हमारा विश्वास...
हर एक विद्यार्थी है ख़ास

JEE ADVANCED
September 2020

QUESTION PAPER WITH SOLUTION

PHYSICS _ PAPER - 2

MOTION™

IIT/NIT | NEET | NTSE/IJSO/OLYMPIADS

Corporate Office : 394, Rajeev Gandhi Nagar, Kota
www.motion.ac.in | ✉: info@motion.ac.in

SECTION 1 (Maximum Marks : 18)

- Section contains **SIX (06)** questions.
- The answer to each question is a **SINGLE DIGIT INTEGER** ranging from 0 to 9. **BOTH INCLUSIVE**.
- For each question, enter the correct integer corresponding to the answer using the mouse and the on-screen virtual numeric keypad in the place designated to enter the answer.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:

  Full Marks : +3 If ONLY the correct integer is entered;

  Zero Marks : 0 If the question is unanswered;

  Negative Marks : −1 In all other cases.

भाग -1 (अधिकतम अंक: 18)

- इस भाग में छः (06) प्रश्न शामिल है।
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर 0 से 9 तक, एक एकल अंक पूर्णांक है। दोनों सम्मिलित है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए, उत्तर दर्ज करने के लिए निर्दिष्ट स्थान पर माउस और ऑन स्क्रीन आभासी (वर्चुअल) संख्यात्मक कीपेड का उपयोग करके उत्तर के अनुरूप सही पूर्णांक दर्ज करें।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्नलिखित अंक पद्धति के अनुसार किया जाएगा।

  पूर्ण अंक : +3 केवल सही विकल्प चुना जाता है।

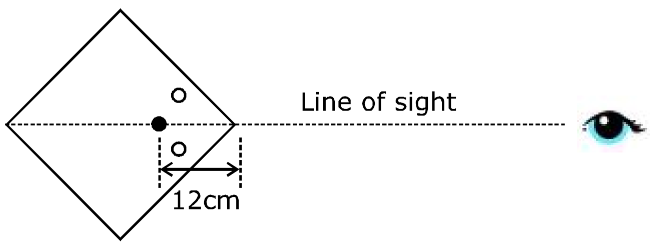
  शून्य अंक : 0 यदि कोई विकल्प नही चुना जाता है। (अर्थात् प्रश्न का उत्तर नही दिया हो)

  ऋणात्मक अंक : −1 अन्य सभी स्थितियों में।

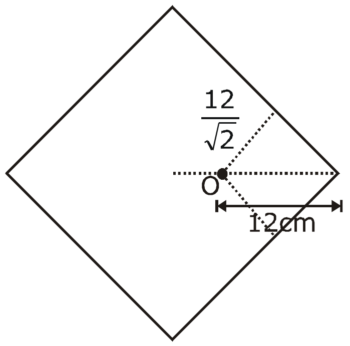
---

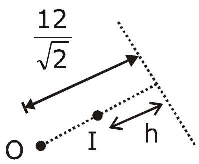
1. A large square container with thin transparent vertical walls and filled with water (refractive index $\frac{4}{3}$) is kept on a horizontal table. A student holds a thin straight wire vertically inside the water 12 cm from one of its corners, as shown schematically in the figure. Looking at the wire from this corner, another student sees two images of the wire, located symmetrically on each side of the line of sight as shown. The separation (in cm) between these images is _____________.

पतली पारदर्शी ऊर्ध्वाधर दीवारों के साथ एक बड़ा वर्गाकार पात्र है तथा पानी (अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$) से भरा है, जो एक क्षैतिज टेबल पर रखा है। एक विद्यार्थी चित्रानुसार इसके एक कोने से 12 cm पानी के अन्दर ऊर्ध्वाधर रूप से एक पतले सीधे तार को पकड़े (hold) रखता है। इस कोने से तार पर देखते हुए, अन्य विद्यार्थी तार के दो प्रतिबिम्बों को देखता है, जो दिखायेनुसार दृश्य रेखा के प्रत्येक तरफ (side) सममित रूप से स्थित है। इन प्रतिबिम्बों के बीच दूरी (cm में) हैं–



Sol. **(Official Answer Bonus : Marks to all)**
Probable Answer : 3 or 4 or 5
(for 3)
When ray is normally incident

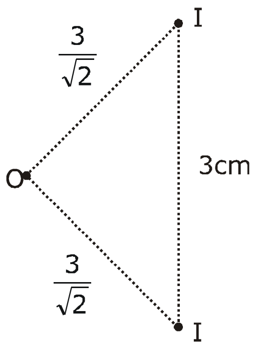




h $\rightarrow$ apparent depth

$$\frac{h}{\frac{12}{\sqrt{2}}} = \frac{1}{\frac{4}{3}}$$

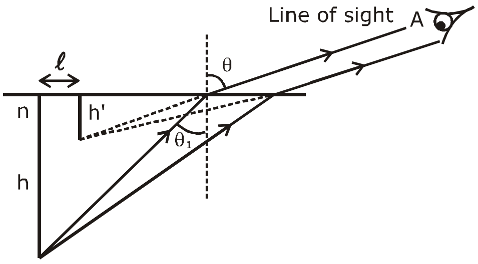
$$h = \frac{9}{\sqrt{2}}$$

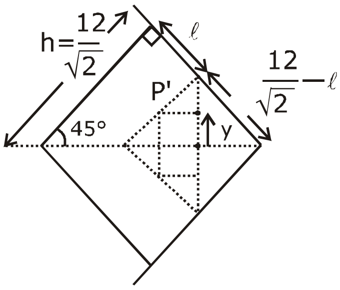


So, distance between images will be 3 cm.

For 4 or 5

We will use formula : $h' = \dfrac{n^2 h \cos^3\theta}{(n^2 - \sin^2\theta)^{3/2}}$





$\ell = h\tan\theta_1 - h'\tan\theta$

$\therefore$ For this situation $\theta = 45°$

$\frac{4}{3}.\sin\theta_1 = 1.\sin 45°$

$\sin\theta_1 = \frac{3}{4\sqrt{2}}$

$\theta_1 \approx 32°$

$\therefore \tan\theta_1 = 0.62$

$n = 4/3$

$\theta = 45°$

$h = \frac{12}{\sqrt{2}}$

$$\therefore h' = \frac{\left(\frac{4}{3}\right)^2 \frac{12}{\sqrt{2}}.\frac{1}{2\sqrt{2}}}{\left(\left(\frac{4}{3}\right)^2 - \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2\right)^{3/2}} = 3.7\text{cm}$$

$\ell = \frac{12}{\sqrt{2}}.0.62 - 3.7 \times 1 = 1.56\text{cm}$

$y = \left(\frac{12}{\sqrt{2}} - \ell\right)\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{h'}{\sqrt{2}}$

$\therefore$ Answer $= 2y = \left[12 - (\ell + h').\sqrt{2}\right]$

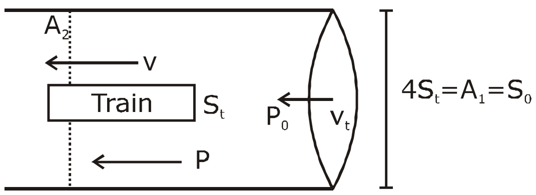
$= 12 - 5.26 \times \sqrt{2} = 4.56$

Answer : 4 or 5

2. A train with cross-sectional area S_t is moving with speed v_t inside a long tunnel of cross-sectional area S_0 ($S_0 = 4S_t$). Assume that almost all the air (density ρ) in front of the train flows back between its sides and the walls of the tunnel. Also, the air flow with respect to the train is steady and laminar. Take the ambient pressure and that inside the train to be p_0. If the pressure in the region between the sides of the train and the tunnel walls is p, then $p_0 - p = \frac{7}{2N}\rho v_t^2$. The value of N is ________.

S_t अनुप्रस्थ–काट क्षेत्रफल की एक ट्रेन, S_0 ($S_0 = 4S_t$) अनुप्रस्थ–काट क्षेत्रफल की एक लम्बी सुरंग के अन्दर v_t चाल से गतिमान है। माना कि ट्रेन के सामने लगभग पूरी हवा (घनत्व ρ) इसके बाजुओ (sides) तथा सुरंग की दीवारों के बीच वापस बहती है। साथ ही, ट्रेन के सापेक्ष हवा का प्रवाह स्थिर तथा पटलीय है। ट्रेन के अन्दर व्यापक (ambient) दाब ρ_0 लेते है। यदि ट्रेन की बाजुओ तथा सुरंग की दीवारों के बीच क्षेत्र में दाब p है, तब $p_0 - p = \frac{7}{2N}\rho v_t^2$ है। तब N का मान है–

Sol. 9



$A_2 = 3S_t$

Equation of continuity

$v_t 4S_t = 3S_t v$

$v = \frac{4}{3} v_t$

Using Bernoulli's equation

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho v_t^2 = P + \frac{1}{2}\rho\left(\frac{4}{3}v_t\right)^2$$

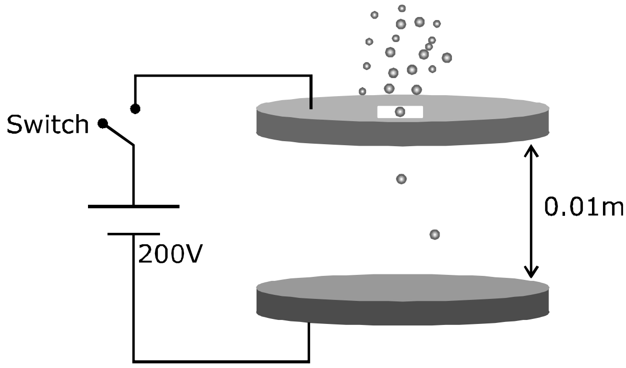
$$P_0 - P = \frac{7}{18}\rho v_t^2$$

Now compare from given value

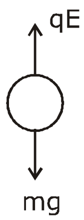
N = 9

3. Two large circular discs separated by a distance of 0.01 m are connected to a battery via a switch as shown in the figure. Charged oil drops of density 900 kg m^{-3} are released through a tiny hole at the center of the top disc. Once some oil drops achieve terminal velocity, the switch is closed to apply a voltage of 200 V across the discs. As a result, an oil drop of radius 8×10^{-7} m stops moving vertically and floats between the discs. The number of electrons present in this oil drop is ________. (neglect the buoyancy force, take acceleration due to gravity $=10$ ms^{-2} and charge on an electron (e) = 1.6×10^{-19} C)

0.01 m दूरी से पथक् दो बड़ी वत्तीय चकतियाँ चित्रानुसार एक स्विच के माध्यम से एक बैट्री से जोड़ी जाती है। 900 kg m^{-3} घनत्व की आवेशित तेल की बून्दें ऊपरी चकती के केन्द्र पर एक छोटे छिद्र से छोड़ी जाती है। एक बार जब कुछ तेल की बून्दें सीमान्त वेग प्राप्त कर लेती है, तब चकतीयों के सिरों पर 200 V की वोल्टता प्रदान करने के लिए स्विच बन्द किया जाता है। परिणामस्वरूप, 8×10^{-7} m त्रिज्या की एक तेल बून्द ऊर्ध्वाधर गति बन्द करती है तथा चकतीयों के बीच चलायमान (floats) है। इस तेल बून्द में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या है (उत्पलावन बल नगण्य है, गुरूत्वीय त्वरण $=10$ ms^{-2} तथा इलेक्ट्रॉन पर आवेश (e) = 1.6×10^{-19} C)



Sol. 6



qE = mg ....(i)

q = ne

$V = Ed \Rightarrow E = \frac{V}{d}$

from equation (i)

$ne\dfrac{V}{d} = mg$

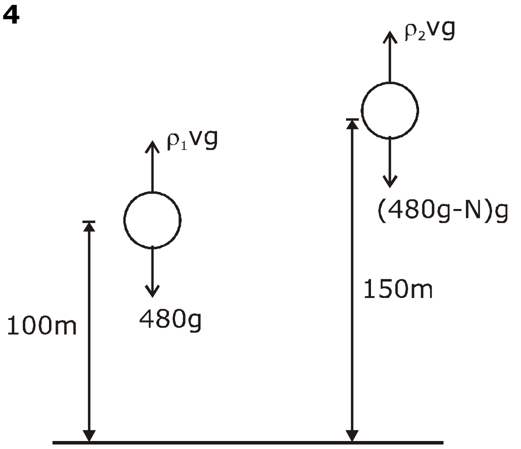
$n = \dfrac{mgd}{eV} = 900 \times \dfrac{4\pi}{3} \times \dfrac{8\times8\times8\times10^{-21}\times10\times0.01}{1.6\times10^{-19}\times200}$

$n = 6.02 \approx 6$

4. A hot air balloon is carrying some passengers, and a few sandbags of mass 1 kg each so that its total mass is 480 kg. Its effective volume giving the balloon its buoyancy is V. The balloon is floating at an equilibrium height of 100 m. When N number of sandbags are thrown out, the balloon rises to a new equilibrium height close to 150 m with its volume V remaining unchanged. If the variation of the density of air with height h from the ground is $\rho(h) = \rho_0 e^{-\frac{h}{h_0}}$, where $\rho_0 = 1.25$ kg m^{-3} and $h_0 = 6000$ m, the value of N is __________.

एक गर्म हवा का गुब्बारा कुछ यात्रियों तथा प्रत्येक 1 kg द्रव्यमान के कुछ रेत के बेगों को ले जा रहा है, ताकि इसका कुल द्रव्यमान 480 kg है। गुब्बारे को इसका उत्पलावन देने वाला इसका प्रभावी आयतन V है। गुब्बारा 100 m की साम्य ऊँचाई पर चलायमान (floating) है। जब N रेत के बेग बहार फेंके जाते हैं, तब गुब्बारा 150 m के समीप नई साम्य ऊँचाई तक बढ़ता है जहाँ इसका आयतन भी अपरिवर्तित रहता है। यदि धरातल से h ऊँचाई के साथ हवा के घनत्व का परिवर्तन $\rho(h) = \rho_0 e^{-\frac{h}{h_0}}$ है, जहाँ $\rho_0 = 1.25$ kg m^{-3} तथा $h_0 = 6000$ m है। तब N का मान है–

Sol. **4**



$\rho_1 vg = 480$ g

$\rho_2 vg = (480 - N)$ g

$$\frac{\rho_0 e^{-\frac{100}{6000}} vg}{\rho_0 e^{-\frac{150}{6000}} vg} = \frac{480}{480 - N}$$

$\Rightarrow e^{\frac{1}{120}} = \dfrac{480}{480 - N} \Rightarrow 480 - N = \dfrac{480}{e^{\frac{1}{120}}}$

$\Rightarrow e^{\frac{1}{120}}(480 - N) = 480$

$N = 480\left(1 - e^{-\frac{1}{120}}\right)$

$N = 480\,(1 - 0.9917)$

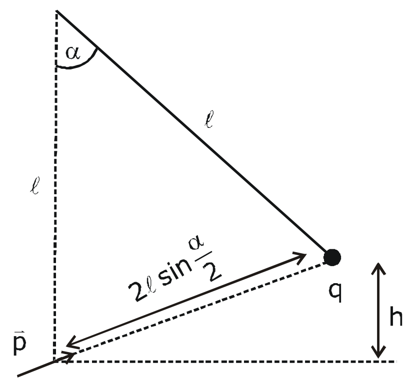
$N = 480 \times 0.008$

$N = 3.98$

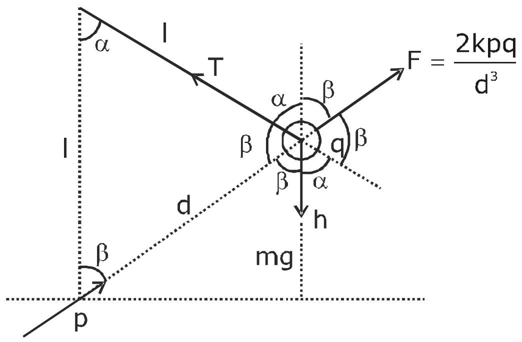
$N \approx 4$

5. A point charge q of mass m is suspended vertically by a string of length ℓ. A point dipole of dipole moment $\vec{p}$ is now brought towards q from infinity so that the charge moves away. The final equilibrium position of the system including the direction of the dipole, the angles and distances is shown in the figure below. If the work done in bringing the dipole to this position is N ×(mgh), where g is the acceleration due to gravity, then the value of N is __________ . (Note that for three coplanar forces keeping a point mass in equilibrium, $\dfrac{F}{\sin\theta}$ is the same for all forces, where F is any one of the forces and θ is the angle between the other two forces)

m द्रव्यमान का एक बिन्दु आवेश q, ℓ लम्बाई की एक रस्सी द्वारा ऊर्ध्वाधर लटकाया जाता है। $\vec{p}$ द्विध्रुव आघूर्ण का एक बिन्दु द्विध्रुव अब अनन्त से q की ओर लाया जाता है ताकि आवेश दूर गति करता है। द्विध्रुव की दिशा, कोण व दूरियाँ को शामिल करते हुए निकाय की अन्तिम साम्यावस्था, नीचे चित्रानुसार है। यदि द्विध्रुव को इस स्थिति तक लाने में किया गया कार्य N ×(mgh) है, जहाँ g गुरूत्वीय त्वरण है, तब N का मान है __________ . (ध्यान देते है कि तीन समतलीय बलों के लिए एक बिन्दु द्रव्यमान को साम्यावस्था में रखते हुए, $\dfrac{F}{\sin\theta}$ सभी बलों के लिए समान है, जहाँ F बलो में से कोई एक है तथा θ अन्य दो बलो के बीच कोण है।)



Sol. **2**



$\because\ \alpha + 2\beta = \pi$

$\beta = \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right)$

$W = mgh + \frac{kpq}{d^2}$

$\frac{T}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{mg}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{2kpq}{d^3\sin(2\beta)}$

$\frac{Mg}{\sin\left(\frac{\pi}{2}+\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{2kpq}{d^3\sin(\pi-\alpha)}$

$\frac{Mg}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{2kpq}{d^3\sin\alpha}$

$\frac{kpq}{d^2} = \frac{Mg\sin\alpha d}{2\cos\frac{\alpha}{2}} = \frac{Mg\sin\alpha 2l\sin\frac{\alpha}{2}}{2\cos\frac{\alpha}{2}}$

$\frac{kpq}{d^2} = \frac{Mg2\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}\times 2l\sin\frac{\alpha}{2}}{2\cos\frac{\alpha}{2}} = \frac{4mgl\sin^2\frac{\alpha}{2}}{2} = 2mgl\sin^2\frac{\alpha}{2}$

$\because\ \cos\beta = \frac{h}{d}$

$$\cos\beta = \frac{h}{2l\sin\frac{\alpha}{2}}$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{h}{2l\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{h}{2l}$$

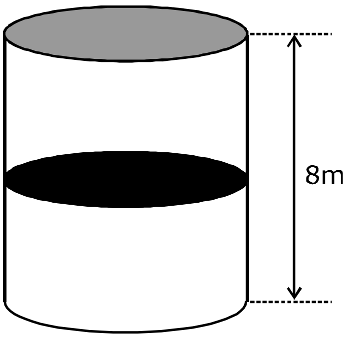
$$\frac{kpq}{d^2} = 2mgl \times \frac{h}{2l} = mgh$$

$$W = mgh + \frac{kpq}{d^2} = mgh + mgh = 2mgh$$

N = 2

6. A thermally isolated cylindrical closed vessel of height 8 m is kept vertically. It is divided into two equal parts by a diathermic (perfect thermal conductor) frictionless partition of mass 8.3 kg. Thus the partition is held initially at a distance of 4 m from the top, as shown in the schematic figure below. Each of the two parts of the vessel contains 0.1 mole of an ideal gas at temperature 300 K. The partition is now released and moves without any gas leaking from one part of the vessel to the other. When equilibrium is reached, the distance of the partition from the top (in m) will be _______ (take the acceleration due to gravity $= 10\ ms^{-2}$ and the universal gas constant $= 8.3\ J\ mol^{-1}K^{-1}$).

8 m ऊँचाई का एक उष्मीय रूप से विलगित बेलनाकार बन्द पात्र ऊर्ध्वाधर रखा जाता है। यह 8.3 kg द्रव्यमान के एक उष्मा–पार्य (diathermic) (पूर्णतः उष्मीय चालक) घर्षणरहीत विभाजक द्वारा दो समान भागों में विभाजित किया जाता है। इस प्रकार विभाजक प्रारंभ में चित्रानुसार शिखर से 4 m की दूरी पर रखा जाता है। पात्र के प्रत्येक दो भाग 300 K ताप पर एक आदर्श गैस का 0.1 मोल धारण करते है। विभाजक अब छोड़ा जाता है तथा पात्र के एक भाग से दूसरे तक किसी भी गैस के बिना रिसे गति करता है। जब साम्यावस्था प्राप्त की जाती है, तब शिखर से विभाजक की दूरी (m में) होगी (गुरूत्व के कारण त्वरण $= 10\ ms^{-2}$ तथा सार्वत्रिक गैस नियतांक $= 8.3\ J\ mol^{-1}K^{-1}$ लेते है)



Sol. **Official answer : Bonus (Marks to all)**

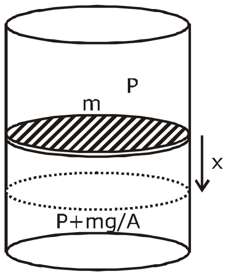
This is because by wrong method we get an integer = 6

Correct Method :

Work done by gravity changes internal energy

$$mgx = nc_v \Delta T \qquad \left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$$

$$8.3 \times 10 \times x = 0.2 \times \frac{3}{2} \times 8.3 \times [T_f - 300]$$



$$\Rightarrow T_f = 300 + \frac{100x}{3} \quad ..(1)$$

$$\frac{P(4+x)\times A}{T_f} = \frac{\left(P + \frac{mg}{A}\right).(4-x)A}{T_f} = nR$$

$$\frac{P(4+x)\times A}{T_f} = nR$$

$$PA = \frac{nRT_f}{4+x}$$

$$= \frac{0.1 \times 8.3}{4+x} \times (300 + \frac{100}{3}x)$$

$$= \frac{83}{3}\left(\frac{9+x}{4+x}\right) \quad ..(2)$$

$$\frac{\left(P + \frac{mg}{A}\right)(4-x)\,A}{T_f} = nR$$

$$(PA + mg) = \frac{nRT_f}{4-x} \quad ..(3)$$

$$\left[\frac{83}{3}\left(\frac{9+x}{4+x}\right) + 83\right] = \frac{0.83\left(300 + \frac{100}{3}x\right)}{4-x} \quad ..... \text{ (From (1) and (2))}$$

$$\left[\frac{83}{3}\left(\frac{9+x}{4+x}\right) + 83\right] = \frac{83}{3}\left[\frac{9+x}{4-x}\right]$$

$$\frac{9+x+12+3x}{4+x} = \frac{(9+x)}{4-x}$$

$(21+4x)(4-x) = (9+x)(4+x)$

$84 - 21x + 16x - 4x^2 = 36 + 9x + 4x + x^2$

$5x^2+18x-48 = 0$

$$x = \frac{-18 \pm \sqrt{324+960}}{10}$$

$$= \frac{-18 \pm \sqrt{1284}}{10}$$

$$= \frac{-18 \pm 35.8}{10}$$

$x \approx 1.8$

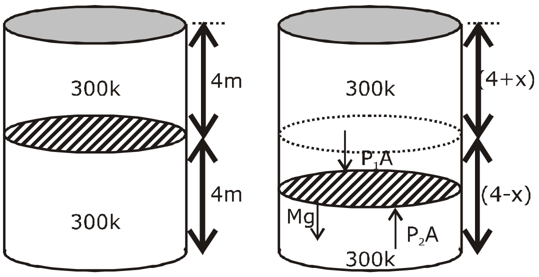
$\therefore$ y = 4+1.8 = 5.8

$\simeq 6$

Wrong Method :

As work done by gravity changes internal energy so we can not take temperature constant. But incorrectly by taking temperature constant we get an integer = 6 as answer.

$P_2A = P_1A + mg$ (forces are balanced)



$$P_2 = P_1 + \frac{mg}{A}$$

$$\frac{nRT}{V_2} = \frac{nRT}{V_1} + \frac{mg}{A}$$

$$nRT\left[\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right] = \frac{mg}{A}$$

$$0.1 \times 8.3 \times 300\left[\frac{1}{A(4-x)} - \frac{1}{A(4+x)}\right] = \frac{mg}{A}$$

$$\frac{0.1 \times 8.3 \times 300}{A}\left[\frac{1}{4-x} - \frac{1}{4+x}\right] = \frac{8.3 \times 10}{A}$$

$$\frac{4+x-4+x}{16-x^2} = \frac{1}{3}$$

$6x = 16-x^2$

$x^2 + 6x - 16 = 0$

$x = -8, 2$

The distance of the partition from the top = 4+2
= 6m

SECTION 2 (Maximum Marks : 24)

- Section contains **SIX (06)** questions.
- Each question has **FOUR** options. **ONE OR MORE THAN ONE** of these four option(s) is (are) correct answer(s).
- For each question, choose the option(s) corresponding to (all) the correct answer(s).
- Answer the each question will be evaluated according to the following marking scheme:

Full Marks	: +4	If only (all the correct option(s) is (are) chosen;
Partial Marks	: +3	If all the four options are correct but ONLY three options are chosen;
Partial Marks	: +2	If three or more options are correct but ONLY two options are chosen, both of which are correct;
Partial Marks	: +1	If two or more options are correct but ONLY one option is chosen and it is a correct option;
Zero Marks	: 0	If none of the options is chosen (i.e. the question is unanswered);
Negative Marks	: –2	In all other cases.

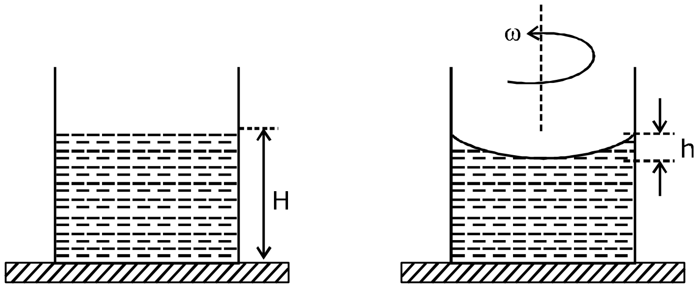
भाग -2 (अधिकतम अंक : 24)

- इस भाग में छः (06) प्रश्न शामिल है।
- प्रत्येक प्रश्न के चार विकल्प है। इन चार विकल्पों में से एक या एक से अधिक विकल्प सही उत्तर है (हैं)।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए, सभी सही उत्तरों के अनुरूप विकल्प चुनिए।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्नलिखित अंक पद्धति के अनुसार किया जाएगा।

पूर्ण अंक	: +4 यदि केवल (सभी) विकल्प चुने जाते है, (हैं)।
आंशिक अंक	: +3 यदि सभी चारों विकल्प सही है, लेकिन केवल तीन विकल्प चुने जाते हैं।
आंशिक अंक	: +2 यदि तीन या अधिक विकल्प सही है लेकिन केवल दो विकल्प चुने जाते है, जो कि दोनों ही सही हो।
आंशिक अंक	: +1 यदि दो या अधिक विकल्प सही है, लेकिन केवल एक विकल्प चुना जाता है तथा यह एक सही विकल्प हो।
शून्य अंक	: 0 यदि कोई विकल्प नही चुना जाता है (अर्थात् प्रश्न का उत्तर नही दिया हो)।
ऋणात्मक अंक	: –2 अन्य सभी स्थितियों में।

7. A beaker of radius r is filled with water (refractive index $\frac{4}{3}$) up to a height H as shown in the figure on the left. The beaker is kept on a horizontal table rotating with angular speed ω. This makes the water surface curved so that the difference in the height of water level at the center and at the circumference of the beaker is h (h<<H,h<<r), as shown in the figure on the right. Take this surface to be approximately spherical with a radius of curvature R. Which of the following is/are correct? (g is the acceleration due to gravity)

r त्रिज्या का एक बीकर बायीं ओर चित्रानुसार H ऊँचाई तक पानी (अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$) से भरा जाता है। बीकर ω कोणीय चाल से घूमती हुई एक क्षैतिज टेबल पर रखा जाता है। यह पानी की सतह को वक्रीय बनाता है ताकि बीकर की परिधि पर तथा केन्द्र पर पानी के स्तर की ऊँचाई में अन्तर h (h<<H,h<<r) हैं, जैसा दायीं और चित्र में दिखाया है। इस सतह को लगभग R वक्रता त्रिज्या की गोलीय सतह लेते है। निम्नलिखित में से कौनसा/कौनसे सही है ?(g गुरूत्व के कारण त्वरण है)



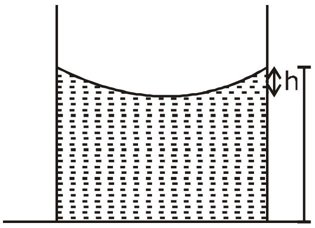
(A) $R = \dfrac{h^2 + r^2}{2h}$

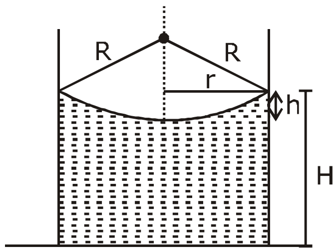
(B) $R = \dfrac{3r^2}{2h}$

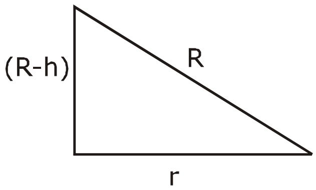
(C) Apparent depth of the bottom of the beaker is close to $\dfrac{3H}{2}\left(1+\dfrac{\omega^2 H}{2g}\right)^{-1}$

(D) Apparent depth of the bottom of the beaker is close to $\dfrac{3H}{4}\left(1+\dfrac{\omega^2 H}{4g}\right)^{-1}$

Sol. **A,D**





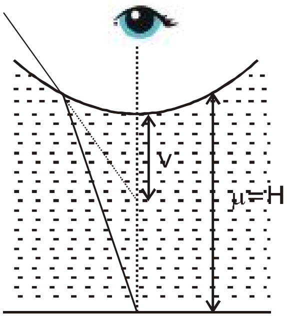


$R^2 = (R - h)^2 + r^2$

$R^2 = R^2 + h^2 - 2Rh + r^2$

$2Rh = h^2 + r^2$

$R = \dfrac{h^2 + r^2}{2h}$



$$\frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{4}{3(-H+h)} = \frac{1-\frac{4}{3}}{R}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{4}{3(H-h)} = \frac{-1}{3R}$$

$h << r$

$$R = \frac{h^2 + r^2}{2h} \qquad (h^2 = 0)$$

$$R = \frac{r^2}{2h}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{4}{3(H-h)} - \frac{2h}{3r^2}$$

$$\frac{1}{v} = -\frac{2h}{3r^2} - \frac{4}{3(H-h)}$$

$h <<< H$

$$\frac{1}{v} = -\frac{4}{3H}\left(1 + \frac{3H}{4} \times \frac{2}{3}\frac{h}{r^2}\right)$$

$$\frac{1}{v} = -\frac{4}{3H}\left(1 + \frac{Hh}{2r^2}\right)$$

$$gh = \frac{\omega^2 r^2}{2} \Rightarrow \frac{r^2}{h} = \frac{2g}{\omega^2}$$

$$\frac{1}{v} = -\frac{4}{3H}\left(1 + \frac{H}{2}\frac{\omega^2}{2g}\right)$$

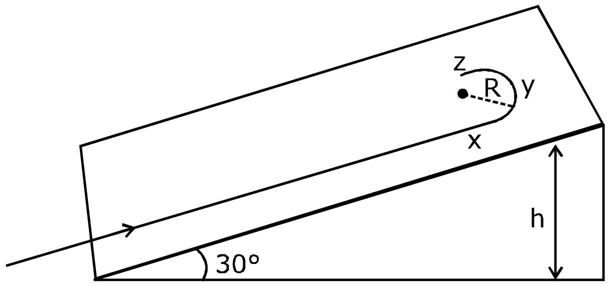
ONLINE OFFLINE CLASSROOM
REPEATER BATCH
JEE ADVANCED 2021
Starting from :
07th Oct. 2020

$$\frac{1}{v} = -\frac{4}{3H}\left(1+\frac{H\omega^2}{4g}\right)$$

$$|v| = \frac{3H}{4}\left(1+\frac{H\omega^2}{4g}\right)^{-1}$$

8. A student skates up a ramp that makes an angle 30° with the horizontal. He/she starts (as shown in the figure) at the bottom of the ramp with speed v_0 and wants to turn around over a semicircular path xyz of radius R during which he/she reaches a maximum height h (at point y) from the ground as shown in the figure. Assume that the energy loss is negligible and the force required for this turn at the highest point is provided by his/her weight only. Then (g is the acceleration due to gravity)

एक विद्यार्थी एक रेम्प के ऊपर फिसलता (skates) है, जो क्षैतिज से 30° को कोण बनाता है। वह चित्रानुसार v_0 चाल से रेम्प की तली पर प्रारंभ होता है तथा R त्रिज्या के एक अर्धवत्तीय पथ xyz पर मुड़ना (turn around) चाहता है, जिसके दौरान वह चित्रानुसार धरातल से अधिकतम ऊँचाई h (बिन्दु y पर) पहुँचता है। माना कि ऊर्जा हानि नगण्य है तथा उच्चतम बिन्दु पर इस घुमाव के लिए आवश्यक बल केवल उसके भार द्वारा प्रदान किया जाता है। तब (g गुरूत्वीय त्वरण हैं)



(A) $v_0^2 - 2gh = \frac{1}{2}gR$

(B) $v_0^2 - 2gh = \frac{\sqrt{3}}{2}gR$

(C) the centripetal force required at points x and z is zero

(D) the centripetal force required is maximum at points x and z

(A) $v_0^2 - 2gh = \frac{1}{2}gR$

(B) $v_0^2 - 2gh = \frac{\sqrt{3}}{2}gR$

(C) x तथा z बिन्दुओं पर आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल शून्य है

(D) x तथा z बिन्दुओं पर आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल अधिकतम है

ONLINE OFFLINE CLASSROOM
REPEATER BATCH
JEE ADVANCED 2021
Starting from :
07th Oct. 2020

Sol. **A,D**

Given : The force required for turn over a semi circular path at the highest point is provided by his/ her weight only so at that balancing situation

$$mg\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$$

$$mg \times \sin 30° = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{gR}{2} = v^2 \qquad ....(i)$$

From energy conservation

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$v_0^2 - 2gh = v^2$$

$$v_0^2 - 2gh = \frac{gR}{2}$$

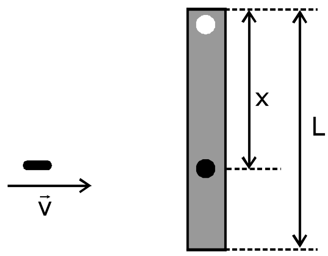
Option A correct

(D)

As gravitation force is not providing centripetal force at x and z that's why maximum force is applied on x and z for circular motion.

9. A rod of mass m and length L, pivoted at one of its ends, is hanging vertically. A bullet of the same mass moving at speed v strikes the rod horizontally at a distance x from its pivoted end and gets embedded in it. The combined system now rotates with angular speed ω about the pivot. The maximum angular speed ω_M is achieved for $x = x_M$. Then

m द्रव्यमान तथा L लम्बाई की एक छड़ इसके एक सिरे पर कीलकीत है, जो ऊर्ध्वाधर रूप से लटक रही हैं। v चाल से गतिमान समान द्रव्यमान की एक गोली इसके कीलकीत सिरे से x दूरी पर क्षैतिज रूप से छड़ से टकराती है तथा इसमें बैठ (embedded) जाती है। संयुक्त निकाय अब कीलक के परितः ω कोणीय चाल से घूमता है। अधिकतम कोणीय चाल ω_M , $x = x_M$ के लिए प्राप्त की जाती है। तब–'



(A) $\omega = \frac{3vx}{L^2 + 3x^2}$ (B) $\omega = \frac{12vx}{L^2 + 12x^2}$ (C) $x_M = \frac{L}{\sqrt{3}}$ (D) $\omega_M = \frac{v}{2L}\sqrt{3}$

ONLINE OFFLINE CLASSROOM
REPEATER BATCH
JEE ADVANCED 2021
Starting from :
07th Oct. 2020

Sol. **A,C,D**

From angular momentum conservation

$L_i = L_F$

$$\Rightarrow mvx = \left(\frac{mL^2}{3} + mx^2\right)\omega$$

$$\omega = \frac{mvx}{\left(\frac{mL^2}{3} + Mx^2\right)}$$

$\therefore$ m = mass of bullet and rod is same

$$\omega = \frac{vx}{\frac{L^2}{3} + x^2}$$

$$\omega = \frac{3vx}{L^2 + 3x^2} \qquad \ldots(i)$$

option (A) is correct

Now for maximum value of ω

$$\frac{d\omega}{dx} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dx}\left(\frac{3vx}{L^2 + 3x^2}\right) = 0 \Rightarrow 3v\frac{d}{dx}\left(\frac{x}{L^2 + 3x^2}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{\frac{L^2}{x} + \frac{3x^2}{x}}\right) = 0 \Rightarrow \frac{d}{dx}\left(\frac{L^2}{x} + 3x\right)^{-1} = 0$$

$$\Rightarrow (-1)\left(\frac{L^2}{x} + 3x\right)^{-2}\left(-\frac{L^2}{x^2} + 3\right) = 0$$

$$\frac{-L^2}{x^2} + 3 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{L^2}{x^2} = 3 \Rightarrow x^2 = \frac{L^2}{3}$$

$$x = \frac{L}{\sqrt{3}}$$

Option (C) is correct

Now put this value in equation (i)

$$\omega_{max} = \frac{3v\left(\frac{L}{\sqrt{3}}\right)}{L^2 + 3(L^2/3)} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}v}{2L}$$

Option (D) is correct

10. In an X-ray tube, electrons emitted from a filament (cathode) carrying current I hit a target (anode) at a distance d from the cathode. The target is kept at a potential V higher than the cathode resulting in emission of continuous and characteristic X-rays. If the filament current I is decreased to $\frac{I}{2}$, the potential difference V is increased to 2V, and the separation distance d is reduced to $\frac{d}{2}$, then

(A) the cut-off wavelength will reduce to half, and the wavelengths of the characteristic X-rays will remain the same

(B) the cut-off wavelength as well as the wavelengths of the characteristic X-rays will remain the same

(C) the cut-off wavelength will reduce to half, and the intensities of all the X-rays will decrease

(D) the cut-off wavelength will become two times larger, and the intensity of all the X-rays will decrease

एक X-किरण नली में, I धारावाही एक तन्तु (कैथोड़) से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन, कैथोड़ से d दूरी पर एक लक्ष्य (एनॉड़) से टकराते है। लक्ष्य कैथोड़ की तुलना मे उच्च विभव V पर रखा जाता है जिसके परिणामस्वरूप सतत् और अभिलाक्षणिक X-किरणों का उत्सर्जन होता है। यदि तन्तु धारा I से $\frac{I}{2}$ तक घटाई जाती है, विभवान्तर V से 2V तक बढ़ाया जाता है तथा पथक्करण दूरी d से $\frac{d}{2}$ तक घटाई जाती है तब–

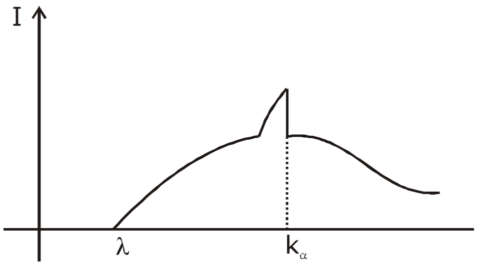
(A) अंतक तरंगदैर्ध्य घटकर आधी हो जाएगी तथा अभिलाक्षणिक X-किरणों की तरंगदैर्ध्य समान रहेगी

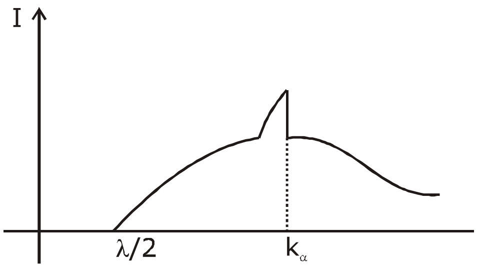
(B) अंतक (cut-off) तरंगदैर्ध्य तथा अभिलाक्षणिक X-किरण की तरंगदैर्ध्य समान रहेगी

(C) अंतक तरंगदैर्ध्य घटकर आधी हो जाएगी तथा सभी X-किरणों की तीव्रतायें घटेगी

(D) अंतक तरंगदैर्ध्य दो गुना बड़ी (larger) हो जायेगी तथा सभी X-किरणों की तीव्रता घटेगी

Sol. A,C





$$ev = \frac{hc}{\lambda}$$

$$v \propto \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda \propto \frac{1}{v}$$

$v \rightarrow 2v$

$\lambda \rightarrow \lambda/2$

If current in filament is reduced then emitting electrons should be reduced thats why intensity of x-ray is reduced.

11. Two identical non-conducting solid spheres of same mass and charge are suspended in air from a common point by two non-conducting, massless strings of same length. At equilibrium, the angle between the strings is α. The spheres are now immersed in a dielectric liquid of density 800 kg m^{-3} and dielectric constant 21. If the angle between the strings remains the same after the immersion, then

(A) electric force between the spheres remains unchanged

(B) electric force between the spheres reduces

(C) mass density of the spheres is 840 kg m^{-3}

(D) the tension in the strings holding the spheres remains unchanged

समान द्रव्यमान और आवेश के दो एकसमान अचालकीय ठोस गोले, समान लम्बाई की दो अचालकीय द्रव्यमानरहीत रस्सियों द्वारा एक उभयनिष्ठ बिन्दु से हवा में लटकाये जाते है। साम्यावस्था पर, रस्सियों के बीच कोण α है। अब गोले परावैद्युतांक 21 तथा घनत्व 800 kg m^{-3} के एक परावैद्युत द्रव में डुबोये जाते हैं। यदि डुबने के पश्चात रस्सियों के बीच कोण समान रहता है, तब–

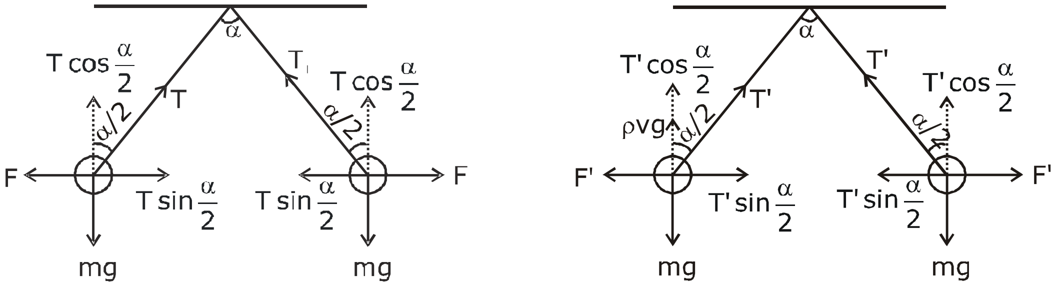
(A) गोलों के बीच वैद्युत बल अपरिवर्तित रहता है।

(B) गोलों के बीच वैद्युत बल घटता है।

(C) गोलों का द्रव्यमान घनत्व 840 kg m^{-3} है।

(D) गोलों को धारण करने (holding) वाली रस्सियों में तनाव अपरिवर्तित रहता है।

Sol. **(Official Answer) B,C**



$$T \sin\frac{\alpha}{2} = F$$

$$T' \sin\frac{\alpha}{2} = F'$$

$$\frac{T}{T'} = \frac{F}{F'}$$

$$\frac{T}{T'} = \frac{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{r^2}}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 21}\frac{q^2}{r^2}}$$

$$\frac{T}{T'} = \frac{21}{1}$$

$$T' = \frac{T}{21}$$

ONLINE OFFLINE CLASSROOM
REPEATER BATCH
JEE ADVANCED 2021
Starting from :
07th Oct. 2020

$T \cos \frac{\alpha}{2} = mg$

$T' \cos \frac{\alpha}{2} = mg - \rho vg$

$$\frac{T' \cos \frac{\alpha}{2}}{T' \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{mg - \rho vg}{mg}$$

$\frac{1}{21} = 1 - \frac{\rho vg}{dvg}$

$\frac{\rho}{d} = 1 - \frac{1}{21}$

$\frac{\rho}{d} = \frac{20}{21}$

$d = \frac{21}{10} \times 800$

$d = 840\ kg/m^3$

12. Starting at time t = 0 from the origin with speed 1 ms^{-1}, a particle follows a two-dimensional trajectory in the x-y plane so that its coordinates are related by the equation $y = \frac{x^2}{2}$. The x and y components of its acceleration are denoted by a_x and a_y, respectively. Then

(A) $a_x = 1\ ms^{-2}$ implies that when the particle is at the origin, $a_y = 1\ ms^{-2}$

(B) $a_x = 0$ implies $a_y = 1\ ms^{-2}$ at all times

(C) at t = 0, the particle's velocity points in the x-direction

(D) $a_x = 0$ implies that at t = 1 s, the angle between the particle's velocity and the x axis is 45°

समय t = 0 पर 1 ms^{-1} चाल से मूल बिन्दु से प्रारंभ एक कण x-y तल में एक द्वि–विमीय प्रक्षेप पथ का अनुसरण करता है ताकि इसके निर्देशांक समीकरण $y = \frac{x^2}{2}$ द्वारा सम्बन्धित है। इसके त्वरण के x तथा y घटक क्रमशः a_x व a_y द्वारा निरूपित है। तब–

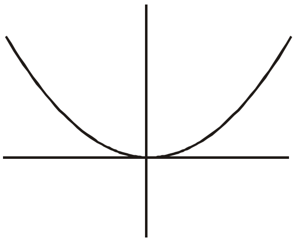
(A) $a_x = 1\ ms^{-2}$ बताता है कि जब कण मूल बिन्दु पर है, तब $a_y = 1\ ms^{-2}$

(B) $a_x = 0$ बताता है कि पूरे समय $a_y = 1\ ms^{-2}$ है।

(C) t = 0 पर, कण का वेग x-दिशा मे निर्देशित है।

(D) $a_x = 0$ बताता है कि t = 1 s पर, कण के वेग तथा x अक्ष के बीच कोण 45° है।

Sol. **A,B,C,D or B,C,D**



$t = 0,\ x = 0,\ u = 1\text{m/sec}$

$$y = \frac{x^2}{2}$$

$$v_y = \frac{2x}{2}\ v_x$$

$v_y = xv_x$

$a_y = xa_x + v_x^{\,2}$

option A

$$\frac{dy}{dx} = x \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = 1$$

$$R_c = \frac{\left[1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{3/2}}{\frac{d^2y}{dx^2}} = \frac{(1+x^2)^{3/2}}{1}$$

at $x = 0$ $\qquad$ $R_c = 1$

$$\therefore a_y = \frac{v^2}{R_c} = \frac{1^2}{1} = 1\ \text{m/s}^2$$

at $x = 0$

$a_y = 1\ \text{m/s}^2$

independent of a_x

option (B)

if $a_x = 0$

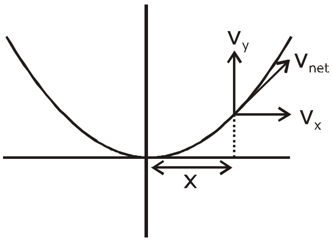
$a_y = 0 + v_x^{\,2} = 1\ \text{m/sec}^2$

option (C)

$v_y = xv_x$ at $= x = 0$ at $t = 0$

$v_y = 0 \quad v_x = 1$ m/sec

Option (d)



$x = 1m$

$\frac{v_y}{v_x} = \tan\theta = x = 1$

$\theta = 45°$

SECTION 3 (Maximum Marks : 24)

- This section contains **SIX (06)** questions. The answer to each question is a **NUMERICAL VALUE**.
- For each question, enter the correct numerical value of the answer using the mouse and the on-screen virtual numeric keypad in the place designated to enter the answer. If the numerical value has more than two decimal places, **truncate/round-off** the value to **TWO** decimal places.
- Answer the each question will be evaluated according to the following marking scheme:
  Full Marks : +4 If ONLY the correct numerical value is entered;
  Zero Marks : 0 In all other cases.

भाग -3 (अधिकतम अंक : 24)

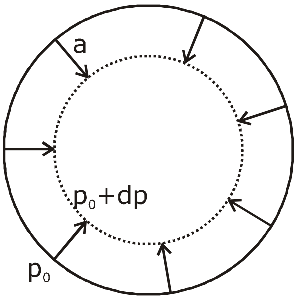
- इस भाग में छः **(06)** प्रश्न शामिल है। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर संख्यात्मक मान है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए, उत्तर प्रविष्ट करने के लिए निर्दिष्ट स्थान पर माउस और ऑन–स्क्रीन आभासी (वर्चुअल) संख्यात्मक कीपेड का उपयोग करके उत्तर का सही संख्यात्मक मान दर्ज करे। यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान है, तो दो दशमलव स्थानों के मान को छोटा/निकटतम करें।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्नलिखित पद्धति के अनुसार किया जाएगा।
  पूर्ण अंक : +4 यदि केवल सही संख्यात्मक मान प्रविष्ट किया गया है।
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी स्थितियों में।

---

13. A spherical bubble inside water has radius R. Take the pressure inside the bubble and the water pressure to be p_0. The bubble now gets compressed radially in an adiabatic manner so that its radius becomes (R – a). For $a \ll R$ the magnitude of the work done in the process is given by $(4\pi p_0 Ra^2)X$, where X is a constant and $\gamma = C_p/C_v = \frac{41}{30}$. The value of X is________.

पानी के अन्दर एक गोलीय बुलबुले की त्रिज्या R है। बुलबुले के अन्दर दाब तथा पानी का दाब p_0 लेते है। अब बुलबुले को एक रूद्धोष्म ढंग में त्रिज्य रूप से संपीडीत किया जाता है ताकि इसकी त्रिज्या (R – a) हो जाती हैं। $a \ll R$ के लिए, प्रक्रम में किये गये कार्य का परिमाण $(4\pi p_0 Ra^2)X$ द्वारा दिया जाता है, जहाँ X एक नियतांक है तथा $\gamma = C_p/C_v = \frac{41}{30}$ है। X का मान है–

Sol. **2.05**



$dv = 4\pi R^2 a$

pv^γ = constant

$v^\gamma dp + p\gamma v^{\gamma-1}\, dv = 0$

$\Rightarrow dp = -\gamma p \dfrac{dv}{v}$

$= \dfrac{-\gamma p_0 4\pi R^2 a}{v}$

Work done, $W = \Delta p_{avg.} \times dv$

$= \left|\dfrac{dp}{2}\right| 4\pi R^2 a$ (as for small changes $\Delta p_{avg} = \dfrac{dp}{2}$ by considering linear variation in pressure)

$= \dfrac{\gamma p_0 4\pi R^2 a \times 4\pi R^2 a}{2v}$

$= \dfrac{\gamma p_0 4\pi R^2 a \times 4\pi R^2 a}{2 \times \frac{4}{3}\pi R^3}$

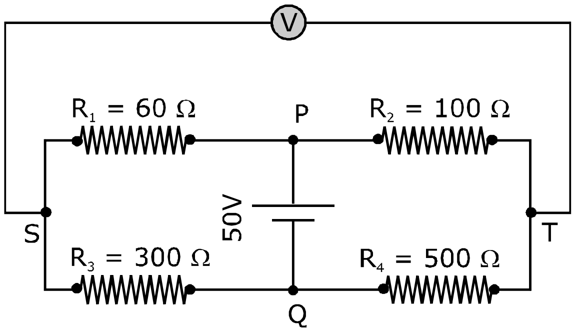
$= \dfrac{3\gamma p_0 4\pi R a^2}{2}$

$= \dfrac{3}{2} \times \dfrac{41}{30} \times 4\pi p_0 R a^2$

$= 2.05\ (4\pi p_0 R a^2)$ $\therefore$ x = 2.05 Ans.

14. In the balanced condition, the values of the resistances of the four arms of a Wheatstone bridge are shown in the figure below. The resistance R_3 has temperature coefficient 0.0004 °C^{-1}. If the temperature of R_3 is increased by 100 °C, the voltage developed between S and T will be __________ volt.

सन्तुलन स्थिति में, एक व्हीटस्टोन सेतु की चार भुजाओं के प्रतिरोधों के मान चित्रानुसार है। प्रतिरोध R_3 का तापमान गुणांक 0.0004 °C^{-1} है। यदि R_3 का तापमान 100 °C से बढ़ाया जाता है, तब S व T के बीच उत्पन्न वोल्टता वोल्ट में होगी–

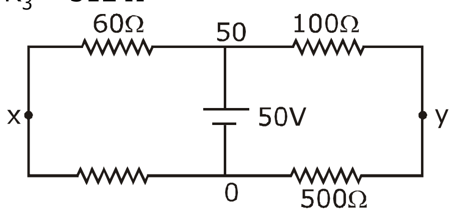


Sol. **0.27**

$R_3 = 300\,(1 + \alpha\Delta T)$

$R_3 = 300\,(1 + 0.0004 \times 100)$

$R_3 = 312\ \Omega$



$\frac{x-0}{312} + \frac{x-50}{60} = 0$

$\frac{x}{52} + \frac{x}{10} = 5$

$62x = 520 + 5$

$x = \frac{520+5}{62}$

$x = \frac{2600}{62} = 41.93 \qquad y = 41.66$

$\frac{y-50}{100} + \frac{y-0}{500} = 0$

$y - 50 + \frac{4}{5} = 0$

$\frac{6y}{5} = 50$

$y = \frac{250}{6}$

$x = 41.93 - 41.66 = 0.27$

15. Two capacitors with capacitance values C_1 = 2000 ± 10 pF and C_2 = 3000 ± 15 pF are connected in series. The voltage applied across this combination is V = 5.00 ± 0.02 V. The percentage error in the calculation of the energy stored in this combination of capacitors is _______.

C_1 = 2000 ± 10 pF तथा C_2 = 3000 ± 15 pF धारिता के दो संधारित्र श्रेणी में जोड़े जाते है। इस संयोजन के सिरों पर आरोपित वोल्टता V = 5.00 ± 0.02 V है। संधारित्रों के इस संयोजन में संचित ऊर्जा की गणना में प्रतिशत त्रुटि हैं–

Sol. **1.30**

$$E_T = \frac{1}{2} C_{net} v^2$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \qquad \frac{1}{C} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{3000}$$

$$\frac{dC}{C^2} = \frac{dC_1}{C_1^2} + \frac{dC_2}{C_2^2} \qquad \frac{1}{C} = \frac{3+2}{6000} = \frac{5}{6000}$$

$$C = \frac{6000}{5} = 1200$$

$$\left(\frac{dC}{C}\right) = \left(\frac{dC_1}{C_1^2} + \frac{dC_2}{C_2^2}\right)C$$

$$\frac{dC}{C} = \left[\frac{10}{(2000)^2} + \frac{15}{(3000)^2}\right] 1200$$

$$\frac{dC}{C} = \left(\frac{10}{4} + \frac{15}{9}\right)\left(\frac{1200}{10^6}\right)$$

$$\frac{dC}{C} = (2.5 + 1.67)\left(\frac{1200}{10^4}\right)$$

$$\frac{dC}{C} = \frac{4.17 \times 12}{10^4}$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{dC}{C} + \frac{2\Delta V}{V} = \left(\frac{4.17 \times 12}{10^4} + \frac{2 \times 0.02}{5 \times 100}\right)$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \left(\frac{50.64}{10^4} + \frac{4}{5 \times 100}\right)$$

$$\frac{\Delta E}{E} = (0.504 + 0.8) = 1.30$$

16. A cubical solid aluminium (bulk modulus $= -V\dfrac{dP}{dV} = 70$ GPa) block has an edge length of 1 m on the surface of the earth. It is kept on the floor of a 5 km deep ocean. Taking the average density of water and the acceleration due to gravity to be 10^3 kg m^{-3} and 10 ms^{-2}, respectively, the change in the edge length of the block in mm is ________.

एक घनीय ठोस एल्युमिनियम (बल्क मापांक $= -V\dfrac{dp}{dv} = 70$ GPa) ब्लॉक की 1 m लम्बाई की एक भुजा (edge) पथ्वी की सतह पर है। यह एक 5 km गहरे समुद्र के फर्श पर रखा जाता है। पानी का घनत्व तथा गुरूत्वीय त्वरण क्रमशः 10^3 kg m^{-3} व 10 ms^{-2} लेते है। तब ब्लॉक की भुजा की लम्बाई में mm में परिवर्तन है–

Sol. **0.23 to 0.24**

$$B = V\frac{dP}{dV}$$

$$70 \times 10^9 = \frac{V}{dV} \times 10^3 \times 10 \times 5 \times 10^3$$

$$7 \times 10^9 = \frac{V}{dV} \times 10^6 \times 5$$

$$7000 = \frac{V}{dV} \times 5$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{5}{7000}$$

$$V = l^3$$

$$\frac{dV}{V} = 3\frac{dl}{l}$$

$$\frac{3dl}{l} = \frac{5}{7000}$$

$$\frac{dl}{l} = \frac{5}{21000}$$

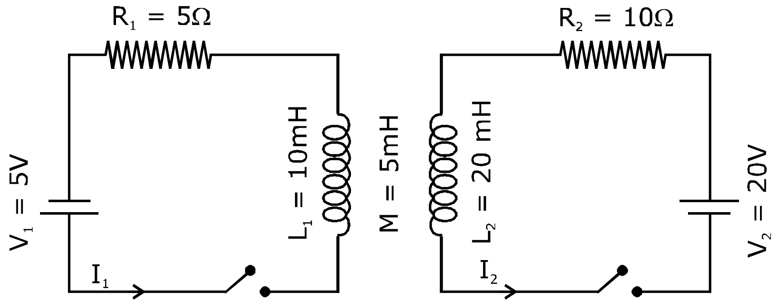
$$\frac{dl}{l} = \left(\frac{5}{21}\right) \text{mm}$$

dl = 0.238 mm

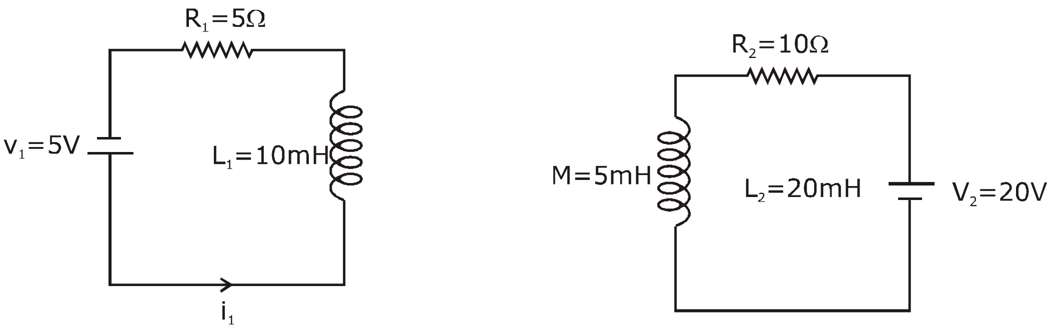
ONLINE OFFLINE CLASSROOM
REPEATER BATCH
JEE ADVANCED 2021
Starting from :
07th Oct. 2020

17. The inductors of two LR circuits are placed next to each other, as shown in the figure. The values of the self-inductance of the inductors, resistances, mutual-inductance and applied voltages are specified in the given circuit. After both the switches are closed simultaneously, then total work done by the batteries against the induced EMF in the inductors by the time the currents reach their steady state values is________ mJ.

दो LR परिपथों के प्रेरक चित्रानुसार एक दूसरे के बगल में रखे गये है। प्रेरकों के स्वप्रेरकत्व, प्रतिरोध, अन्योन्य प्रेरकत्व तथा आरोपित वोल्टता दिये गये परिपथ में उल्लेखित है। दोनों स्विच एक साथ बन्द होने के पश्चात्, जब तक धारायें उनके स्थिर अवस्था मानों तक पहुँचती है, तब तक प्रेरकों में प्रेरित वि. वा. बल के विरूद्ध बैट्रीयों द्वारा कुल किया गया कार्य _________ mJ है।



Sol. **55**



$$\varepsilon_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{Mdi_2}{dt}$$

$dW = \varepsilon_1 i_1 dt$

$dW_1 = L_1 (di_1)\, i_1 + M(di_2)\, i_1$

$dW_2 = L_2 (di_2)\, i_2 + M(di_1)\, i_2$

$$\int_0^W (dW_1 + dW_2) = \int_0^{i_1} L_1(di_1)i_1 + \int_0^{i_2} L_2(di_2)i_2 + M\int_0^{i_1 i_2} d(i_1 i_2)$$

$$W = \frac{1}{2} L_1 i_1^2 + \frac{1}{2} L_2 i_2^2 + M(i_1 i_2)$$

$$W = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times 1 + \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times 4 + 5 \times 10^{-3} \times 2$$

$W = 55 \times 10^{-3} = 55$ mJ

18. A container with 1 kg of water in it is kept in sunlight, which causes the water to get warmer than the surroundings. The average energy per unit time per unit area received due to the sunlight is 700 Wm^{-2} and it is absorbed by the water over an effective area of 0.05 m^2. Assuming that the heat loss from the water to the surroundings is governed by Newton's law of cooling, the difference (in °C) in the temperature of water and the surroundings after a long time will be ______________.
(Ignore effect of the container, and take constant for Newton's law of cooling = 0.001 s^{-1}, Heat capacity of water = 4200 J kg^{-1} K^{-1}).

1 kg पानी के साथ एक पात्र सूर्य के प्रकाश में रखा है, जिसके कारण पानी परिवेश से अधिक गर्म हो जाता है। सूर्य प्रकाश के कारण प्राप्त प्रति इकाई समय प्रति इकाई क्षेत्रफल औसत ऊर्जा 700 Wm^{-2} है तथा यह 0.05 m^2 के प्रभावी क्षेत्रफल पर पानी द्वारा अवशोषित की जाती है। माना कि पानी से परिवेश में उष्मा हानि न्यूटन के शीतलन के नियम द्वारा नियंत्रित (governed) है, तब एक लम्बे समय पश्चात् पानी तथा परिवेश के तापमान में अन्तर (°C में) होगा (पात्र के प्रभाव को नगण्य लेते है, तथा न्यूटन के शीतलन के नियम के लिए नियतांक = 0.001 s^{-1}, पानी की उष्मीय धारिता = 4200 J kg^{-1} K^{-1} है) :

Sol. **8.33**

1KG | T | T_0

$$\left(\frac{dT}{dt}\right) = \left(\frac{eA\sigma 4T_0^3}{ms}\right)(T - T_0)$$

ms = 4200

$$\frac{eA\sigma 4T_0^3}{ms} = 0.001$$

$$eA\sigma 4T_0^3 = 0.001 \times 4200 = 4.2$$

Given, $\frac{dQ}{dt \times area} = 700$

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right) = 700 \times 0.05$$

= 35

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right) = (eA\sigma 4T_0^3)(T - T_0)$$

$35 = 4.2\,\Delta T$

$$\Delta T = \frac{35 \times 10}{42} = \frac{50}{6} = 8.33$$

ONLINE OFFLINE CLASSROOM
REPEATER BATCH
JEE ADVANCED 2021
Starting from :
07th Oct. 2020

Admission **OPEN**

जब इन्होंने पूरा किया अपना सपना
तो आप भी पा सकते है लक्ष्य अपना

JEE ADVANCED RESULT 2019

Aniket Agrawal

AIR-34

Dilendra Uikey

AIR-117

Karan

AIR-140

Shubham Kumar

AIR-174

KOTA'S PIONEER IN DIGITAL EDUCATION

1,95,00,000+ viewers | **72,67,900+** viewing hours | **2,11,000+** Subscribers

SERVICES	SILVER	GOLD	PLATINUM
Classroom Lectures (VOD)			
Live interaction	NA		
Doubt Support	NA		
Academic & Technical Support	NA		
Complete access to all content	NA		
Classroom Study Material	NA		
Exercise Sheets	NA		
Recorded Video Solutions	NA		
Online Test Series	NA		
Revision Material	NA		
Upgrade to Regular Classroom program	**Chargeable**	**Chargeable**	**Free**
Physical Classroom	NA	NA	
Computer Based Test	NA	NA	
Student Performance Report	NA	NA	
Workshop & Camp	NA	NA	
Motion Solution Lab- Supervised learning and instant doubt clearance	NA	NA	
Personalised guidance and mentoring	NA	NA	

FEE STRUCTURE

CLASS	SILVER	GOLD	PLATINUM
7th/8th	FREE	₹ 12,000	₹ 35,000
9th/10th	FREE	₹ 15,000	₹ 40,000
11th	FREE	₹ 29,999	₹ 49,999
12th	FREE	₹ 39,999	₹ 54,999
12th Pass	FREE	₹ 39,999	₹ 59,999

+ Student Kit will be provided at extra cost to Platinum Student.

* **SILVER (Trial)** Only valid 7 DAYS or First 10 Hour's Lectures.

** **GOLD (Online)** can be converted to regular classroom (Any MOTION Center) by paying difference amount after lockdown.

*** **PLATINUM (Online + Regular)** can be converted to regular classroom (Any MOTION Center) without any cost after lockdown.

New Batch Starting from :
07th Oct. 2020

Zero Cost EMI Available

MOTION™

H.O. : 394, Rajeev Gandhi Nagar, Kota
www.motion.ac.in | ✉ : info@motion.ac.in