain an expression for specific heat (at constant volume) of solids for temperatures much below Debye temperature. (10)

डीबाइ मॉडल का उपयोग करते हुये, ठोसों के लिये डीबाइ ताप से बहुत कम तापों पर विशिष्ट उष्मा (नियत आयतन पर) के लिये एक व्यंजक प्राप्त कीजिये।

4. (a) Assume a particle of mass  $m$  subjected to an elastic force and a velocity dependent damping force. Let this be applied upon by a force  $F = F_0 \cos(\omega t)$ . Set up the equation of motion for the particle (solution is not required). Write down the expression for velocity amplitude of the oscillator (no derivation is required). At which frequency of the applied force does the energy resonance occur? (3+3+2=8)

$m$  संहति के एक कण की अवधारणा कीजिये जिस पर एक प्रत्यास्थ बल और वेग पर निर्भर विमंदन बल लगा हो। इसके ऊपर एक बल  $F = F_0 \cos(\omega t)$  लगा मानिये। कण के लिये गति का समीकरण स्थापित कीजिये (हल करने की आवश्यकता नहीं है)। इस दोलित्र के वेग आयाम के लिये एक व्यंजक लिखिये (व्युत्पन्न करने की आवश्यकता नहीं है) लगे हुये बल की किस आवृत्ति पर ऊर्जा अनुनाद घटित होता है।

- (b) Two transverse of simple harmonic waves A and B (of same frequency) of amplitudes 5 units and 2 units superpose with phase difference (i)  $\pi/2$  and (ii)  $\pi$ . Obtain ratio of the intensities of the superposed patterns. (8)

5 इकाइयों और 2 इकाइयों के आयामों की दो अनुप्रस्थ सरल आवर्ती तरंगें A व B (एक ही आवृत्ति की) (i)  $\pi/2$  और (ii)  $\pi$  के कलान्तर के साथ अध्यारोपित होती हैं। दो अध्यारोपित प्रतिरूपों में तीव्रताओं का अनुपात प्राप्त कीजिये।

- (c) A diffraction grating of width 2 cm and having 20,000 lines is used in the third order in range of wavelength  $5500\text{Å}$ . What is the smallest frequency interval (in  $\text{cm}^{-1}$  units) that the grating can resolve? (8)

2से.मी. चौड़ी और 20,000 रेखाओं की एक विवर्तन जालिका तृतीय कोटि में  $5500\text{Å}$  तरंगदैर्घ्य की परास में प्रयुक्त की जाती है। आवृत्ति का न्यूनतम अंतराल ( $\text{सेमी}^{-1}$  इकाई में) क्या है जो जालिका विभेदित कर सकती है।

- (d) State two special characteristics of the LASER source in relation to an ordinary light source. Briefly explain how they are achieved in a LASER source. (2+4)

एक सामान्य प्रकाश स्रोत के संदर्भ में एक लेजर स्रोत के दो विशिष्ट लक्षणों का कथन कीजिये। संक्षेप में समझाइये कि एक लेजर स्रोत में यह किस प्रकार प्राप्त किये जाते हैं।

## Part -II (भाग-2)

5. (a) Consider two parallel plates with equal but opposite charges. Using Gauss's law, obtain the electric field in the region between the two plates. (10)

बराबर परंतु विपरीत आवेशों वाली दो समांतर पट्टिकाओं की अवधारणा कीजिये। गाउस के नियम का उपयोग करते हुये, दो पट्टिकाओं के मध्य के क्षेत्र में विद्युत क्षेत्र प्राप्त कीजिये।

- (b) Consider a current carrying thin rectilinear wire of infinite length. Obtain an expression for magnitude of the magnetic field at a normal distance R from the wire. (10)

अनंत लंबाई के एक सरल रेखीय तार की अवधारणा कीजिये जिसमें धारा प्रवाहित हो रही हो। तार से अभिलांबिक दूरी R पर चुम्बकीय क्षेत्र के परिमाण के लिये एक व्यंजक प्राप्त कीजिये।

- (c) A capacitor of  $0.001 \mu\text{F}$  is connected in parallel with a 2 mH coil of resistance  $0.5 \Omega$ . Calculate (i) the frequency at which the current from an AC source to this circuit is minimum and (ii) selectivity of the circuit. (5+5)

$0.5 \Omega$  प्रतिरोध की एक 2मि. हेनरी कुण्डली के समांतर क्रम में एक  $0.001$  माइक्रो फ़ैरड का संधारित्र जोड़ा जाता है। गणना कीजिये (i) उस आवृत्ति की जिस पर एक ए.सी. स्रोत से इस परिपथ में धारा न्यूनतम है और (ii) परिपथ की चयनीयता की।

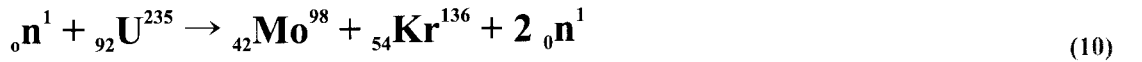
6. (a) Describe Raman effect. Explain the same on the basis of quantized nature of energy states. (2+8)

रमन प्रभाव का वर्णन कीजिये। ऊर्जा अवस्थाओं की क्वांटम प्रकृति के आधार पर इसको समझाइये।

(b) Solve Schrodinger equation for the particle in one dimensional potential well of width 'a' and infinite depth and obtain expression for the energy values of the particle. Make a schematic sketch of the wave functions for first three energy states in the potential well. (6+4)

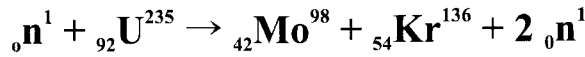
चौड़ाई 'a' व अनन्त गहराई के एक विमीय विभव कूप में एक कण का श्रोडिंजर समीकरण हल कीजिये और कण के ऊर्जा मानों के लिये व्यंजक प्राप्त कीजिये। विभव कूप में प्रथम तीन ऊर्जा स्तरों के लिये तरंग फलनों का एक आरेख बनाईए।

(c) consider the nuclear reaction



Calculate the energy released (in eV) in the fission of one  ${}_{92}\text{U}^{235}$  nucleus [masses (in amu) of  ${}_0\text{n}^1$ ,  ${}_{92}\text{U}^{235}$ ,  ${}_{42}\text{Mo}^{98}$  and  ${}_{54}\text{Kr}^{136}$  are 1.0087, 235.0439, 97.9054 and 135.9170 respectively].

इस नाभिकीय क्रिया की अवधारणा कीजिये।



एक  ${}_{92}\text{U}^{235}$  नाभिक के विखंडन में निकली ऊर्जा (eV में) की गणना कीजिये [ ${}_0\text{n}^1$ ,  ${}_{92}\text{U}^{235}$ ,  ${}_{42}\text{Mo}^{98}$  व  ${}_{54}\text{Kr}^{136}$  की संहतियां (परमाणुविक संहति इकाई में) क्रमशः हैं 1.0087, 235.0439, 97.9054 व 135.9170].

7 a). Discuss the forward and reverse bias condition of a p-n junction diode and draw the characteristic curve. Explain cutin (or threshold) voltage of the diode. (6+4)

एक p-n संधि डायोड की अग्र व पश्च अभिनति (बायस) स्थितियों की व्याख्या कीजिये और अभिलाक्षणिक वक्र खींचिये। डायोड के लिये कटिन (या देहली) वोल्टता समझाइये।

(b) Giving a suitable circuit diagram, explain the working of a common emitter transistor amplifier. Comment on the features of its voltage and current gain and input and output impedances. (6+4)

एक समुचित परिपथ चित्र देकर एक उत्सर्जक उभयनिष्ठ ट्रान्जिस्टर प्रवर्धक की कार्यप्रणाली समझाइये। इसकी वोल्टता व धारा लब्धि और निवेशी व निर्गम प्रतिबाधाओं के लक्षणों पर टिप्पणी कीजिये।

(c) Explain the working of a bridge rectifier circuit. (10)

एक सेतु दिष्टकारी परिपथ की कार्यप्रणाली समझाइये।