# JEE (Main) 2018

Code **B**

Date: 08/April/2018

Time: 3 Hours. Max. Marks: 360

**INSTRUCTIONS**

1. The test is of 3 hours duration.
2. The Test Booklet consists of 90 questions. The maximum marks are 360.
3. There are three parts in the question paper A, B, C consisting of **Physics, Chemistry and Mathematics** having 30 questions in each part of equal weightage. Each question is allotted 4 (four) marks for correct response.
4. Candidates will be awarded marks as stated above in instruction No. 3 for correct response of each question. ¼ (one-fourth) marks of the total marks allotted to the question will be deducted for indicating incorrect response of each question. No deduction from the total score will be made if no response is indicated for an item in the answer sheet.
5. There is only one correct response for each question. Filling up more than one response in any question will be treated as wrong response and marks for wrong response will be deducted accordingly as per instruction 4 above.
6. On completion of the test, the candidate must hand over the Answer Sheet to the Invigilator on duty in the Room/Hall. However, the candidates are allowed to take away this Test Booklet with them.
7. Do not fold or make any stray mark on the Answer Sheet

**USEFUL DATA**

Atomic weights: Al = 27, Mg = 24, Cu = 63.5, Mn = 55, Cl = 35.5, O = 16, H = 1, P = 31, Ag = 108, N = 14, Li = 7, I = 127, Cr = 52, K=39, S = 32, Na = 23, C = 12, Br = 80, Fe = 56, Ca = 40, Zn = 65.5, Ti = 48, Ba = 137, U = 238, Co= 59, B =11, F = 19, He = 4, Ne = 20, Ar = 40 , Mo = 96, Ni = 58.5, Sr = 87.5, Hg = 200.5 , Tl = 204, Pb = 207 [Take : ln 2 = 0.69, ln 3 = 1.09, e = $1.6 \times 10^{-19}$, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg ]
Take g = 10 $m/s^2$ unless otherwise stated

**PART-A**
**PHYSICS**
**SINGLE CORRECT CHOICE TYPE**

**Q.1 to Q.30 has four choices (A), (B), (C), (D) out of which ONLY ONE is correct.**

**Modern Physics : Atomic physics**

**1.** If is found that if a neutron suffers an eleastic collinear collision with deuterium at rest, fractional loss of its energy is $p_d$ ; while for its similar collision with carbon nucleus at rest, fractional loss of energy is $p_c$. The value of $p_d$ and $p_c$ are respectively :

यदि एक न्यूट्रॉन की एक स्थिर अवस्था के डयूटीरियम से प्रत्यास्थ एक रेखीय संघट्ट होती है तो उसकी ऊर्जा का आंशिक क्षय $p_d$ पाया जाता है। उसके स्थिर अवस्था के कार्बन नाभिक से समरूप संघट्ट में ऊर्जा का आंशिक क्षय $p_c$ पाया जाता है। $p_d$ तथा $p_c$ के मान क्रमशः होंगें –

(1) (0, 0) (2) (0, 1) (3) (0.89, 0.28) (4) (0.28, 0.89)

Ans. 3

Sol. $m \rightarrow v$ $2m$

$$mU = mv_1 + 2mv_2$$

$$e = \frac{v_2 - v_1}{v} = 1$$

$$v_2 - v_1 = v$$

$$2v_2 + v_1 = v$$

$$2v_2 = 2v$$

$$v_2 = \frac{2v}{3}$$

$$v_1 = \frac{2v}{3} - v \Rightarrow \frac{-v}{3}$$

$$p_d = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}\frac{mv^2}{a}}{\frac{1}{2}mv^2}$$

$$\Rightarrow \frac{8}{9} = 0.888$$

$$p_c = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m\frac{121v^2}{169}}{\frac{1}{2}mv^2}$$

$$\Rightarrow \frac{48}{169} = 0.28$$

$m \rightarrow v$ $12m$

$$mU = mv_1 + 12\,mv_2$$

$$v_1 + 12v_2 = v$$

$$v_2 - v_1 = v$$

$$13v_2 = 2v$$

$$v_2 = \frac{2v}{13}$$

$$v_1 = \frac{2v}{3} - v$$

$$\Rightarrow \frac{-110}{13}$$

**Modern Physics : Atomic Physics**

**2.** The mass of a hydrogen molecule is $3.32\times10^{-27}$ kg. If $10^{23}$ hydrogen molecules strike, per second, a fixed wall of area 2 cm$^2$ at an angle of 45° to the normal, and rebound elastically with a speed of $10^3$ m/s, then the pressure on the wall is nearly :

एक हाइड्रोजन अणु का द्रव्यमान $3.32\times10^{-27}$ kg है। 2 cm$^2$ क्षेत्रफल की एक दीवार पर $10^{23}$ प्रति सेकण्ड की दर से हाइड्रोजन अणु यदि अभिलम्ब से 45° पर प्रत्यास्थ टक्कर करके $10^3$ m/s की गति से लौटते है, तो दीवार पर लगे दाब का निकटतम मान होगा –

(1) $2.35 \times 10^2$ N/m$^2$ (2) $4.70 \times 10^2$ N/m$^2$ (3) $2.35 \times 10^3$ N/m$^2$ (4) $4.70 \times 10^3$ N/m$^2$

Ans. 3

Sol. $$P = \frac{F}{A}$$

$$F = 2mv$$

$$F = 2\times n\times m_H\times v$$

$$F = 2\times10^{23}\times3.32\times10^{-27}\times10^3$$

$$P = \frac{2\times10^{23}\times3.32\times10^{-27}\times10^3}{2\times10^{-4}} = 2.35 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

**Properties of matter**

**3.** A solid sphere of radius r made of a soft material of bulk modulus K is surrounded by a liquid in a cylindrical container. A massless piston of area a floats on the surface of the liquid, covering entire cross section of cylindrical container. When a mass m is placed on the surface of the piston to compress the liquid, the fractional decrement in the radius of the sphere, $\left(\frac{dr}{r}\right)$, is :

किसी मुलायम पदार्थ द्वारा बने हुए r त्रिज्या का एक ठोस गोला जिसका आयतन प्रत्यास्थता गुणांक K है, एक बेलनाकार बर्तन

में किसी द्रव द्वारा घिरा हुआ है। a क्षैत्रफल का एक द्रव्यमानविहीन पिस्टन बेलानाकार बर्तन के संपूर्ण अनुप्रस्थकाट को ढ़कते हुए द्रव के सतह पर तैरता है। द्रव के संपीडन हेतु जब पिस्टन के सतह पर द्रव्यमान m रखा जाता है, तो गोले की त्रिज्या में होने वाला आंशिक परिवर्तन $\left(\frac{dr}{r}\right)$ होगा –

(1) $\frac{mg}{3Ka}$ (2) $\frac{mg}{Ka}$ (3) $\frac{Ka}{mg}$ (4) $\frac{Ka}{3mg}$

Ans. 1

Sol. $\Delta P = -K\frac{\Delta V}{V}$

$\frac{\Delta V}{V} = \left(\frac{3dr}{r}\right)$

$\Delta P = \frac{mg}{a}$

$\left(\frac{dr}{r}\right) = \frac{mg}{3Ka}$

**Current Electricity**

**4.** Two batteries with e.m.f. 12 V and 13 V are connected in parallel across a load resistor of $10\Omega$. The internal resistances of the two batteries are $1\Omega$ and $2\Omega$ respectively. The voltage across the load lies between :

(1) 11.4 V and 11.5 V (2) 11.6 V and 11.7 V

(3) 11.6 V and 11.7 V (4) 11.5 V and 11.6 V

12 V तथा 13 V विद्युत वाहक बल की दो बैटरी को समांतर क्रम में एक $10\Omega$ के लोड प्रतिरोध के साथ जोड़ा गया है। दोनों बैटरी के आंतरिक प्रतिरोध क्रमश $1\Omega$ तथा $2\Omega$ है। लोड प्रतिरोध के सिरों का विभव निम्न में से किन मानों के बीच होगा –

(1) 11.4 V तथा 11.5 V (2) 11.6 V तथा 11.7 V

(3) 11.6 V तथा 11.7 V (4) 11.5 V तथा 11.6 V

Ans. 4

Sol. $V = \frac{\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r}}$

$V = \frac{\frac{12}{1} + \frac{13}{2}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{10}} = V = 11.56$

So the voltage is between 11.5 V and 11.6 V

**Work, Power and Energy**

**5.** A particle is moving in a circular path of radius a under the action of an attractive potential $U = -\frac{k}{2r^2}$. Its total energy is :

एक कण किसी एक आकर्षण विभव $U = -\frac{k}{2r^2}$ के अंतर्गत त्रिज्या a के एक गोलाकर पथ में चल रहा है उसकी कुल ऊर्जा होगी –

(1) Zero (2) $-\frac{3}{2}\frac{k}{a^2}$ (3) $-\frac{k}{4a^2}$ (4) $\frac{k}{2a^2}$

Ans. 1

Sol. $F = -\frac{dU}{dr}$

$F = \frac{k}{r^3} = \frac{mv^2}{r}$

$K.E. = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{k}{2r^2}$

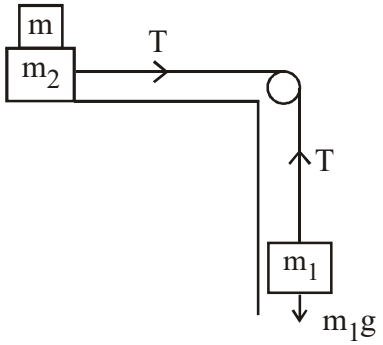
$T.E. = P.E. + K.E.$

$T.E. = -\frac{k}{2r^2} + \frac{k}{2r^2} = 0$

**Newton's law of motion**

**6.** Two masses $m_1 = 5$ kg and $m_2 = 10$ kg, connected by an inestensible string over a frictionless pulley, are moving as shown in the figure. The coefficient of friction of horizontal surface is 0.15. The minimum weight m that should be put on top of $m_2$ to stop the motion is :

$m_1 = 5$ kg तथा $m_2 = 10$ kg के दो द्रव्यमान एक अवितान्य डोरी द्वारा एक घर्षण रहित घिरनी के ऊपर से जुड़े हुए है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। क्षैतिज सतह का घर्षण गुणांक 0.15 है। वह न्यूनतम द्रव्यमान m जिसको द्रव्यमान $m_2$ के ऊपर रखने से गति रूक जाये, होना चाहिए।




(1) 43.3 kg (2) 10.3 kg (3) 18.3 kg (4) 27.3 kg

Ans. 4

Sol. Balancing the forces on $m_1$ for equilibrium

$T = m_1 g = 5g$

Balancing the forces on $m_2$ for equilibrium

$T = \mu \times N = 0.15(m_2 + m)g$

$5g = 0.15(m_2 + m)g$

$m = 23.33$ kg

so the minimum mass from the given options will be 27.3 kg

**Modern Physics : Atomic Physics**

**7.** If the series limit frequency of the Lyman series is $\nu_L$, then the series limit frequency of the Pfund series is :

यदि लाइमन श्रेणी की सीमा आवृति $\nu_L$ है जो फुण्ड श्रेणी की सीमा आवृति होगी –

(1) $\nu_L/16$ (2) $\nu_L/25$ (3) $25\ \nu_L$ (4) $16\ \nu_L$

Ans. 2

Sol. Series limit : $h\nu = 13.6\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

For lyman : $h\nu_L = 13.6$ (here $n_1 = 1, n_2 = \infty$)

For Pfund : $h\nu_f = 13.6\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{\infty}\right]$ (here $n_1 = 5, n_2 = \infty$)

$\Rightarrow \frac{v_L}{v_f} = 25$

$\Rightarrow v_f = \frac{v_L}{25}$

**Wave optics**

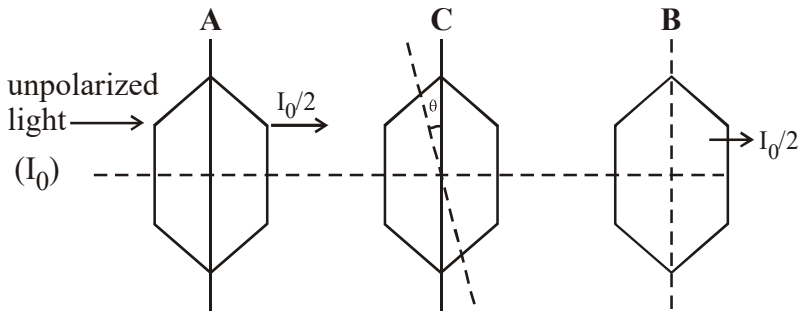
**8.** Unpolarized light of intensity I passes through an ideal polarizer A. Another identical polarizer B is placed behing A. The intensity of light beyond B is found to be $\frac{I}{2}$. Now another identical polarizer C is placed between A and B. The intensity beyond B is now found to be $\frac{I}{8}$. The angle between polarizer A and C is :

तीव्रता I का अध्रुवित प्रकाश का एक आदर्श पोलरॉइड A से गुजरता है। इसी तरह का एक और पोलरॉइड B को पोलरॉइड A के पीछे रखा गया है। पोलरॉइड B के पश्चात् प्रकाश की तीव्रता $\frac{I}{2}$ पायी जाती है। अब एक और उसी तरह के पोलरॉइड C को A तथा B के बीच रखा जाता है जिससे B के पश्चात् तीव्रता $\frac{I}{8}$ पायी जाती है। पोलरॉइड A तथा C के बीच का कोंण होगा –

(1) 45° (2) 60° (3) 0° (4) 30°

Ans. 1

Sol.




Here from both A and B, intensity becomes $\frac{\omega}{2}$ so both have parallel pass axis.

$B \rightarrow$ Angle between A and C

Intensity after crossing C $\rightarrow \frac{I_0}{2}\cos^2\theta$, Intensity after crossing B $\rightarrow \left(\frac{I_0}{2}\cos^2\theta\right)\cos^2\theta = \frac{I_0}{8}$

$\Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow \theta = 45°$

**Modern Physics : Atomic Physics**

**9.** An electron from various excited states of hydrogen atom emit radiation to come to the ground state. Let $\lambda_n, \lambda_g$ be the de Broglie wavelength of the electron in the $n^{th}$ state and the ground state respectively. Let $\Lambda_n$ be the wavelength of the emitted photon in the transition from the $n^{th}$ state to the ground state. For large n, (A, B are constatns)

एक इलेक्ट्रॉन किसी हाइड्रोजन परमाणु के विभिन्न उत्तेजित अवस्थाओं से विकिरण उत्सर्जित करके निम्नतम अवस्था में आ जाता है। माना कि $\lambda_n, \lambda_g$, nवीं अवस्था तथा निम्नतम अवस्था में इलेक्ट्रॉन की डी ब्रोग्ली तंरगदैर्ध्य है। माना n वीं अवस्था से निम्नतम अवस्था में संक्रमण द्वारा उत्सर्जित फोटोन की तरंगदैर्ध्य $\Lambda_n$ है। n के बड़े मान के लिए (यदि A तथा B स्थिरांक है)

(1) $\Lambda_n^2 \approx A + B\lambda_n^2$ (2) $\Lambda_n^2 \approx \lambda$

(3) $\Lambda_n \approx A + \frac{B}{\lambda_n^2}$ (4) $\Lambda_n \approx A + B\lambda_n$

Ans. 3

Sol. $\frac{1}{\Lambda} = R\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$ $\quad E = \frac{13.6}{n^2}$

$\Lambda = \frac{1}{R}\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$ $\quad \frac{P^2}{2m} = \frac{13.6}{n^2}$

$\Lambda = \frac{1}{R}\left(1+\frac{1}{n^2}\right)$ $\quad \frac{h^2}{2m\lambda_n^2} = \frac{13.6}{n^2}$

$\Lambda = \frac{1}{R} + \frac{1}{Rn^2}$ $\quad n^2 = \left(\frac{27.2m}{h^2}\right)\lambda_n^2$

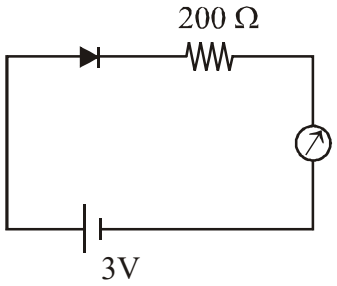
$\Lambda = A + \frac{h^2}{R \times 27.2m\lambda_n^2}$

$\Lambda = A + \frac{B}{\lambda_n^2}$

**Semiconductors**

**10.** The reading of the ammeter for a silicon diode in the given circuit is :

दिये गये परिपथ में silicon डायोड के लिए अमीटर का पाठ्यांक होगा –




(1) 11.5 mA (2) 13.5 mA (3) 0 (4) 15 mA

Ans. 1

Sol. As the voltage drop across a silicon diode in forward bias is 0.7 V so the voltage drop across the 200 Ω resistor will be 2.3 V.

$i = \frac{2.3}{200} = 11.5$ mA

**EMF : Electromagnetic field and forces**

**11.** An electron, a proton and an alpha particle having the same kinetic energy are moving in circuilar obrits of radii $r_e, r_p, r_\alpha$ respectively in a uniform magnetic field B. The relation between $r_e, r_p, r_\alpha$ is :

एक गतिज ऊर्जा के एक इलेक्ट्रॉन एक प्रोटॉन एवं एक अल्फा कण किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र B में क्रमशः $r_e, r_p, r_\alpha$ त्रिज्या की गोलाकार कक्षा में घूम रहे हैं। $r_e, r_p, r_\alpha$ के बीच संबंध होगा –

(1) $r_e < r_p < r_\alpha$ (2) $r_e < r_\alpha < r_p$

(3) $r_e > r_p = r_\alpha$ (4) $r_e < r_p = r_\alpha$

Ans. 4

Sol. $F = qVB = \frac{mV^2}{R}$

As K.E. and magnetic field B are constant

So, $R = \frac{C}{qV}$ (C = constant)

$K.E. = \frac{1}{2}mV^2$

$V = \frac{C_1}{\sqrt{m}}$

$R = \frac{C \times \sqrt{m}}{q}$

$q_e = 1, q_p = 1, q_\alpha = 2$

$m_p > m_e$ and $m_\alpha = 4 \times m_p$

So, $r_e < r_p = r_\alpha$

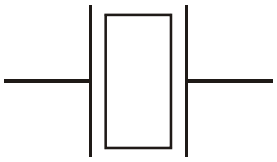
**Capacitance**

**12.** A parallel plate capacitor of capacitance 90 pF is connected to a battery of emf 20 V. If a dielectric material of dielectric constant $K = \frac{5}{3}$ is inserted between the plates, the magnitudc of the induced charge will be :

90 pF धारिता के एक समान्तर प्लेट संधारित्र को 20 V विद्युत वाहक बल की एक बैटरी से जोड़ते है। यदि $K = \frac{5}{3}$ परावैद्युत पदार्थ प्लेटों के बीच प्रविष्ट किया जाता है तो प्रेरित आवेश का परिमाण होगा –

(1) 2.4 nC (2) 0.9 nC (3) 1.2 nC (4) 0.3 nC

Ans. 3

Sol. 

$Q = CV$

$Q = 90 \times 10^{-12} \times 20$

$= 18 \times 10^{-10}$ C

$Q = 1.8$ nC

– Due to slab

$Q^1 = kQ$

$Q_{ln} = Q(K - 1)$

$= 1.8 \times \left(\frac{5}{3} - 1\right)$

$= 1.8 \times \frac{2}{3}$ nC

$= 1.2$ nC

**Alternating current**

**13.** For an RLC circuit driven with voltage of amplitude $v_m$ and frequency $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ the current exibits resonance. The quality factor, Q is given by :

$v_m$ आयाम तथा $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ आवृति के विभव द्वारा चलित एक RLC परिपथ अनुनादित होता है। गुणता कारक Q का मान होगा –

(1) $\frac{R}{(\omega_0 C)}$ (2) $\frac{CR}{\omega_0}$ (3) $\frac{\omega_0 L}{R}$ (4) $\frac{\omega_0 R}{L}$

Ans. 3

Sol. Quality factor Q is given by

$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega_0 L}{R}$

**Electro Magnetic Waves**

**14.** A telephonic communication service is working at carrier frequency of 10 GHz. Only 10% of it is utilized for transmission. How many telephonic channels can be transmitted simultaneously if each channel requires a bandwidth of 5 kHz :

एक टेलीफोन संचरण सेवा, वाहक आवृति 10 GHz पर काम करती है। इसका केवल 10% संचार के लिये उपयोग किया जाता है। यदि प्रत्येक चैनल की बैंड चौड़ाई 5 kHz हो तो एक साथ कितने टेलीफोनिक चैनल संचारित किये जा सकते है ?

(1) $2 \times 10^5$ (2) $2 \times 10^6$ (3) $2 \times 10^3$ (4) $2 \times 10^4$

Ans. 1

Sol. $(10 \times 10^9) \times \frac{10}{100} = n \times 5 \times 10^3$ {n = no. of channel}

$n = \frac{10^9}{5 \times 10^3}$

$n = 2 \times 10^5$

**String waves**

**15.** A granite rod of 60 cm length is clamped at its middle point and is set into longitudinal vibrations. The density of granite is $2.7 \times 10^3$ kg/m$^3$ and its Young's modulus is $9.27 \times 10^{10}$ Pa. What will be the fundamental frequency

of the lognitudinal vibrations :

60 cm लम्बाई की ग्रेनाईट की एक छड़ को उसके मध्य से परिबद्ध करके उसमें अनुदैर्ध्य कम्पन्न उत्पन्न किये जाते है। ग्रेनाईट का घनत्व $2.7\times10^3$ kg/m$^3$ तथा यंग प्रत्यास्थता गुणांक $9.27\times10^{10}$ Pa है। अनुदैर्ध्य कम्पन्न की मूल आवृति क्या होगी ?

(1) 10 kHz (2) 7.5 kHz (3) 5 kHz (4) 2.5 kHz

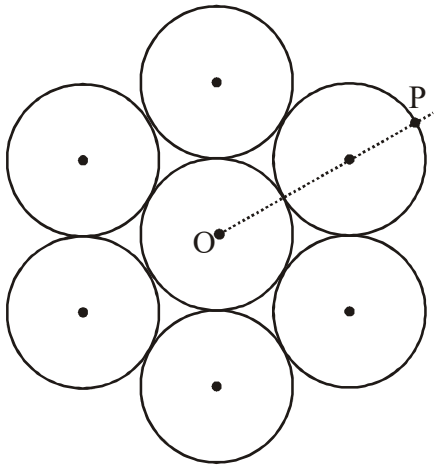
Ans. 3

Sol. $F = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \frac{1}{2\times0.6}\sqrt{\frac{9.27\times10^{10}}{2.7\times10^3}} = 5\text{ kHz}$

**Rotational Motion**

**16.** Seven identical circular planar disks, each of mass M and radius R are welded symmetrically as shown. The moment of inertia of the arrangement about the axis normal to the plane and passing through the point P is :

चित्रानुसार सात एक जैसी वृताकार सतमल डिस्कों, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है, को सममित रूप से जोड़ा जाता है। समतल के लम्बवत् तथा P से गुजरने वाली अक्ष के सापेक्ष, इस संयोजन का जड़त्व आघूर्ण है।




(1) $\frac{73}{2}MR^2$ (2) $\frac{181}{2}MR^2$ (3) $\frac{19}{2}MR^2$ (4) $\frac{55}{2}MR^2$

Ans. 2

Sol. $I_{com} = \frac{MR^2}{6} + 6\left(\frac{MR^2}{2} + 4MR^2\right)$

$= \frac{55MR^2}{2}$

$I_P = I_{com} + 7m\,(3R)^2$

$= \frac{181MR^2}{2}$

**Electrostatics**

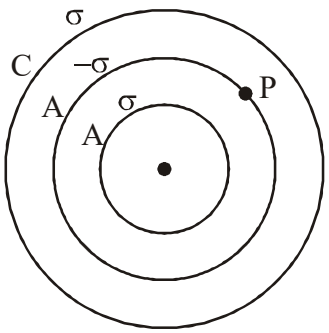
**17.** Three concentric metal shells A, B and C of respective radii a, b and c(a < b < c) have surface charge densities +σ, – σ and +σ respectively. The potential of shell B is :

तीन संकेन्द्री धातु कोष A, B तथा C जिनकी त्रिज्यायें क्रमशः a, b तथा c(a < b < c) हैं, का पृष्ठ–आवेश–घनत्व क्रमशः +σ, – σ तथा +σ है। कोष B का विभव होगा –

(1) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}\left[\frac{b^2-c^2}{b}+a\right]$ (2) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}\left[\frac{b^2-c^2}{c}+a\right]$ (3) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}\left[\frac{a^2-b^2}{a}+c\right]$ (4) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}\left[\frac{a^2-b^2}{b}+c\right]$

Ans. 4

Sol.




$$V_P = K\left[\frac{\sigma 4\pi a^2}{b} - \frac{\sigma 4\pi b^2}{b} + \frac{\sigma 4\pi c^2}{c}\right]$$

$$= \frac{\sigma}{\epsilon_0}\left[\frac{a^2}{b} - b + c\right]$$

$$V_P = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\left[\frac{a^2-b^2}{b}+c\right]$$

**Current Electricity**

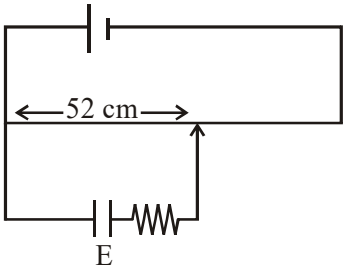
**18.** In a potentiometer experiment, it is found that no current passes through the galvanometer when the terminals of the cell are connected across 52 cm of the potentiometer wire. If the cell is shunted by a resistance of 5 Ω, a balance is found when the cell is connected across 40 cm of the wire. Find the internal resistance of the cell.

एक विभवमापी प्रयोग के दौरान पाया गया कि जब सेल सिरों को विभवमापी तार के 52 cm लम्बाई के दोनों तरफ जोड़ा जाता है तो गैल्वनोमीटर में कोई धारा का प्रवाह नहीं होता है। यदि सेल को 5 Ω, प्रतिरोध द्वारा शंट कर दिया जाये तो सेल के सिरों को तार के 40 cm लम्बाई के दोनों तरफ जोड़ने से संतुलन प्राप्त हो जाता है। सेल का आंतरिक प्रतिरोध होगा –

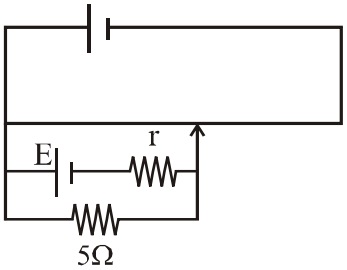
(1) 2 Ω (2) 2.5 Ω (3) 1 Ω (4) 1.5 Ω

Ans. 4

Sol. $\phi \rightarrow$ volt / meter




$E = 52.0\ \phi$ .....(1)




$$\frac{E \times 5}{(5+r)} = 42\ \phi \qquad .....(2)$$

$\Rightarrow$ 52 R = 40 R + 40 r

740r + 12 R

$$r = \frac{12}{40} \times 5 = \frac{12}{8} = \frac{3}{2} = 1.5\Omega$$

**Electro Magnetic waves**

**19.** An EM wave from air enters a medium. The electric fields are

$\vec{E}_1 = E_{01}\hat{x}\cos\left[2\pi v\left(\frac{z}{c} - t\right)\right]$ in air and $\vec{E}_2 = E_{02}\hat{x}\cos\left[k(2z - ct)\right]$ in medium, where the wave number k and frequency $v$ refer to their values in air. The medium is non-magnetic. If $\in_{r_1}$ and $\in_{r_2}$ refer to relative permittivities of air and medium respectively, which of the following options is correct ?

एक विभव चुंबकीय तरंग हवा से किसी माध्यम में प्रवेश करती है। उनके वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}_1 = E_{01}\hat{x}\cos\left[2\pi v\left(\frac{z}{c} - t\right)\right]$ हवा में एवं $\vec{E}_2 = E_{02}\hat{x}\cos\left[k(2z - ct)\right]$ माध्यम में हैं, जहाँ संचरण संख्या k तथा आवृति $v$ के मान हवा में है। माध्यम अचुम्बकीय है। यदि $\in_{r_1}$ तथा $\in_{r_2}$ क्रमशः हवा एवं माध्यम की सापेक्ष विद्युतशीलता हो तो निम्न में से कौन सा विकल्प सत्य होगा –

(1) $\frac{\in_{r_1}}{\in_{r_2}} = \frac{1}{4}$ (2) $\frac{\in_{r_1}}{\in_{r_2}} = \frac{1}{2}$ (3) $\frac{\in_{r_1}}{\in_{r_2}} = 4$ (4) $\frac{\in_{r_1}}{\in_{r_2}} = 2$

Ans. 1

Sol. for $E_1 = E_{01}\ \hat{x}\cos\left[2\pi v\left(\frac{z}{c}-t\right)\right] \Rightarrow$ wave speed $(v_1) = C$

for $E_2 = E_{02}\ \hat{x}\cos\left[k(2z-ct)\right] \Rightarrow$ wave speed $(v_2) = C/2$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon_{r_1}\varepsilon_0}} \quad ....(1)$$

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon_{r_2}\varepsilon_0}} \quad ....(2)$$

From (1) and (2)

$$2 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{r_2}}{\varepsilon_{r_1}}} = \frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}} = \frac{1}{4}$$

**Wave optics**

**20.** The angular width of the central maximum in a single slit diffraction pattern is 60º. The width of the slit is 1 μm. The slit is illuminated by monochromatic plane waves. If another slit of same width is made near it, Young's fringes can be observed on a screen placed at a distance 50 cm from the slits. If the observed fringe width is 1 cm, what is slit separation distance ? (i.e. distance between the centres of each slit.)

किसी एकल झिरी विवर्तन पैटर्न के केंद्रीय उच्चिष्ठ की काणीय चौड़ाई 60º है। झिरी की चौड़ाई 1 μm है। झिरी को एकवर्णीय समतल तरंग से प्रकाशित करते है। यदि उसी चौड़ाई की एक नयी झिरी के पास बना दी जाये तो झिरियों से 50 cm दूर रखे पर्दे पर यंग फ्रिंजे देखी जा सकती है। यदि फ्रिंजो की चौड़ाई 1 cm हो तो झिरियों के केन्द्रों के बीच की दूरी होगी।

(1) 75 μm (2) 100 μm (3) 25 μm (4) 50

Ans. 3

Sol. $\frac{a}{2}\sin 30° = \frac{\lambda}{2}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{a}{2}$$

fringe width $\beta = \frac{\lambda_0}{2}$

$$\Rightarrow (10^{-2}) = \frac{10^{-6}}{2} \times \frac{0.5}{d}$$

$$\Rightarrow d = 0.25 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow 25\ \mu m$$

**SHM**

**21.** A silver atom in a solid oscillates in simple harmonic motion in some direction with a frequency of $10^{12}$/sec. What is the force constant of the bonds connecting one atom with the other ? (Mole wt. of silver = 108 and Avagadro number = $6.02\times10^{23}$ gm mole$^{-1}$)

किसी ठोस में चादी का एक परमाणु $10^{12}$/sec की आवृति से किसी दिशा में सरल आवर्त गति करता है। एक परमाणु को दूसरे परमाणु से जोडनें वाले बंध का बल नियंताक कितना होगा

(चांदी का आण्विक भार =108 और अवाग्रादी (Avagadro) संख्या = $6.02 \times 10^{23}$ gm mole$^{-1}$)

(1) 2.2 N/m (2) 5.5 N/m (3) 6.4 N/m (4) 7.1 N/m

Ans. 4

Sol. $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$

$K = 4\pi^2\nu^2 m$

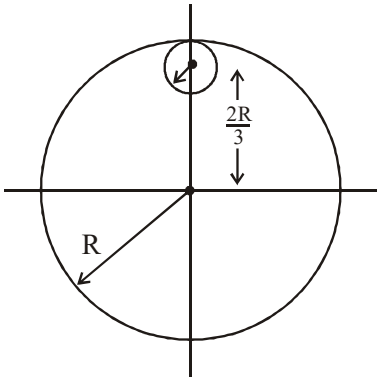
$= 4 \times 10 \times 10^{24} \times \frac{108 \times 10^{-3}}{6 \times 10^{23}}$

K = 7.1 N/m

**Rotational Dynamics**

**22.** From a uniform circular disc of radius R and mass 9 M, a small disc of radius $\frac{R}{3}$ is removed as shown in the figure. The moment of inertia of the remaining disc about an axis perpendicular to the plane of the disc and passing through centre of disc is :

R त्रिज्या तथा 9 M द्रव्यमान के एकसमान गोलाकार डिस्क $\frac{R}{3}$ त्रिज्या का एक छोटा गोलाकर डिस्क काट कर निकाल लिया जाता है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। डिस्क के सतह के लम्बवत् एवं उसके केन्द्र से गुजरने वाले अक्ष के सापेक्ष बची हुई डिस्क का जड़त्व आघूर्ण होगा।




(1) 10 MR$^2$ (2) $\frac{37}{9}$MR$^2$ (3) 4 MR$^2$ (4) $\frac{40}{9}$MR$^2$

Ans. 3

Sol. Mass of removed disc is

$\pi r^2 = 9M$

So, $\frac{\pi r^2}{9} = M$

Mass of removed disc is M

$I = \frac{9MR^2}{2} - \left(\frac{MR^2}{2\times 9} + M\times(2R/3)^2\right)$

$I = 4\ MR^2$

**COM and Collision**

**23.** In a collinear collsion, a particle with an initial speed $v_0$ strikes a stationary particle of the same mass. If the final total kinetic energy is 50% greater than the original kinetic energy, the magnitude of the relative velocity between the two particles, after collision, is :

एक एकरेखीय संघट्ट (collinear collsion) में, आरम्भिक चाल $v_0$ का एक कण समान द्रव्यमान के एक दुसरे रूके हुए कण से टकराता है। यदि कुल अंतिम गतिज ऊर्जा, आरम्भिक गतिज ऊर्जा 50% ज्यादा हो तो टक्कर के बाद दोनों कणों के सापेक्ष गति का परिणाम होगा।

(1) $\frac{\upsilon_0}{2}$ (2) $\frac{\upsilon_0}{\sqrt{2}}$ (3) $\frac{\upsilon_0}{4}$ (4) $\sqrt{2}\upsilon_0$

Ans. 4

Sol. As the K.E. after collision is increasing so the velocity of seperation after the collision will be greater then velocity of approach, So, from the given options only $\sqrt{2}\upsilon_0$ is greater then $V_0$.

**Magnetic field**

**24.** The dipole moment of a circular loop carrying a current I, is m and the magnetic field at the centre of the loop is $B_1$. When the dipole moment is doubled by keeping the current constant, the magnetic field at the centre of the loop is $B_2$. The ratio $\frac{B_1}{B_2}$ is :

धारा I वाले एक वृताकार पाश का द्विध्रुव आघूर्ण m तथा उसके केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र $B_1$ है। धारा स्थिर रखते हुए द्विध्रुव आघूर्ण को दोगुना करने पर पाश के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र $B_2$ हो जाता है। अनुपात $\frac{B_1}{B_2}$ होगा।

(1) $\sqrt{2}$ (2) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (3) 2 (4) $\sqrt{3}$

Ans. 1

Sol. $M_1 = I\pi r_1^2$ as $M_2 = 2M_1$

$M_2 = I\pi r_2^2$ so, $r_2 = \sqrt{2}r_1$

Also $B_{center} = \frac{\mu_0 I}{2r}$

So, $B \propto \frac{1}{r}$ $\Rightarrow \frac{B_1}{B_2} = \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{2}$

**Error and Measurements and instruments**

**25.** The density of a material in the shape of a cube is determined by measuring three sides of the cube and its mass. If the relative errors in measuring the mass and length are respectively 1.5% and 1%, the maximum error in determining the density is :

घन की आकृति वाले किसी पदार्थ का घनत्व, उसकी तीन भुजाओं एवं द्रव्यमान को मान कर, निकाला जाता है। यदि द्रव्यमान एवं लम्बाई को मापने में सापेक्ष त्रुटियाँ क्रमशः 1.5% तथा 1% हो तो घनत्व को मापने में अधिकतम त्रुटि होगी।

(1) 4.5% (2) 6% (3) 2.5% (4) 3.5%

Ans. 1

Sol. $\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{l \times b \times h}$

Error in density = Error in mass + (Error in sides of cube)

$= 1.5 + 3 \times 1$

$= 4.5\ \%$

**Current Electricity**

**26.** On interchanging the resistances, the balance point of a meter bridge shifts to the left by 10 cm. The resistance of their series combination is 1 kΩ. How much was the resistance on the left slot before interchanging the resistances ?

प्रतिरोध को बदलने से मीटर सेतु का संतुलन बिन्दु 10 cm बाँयर तरफ खिसक जाता है। उनके श्रेणी क्रम संयोजन का प्रतिरोध 1 kΩ है। प्रतिरोधों को बदलने से पहले बाँये तरफ के खाँचे का प्रतिरोध कितना था ?

(1) 550 Ω (2) 910 Ω (3) 990 Ω (4) 505 Ω

Ans. 1

Sol.

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L}{100 - L}$ .....(1)

Now, after interchange $\frac{R_2}{R_1} = \frac{L - 10}{100 - (L - 10)}$ ....(2)

from (1) and (2)

$\frac{100 - L}{L} = \frac{L - 10}{110 - L}$

$\Rightarrow L = 55$ cm

Also $R_1 + R_2 = 1000\Omega$

Now, $\frac{R_1}{1000-R_1}=\frac{55}{45}=\frac{11}{9}$

$\Rightarrow 9R_1 = 11000 - 11R_1$

$R_1 = 550\ \Omega$

**Alternating current (AC)**

**27.** In an a.c. circuit, the instantaneous e.m.f. and current are given by

$e = 100 \sin 30\, t$

$i = 20\sin\left(30t-\frac{\pi}{4}\right)$

In one cycle of a.c., the average power consumed by the circuit and the wattless current are, respectively :

एक a.c. परिपथ के विद्युत वाहक बल तथा धारा का तात्क्षणिक मान निम्नलिखित समीकरणों से दिया गया है।

$e = 100 \sin 30\, t$

$i = 20\sin\left(30t-\frac{\pi}{4}\right)$

a.c. के एक पूर्ण चक्र में परिपथ द्वारा औसत शक्ति व्यय तथा वाटहीन धारा के मान, क्रमश है –

(1) $\frac{50}{\sqrt{2}}, 0$ (2) 50, 0 (3) 50, 10 (4) $\frac{1000}{\sqrt{2}}, 10$

Ans. 4

Sol. $P_{avg} = V_{rms} I_{rms} \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)$

$= \frac{100}{\sqrt{2}}\frac{20}{\sqrt{2}}\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1000}{\sqrt{2}}$

$I_{wattless} = I_{rms} \sin\theta$

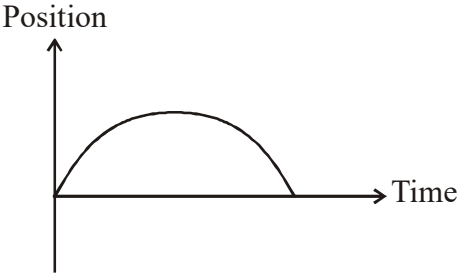
$= \left(10:\sqrt{2}\right)\frac{1}{\sqrt{2}} = 10$

**Kinamatics**

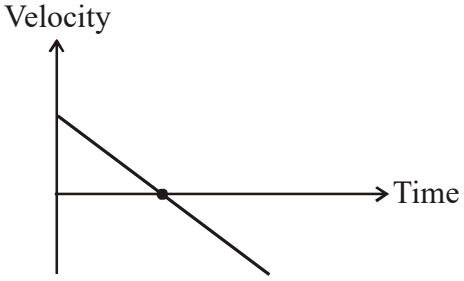
**28.** All the graphs below are intended to represent the same motion. One of them does it incorrectly. Pick it up :

दिये गये सारे ग्राफ एक ही गति दर्शाते है। कोई एक ग्राफ उस गति को गलत तरीके से दर्शाता है। वह ग्राफ है।

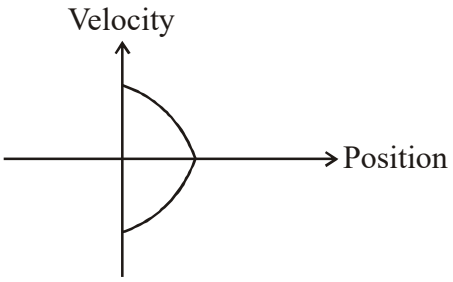
(1)



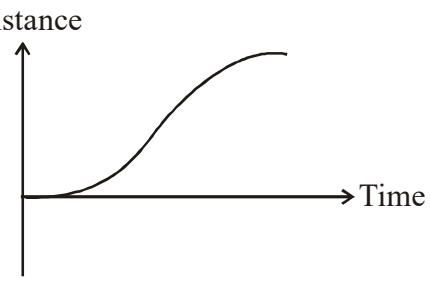

(2)



(3)

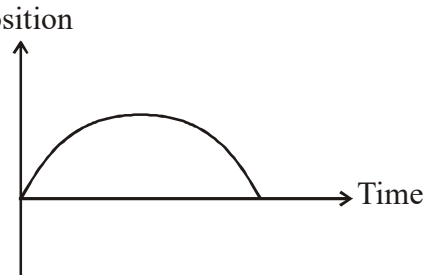



(4)



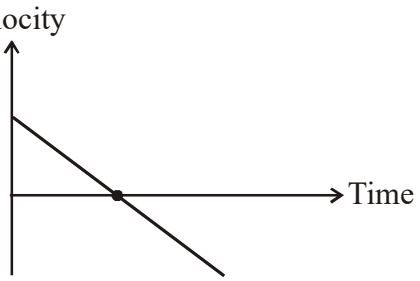

Ans. 4

Sol. (1)




Its equation can be return as $t^2 = -C_1X + C_2$ (X is position)
It can be seen that acceleration is negative
It can be seen in option (2)

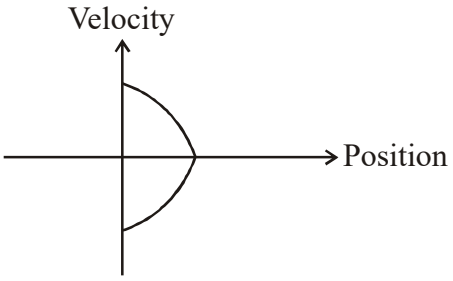
(2)




= slope is negative and slope represents acceleration

So acceleration is negative

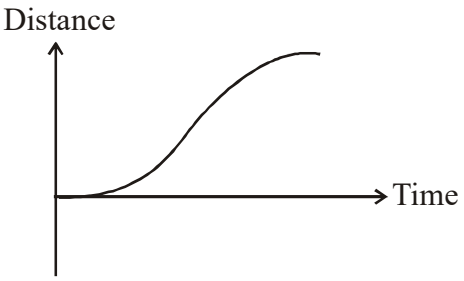
(3)




$V^2 = U^2 - 2aX$

Its general equation for velocity - position graph with negative acceleration

(4)




Here distance - time graph does not represent any of the conditions shown in above options

**Thermodynamics**

**29.** Two moles of an ideal monoatomic gas occupies a volume V at 27ºC. The gas expands adiabatically to a volume 2 V. Calculate (a) the final temperature of the gas and (b) change in its internal energy.

किसी एकपरमाणु आदर्श गैस के 2 मोल 27ºC तापमान पर V आयतन घेरते है। गैस का आयतन रूद्धोष्म प्रक्रम द्वारा फैल कर 2 V हो जाता है। गैस के (a) अंतिम तापमान का मान एवं (b) उसकी आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन का मान होगा।

(1) (a) 189 K (b) –2.7 kJ (2) (a) 195 K (b) 2.7 kJ

(3) (a) 189 K (b) 2.7 kJ (4) (a) 195 K (b) –2.7 kJ

Ans. 1

Sol. (a) $T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$

$T_2 = \frac{300}{2^{2/3}} = 189$

(b) $\Delta U = nC_v\Delta T$

$= 2 \times \frac{3R}{2} \times (189 - 300)$

$= -2.7$ kJ

**Circular motion**

**30.** A particle is moving with a uniform speed in a circular orbit of radius R in a central force inversely proportional to the nth power of R. If the period of rotation of the particle is T, then :

(1) $T \propto R^{(n+1)/2}$ (2) $T \propto R^{n/2}$

(3) $T \propto R^{3/2}$ for any n (4) $T \propto R^{\frac{n}{2}+1}$

एक कण R त्रिज्या के एक वृताकार पथ पर किसी एक केन्द्रिय बल जो कि R की n वीं घात के व्युत्क्रमानुपाती है, के अतंर्गत घूमता है। यदि कण का आवर्त काल T हो, तो

(1) $T \propto R^{(n+1)/2}$ (2) $T \propto R^{n/2}$

(3) $T \propto R^{3/2}$ (n के किसी भी मान के लिए) (4) $T \propto R^{\frac{n}{2}+1}$

Ans. 1

Sol. $F = \frac{mV^2}{R} = \frac{K}{R^n}$

$V \propto R^{-(n-1/2)}$ and $T \propto \frac{R}{V}$

So, $T \propto R^{(n+1)/2}$