



# BANSAL CLASSES

*Ideal for Scholars*

## PART : II CHEMISTRY

### SECTION 1 (Maximum Marks : 32)

- \* This section contains **EIGHT** questions
- \* The answer to each question is a **SINGLE DIGIT INTEGER** ranging from 0 to 9, both inclusive.
- \* For each question, darken the bubble corresponding to the correct integer in the ORS
- \* Marking scheme :  
+4 If the bubble corresponding to the answer is darkened.  
0 In all other cases

Q.21<sub>Coordination compounds</sub> For the octahedral complexes of  $\text{Fe}^{3+}$  in  $\text{SCN}^-$  (thiocyanato-S) and in  $\text{CN}^-$  ligand environments, the difference between the spin-only magnetic moments in Bohr magnetons (when approximated to the nearest integer) is  
(Atomic number of Fe = 26)

Ans. 4

Q.21<sub>Coordination compounds</sub>  $\text{Fe}^{3+}$  के अष्टफलकीय संकुलों में  $\text{SCN}^-$  (थियोसायानेटो-S) तथा  $\text{CN}^-$  लिगण्ड वातावरणों में, प्रचक्रण-मात्र चुम्बकीय आघूर्णों (spin-only magnetic moments) (Bohr magnetons में) का अन्तर (निकटतम पूर्णांक में) है  
[Fe की परमाणु संख्या (Atomic number) = 26]

Ans. 4

Q.22<sub>Chemical bonding</sub> Among the triatomic molecules/ions,  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{N}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SCl}_2$ ,  $\text{ICl}_2^-$ ,  $\text{I}_3^-$  and  $\text{XeFe}_2$ , the total number of linear molecules/ion(s) where the hybridization of the central atom does not have contribution from the d-orbital(s) is  
[Atomic number : S = 16, Cl = 17, I = 53 and Xe = 54]

Ans. 4

Q.22<sub>Chemical bonding</sub> दिये गये त्रिपरमाणुक अणुओं/आयनों,  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{N}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SCl}_2$ ,  $\text{ICl}_2^-$ ,  $\text{I}_3^-$  तथा  $\text{XeFe}_2$  में रेखिक अणु(ओं)/आयन(नों), जिनमें केंद्रीय परमाणु के संकरण में d-ऑर्बिटल/ऑर्बिटलों का भागदान नहीं है, की कुल संख्या है  
[परमाणु संख्या (Atomic number) : S = 16, Cl = 17, I = 53 तथा Xe = 54]

Ans. 4

Q.23<sub>Periodic table/atomic structure</sub> Not considering the electronic spin, the degeneracy of the second excited state ( $n = 3$ ) of H atom is 9, while the degeneracy of the second excited state of  $\text{H}^-$  is

Ans. 3

Q.23<sub>Periodic table/atomic structure</sub> इलेक्ट्रॉन चक्रण का विचार न करते हुये H परमाणु की द्वितीय उत्तेजित अवस्था ( $n = 3$ ) की समभ्रंशता (degeneracy) 9 है, तब  $\text{H}^-$  की द्वितीय उत्तेजित अवस्था की समभ्रंशता होगी।

Ans. 3



Q.24<sup>Electrochemistry</sup> All the energy released from the reaction  $X \rightarrow Y$ ,  $\Delta_r G^\circ = -193 \text{ kJ mol}^{-1}$  is used for oxidizing  $M^+$  as  $M^+ \rightarrow M^{3+} + 2e^-$ ,  $E^\circ = -0.25 \text{ V}$ .

Under the standard conditions, the number of moles of  $M^+$  oxidized when one mole of X is converted to Y is [ $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ ]

Ans. 4

Q.24<sup>Electrochemistry</sup> अभिक्रिया  $X \rightarrow Y$ ,  $\Delta_r G^\circ = -193 \text{ kJ mol}^{-1}$  से मुक्त सम्पूर्ण ऊर्जा का उपयोग  $M^+$  के ऑक्सीकरण  $M^+ \rightarrow M^{3+} + 2e^-$ ,  $E^\circ = -0.25 \text{ V}$  में होता है। मानक अवस्था में जब एक मोल X को Y में परिवर्तित करते हैं तब  $M^+$  के ऑक्सीकृत होने वाले मोलों (moles) की संख्या है। [ $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ ]

Ans. 4

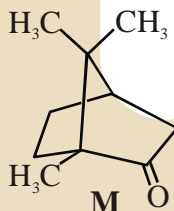
Q.25<sup>Thermodynamics</sup> If the freezing point of a 0.01 molal aqueous solution of cobalt(III) chloride-ammonia complex (which behaves as a strong electrolyte) is  $-0.0558^\circ \text{C}$ , the number of the chlorides(s) in the coordination sphere of the complex is [ $K_f$  of water =  $1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$ ]

Ans. 1

Q.25<sup>Thermodynamics</sup> यदि एक कोबॉल्ट(III) क्लोराइड-अमोनिया संकुल (जो प्रबल वैद्युत अपघट्य (strong electrolyte) की तरह व्यवहार करता है) के 0.01 मोलल जलीय विलयन का हिमांक  $-0.0558^\circ \text{C}$  है, तब इस संकुल के समन्वय मण्डल में क्लोराइड/क्लोराइडों की संख्या है [ $K_f$  (जल) =  $1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$ ]

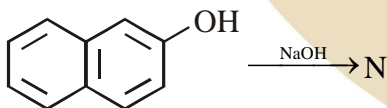
Ans. 1

Q.26<sup>Isomerism</sup> The total number of stereoisomers that can exist for M is  
M के त्रिविम समावयवियों (stereoisomers) जो अस्तित्व में हैं, उस की कुल संख्या है



Ans. 2

Q.27<sup>GOC(11th)</sup> The number of resonance structure for N is



Ans. 9

Q.28<sup>Chemical bonding (11th)</sup> The total number of lone pairs of electrons in  $\text{N}_2\text{O}_3$  is

Ans. 8

Q.28<sup>Chemical bonding (11th)</sup>  $\text{N}_2\text{O}_3$  में इलेक्ट्रॉनों के एकाकी युग्मों (lone pairs) की कुल संख्या है।

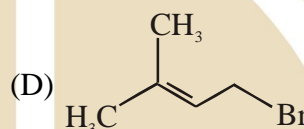
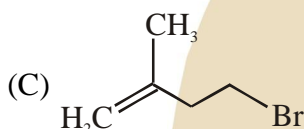
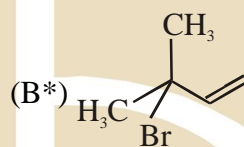
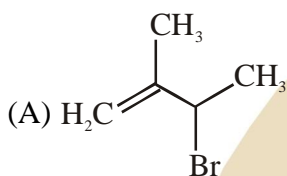
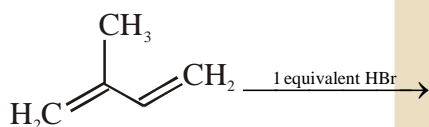
Ans. 8

SECTION 2 (Maximum Marks : 40)

- \* This section contains TEN questions
- \* Each question has FOUR options (A), (B), (C) and (D) ONE OR MORE THAN ONE of these four option(s) is (are) correct
- \* For each question, darken the bubble(s) corresponding to all the correct option(s) in the ORS
- \* Marking scheme :
  - +4 If only the bubble(s) corresponding to all the correct option(s) is (are)
  - 0 If one of the bubbles is darkened
  - 2 In all other cases

Q.29 Hydrocarbons (11th) In the following reaction, the major product is

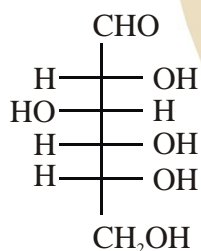
निम्नलिखित अभिक्रिया का मुख्य उत्पाद है



Ans. (B)

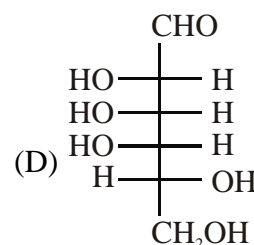
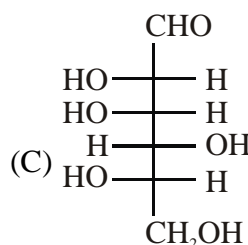
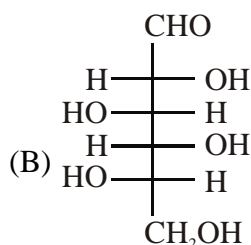
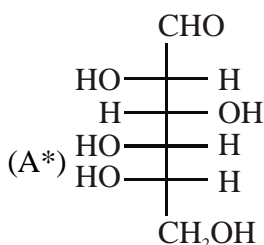
Q.30 Biomolecules (XIth)/Isomerism (XIth) The structure of D-(+)-glucose is

D-(+)-glucose की संरचना है



The structure of L-(-)-glucose is :

L-(-)-glucose की संरचना है

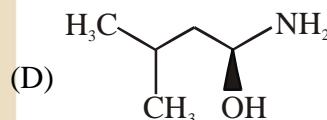
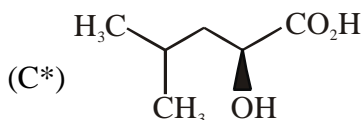
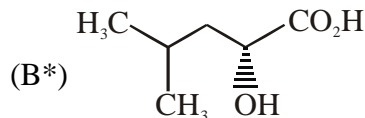
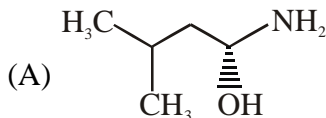
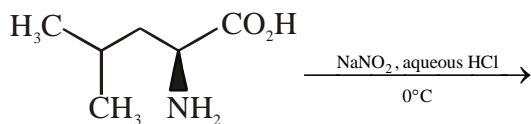


Ans. (A)

Q.31 Nitrogen derivatives amines (12th)

The major product of the reaction is

निम्नलिखित अभिक्रिया का मुख्य उत्पाद है



Ans. (BC)

Q.32 d-block elements

The correct statements(s) about  $\text{Cr}^{2+}$  and  $\text{Mn}^{3+}$  is (are)

[Atomic numbers of Cr = 24 and Mn = 25]

(A\*)  $\text{Cr}^{2+}$  is a reducing agent

(B\*)  $\text{Mn}^{3+}$  is an oxidizing agent

(C\*) Both  $\text{Cr}^{2+}$  and  $\text{Mn}^{3+}$  exhibit  $d^4$  electronic configuration

(D) When  $\text{Cr}^{2+}$  is used as a reducing agent, the chromium ion attains  $d^5$  electronic configuration

Ans. (ABC)

Q.32 d-block elements

$\text{Cr}^{2+}$  तथा  $\text{Mn}^{3+}$  के संदर्भ में सही वक्तव्य है (हैं)

[परमाणु संख्या (Atomic number): Cr = 24 तथा Mn = 25]

(A\*)  $\text{Cr}^{2+}$  एक अपचायक (reducing agent) है

(B\*)  $\text{Mn}^{3+}$  एक उपचायक (oxidizing agent) है

(C\*)  $\text{Cr}^{2+}$  तथा  $\text{Mn}^{3+}$  दोनों  $d^4$  इलेक्ट्रॉनिक विन्यास दर्शाते हैं

(D) जब  $\text{Cr}^{2+}$  का एक अपचायक की तरह उपयोग किया जाता है तो क्रोमियम आयन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास  $d^5$  हो जाता है।

Ans. (ABC)

Q.33 metallurgy Copper is purified by electrolytic refining of blister copper. The correct statements(s) about this process is (are)

(A) Impure Cu strip is used as cathode

(B\*) Acidified aqueous  $\text{CuSO}_4$  is used as electrolyte

(C\*) Pure Cu deposits at cathode

(D\*) Impurities settle as anode-mud

Ans. (BCD)

Q.33 metallurgy कॉपर का शोधिकरण कॉपर उदवर्त (blister copper) के विद्युत अपघटनी परिष्करण द्वारा किया जाता है। इस प्रकरण के संदर्भ में सही वक्तव्य है (हैं)

(A) अशुद्ध कॉपर पट्टी का उपयोग कैथोड के रूप में होता है।

(B\*) अम्लीय जलीय  $\text{CuSO}_4$  का उपयोग विद्युत अपघट्य के रूप में होता है।

(C\*) शुद्ध Cu कैथोड पर जमा होता है।

(D\*) अपद्रव्य ऐनोड-पंक (anode-mud) के रूप में जमा होते हैं।

Ans. (BCD)

Q.34 p-block group-16  $\text{Fe}^{3+}$  is reduced to  $\text{Fe}^{2+}$  by using

- (A\*)  $\text{H}_2\text{O}_2$  in presence of  $\text{NaOH}$  (B\*)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  in water  
 (C)  $\text{H}_2\text{O}_2$  in presence of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (D)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  in presence of  $\text{H}_2\text{SO}_4$

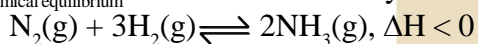
Ans. (AB)

Q.34 p-block group-16  $\text{Fe}^{3+}$  के  $\text{Fe}^{2+}$  में अपचयन में उपयुक्त होता है (होते हैं)

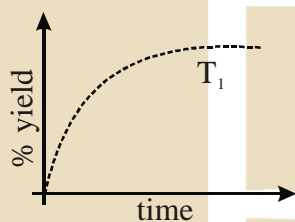
- (A\*)  $\text{NaOH}$  की उपस्थिति में  $\text{H}_2\text{O}_2$  (B) जल में  $\text{Na}_2\text{O}_2$   
 (C)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  की उपस्थिति में  $\text{H}_2\text{O}_2$  (D)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  की उपस्थिति में  $\text{Na}_2\text{O}_2$

Ans. (AB)

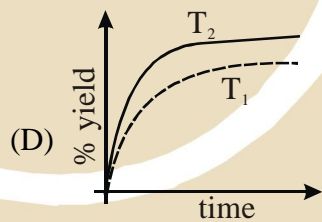
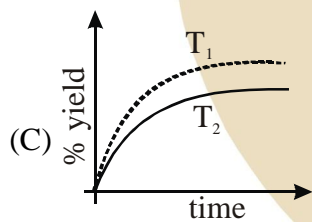
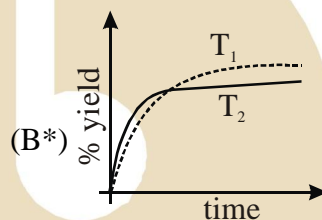
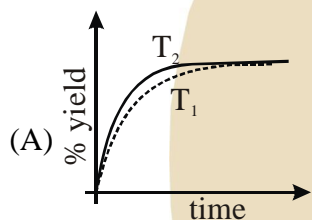
Q.35 chemical equilibrium The % yield of ammonia as a function of time in the reaction



at  $(P, T_1)$  is given below



If this reaction is conducted at  $(P, T_2)$ , with  $T_2 > T_1$ , the % yield of ammonia as a function of time is represented by

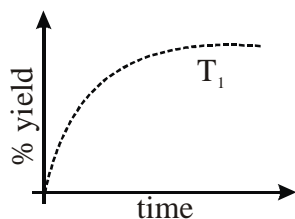


Ans. (B)

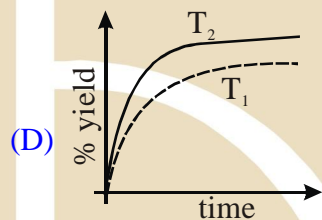
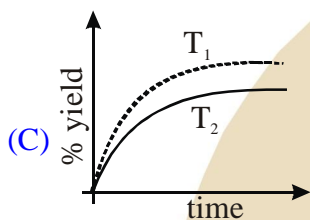
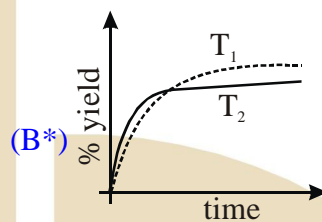
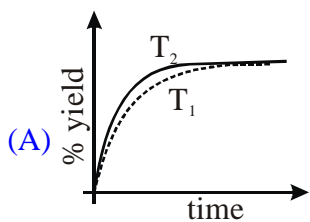
Q.35 chemical equilibrium

अभिक्रिया  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ,  $\Delta H < 0$  में अमोनिया के उत्पाद (% yield)

की समय पर निर्भरता ( $P, T_1$ ) पर नीचे दर्शायी गयी है



यदि अभिक्रिया ( $P, T_2$ ) पर की जाय जहाँ  $T_2 > T_1$ , अमोनिया के % उत्पाद की समय पर निर्भरता प्रदर्शित करता है।



Ans. (B)

Q.36 Solid state

If the unit cell of a mineral has cubic close packed (ccp) array of oxygen atoms with  $m$  fraction of octahedral holes occupied by aluminium ions and  $n$  fraction of tetrahedral holes occupied by manganese ions,  $m$  and  $n$ , respectively, are

(A\*)  $\frac{1}{2}, \frac{1}{8}$

(B)  $1, \frac{1}{4}$

(C)  $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$

(D)  $\frac{1}{4}, \frac{1}{8}$

Ans. (A)

Q.36 Solid state

यदि एक खनिज की एकक सेल में ऑक्सीजन परमाणु घनीय संकुलित (cubic close packing) व्यवस्था (array) में हो जहाँ  $m$  भिन्न (fraction) अष्टफलकीय (octahedral) रिक्तिकाओं (holes) में ऐलुमिनियम आयन तथा  $n$  भिन्न चतुष्फलकीय (tetrahedral) रिक्तिकाओं में मैग्नीशियम आयन उपस्थित हों, तब  $m$  तथा  $n$  क्रमशः हैं-

(A\*)  $\frac{1}{2}, \frac{1}{8}$

(B)  $1, \frac{1}{4}$

(C)  $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$

(D)  $\frac{1}{4}, \frac{1}{8}$

Ans. (A)



- \* One or more entries in Column I may match with one or more entries in Column II  
 \* The ORS contains a  $4 \times 5$  matrix whose layout will be similar to the one shown below:

(A)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(B)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(C)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(D)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)

- \* For each entry in Column I, darken the bubbles of all the matching entries. For example, if entry (A) in Column I matches with entries (Q), (R) and (T), then darken these three bubbles in the ORS. Similarly, for entries (B), (C) and (D).  
 \* Marking scheme:  
 For each entry in Column I,  
 +2 If only the bubble(s) corresponding to all the correct match(es) is(are) darkened  
 0 If none of the bubbles is darkened  
 -1 In all other cases

Q.39 <sup>Metallurgy</sup> Match the anionic species given in Column I that are present in the ore(s) given in Column II.

Column -I	Column -II
(A) Carbonate,	(P) Siderite
(B) Sulphide	(Q) Malachite
(C) Hydroxide	(R) Bauxite
(D) Oxide	(S) Calamine
	(T) Argentite

[ Ans (A) P,Q,S ; (B) T (C) Q,R; (D) R ]

Q.39 <sup>Metallurgy</sup> कॉलम I में दिये गये ऋणायनों (anionic species) को कॉलम II में दिये गये सही अयस्क (अयस्क) के साथ सुमेलित करें।

Column -I	Column -II
(A) कार्बोनेट (Carbonate)	(P) सिडेराइट (Siderite)
(B) सल्फाइड (Sulphide)	(Q) मैलेकाइट (Malachite)
(C) हाइड्रोक्साइड (Hydroxide)	(R) बॉक्साइट (Bauxite)
(D) ऑक्साइड (Oxide)	(S) कालामैन (Calamine)
	(T) अर्जेंटाइट (Argentite)

[ Ans (A) P,Q,S ; (B) T (C) Q,R; (D) R ]

[Sol. (P) Siderite =  $\text{FeCO}_3$   
 (Q) Malachite =  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$   
 (R) Bauxite =  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  or  $\text{AlOx(OH)}_{3-2x}$   
 (S) Calamine =  $\text{ZnCO}_3$   
 (T) Argentite =  $\text{Ag}_2\text{S}$  ]



Q.40 Thermodynamics

Match the thermodynamic processes given under Column I with the expressions given under Column II

Column –I	Column –II
(A) Freezing of water at 273 K and 1 atm	(P) $q = 0$
(B) Expansion of 1 mol of an ideal gas into a vacuum under isolated conditions	(Q) $w = 0$
(C) Mixing of equal volumes of two ideal gases at constant temperature and pressure in an isolated container	(R) $\Delta S_{\text{sys}} < 0$
(D) Reversible heating of $\text{H}_2(\text{g})$ at 1 atm from 300 K to 600 K, followed by reversible cooling to 300 K at 1 atm	(S) $\Delta U = 0$

(T)  $\Delta G = 0$

[Ans (A) RT; (B) PQS; (C) PQS; (D) PQST]

Q.40 Thermodynamics करें

कॉलम I में दिये गये उष्मागतिक (thermodynamic) प्रक्रमों को कॉलम II में दिये गये व्यंजकों से सुमेलित करें

कॉलम –I	कॉलम –II
(A) 273 K तथा 1 atm पर जल का हिमीकरण	(P) $q = 0$
(B) विलगित (isolated) अवस्थाओं में एक मोल आदर्श गैस का निर्वात में प्रसरण	(Q) $w = 0$
(C) स्थिर ताप तथा दाब पर एक विलगित पात्र में दो आदर्श गैसों के समान आयतनों का मिश्रण	(R) $\Delta S_{\text{sys}} < 0$
(D) 1 atm पर $\text{H}_2(\text{g})$ की 300 K से 600 K तक उत्क्रमणीय (reversible) तापन, तत्पश्चात् 1 atm पर 300 K तक उत्क्रमणीय शीतलन (reversible cooling)	(S) $\Delta U = 0$

(T)  $\Delta G = 0$

[Ans (A) RT; (B) PQS; (C) PQS; (D) PQST]



## PART III - MATHEMATICS

### SECTION -1 : (MM : 32)

This section contains **8 questions**. The answer to each question is a SINGLE DIGIT INTEGER ranging from 0 to 9, both inclusive. [Marking scheme : +4, 0]

Q.41<sub>P&C</sub> Let  $n$  be the number of ways in which 5 boys and 5 girls can stand in a queue in such a way that all the girls stand consecutively in the queue. Let  $m$  be the number of ways in which 5 boys and 5 girls can stand in a queue in such a way that exactly four girls stand consecutively in the queue. Then the value of  $\frac{m}{n}$  is

[Ans: 5]

Q.41<sub>P&C</sub> माना कि  $n$  तरीकों से 5 लड़के और 5 लड़कियाँ एक पंक्ति में इस प्रकार खड़े हो सकते हैं कि सभी लड़कियाँ पंक्ति में क्रमांगत (consecutively) खड़ी हों। माना  $m$  तरीकों से 5 लड़कियाँ एक पंक्ति में इस प्रकार खड़े हो सकते हैं कि ठीक (exactly) 4 लड़कियाँ ही पंक्ति में क्रमांगत खड़ी हों। तब  $\frac{m}{n}$  का मान है।

[Ans: 5]

Q.42<sub>Parabola</sub> If the normals of the parabola  $y^2 = 4x$  drawn at the end points of its latus rectum are tangents to the circle  $(x - 3)^2 + (y + 2)^2 = r^2$ , then the value of  $r^2$  is

[Ans: 2]

Q.42<sub>Parabola</sub> यदि परवलय (parabola)  $y^2 = 4x$  के नाभिलम्ब जीवा (latus rectum) के शिखर बिन्दुओं पर खींचे गए अभिलम्ब (normals) वृत्त  $(x - 3)^2 + (y + 2)^2 = r^2$  की स्पर्श रेखाएँ हैं, तब  $r^2$  का मान है।

[Ans: 2]

Q.43<sub>Inequations</sub> Let  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  be a function defined by  $f(x) = \begin{cases} [x], & x \leq 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$ ,

where  $[x]$  is the greatest integer less than or equal to  $x$ . If  $I = \int_{-1}^2 \frac{x f(x^2)}{2 + f(x+1)} dx$ , then the value of

$(4I - 1)$  is

[Ans: 0]

Q.43<sub>Inequations</sub> माना कि फलन  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$

$$f(x) = \begin{cases} [x], & x \leq 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

से परिभाषित है, जहाँ  $[x]$ ,  $x$  से कम या  $x$  के बराबर के महत्तम पूर्णांक (greatest integer less than or equal to  $x$ ) को दर्शाता है। यदि

$$I = \int_{-1}^2 \frac{x f(x^2)}{2 + f(x+1)} dx,$$

तब  $(4I - 1)$  का मान है

[Ans: 0]

Q.44<sub>AOD(Maxima&Minima)</sub> A cylindrical container is to be made from certain solid material with the following constraints: It has a fixed inner volume of  $V \text{ mm}^3$ , has a 2 mm thick solid wall and is open at the top. The bottom of the container is a solid circular disc of thickness 2 mm and is of radius equal to the outer radius of the container.

If the volume of the material used to make the container is minimum when the inner radius of the

container is 10mm, then the value of  $\frac{V}{250\pi}$  is [Ans: 4]

Q.44<sub>AOD(Maxima&Minima)</sub> निम्न व्यवरोधों (constraints) को संतुष्ट करते हुये एक बेलनाकार पात्र (cylindrical container) एक ठोस पदार्थ से बनाया है : पात्र का आन्तरिक आयतन  $V$  घन मिमी नियत (fixed) है तथा इसकी दीवारें 2 मिमी मोटाई की हैं एवं पात्र ऊपर से खुला है। पात्र का निचला तल 2 मिमी मोटाई वाला ठोस वृत्तीय डिस्क (circular disc) है तथा जिसकी त्रिज्या, पात्र की बाहरी त्रिज्या के बराबर है। यदि पात्र की आन्तरिक त्रिज्या 10 मिमी होने पर पदार्थ के न्यूनतम

आयतन की आवश्यकता होती हो। तब  $\frac{V}{250\pi}$  का मान है। [Ans: 4]

Q.45<sub>Integration</sub> Let  $F(x) = \int_x^{x^2 + \frac{\pi}{6}} 2\cos^2 t \, dt$  for  $x \in \mathbb{R}$  and  $f: \left[0, \frac{1}{2}\right] \rightarrow (0, \infty)$  be a continuous function. For a  $\in$

$\left[0, \frac{1}{2}\right]$ , if  $F'(a) + 2$  is the area of the region bounded by  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $y = f(x)$  and  $x = a$ , then  $f(0)$  is

[Ans: 3]

Q.45<sub>Integration</sub> माना कि  $x \in \mathbb{R}$  के लिए,  $F(x) = \int_x^{x^2 + \frac{\pi}{6}} 2\cos^2 t \, dt$  तथा  $f: \left[0, \frac{1}{2}\right] \rightarrow (0, \infty)$  एक संतत फलन है। यदि उन सभी

$a \in \left[0, \frac{1}{2}\right]$  के लिए  $F'(a) + 2$  उस क्षेत्र का क्षेत्रफल है, जो कि  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $y = f(x)$  और  $x = a$ , से घिरा (bounded) हुआ है, तब  $f(0)$  का मान है

[Ans: 3]

Q.46<sub>Trig. Ph-2</sub> The number of distinct solutions of the equation

$$\frac{5}{4}\cos^2 2x + \cos^4 x + \sin^4 x + \cos^6 x + \sin^6 x = 2$$

in the interval  $[0, 2\pi]$  is

[Ans: 8]

Q.46<sub>Trig. Ph-2</sub> अंतराल  $[0, 2\pi]$  में समीकरण

$$\frac{5}{4}\cos^2 2x + \cos^4 x + \sin^4 x + \cos^6 x + \sin^6 x = 2$$

के विभिन्न हलों (distinct solutions) की संख्या है।

[Ans: 8]

Q.47<sub>Parabola</sub> Let the curve  $C$  be the mirror image of the parabola  $y^2 = 4x$  with respect to the line  $x + y + 4 = 0$ . If  $A$  and  $B$  are the points of intersection of  $C$  with the line  $y = -5$ , then the distance between  $A$  and  $B$  is

[Ans: 4]

Q.47<sub>Parabola</sub> माना कि वक्र  $C$ , रेखा  $x + y + 4 = 0$  के सापेक्ष में, परवलय (parabola)  $y^2 = 4x$  का दर्पण प्रतिबिम्ब (mirror image) है। यदि  $A$  तथा  $B$ , वक्र  $C$  और रेखा  $y = -5$ , के प्रतिच्छेद बिन्दु हैं, तब  $A$  और  $B$  के बीच की दूरी है

[Ans: 4]

Q.48<sub>Probability</sub> The minimum number of times a fair coin needs to be tossed, so that the probability of getting at least two heads is at least 0.96 is [Ans: 8]

Q.48<sub>Probability</sub> एक न्याय सिक्के (fair coin) को न्यूनतम कितनी बार उछालना पड़ेगा, जिससे कि कम से कम दो चित (head) प्रकट होने की प्रायिकता (probability) कम से कम 0.96 हो? [Ans: 8]

**SECTION -2 : (MM : 40)**

This section contains **10 questions**. Each question has **FOUR** options (A), (B), (C) and (D). **ONE OR MORE THAN ONE** of these four option(s) is(are) correct.

[Marking scheme : +4, -2]

Q.49<sub>3D</sub> In  $R^3$ , consider the planes  $P_1: y = 0$  and  $P_2: x + z = 1$ . Let  $P_3$  be a plane, different from  $P_1$  and  $P_2$ , which passes through the intersection of  $P_1$  and  $P_2$ . If the distance of the point  $(0, 1, 0)$  from  $P_3$  is 1 and the distance of a point  $(\alpha, \beta, \gamma)$  from  $P_3$  is 2, then which of the following reactions is(are) true?

- (A)  $2\alpha + \beta + 2\gamma + 2 = 0$  (B)  $2\alpha - \beta + 2\gamma + 4 = 0$   
 (C)  $2\alpha + \beta - 2\gamma - 10 = 0$  (D)  $2\alpha - \beta + 2\gamma - 8 = 0$

[Ans: B, D]

Q.49<sub>3D</sub> मान लीजिए कि  $R^3$  में  $P_1: y = 0$  और  $P_2: x + z = 1$  हो समतल हैं। माना कि  $P_3$  एक समतल है जो समतल  $P_1$  एवं  $P_2$  के प्रतिच्छेदन (intersection) से जाता है। यदि बिन्दु  $(0, 1, 0)$  से  $P_3$  की दूरी एक (1) है तथा बिन्दु  $(\alpha, \beta, \gamma)$  से  $P_3$  की दूरी दो (2) है, तब निम्नलिखित संबंध (सम्बन्धों) में कौन सा (से) संतुष्टित होते हैं (हैं)?

- (A)  $2\alpha + \beta + 2\gamma + 2 = 0$  (B)  $2\alpha - \beta + 2\gamma + 4 = 0$   
 (C)  $2\alpha + \beta - 2\gamma - 10 = 0$  (D)  $2\alpha - \beta + 2\gamma - 8 = 0$

[Ans: B, D]

Q.50<sub>3D</sub> In  $R^3$ , let L be a straight line passing through the origin. Suppose that all the points on L are at a constant distance from the two planes  $P_1: x + 2y - z + 1 = 0$  and  $P_2: 2x - y + z - 1 = 0$ . Let M be the locus of the feet of the perpendiculars drawn from the points on L to the plane  $P_1$ . Which of the following points lie(s) on M?

- (A)  $\left(0, -\frac{5}{6}, -\frac{2}{3}\right)$  (B)  $\left(-\frac{1}{6}, -\frac{1}{3}, \frac{1}{6}\right)$  (C)  $\left(-\frac{5}{6}, 0, \frac{1}{6}\right)$  (D)  $\left(-\frac{1}{3}, 0, \frac{2}{3}\right)$

[Ans:A, B]

Q.50<sub>3D</sub> माना कि  $R^3$  में L एक सरल रेखा है जो कि मूल बिन्दु से जाती है। माना कि L के सभी बिन्दु समतलों  $P_1: x + 2y - z + 1 = 0$  तथा  $P_2: 2x - y + z - 1 = 0$  से स्थिर दूरी पर हैं। माना कि L के बिन्दुओं से समतल  $P_1$  पर डाले गए लम्बों के पादों (feet of the perpendiculars) का पथ (locus) M है। निम्नलिखित बिन्दुओं में से कौन सा (से) बिन्दु पथ M पर स्थित है (हैं)?

- (A)  $\left(0, -\frac{5}{6}, -\frac{2}{3}\right)$  (B)  $\left(-\frac{1}{6}, -\frac{1}{3}, \frac{1}{6}\right)$  (C)  $\left(-\frac{5}{6}, 0, \frac{1}{6}\right)$  (D)  $\left(-\frac{1}{3}, 0, \frac{2}{3}\right)$

[Ans:A, B]

Q.51<sub>Parabola</sub> Let P and Q be distinct points on the parabola  $y^2 = 2x$  such that a circle with PQ as diameter passes through the vertex O of the parabola. If P lies in the first quadrant and the area of triangle  $\Delta OPQ$  is  $3\sqrt{2}$ , then which of the following is(are) the coordinates of P?

- (A)  $(4, 2\sqrt{2})$       (B)  $(9, 3\sqrt{2})$       (C)  $(\frac{1}{4}, \frac{1}{\sqrt{2}})$       (D)  $(1, \sqrt{2})$

[Ans: A, D]

Q.51<sub>Parabola</sub> माना कि विभिन्न बिन्दु P और Q परवलय(parabola)  $y^2 = 2x$  पर इस प्रकार लिए गए हैं कि एक वृत्त, जिसका व्यास PQ है, इस परवलय के शीर्ष (vertex) O से जाता है। यदि P प्रथम चतुरांश (first quadrant) में स्थित है तथा त्रिभुज  $\Delta OPQ$  का क्षेत्रफल  $3\sqrt{2}$  है, तो निम्न में से कौन सा (से) बिन्दु P के निर्देशांक है (हैं)?

- (A)  $(4, 2\sqrt{2})$       (B)  $(9, 3\sqrt{2})$       (C)  $(\frac{1}{4}, \frac{1}{\sqrt{2}})$       (D)  $(1, \sqrt{2})$

[Ans: A, D]

Q.52<sub>Differential Equation</sub> Let  $y(x)$  be a solution of the differential equation  $(1 + e^x)y' + ye^x = 1$ . If  $y(0) = 2$ , then which of the following statements is (are) true?

- (A)  $y(-4) = 0$       (B)  $y(-2) = 0$   
 (C)  $y(x)$  has a critical point in the interval  $(-1, 0)$   
 (D)  $y(x)$  has no critical point in the interval  $(-1, 0)$

[Ans: A, C]

Q.52<sub>Differential Equation</sub> माना कि  $y(x)$  अवकल समीकरण  $(1 + e^x)y' + ye^x = 1$  का हल है। यदि  $y(0) = 2$  तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) सही है (हैं)?

- (A)  $y(-4) = 0$       (B)  $y(-2) = 0$   
 (C)  $y(x)$  का एक क्रांतिक बिन्दु (critical point) अन्तराल  $(-1, 0)$  में है  
 (D)  $y(x)$  का कोई भी क्रांतिक बिन्दु (critical point) अन्तराल  $(-1, 0)$  में नहीं है

[Ans: A, C]

Q.53<sub>Diff. Eq.</sub> Consider the family of all circles whose centers lie on the straight line  $y = x$ . If this family of circles is represented by the differential equation  $P y'' + Q y' + 1 = 0$ , where P, Q are functions of x, y and  $y'$  (here

$y' = \frac{dy}{dx}, y'' = \frac{d^2y}{dx^2}$ ), then which of the following statements is(are) true?

- (A)  $P = y + x$       (B)  $P = y - x$   
 (C)  $P + Q = 1 - x + y + y' + (y')^2$       (D)  $P - Q = x + y - y' - (y')^2$

[Ans: B, C]

Q.53<sub>Diff. Eq.</sub> उन सभी वृत्त-कुल (family of all circles) को विचार कीजिए जिनके केन्द्र सरल रेखा  $y = x$  पर स्थित हैं। यदि इस वृत्त-कुल के सभी वृत्त, अवकल समीकरण  $P y'' + Q y' + 1 = 0$ , से निरूपित होते हैं, जहाँ P, Q इस प्रकार हैं कि

वे  $x, y$  और  $y'$  के फलन हैं (यहाँ  $y' = \frac{dy}{dx}, y'' = \frac{d^2y}{dx^2}$ ), तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) सही है (हैं)?

- (A)  $P = y + x$       (B)  $P = y - x$   
 (C)  $P + Q = 1 - x + y + y' + (y')^2$       (D)  $P - Q = x + y - y' - (y')^2$

[Ans: B, C]

Q.54<sub>Continuity & Differentiability</sub> Let  $g : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  be a differential function with  $g(0) = 0$ ,  $g'(0) = 0$  and  $g'(1) \neq 0$ . Let  $f(x)$

$$= \begin{cases} \frac{x}{|x|} g(x), & x \neq 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$

and  $h(x) = e^{|x|}$  for all  $x \in \mathbb{R}$ . Let  $(f \circ h)(x)$  denote  $f(h(x))$  and  $(h \circ f)(x)$  denote  $h(f(x))$ . Then which of the following is(are) true?

- (A)  $f$  is differentiable at  $x = 0$  (B)  $h$  is differentiable at  $x = 0$   
 (C)  $f \circ h$  is differentiable at  $x = 0$  (D)  $h \circ f$  is differentiable at  $x = 0$

[Ans: A, D]

Q.54<sub>Continuity & Differentiability</sub> माना कि  $g : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  एक अवकलनीय फलन है जहाँ कि  $g(0) = 0$ ,  $g'(0) = 0$  एवं  $g'(1) \neq 0$  हैं।

$$\text{माना कि } f(x) = \begin{cases} \frac{x}{|x|} g(x), & x \neq 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$

और प्रत्येक  $x \in \mathbb{R}$  के लिए  $h(x) = e^{|x|}$  है। माना कि  $(f \circ h)(x)$  और  $(h \circ f)(x)$  क्रमशः  $f(h(x))$  और  $h(f(x))$  को दर्शाते हैं। तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) सही है (हैं)?

- (A)  $x = 0$  पर  $f$  अवकलनीय है (B)  $x = 0$  पर  $h$  अवकलनीय है  
 (C)  $x = 0$  पर  $f \circ h$  अवकलनीय है (D)  $x = 0$  पर  $h \circ f$  अवकलनीय है

[Ans: A, D]

Q.55<sub>Function</sub> Let  $f(x) = \sin\left(\frac{\pi}{6} \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin x\right)\right)$  for  $x \in \mathbb{R}$  and  $g(x) = \frac{\pi}{2} \sin x$  for all  $x \in \mathbb{R}$ . Let  $(f \circ g)(x)$  denote

$f(g(x))$  and  $(g \circ f)(x)$  denote  $g(f(x))$ . Then which of the following is(are) true?

- (A) Range of  $f$  is  $\left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$  (B) Range of  $f \circ g$  is  $\left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$   
 (C)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\pi}{6}$  (D) There is an  $x \in \mathbb{R}$  such that  $(g \circ f)(x) = 1$

[Ans: A, B, C]

Q.55<sub>Function</sub> माना कि सभी  $x \in \mathbb{R}$  के लिए  $f(x) = \sin\left(\frac{\pi}{6} \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin x\right)\right)$  और सभी  $x \in \mathbb{R}$  के लिए  $g(x) = \frac{\pi}{2} \sin x$

है। माना कि  $(f \circ g)(x)$  और  $(g \circ f)(x)$  क्रमशः  $f(g(x))$  और  $g(f(x))$  को दर्शाते हैं, तब निम्नलिखित में से कौन सा (से) सही है (हैं)?

- (A)  $f$  की परिसर  $\left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$  है (B)  $f \circ g$  की परिसर  $\left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$  है  
 (C)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\pi}{6}$  (D)  $\mathbb{R}$  में एक  $x$  ऐसा है जिसके लिए  $(g \circ f)(x) = 1$

[Ans: A, B, C]

Q.56<sub>Vectors</sub> Let  $\Delta PQR$  be a triangle. Let  $\vec{a} = \vec{QR}$ ,  $\vec{b} = \vec{RP}$  and  $\vec{c} = \vec{PQ}$ . If  $|\vec{a}| = 12$ ,  $|\vec{b}| = 4\sqrt{3}$  and  $\vec{b} \cdot \vec{c} = 24$ , then which of the following is(are) true?

(A)  $\frac{|\vec{c}|^2}{2} - |\vec{a}| = 12$

(B)  $\frac{|\vec{c}|^2}{2} + |\vec{a}| = 30$

(C)  $|\vec{a} \times \vec{b} + \vec{c} \times \vec{a}| = 48\sqrt{3}$

(D)  $\vec{a} \cdot \vec{b} = -72$

[Ans: A, C, D]

Q.56<sub>Vectors</sub> माना कि  $\Delta PQR$  एक त्रिभुज है। माना कि  $\vec{a} = \vec{QR}$ ,  $\vec{b} = \vec{RP}$  और  $\vec{c} = \vec{PQ}$  हैं। यदि  $|\vec{a}| = 12$ ,  $|\vec{b}| = 4\sqrt{3}$  और  $\vec{b} \cdot \vec{c} = 24$  तब निम्नलिखित में से कौन सा (से) सही है (हैं)?

(A)  $\frac{|\vec{c}|^2}{2} - |\vec{a}| = 12$

(B)  $\frac{|\vec{c}|^2}{2} + |\vec{a}| = 30$

(C)  $|\vec{a} \times \vec{b} + \vec{c} \times \vec{a}| = 48\sqrt{3}$

(D)  $\vec{a} \cdot \vec{b} = -72$

[Ans: A, C, D]

Q.57<sub>Matrices</sub> Let X and Y be two arbitrary,  $3 \times 3$ , non-zero, skew symmetric matrices and Z be an arbitrary  $3 \times 3$ , non-zero, symmetric matrix. Then which of the following matrices is(are) skew symmetric?

(A)  $Y^3Z^4 - Z^4Y^3$

(B)  $X^{44} + Y^{44}$

(C)  $X^4Z^3 - Z^3X^4$

(D)  $X^{23} + Y^{23}$

[Ans: C, D]

Q.57<sub>Matrices</sub> माना कि X एवं Y दो स्वेच्छ (arbitrary),  $3 \times 3$ , शून्येतर (non-zero) विषम सममित (skew symmetric) आव्यूह (matrix) हैं और Z एक स्वेच्छ,  $3 \times 3$ , शून्येतर, सममित (symmetric) आव्यूह है। तब निम्नलिखित में से कौन सा (से) विषम सममित आव्यूह है (हैं)?

(A)  $Y^3Z^4 - Z^4Y^3$

(B)  $X^{44} + Y^{44}$

(C)  $X^4Z^3 - Z^3X^4$

(D)  $X^{23} + Y^{23}$

[Ans: C, D]

Q.58<sub>Determinant</sub> Which of the following values of  $\alpha$  satisfy the equation

$$\begin{vmatrix} (1+\alpha)^2 & (1+2\alpha)^2 & (1+3\alpha)^2 \\ (2+\alpha)^2 & (2+2\alpha)^2 & (2+3\alpha)^2 \\ (3+\alpha)^2 & (3+2\alpha)^2 & (3+3\alpha)^2 \end{vmatrix} = -648 \alpha ?$$

(A) -4

(B) 9

(C) -9

(D) 4

[Ans: B, C]

Q.58<sub>Determinant</sub>  $\alpha$  के निम्नलिखित मानों में कौन सा (से) मान समीकरण

$$\begin{vmatrix} (1+\alpha)^2 & (1+2\alpha)^2 & (1+3\alpha)^2 \\ (2+\alpha)^2 & (2+2\alpha)^2 & (2+3\alpha)^2 \\ (3+\alpha)^2 & (3+2\alpha)^2 & (3+3\alpha)^2 \end{vmatrix} = -648 \alpha ?$$

(A) -4

(B) 9

(C) -9

(D) 4

[Ans: B, C]

## SECTION -3: (MM : 16)

This section contains 2 questions. Each question has Two Columns, Column I and Column II. Column I has four entries (A), (B), (C) and (D). Column II has five entries (P), (Q), (R), (S) and (T). Match the entries in Column I with entries of Column II. ONE OR MORE entries in Column I may match with ONE OR MORE entries in Column II. Marking Scheme: [+2, -1]

[Marking scheme : +4, -2]

PUT THIS QUESTION IN COMPLEX NO.

Q.59 Column I

Column II

(A) In  $\mathbb{R}^2$ , if the magnitude of the projection

(P) 1

vector of the vector  $\alpha\hat{i} + \beta\hat{j}$  on  $\sqrt{3}\hat{i} + \hat{j}$  is  $\sqrt{3}$

and if  $\alpha = 2 + \sqrt{3}\beta$ , then possible value(s) of  $|\alpha|$  is(are)

(B) Let a and b be real numbers such that the function

(Q) 2

$$f(x) = \begin{cases} -3ax^2 - 2, & x < 1 \\ bx + a^2, & x \geq 1 \end{cases}$$

is differentiable for all  $x \in \mathbb{R}$ . Then possible value(s) of a is(are)

(C) Let  $\omega \neq 1$  be a complex cube root of unity. If

(R) 3

$(3 - 3\omega + 2\omega^2)^{4n+3} + (2 + 3\omega - 3\omega^2)^{4n+3} + (-3 + 2\omega + 3\omega^2)^{4n+3} = 0$ , then possible value(s) of n is(are)

(D) Let the harmonic mean of two positive real numbers

(S) 4

a and b be 4. If q is a positive real number such that a, 5, q, b is an arithmetic progression, then the value(s) of  $|q - a|$  is(are)

(T) 5

[Ans: A - PQ, B - PQ, C - PQST, D - QT]



Q.59 कॉलम I

कॉलम II

- (A) माना कि  $R^2$  में, यदि सदिश  $\alpha\hat{i} + \beta\hat{j}$  का सदिश  $\sqrt{3}\hat{i} + \hat{j}$  पर प्रक्षेप सदिश (projection vector) का परिमाण (magnitude)  $\sqrt{3}$  हो और यदि  $\alpha = 2 + \sqrt{3}\beta$  हो, तब  $|\alpha|$  के संभव मान है (हैं)
- (P) 1
- (B) माना कि वास्तविक संख्याएँ  $a$  और  $b$  इस प्रकार हैं कि फलन  $f(x) = \begin{cases} -3ax^2 - 2, & x < 1 \\ bx + a^2, & x \geq 1 \end{cases}$  सभी  $x \in R$  के लिए अवकलनीय है। तब  $a$  के संभव मान है (हैं)
- (Q) 2
- (R) 3
- (C) माना कि  $\omega \neq 1$ , इकाई (unity) का एक सम्मिश्र घनमूल है। यदि  $(3 - 3\omega + 2\omega^2)^{4n+3} + (2 + 3\omega - 3\omega^2)^{4n+3} + (-3 + 2\omega + 3\omega^2)^{4n+3} = 0$ , तब  $n$  के संभव मान है (हैं)
- (S) 4
- (D) माना कि दो धनात्मक वास्तविक संख्याएँ  $a$  और  $b$  का हरात्मक माध्य 4 है। यदि एक धनात्मक वास्तविक संख्या  $q$  इस प्रकार है कि  $a, 5, q, b$  एक समानांतर श्रेणी है। तब  $|q - a|$  का (के) मान है (हैं)
- (T) 5

[Ans: A - PQ, B - PQ, C - PQST, D - QT]

Q.60<sub>AUC</sub>

Column I

Column II

- (A) In a  $\Delta XYZ$ , let  $a, b$  and  $c$  be the lengths of the sides opposite to the angles  $X, Y$  and  $Z$ , respectively. If  $2(a^2 - b^2) = c^2$  and  $\lambda = \frac{\sin(X - Y)}{\sin Z}$ , then possible values of  $n$  for which  $\cos(n\pi\lambda) = 0$  is(are)
- (P) 1
- (B) In a  $\Delta XYZ$ , let  $a, b$  and  $c$  be the lengths of the sides opposite to the angles  $X, Y$  and  $Z$ , respectively. If  $1 + \cos 2X - 2 \cos 2Y = 2 \sin X \sin Y$ , then possible value(s) of  $\frac{a}{b}$  is(are)
- (Q) 2
- (C) In  $R^2$ , let  $\sqrt{3}\hat{i} + \hat{j}$ ,  $\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j}$  and  $\beta\hat{i} + (1 - \beta)\hat{j}$  be the position vectors of  $X, Y$  and  $Z$  with respect to the origin  $O$ , respectively. If the distance of  $Z$  from the bisector of acute angle of  $\vec{OX}$  with  $\vec{OY}$  is  $\frac{3}{\sqrt{2}}$ , then possible value(s) of  $|\beta|$  is(are)
- (R) 3
- (D) Suppose that  $F(\alpha)$  denotes the area of the region bounded by  $x = 0, x = 2, y^2 = 4x$  and  $y = |\alpha x - 1| + |\alpha x - 2| + \alpha x$ , where  $\alpha \in \{0, 1\}$ . Then the value(s) of  $F(\alpha) + \frac{8}{3}\sqrt{2}$ , when  $\alpha = 0$  and  $\alpha = 1$ , is (are)
- (S) 5
- (T) 6

[Ans: A - PRS, B - P, C - PQ, D - ST]

Q.60<sub>AUC</sub>

कॉलम I

कॉलम II

(A) माना कि एक त्रिभुज  $\Delta XYZ$  में कोणों X, Y और Z के सामने की भुजाओं की लम्बाइयाँ क्रमशः a, b और c हैं। माना कि

(P) 1

$$2(a^2 - b^2) = c^2 \text{ और } \lambda = \frac{\sin(X - Y)}{\sin Z} \text{ है। यदि}$$

$\cos(n\pi\lambda) = 0$  तब n के संभव मान है (हैं)

(B) माना कि एक त्रिभुज  $\Delta XYZ$  में कोणों X, Y और Z

(Q) 2

के सामने की भुजाओं की लम्बाइयाँ क्रमशः a, b और c हैं। यदि

$$1 + \cos 2X - 2 \cos 2Y = 2 \sin X \sin Y,$$

तब  $\frac{a}{b}$  के संभव मान है (हैं)

(C) माना कि  $R^2$  में, मूल बिन्दु O के सापेक्ष  $\sqrt{3}\hat{i} + \hat{j}$ ,  $\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j}$

(R) 3

और  $\beta\hat{i} + (1 - \beta)\hat{j}$  क्रमशः X, Y और Z के स्थिति सदिश

(position vectors) हैं। यदि  $\vec{OX}$  और  $\vec{OY}$  के न्यून कोण

के समद्विभाजक से Z की दूरी  $\frac{3}{\sqrt{2}}$  हो, तो  $|\beta|$  का (के) संभव मान

है (हैं)

(D) माना कि  $F(\alpha)$  उस क्षेत्र के क्षेत्रफल को दर्शाता है जो

(S) 5

है जो  $x = 0$ ,  $x = 2$ ,  $y^2 = 4x$  और  $y = |\alpha x - 1| + |\alpha x - 2| + \alpha x$ ,

जहाँ  $\alpha \in \{0, 1\}$  है।  $\alpha = 0$  और  $\alpha = 1$  के लिए  $F(\alpha) + \frac{8}{3}\sqrt{2}$  का

(के) मान है (हैं)

(T) 6

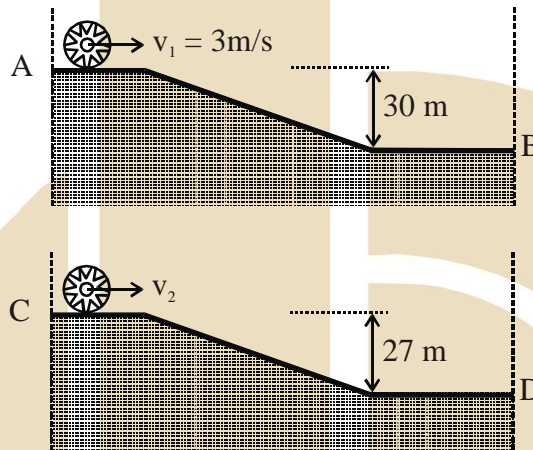
[Ans: A - PRS, B - P, C - PQ, D - ST]



## JEE ADVANCED PAPER-I PART : I - PHYSICS

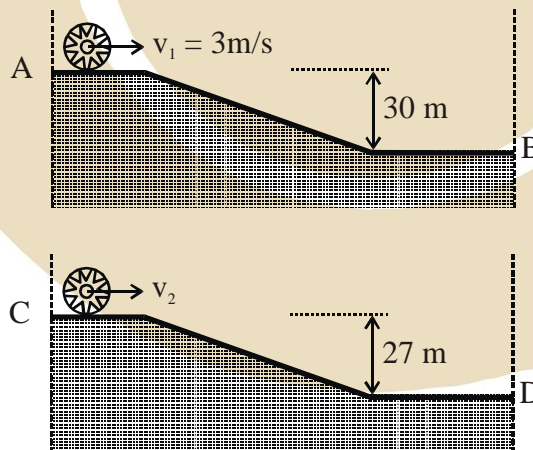
Q.1 Rotational dynamics

Two identical uniform discs roll without slipping on two different surfaces AB and CD (see figure) starting at A and C with linear speeds  $v_1$  and  $v_2$  respectively, and always remain in contact with the surfaces. If they reach B and D with the same linear speed and  $v_1 = 3 \text{ m/s}$ , then  $v_2$  in m/s is ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



Q.1 Rotational dynamics

चित्रानुसार दो भिन्न सतहों AB व CD पर समान वृत्ताकार चक्रिकाएं (डिस्क) A तथा C से क्रमशः  $v_1$  तथा  $v_2$  प्रारम्भिक रेखीय वेगों से बिना फिसलते हुए लुढ़कना शुरू करती हैं तथा सदैव सतहों के संपर्क में रहती हैं। यदि B तथा D बिन्दुओं पर पहुँचकर दोनों चक्रिकाओं के रेखीय वेग बराबर हैं तथा  $v_1 = 3 \text{ m/s}$  है, तब  $v_2$  का मान है ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



Ans: 7

Q.2<sub>Heat transfer</sub>

Two spherical stars A and B emit blackbody radiation. The radius of A is 400

times that of B and A emits  $10^4$  times the power emitted from B. The ratio  $\left(\frac{\lambda_A}{\lambda_B}\right)$  of their wavelengths  $\lambda_A$  and  $\lambda_B$  at which the peaks occur in their respective radiation curves is

Ans: 2

Q.2<sub>Heat transfer</sub>

दो गोलाकार तारों A तथा B द्वारा कृष्णिका (ब्लैक बॉडी) विकिरण उत्सर्जित किया जा रहा है। A की त्रिज्या B की त्रिज्या की 400 गुना है तथा A से उत्सर्जित ऊर्जा की  $10^4$  गुना है। उनकी उन

तरंगदैर्घ्यों  $\lambda_A$  और  $\lambda_B$ , जिन पर उनके विकिरण वक्र उच्चतम हैं, के अनुपात  $\left(\frac{\lambda_A}{\lambda_B}\right)$  का मान है।

Ans: 2

Q.3<sub>Modern physics</sub>

A nuclear power plant supplying electrical power to a village uses a radioactive material of half life T years as the fuel. The amount of fuel at the beginning is such that the total power requirement of the village is 12.5% of the electrical power available from the plant at that time. If the plant is able to meet the total power needs of the village for a maximum period of nT years, then the value of n is

Ans: 3

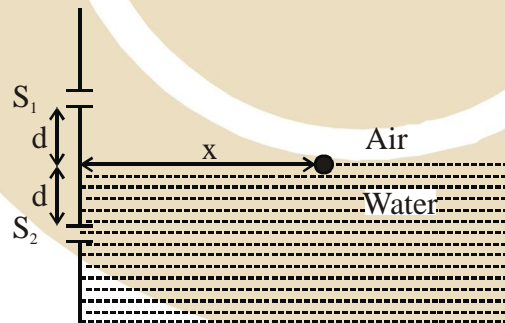
Q.3<sub>Modern physics</sub>

एक गाँव को विद्युत ऊर्जा प्रदान करने वाले नाभिकीय संयंत्र में एक T वर्ष अर्द्ध-आयु के रेडियोधर्मी पदार्थ को ईंधन के रूप में प्रयोग किया जा रहा है। प्रारंभ में ईंधन की मात्रा इतनी है कि गाँव की सम्पूर्ण विद्युत शक्ति की आवश्यकताएँ उस समय उपलब्ध विद्युत शक्ति की 12.5% है। यदि यह संयंत्र गाँव की सम्पूर्ण ऊर्जा आवश्यकताओं को अधिकतम nT वर्षों के लिए पूरा कर सकता है, तब n का मान है।

Ans: 3

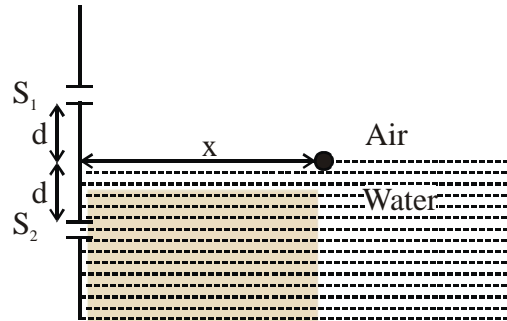
Q.4<sub>Wave optics</sub>

A Young's double slit interference arrangement with slits  $S_1$  and  $S_2$  is immersed in water (refractive index =  $4/3$ ) as shown in the figure. The positions of maxima on the surface of water are given by  $x^2 = p^2 m^2 \lambda^2 - d^2$ , where  $\lambda$  is the wavelength of light in air (refractive index = 1),  $2d$  is the separation between the slits and m is an integer. The value of p is



Q.4 Wave optics

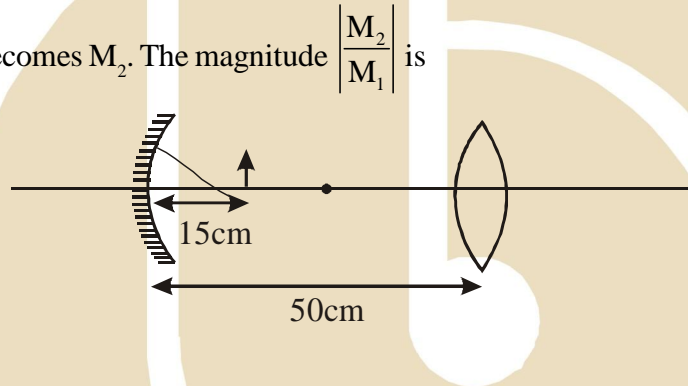
एक यंग द्विझिरी व्यतिकरण (डबल स्लिट इंटरफीरेंस) सेट-अप, जिसकी झिरियाँ  $S_1$  तथा  $S_2$  हैं, को दर्शाये चित्रानुसार पानी (अपवर्तनांक = 4/3) में डुबाया गया है। पानी की सतह पर महत्तम तीव्रता की स्थितियाँ  $x^2 = p^2 m^2 \lambda^2 - d^2$  संबंध द्वारा दी जाती हैं। यहाँ पर  $\lambda$  प्रकाश की वायु (अपवर्तनांक = 1) में तरंगदैर्घ्य,  $2d$  झिरियों के मध्य दूरी तथा  $m$  एक पूर्णांक है। तब  $p$  का मान है।



Ans: 3

Q.5 Geometrical optics

Consider a concave mirror and a convex lens (refractive index = 1.5) of focal length 10 cm each, separated by a distance of 50 cm in air (refractive index = 1) as shown in the figure. An object is placed at distance of 15 cm from the mirror. Its erect image formed by this combination has magnification  $M_1$ . When the set-up is kept in a medium of refractive index 7/6, the magnification becomes  $M_2$ . The magnitude  $\left| \frac{M_2}{M_1} \right|$  is

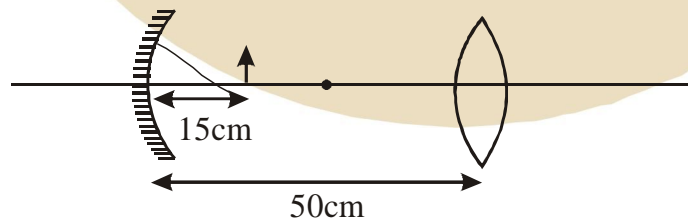


Ans: 7

Q.5 Geometrical optics

एक अवतल दर्पण तथा उत्तल लेंस (अपवर्तनांक = 1.5) जिनमें प्रत्येक की फोकस दूरी 10 cm है, दर्शाये चित्रानुसार एक-दूसरे से 50 cm की दूरी पर वायु (अपवर्तनांक = 1) में स्थित हैं। एक वस्तु को दर्पण से 15 cm की दूरी पर रखा गया है। इस संयोजन द्वारा वस्तु के सीधे बनने वाले प्रतिबिम्ब का आवर्धन  $M_1$  हैं

जब यह सेट-अप 7/6 अपवर्तनांक के माध्यम में रखा जाता है तब आवर्धन  $M_2$  हो जाता है।  $\left| \frac{M_2}{M_1} \right|$  के परिमाण का मान है।



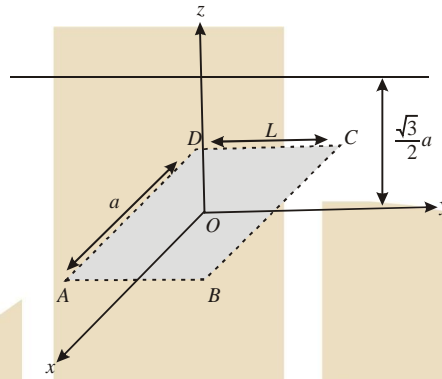
Ans: 7

An infinitely long uniform line charge distribution of charge per unit length  $\lambda$

lies parallel to the y-axis in the y-z plane at  $z = \frac{\sqrt{3}}{2} a$  (see figure). If the magnitude of the flux of the electric field through the rectangular surface ABCD lying in the x-y plane with its centre at the origin

is  $\frac{\lambda L}{n\epsilon_0}$

( $\epsilon_0 =$  permittivity of free space), then the value of n is



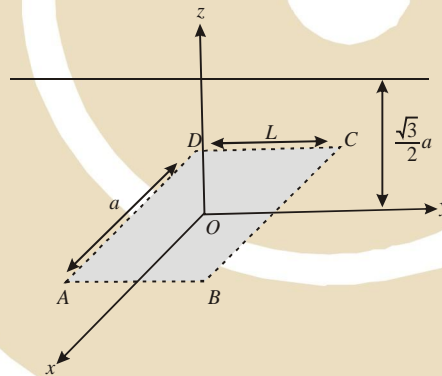
Ans: 6

Q.6 Electrostatics

चित्रानुसार एक अनंत लम्बाई के एकसमान आवेशित सीधे तार, जिसका रैखिक आवेश

घनत्व  $\lambda$  है, को y-z तल में y-अक्ष के समांतर  $z = \frac{\sqrt{3}}{2} a$  दूरी पर रखा गया है। यदि इसके विद्युत क्षेत्र का x-y तल में स्थित मूल बिन्दु पर केन्द्रित ABCD आयताकार सतह से होकर जाने वाला फ्लक्स ( $\epsilon_0 =$  परावैद्युतांक का परिमाण)

$\frac{\lambda L}{n\epsilon_0}$  है, तब n का मान है।



Ans: 6

Q.7 Modern physics Consider a hydrogen atom with its electron in the  $n^{\text{th}}$  orbital. An electromagnetic radiation of wavelength 90 nm is used to ionize the atom. If the kinetic energy of the ejected electron is 10.4eV, then the value of n is ( $hc = 1242 \text{ eV nm}$ )

Ans: 2

Q.7 Modern physics एक हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन  $n^{\text{th}}$  कक्षा में है। उसको आयनित करने के लिए 90 nm तरंगदैर्घ्य के विद्युत-चुम्बकीय विकिरण का प्रयोग किया जाता है। यदि इस प्रक्रिया में उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा 10.4eV है, तब n का मान होगा ( $hc = 1242 \text{ eV nm}$ )

Ans: 2

Q.8 Gravitation

A bullet is fired vertically upwards with velocity  $v$  from the surface of a spherical planet. When it reaches its maximum height, its acceleration due to the planet's gravity is  $1/4$  of its value at the surface of the planet. If the escape velocity from the planet is  $v_{esc} = v\sqrt{N}$ , then the value of  $N$  is (ignore energy loss due to atmosphere)

Ans: 2

Q.8 Gravitation

एक गोलाकार ग्रह की सतह से एक गोली  $v$  वेग से ऊर्ध्वाधर दिशा में प्रक्षेपित की जाती है। गोली की उच्चतम ऊँचाई पर ग्रह के गुरुत्वाकर्षण के कारण इसके त्वरण का मान ग्रह की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण के मान का एक चौथाई ( $1/4$ ) है। यदि ग्रह से पलायन वेग  $v_{esc} = v\sqrt{N}$  है तो  $N$  का मान है (वातावरण के कारण होने वाली ऊर्जा क्षय नगण्य है)

Ans: 2

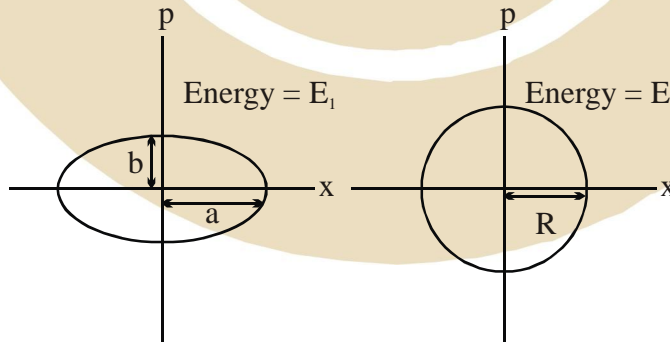
**SECTION 2 (Maximum Marks : 40)**

- \* This section contains TEN questions
- \* Each question has FOUR options (A), (B), (C) and (D) ONE OR MORE THAN ONE of these four option(s) is (are) correct
- \* For each question, darken the bubble(s) corresponding to all the correct option(s) in the ORS
- \* Marking scheme :  
 +4 If only the bubble(s) corresponding to all the correct option(s) is (are)  
 0 If one of the bubbles is darkened  
 -2 In all other cases

Q.9 SHM

Two independent harmonic oscillators of equal mass are oscillating about the origin with angular frequencies  $\omega_1$  and  $\omega_2$  and have total energies  $E_1$  and  $E_2$ , respectively. The variations of their momenta  $p$  with positions  $x$  are shown in the figures. If  $\frac{a}{b} = n^2$  and  $\frac{a}{R} = n$ , then the correct equation(s) is (are)

दो निरवलंबित बराबर द्रव्यमान के आवर्त दोलक मूलबिन्दु के परितः कोणीय आवृत्तियों  $\omega_1$  एवं  $\omega_2$  तथा कुल ऊर्जाओं  $E_1$  तथा  $E_2$  से दोलन कर रहे हैं। उनके संवेगों  $p$  के स्थिति  $x$  के साथ परिवर्तन संबंध चित्रों में दर्शाये गये हैं। यदि  $\frac{a}{b} = n^2$  तथा  $\frac{a}{R} = n$  है, तब सही कथन है (हैं)

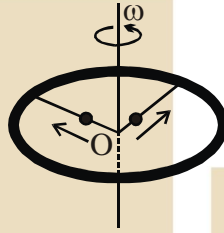


- (A)  $E_1\omega_1 = E_2\omega_2$
- (B)  $\frac{\omega_2}{\omega_1} = n^2$
- (C)  $\omega_1\omega_2 = n^2$
- (D)  $\frac{E_1}{\omega_1} = \frac{E_2}{\omega_2}$

Ans: (B,D)

Q.10 Rotational dynamics

A ring of mass  $M$  and radius  $R$  is rotating with angular speed  $\omega$  about a fixed vertical axis passing through its centre  $O$  with two point masses each of mass  $\frac{M}{8}$  at rest at  $O$ . These masses can move radially outwards along two mussels rods fixed on the ring as shown in the figure. At some instant the angular speed of the system is  $\frac{8}{9} \omega$  and one of the masses is at a distance of  $\frac{3}{5} R$  from  $O$ . At this instant the distance of the other mass from  $O$  is



(A)  $\frac{2}{3}R$

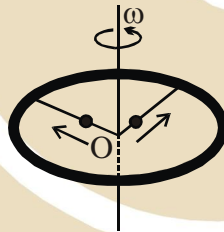
(B)  $\frac{1}{3}R$

(C)  $\frac{3}{5}R$

(D\*)  $\frac{4}{5}R$

Q.10 Rotational dynamics

एक द्रव्यमान  $M$  तथा त्रिज्या  $R$  का छल्ला अपने केन्द्र से  $O$  से होकर जाने वाली स्थिर ऊर्ध्वाधर अक्ष के चारों ओर  $\omega$  कोणीय गति से घूम रहा है। इस समय पर  $\frac{M}{8}$  द्रव्यमान के दो बिन्दु द्रव्यमान छल्ले के केन्द्र  $O$  पर विराम स्थिति में हैं। वो दर्शाये चित्रानुसार छल्ले पर लगी द्रव्यमान रहित दो छड़ों पर त्रिज्यतः बाहर की ओर गति कर सकते हैं। किसी एक क्षण पर निकाय की कोणीय गति  $\frac{8}{9} \omega$  है तथा एक बिन्दु द्रव्यमान  $O$  से  $\frac{3}{5} R$  की दूरी पर है। इस क्षण दूसरे बिन्दु द्रव्यमान की  $O$  से दूरी होगी।



(A)  $\frac{2}{3}R$

(B)  $\frac{1}{3}R$

(C)  $\frac{3}{5}R$

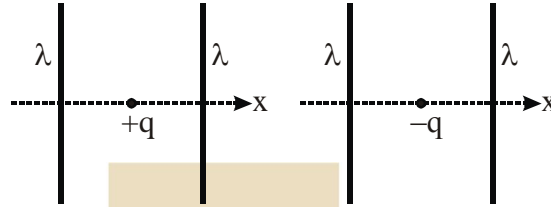
(D\*)  $\frac{4}{5}R$

Ans: D



Q.11<sub>Electrostatics</sub>

The figures below depict two situations in which two infinitely long static line charges of constant positive line charge density  $\lambda$ . are kept parallel to each other. In their resulting electric field, point charges  $q$  and  $-q$  are kept in equilibrium between them. The point charges are confined to move in the  $x$  direction only. If they are given a small displacement about their equilibrium positions, then the correct statement(s) is (are)

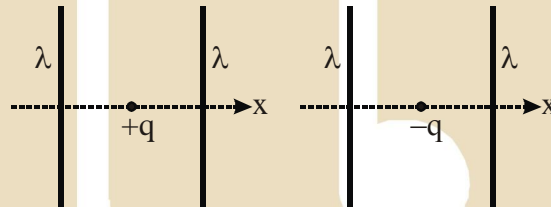


- (A) Both charges execute simple harmonic motion.
- (B) Both charges will continue moving in the direction of their displacement.
- (C) Charge  $+q$  executes simple harmonic motion while charge  $-q$  continues moving in the direction of its displacement.
- (D) Charge  $-q$  executes simple harmonic motion while charge  $+q$  continues moving in the direction of its displacement.

Ans: (C)

Q.11<sub>Electrostatics</sub>

दिये गये चित्रों में दो स्थितियाँ दिखायी गयी हैं जिनमें दो अनन्त लम्बाई के एक समान रैखिक आवेश घनत्व  $\lambda$  (धनात्मक) के सीधे तार एक-दूसरे के समानान्तर रखे गये हैं। चित्रानुसार  $q$  तथा  $-q$  मान के बिन्दु आवेश तारों से समान दूरी पर उनके विद्युत क्षेत्र समावस्था में रखे हुए हैं। ये आवेश केवल  $x$ -दिशा में चल सकते हैं। यदि आवेशों को उनकी समावस्था से थोड़ा-सा विस्थापित करा जाये, तो सही विकल्प हैं (हैं)

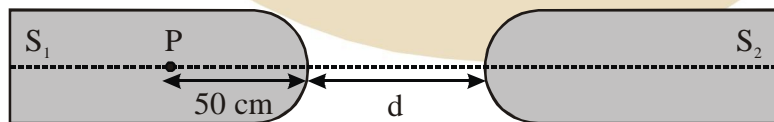


- (A) दोनों आवेश सरल आवर्त गति करेंगे।
- (B) दोनों आवेश उनके विस्थापन की दिशा में चलते रहेंगे।
- (C)  $+q$  आवेश सरल आवर्त गति करेगा जबकि  $-q$  आवेश अपने विस्थापन की दिशा में चलते रहेगा।
- (D)  $-q$  आवेश सरल आवर्त गति करेगा जबकि  $+q$  आवेश अपने विस्थापन की दिशा में चलता रहेगा।

Ans: (C)

Q.12<sub>Wave optics</sub>

Two identical glass rods  $S_1$  and  $S_2$  (refractive index = 1.5) have one convex end of radius of curvature 10 cm. They are placed with the curved surfaces at a distance  $d$  as shown in the figure, with their axes (shown by the dashed line) aligned. When a point source of light  $P$  is placed inside rod  $S_1$  on its axis at a distance of 50 cm from the curved face, the light rays emanating from it are found to be parallel to the axis inside  $S_2$ . The distance  $d$  is

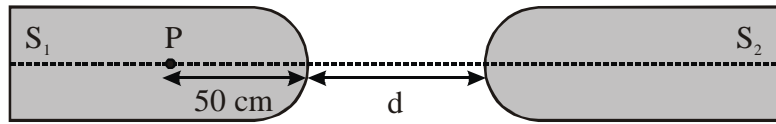


- (A) 60 cm
- (B) 70 cm
- (C) 80 cm
- (D) 90 cm

Ans: (B)

Q.12<sub>Wave optics</sub>

दो काँच (अपवर्तनांक = 1.5) की एकरूप छड़ों  $S_1$  तथा  $S_2$  का एक छोर 10 cm वक्रता त्रिज्या की उत्तल सतह है। उनकी वक्र सतह एक दूसरे से  $d$  दूरी पर दर्शाये चित्रानुसार रखी हैं तथा उनके अक्ष एक रेखा (चित्र में असतत रेखा) पर हैं। यदि प्रकाश के एक बिन्दु स्रोत  $P$  को छड़  $S_1$  के अन्दर वक्र सतह से 50 cm की दूरी पर रखने पर इससे निकलने वाली प्रकाश की किरणें छड़  $S_2$  के अन्दर अक्ष के समांतर हों, तब दूरी  $d$  होगी।

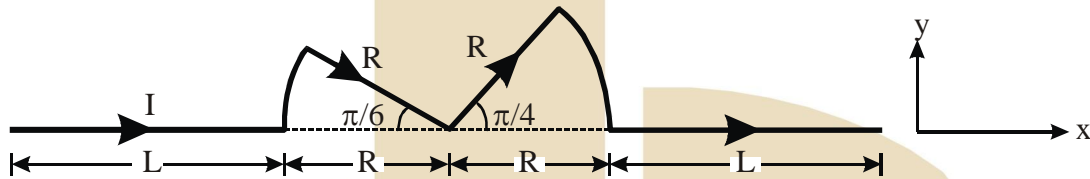


- (A) 60 cm                      (B) 70 cm                      (C) 80 cm                      (D) 90 cm

Ans: (B)

Q.13 Magnetic effects of current

A conductor (shown in the figure) carrying constant current  $I$  is kept in the  $x$ - $y$  plane in a uniform magnetic field  $\vec{B}$ . If  $F$  is the magnitude of the total magnetic force acting on the conductor, then the correct statement(s) is (are)

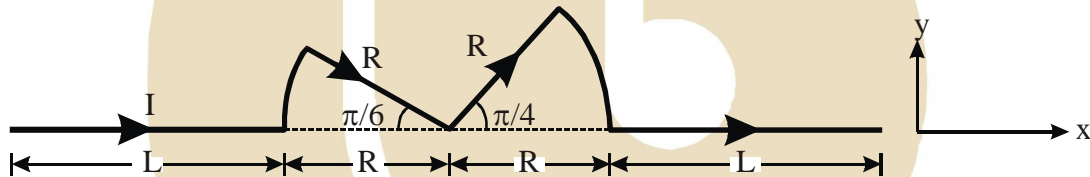


- (A) If  $\vec{B}$  is along  $\hat{z}$ ,  $F \propto (L+R)$                       (B) If  $\vec{B}$  is along  $\hat{x}$ ,  $F = 0$   
 (C) If  $\vec{B}$  is along  $\hat{y}$ ,  $F \propto (L+R)$                       (D) If  $\vec{B}$  is along  $\hat{z}$ ,  $F = 0$

Ans: (A,B,C)

Q.13 Magnetic effects of current

एक दर्शाये गए चित्रानुसार  $x$ - $y$  तल में स्थित एक विद्युत  $I$  धारावाही चालक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र  $\vec{B}$  में रखा है। यदि चालक पर लगने वाले कुल चुम्बकीय बल का परिमाण  $F$  है, तब सही विकल्प है (हैं)



- (A) यदि  $\vec{B}$  की दिशा  $\hat{z}$  है तब  $F \propto (L+R)$                       (B) यदि  $\vec{B}$  की दिशा  $\hat{x}$  है तब  $F = 0$   
 (C) यदि  $\vec{B}$  की दिशा  $\hat{y}$  है तब  $F \propto (L+R)$                       (D) यदि  $\vec{B}$  की दिशा  $\hat{z}$  है तब  $F = 0$

Ans: (A,B,C)

Q.14 Mechanical wave

A container of fixed volume has a mixture of one mole of hydrogen and one mole of helium in equilibrium at temperature  $T$ . Assuming the gases are ideal, the correct statement(s) is (are)

- (A) The average energy per mole of the gas mixture is  $2RT$   
 (B) The ratio of speed of sound in the gas mixture to that in helium gas is  $\sqrt{6/5}$   
 (C) The ratio of the rms speed of helium atoms to that of hydrogen molecules is  $1/2$   
 (D) The ratio of the rms speed of helium atoms to that of hydrogen molecules is  $1/\sqrt{2}$ .

Ans: (A,B,D)

Q.14 Mechanical wave

एक मोल हाइड्रोजन और एक मोल हीलियम का गैस मिश्रण एक नियत आयतन के बर्तन

T तापमान पर साम्यावस्था में रखा है। यदि गैसों का व्यवहार आदर्श है, तब सही विकल्प है (हैं)

(A) गैस के मिश्रण में प्रति मोल औसत ऊर्जा  $2RT$  है।

(B) गैस के मिश्रण तथा हीलियम गैस में ध्वनि की गतियों का अनुपात  $\sqrt{6/5}$  है।

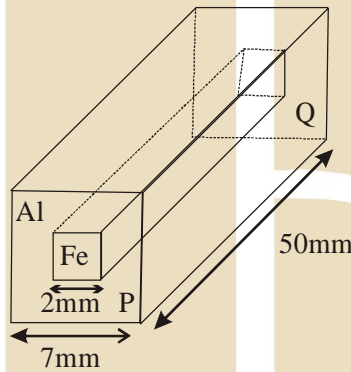
(C) हीलियम के परमाणुओं तथा हाइड्रोजन के अणुओं की rms चालों का अनुपात  $1/2$  है।

(D) हीलियम के परमाणुओं तथा हाइड्रोजन के अणुओं की rms चालों का अनुपात  $1/\sqrt{2}$  है।

Ans: (A,B,D)

Q.15 Current electricity

In an aluminium (Al) bar of square cross section, a square hole is drilled and is filled with iron (Fe) as shown in the figure. The electrical resistivities of Al and Fe are  $2.7 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  and  $1.0 \times 10^{-7} \Omega\text{m}$ , respectively. The electrical resistance between the two faces P and Q of the composite bar is:



(A)  $\frac{2475}{64} \mu\Omega$

(B)  $\frac{1875}{64} \mu\Omega$

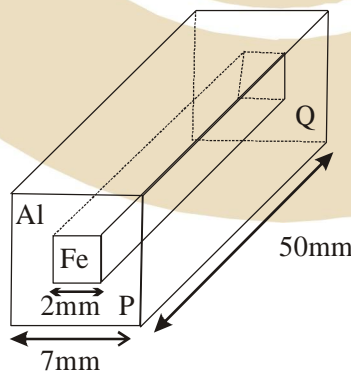
(C)  $\frac{1875}{49} \mu\Omega$

(D)  $\frac{2475}{132} \mu\Omega$

Ans: (B)

Q.15 Current electricity

दर्शाये चित्रानुसार एक वर्गाकार अनुप्रस्थ काट की एल्युमिनम (Al) की सिल्ली (bar) में एक वर्गाकार छिद्र बनाकर उसे लोहे (Fe) की विद्युत प्रतिरोधकताएं क्रमशः  $2.7 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  तथा  $1.0 \times 10^{-7} \Omega\text{m}$ , है। इस मिश्र सिल्ली के P तथा Q फलकों के मध्य विद्युत प्रतिरोध है



(A)  $\frac{2475}{64} \mu\Omega$

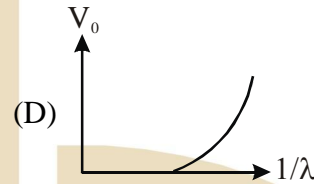
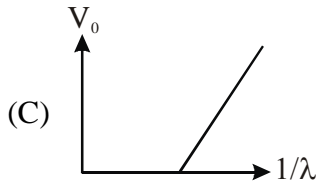
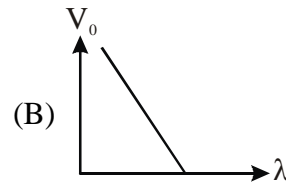
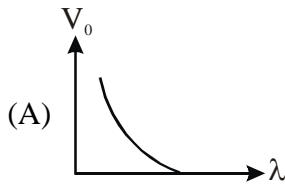
(B)  $\frac{1875}{64} \mu\Omega$

(C)  $\frac{1875}{49} \mu\Omega$

(D)  $\frac{2475}{132} \mu\Omega$

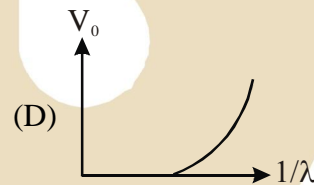
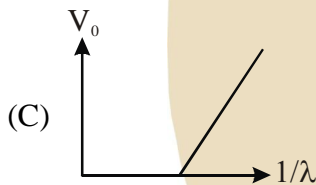
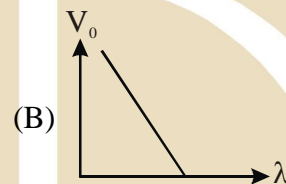
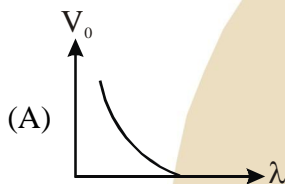
Ans: (B)

Q.16<sub>Modern physics</sub> For photo-electric effect with incident photon wavelength  $\lambda$ , the stopping potential is  $V_0$ . Identify the correct variation(s) of  $V_0$  with  $\lambda$  and  $1/\lambda$ .



Ans: (A,C)

Q.16<sub>Modern physics</sub> प्रकाश-विद्युत प्रभाव में आपतित फोटॉन की तरंगदैर्घ्य  $\lambda$  है तथा निरोधी विभव  $V_0$  है।  $V_0$  का  $\lambda$  तथा  $1/\lambda$  के साथ सही ग्राफ है (हैं)



Ans: (A,C)

Q.17<sub>Error analysis</sub> Consider a Vernier callipers in which each 1 cm on the main scale is divided into 8 equal divisions and a screw gauge with 100 divisions on its circular scale. In the Vernier callipers, 5 divisions of the Vernier scale coincide with 4 divisions on the main scale and in the screw gauge, one complete rotation of the circular scale moves it by two divisions on the linear scale. Then:

(A) If the pitch of the screw gauge is twice the least count of the Vernier callipers, the least count of the screw gauge is 0.01 mm.

(B) If the pitch of the screw gauge is twice the least count of the Vernier callipers, the least count of the screw gauge is 0.005 mm.

(C) If the least count of the linear scale of the screw gauge is twice the least count of the Vernier callipers, the least count of the screw gauge is 0.01 mm.

(D) If the least count of the linear scale of the screw gauge is twice the least count of the Vernier callipers, the least count of the screw gauge is 0.005 mm.

Ans: BC

Q.17 <sup>Error analysis</sup> एक वर्नियर कैलीपर्स में मुख्य पैमाने का 1 cm 8 बराबर भागों में विभक्त है तथा एक पेंचमापी के वृत्ताकार पैमाने पर 100 भाग है। वर्नियर कैलीपर्स में वर्नियर पैमाने पर 5 समान भाग हैं जो मुख्य पैमाने के 4 भागों से पूरी तरह मिलते हैं (संपाती होते हैं)। पेंचमापी में वृत्ताकार पैमाने के एक पूरे चक्कर से रेखीय पैमाने पर 2 भागों की दूरी तय होती है। तब

- (A) यदि पेंचमापी का चूड़ी अन्तराल वर्नियर कैलीपर्स के अल्पतमांक का दो गुना है, तब पेंचमापी का अल्पतमांक 0.01 mm है।  
 (B) यदि पेंचमापी का चूड़ी अन्तराल वर्नियर कैलीपर्स के अल्पतमांक का दो गुना है, तब पेंचमापी का अल्पतमांक 0.005 mm है।  
 (C) यदि पेंचमापी के रेखीय पैमाने का अल्पतमांक वर्नियर कैलीपर्स के अल्पतमांक का दोगुना है, तब पेंचमापी का अल्पतमांक 0.01 mm है।  
 (D) यदि पेंचमापी के रेखीय पैमाने का अल्पतमांक वर्नियर कैलीपर्स के अल्पतमांक का दो गुना है, तब पेंचमापी का अल्पतमांक 0.005 mm है।

Ans: BC

Q.18 <sup>Unit dimension</sup> Planck's constant  $h$ , speed of light  $c$  and gravitational constant  $G$  are used to form a unit of length  $L$  and a unit of mass  $M$ . Then the correct option(s) is(are)

- (A)  $M \propto \sqrt{c}$       (B)  $M \propto \sqrt{G}$       (C)  $L \propto \sqrt{h}$       (D)  $L \propto \sqrt{G}$

Ans: (ACD)

Q.18 <sup>Unit dimension</sup> प्लांक स्थिरांक  $h$ , प्रकाश की चाल  $c$  तथा गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक (gravitational constant)  $G$  को लंबाई की इकाई  $L$  तथा द्रव्यमान की इकाई  $M$  बनाने के लिए प्रयोग किया जाता है। तब सही कथन है (हैं)

- (A)  $M \propto \sqrt{c}$       (B)  $M \propto \sqrt{G}$       (C)  $L \propto \sqrt{h}$       (D)  $L \propto \sqrt{G}$

Ans: (ACD)

**SECTION 3 (Maximum Marks: 16)**

- \* This section contains TWO questions
- \* Each question contains two columns, Column I and Column II
- \* Column I has four entries (A), (B), (C) and (D)
- \* Column II has five entries (P), (Q), (R), (S) and (T)
- \* Match the entries in Column I with the entries in Column II
- \* One or more entries in Column I may match with one or more entries in Column II
- \* The ORS contains a  $4 \times 5$  matrix whose layout will be similar to the one shown below:

(A)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(B)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(C)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(D)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)

- \* For each entry in Column I, darken the bubbles of all the matching entries. For example, if entry (A) in Column I matches with entries (Q), (R) and (T), then darken these three bubbles in the ORS. Similarly, for entries (B), (C) and (D).

\* Marking scheme:

For each entry in Column I,

+2 If only the bubble(s) corresponding to all the correct match(es) is(are) darkened

0 If none of the bubbles is darkened

-1 In all other cases

Q.19<sub>Modern physics</sub> Match the nuclear processes given in column I with the appropriate option(s) in column II.

Column I

Column II

(A) Nuclear fusion

(P) Absorption of thermal neutrons by  ${}_{92}^{235}\text{U}$

(B) Fission in a nuclear reactor

(Q)  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  nucleus

(C)  $\beta$ -decay

(R) Energy production in stars via hydrogen conversion to helium

(D)  $\gamma$ -ray emission

(S) Heavy water

(T) Neutrino emission

Ans: (A)–(R or RT), (B)–(P,Q,S or PQST), (C)–(Q,T), (D)–(PQR)

Q.19<sub>Modern physics</sub> कॉलम – I में दी गयी नाभिकीय प्रक्रियाओं का कॉलम II में दिये गये विकल्प/विकल्पों से उचित मिलान कीजिए।

कॉलम I

कॉलम II

(A) नाभिकीय संलयन

(P) ऊष्मीय न्यूट्रॉनों का  ${}_{92}^{235}\text{U}$  द्वारा अवशोषण

(B) नाभिकीय संयंत्र में विखण्डन

(Q)  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  नाभिक

(C)  $\beta$ -क्षय

(R) तारों में हाइड्रोजन का हीलियम में परिवर्तन द्वारा ऊर्जा उत्पादन

(D)  $\gamma$ -किरण उत्सर्जन

(S) भारी जल

(T) न्यूट्रिनो उत्सर्जन

Ans: (A)–(R or RT), (B)–(P,Q,S or PQST), (C)–(Q,T), (D)–(PQR)

Q.20<sub>SHM</sub> A particle of unit mass is moving along the x-axis under the influence of a force and its total energy is conserved. Four possible forms of the potential energy of the particle are given in column –I (a and  $U_0$  are constants). Match the potential energies in column I to the corresponding statement(s) in column II.

Column-I

Column-II

(A)  $U_1(x) = \frac{U_0}{2} \left[ 1 - \left( \frac{x}{a} \right)^2 \right]^2$

(P) The force acting on the particle is zero at  $x = a$

(B)  $U_2(x) = \frac{U_0}{2} \left( \frac{x}{a} \right)^2$

(Q) The force acting on the particle is zero at  $x = 0$

(C)  $U_3(x) = \frac{U_0}{2} \left( \frac{x}{a} \right)^2 \exp \left[ - \left( \frac{x}{a} \right)^2 \right]$

(R) The force acting on the particle is zero at  $x = -a$

(D)  $U_4(x) = \frac{U_0}{2} \left[ \frac{x}{a} - \frac{1}{3} \left( \frac{x}{a} \right)^3 \right]$

(S) The particle experiences an attractive force

(T) The particle with total energy  $\frac{U_0}{4}$  can oscillate about the point  $x = -a$

**Ans:** (A)–(P,Q,R,T) (B)–(Q,S), (C)–(P,Q,R,S), (D)–(P,R,S,T)

Q.20<sub>SHM</sub>

इकाई द्रव्यमान का एक कण एक बल के प्रभाव में  $x$ -अक्ष पर गति कर रहा है। कण की कुल ऊर्जा संरक्षित है। कॉलम-I में कण की स्थितिज ऊर्जाओं के चार संभावित रूप दिये गये हैं ( $a$  तथा  $U_0$  स्थिरांक है)। कॉलम-I में दी गयी स्थितिज ऊर्जाओं का कॉलम-II में दिये गये कथन/कथनों में उचित मिलान कीजिए।

कॉलम-I

कॉलम-II

(A)  $U_1(x) = \frac{U_0}{2} \left[ 1 - \left( \frac{x}{a} \right)^2 \right]^2$

(P) कण पर कार्य करने वाला बल  $x = a$  पर शून्य है।

(B)  $U_2(x) = \frac{U_0}{2} \left( \frac{x}{a} \right)^2$

(Q) कण पर कार्य करने वाला बल  $x = 0$  पर शून्य है।

(C)  $U_3(x) = \frac{U_0}{2} \left( \frac{x}{a} \right)^2 \exp \left[ - \left( \frac{x}{a} \right)^2 \right]$

(R) कण पर कार्य करने वाला बल  $x = -a$  पर शून्य है।

(D)  $U_4(x) = \frac{U_0}{2} \left[ \frac{x}{a} - \frac{1}{3} \left( \frac{x}{a} \right)^3 \right]$

(S) क्षेत्र  $|x| < a$  में कण  $x = 0$  की ओर आकर्षण बल का अनुभव करता है।

(T)  $\frac{U_0}{4}$  कुल ऊर्जा वाला कण  $x = -a$  बिन्दु के परितः दोलन कर सकता है।

**Ans:** (A)–(P,Q,R,T) (B)–(Q,S), (C)–(P,Q,R,S), (D)–(P,R,S,T)