Code **A**

JEE (Main) 2015

Date: 04/April/2015
Time: 3 Hours.

Paper

Max. Marks: 360

VERY IMPORTANT :

A. The question paper consists of 3 parts (Mathematics, Physics & Chemistry). Please fill the OMR answer Sheet accordingly and carefully.

B. Please ensure that the Question Paper you have received contains All the questions in each Section and Pages. If you found some mistake like missing questions or pages then contact immediately to the Invigilator.

INSTRUCTIONS

1. All questions are **single correct type questions**. Each of these questions has four choices (A), (B), (C) and (D) out of which ONLY ONE is correct.
   For each question, you will be awarded **4 marks** if you have darkened only the bubble corresponding to the correct answer and zero mark if no bubble are darkened. In all other cases, **minus one (–1)** mark will be awarded.

2. Indicate the correct answer for each question by filling appropriate bubble in your answer sheet.
3. Use of Calculator, Log Table, Slide Rule and Mobile is not allowed.

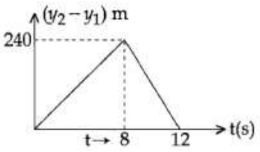
USEFUL DATA

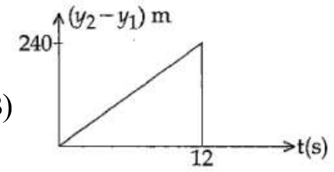
Atomic weights: Al = 27, Mg = 24, Cu = 63.5, Mn = 55, Cl = 35.5, O = 16, H = 1, P = 31, Ag = 108, N = 14, Li = 7, I = 127, Cr = 52, K=39, S = 32, Na = 23, C = 12, Br = 80, Fe = 56, Ca = 40, Zn = 65.5, Ti = 48, Ba = 137, U = 238, Co= 59, B =11, F = 19, He = 4, Ne = 20, Ar = 40 , Mo = 96, Ni = 58.5, Sr = 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

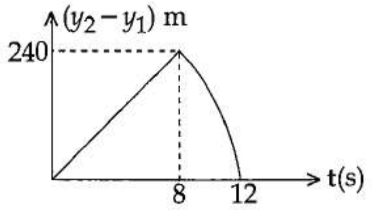
SECTION-I
SINGLE CORRECT CHOICE TYPE

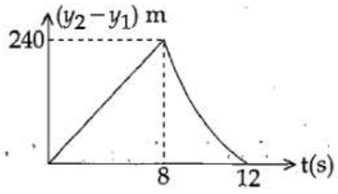
Q.1 to Q.30 has four choices (A), (B), (C), (D) out of which ONLY ONE is correct.

1. Two stones are thrown up simultaneously from the edge of a cliff 240 m high with initial speed of 10 m /s and 40 m/s respectively. Which of the following graph best represents the time variation of relative position of the second stone with respect to the first ?
(Assume stones do not rebound after hitting the ground and neglect air resistance, take g = 10 m/s^2)
(The figures are schematic and not drawn to scale) **[JEE (Main) 2015]**
किसी 240 m ऊँची चोटी के एक किनारे से, दो पत्थरों को एक साथ ऊपर की ओर फेंका गया है, इनकी प्रारंभिक चाल क्रमशः 10 m /s तथा 40 m/s है, तो, निम्नांकित में से कौनसा ग्राफ (आरेख) पहले पत्थर के सापेक्ष दूसरे पत्थर की स्थिति के समय विचरण (परिवर्तन) को सर्वाधिक सही दर्शाता है ?
(मान लिजिये कि, पत्थर जमीन से टकराने पश्चात ऊपर की ओर नहीं उछलते है तथा वायु का प्रतिरोध नगण्य है, दिया है g = 10 m/s^2)
(यहां ग्राफ केवल व्यवस्था आरेख है और स्केल के अनुसार नहीं है) **[JEE (Main) 2015]**

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

Ans. **(C)**

Sol. When both the particle are in air,
$a_{relative} = 0 \Rightarrow v_{relative} = \text{constant} = 30$ m/s
this means graph will be straight line.
when first particle reaches ground (at t = 8 s),
relative velocity will keep increasing until second particle also hits the ground (at t = 12 s).

2. The period of oscillation of a simple pendulum is $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$. Measured value of L is 20.0 cm known to 1 mm accuracy and time for 100 oscillations of the pendulum is found to be 90 s using a wrist watch of 1s resolution. The accuracy in the determination of g is : **[JEE (Main) 2015]**

किसी सरल लोलक का आवर्त $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ है। L का मापित मान 20.0 cm है जिसकी यथार्थता 1 mm है। इस लोलक के 100 दोलनों का समय 90 s है, जिसे 1s विभेदन की घड़ी से मापा गया है। तो , g के निर्धारण में यथार्थता होगी :
[JEE (Main) 2015]

(A) 2% (B) 3% (C) 1 % (D) 5%

Ans. (B)

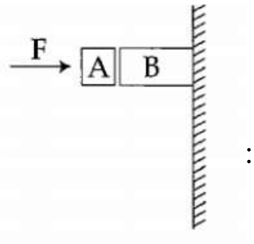
Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$g = 4\pi^2 \times \frac{L}{T^2}$

$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{2\Delta T}{T}$

$= \frac{0.1}{20} + \frac{2\times 1}{90}$

$= 2.7\ \% \approx 3\ \%$

3. 

:

Given in the figure are two blocks A and B of weight 20 N and 100 N, respectively. These are being pressed against a wall by a force F as shown. If the coefficient of friction between the blocks is 0.1 and between block B and the wall is 0.15, the frictional force applied by the wall on block B is : **[JEE (Main) 2015]**

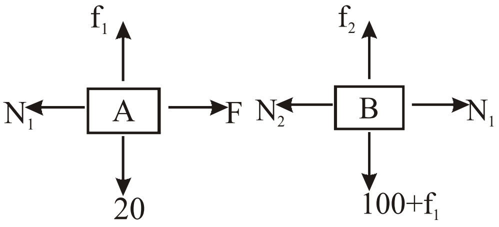
यहाँ आरेख में दो ब्लॉक (गुटके) A और B दर्शाये गये हैं जिनके भार क्रमशः 20 N तथा 100 N है। इन्हें, एक बल F द्वारा किसी दीवार पर दबाया जा रहा है। यदि घर्षण गुणांक का मान, A तथा B के बीच 0.1 तथा B और दीवार के बीच 0.15 है तो दीवार द्वारा ब्लॉक B पर लगा बल होगा **[JEE (Main) 2015]**

(A) 100 N (B) 80 N (C) 120 N (D) 150 N

Ans. (C)

Sol. $f_1 = 20$ N

$f_2 = 100 + 20 = 120$ N



4. A particle of mass m moving in the x direction with speed 2v is hit by another particle of mass 2m moving in the y direction with speed v. If the collision is perfectly inelastic, the percentage loss in the energy during the collision is close to : **[JEE (Main) 2015]**

x-दिशा में 2v चाल से चलते हुए m द्रव्यमान के कण से y- दिशा में v वेग से चलता हुआ 2m द्रव्यमान का एक कण टकराता है यदि यह संघट्ट (टक्कर पूर्णतः अप्रत्यास्थ है तो, टक्कर के दौरान ऊर्जा का हानि होगी **[JEE (Main) 2015]**

(A) 44% (B) 50% (C) 56 % (D) 62 %

Ans. (C)

Sol. Momentum conservation in x direction

$m \times 2v + 2\,m \times 0 = 3\,m \times v_x$

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

Similarly, $v_y = \frac{2v}{3}$

$v_{final} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{2\sqrt{2}}{3}v$

$\% \text{ loss} = \dfrac{\left[\frac{1}{2}m\times(2v)^2 + \frac{1}{2}\times 2m\times v^2\right] - \frac{1}{2}\times 3m\left(\frac{2\sqrt{2}v}{3}\right)^2}{\frac{1}{2}\times m\times(2v)^2 + \frac{1}{2}\times 2m\times v^2}$

$\approx 56\%$

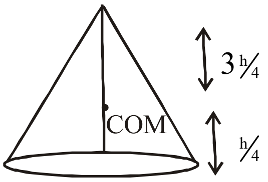
5. Distance of the centre of mass of a solid uniform cone from its vertex is z_0. If the radius of its base is R and its height is h then z_0 is equal to : **[JEE (Main) 2015]**

किसी एकसमान ठोस शंकु के द्रव्यमान केन्द्र की उसके शीर्ष से दूरी z_0 है। यदि शंकु के आधार की त्रिज्या R तथा शंकु की ऊँचाई h हो तो z_0 का मान निम्नांकित में से किसके बराबर होगा : **[JEE (Main) 2015]**

(A) $\frac{h^2}{4R}$ (B) $\frac{3h}{4}$ (C) 5 h (D) $\frac{3h^2}{8R}$

Ans. (B)

Sol.



6. From a solid sphere of mass M and radius R a cube of maximum possible volume is cut. Moment of intertia of cube about an axis passing through its center and perpendicular to one of its faces is :

किसी ठोस गोले का द्रव्यमान M तथा इसकी त्रिज्या R है। इसमें से अधिकतम संभव आयतन का एक क्यूब (घन) काट लिया जाता है। इस क्यूब का जड़त्व आघूर्ण कितना होगा यदि इसकी घूर्णन अक्ष इसके केन्द्र से होकर गुजरती है तथा इसके किसी एक फलक के लम्बवत् है : **[JEE (Main) 2015]**

(A) $\frac{MR^2}{32\sqrt{2}\pi}$ (B) $\frac{MR^2}{16\sqrt{2}\pi}$ (C) $\frac{4MR^2}{9\sqrt{3}\pi}$ (D) $\frac{4MR^2}{3\sqrt{3}\pi}$

Ans. (C)

Sol. Let side length of cube = a

Mass of cube = M'

Body diagonal of cube = Diameter of sphere

$\sqrt{3}a = 2R$ $\quad M' = \dfrac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}\times a^3 = \dfrac{2M}{\pi\sqrt{3}}$

$a = \frac{2R}{\sqrt{3}}$

MOI of cube = $\frac{M'a^2}{6} = \frac{4MR^2}{9\pi\sqrt{3}}$

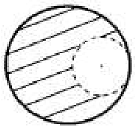
also $\frac{M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{M' = a^3\rho}$

$\Rightarrow \quad M' = \frac{3Ma^3}{4\pi R^3}$

7. From a solid sphere of mass M and radius R, a spherical portion of radius R/2 is removed, as shown in the figure. Taking gravitational potential V = 0 at $r = \infty$, the potential at the centre of the cavity thus formed is : (G = gravitational constant)

एक ठोस गोले का द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है। इससे R/2 त्रिज्या का एक गोलीय भाग, आरेख में दर्शाये गये अनुसार काट लिया जाता है। $r = \infty$ (अनन्त) पर गुरूत्वीय विभव के मान V को शून्य (V= 0) मानते हुए, इस प्रकार बने कोटर (कैविटी) के केन्द्र पर, गुरूत्वीय विभव का मान होगा :

(G = गुरूत्वीय स्थिरांक है) **[JEE (Main) 2015]**



(A) $\frac{-GM}{2R}$ (B) $\frac{-GM}{R}$ (C) $\frac{-2GM}{3R}$ (D) $\frac{-2GM}{R}$

Ans. (B)

Sol. Suppose we fill the cavity with +m & –m of same density

Potential at A $(V_A) \Rightarrow \frac{-GM}{2R^3}\left(3R^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2\right)$

$+ \frac{Gm}{2\left(\frac{R}{2}\right)^3}\left(3\times\left(\frac{R}{2}\right)^2 - O^2\right)$

Where, $m = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \times \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{R}{2}\right)^3 = \frac{M}{8}$

$V_A = -\frac{GM}{R}$

8. A pendulum made of a uniform wire of cross sectional area A has time period T. When an additional mass M is added to its bob, the time period changes to T_M. If the Young's modulus of the material of the wires is Y then 1/Y is equal to : (G = gravitational constant) : **[JEE (Main) 2015]**

किसी द्रव्यमान तार को अनुप्रस्थकाट का क्षेत्रफल A है। इससे बनाये गये एक लोलक का आवर्तकाल T है । इस लोलक के गोलक से एक अतिरिक्त M द्रव्यमान जोड़ देने से लोलक का आवर्तकाल परिवर्तित होकर T_M हो जाता है यदि इस तारक के पदार्थ का यंग गुणांक Y हो तो 1/Y का मान होगा (G = गुरूत्वीय स्थिरांक है)

(A) $\left[\left(\frac{T_M}{T}\right)^2-1\right]\frac{A}{Mg}$ (B) $\left[\left(\frac{T_M}{T}\right)^2-1\right]\frac{Mg}{A}$ (C) $\left[1-\left(\frac{T_M}{T}\right)^2\right]\frac{A}{Mg}$ (D) $\left[1-\left(\frac{T}{T_M}\right)^2\right]\frac{A}{Mg}$

Ans. (A)

Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$T_M = 2\pi\sqrt{\frac{L+\Delta L}{g}}$

$T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}$ (1)

$T_M^{\ 2} = 4\pi^2\left(\frac{L+\frac{MgL}{Ay}}{g}\right)$ (2)

$\left(\frac{T_M}{T}\right)^2 = 1+\frac{Mg}{Ay}$

$\frac{1}{y} = \left[\left(\frac{T_M}{T}\right)^2-1\right]\times\frac{A}{Mg}$

9. Consider a spherical shell of radius R at temperature T. The black body radiation inside it can be considered as an ideal gas of photons with internal energy per unit volume $u=\frac{U}{V}\propto T^4$ and pressure $p=\frac{1}{3}\left(\frac{U}{V}\right)$. If the shell now undergoes an adiabatic expansion the relation between T and R is : **[JEE (Main) 2015]**

किसी गोलीय कोश (शैल) की त्रिज्या R है और इसका ताप T है। इसके भीतर कृष्णिका विकिरणों को फोटॉनों की एक ऐसी आदर्श गैस माना जा सकता है जिसकी प्रति इकाई आयतन आन्तरिक ऊर्जा $u=\frac{U}{V}\propto T^4$ तथा दाब $p=\frac{1}{3}\left(\frac{U}{V}\right)$ है। यदि इस कोश में रूदोष्म प्रसार हो तो T तथा R के बीच संबंध होगा :

(A) $T\propto e^{-R}$ (B) $T\propto e^{-3R}$ (C) $T\propto\frac{1}{R}$ (D) $T\propto\frac{1}{R^3}$

Ans. (C)

Sol. $P=\frac{1}{3}\frac{U}{V}$

$\frac{nRT}{V}\propto\frac{1}{3}T^4$

$VT^3 = \text{const}$

$\frac{4}{3}\pi R^3T^3 = \text{const}$

$TR = \text{const}$

$T \propto \frac{1}{R}$

10. A solid body of constant heat capacity 1J/ºC is being heated by keeping it in contact with reservoirs in two ways :

(i) Sequentially keeping in contact with 2 reservoirs such that each reservoir supplies same amount of heat.

(ii) Sequentially keeping in contact with 8 reservoirs such that each reservoir supplies same amount of heat.

In both the cases body is brought from initial temperature 100ºC to final temperature 200ºC. Entropy change of the body in the two cases respectively is : **[JEE (Main) 2015]**

एक ठोस पिंड (वस्तु) की स्थिर ऊष्मा धारिता 1J/ºC है। इसको ऊष्मको (ऊष्मा भंडारों) के सम्पर्क में रखकर निम्न दो प्रकार से गर्म किया जाता है :

(i) अनुक्रमिक रूप से 2 ऊष्मकों के सम्पर्क में इस प्रकार रखकर कि प्रत्येक ऊष्मक समान मात्रा में ऊष्मा देता है

(ii) अनुक्रमिक रूप से 8 ऊष्मकों के सम्पर्क में इस प्रकार रखकर कि प्रत्येक ऊष्मक समान मात्रा में ऊष्मा देता है,

दोनों स्थितियों में पिंड का प्रारंभिक ताप 100ºC तथा अन्तिम ताप 200ºC है। तो, इन दो स्थितियों में पिंड की एन्ट्रॉपी में परिवर्तन होगा, क्रमशः

(A) $ln2, 4ln2$ (B) $ln2, ln2$ (C) $ln2, 8ln2$ (D) $2ln2, 8ln2$

Ans. (B)

Sol. Case 1:

$$\Delta S_1 = \int ds = \int \frac{dQ}{T} = \int \left(\frac{msdT}{T}\right) = ms \frac{\ln T_2}{T_1}$$

$$ms \ln\left(\frac{423}{373}\right)$$

Similarly, $\Delta S_2 = ms \ln\left(\frac{473}{423}\right)$

$$\Delta S_1 + \Delta S_2 = \ln\left(\frac{473}{373}\right)$$

Case 2 :

We get the same value.

Explanation : entropy is a state function, therefore it will depend only on initial and final states.

11. Consider an ideal gas confined in an isolated closed chamber. As the gas undergoes an adiabatic expansion, the average time of collision between molecules increases as V^q, where V is the volume of the gas. The value of q is : **[JEE (Main) 2015]**

एक आदर्श गैस किसी बन्द, वियुक्त (विलगित) कक्ष में सीमित रखी है। इस गैस में रूदोष्म प्रसार होने पर, इसके अणुओं के बीच टक्कर का औसत काल (समय) V^q, के अनुसार बढ़ जाता है, जहाँ V गैस का आयतन है। तो q का मान होगा :

$\left(\gamma = \frac{C_p}{C_v}\right)$:

(A) $\frac{3\gamma+5}{6}$ (B) $\frac{3\gamma-5}{6}$ (C) $\frac{\gamma+1}{2}$ (D) $\frac{\gamma-1}{2}$

Ans. (C)

Sol. Since $\tau = \dfrac{1}{n\pi\sqrt{2}V_{rms}d^2}$

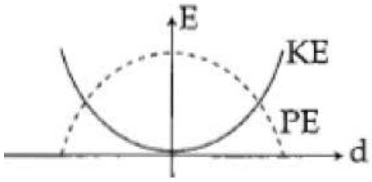
$n \propto \dfrac{1}{V}$ and $V_{rms} \propto \sqrt{T}$

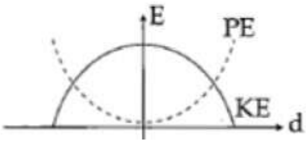
$\Rightarrow \tau \propto \dfrac{V}{\sqrt{T}}$

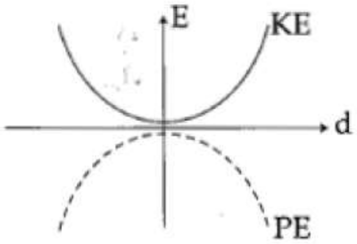
since TV^{r-1} = constant = $\tau \propto V^{\frac{r+1}{2}}$

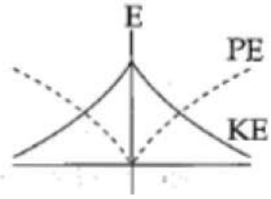
12. For a simple pendulum, a graph is plotted between its kinetic energy (KE) and potential energy (PE) against its displacement d. Which one of the following represents these correctly ?
(graphs are schematic and not drawn to scale): **[JEE (Main) 2015]**

किसी सरल लोलक के लिये, इसके विस्थापन d तथा उसको गतिज ऊर्जा के बीच और विस्थापन d तथा उसकी स्थितिज ऊर्जा के बीच ग्राफ खींचे गये है। निम्नाकिंत में से कौन सा ग्राफ आलेख सही है ?
(यहाँ ग्राफ केवल व्यवस्था आरेख है और स्केल के अनुसार नहीं है): **[JEE (Main) 2015]**

(A)


(B)


(C)


(D)


Ans. (B)

Sol. Kinetic energy $= \dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$

Kinetic energy will be maximum at mean position and minimum at extreme position. Graph will be concave downwards.

Potential energy will be minimum at mean posi tion and maximum at extreme position.

13. A train is moving on a straight track with speed 20 ms^{-1}. It is blowing its whistle at the frequency of 1000 Hz. The percentage change in the frequency heard by a person standing near the track as the train passes him is (speed of sound = 320 ms^{-1}) close to : **[JEE (Main) 2015]**

एक ट्रन सीधी पटरियों पर 20 ms^{-1} की चाल से गति कर रही है। इसकी सीटी की ध्वनि की आवृत्ति 1000 Hz है। यदि ध्वनि की वायु में चाल 320 ms^{-1} हो तो, पटरियों के निकट खड़े व्यक्ति के पास से ट्रेन के गुजरने पर, उस व्यक्ति द्वारा सुनी गई सीटी की ध्वनि की आवृत्ति में प्रतिशत परिवर्तन होगा लगभग :

(A) 6% (B) 12% (C) 18% (D) 24%

Ans. (B)

Sol. When train is approaching the person,

$f_1 = f_0\left(\frac{v}{v - v_s}\right) = 1000\left(\frac{320}{320 - 20}\right)$

When train is going away from the person,

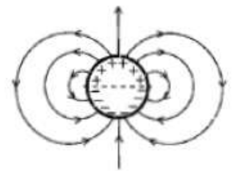
$f_2 = f_0\left(\frac{v}{v + v_s}\right) = 1000\left(\frac{320}{320 + 20}\right)$

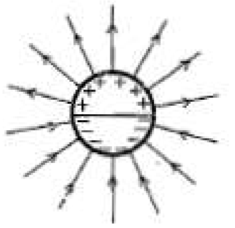
Percentage change in frequency =

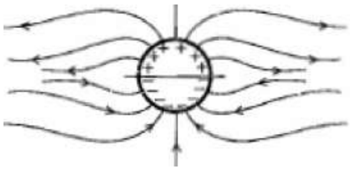
$\left(\frac{f_1 - f_2}{f_1}\right) \times 100 \approx 12\%$

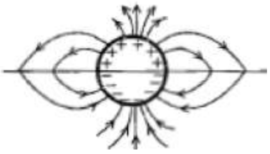
14. A long cylindrical shell carries positive surface charge σ in the upper half and negative surface change $-\sigma$ in the lower half. The electric field lines around the cylinder will look like figure given in : (Figures are schemiatic and not drawn to scale)

किसी लम्बे बेलनाकार कोश के ऊपरी भाग में धनात्मक पृष्ठ आवेश σ तथा निचले भाग में ऋणात्मक पृष्ठ आवेश $-\sigma$ हैं। इस बेलन (सिलिन्डर) के चारों ओर विद्युत क्षेत्र–रेखाऐं, यहाँ दर्शाये गये आरेखों में से किस आरेचा के समान होगी ? (यह ओरख केवल व्यवस्था आरेख है और स्केल के अनुसार नही है।) **[JEE (Main) 2015]**

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

Ans. (A)

15. A uniformly charged solid sphere of radius R has potential V_0 (measured with respect to ∞) on its surface. For this sphere the equipotential surfaces with potentials $\frac{3V_0}{2}, \frac{5V_0}{4}, \frac{3V_0}{4}$ and $\frac{V_0}{4}$ have radius R_1, R_2, R_3 and R_4 respectively. Then : **[JEE (Main) 2015]**

(A) $R_1 = 0$ and $R_2 > (R_4 - R_3)$
(B) $R_1 \neq 0$ and $(R_2 - R_1)\ (R_4 - R_3)$
(C) $R_1 = 0$ and $R_2 < (R_4 - R_3)$
(D) $2R < R_4$

R त्रिज्या के किसी एक समान आवेशित ठोस गोले के पृष्ठ का विभव V_0 है।(∞ के सापेक्ष मापा गया) । इस गोले के लिये, $\frac{3V_0}{2}, \frac{5V_0}{4}, \frac{3V_0}{4}$ तथा $\frac{V_0}{4}$ विभवों वाले समविभवी पृष्ठों की त्रिज्यायें, क्रमशः R_1, R_2, R_3 तथा R_4 हैं। तो

(A) $R_1 = 0$ तथा $R_2 > (R_4 - R_3)$
(B) $R_1 \neq 0$ तथा $(R_2 - R_1)\ (R_4 - R_3)$
(C) $R_1 = 0$ तथा $R_2 < (R_4 - R_3)$
(D) $2R < R_4$

Ans. (C,D)

Sol. $V_0 = \frac{KQ}{R}$

Potential will increase on going unside the sphere & decrease on going outside.

$$\frac{3V_0}{2} = \frac{3KQ}{2R} = \frac{KQ}{2R^3}(3R^2 - R_1^2) \Rightarrow R_1 = 0$$

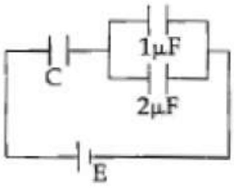
$$\frac{5V_0}{4} = \frac{5KQ}{4R} = \frac{KQ}{2R^3}(3R^2 - R_2^2) \Rightarrow R_2 = \frac{R}{\sqrt{2}}$$

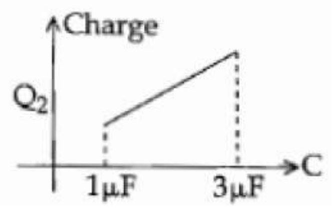
$$\frac{3V_0}{4} = \frac{3KQ}{4R} = \frac{KQ}{R_3} \Rightarrow R_3 = \frac{4R}{3}$$

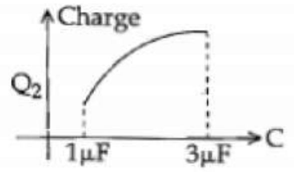
$$\frac{V_0}{4} = \frac{KQ}{4R} = \frac{KQ}{R_4} \Rightarrow R_4 = 4R$$

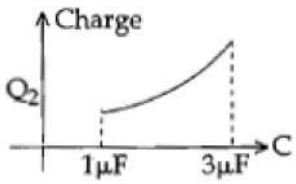
16. In the given circuit, charge Q_2 on the 2μF capacitor changes as C is varied from 1μF to 3μF. Q_2 as a function of 'C' is given properly by : (Figures are drawn schematically and are not to scale)

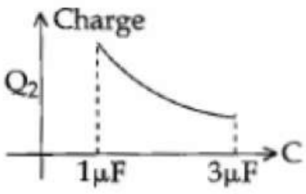
दिये गये परिपथ में, C के मान के 1μF से 3μF परिवर्तित होने से 2μF संधारित्र पर आवेश Q_2 में परिवर्तन होता है। 'C' के फलन के रूप में Q_2 को कौनसा आलेख सही दर्शाता है ?(आलेख केवल व्यवस्था आरेख है और स्केल के अनुसार नहीं है) **[JEE (Main) 2015]**



(A)


(B)


(C)


(D)


Ans. (B)

Sol. Let charge on C = Q
Charge on 1μF = Q_1
Charge on 2μF = Q_2

$$Q = \left(\frac{C \times 3}{C + 3}\right)E$$

$$Q_2 = \frac{2Q}{3} = \frac{2CE}{C+3}$$

17. When 5V potential difference is applied across a wire of length 0.1 m, the drift speed of electrons is 2.5×10^{-4} ms^{-1}. If the electron density in the wire is 8×10^{28} m^{-3}, the resistivity of the material is close to :

0.1 m लंबे किसी तार के सिरों के बीच 5V विभवतांकर अरोपित करने से इलेक्ट्रॉनों की अपवाह चाल 2.5×10^{-4} ms^{-1}

होती है। यदि इस तार में इलेक्ट्रॉन धनत्व 8×10^{28} m^{-3} हो तो, इस के पदार्थ की प्रतिरोधकता होगी, लगभग

[JEE (Main) 2015]

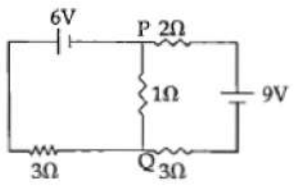
(A) 1.6×10^{-8} Ωm (B) 1.6×10^{-7} Ωm (C) 1.6×10^{-6} Ωm (D) 1.6×10^{-5} Ωm

Ans. (D)

Sol. $V = IR$

$$V = (neAv_d)\left(\frac{\rho\ell}{A}\right)$$

$$\rho = \frac{V}{nev_d\ell} = 1.6 \times 10^{-5}\,\Omega m$$

18. 

:

In the circuit shown, the current in the 1 Ω resistor is : **[JEE (Main) 2015]**

(A) 1.3 A, from P to Q (B) 0 A

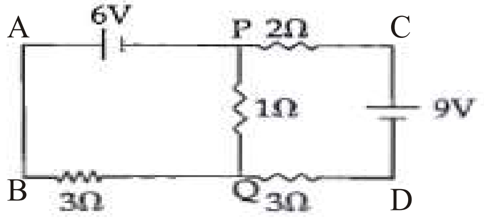
(C) 0.13 A, from Q to P (D) 0.13 A, from P to Q

दर्शाये गये परिपथस में 1 Ω प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा होगी : **[JEE (Main) 2015]**

(A) 1.3 A, P से Q की ओर (B) 0 (शून्य) A

(C) 0.13 A, Q से P को (D) 0.13 A, P से Q को

Ans. (C)

Sol. 

Let the current in loop ABQP = i_1 (anti-clockwise)

Let the current in loop CPQD = i_2 (anti-clockwise)

Applying KVL in both the loops,

$6 - 3i_1 - i_1 + i_2 = 0$

$9 - 2i_2 - i_2 + i_1 - 3i_2 = 0$

On solving,

$$i_1 = \frac{45}{23} \text{ and } i_2 = \frac{42}{23}$$

Net current in 1Ω resistance $= \frac{3}{23} = 0.13$A

from Q to P

19. Two coaxial solenoids of different radii carry current I in the same direction. Let $\vec{F}_1$ be the magnetic force on

the inner solenoid due to the outer one and $\vec{F}_2$ be the magnetic force on the outer solenoid due to the inner one. Then : **[JEE (Main) 2015]**

(A) $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = 0$ (B) $\vec{F}_1$ is radially inwards and $\vec{F}_2$ is radially outwards

(C) $\vec{F}_1$ is radially inwards and $\vec{F}_2 = 0$ (D) $\vec{F}_1$ is radially outwards and $\vec{F}_2 = 0$

दो समाक्षी परिनलिकाओं में, प्रत्येक से I धारा एक ही दिशा में प्रवाहित हो रही है। यदि, बाहरी नरिनलिका के कारण, भीतरी नरिनलिका पर चुम्बकीय बल $\vec{F}_1$ तथा भीतरी परिनलिका के कारण, बाहरी परिनलिका पर चुम्बकीय बल $\vec{F}_2$ हो तो

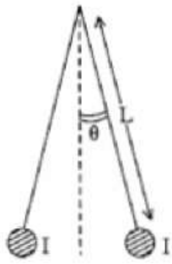
(A) $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = 0$ (B) $\vec{F}_1$ भीतरी की ओर व अरीय (त्रिज्य) है और $\vec{F}_2$ बाहर की ओर व अरीय है।

(C) $\vec{F}_1$ भीतर की ओर व अरीय है तथा $\vec{F}_2 = 0$ है। (D) $\vec{F}_1$ बाहर की ओर व अरीय है तथा $\vec{F}_2 = 0$ है।

Ans. **(A, D)**

Sol. Force by outer solenoid on a small portion of inner solenoid will be radially outwards but net force will be zero. Therefore, $\bar{F}_1 = 0$

Due to Newton's third law, $\bar{F}_2 = 0$

20. 

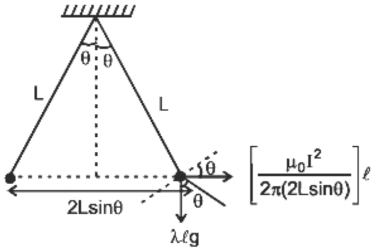
:

Two long current carrying thin wires, both with current I, are held by insulating threads of length L and are in equilibrium as shown in the figure, with threads making an angle 'θ' with the vertical. If wires have mass λ per unit length then the value of I is : (G = gravitational constant) : **[JEE (Main) 2015]**

दो पहले लम्बे तारों में प्रत्येक से I धारा प्रवाहित हो रही है। इन्हे L लम्बाई विद्युतरोधी धागों से लटकाया गया है। इन धागों में प्रत्येक के द्वारा ऊर्ध्वाधर दिशा से 'θ' कोण बनाने की स्थिति में, ये दोनों तार साम्यावस्था में रहते है। यदि इन तारों की प्रति इकाई लम्बाई द्रव्यमान λ है तथा g गुरूत्वीय त्वरण है तो, I का मान होगा :

(A) $\sin\theta\sqrt{\frac{\pi\lambda gL}{\mu_0\cos\theta}}$ (B) $2\sin\theta\sqrt{\frac{\pi\lambda gL}{\mu_0\cos\theta}}$ (C) $2\sqrt{\frac{\pi gL}{\mu_0}\tan\theta}$ (D) $\sqrt{\frac{\pi\lambda gL}{\mu_0}\tan\theta}$

Ans. (B)

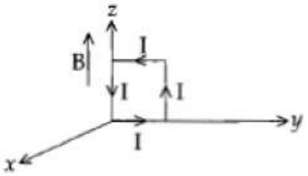
Sol. 

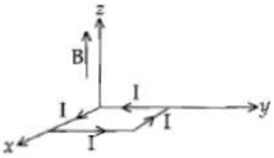
$$\lambda \ell g \sin\theta = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi(2L\sin\theta)}\ell\cos\theta$$

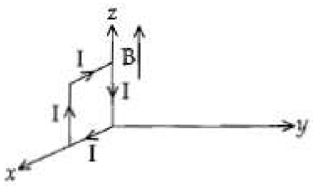
$$I = 2\sin\theta\sqrt{\frac{\lambda g \pi L}{\mu_0 \cos\theta}}$$

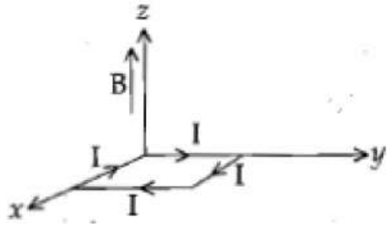
21. A rectangular loop of sides 10 cm and 5 cm carrying a current I of 12A is placed in different orientations as shown in the figures below : **[JEE (Main) 2015]**

10 cm तथा 5 cm भुजाओं के एक आयताकार लूप (पाश) से एक विद्युत धारा I =12A प्रवाहित हो रही है। इस पाश को आरेख में दर्शाये गये अनुसार विभिन्न अभिविन्यासों (स्थितियों) में रखा गया है।

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

If there is a uniform magnetic field of 0.3 T in the positive z direction, in which orientations the loop would be in (i) stable equilibrium and (ii) unstable equilibrium ? **[JEE (Main) 2015]**

(A) a and b, respectively (B) a and c, respectively

(C) b and d, respectively (D) b and c, respectively

यदि वहाँ 0.3 T तीव्रता का कोई एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र, धनात्मक z दिशा में विद्यमान है तो, दर्शाये गये किस अभिविन्यास में, यह पाश (लुप) (i) स्थायी संतुलन तथा (ii) अस्थायी संतुलन में, होगा ?

(A) क्रमशः a तथा b में (B) क्रमशः a तथा c में

(C) क्रमशः b तथा d में (D) क्रमशः b तथा c में

Ans. **(C)**

Sol. If the angle between $\overline{M}$ and $\overline{B}$ is zero then loop will be in stable equilibrium.

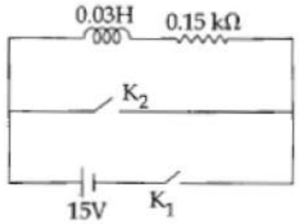
If the angle between $\overline{M}$ and $\overline{B}$ is π, then loop will be in unstable equilibrium.

22. In inductor (L = 0.03 H) and a resistor (R = 0.15 kΩ) are connected in series to a battery of 15 V EMF in a circuit shown below. The key K_1 has been kept closed for a long time. Then at t = 0, K_1 is opened and key K_2 is closed simultaneously. At t = 1 ms, The current in the circuit will be ($e^5 \cong 150$):

[JEE (Main) 2015]

दर्शाये गये परिपथ में, एक प्रेरक (L = 0.03 H) तथा एक प्रतिरोधक (R = 0.15 kΩ) किसी 15 V विद्युत वाहक बल की बैटरी से जुड़े है। कुजी K_1 को बहुत समय तक बन्द रखा गया है। इसे पश्चात समय t = 0 पर, K_1 को खोल कर साथ ही साथ, K_2 को बन्द किया जाता है। समय t = 1 ms पर, परिपथि में विद्युत धारा होगी – ($e^5 \cong 150$):

[JEE (Main) 2015]



(A) 100 mA (B) 67 mA (C) 6.7 mA (D) 0.67 mA

Ans. (D)

Sol. At t = 0, current = $\frac{E_0}{R}$

After K_1 is opened and K_2 is closed, $I = I_0 e^{-\frac{Rt}{L}}$

At t = 1 ms, I = 0.67 mA

23. A red LED emits light at 0.1 watt uniformly around it. The amplitude of the electric field of the light at a distance of 1 m from the diode is :

एक लाल रंग का एल. ई. डी. (प्रकाश उत्सर्जन डायोड) 0.1 वाट पर, एकसमान प्रकाश उत्सर्जित करता है। डायोड से 1 m दूरी पर, इस प्रकाश के विद्युत क्षेत्र का आयाम होगा –

(A) 1.73 V/m (B) 2.45 V/m (C) 5.48 V/m (D) 7.75 V/m

Ans (B)

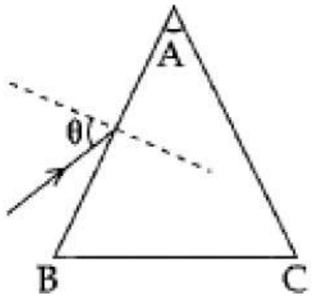
Sol. Intensity $= \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 \times c$

$E_0 = 2.45$ V/m

24. Monochromatic light is incident on a glass prism of angle A. If the refractive index of the material of the prism is μ, a ray, incident at an angle θ, on the face AB would get transmitted through the face AC of the prism provided : **[JEE (Main) 2015]**

काँच के किसी प्रिज्म का कोण A है। इस पर एकवर्णी प्रकाश आपतित होता है । यदि प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक μ, है, तो प्रिज्म के AB फलक पर, θ कोण आपतित प्रकाश कि किरण, प्रिज्म के फलक AC से पारंगत होती यदि :

[JEE (Main) 2015]

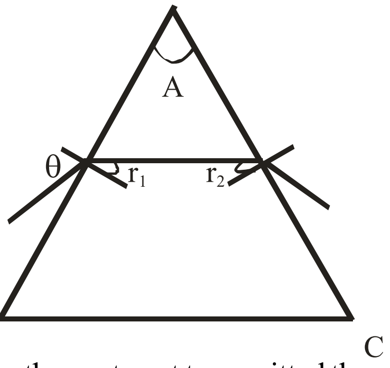


(A) $\theta > \sin^{-1}\left[\mu \sin\left(A - \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right)\right]$ (B) $\theta < \sin^{-1}\left[\mu \sin\left(A - \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right)\right]$

(C) $\theta > \cos^{-1}\left[\mu \sin\left(A + \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right)\right]$ (D) $\theta < \cos^{-1}\left[\mu \sin\left(A + \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right)\right]$

Ans. (A)

Sol.



For the ray to get transmitted through face AC,

$r_2 < i_c$, where i_c is critical angle.

$r_2 = A - r_1$

$A - r_1$ for transmission

$\sin(A - r_1) < \sin Q_c$

$$\sin(A - r_1) < \frac{1}{\mu}$$

$$r_1 > A - \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)$$

$$\sin r_1 > \sin\left[A - \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right]$$

$$\frac{\sin\theta}{\mu} > \sin\left[A - \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right]$$

$$\theta > \sin^{-1}\left[\mu\sin\left\{A - \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)\right\}\right]$$

25. On a hot summer night, the refractive index of air is smallest near the ground and increases with height from the ground. When a light beam is directed horizontally, the Huygens' principle leads us to conclude that as it travels, the light beam : **[JEE (Main) 2015]**

(A) becomes narrower (B) goes horizontally without any deflection

(C) Bends downwards (D) bends upwards

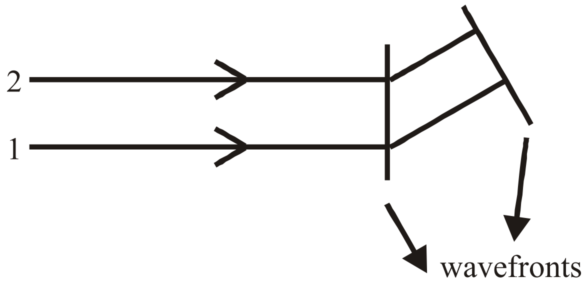
ग्रीष्म ऋतु की गर्म रात्रि में, भूतल के निकट, वायु का अपवर्तनांक न्यूनतम होता है और भूतल से ऊँचाई के साथ बढ़ता जाता है। यदि, कोई प्रकाश किरण पुंज क्षैतिज दिशा में जा रहा हो तो, हाइगेन्स के सिद्घान्त से यह परिणाम प्राप्त होता है कि चलते हुये प्रकाश किरण पुंज –

(A) संकुचित (संकीर्ण) हो जायेगा (B) बिना विक्षेपित हुए, क्षैतिज दिशा में चलता रहेगा।

(C) नीचे की ओर झुक जायेगा। (D) ऊपर की ओर झुक जायेगा।

Ans. (D)

Sol.



On going up refractive index increases, therefore velocity decreases. Second ray in the diagram has less velocity compared to first ray. Hence, beam bends upwards

26. Assuming human pupil to have a radius of 0.25 cm and a comfortable viweing distance of 25 cm, the minimum separation between two objects that human eye can resolve at 500 nm wavelength is :

यदि मानव नेत्र की पुतली की त्रिज्या 0.25 cm तथा स्पष्ट सुविधाजनक देखने की दूरी 25 cm हो तो, 500 nm तरंगदैर्ध्य के प्रकाश में, दो वस्तुओं के बीच कितनी न्यूनतम दूरी तक मानव नेत्र उन दोनों के बीच विभेदन कर सकेगा

[JEE (Main) 2015]

(A) 1 μm (B) 30 μm (C) 100 μm (D) 300 μm

Ans. (B)

Sol. Resolving angle of human eye $d\theta = 1.22\frac{\lambda}{D}$

$$\frac{y}{25\times10^{-2}} = \frac{1.22\times500\times10^{-9}}{0.25\times2\times10^{-2}}$$

$y = 30 \times 10^{-6}$ m

27. As an electron makes a transition from an excited state to the ground state of a hydrogen - like atom/ion:

[JEE (Main) 2015]

(A) its kinetic energy increases but potential energy and total energy decrease

(B) Kinetic energy, potential energy and total energy decrease

(C) Kineticenergy decreases, potential energy increases but total energy remains same

(D) Kinetic energy and total energy decrease but potential energy increases

जब कोई इलेक्ट्रॉन, हाइड्रोजन जैसे परमाणु / आयन की उत्तेजित अवस्था से न्यूनतम ऊर्जा अवस्था में संक्रमण करता है तो उसकी :

(A) गतिज ऊर्जा में वृद्वि तथा स्थितिज ऊर्जा तथा कुल ऊर्जा में कमी होती है।

(B) गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा तथा कुल ऊर्जा में कमी हो जाती है।

(C) गतिज ऊर्जा कम होती है, स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है और कुल ऊर्जा वही रहती है।

(D) गतिज ऊर्जा व कुल ऊर्जा कम हो जाती है किन्तु, स्थितिज ऊर्जा बढ़ जाती है।

Ans. **(A)**

Sol. Total energy $= -(13.6\text{eV})\times\frac{Z^2}{n^2}$

Kinetic energy $\propto \frac{Z^2}{n^2}$

As n increases, total energy and potential energy decreases but kinetic energy increses.

28. Match List-I (Fundamental Experiment) with List-II (its conclusion) and select the correct option from t h e

choices given below the list : **[JEE (Main) 2015]**

List-I	List-II
a. Franck-Hertz Experiment	I. Particle nature of light
b. Photo-electric Experiment	II. Discrete energy levels of atom
c. Davison-Germer Experiment	III. Wave nature of electron
	iv. Structure of atom

सूची -I (मूल प्रयोग) का सूची -II (इसके परिमाण) के साथ सुमेलन कीजिये और निम्नांकित विकल्पों में से सही विकल्प का चयन कीजिये ?

सूची -I	सूची -II
a. फ्रेंक–हर्ट्स प्रयोग	I. प्रकाश की कणिका प्रकृति
b. प्रकाश विद्युत प्रयोग	II. अणु के विविक्त ऊर्जा स्तर
c. डेवीसन जर्मर प्रयोग	III. इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति
	iv. परमाणु की संरचना

(A) a - I, b - IV, c - III (B) a- II, b - IV, c - III

(C) a - II, b - I, c - II (D) a - IV, b - III, c - II

Ans. (C)

29. A signal of 5 kHz frequency is amplitude modulated on a carrier wave of frequency 2 MHz. The frequencies of the resultant signal is/are : **[JEE (Main) 2015]**

(A) 2 MHz only (B) 2005 kHz, and 1995 kHz

(C) 2005 kHz, 2000 kHz and 1995 kHz (D) 2000 kHz and 1995 kHz

5 kHz आवृत्ति के किसी संकेत का 2 MHz आवृत्ति की वाहक तरंग पर आयाम मॉडुलन किया गया है। तो परिणामी सिग्नल (संकेत) की आवृत्ति होगी :

(A) 2 MHz केवल (B) 2005 kHz, तथा 1995 kHz

(C) 2005 kHz, 2000 kHz तथा 1995 kHz (D) 2000 kHz तथा 1995 kHz

Ans. (C)

Sol. f_c = frequency of carrier wave

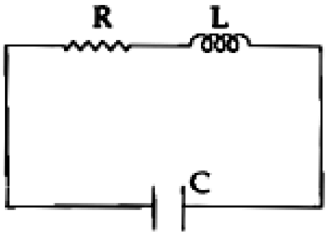
f_s = frequency of signal

Resultant frequencies = $(f_c + f_s), f_c, (f_c - f_s)$

= 2005, 2000, 1995 kHz

30. An LCR circuit is equivalent to a damped pendulum. In an LCR circuit the capacitor is charged to Q_0 and then connected to the L and R as shown below : **[JEE (Main) 2015]**

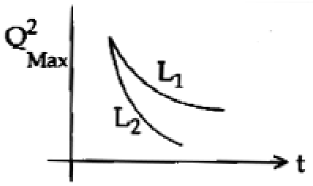
LCR (एल.सी.आर.) परिपथ किसी अवमदित लोलक के तुल्य होता है। किसी LCR परिपथ में संधारित्र को Q_0 तक आवेशित किया गया है, और फिर इसे आरेख में दर्शाये गये अनुसार L तथा R से जोड़ा गया है।

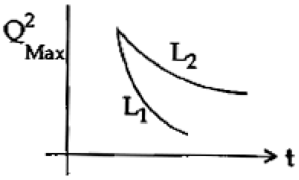


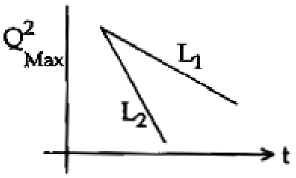
If a student plots graphs of the square of maximum charge (Q^2_{Max}) on the capacitor with time(t) for two different values L_1 and $L_2 (L_1 > L_2)$ of L then which of the following represents this graph correctly ? (plots are schematic and not drawn to scale)

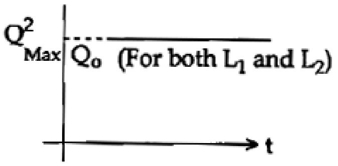
यदि एक विद्यार्थी L के, दो विभिन्न मानों, L_1 तथा $L_2\,(L_1 > L_2)$ के लिए, समय t तथा संधारित्र पर अधिकतम आवेश के वर्ग (Q^2_{Max}) के बीच दो ग्राफ बनाता है तो निम्नांकित में से कौन सा ग्राफ सही है?

(प्लॉट केवल व्यवस्था प्लॉट है तथा स्केल के अनुसार नहीं है)

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

Ans. (A)

Sol. Applying KVL in the circuit,

$$-\frac{q}{C} - iR - L\frac{di}{dt} = 0$$

$$\frac{q}{C} + \frac{dq}{dt}R + L\frac{d^2q}{dt^2} = 0$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0$$

compare this equation with equation for a damped harmonic oscillator,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$A = A_0 e^{\frac{-bt}{2m}}$$

$$Q_{max} = Q_0 e^{-\frac{Rt}{2L}}$$

$$Q^2_{max} = Q^2_0 e^{-\frac{Rt}{L}}$$

Hence, higher value of L means slower damping.