ALL RIGHTS RESERVED
सर्वाधिकार सुरक्षित

04/SBS/M-2020-12A

2020

PHYSICS

भौतिकी

PAPER—I

पत्र—I

Time Allowed : 1½ hours | *Maximum Marks* : 75

समय : 1½ घण्टे | *पूर्णांक* : 75

Instructions :

- Symbols carry their usual meanings.
- **All** questions carry equal marks.
- Answer *any* **five** questions.
- Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.
- All questions have been printed both in Hindi and English. 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 :

- संकेतों का अपना सामान्य अर्थ है।
- **सभी** प्रश्नों के अंक बराबर हैं।
- किन्हीं **पाँच** प्रश्नों के उत्तर दें।
- परीक्षार्थी यथासम्भव अपने शब्दों में ही उत्तर दें।
- सभी प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी 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 खण्डों के उत्तर अनिवार्य रूप से एक-साथ ही लिखे जाएँ तथा उनके बीच में अन्य प्रश्नों के उत्तर न लिखे जाएँ।

1. A rocket having initial mass 200 kg ejects fuel at the rate of 5 kg/sec with a speed of 2 km per sec vertically downwards relative to itself. Calculate its velocity 25 seconds after start, assuming initial velocity to be zero and neglecting gravity.

एक रॉकेट का प्रारम्भिक द्रव्यमान 200 कि० ग्रा० है। वह 5 कि० ग्रा०/से० की दर तथा 2 कि० मी०/से० के अपने सापेक्ष ऊर्ध्वाधर वेग से ईंधन उत्सर्जित कर रहा है। रॉकेट का प्रारम्भिक वेग शून्य तथा गुरुत्वाकर्षण को नगण्य मानते हुए चलने के 25 से० बाद इसके वेग की गणना कीजिए।

2. Show that the interval between two events in Minkowski space is independent of the frame of reference, i.e., invariant under transformation from one inertial frame to another in Minkowski space.

दर्शाइए कि मिनकाउस्की स्थल (Minkowski space) में दो घटनाओं के बीच का अन्तराल निर्देश फ्रेम से स्वतंत्र है अर्थात् मिनकाउस्की स्थल के प्रत्येक जड़त्वीय फ्रेम में समान होता है।

3. For a step-index multimode fiber refractive index of core is 1·5 and $\Delta = 0{\cdot}015$. Calculate refractive index of cladding, numerical aperture and maximum acceptance angle.

एक कदम सूचकांक (step-index) बहुपद्धति फाइबर (multimode fiber) के कोर का अपवर्तनांक 1·5 एवं $\Delta = 0{\cdot}015$ है। आवरण (cladding) का अपवर्तनांक, संख्यात्मक छिद्र (numerical aperture) तथा अधिकतम स्वीकार्य कोण (acceptance angle) ज्ञात कीजिए।

4. A plane transmission grating having 5000 lines per cm is used under normal incidence of light. Calculate the following :

(a) Highest order spectrum that can be seen for the light of wavelength 6000 Å

(b) Longest wavelength of light for which a spectrum can be seen

एक प्लेन ट्रांसमिशन ग्रेटिंग पर 5000 लाइन प्रति से० मी० है। इसका उपयोग लम्बवत् आपतित प्रकाश के लिए किया जाता है। निम्न की गणना कीजिए :

(क) 6000 Å तरंगदैर्घ्य के प्रकाश के लिए स्पेक्ट्रम का अधिकतम ऑर्डर (highest order spectrum)

(ख) प्रकाश का अधिकतम तरंगदैर्घ्य जिसका स्पेक्ट्रम देखा जा सकता है

5. Show that the electric field intensity in a region between two concentric conducting spheres having radii a and b respectively ($b > a$), the inner sphere is held at a potential V_a and outer being grounded, is given by

$$\vec{E} = \frac{aV_a}{(b-a)} \frac{b}{r^2} \hat{r}$$

दो संकेन्द्री चालक गोलों की त्रिज्याएँ क्रमशः a एवं b हैं ($b > a$). बाहरी गोला पृथ्वी से जुड़ा है तथा अंदर का गोला V_a विभव पर रखा गया है। दर्शाइए कि दोनों गोलों के मध्य के स्थान में विद्युत् क्षेत्र की तीव्रता का मान है

$$\vec{E} = \frac{aV_a}{(b-a)} \frac{b}{r^2} \hat{r}$$

6. Electric field vector $\vec{E}$ of an electromagnetic wave travelling in vacuum is given by

$$\vec{E} = \hat{j}\, 5\cos(10^7 t + kx) \text{ volt/meter}$$

Find the following :

(a) Direction of propagation of wave

(b) State of polarization

(c) Wave number

(d) Energy associated with the wave

एक विद्युत्चुम्बकीय तरंग निर्वात में चल रही है। इस तरंग का विद्युत् क्षेत्र सदिश (electric field vector) है

$$\vec{E} = \hat{j}\, 5\cos(10^7 t + kx) \text{ volt/meter}$$

निम्न को ज्ञात कीजिए :

(क) तरंग गति की दिशा

(ख) ध्रुवण स्थिति (state of polarization)

(ग) तरंग-संख्या

(घ) तरंग-ऊर्जा

7. Show that for a homogeneous fluid

$$C_p - C_v = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

Symbols carry their usual meanings.

समांग (homogeneous) द्रव के लिए सिद्ध करें

$$C_p - C_v = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

संकेतों का अपना सामान्य अर्थ है।

8. Calculate the Fermi energy in electron-volt for sodium assuming that it has one free electron per atom. Given

Avogadro number, $N = 6 \times 10^{26}$ atoms/kg mol

Density of sodium $= 0{\cdot}97$ gm-cm^{-3}

Planck's constant, $h = 6{\cdot}62 \times 10^{-34}$ Joule-sec

Mass of electron $= 9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

यह मानकर कि सोडियम का एक परमाणु एक मुक्त इलेक्ट्रॉन देता है, सोडियम के लिए फर्मी ऊर्जा की गणना इलेक्ट्रॉन-वोल्ट में कीजिए। दिया है

एवोगैड्रो नम्बर, $N = 6 \times 10^{26}$ atoms/kg mol

सोडियम का घनत्व $= 0{\cdot}97$ gm-cm^{-3}

प्लांक नियतांक, $h = 6{\cdot}62 \times 10^{-34}$ Joule-sec

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $= 9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

★ ★ ★