www.prepp.in

ALL RIGHTS RESERVED
सर्वाधिकार सुरक्षित

49/FG/CC/M-2022-22

2022

PHYSICS

भौतिकी

Time Allowed : 3 hours | *Maximum Marks* : 300

समय : 3 घण्टे | *पूर्णांक* : 300

Instructions **:**

- The figures in the margin indicate full marks.
- Answer **all** questions.
- Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.
- All questions have been printed both in English and Hindi. In case of any ambiguity in Hindi version, the English version shall be considered authentic.
- Parts of the same question must be answered together and must not be interposed between answers to other questions.

अनुदेश **:**

- उपान्त के अंक पूर्णांक के द्योतक हैं।
- **सभी** प्रश्नों के उत्तर देना अनिवार्य है।
- परीक्षार्थी यथासम्भव अपने शब्दों में ही उत्तर दें।
- सभी प्रश्न अंग्रेजी और हिन्दी दोनों भाषा में छपे हैं। यदि हिन्दी भाषा में कोई संदेह है, तो अंग्रेजी भाषा को ही प्रामाणिक माना जाएगा।
- एक ही प्रश्न के विभिन्न भागों के उत्तर अनिवार्य रूप से एक साथ ही लिखे जाएँ तथा उनके बीच में अन्य प्रश्नों के उत्तर न लिखे जाएँ।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

SECTION—I

खण्ड—I

1. Answer the following questions : 10×5=50

(a) What is Coriolis force? Describe two natural events which show the effect of Coriolis force.

(b) Obtain the relativistic law of addition of velocities. Prove that the speed of a particle moving with speed of light is same in all inertial frames.

(c) Write Maxwell's four thermodynamic relations.

(d) Define second law of thermodynamics in terms of Clausius statement.

(e) What do you understand by resolution? Give Rayleigh's criterion of resolution.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिये :

(क) कोरिऑलिस बल क्या है? किन्हीं दो प्राकृतिक घटनाओं का वर्णन कीजिये जो कोरिऑलिस बल के प्रभाव को प्रदर्शित करती है।

(ख) वेगों के योग के आपेक्षिकीय नियम को ज्ञात कीजिये। सिद्ध कीजिये कि प्रकाश-वेग से गति करते किसी कण का वेग सभी जड़त्वीय निर्देश तंत्रों में समान होते हैं।

www.prepp.in

(ग) मैक्सवेल के चार ऊष्मागतिक सम्बन्ध लिखिये।

(घ) क्लासियस के कथन के रूप में ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम को परिभाषित कीजिये।

(ङ) विभेदन से आप क्या समझते हैं? रैले की विभेदन की कसौटी का उल्लेख कीजिये।

2. *(a)* A satellite has maximum and minimum orbital velocities v_{max} and v_{min}. Prove that eccentricity of an orbit of satellite is

$$e = \frac{v_{max} - v_{min}}{v_{max} + v_{min}}$$ 20

(b) A particle describes a path given by $r = a\cos^2\theta$ under the influence of a central force. Show that the force acting on the particle is inversely proportional to fourth power of the distance from the force centre. 30

(क) किसी उपग्रह का अधिकतम एवं न्यूनतम कक्षीय वेग क्रमशः v_{max} तथा v_{min} है। सिद्ध कीजिये कि उपग्रह की कक्षा की उत्केन्द्रता $e = \frac{v_{max} - v_{min}}{v_{max} + v_{min}}$ होती है।

(ख) सिद्ध कीजिये कि समीकरण $r = a\cos^2\theta$ द्वारा निर्दिष्ट पथ पर गतिशील कण पर कार्यकारी केन्द्रीय बल दूरी से चतुर्थ घात के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

www.prepp.in

OR / अथवा

(a) Prove that the Lorentz transformation equations can also be represented in the matrix form as

$$\begin{bmatrix} x' \\ ict' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ ict \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

where $\tan\alpha = i\frac{v}{c}$. 30

(b) Discuss in detail Michelson–Morley experiment. 10

(c) Derive the relation for variation in mass with velocity. 10

(क) सिद्ध कीजिये कि लॉरेन्ज रूपान्तरण समीकरण को निम्न प्रकार से भी मैट्रिक्स रूप में प्रदर्शित किया जा सकता है :

$$\begin{bmatrix} x' \\ ict' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ ict \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

$\tan\alpha = i\frac{v}{c}$ दिया है।

(ख) माइकेल्सन-मोरले प्रयोग का सविस्तार वर्णन कीजिये।

(ग) द्रव्यमान में वेग के साथ परिवर्तन का सूत्र व्युत्पन्न कीजिये।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

3. *(a)* How the substances are cooled by adiabatic demagnetization? Derive formula for the fall of temperature of the substance due to adiabatic demagnetization. 20

(b) What is the meaning of degree of freedom? Describe law of equipartition of energy. Prove that for an ideal gas whose degree of freedom is f

$$\frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{2}{f}$$

Also show that mean free path of the molecule of a gas is directly proportional to its absolute temperature and inversely proportional to its pressure. 30

(क) रुद्धोष्म विचुम्बकन द्वारा पदार्थों को किस प्रकार शीतल किया जाता है? किसी पदार्थ के रुद्धोष्म विचुम्बकन के कारण उसके ताप में कमी के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिये।

(ख) स्वातंत्र्य कोटि का क्या अर्थ है। ऊर्जा समविभाजन नियम का वर्णन कीजिये। सिद्ध कीजिये कि किसी आदर्श गैस के लिये जिसका स्वातंत्र्य कोटि f है

$$\frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{2}{f}$$

यह भी प्रदर्शित कीजिये कि किसी गैस के अणु का औसत मुक्त पथ इसके परम ताप के अनुक्रमानुपाति तथा इसके दाब के व्युत्क्रमानुपाति होता है।

www.prepp.in

OR / अथवा

(a) Discuss the damped harmonic oscillator. Obtain the expression for displacement for low damping, critical damping and overdamping and plot it with respect to time. 20

(b) For a forced oscillator, prove that

$$Q = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right]\tau$$

ω_0 is fundamental frequency on oscillatory, ω is driving frequency and τ is relaxation time. 20

(c) Describe the Fresnel's diffraction due to a straight edge. Draw the intensity distribution curve for it. 10

(क) एक अवमंदित सरल आवर्ती दोलित्र की विवेचना कीजिये। न्यून अवमंदन, क्रांतिक अवमंदन और अतिअवमंदन के लिए समय के फलन के रूप में विस्थापन ज्ञात कीजिये और इसका आरेख खींचिये।

(ख) चालित दोलक के लिए सिद्ध कीजिये

$$Q = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right]\tau$$

ω_0 दोलित्र की स्वाभाविक आवृत्ति, ω चालक बल की आवृत्ति तथा τ विश्रांति काल है।

www.prepp.in

(ग) सीधी कोर द्वारा उत्पन्न फ्रेनल विवर्तन का वर्णन कीजिये। इसकी तीव्रता वितरण वक्र खींचिये।

SECTION—II

खण्ड—II

4. Answer the following questions : 10×5=50

(a) Describe quality factor *Q* in *LCR* series circuit. Give some properties of series *LCR* circuit.

(b) Show that Coulomb's law is the special form of Gauss law.

(c) Draw and explain binding energy curve. Also explain stability of nucleus using this curve.

(d) Why cyclotron cannot be used for producing high energy electrons? Explain.

(e) How are conductors, insulators and semiconductors differentiated on the basis of energy band?

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिये :

(क) *LCR* श्रेणी परिपथ के गुणता गुणांक *Q* की व्याख्या कीजिये तथा श्रेणी परिपथ की कुछ विशेषताओं का वर्णन कीजिये।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(ख) प्रदर्शित कीजिये कि कूलॉम का नियम, गॉस के नियम का विशेष प्रारूप होता है।

(ग) बंधन ऊर्जा वक्र बनाइये एवं समझाइये। इस वक्र के द्वारा नाभिक के स्थायित्व को समझाइये।

(घ) उच्च ऊर्जा के इलेक्ट्रॉनों को उत्पन्न करने के लिए साइक्लोट्रॉन को क्यों उपयोग में नहीं लाया जा सकता? समझाइये।

(ङ) ऊर्जा बैण्ड सिद्धान्त के अनुसार चालकों, कुचालकों तथा अर्धचालकों में कैसे भेद किया जाता है?

5. *(a)* A point charge q is moving with a constant velocity in x-direction. Prove that the electric field developed at equal distance along y-direction is equal γ^3 time of the electric field produced along x-axis, where

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$ 20

(b) Find out potential due to a uniformly charged spherical shell at an external and internal point of a spherical shell. 20

(c) Derive Poisson's equation. What are the differences between Poisson and Laplace equation? 10

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(क) कोई बिन्दुवत् आवेश q नियत वेग से x-दिशा में गतिमान है। सिद्ध कीजिये कि आवेशों से समान दूरी पर y-अक्ष दिशा में उत्पन्न विद्युत् क्षेत्र की तीव्रता x-अक्ष की दिशा में उत्पन्न विद्युत् क्षेत्र की तीव्रता का γ^3 गुना होता है, जहाँ

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

(ख) एकसमान आवेशित गोलीय कोश के कारण गोलीय कोश के बाहर व अंदर किसी बिन्दु पर विभव ज्ञात कीजिये।

(ग) पॉयसन समीकरण व्युत्पन्न कीजिये। पॉयसन समीकरण एवं लाप्लास समीकरण में क्या अन्तर है?

OR / अथवा

(a) State and derive Poynting's theorem. Show that Poynting vector measures the flow of energy per unit area second in an electromagnetic wave. 20

(b) A radio station radiates power of 10^5 watts uniformly over a hemisphere concentric with the station. Find the magnitude of Poynting vector and the amplitude of electric and magnetic field at a point 10 km from the radio station.

$\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12}$ f/m

and $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m. 30

www.prepp.in

(क) पॉयंटिंग प्रमेय का कथन कर व्युत्पत्ति कीजिये। प्रदर्शित कीजिये कि विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों में पॉयंटिंग सदिश, प्रति एकांक क्षेत्र सेकण्ड में ऊर्जा प्रवाह का मापन करता है।

(ख) स्टेशन से संकेन्द्रित गोलार्ध के ऊपर एक रेडियो स्टेशन 10^5 वाट शक्ति समान रूप से विकिरित करता है। रेडियो स्टेशन से 10 कि० मी० दूर एक बिन्दु पर विद्युत् एवं चुम्बकीय क्षेत्रों के आयाम तथा पॉयंटिंग सदिश के परिमाण की गणना कजिये।

$\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12}$ f/m

और $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

6. *(a)* Discuss development of fission chain reaction in time and draw a graph depicting time behaviour of the number of thermal neutrons in a reactor. 20

(b) In a critical nuclear reactor, the fuel is natural uranium. It is assumed that there is no leakage of neutrons. Further, it is assumed that for every neutron absorbed by ^{235}U, 0·25 neutrons are absorbed in resonances of ^{238}U and 0·64 neutrons are absorbed by ^{238}U at thermal energies.

(i) Determine the conversion ratio of the reactor.

(ii) How much ^{239}Pu is produced if 1 kg of ^{235}U is consumed? 30

www.prepp.in

(क) समय के साथ नाभिकीय विखंडन शृंखला अभिक्रिया के विकास की विवेचना कीजिये तथा भट्टी में ऊष्मीय न्यूट्रॉन की संख्या का समय व्यवहार प्रदर्शित करते हुए ग्राफ बनाइये।

(ख) एक क्रांतिक नाभिकीय भट्टी में प्राकृतिक यूरेनियम ईंधन है। यह मानते हुए कि न्यूट्रॉन का कोई क्षरण नहीं है। यदि प्रत्येक न्यूट्रॉन ^{235}U द्वारा अवशोषित होता है, 0·25 न्यूट्रॉन ^{238}U के अनुनाद में अवशोषित होते है, 0·64 न्यूट्रॉन ऊष्मीय ऊर्जाओं पर ^{238}U द्वारा अवशोषित होते हैं।

(i) भट्टी का परिवर्तन अनुपात बताइये।

(ii) 1 कि० ग्रा० ^{235}U के उपयोग पर ^{239}Pu कितना उत्पादित होगा।

OR / अथवा

(a) Analyzing a transistor amplifier, obtain the expression of current gain, voltage gain, input impedance, output impedance and power gain in terms of *h*-parameters. 20

(b) In a Zener diode shunt regulated power supply, $V_0 = 10$ V, $I_L = 50$ mA, $P_{Z\,(max)} = 1000$ mW and V_I varies from 20 V to 30 V. Determine the maximum and minimum values of Zener current. 20

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) Find out the electron state in 1 kg mass of Na for each energy band. 10

(क) ट्रांजिस्टर प्रवर्धक का विश्लेषण करते हुए, h-प्राचलों में धारा लाभ, वोल्टता लाभ, निवेशी प्रतिबाधा, निर्गम प्रतिबाधा व शक्ति लाभ के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(ख) एक जेनर डायोड शंट नियंत्रक शक्ति प्रदायक में $V_0 = 10$ V, $I_L = 50$ mA, $P_{Z\,(max)} =$ 1000 mW तथा V_I का मान 20 V से 30 V के मध्य परिवर्तित होता है। जेनर धारा का अधिकतम और न्यूनतम मान ज्ञात कीजिये।

(ग) सोडियम (Na) के एक किलोग्राम द्रव्यमान के लिए प्रत्येक ऊर्जा बैंड में मुक्त इलेक्ट्रॉन की अवस्थाओं की गणना कीजिये।

★★★