Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

PAPER WITH SOLUTION

9th January 2020 _ SHIFT - 1

PHYSICS

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

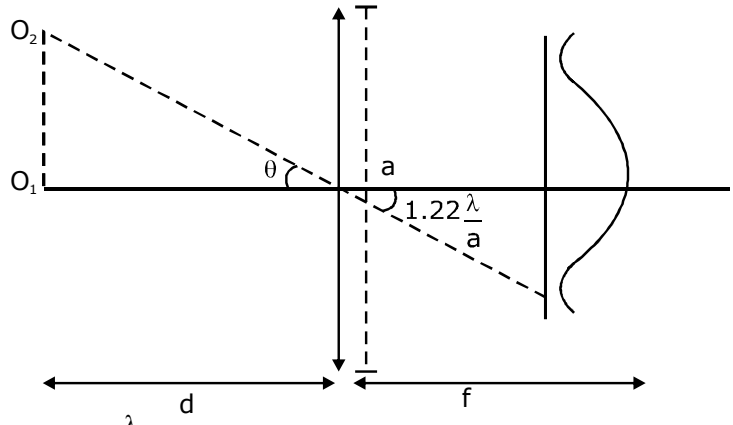
1. The aperture diameter of a telescope is 5 m. The separation between the moon and the earth is 4×10^5 km. With light of wavelength of 5500 Å, the minimum separation between objects on the surface of moon, so that they are just resolved, is close to :

(1) 600 m (2) 60 m (3) 20 m (4) 200 m

एक टेलीस्कोप के द्वारक का व्यास 5 m है। पथ्वी और चन्द्रमा के बीच की दूरी 4×10^5 km है। यदि प्रकाश का तरंगदैर्ध्य 5500 Å लिया जाय तो चन्द्रमा पर दो वस्तुओ की बीच की न्यूनतम दूरी लगभग कितनी होगी, जिससे उनमें विभेदन करा जा सके।

(1) 600 m (2) 60 m (3) 20 m (4) 200 m

Sol. **(2)**



$\theta = 1.22\frac{\lambda}{a}$

distance = $O_1O_2 = d\theta = 1.22\frac{\lambda}{a}d$

distance = $O_1O_2 = \frac{1.22 \times 5893 \times 10^{-10} \times 4 \times 10^8}{5} \approx 57.5\text{m}$

answer from options = 60 m
minimum distance

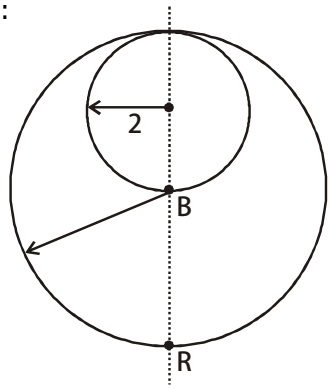
2. Consider a sphere of radius R which carries a unifom charge density ρ. If a sphere of radius $\frac{R}{2}$ is carved out of it, as shown, the ratio $\frac{|\vec{E}_A|}{|\vec{E}_B|}$ of magnitude of electric field $\vec{E}_A$ and $\vec{E}_B$, espectiely, at point A and B due to the remaining portion is :

(1) $\frac{17}{54}$

(2) $\frac{18}{54}$

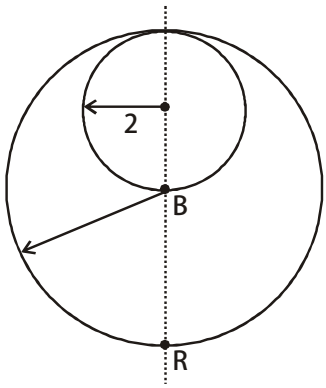
(3) $\frac{18}{34}$

(4) $\frac{21}{34}$



Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

एक R त्रिज्या के गोले में समान घनत्व ρ का आवेश वितरित है। यदि इस गोले से $\frac{R}{2}$ त्रिज्या का एक गोला काटकर चित्रानुसार निकाल दिया जाये तो बचे हुए भाग के कारण बिन्दुओ A और B पर विद्युत क्षेत्र (क्रमशः $\vec{E}_A$ तथा $\vec{E}_B$) के मान का अनुपात $\frac{|\vec{E}_A|}{|\vec{E}_B|}$ होगा –



(1) $\frac{17}{54}$

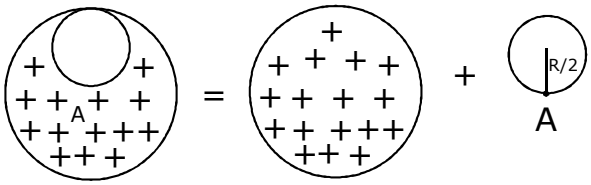
(2) $\frac{18}{54}$

(3) $\frac{18}{34}$

(4) $\frac{21}{34}$

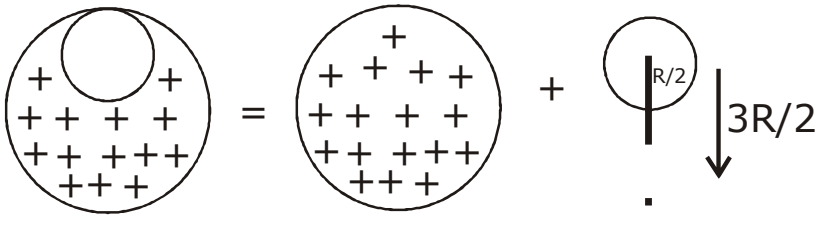
Sol. **(3)**

for point A



$$= \frac{k \times \rho \times \frac{4}{3}\pi (R/2)^3}{(R/2)^2} = \frac{\rho R}{6\varepsilon_0} \uparrow$$

For point B



$$= \frac{k \times \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3}{R^2} - \frac{k \times \rho \times \frac{4}{3}\pi (R/2)^3}{(3R/2)^2} = \frac{\rho R}{3\varepsilon_0} - \frac{\rho \ R}{54.\varepsilon_0}$$

$$= = \frac{\rho R}{3\varepsilon_0}\left[1-\frac{1}{18}\right] = \frac{17\rho R}{54\varepsilon_0}$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{\frac{\rho R}{6\varepsilon_0}}{\frac{17\rho R}{54\varepsilon_0}} = \frac{54}{6\times 17} = \frac{9}{17} = \frac{18}{34}$$

3. The electric field of two plane electromagnetic plane waves in vacuum are given by :

$\vec{E}_1 = E_0\hat{j}\cos(\omega t - kx)$ and $\vec{E}_2 = E_0\hat{k}\cos(\omega t - ky)$

At t = 0, a particle of charge q is at origin with a velocity $\vec{v} = 0.8c\hat{j}$ (c is the speed of light in vaccum). The instantaneous force experienced by a particle is :

(1) $E_0q(0.4\hat{i} - 3\hat{j} + 0.8\hat{k})$ (2) $E_0q(0.8\hat{i} - \hat{j} + 0.4\hat{k})$

(3) $E_0q(-0.8\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ (4) $E_0q(0.8\hat{i} + \hat{j} + 0.2\hat{k})$

निर्वात में दो समतल विद्युत–चुम्बकीय तरंगो के विद्युत क्षेत्र $\vec{E}_1 = E_0\hat{j}\cos(\omega t - kx)$ तथा $\vec{E}_2 = E_0\hat{k}\cos(\omega t - ky)$ है। समय t = 0 पर q आवेश का एक कण $\vec{v} = 0.8c\hat{j}$ (c निर्वात में प्रकाश की गति है) वेग से मूलबिन्दु पर चल रहा है। कण पर लगने वाला तात्क्षणिक बल है –

(1) $E_0q(0.4\hat{i} - 3\hat{j} + 0.8\hat{k})$ (2) $E_0q(0.8\hat{i} - \hat{j} + 0.4\hat{k})$

(3) $E_0q(-0.8\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ (4) $E_0q(0.8\hat{i} + \hat{j} + 0.2\hat{k})$

Sol. **(4)**

$\vec{E_1} = E_0\hat{j}\cos(\omega t - kx)$

means travelling in +ve x-direction $\vec{E}\times\vec{B}$ should be in x-direction

$\therefore$ $\vec{B}$ is in $\hat{k}$

$\therefore$ $\vec{B}_1 = \frac{E_0}{C}\cos(\omega t - kx)\,\hat{k}$

$\vec{E}_2 = E_0\hat{k}\cos(\omega t - ky)$

$B_0 = \frac{E_0}{C}$

$\vec{E}_2 = \frac{E_0}{C}\hat{i}\cos(\omega t - ky)$

$\therefore$ travelling in +ve y-axis

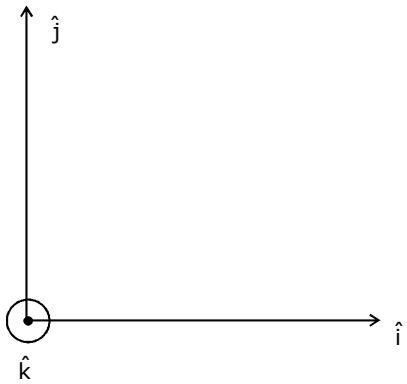
$\vec{E}\times\vec{B}$ should be in y-axis

$\therefore$ Net force

$q(\vec{E}_1\times\vec{E}_2)$ + q $(0.8c\hat{j}\times(\vec{B}_1+\vec{B}_2)$

t = 0

x = 0



Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

$$\vec{E}_1 = E_0\hat{j} \qquad \vec{E}_2 = E_0\hat{k}$$

$$\vec{B}_1 = \frac{E_0}{c}\hat{k} \qquad \vec{B}_2 = \frac{E_0}{c}\hat{i}$$

$$\therefore \vec{F}_{net} = q\,E_0\left(\hat{j}+\hat{k}\right) + q \times 0.8c \times \frac{E_0}{C}\hat{j}\times\left(\hat{k}+\hat{i}\right)$$

$$= qE_0\left(\hat{j}+\hat{k}\right) + 0.8\,q\,E_0\left(\hat{i}-\hat{k}\right)$$

$$= q\,E_0\left(0.8\hat{i}+\hat{j}+0.2\hat{k}\right)$$

4. A body A of mass m is moving in a circular orbit of radius R about a planet. Another body B of mass $\frac{m}{2}$ collides with A with a velocity which is half $\left(\frac{\vec{v}}{2}\right)$ the instantaneous velocity $\vec{v}$ of A. The collision is completely inelastic. Then, the combined body :
(1) Falls vertically downwards towards the planet
(2) starts moving in an elliptical orbit around the planet
(3) continues to move in a circular orbit
(4) Escapes from the Planet's gravitational field

द्रव्यमान m की एक वस्तु A एक ग्रह के चारो ओर R त्रिज्या की एक वत्तीय कक्षा में चल रही है। द्रव्यमान $\frac{m}{2}$ की एक दूसरी वस्तु B वस्तु A से $\left(\frac{\vec{v}}{2}\right)$ वेग से टकराती है। यहाँ $\vec{v}$ वस्तु A का तात्क्षणिक वेग है। यह टक्कर पूर्णतः अप्रत्यास्थ है। तब संयुक्त वस्तु –
(1) ग्रह की ओर उर्ध्वाधर दिशा में गिरेगी।
(2) एक दीर्घवत्त कक्षा में चलना शुरू कर देगी।
(3) वत्तीय कक्षा में चलती रहेगी।
(4) ग्रह के गुरूत्वाकर्षण क्षेत्र से पलायन कर जायेगी।

Sol. **(2)**
Conserving momentum

$$\frac{m}{2}\frac{v}{2} + mv = \left(m+\frac{m}{2}\right)v_f$$

$$v_f = \frac{5mV}{4\times\frac{3m}{2}} = \frac{5V}{6}$$

$v_f < v_{orb}$ (= v) thus the combined mass will go on to an elliptical path

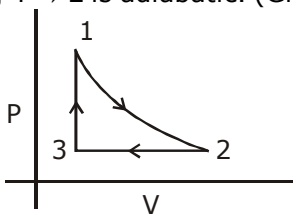
5. Which of the following is an equivalent cyclic process corresponding to the thermodynamics cyclic given in the figure ? where, $1 \rightarrow 2$ is adiabatic. (Graphs are schematic and are not to scale)

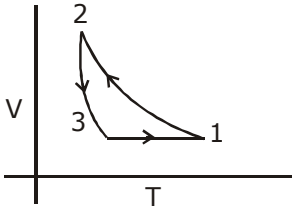
(1)

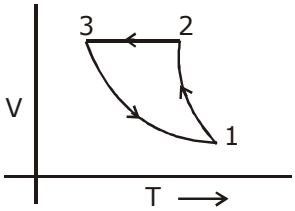
(2)

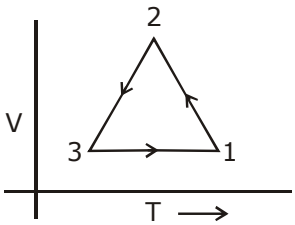
(3)

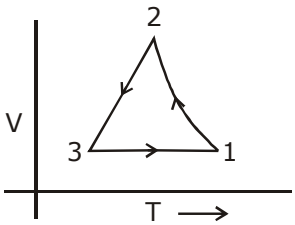
(4)



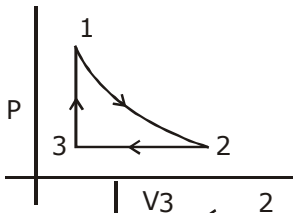




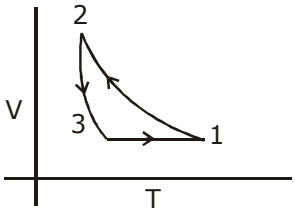




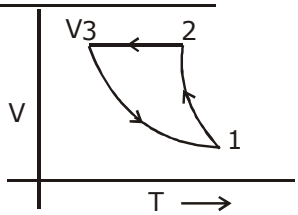
नीचे दिये गये ग्राफो में कौनसा ग्राफ चित्र में दिखायी गयी उष्मागतिज चक्रीय प्रक्रिया के समतुल्य चक्रीय प्रक्रिया दर्शाता है ? चित्र में $1 \rightarrow 2$ एक रूद्धोष्म प्रक्रिया है। (चित्र सांकेतिक है।)



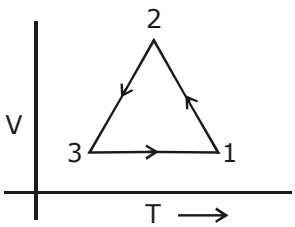
(1)



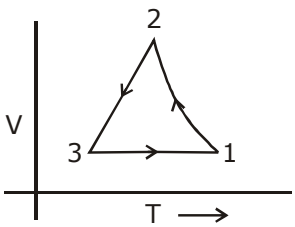
(2)



(3)



(4)



Sol . **(4)**
For 3 → 1 (volume constant)
∴ 2 is wrong
P ↑, T ↑
For 2 → 3, (Pressure constant)
∴ V ↓, T ↓
∴ (4) is correct

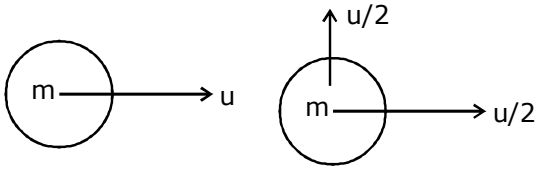
6. Two particles of equal mass m have respective initial velocities $u\hat{i}$ and $u\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}\right)$. They collide completely inelastically. The energy lost in the process

(1) $\frac{1}{3}mu^2$ (2) $\frac{1}{8}mu^2$ (3) $\frac{3}{4}mu^2$ (4) $\sqrt{\frac{2}{3}}mu^2$

समान द्रव्यमान m के दो कणो का प्रारंभिक वेग $u\hat{i}$ तथा $u\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}\right)$ है। ये कण पूर्णतः अप्रत्यास्थ रूप से टकराते हैं। इस प्रक्रिया में होने वाली उर्जा की क्षति है –

(1) $\frac{1}{3}mu^2$ (2) $\frac{1}{8}mu^2$ (3) $\frac{3}{4}mu^2$ (4) $\sqrt{\frac{2}{3}}mu^2$

Sol. **(2)**



x-direction

$mu + \frac{mv}{2} = 2mv'_x \quad V'_x = \frac{3u}{4}$

y-direction $\frac{mv}{2} = 2_n\, v'_y = v'_y = \frac{u}{4}$

$K.E._i = \frac{1}{2}m\,u^2 + \frac{1}{2}\,m\left[\left(\frac{u}{2}\right)^2 + \left(\frac{u}{2}\right)^2\right] = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{mu^2}{4} = \frac{3mu^2}{4}$

$K.\,E._f = \frac{1}{2}2m\left[\left(\frac{3u}{4}\right)^2 + \left(\frac{u}{4}\right)^2\right] = \frac{mu^2 5}{8} =$

$\therefore \text{Loss} = mu^2\left(\frac{6}{8} - \frac{5}{8}\right) = \frac{mu^2}{8}$

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

7. Three harmonic waves having equal frequency ν and same intensity I_0, have phase angles 0, $\frac{\pi}{4}$ and $-\frac{\pi}{4}$ respectively. When they are superimposed the intensity of the resultant wave is close to :

(1) 3 I_0 (2) 5.8 I_0 (3) I_0 (4) 0.2 I_0

एक समान आवत्ति ν तथा तीव्रता I_0 की तीन हरात्मक तरंगो के कलाकोण क्रमशः 0, $\frac{\pi}{4}$ और $-\frac{\pi}{4}$ हैं। जब इन तरंगो के अध्यारोपित (superimpose) करा जाता हे, तो परिणामी तरंग की तीव्रता होगी –

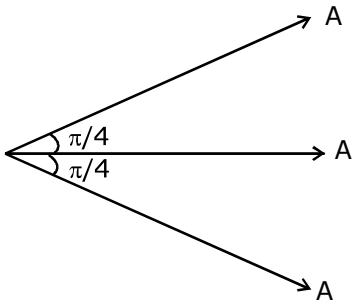
(1) 3 I_0 (2) 5.8 I_0 (3) I_0 (4) 0.2 I_0

Sol. **(2)**

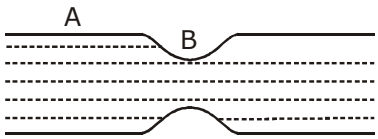
$A_{res} = \left(\sqrt{2}+1\right)A$

$I_{res} = \left(\sqrt{2}+1\right)^2 I_0$

$= \left(3 + 2\sqrt{2}\right)I_0 = 5.8\ I_0$



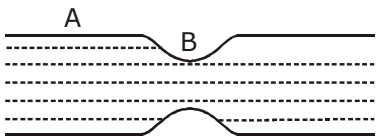
8. Water flows in a horizontal tube (see figure). The pressure of water changes by 700 Nm^{-2} between A and B where the area of cross section are 40 cm^2 and 20 cm^2, respectively. Find the rate of flow of water through the tube.
(density of water = 1000 kg m^{-3})



(Fig.)

(1) 3020 cm^3/s (2) 1810 cm^3/s
(3) 2720 cm^3/s (4) 2420 cm^3/s

एक क्षैतिज नली में पानी बह रहा है (चित्र देखें)। इस नली में A से B के बीच पानी के दबाव में 700 Nm^{-2} का अन्तर है। A और B पर नली की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल क्रमशः 40 cm^2 और 20 cm^2 है। नली में पानी के बहाव की दर है –
(पानी का घनत्व = 1000 kg m^{-3})



(Fig.)

(1) 3020 cm^3/s (2) 1810 cm^3/s
(3) 2720 cm^3/s (4) 2420 cm^3/s

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

Sol. **(3)**

Using equation of continuity

$40\ V_A = 20\ V_B$

$\Rightarrow 2V_A = V_B$

using Bernoullie's equation

$$P_A + \frac{1}{2}\rho V_A^2 = P_B + \frac{1}{2}\rho V_B^2 \Rightarrow P_A - P_B = \frac{1}{2}\rho\left(V_B^2 - V_A^2\right)$$

$$\Rightarrow \Delta P = \frac{1}{2}1000\left(V_B^2 - \frac{V_B^2}{4}\right) \Rightarrow \Delta P = 5000 \times \frac{3V_B^2}{4}$$

$$\Rightarrow V_B = \sqrt{\frac{(\Delta P)\times 4}{1500}} = \sqrt{\frac{(700)\times 4}{1500}}\ \text{m/s}$$

Volume flow rate $= 20 \times 100 \times V_B = 2732\ cm^3/s \approx 2720\ cm^3/s$

9. Radiation, with wavelength 6561 Å falls on a metal surface to produce photoelectrons. The electrons are made to enter a uniform magnetic field of 3×10^{-4} T. If the radius of the largest circular path followed by the electrons is 10 mm, the work function of the metal is close to :

(1) 0.8 eV (2) 1.6 eV (3) 1.1 eV (4) 1.8 eV

तरंगदैर्ध्य 6561 Å का विकिरण एक धातु की सतह पर पड़ता है और इससे प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन (Photoelectrons) पैदा होते हैं। इन इलेक्ट्रॉनो को एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र, जिसका मान 3×10^{-4} T है, में प्रवेश कराने पर उनके द्वारा बनाये गये सबसे बड़े वत्तीय पथ की त्रिजया 10 mm है। धातु के कार्य फलन का मान निम्न में से किसके निकटतम है ?

(1) 0.8 eV (2) 1.6 eV (3) 1.1 eV (4) 1.8 eV

Sol. **(3)**

$$\text{K.E.} = \frac{P^2}{2m} \quad \Rightarrow R = \frac{P}{qB} = \frac{mv}{qB} \Rightarrow P = qBR$$

$$\text{K.E.}_{max} = q\frac{(qBR)^2}{2m}$$

$$= \frac{\left(1.6\times 10^{-19}\times 3\times 10^{-4}\times 10\times 10^{-3}\right)^2}{2\times 9.1\times 10^{-31}} = 79.12 \times 10^{-2} = 0.8$$

$$\frac{12400}{6561} = \phi + \frac{(qBR)^2}{2m} \quad \therefore\ \phi \approx 1.1\ \text{ev}$$

10. A particle moving with kinetic energy E has de Broglie wavelength λ. If energy ΔE is added to its energy, the wavelength become $\lambda/2$. Value of ΔE. is :

(1) E (2) 3E (3) 2E (4) 4E

गतिज उर्जा E के एक कण का डी–ब्रोगली तरंगदैर्ध्य λ है। यदि इसकी उर्जा में ΔE उर्जा और जोड़ दी जाये तो तरंगदैर्ध्य का मान $\lambda/2$ हो जाता है। ΔE का मान है –

(1) E (2) 3E (3) 2E (4) 4E

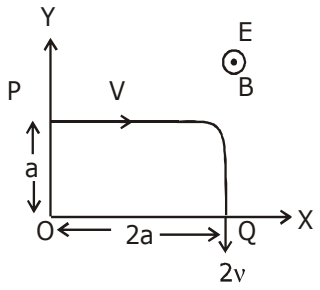
Sol. **(2)**

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2(KE)m}} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{\sqrt{KE}}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda/2} = \sqrt{\frac{KE_f}{KE_i}}$$

$4KE_i = kE_f \Rightarrow \Delta E = 4KE_i - KE_i = 3KE = 3E$

11. A charged particle of mass 'm' and charge 'q' moving under the influence of uniform electric field $E\vec{k}$ and a uniform magnetic field $B\vec{k}$ follows a trajectory from point P to Q as shown in figure. The velocites at P and Q are respectively, $v\vec{i}$ and $-2v\vec{j}$. Then which of the following statements (A, B, C, D) are the correct ? (Trajectory shown in schematic and not to scale)



(A) $E = \frac{3}{4}\left(\frac{mv^2}{qa}\right)$

(B) Rate of work done by the electric field at P is $\frac{3}{4}\left(\frac{mv^3}{a}\right)$

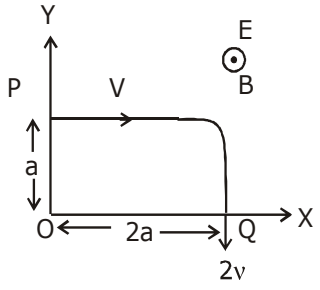
(C) Rate of work done by both the fields at Q is zero

(D) The difference between the magnitude of angular momentum of the particle at P and Q is 2 mav.

(1) (A), (C), (D) (2) (A), (B), (C)

(3) (A), (B), (C), (D) (4) (B), (C), (D)

11. द्रव्यमान 'm' और ओवश 'q' का एक कण एक समान विद्युत क्षेत्र $E\vec{i}$ तथा एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $B\vec{k}$ में चलता हुआ बिन्दु P से चित्र में दिखाये पथ पर चलकर बिन्दु Q तक पहुंचता है। कण का बिन्दुओ P और Q पर वेग क्रमशः $v\vec{i}$ और $-2v\vec{j}$ है। ऐसे में नीचे दिये गये कथनो (A,B,C,D) में से कौन–कौन से कथन सही है ? (दिखाया गया पथ सांकेतिक है)



Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

(A) $E = \frac{3}{4}\left(\frac{mv^2}{qa}\right)$

(B) बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र द्वारा कण पर किये जा रहे कार्य की दर $\frac{3}{4}\left(\frac{mv^3}{a}\right)$ है।

(C) दोनों विद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्रो द्वारा कण पर बिन्दु Q पर किये जा रहे कार्य की दर शून्य है।

(D) बिन्दुओं P तथा Q पर कण के कोणीय संवेग के मान में 2 mav का अन्तर है।

(1) (A), (C), (D) (2) (A), (B), (C)

(3) (A), (B), (C), (D) (4) (B), (C), (D)

Sol. (2)

(A) by work energy theorem

$W_{mg} + W_{ele} = \frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}m(v)^2$

$0 + qE_0 2a = \frac{3}{2}mv^2$

$E_0 = \frac{3}{4}\frac{mv^2}{qa}$

(B) Rate of work done at A = power of electric force

$= qE_0V = \frac{3}{4}\frac{mv^3}{a}$

(C) at, B, $\frac{dw}{dt} = 0$ for both forces

(D) $\Delta\vec{L} = \left(-m2v2a\hat{k}\right) - \left(-mva\hat{k}\right)$

$\left|\Delta\vec{L}\right| = 3mva$

12. If the screw on a screw - gauge is given six rotations, it moves by 3 mm on the main scale. If there are 50 divisions on the circular scale the least count of the screw gauge is :

(1) 0.001 mm (2) 0.001 cm (3) 0.01 cm (4) 0.02 mm

एक स्क्रूगेज में यदि पेच को छः बार घुमाया जाये तो यह मुख्य पैमाने पर 3 mm की दूरी तय करता है। यदि वत्तीय पैमाने पर 50 भाग हो तो स्क्रूगेज का अल्पतमांक कितना होगा ?

(1) 0.001 mm (2) 0.001 cm (3) 0.01 cm (4) 0.02 mm

Sol. (2)

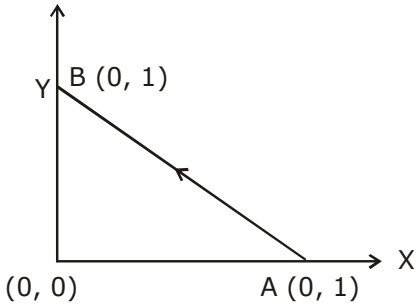
Pitch = $\frac{3}{6}$ = 0.5 mm

L.C. = $\frac{0.5mm}{50} = \frac{1}{100}mm$ = 0.01 mm = 0.001 cm

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

13. Consider a force $\vec{F} = -x\hat{i} + y\hat{j}$. The work done by this force in moving a particle from point A (1, 0) to B (0, 1) along the line segment is :
(all quantities are in SI units)

आपको एक बल $\vec{F} = -x\hat{i} + y\hat{j}$ दिया गया है। एक कण को बिन्दु A (1, 0) से B (0, 1) तक चित्र में दिखायी गयी रेखा पर ले जाने में इस बल द्वारा किया गया कार्य होगा –
(सभी राशियाँ SI इकाई में दी गयी है)



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

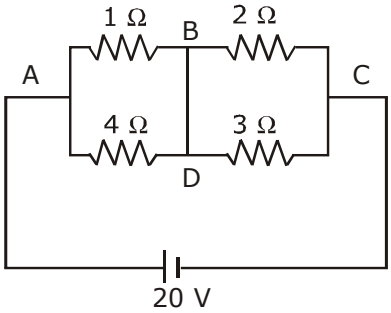
Sol. **(3)**

$W = \int \vec{F}.d\vec{S}$

$= \left(-x\hat{i} + y\hat{j}\right).\left(dx\hat{i} + dy\hat{j}\right) = \int_1^0 -x\,dx + \int_0^1 y\,dy$

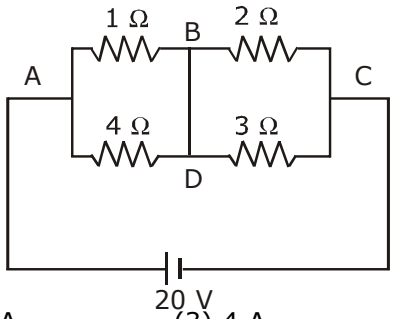
$= -\frac{x^2}{2}\Big|_1^0 + \frac{y^2}{2}\Big|_0^1 = \left(0 + \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) = 1J$

14. In the given circuit diagram, a wire is joining points B and D. The current in the wire is :



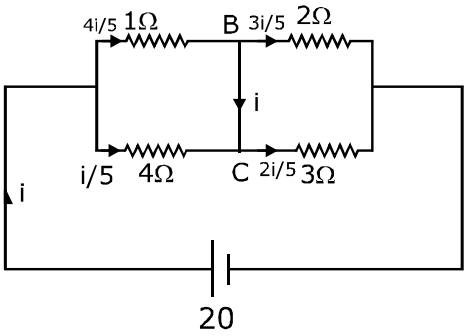
(1) zero (2) 0.4 A (3) 4 A (4) 2 A

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY



(1) zero (2) 0.4 A (3) 4 A (4) 2 A

Sol. (4)



$$R_{eff} = \frac{4}{5} + \frac{6}{5} = 2\Omega$$

$$i = \frac{20}{2} = 10 \text{ A}$$

$$I = \frac{4i}{5} - \frac{3i}{5} = +\frac{i}{5} = 2A$$

15. A long, straight wire of radius a carries a current distributed uniformly over its cross - section. The ratio of the magnetic fields due to the wire at distance $\frac{a}{3}$ and 2a. respectively from the axis of the wire is :

(1) 2/3 (2) 3/2 (3) 1/2 (4) 2

एक लम्बे सीधे a त्रिज्या के तार में विद्युत धारा बह रही है। यह धारा इसके अनुप्रस्थ काट पर समान रूप से वितरित है। तार द्वारा इसके अक्ष से क्रमशः $\frac{a}{3}$ और 2a दूरी पर बनने वाले चुम्बकीय क्षेत्रो के मान का अनुपात होगा –

(1) 2/3 (2) 3/2 (3) 1/2 (4) 2

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

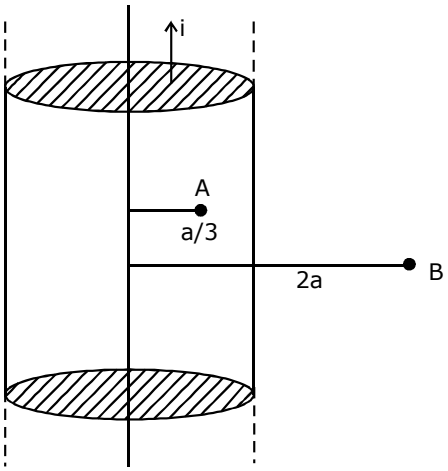
Sol. **(1)**

$$B_A = \frac{\mu_0 ir}{2\pi a^2} = \frac{\mu_0 i \frac{a}{3}}{2\pi a^2}$$

$$= \frac{\mu_0 i}{\pi a^2}\frac{a}{6} = \frac{\mu_0 i}{6\pi a}$$

$$B_B = \frac{\mu_0 i}{2\pi(2a)}$$

$$\frac{B_A}{B_B} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$



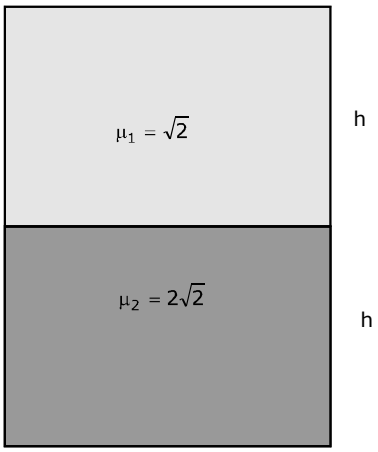
16. A vessel of depth 2h is half filled with a liquid of refractive index $2\sqrt{2}$ and the upper half with another liquid of refractive index $\sqrt{2}$. The liuqids are immiscible. The apparent depth of the inner surface of the bottom of vessel will be :

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

गहराई 2h के एक बर्तन में दो अमिश्रणीय द्रव जिनके अपवर्तनांक $\sqrt{2}$ और $2\sqrt{2}$ है आधी–आधी ऊँचाई h तक भरे हुए हैं तथा $\sqrt{2}$ अपवर्तनाक का द्रव इसके उपरी भाग में है। बर्तन के निचले हिस्से की आंतरिक सतह की आभासी उंचाई होगी –

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

Sol. **(3)**

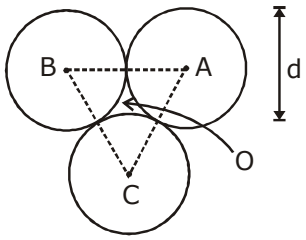


$$d = \frac{h}{\sqrt{2}} + \frac{h}{2\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow d = \frac{h}{\sqrt{2}} \times \frac{3}{2} = \frac{3\sqrt{2}h}{4}$$

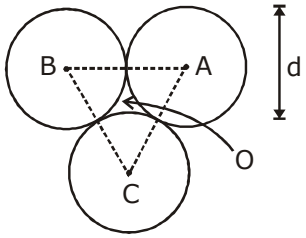
Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

17. Three Solid spheres each of the mass m and diameter d are stuck together such that the lines connecting the centers form an equilateral traingle of side of length d. The ratio I_0/I_A of moment of inertia I_0 of the system about an axis passing the centroid and about center of any of the spheres I_A and perpendicular to the plane of the triangle is :



(1) $\frac{13}{15}$ (2) $\frac{15}{13}$ (3) $\frac{23}{13}$ (4) $\frac{13}{23}$

द्रव्यमान m और व्यास d के तीन ठोस गोलो को इस प्रकार चिपकाया गया है कि उनके केन्द्रो को जोड़ने वाली रेखाएँ d लम्बाई की भुजा का एक समबाहु त्रिभुज बनाती है। इस त्रिभुज के केन्द्रक और किसी एक गोले के केन्द्र से होकर जाने वाले तथा त्रिभुज के समतल के लम्बवत् अक्षो के सापेक्ष इस निकाय के जड़त्व आघूर्ण क्रमशः I_0 तथा I_A है। तब I_0/I_A का मान है –



(1) $\frac{13}{15}$ (2) $\frac{15}{13}$ (3) $\frac{23}{13}$ (4) $\frac{13}{23}$

Sol. **(4)**

M.I. about P $= 3\left[\frac{2}{5}M\left(\frac{d}{2}\right)^2 + M\left(\frac{d}{\sqrt{3}}\right)^2\right] = \frac{13}{10}Md^2$

M.I. about B $= 2\left[\frac{2}{5}M\left(\frac{d}{2}\right)^2 + M(d)^2\right] + \frac{2}{5}M\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{23}{10}Md^2$

Now ratio $= \frac{13}{23}$

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

18. A quantity f is given by $f = \sqrt{\frac{hc^5}{G}}$ where c is speed of light, G universal gravitational constant and h is the Plank's constant. dimension of f is that of :

(1) energy (2) volume (3) momentum (4) area

एक राशि f का सूत्र $f = \sqrt{\frac{hc^5}{G}}$ है। यहाँ पर c प्रकाश की गति, G सर्वव्यापी गुरूत्वाकर्षण स्थिरांक तथा h प्लांक का स्थिरांक है। f की विमाएँ निम्न में से किसके समान है ?

(1) उर्जा (2) आयतन (3) संवेग (4) क्षेत्रफल

Sol. (1)

$[ML^2T^{-2}]$

$[hc] = [ML^3T^{-2}]$

$[c] = [LT^{-1}]$

$[G] = [M^{-1}L^3T^{-2}]$

19. Consider two ideal diatomic gases A and B at some temperature T. Molecules of the gas A are rigid, and have a mass m. Molecules of the gas B have an additiional vibrational mode, and have a mass $\frac{m}{4}$. The ratio of the specific heats $\left(C_V^A \text{ and } C_V^B\right)$ of gas A and B, respectively is :

(1) 7 : 9 (2) 5 : 7 (3) 5 : 9 (4) 3 : 5

किसी तापमान T पर दो आदर्श द्विपरमाणुक गैसे A और B पर विचार करें। गैस A के अणु दढ है तथा उनका द्रव्यमान m है। गैस B के अणु कम्पन्न गति भी करते है और उनका द्रव्यमान $\frac{m}{4}$ है। गैसो A और B की विशिष्ट उष्माओ, क्रमशः $\left(C_V^A \text{ तथा } C_V^B\right)$ का अनुपात हेागा –

(1) 7 : 9 (2) 5 : 7 (3) 5 : 9 (4) 3 : 5

Sol. (2)

Molar heat capacity of A at constant volume = $\frac{5R}{2}$

Molar heat capacity of B at constant volume = $\frac{7R}{2}$

Dividing both , $\frac{(C_v)_A}{(C_v)_B} = \frac{5}{7}$

20. An electric dipole of moment $\vec{P} = (-\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \times 10^{-29}$ C. m is at the origin (0, 0, 0). The electric field due to the dipole $\vec{r} = +\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$ (note that $\vec{r}.\vec{p} = 0$) is parellel to :

(1) $(-\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k})$ (2) $(+\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$

(3) $(+\hat{i} - 3\hat{j} - 2\hat{k})$ (4) $(-\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$

एक विद्युत द्विध्रुव जिसका आघूर्ण (moment) $\vec{P} = (-\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \times 10^{-29}$ C. m है, मूलबिन्दु (0,0,0) पर रखा हुआ है। इसके द्वारा $\vec{r} = +\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$ बनने वाले विद्युत क्षेत्र की दिशा निम्न में से किसके समान्तर होगी – (ध्यान दे कि $\vec{r}.\vec{p} = 0$)

(1) $(-\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k})$ (2) $(+\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$

(3) $(+\hat{i} - 3\hat{j} - 2\hat{k})$ (4) $(-\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

Sol. **(2)**

Since $\vec{r}.\vec{p} = 0$

$\vec{E}$ must be antiparallel to $\vec{p}$

So, $\vec{E} = -\lambda(\vec{p})$

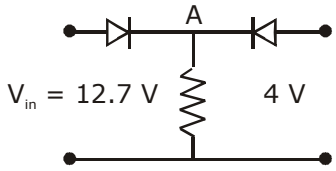
where λ is a arbitrary positive constant

Now, $\vec{A} = a\hat{i} + b\hat{j} + c\hat{k}$

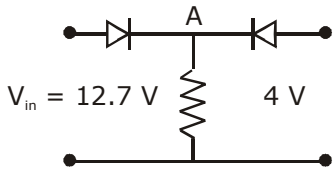
$\vec{A} \,||\, \vec{E}$

$\frac{a}{\lambda} = \frac{b}{3\lambda} = \frac{c}{2\lambda} = k$

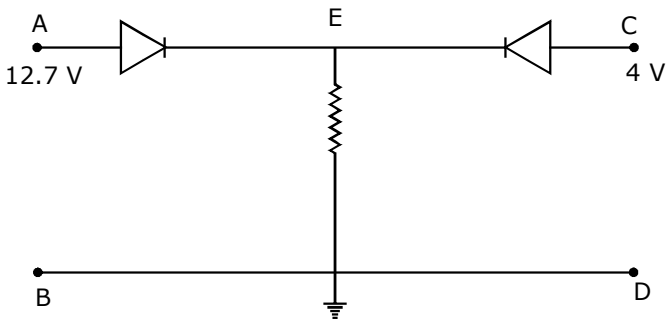
21. Both the diodes used in the circuit shown are assumed to be ideal and have negligible resistance when these are forward biased. Built in potential in each diode is 0.7 V. For the input voltages shown in the figure, the voltage (in volts) at point A is _____



दिखाये गये परिपथ में प्रयोग किये गये दोनो डायोडो को आदर्श माने तथा अग्रदिशिक (फारवर्ड) बायस में इनका प्रतिरोध नगण्य मानें। प्रत्येक डायोड का अंतरनिर्मित विभवान्तर (built-in-potential), 0.7 V है। चित्र में दिखायी गयी निवेश (input) वोल्टता के लिये बिन्दु A पर वोल्टता का मान (वोल्ट में) होगा _____



Sol. **(12)**



Let $V_B = 0$
Right diode is reversed biased and left diode is forward biased
$\therefore V_E = 12.7 - 0.7$
$= 12$ Volt

22. In a fluorescent lamp choke (a small transformer) 100 V of reverse voltage is produced when the choke current changes uniform from 0.25 A to 0 in a duration of 0.025 ms. The self - inductance of the choke (in mH) is estimated to be _____.
एक प्रतिदीप्त बत्ती में लगी चोक (एक छोटा ट्रान्सफार्मर) में बहने वाली विद्युत धारा जब कालावधी 0.025 ms में 0.25 A से एकसमान रूप से घटकर शून्य हो जाती है, तो इसमें 100 V की विलोम वोल्टता पैदा होती है। चोक का स्वप्रेरकत्व (self-inductance) का मान mH में कितना है _____.

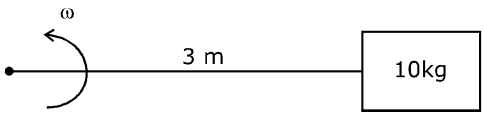
Sol. **(10)**

$100 = \frac{L(0.25)}{0.025} \times 10^3 \quad \therefore L = 100 \times 10^{-4}$ H
$= 10$ mH

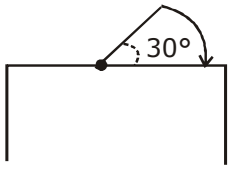
23. A body of mass m = 10 kg is attached to one end of a wire of length 0.3 m. The maximum angular speed (in rad s^{-1}) with which it can be rotated about its other end in space station is (Breaking stress of wire = 4.8×10^7 Nm $^{-2}$ and area of cross section of the wire = 10^{-2} cm^2) is :
द्रव्यमान 10 kg की एक वस्तु 0.3m लम्बे एक तार के एक छोर से जुड़ी हुई है। आंतरिक्ष में तार को इसके दूसरे सिरे के चारों ओर कितनी अधिकतम कोणीय गति (rad s^{-1} में) से घुमाया जा सकता है ? (तार = 4.8×10^7 Nm $^{-2}$ स्ट्रेस पर टूट जाता है और इसकी अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल = 10^{-2} cm^2 है)_____।

Sol. **(4)**

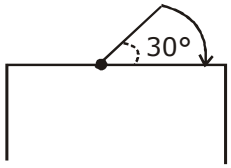
$\frac{T}{A} = \sigma$ .....(1)
$T = m\omega^2\ell$ .....(2)
Solving
$\omega = 4$ rad/s



24. One end of a straight uniform 1 m long bar is pivoted on horizontal table. It is released from rest when it makes an angle 30° from the horizontal (see figure). Its angular speed when it hits the table is given as $\sqrt{n}\, s^{-1}$, where n is an integer. The value of n is _____.



एक एकसमान 1m लम्बी छड़ का एक सिरा एक क्षैतिज मेज पर कीलकित (pivoted) है। छड़ को क्षैतिज दिशा से 30° कोण बनाते हुए स्थिर अवस्था से छोड़ा जाता है (चित्र देखें)। यदि मेज से टकराते समय छड़ का कोणीय वेग $\sqrt{n}\, s^{-1}$ (यहाँ पर n एक पूर्णांक है) हो, तो n का मान है _____।



Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

Sol. **(15)**

$$mg\frac{l}{2}\sin 30^\circ = \frac{1}{2}\frac{ml^2}{3}\omega^2$$

Solving

$\omega^2 = 15$

$\omega = \sqrt{15}$

25. The distance x covered by a particle in one dimensional motion varies with time t as $x^2 = at^2 + 2bt + c$. If the acceleration of the particle depends on x as x^{-n}, where n is an integer, the value of n is _____

एक दिशा में चलते हुए एक कण द्वारा t समय में तय की गयी दूरी x सूत्र $x^2 = at^2 + 2bt + c$ के अनुसार दी जाती है। यदि कण के त्वरण की x पर निर्भरता x^{-n} (n एक पूर्णांक है) द्वारा दी जाती हो, तो n का मान है _____।

Sol. **(3)**

$x^2 = at^2 + 2bt + c$

$2xv = 2ar + 2b$

$xv = at + b$

$v^2 + ax = a$

$$ax = a - \left(\frac{at+b}{x}\right)^2$$

$$a = \frac{a\left(at^2+2bt+c\right) - (at+b)^2}{X^3}$$

$$a = \frac{ac - b^2}{x^3}$$

$a \propto x^{-3}$