

[16]

AH-6541

State the basic postulates of Einstein's theory of special relativity and use them to obtain Lorentz transformation for two frames in relative motion with a constant velocity.

अथवा

(Or)

(अ) वेग के साथ द्रव्यमान किस प्रकार परिवर्तित होता है ? सिद्ध कीजिए कि :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

जहाँ प्रतीकों के अपने अर्थ सामान्य हैं।

How does mass vary with velocity ? Prove that :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

where symbols have their usual meaning.

(ब) आइंस्टीन का द्रव्यमान-ऊर्जा सम्बन्ध $E = mc^2$ निगमित कीजिए।

Derive Einstein's mass-energy relation $E = mc^2$.

AH-6541

1,990

Roll No.

AH-6541

B. Sc. (First Semester)

Discipline Specific Core Course (PHSC-01)

EXAMINATION, Dec./Jan., 2024-25

PHYSICS

(Mechanics)

Time : Three Hours

Maximum Marks : 70

नोट : सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रश्नों में प्रयुक्त संकेतों के अर्थ सामान्य हैं।

Answer all questions. All symbols used in the questions have their usual meanings.

खण्ड—अ

(Section—A)

नोट : सभी वस्तुनिष्ठ प्रश्नों के उत्तर दीजिए। 10×1=10

Answer all the objective type questions.

1. 'पंच-सिद्धान्तिका' के रचयिता कौन हैं ?

(अ) वराहमिहिर

P. T. O.

[2]

AH-6541

- (ब) बोधायन
(स) आर्यभट्ट
(द) कणाद

Who wrote 'Pancha-Siddhantika' ?

- (a) Varahmihir
(b) Bodhayan
(c) Aryabhatta
(d) Kanad

2. यदि $\vec{A} = 5\hat{i} - 7\hat{j} + 3\hat{k}$ तथा $\vec{B} = -4\hat{i} + 7\hat{j} - c\hat{k}$

एक-दूसरे के लम्बवत् हैं, तो c का मान होगा :

- (अ) -23
(ब) 3
(स) 4
(द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

If $\vec{A} = 5\hat{i} - 7\hat{j} + 3\hat{k}$ and $\vec{B} = -4\hat{i} + 7\hat{j} - c\hat{k}$ are perpendicular, then the value c will be :

- (a) -23

[3]

AH-6541

- (b) 3
(c) 4
(d) None of the above

3. संरक्षी बल $\vec{F} = -kx$ के कारण स्थितिज ऊर्जा का मान होता है :

- (अ) $\frac{1}{2}kx$
(ब) $\frac{1}{2}k^2x^2$
(स) $\frac{1}{2}kx^2$
(द) $\frac{1}{2}k^2x$

Due to conservative force $\vec{F} = -kx$, the potential energy is :

- (a) $\frac{1}{2}kx$
(b) $\frac{1}{2}k^2x^2$
(c) $\frac{1}{2}kx^2$
(d) $\frac{1}{2}k^2x$

P. T. O.

4. n कणों के निकाय के द्रव्यमान केन्द्र के स्थिति सदिश का सूत्र है :

(अ) $\vec{R}_{CM} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i$

(ब) $\vec{R}_{CM} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{n}$

(स) $\vec{R}_{CM} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$

(द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

The formula for the position vector of centre of mass of a system of n particles is :

(a) $\vec{R}_{CM} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i$

(b) $\vec{R}_{CM} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{n}$

(c) $\vec{R}_{CM} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$

(d) None of the above

5. सही सम्बन्ध है :

(अ) $\vec{L} = \frac{d\vec{\tau}}{dt}$

(ब) $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

(स) $\vec{L} = m \vec{v}$

(द) $\vec{L} = \vec{v} \times \vec{p}$

[6]

AH-6541

The correct relation is :

(a) $\vec{L} = \frac{d\vec{\tau}}{dt}$

(b) $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

(c) $\vec{L} = m\vec{v}$

(d) $\vec{L} = \vec{v} \times \vec{p}$

6. पॉयसां निष्पत्ति की सीमाएँ हैं :

(अ) $0.5 > \sigma > -1$

(ब) $0.5 < \sigma < -1$

(स) $0.5 > \sigma > -0.5$

(द) $0.5 < \sigma < -0.5$

The limits of Poisson's ratio are :

(a) $0.5 > \sigma > -1$

(b) $0.5 < \sigma < -1$

(c) $0.5 > \sigma > -0.5$

(d) $0.5 < \sigma < -0.5$

[7]

AH-6541

7. प्रति एकांक रैटन के लिए आवश्यक बल आघूर्ण है :

(अ) $\frac{\pi \eta r^4}{4l}$

(ब) $\frac{\pi^2 \eta r^4}{4l}$

(स) $\frac{\pi \eta r^4}{2l}$

(द) $\frac{\pi^2 \eta r^4}{2l}$

Torque required per unit radian twist is :

(a) $\frac{\pi \eta r^4}{4l}$

(b) $\frac{\pi^2 \eta r^4}{4l}$

(c) $\frac{\pi \eta r^4}{2l}$

(d) $\frac{\pi^2 \eta r^4}{2l}$

P. T. O.

8. सरल आवर्ती गति में माध्य स्थिति से दूरी x पर कण की गतिज ऊर्जा होती है :

(अ) $\frac{1}{2} m \omega^2 x^2$

(ब) $\frac{1}{2} m \omega^2 (a^2 - x^2)$

(स) $\frac{1}{2} m \omega^2 a^2$

(द) $2\pi^2 m \omega^2 x^2$

In a simple harmonic motion, the kinetic energy of particle at distance x from mean position is :

(a) $\frac{1}{2} m \omega^2 x^2$

(b) $\frac{1}{2} m \omega^2 (a^2 - x^2)$

(c) $\frac{1}{2} m \omega^2 a^2$

(d) $2\pi^2 m \omega^2 x^2$

9. द्रव्यमान-ऊर्जा तुल्यता सम्बन्ध है :

(अ) $E = mc^2$

(ब) $E = hv + mc^2$

(स) $E = mv^2$

(द) $E = mv^2 + mc^2$

Mass-energy equivalence relation is :

(a) $E = mc^2$

(b) $E = hv + mc^2$

(c) $E = mv^2$

(d) $E = mv^2 + mc^2$

10. सापेक्षिकता के आधार पर संवेग तथा ऊर्जा में सम्बन्ध है :

(अ) $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$

(ब) $E = p^2 c^2$

(स) $E^2 = p^2 c^2 - mc^2$

(द) $E^2 = p^2 c^2 - m_0^2 c^4$

[10]

AH-6541

Relativistic momentum and energy relation is :

- (a) $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$
 (b) $E = p^2 c^2$
 (c) $E^2 = p^2 c^2 - m c^2$
 (d) $E^2 = p^2 c^2 - m_0^2 c^4$

खण्ड—ब

(Section—B)

नोट : सभी लघु उत्तरीय प्रश्नों के उत्तर दीजिए। $5 \times 4 = 20$

Answer all the short answer type questions.

1. $\vec{\Delta}$ संकारक क्या है ? इसका मान कार्तीय निर्देशांक पद्धति में लिखिए।

What is $\vec{\Delta}$ operator ? Express it in Cartesian coordinates.

2. 10 किग्रा., 20 किग्रा. तथा 30 किग्रा. द्रव्यमान के तीन कणों का द्रव्यमान केन्द्र (1, 1, 1) मीटर है। 40 किग्रा. द्रव्यमान का एक कण कहाँ रखा जाए जिससे कि सम्पूर्ण निकाय का द्रव्यमान केन्द्र (0, 0, 0) पर हो जाए ?

[11]

AH-6541

The position of centre of mass of three particles of masses 10 kg, 20 kg and 30 kg is at (1, 1, 1) m. Where should a particle of mass 40 kg be kept so that the position of centre of mass of entire system becomes (0, 0, 0) ?

3. किसी कण के कोणीय संवेग से क्या तात्पर्य है ? सिद्ध कीजिए कि कोणीय संवेग परिवर्तन की दर, निकाय पर आरोपित बल आघूर्ण के बराबर होती है।

What is meant by angular momentum of a particle ? Show that the rate of change in angular momentum of the particle is equal to the external torque acting on it.

4. स्टील की 2 मिमी. त्रिज्या की एक गोली ग्लिसरीन में गिर रही है। इस गोली की सीमान्त चाल ज्ञात कीजिए। स्टील का घनत्व $= 8 \times 10^3$ किग्रा./मी.³, ग्लिसरीन का घनत्व $= 1.2 \times 10^3$ किग्रा./मी.³ तथा ग्लिसरीन का श्यानता गुणांक $= 0.85$ किग्रा. मीटर⁻¹ सेकण्ड⁻¹।

P. T. O.

[12]

AH-6541

A steel ball of radius 2 mm falls in glycerine. Calculate its terminal speed. Density of steel = 8×10^3 , Density of glycerine = $1.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, Coefficient of viscosity of glycerine = $0.85 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

5. समय के विस्तार (time dilation) का अर्थ समझाइए तथा इसके लिए सूत्र की स्थापना कीजिए।

Explain the meaning of time dilation and establish the expression for it.

खण्ड—स

(Section—C)

नोट : सभी दीर्घ उत्तरीय प्रश्नों के उत्तर दीजिए। $4 \times 10 = 40$

Answer all the long answer type questions.

इकाई—1

(UNIT—1)

1. विक्रम साराभाई द्वारा विज्ञान एवं समाज में दिये गये योगदान का वर्णन कीजिए।

Describe the contribution of Vikram Sarabhai for Science and Society.

[13]

AH-6541

अथवा

(Or)

किसी स्केलर फलन के ग्रेडिएंट से क्या तात्पर्य है ? सिद्ध कीजिए कि :

$$\vec{\Delta\phi} = \left(\frac{\partial\phi}{\partial n} \right) \hat{n}$$

तथा $\vec{\Delta\phi}$ सदैव पृष्ठ $\phi = \text{नियतांक}$ के लम्बवत् होता है। स्केलर क्षेत्र के ग्रेडिएंट के दो उदाहरण दीजिए।

What is meant by gradient of a scalar function ? Prove that :

$$\vec{\Delta\phi} = \left(\frac{\partial\phi}{\partial n} \right) \hat{n}$$

and $\vec{\Delta\phi}$ is always normal to the surface $\phi = \text{constant}$. Give two examples of gradient of a scalar field.

इकाई—2

(UNIT—2)

2. द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R के एकसमान ठोस गोले का (i) व्यास के परितः तथा (ii) स्पर्श रेखा के अनुदिश अक्ष के परितः जड़त्व आघूर्ण की गणना कीजिए।

P. T. O.

[14]

AH-6541

Deduce moment of inertia of a uniform solid sphere of mass M and radius R about (i) its diametrical axis (ii) its tangent.

अथवा

(Or)

एकसमान परिच्छेद की केशनली के द्रव प्रवाह की दर का प्वाइजली का सूत्र स्थापित कीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि केशनली में द्रव का वितरण परवलयकार होता है। प्वाइजली का सूत्र किन सीमाओं के अन्तर्गत लागू होता है ?

Establish the Poiseuille's relation for the rate of flow of liquid in a capillary tube of uniform area of cross-section. Hence show that the distribution of velocity in a capillary is parabolic. State conditions under which Poiseuille's expression is valid.

इकाई—3

(UNIT—3)

3. केन्द्रीय बल से क्या अभिप्राय है ? केन्द्रीय बल के अन्तर्गत गतिमान किसी कण के लिए सिद्ध कीजिए कि :
- कण का कोणीय संवेग अचर रहता है।
 - कण की गति एक नियत तल में होती है।
 - कण की क्षेत्रीय चाल नियत रहती है।

[15]

AH-6541

What is meant by the central force ? For a particle moving under a central force, show that :

- Angular momentum of the particle remains constant.
- Particle moves in a fixed plane.
- Areal velocity of the particle remains constant.

अथवा

(Or)

सरल आवर्ती गति की विशेषताएँ लिखिए। इसका अवकल समीकरण प्राप्त करके हल कीजिए। सरल आवर्ती गति में स्थितिज एवं गतिज ऊर्जा का सूत्र ज्ञात कीजिए।

Write down the characteristics of simple harmonic motion. Obtain its differential equation and solve it. Deduce expressions for the potential and kinetic energies in simple harmonic motion.

इकाई—4

(UNIT—4)

4. आइंस्टीन के सापेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धान्त के मूल अभिगृहीत लिखिए तथा इनकी सहायता से एकसमान आपेक्षिक वेग से गतिमान दो निर्देश फ्रेमों के लिए लॉरेंज रूपान्तरण निगमित कीजिए।

P. T. O.