

### खंड 1(अधिकतम अंक: 12)

- इस खंड में तीन (03) प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए चार विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से एक या एक से अधिक विकल्प सही उत्तर है (हैं) |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर (उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  - पूर्ण अंक : +4 यदि केवल (सारे) सही विकल्प (विकल्पों) को चुना गया है |
  - आंशिक अंक : +3 यदि चारों विकल्प सही हैं परन्तु केवल तीन विकल्पों को चुना गया है |
  - आंशिक अंक : +2 यदि तीन या तीन से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल दो विकल्पों को चुना गया है और दोनों चुने हुए विकल्प सही विकल्प हैं |
  - आंशिक अंक : +1 यदि दो या दो से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल एक विकल्प को चुना गया है और चुना हुआ विकल्प एक सही विकल्प है |
  - शून्य अंक : 0 यदि किसी भी विकल्प को नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है) |
  - ऋण अंक : -2 अन्य सभी परिस्थितियों में |
- उदाहरण: यदि किसी प्रश्न के लिए केवल विकल्प (A), (B) और (D) सही विकल्प हैं ,तब
  - केवल विकल्प (A), (B) और (D) चुनने पर +4 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (A) और (B) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (A) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (B) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (A) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (B) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (D) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे ;
  - कोई भी विकल्प ना चुनने पर (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित रहने पर) 0 अंक मिलेंगे; और
  - अन्य किसी विकल्पों के संयोजन को चुनने पर -2 अंक मिलेंगे |

Q.1 माना कि  $S = (0,1) \cup (1,2) \cup (3,4)$  एवं  $T = \{0,1,2,3\}$  है | तब निम्न में से कौन सा(से) कथन सत्य है(हैं)?

- (A)  $S$  से  $T$  तक अनंततः अनेक (infinitely many) फलन हैं
- (B)  $S$  से  $T$  तक अनंततः अनेक (infinitely many) निरंतर वर्धमान (strictly increasing) फलन हैं
- (C)  $S$  से  $T$  तक संतत (continuous) फलनों की संख्या 120 या उससे कम है
- (D)  $S$  से  $T$  तक प्रत्येक संतत फलन अवकलनीय (differentiable) है

Q.2 माना कि  $T_1$  एवं  $T_2$  दीर्घवृत्त (ellipse)  $E: \frac{x^2}{6} + \frac{y^2}{3} = 1$  एवं परवलय (parabola)  $P: y^2 = 12x$  की दो भिन्न उभयनिष्ठ स्पर्श रेखाएँ (distinct common tangents) हैं। माना कि स्पर्श रेखा  $T_1$ ,  $P$  एवं  $E$  को क्रमशः बिन्दुओं  $A_1$  एवं  $A_2$  पर स्पर्श करती है और स्पर्श रेखा  $T_2$ ,  $P$  एवं  $E$  को क्रमशः बिन्दुओं  $A_4$  एवं  $A_3$  पर स्पर्श करती है। तब निम्न में से कौन सा(से) कथन सत्य है(हैं)?

- (A) चतुर्भुज  $A_1A_2A_3A_4$  का क्षेत्रफल 35 वर्ग इकाई है  
 (B) चतुर्भुज  $A_1A_2A_3A_4$  का क्षेत्रफल 36 वर्ग इकाई है  
 (C) स्पर्श रेखाएँ  $T_1$  एवं  $T_2$ ,  $x$ -अक्ष को बिंदु  $(-3, 0)$  पर मिलती हैं  
 (D) स्पर्श रेखाएँ  $T_1$  एवं  $T_2$ ,  $x$ -अक्ष को बिंदु  $(-6, 0)$  पर मिलती हैं

Q.3 माना कि फलन  $f: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ ,  $f(x) = \frac{x^3}{3} - x^2 + \frac{5}{9}x + \frac{17}{36}$  से परिभाषित है। वर्गाकार क्षेत्र (square region)  $S = [0, 1] \times [0, 1]$  पर विचार कीजिए। माना कि  $G = \{(x, y) \in S : y > f(x)\}$  हरित क्षेत्र (green region) एवं  $R = \{(x, y) \in S : y < f(x)\}$  लाल क्षेत्र (red region) कहलाता है। मान लीजिये की  $h \in [0, 1]$  की ऊंचाई (height) पर खींची गई क्षैतिज रेखा (horizontal line)  $L_h = \{(x, h) \in S : x \in [0, 1]\}$  है। तब निम्न में से कौन सा (से) कथन सत्य है(हैं)?

- (A) एक ऐसा  $h \in \left[\frac{1}{4}, \frac{2}{3}\right]$  है कि रेखा  $L_h$  के ऊपर के हरित क्षेत्र का क्षेत्रफल रेखा  $L_h$  के नीचे के हरित क्षेत्र के क्षेत्रफल के बराबर है  
 (B) एक ऐसा  $h \in \left[\frac{1}{4}, \frac{2}{3}\right]$  है कि रेखा  $L_h$  के ऊपर के लाल क्षेत्र का क्षेत्रफल रेखा  $L_h$  के नीचे के लाल क्षेत्र के क्षेत्रफल के बराबर है  
 (C) एक ऐसा  $h \in \left[\frac{1}{4}, \frac{2}{3}\right]$  है कि रेखा  $L_h$  के ऊपर के हरित क्षेत्र का क्षेत्रफल रेखा  $L_h$  के नीचे के लाल क्षेत्र के क्षेत्रफल के बराबर है  
 (D) एक ऐसा  $h \in \left[\frac{1}{4}, \frac{2}{3}\right]$  है कि रेखा  $L_h$  के ऊपर के लाल क्षेत्र का क्षेत्रफल रेखा  $L_h$  के नीचे के हरित क्षेत्र के क्षेत्रफल के बराबर है

### खंड 2 (अधिकतम अंक: 12)

- इस खंड में चार (04) प्रश्न हैं।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए चार विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं। इन चार विकल्पों में से केवल एक विकल्प ही सही उत्तर है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
 पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प ही चुना गया है।  
 शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)।  
 ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में

Q.4 माना कि फलन  $f : (0,1) \rightarrow \mathbb{R}$  इस तरह से परिभाषित है कि  $f(x) = \sqrt{n}$  यदि  $x \in \left[ \frac{1}{n+1}, \frac{1}{n} \right)$

जहाँ  $n \in \mathbb{N}$  है। माना कि फलन  $g : (0,1) \rightarrow \mathbb{R}$  इस प्रकार है कि सभी  $x \in (0,1)$  के लिए

$$\int_{x^2}^x \sqrt{\frac{1-t}{t}} dt < g(x) < 2\sqrt{x} \text{ है। तब } \lim_{x \rightarrow 0} f(x)g(x)$$

- (A) का अस्तित्व नहीं है  
 (B) 1 के बराबर है  
 (C) 2 के बराबर है  
 (D) 3 के बराबर है

Q.5 माना कि  $Q$  वह घन (cube) है जिसके शीर्ष बिन्दुओं (vertices) का समुच्चय

$\{(x_1, x_2, x_3) \in \mathbb{R}^3 : x_1, x_2, x_3 \in \{0,1\}\}$  है। माना कि  $F$  उन सभी बारह रेखाओं का समुच्चय है जो कि घन  $Q$  के छः फलकों (faces) पर बने विकर्णों (diagonals) को अंतर्विष्ट करती हैं। माना कि  $S$  उन सभी चार रेखाओं का समुच्चय है जो कि घन  $Q$  के मुख्य विकर्णों (main diagonals) को अंतर्विष्ट करती हैं; उदाहरण के लिए शीर्षों  $(0,0,0)$  और  $(1,1,1)$  से गुजरने वाली रेखा  $S$  में है। माना कि रेखाओं  $l_1$  एवं  $l_2$  के लिए,  $d(l_1, l_2)$  उनके बीच कि न्यूनतम दूरी (shortest distance) को निरूपित करता है। तब  $d(l_1, l_2)$  का अधिकतम मान, जब  $l_1, F$  पर विचरित (varies) होता है एवं  $l_2, S$  पर विचरित होता है, है

- (A)  $\frac{1}{\sqrt{6}}$                       (B)  $\frac{1}{\sqrt{8}}$                       (C)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$                       (D)  $\frac{1}{\sqrt{12}}$

Q.6 माना कि  $X = \{(x, y) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} : \frac{x^2}{8} + \frac{y^2}{20} < 1 \text{ एवं } y^2 < 5x\}$  है। समुच्चय  $X$  में से तीन भिन्न बिंदु  $P, Q$  एवं  $R$  यादृच्छिक रूप से (randomly) चुने जाते हैं। तब  $P, Q$  एवं  $R$  एक ऐसा त्रिभुज बनाते हैं जिसका क्षेत्रफल एक धनात्मक पूर्णांक (positive integer) है, की प्रायिकता है

- (A)  $\frac{71}{220}$                       (B)  $\frac{73}{220}$                       (C)  $\frac{79}{220}$                       (D)  $\frac{83}{220}$

Q.7 माना कि परवलय (parabola)  $y^2 = 4ax$ , जहाँ  $a > 0$  है, पर  $P$  एक बिंदु है। बिंदु  $P$  पर परवलय का अभिलम्ब (normal)  $x$ -अक्ष से बिंदु  $Q$  पर मिलता है। त्रिभुज  $PFQ$ , जहाँ  $F$  इस परवलय का नाभि (focus) है, का क्षेत्रफल 120 है। यदि अभिलम्ब की ढाल (slope)  $m$  एवं  $a$  दोनो धनात्मक पूर्णांक (positive integer) हैं, तब युग्म (pair)  $(a, m)$  है

- (A) (2,3)                      (B) (1,3)                      (C) (2,4)                      (D) (3,4)

### खंड 3 (अधिकतम अंक: 24)

- इस खंड में **छह (06)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **गैर-ऋणात्मक पूर्णांक (NON-NEGATIVE INTEGER)** है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए उत्तर को दर्शाने वाले सही पूर्णांक को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिह्नित स्थान पर प्रविष्ट करें |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
 पूर्ण अंक : +4 यदि सिर्फ सही पूर्णांक (integer) ही प्रविष्ट किया गया है |  
 शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

Q.8 माना कि  $x \in \mathbb{R}$  के लिए  $\tan^{-1}(x) \in \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$  है | तब समुच्चय

$\left(-\frac{3\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}\right) \cup \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right) \cup \left(\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}\right)$  में समीकरण  $\sqrt{1 + \cos(2x)} = \sqrt{2} \tan^{-1}(\tan x)$  के वास्तविक हलों की संख्या है

Q.9 माना कि  $n \geq 2$  एक प्राकृत संख्या (natural number) है एवं फलन  $f : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$  इस प्रकार परिभाषित है

$$f(x) = \begin{cases} n(1-2nx) & \text{if } 0 \leq x \leq \frac{1}{2n} \\ 2n(2nx-1) & \text{if } \frac{1}{2n} \leq x \leq \frac{3}{4n} \\ 4n(1-nx) & \text{if } \frac{3}{4n} \leq x \leq \frac{1}{n} \\ \frac{n}{n-1}(nx-1) & \text{if } \frac{1}{n} \leq x \leq 1 \end{cases}$$

यदि  $n$  इस प्रकार है कि वक्रों  $x=0$ ,  $x=1$ ,  $y=0$  एवं  $y=f(x)$  से घिरे क्षेत्र का क्षेत्रफल 4 है तब फलन  $f$  का महत्तम मान (maximum value) है

- Q.10 माना कि  $\overbrace{75\dots57}^r$  वह  $(r+2)$  अंको वाली संख्या है जिसका पहला एवं अंतिम अंक 7 है तथा बाकी के  $r$  अंक 5 हैं। योगफल  $S = 77 + 757 + 7557 + \dots + \overbrace{75\dots57}^{98}$  पर विचार कीजिए। यदि  $S = \frac{\overbrace{75\dots57}^{99} + m}{n}$ , जहाँ  $m$  एवं  $n$ , 3000 से छोटी प्राकृत संख्याएं (natural numbers) हैं, तब  $m+n$  का मान है
- Q.11 माना कि  $A = \left\{ \frac{1967 + 1686i \sin \theta}{7 - 3i \cos \theta} : \theta \in \mathbb{R} \right\}$  है। यदि  $A$  में केवल एक धनात्मक पूर्णांक (positive integer)  $n$  है, तब  $n$  का मान है
- Q.12 माना कि  $P$  समतल (plane)  $\sqrt{3}x + 2y + 3z = 16$  है, एवं माना कि  $S = \{ \alpha \hat{i} + \beta \hat{j} + \gamma \hat{k} : \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \}$  एवं  $(\alpha, \beta, \gamma)$  की समतल  $P$  से दूरी  $\frac{7}{2}$  है है। माना कि  $S$  में तीन भिन्न सदिश (distinct vectors)  $\vec{u}, \vec{v}$  एवं  $\vec{w}$  इस प्रकार हैं कि  $|\vec{u} - \vec{v}| = |\vec{v} - \vec{w}| = |\vec{w} - \vec{u}|$  है। माना कि  $V$ , उस समांतर षट्फलक (parallelepiped) का आयतन है जिसकी भुजाएं (sides) सदिशों  $\vec{u}, \vec{v}$  एवं  $\vec{w}$  द्वारा निरूपित है। तब  $\frac{80}{\sqrt{3}}V$  का मान है
- Q.13 माना कि  $a$  एवं  $b$  दो शून्येतर (nonzero) वास्तविक संख्याएं (real numbers) हैं। यदि  $\left( ax^2 + \frac{70}{27bx} \right)^4$  के प्रसार (expansion) में  $x^5$  का गुणांक (coefficient),  $\left( ax - \frac{1}{bx^2} \right)^7$  के प्रसार में  $x^{-5}$  के गुणांक के बराबर है, तब  $2b$  का मान है

### खंड 4 (अधिकतम अंक: 12)

- इस खंड में चार (04) सूची-सुमेलन (Matching List) सेट्स (sets) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन (set) में एक (01) एकाधिक विकल्प प्रश्न (Multiple Choice Question) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन सेट में दो सूचियाँ हैं: सूची-I और सूची-II
- सूची-I में चार (04) प्रविष्टियाँ (P), (Q), (R) और (S) हैं एवं सूची-II में पाँच (05) प्रविष्टियाँ (1), (2), (3), (4) और (5) हैं।
- प्रत्येक एकाधिक विकल्प प्रश्न में सूची-I और सूची-II पर आधारित चार विकल्प दिए गए हैं और इन विकल्पों में से केवल एक विकल्प ही एकाधिक विकल्प प्रश्न की शर्त पूरा करता है।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ़ सही विकल्प को ही चुना गया है।  
शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)।  
ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में।

Q.14 माना कि  $\alpha, \beta$  एवं  $\gamma$  वास्तविक संख्याएँ (real numbers) हैं। निम्न रैखिक समीकरण निकाय (system of linear equations) पर विचार कीजिए।

$$x + 2y + z = 7$$

$$x + \alpha z = 11$$

$$2x - 3y + \beta z = \gamma$$

List-I की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का List-II की सही प्रविष्टियों (entries) से मिलान कीजिये।

#### List-I

(P) यदि  $\beta = \frac{1}{2}(7\alpha - 3)$  एवं  $\gamma = 28$ , तब निकाय का(के)

(Q) यदि  $\beta = \frac{1}{2}(7\alpha - 3)$  एवं  $\gamma \neq 28$ , तब निकाय का(के)

(R) यदि  $\beta \neq \frac{1}{2}(7\alpha - 3)$  जहाँ  $\alpha = 1$  एवं  $\gamma \neq 28$ , तब निकाय का(के)

(S) यदि  $\beta \neq \frac{1}{2}(7\alpha - 3)$  जहाँ  $\alpha = 1$  एवं  $\gamma = 28$ , तब निकाय का(के)

#### List-II

(1) एक अद्वितीय हल (unique solution) है

(2) कोई हल नहीं है

(3) अनंत हल हैं

(4)  $x = 11$ ,  $y = -2$  एवं  $z = 0$  एक हल है

(5)  $x = -15$ ,  $y = 4$  एवं  $z = 0$  एक हल है

सही विकल्प है:

(A) (P)  $\rightarrow$  (3) (Q)  $\rightarrow$  (2) (R)  $\rightarrow$  (1) (S)  $\rightarrow$  (4)

(B) (P)  $\rightarrow$  (3) (Q)  $\rightarrow$  (2) (R)  $\rightarrow$  (5) (S)  $\rightarrow$  (4)

(C) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (1) (R)  $\rightarrow$  (4) (S)  $\rightarrow$  (5)

(D) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (1) (R)  $\rightarrow$  (1) (S)  $\rightarrow$  (3)

Q.15 दिए गए निम्न आँकड़ों पर बारंबारता बंटन के साथ (data with frequency distribution) विचार करें।

$x_i$	3	8	11	10	5	4
$f_i$	5	2	3	2	4	4

**List-I** की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का **List-II** की सही प्रविष्टियों (entries) से मिलान कीजिये।

<b>List-I</b>	<b>List-II</b>
(P) उपरोक्त आँकड़ों का माध्य (mean) है	(1) 2.5
(Q) उपरोक्त आँकड़ों की माधिका (median) है	(2) 5
(R) उपरोक्त आँकड़ों का माध्य के सापेक्ष माध्य विचलन (mean deviation about the mean) है	(3) 6
(S) उपरोक्त आँकड़ों का माधिका के सापेक्ष माध्य विचलन (mean deviation about the median) है	(4) 2.7
	(5) 2.4

सही विकल्प है:

- (A) (P) → (3)    (Q) → (2)    (R) → (4)    (S) → (5)  
 (B) (P) → (3)    (Q) → (2)    (R) → (1)    (S) → (5)  
 (C) (P) → (2)    (Q) → (3)    (R) → (4)    (S) → (1)  
 (D) (P) → (3)    (Q) → (3)    (R) → (5)    (S) → (5)

- Q.16 माना कि  $l_1$  एवं  $l_2$  क्रमशः  $\vec{r}_1 = \lambda(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$  एवं  $\vec{r}_2 = (\hat{j} - \hat{k}) + \mu(\hat{i} + \hat{k})$  रेखाएं हैं। माना कि  $X$  उन सभी समतलों (planes)  $H$  का समुच्चय है जो रेखा  $l_1$  को अंतर्विष्ट (contain) करते हैं। समतल  $H$  के लिए माना कि  $d(H)$ , रेखा  $l_2$  के बिन्दुओं और  $H$  के बीच की न्यूनतम संभव (smallest possible) दूरी है। मान लीजिये कि  $d(H)$  का महत्तम संभव मान (maximum possible value), जब  $H$  समुच्चय  $X$  के सभी समतलों पर विचरण (vary) करता है,  $d(H_0)$  है, जहाँ समतल  $H_0$  समुच्चय  $X$  में है।

**List-I** की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का **List-II** की सही प्रविष्टियों (entries) से मिलान कीजिये।

List-I	List-II
(P) $d(H_0)$ का मान है	(1) $\sqrt{3}$
(Q) बिंदु $(0,1,2)$ की $H_0$ से दूरी है	(2) $\frac{1}{\sqrt{3}}$
(R) मूल बिंदु की $H_0$ से दूरी है	(3) 0
(S) मूल बिंदु की समतल $y = z, x = 1$ एवं $H_0$ के प्रतिच्छेदन से दूरी है	(4) $\sqrt{2}$
	(5) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

सही विकल्प है:

- (A) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (4) (R)  $\rightarrow$  (5) (S)  $\rightarrow$  (1)  
 (B) (P)  $\rightarrow$  (5) (Q)  $\rightarrow$  (4) (R)  $\rightarrow$  (3) (S)  $\rightarrow$  (1)  
 (C) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (1) (R)  $\rightarrow$  (3) (S)  $\rightarrow$  (2)  
 (D) (P)  $\rightarrow$  (5) (Q)  $\rightarrow$  (1) (R)  $\rightarrow$  (4) (S)  $\rightarrow$  (2)

- Q.17 माना कि  $|z|^3 + 2z^2 + 4\bar{z} - 8 = 0$  को संतुष्ट करने वाली एक सम्मिश्र संख्या (complex number)  $z$  है, जहाँ  $\bar{z}$  सम्मिश्र संख्या  $z$  का संयुग्मी (conjugate) है। माना कि  $z$  का काल्पनिक भाग (imaginary part) अशून्य (nonzero) है।

**List-I** की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का **List-II** की सही प्रविष्टियों (entries) से मिलान कीजिये।

**List-I**

- (P)  $|z|^2$   
 (Q)  $|z - \bar{z}|^2$   
 (R)  $|z|^2 + |z + \bar{z}|^2$   
 (S)  $|z + 1|^2$

**List-II**

- (1) 12 के बराबर है  
 (2) 4 के बराबर है  
 (3) 8 के बराबर है  
 (4) 10 के बराबर है  
 (5) 7 के बराबर है

सही विकल्प है:

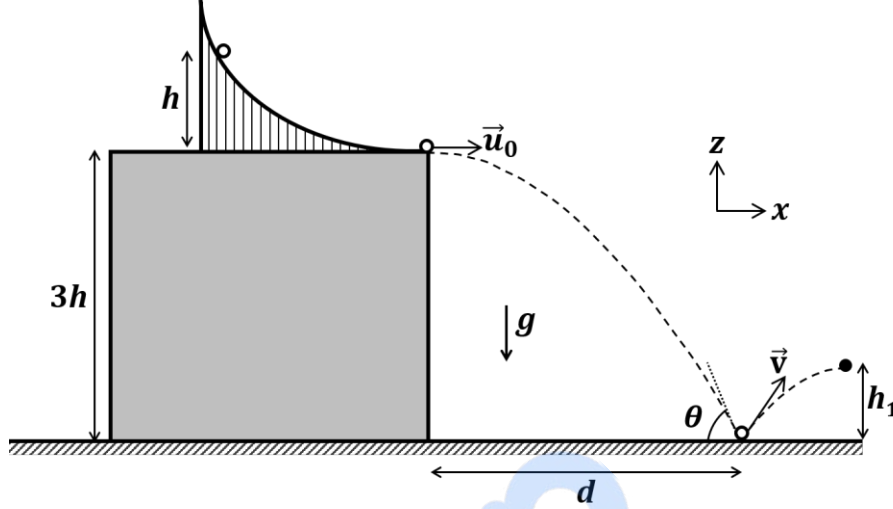
- (A) (P)  $\rightarrow$  (1) (Q)  $\rightarrow$  (3) (R)  $\rightarrow$  (5) (S)  $\rightarrow$  (4)  
 (B) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (1) (R)  $\rightarrow$  (3) (S)  $\rightarrow$  (5)  
 (C) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (4) (R)  $\rightarrow$  (5) (S)  $\rightarrow$  (1)  
 (D) (P)  $\rightarrow$  (2) (Q)  $\rightarrow$  (3) (R)  $\rightarrow$  (5) (S)  $\rightarrow$  (4)

END OF THE QUESTION PAPER

### खंड 1 (अधिकतम अंक : 12)

- इस खंड में तीन (03) प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए चार विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से एक या एक से अधिक विकल्प सही उत्तर है (हैं) |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर (उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  - पूर्ण अंक : +4 यदि केवल (सारे) सही विकल्प (विकल्पों) को चुना गया है |
  - आंशिक अंक : +3 यदि चारों विकल्प सही हैं परन्तु केवल तीन विकल्पों को चुना गया है |
  - आंशिक अंक : +2 यदि तीन या तीन से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल दो विकल्पों को चुना गया है और दोनों चुने हुए विकल्प सही विकल्प हैं |
  - आंशिक अंक : +1 यदि दो या दो से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल एक विकल्प को चुना गया है और चुना हुआ विकल्प एक सही विकल्प है |
  - शून्य अंक : 0 यदि किसी भी विकल्प को नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है) |
  - ऋण अंक : -2 अन्य सभी परिस्थितियों में |
- उदाहरण: यदि किसी प्रश्न के लिए केवल विकल्प (A), (B) और (D) सही विकल्प हैं ,तब
  - केवल विकल्प (A), (B) और (D) चुनने पर +4 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (A) और (B) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (A) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (B) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (A) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (B) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  - केवल विकल्प (D) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे ;
  - कोई भी विकल्प ना चुनने पर (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित रहने पर) 0 अंक मिलेंगे; और
  - अन्य किसी विकल्पों के संयोजन को चुनने पर -2 अंक मिलेंगे |

- Q.1 घर्षणहीन वक्र सतह वाली एक स्लाइड (slide), जो कि अपने निचले सिरे पर क्षैतिज हो जाती है, जमीन से  $3h$  ऊँचे एक भवन की छत पर स्थित है (चित्र देखें)।  $m$  द्रव्यमान की एक गोलाकार गेंद को स्लाइड पर तथा छत की सतह से  $h$  ऊँचाई पर स्थित एक बिन्दु से विरामावस्था से छोड़ा जाता है। स्लाइड को गेंद  $\vec{u}_0 = u_0\hat{x}$  वेग से छोड़ती है और जमीन पर भवन से  $d$  दूरी पर क्षैतिज से  $\theta$  कोण बनाते हुए टकराती है। वह जमीन से  $v$  वेग से उछलकर अधिकतम ऊँचाई  $h_1$  तक जाती है। गुरुत्वीय त्वरण  $g$  है तथा जमीन का प्रत्यवस्थान गुणांक (coefficient of restitution)  $1/\sqrt{3}$  है। निम्न में से कौन सा(से) कथन सही है(हैं)?



- (A)  $\vec{u}_0 = \sqrt{2gh}\hat{x}$   
 (B)  $\vec{v} = \sqrt{2gh}(\hat{x} - \hat{z})$   
 (C)  $\theta = 60^\circ$   
 (D)  $d/h_1 = 2\sqrt{3}$

- Q.2 समतल ध्रुवित (plane polarized) नीले प्रकाश की एक किरण एक प्रिज्म पर इस प्रकार आपतित है कि प्रिज्म की सतह से उसका परावर्तन नहीं होता है। इस अवस्था में निर्गत किरण का विचलन कोण  $\delta = 60^\circ$  है (Figure-1 देखें)। इसी प्रिज्म से लाल प्रकाश का न्यूनतम विचलन कोण  $\delta_{\min} = 30^\circ$  है (Figure-2 देखें)। नीले प्रकाश के लिए प्रिज्म का अपवर्तनांक (refractive index)  $\sqrt{3}$  है। निम्न में से कौन सा(से) कथन सही है(हैं)?

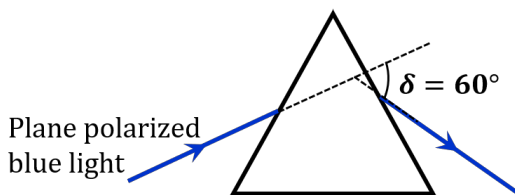


Figure-1

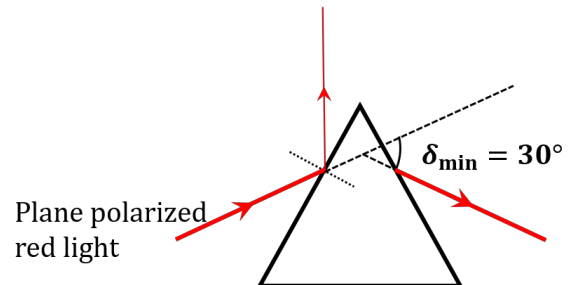
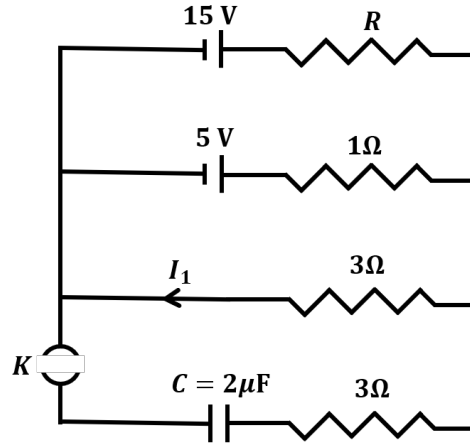


Figure-2

- (A) नीला प्रकाश आपतन तल में ध्रुवित (polarized) है।  
 (B) प्रिज्म का कोण  $45^\circ$  है।  
 (C) लाल प्रकाश के लिए प्रिज्म का अपवर्तनांक (refractive index)  $\sqrt{2}$  है।  
 (D) वायु में प्रिज्म के निर्गत तल (exit plane) पर नीले प्रकाश का अपवर्तन कोण  $60^\circ$  है।

Q.3 चित्र में दिए गए परिपथ में प्रारंभ में संधारित्र  $C$  अनावेशित है तथा कुंजी  $K$  खुली है। इस अवस्था में  $1\ \Omega$  प्रतिरोधक में  $1\ \text{A}$  की धारा प्रवाहित होती है। समय  $t = t_0$  पर कुंजी बंद कर दी जाती है। निम्न में से कौन सा(से) कथन सही है(हैं)?

[दिया है :  $e^{-1} = 0.36$ ]



- (A) प्रतिरोध  $R$  का मान  $3\ \Omega$  है।  
 (B)  $t < t_0$  के लिए धारा  $I_1$  का मान  $2\ \text{A}$  है।  
 (C)  $t = t_0 + 7.2\ \mu\text{s}$  पर संधारित्र में धारा का मान  $0.6\ \text{A}$  है।  
 (D)  $t \rightarrow \infty$  के लिए संधारित्र का आवेश  $12\ \mu\text{C}$  है।

Prepp  
Your Personal Exam Guide

### खंड 2 (अधिकतम अंक : 12)

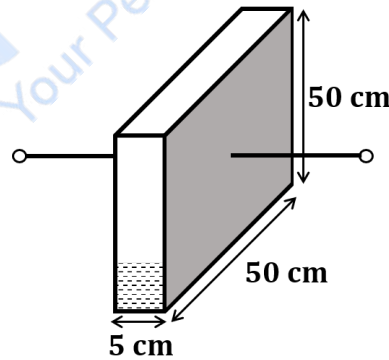
- इस खंड में चार (04) प्रश्न हैं।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए चार विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं। इन चार विकल्पों में से केवल एक विकल्प ही सही उत्तर है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  - पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प ही चुना गया है।
  - शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)।
  - ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में।

Q.4  $M = 1.00 \text{ kg}$  द्रव्यमान तथा  $L = 0.20 \text{ m}$  लम्बाई की एक पट्टी एक घर्षणहीन क्षैतिज सतह पर रखी है। पट्टी का एक सिरा कीलकित है जिसके परितः वह स्वतन्त्र घूर्णन कर सकती है।  $m = 0.10 \text{ kg}$  का एक छोटा द्रव्यमान उसी क्षैतिज सतह पर पट्टी के लम्बवत एक पथ पर  $5.00 \text{ m s}^{-1}$  की चाल से चल रहा है। वह पट्टी के कीलकित सिरे से  $L/2$  दूरी पर टकराकर उसी पथ पर चाल  $v$  से वापस लौट जाता है। इस प्रत्यास्थ (elastic) टक्कर के बाद पट्टी कोणीय वेग  $\omega$  से घूमती है। निम्न में से कौन सा कथन सही है?

- (A)  $\omega = 6.98 \text{ rad s}^{-1}$  तथा  $v = 4.30 \text{ m s}^{-1}$       (B)  $\omega = 3.75 \text{ rad s}^{-1}$  तथा  $v = 4.30 \text{ m s}^{-1}$   
 (C)  $\omega = 3.75 \text{ rad s}^{-1}$  तथा  $v = 10.0 \text{ m s}^{-1}$       (D)  $\omega = 6.80 \text{ rad s}^{-1}$  तथा  $v = 4.10 \text{ m s}^{-1}$

Q.5 चित्र में दिए गए पात्र का आधार  $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$  तथा ऊँचाई  $50 \text{ cm}$  है। पात्र की दो समानान्तर दीवारें, जिनका क्षेत्रफल  $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$  है, विद्युत् की चालक (electrically conducting) हैं। शेष सभी दीवारें पतली तथा अचालक हैं। एक परावैद्युतांक 3 वाले द्रव को खाली पात्र में  $250 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$  की एकसमान दर से भरा जाता है। 10 सेकंड समय के उपरान्त पात्र की धारिता का pF में मान क्या है?

[दिया है : मुक्त आकाश की विद्युत्शीलता  $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ , अचालक दीवारों के धारिता पर प्रभाव नगण्य है]



- (A) 27 pF      (B) 63 pF      (C) 81 pF      (D) 135 pF

Q.6 एक मोल आदर्श गैस प्रारंभिक अवस्था  $(T_A, V_0)$  से रुद्धोष्म प्रक्रम (adiabatic process) के द्वारा प्रसारित होकर अंतिम अवस्था  $(T_f, 5V_0)$  में जाती है। उसी गैस का एक अन्य मोल एक समतापीय प्रक्रम (isothermal process) से प्रसारित होकर एक अन्य प्रारंभिक अवस्था  $(T_B, V_0)$  से उसी अंतिम अवस्था  $(T_f, 5V_0)$  में जाती है। स्थिर दाब तथा स्थिर आयतन पर गैस की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात  $\gamma$  है। अनुपात  $T_A/T_B$  का मान क्या है?

- (A)  $5^{\gamma-1}$                       (B)  $5^{1-\gamma}$                       (C)  $5^\gamma$                       (D)  $5^{1+\gamma}$

Q.7 दो उपग्रह P एवं Q पृथ्वी (त्रिज्या R) की अलग-अलग वृत्ताकार कक्षाओं में घूम रहे हैं। P एवं Q पृथ्वी की सतह से क्रमशः  $h_P$  तथा  $h_Q$  ऊँचाई पर हैं, जहाँ  $h_P = R/3$  है। पृथ्वी के गुरुत्व के कारण P तथा Q के त्वरण क्रमशः  $g_P$  तथा  $g_Q$  हैं। यदि  $g_P/g_Q = 36/25$  है, तो  $h_Q$  का मान क्या है?

- (A)  $3R/5$                       (B)  $R/6$                       (C)  $6R/5$                       (D)  $5R/6$

### खंड 3 (अधिकतम अंक : 24)

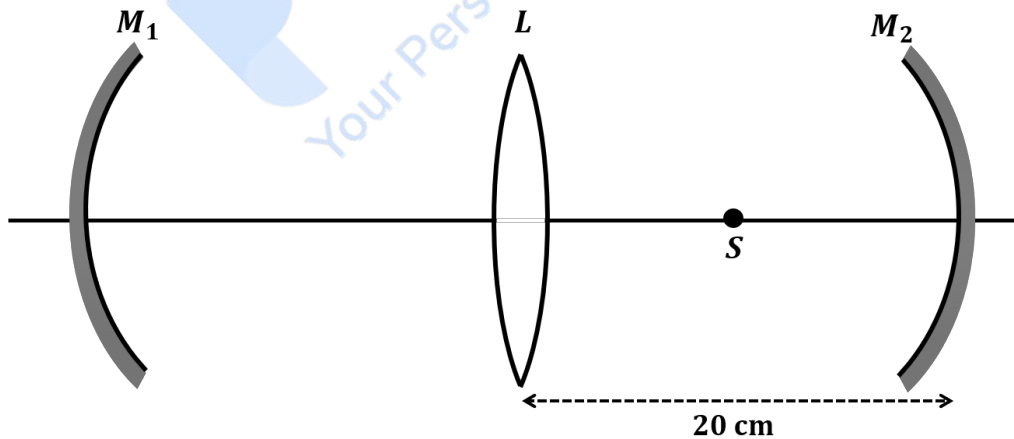
- इस खंड में **छः (06)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **गैर-ऋणात्मक पूर्णांक (NON-NEGATIVE INTEGER)** है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए उत्तर को दर्शाने वाले सही पूर्णांक को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर प्रविष्ट करें |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
 

पूर्ण अंक	:	+4	यदि सिर्फ सही पूर्णांक (integer) ही प्रविष्ट किया गया है
शून्य अंक	:	0	अन्य सभी परिस्थितियों में

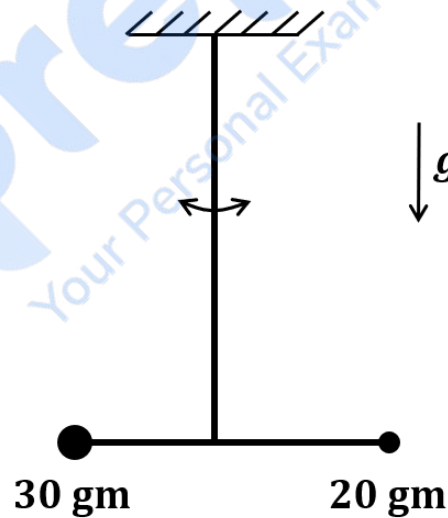
- Q.8 एक हाइड्रोजन-सदृश परमाणु की परमाण्विक संख्या  $Z$  है। इन परमाणुओं के स्तर  $n = 4$  से स्तर  $n = 3$  पर होने वाले इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण से उत्पन्न फोटॉनों का उपयोग एक टारगेट धातु पर प्रकाश-विद्युत् प्रभाव (photoelectric effect) के प्रयोग के लिए किया जाता है। उत्पन्न फोटोइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा  $1.95 \text{ eV}$  है। यदि टारगेट धातु की प्रकाश-विद्युत् प्रभाव के लिए देहली तरंग दैर्घ्य (threshold wavelength)  $310 \text{ nm}$  है, तब  $Z$  का मान \_\_\_\_\_ है।

[दिया है:  $hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$  तथा  $Rhc = 13.6 \text{ eV}$ , जहाँ  $R$  रिडबर्ग (Rydberg) नियतांक,  $h$  प्लांक (Planck) नियतांक तथा  $c$  निर्वात में प्रकाश की चाल है]

- Q.9 चित्र में दर्शायी गयी प्रकाशीय संरचना दो अवतल दर्पणों  $M_1$  तथा  $M_2$  एवं एक उत्तल लेंस  $L$  से बनी है एवं उनकी मुख्य अक्ष एक है। लेंस  $L$  की फोकस दूरी  $10 \text{ cm}$  है।  $M_1$  तथा  $M_2$  की वक्रता त्रिज्याएँ क्रमशः  $20 \text{ cm}$  एवं  $24 \text{ cm}$  हैं।  $L$  तथा  $M_2$  के बीच की दूरी  $20 \text{ cm}$  है। मुख्य अक्ष पर,  $L$  तथा  $M_2$  के मध्य-बिन्दु पर एक बिन्दु बिंब (point object)  $S$  स्थित है। जब  $L$  तथा  $M_1$  के बीच की दूरी  $n/7 \text{ cm}$  है तो एक प्रतिबिम्ब  $S$  पर ही बनता है।  $n$  का मान \_\_\_\_\_ है।



- Q.10 एक पतले उत्तल लेंस की फोकस दूरी के निर्धारण के प्रयोग में लेंस से वस्तु की दूरी  $10.0 \pm 0.1$  cm है तथा उसके वास्तविक प्रतिबिम्ब की लेंस से दूरी  $20.0 \pm 0.2$  cm है। लेंस की फोकस दूरी के निर्धारण में त्रुटि  $n\%$  है।  $n$  का मान \_\_\_\_\_ है।
- Q.11 एक बंद पात्र में 2 मोल एकपरमाण्विक ( $\gamma = 5/3$ ) तथा 1 मोल द्विपरमाण्विक ( $\gamma = 7/5$ ) आदर्श गैसों का एकसमान (homogeneous) मिश्रण है। यहाँ,  $\gamma$  स्थिर दाब तथा स्थिर आयतन पर एक आदर्श गैस की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात है। स्थिर दाब पर गैस के मिश्रण को गर्म करने पर गैस के द्वारा 66 Joule कार्य किया जाता है। उसकी आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन का मान \_\_\_\_\_ Joule है।
- Q.12 1.6 m ऊँचाई का एक व्यक्ति समतल भूमि पर एक सीधे पथ पर चलते हुए 4 m ऊँची एक लैंप पोस्ट से दूर जा रहा है। लैंप पोस्ट और व्यक्ति भूमि से सदा लम्बवत रहते हैं। यदि व्यक्ति की चाल  $60 \text{ cm s}^{-1}$  है तब जमीन पर बनी व्यक्ति की छाया के शीर्ष (tip) की चाल का व्यक्ति के सापेक्ष मान \_\_\_\_\_  $\text{cm s}^{-1}$  है।
- Q.13 20 gm एवं 30 gm के दो बिन्दुसम (point-like) द्रव्यमानों को 10 cm लम्बी द्रव्यमान रहित एक दृढ़ छड़ के सिरों से जोड़ा गया है। इस निकाय को उसके द्रव्यमान केंद्र से एक पतले तार द्वारा जोड़ कर एक दृढ़ छत से ऊर्ध्वाधर लटकाया जाता है (चित्र देखें)। इस तरह बना यह मरोड़ी दोलक (torsional pendulum) लघु दोलन करता है। तार का मरोड़ स्थिरांक  $1.2 \times 10^{-8} \text{ N m rad}^{-1}$  है। दोलनों की कोणीय आवृत्ति (angular frequency)  $n \times 10^{-3} \text{ rad s}^{-1}$  है।  $n$  का मान \_\_\_\_\_ है।

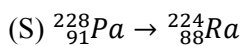
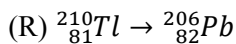
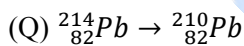
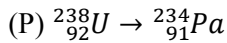


### खंड 4 (अधिकतम अंक : 12)

- इस खंड में **चार (04)** सूची-सुमेलन (Matching List) सेट्स (sets) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन (set) में **एक (01)** एकाधिक विकल्प प्रश्न (Multiple Choice Question) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन सेट में **दो** सूचियाँ हैं: **सूची-I** और **सूची-II**।
- **सूची-I** में **चार (04)** प्रविष्टियाँ (P), (Q), (R) और (S) हैं एवं सूची-II में **पाँच (05)** प्रविष्टियाँ (1), (2), (3), (4) और (5) हैं।
- प्रत्येक एकाधिक विकल्प प्रश्न में **सूची-I** और **सूची-II** पर आधारित चार विकल्प दिए गए हैं और इन विकल्पों में से **केवल एक** विकल्प ही एकाधिक विकल्प प्रश्न की शर्त पूरा करता है।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
 पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प को ही चुना गया है।  
 शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)।  
 ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में।

Q.14 List-I में विभिन्न रेडियोधर्मी क्षय प्रक्रमों को दर्शाया गया है तथा List-II में संभावित उत्सर्जित कणों को दिया गया है। List-I की प्रत्येक प्रविष्टि का List-II की उचित प्रविष्टि से मेल कर सही विकल्प चुनें।

#### List-I



#### List-II

(1) एक  $\alpha$  कण तथा एक  $\beta^+$  कण

(2) तीन  $\beta^-$  कण तथा एक  $\alpha$  कण

(3) दो  $\beta^-$  कण तथा एक  $\alpha$  कण

(4) एक  $\alpha$  कण तथा एक  $\beta^-$  कण

(5) एक  $\alpha$  कण तथा दो  $\beta^+$  कण

(A)  $P \rightarrow 4, Q \rightarrow 3, R \rightarrow 2, S \rightarrow 1$

(C)  $P \rightarrow 5, Q \rightarrow 3, R \rightarrow 1, S \rightarrow 4$

(B)  $P \rightarrow 4, Q \rightarrow 1, R \rightarrow 2, S \rightarrow 5$

(D)  $P \rightarrow 5, Q \rightarrow 1, R \rightarrow 3, S \rightarrow 2$

- Q.15 List-I में दिए गए एक कृष्णिका के प्रत्येक तापमान का List-II में दिए गए उचित कथन के साथ मेल कर सही विकल्प चुनें।

[दिया है: वीन नियतांक (Wien's constant) =  $2.9 \times 10^{-3}$  m-K तथा  $\frac{hc}{e} = 1.24 \times 10^{-6}$  V-m]

List-I	List-II
(P) 2000 K	(1) शीर्ष तरंग दैर्घ्य का विकिरण 4 eV के कार्य फलन वाली धातु से फोटोइलेक्ट्रॉन उत्सर्जित कर सकता है।
(Q) 3000 K	(2) शीर्ष उत्सर्जित तरंग दैर्घ्य का विकिरण मानव नेत्र द्वारा देखा जा सकता है।
(R) 5000 K	(3) शीर्ष उत्सर्जित तरंग दैर्घ्य का विकिरण एकल झिरी विवर्तन का सबसे चौड़ा केंद्रीय उच्चिष्ठ बनाता है।
(S) 10000 K	(4) प्रति इकाई क्षेत्रफल उत्सर्जित शक्ति, 6000 K तापमान की एक कृष्णिका की तुलना में 1/16 है।
	(5) शीर्ष उत्सर्जित तरंग दैर्घ्य के विकिरण से मानव हड्डियों का प्रतिबिम्बन (imaging) किया जा सकता है।

(A)  $P \rightarrow 3, Q \rightarrow 5, R \rightarrow 2, S \rightarrow 3$

(B)  $P \rightarrow 3, Q \rightarrow 2, R \rightarrow 4, S \rightarrow 1$

(C)  $P \rightarrow 3, Q \rightarrow 4, R \rightarrow 2, S \rightarrow 1$

(D)  $P \rightarrow 1, Q \rightarrow 2, R \rightarrow 5, S \rightarrow 3$

- Q.16 एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ में  $45 \sin(\omega t)$  Volt का एक स्रोत लगा है। इस परिपथ की अनुनादी कोणीय आवृत्ति  $10^5 \text{ rad s}^{-1}$  है तथा अनुनाद पर धारा आयाम  $I_0$  है। जब स्रोत की कोणीय आवृत्ति  $\omega = 8 \times 10^4 \text{ rad s}^{-1}$  है तब धारा आयाम  $0.05 I_0$  है। यदि  $L = 50 \text{ mH}$  तब List-I में दी गयी प्रत्येक प्रविष्टि का List-II में दिए गए उचित मान के साथ मेल कर सही विकल्प चुनें।

List-I	List-II
(P) $I_0$ का मान mA में	(1) 44.4
(Q) परिपथ का गुणता कारक (quality factor)	(2) 18
(R) परिपथ का बैंड-विस्तार (bandwidth) $\text{rad s}^{-1}$ में	(3) 400
(S) अनुनाद पर शीर्ष शक्ति क्षय Watt में	(4) 2250
	(5) 500

(A)  $P \rightarrow 2, Q \rightarrow 3, R \rightarrow 5, S \rightarrow 1$

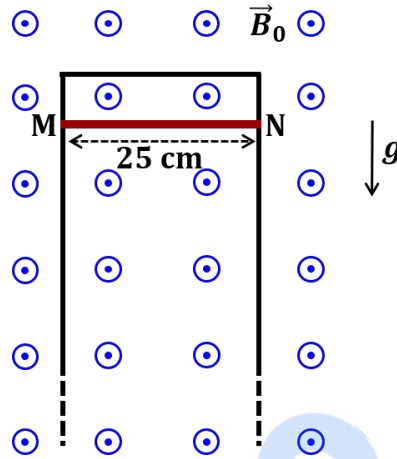
(B)  $P \rightarrow 3, Q \rightarrow 1, R \rightarrow 4, S \rightarrow 2$

(C)  $P \rightarrow 4, Q \rightarrow 5, R \rightarrow 3, S \rightarrow 1$

(D)  $P \rightarrow 4, Q \rightarrow 2, R \rightarrow 1, S \rightarrow 5$

- Q.17 द्रव्यमान 20 gm, लम्बाई 25 cm तथा प्रतिरोध  $10 \Omega$  की एक पतली चालक छड़ MN को लम्बी, घर्षणहीन, पूर्ण चालक, ऊर्ध्वाधर रेलों पर पकड़ कर रखा है (चित्र देखें)।  $B_0 = 4 \text{ T}$  का एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र इस छड़-रेल समायोजन के लम्बवत विद्यमान है। छड़ को समय  $t = 0$  पर विरामावस्था से छोड़ने पर यह नीचे की ओर चलती है। वायु कर्षण (air drag) को नगण्य मानें। List-I में दिए गए प्रत्येक राशि (quantity) का List-II में दिए गए उचित मान के साथ मेल कर सही विकल्प चुनें।

[दिया है : गुरुत्वीय त्वरण  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$  तथा  $e^{-1} = 0.4$ ]



**List-I**

- (P)  $t = 0.2 \text{ s}$  पर प्रेरित विद्युत वाहक बल का Volt में परिमाण  
 (Q)  $t = 0.2 \text{ s}$  पर चुम्बकीय बल का Newton में परिमाण  
 (R)  $t = 0.2 \text{ s}$  पर ऊष्मा के रूप में शक्ति क्षय का Watt में परिमाण  
 (S) छड़ के सीमांत वेग (terminal velocity) का  $\text{m s}^{-1}$  में परिमाण

**List-II**

- (1) 0.07  
 (2) 0.14  
 (3) 1.20  
 (4) 0.12  
 (5) 2.00

- (A)  $P \rightarrow 5, Q \rightarrow 2, R \rightarrow 3, S \rightarrow 1$   
 (C)  $P \rightarrow 4, Q \rightarrow 3, R \rightarrow 1, S \rightarrow 2$

- (B)  $P \rightarrow 3, Q \rightarrow 1, R \rightarrow 4, S \rightarrow 5$   
 (D)  $P \rightarrow 3, Q \rightarrow 4, R \rightarrow 2, S \rightarrow 5$

**END OF THE QUESTION PAPER**

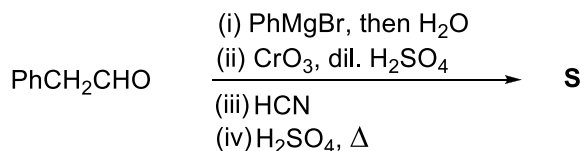
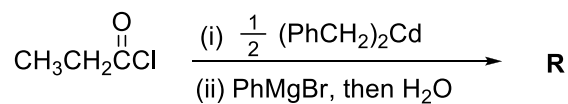
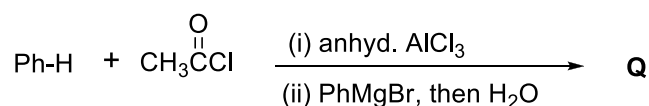
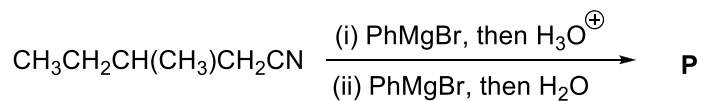
### खंड 1 (अधिकतम अंक: 12)

- इस खंड में तीन (03) प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए चार विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से एक या एक से अधिक विकल्प सही उत्तर है (हैं) |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर (उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
 पूर्ण अंक : +4 यदि केवल (सारे) सही विकल्प (विकल्पों) को चुना गया है |  
 आंशिक अंक : +3 यदि चारों विकल्प सही हैं परन्तु केवल तीन विकल्पों को चुना गया है |  
 आंशिक अंक : +2 यदि तीन या तीन से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल दो विकल्पों को चुना गया है और दोनों चुने हुए विकल्प सही विकल्प हैं |  
 आंशिक अंक : +1 यदि दो या दो से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल एक विकल्प को चुना गया है और चुना हुआ विकल्प एक सही विकल्प है |  
 शून्य अंक : 0 यदि किसी भी विकल्प को नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है) |  
 ऋण अंक : -2 अन्य सभी परिस्थितियों में |
- उदाहरण: यदि किसी प्रश्न के लिए केवल विकल्प (A), (B) और (D) सही विकल्प हैं, तब केवल विकल्प (A), (B) और (D) चुनने पर +4 अंक मिलेंगे;  
 केवल विकल्प (A) और (B) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;  
 केवल विकल्प (A) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;  
 केवल विकल्प (B) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;  
 केवल विकल्प (A) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;  
 केवल विकल्प (B) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;  
 केवल विकल्प (D) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे ;  
 कोई भी विकल्प ना चुनने पर (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित रहने पर) 0 अंक मिलेंगे; और  
 अन्य किसी विकल्पों के संयोजन को चुनने पर -2 अंक मिलेंगे |

Q.1 धातुओं के निष्कर्षण (extraction) में शामिल प्रक्रियाओं के संदर्भ में सही कथन है(हैं)

- (A) मेलाकाइट (Malachite) के भर्जन से क्यूप्राइट (Cuprite) का उत्पादन होता है |
- (B) कैलामाइन (Calamine) के निस्तापन से जिंकाइट (Zincite) का उत्पादन होता है |
- (C) आयरन को निष्काषित करने के लिये, कॉपर पाइराइट (Copper pyrites) को सिलिका के साथ परावर्तनी भट्टी (reverberatory furnace) में गरम करते हैं |
- (D) ऑक्सीजन की उपस्थिति में अशुद्ध चाँदी को जलीय KCN के साथ विवेचन के तत्पश्चात ज़ींक धातु से अपचयन करते हैं |

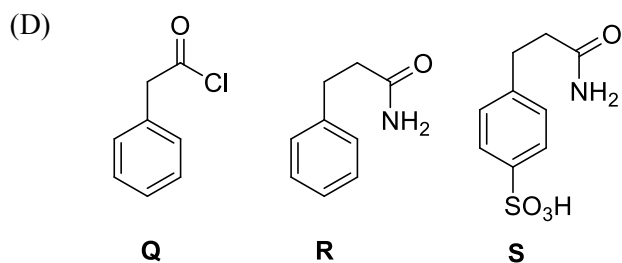
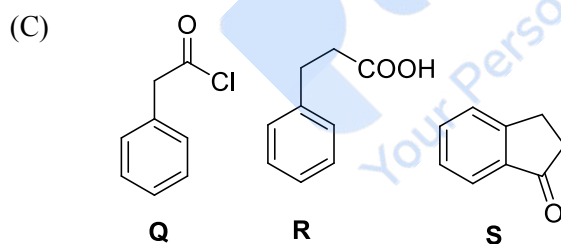
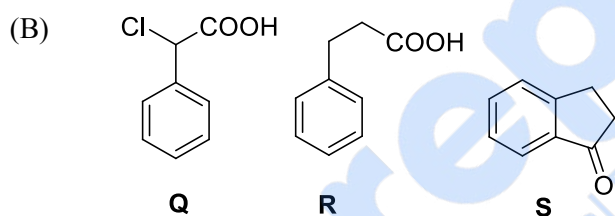
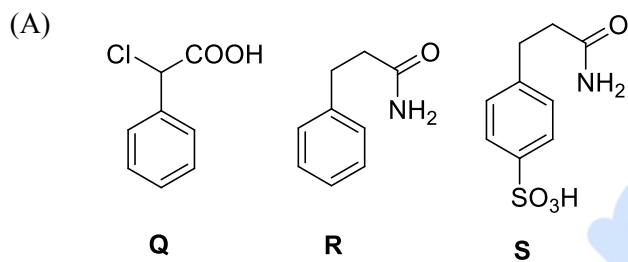
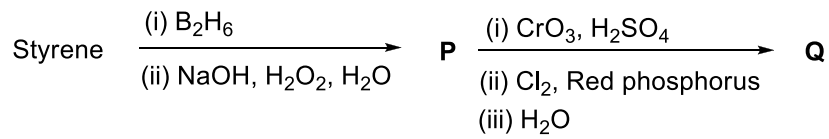
Q.2 निम्नलिखित अभिक्रियाओं में **P**, **Q**, **R**, तथा **S** प्रमुख उत्पाद हैं।



**P**, **Q**, **R**, तथा **S** के संदर्भ में सही कथन है(हैं)

- (A) **P** और **Q** दोनों में असममित (asymmetric) कार्बन है(हैं)।  
 (B) **Q** और **R** दोनों में असममित कार्बन है(हैं)।  
 (C) **P** और **R** दोनों में असममित कार्बन है(हैं)।  
 (D) **P** में असममित कार्बन है(हैं), **S** में कोई असममित कार्बन नहीं है।

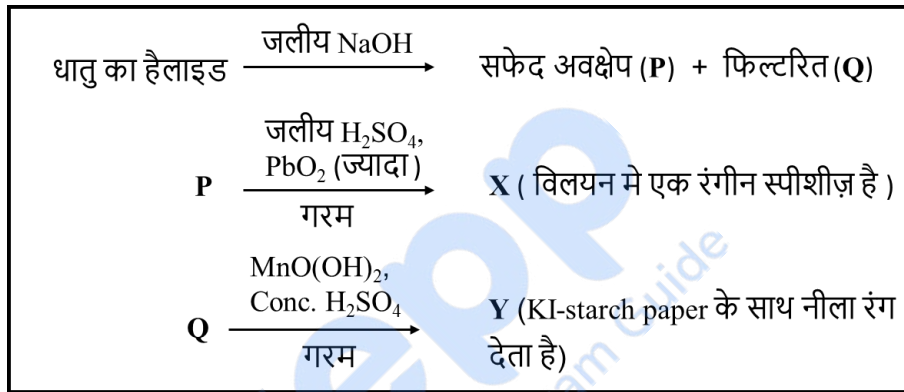
Q.3 निम्नलिखित अभिक्रियाओं की अधियोजना (Scheme) पर विचार करें तथा प्रमुख उत्पाद **Q**, **R**, और **S** के लिए सही विकल्प(पों) का चयन करें।



### खंड 2 (अधिकतम अंक: 12)

- इस खंड में चार (04) प्रश्न हैं।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए चार विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं। इन चार विकल्पों में से केवल एक विकल्प ही सही उत्तर है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
 पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प ही चुना गया है।  
 शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)।  
 ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में।

Q.4 नीचे दिए गये अधियोजना (Scheme) में, X तथा Y क्रमशः हैं



- (A)  $\text{CrO}_4^{2-}$  और  $\text{Br}_2$   
 (B)  $\text{MnO}_4^{2-}$  और  $\text{Cl}_2$   
 (C)  $\text{MnO}_4^-$  और  $\text{Cl}_2$   
 (D)  $\text{MnSO}_4$  और  $\text{HOCl}$

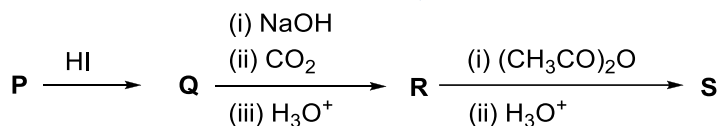
- Q.5 एक दुर्बल एकक्षारकी अम्ल (HX) के जलीय विलयन के लिए  $1/\Lambda_m$  और  $c\Lambda_m$  के मध्य का प्लॉट (plot) एक सीधी रेखा देता है जिसका  $y$ -अक्ष पर अंतः खंड (intercept)  $P$  है और ढाल (slope)  $S$  है |  $P/S$  का अनुपात है
- $[\Lambda_m = \text{मोलर चालकता (molar conductivity)}$   
 $\Lambda_m^\circ = \text{सीमान्त मोलर चालकता (limiting molar conductivity)}$   
 $c = \text{मोलर सांद्रता}$   
 $K_a = \text{HX का वियोजन स्थिरांक}]$

- (A)  $K_a \Lambda_m^\circ$   
 (B)  $K_a \Lambda_m^\circ / 2$   
 (C)  $2 K_a \Lambda_m^\circ$   
 (D)  $1 / (K_a \Lambda_m^\circ)$

- Q.6  $pH$  को 7 से 2 तक घटाने पर, दुर्बल अम्ल (HX) के अल्पविलेय लवण (MX) की विलेयता  $10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  से बढ़कर  $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  हो जाती है | HX का  $pK_a$  है

- (A) 3  
 (B) 4  
 (C) 5  
 (D) 2

- Q.7 दिए गये अभिक्रियाओं के अधियोजना (Scheme) में, **P** एक फेनिल ऐल्किल ईथर है, **Q** एक ऐरोमैटिक यौगिक है; **R** तथा **S** प्रमुख उत्पाद हैं |



**S** के विषय में सही कथन है

- (A) यह मुख्यतः नॉरएड्रीनेलिन का निम्नीकरण करने वाले एंजाइम को संदमित करता है |  
 (B) यह प्रोस्टाग्लैंडिन के संश्लेषण को संदमित करता है |  
 (C) यह एक नारकोटिक औषधी है |  
 (D) यह *ऑर्थो*-ऐसीटिलबेन्ज़ोइक अम्ल है |

### खंड 3 (अधिकतम अंक: 24)

- इस खंड में **छह (06)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **गैर-ऋणात्मक पूर्णांक (NON-NEGATIVE INTEGER)** है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए उत्तर को दर्शाने वाले सही पूर्णांक को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर प्रविष्ट करें |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  - पूर्ण अंक : +4 यदि सिर्फ सही पूर्णांक (integer) ही प्रविष्ट किया गया है |
  - शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

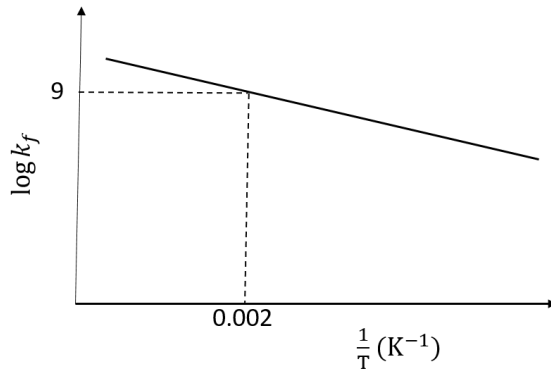
Q.8 पानी के साथ 516 g डाइमेथिलडाइक्लोरोसिलेन की रससमीकरणमितीय (stoichiometric) अभिक्रिया से 75% उत्पाद में चतुष्टय चक्रीय (tetrameric cyclic) X मिलता है | प्राप्त हुए X का वजन (ग्राम में) है \_\_\_\_

[ उपयोग करें, मोलर द्रव्यमान ( $\text{g mol}^{-1}$ ): H = 1, C = 12, O = 16, Si = 28, Cl = 35.5]

Q.9 800 K ताप और x atm दाब पर, एक गैस का संपीड्यता-गुणांक (compressibility factor) 0.5 और मोलर आयतन  $0.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  है | समान ताप और दाब पर यदि वह आदर्श गैस का व्यवहार दर्शाये तो उसका मोलर आयतन  $y \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  होगा | x/y का मान है \_\_\_\_

[उपयोग करें : गैस नियतांक =  $8 \times 10^{-2} \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ]

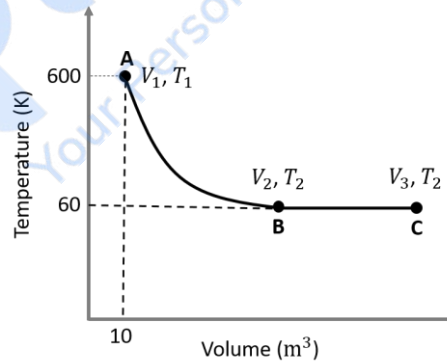
- Q.10 एक उत्क्रमणीय (reversible) अभिक्रिया  $A(g) \rightleftharpoons P(g)$  के लिए  $\log k_f$  तथा  $1/T$  के मध्य का प्लॉट (plot) प्रदर्शित है।



अग्र तथा प्रतीप अभिक्रियाओं का पूर्व चरघातांकी गुणक (Pre-exponential factor) क्रमशः  $10^{15} \text{ s}^{-1}$  तथा  $10^{11} \text{ s}^{-1}$  है। यदि 500 K पर अभिक्रिया के  $\log K$  का मान 6 है तो 250 K पर  $|\log k_b|$  का मान है \_\_\_\_

[ $K$  = अभिक्रिया का साम्य स्थिरांक  
 $k_f$  = अग्र अभिक्रिया का वेग नियतांक  
 $k_b$  = प्रतीप अभिक्रिया का वेग नियतांक ]

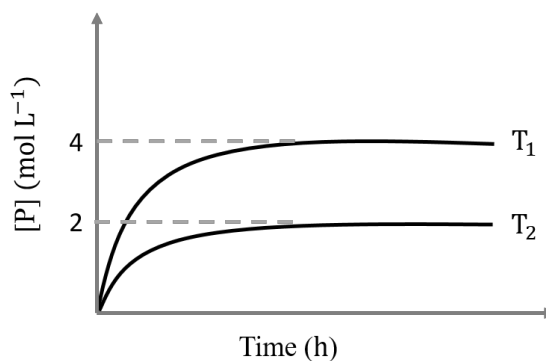
- Q.11 एक मोल आदर्श एकपरमाणुक (monoatomic) गैस दो उत्क्रमणीय (reversible) प्रक्रमों ( $A \rightarrow B$  और  $B \rightarrow C$ ) से होकर जाता है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है।



$A \rightarrow B$  एक रुद्धोष्म (adiabatic) प्रक्रम है। यदि पूरे प्रक्रम ( $A \rightarrow B$  और  $B \rightarrow C$ ) में कुल  $RT_2 \ln 10$  ऊष्मा अवशोषित होती है तो  $2 \log V_3$  का मान होगा \_\_\_\_

[उपयोग करे, समान दाब पर गैस की मोलर ऊष्मा धारिता,  $C_{p,m} = \frac{5}{2}R$ ]

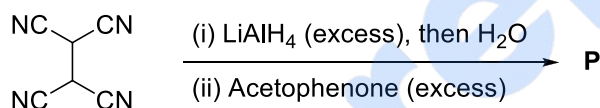
- Q.12 एक लीटर फ्लास्क में, A के 6 मोल  $A(g) \rightleftharpoons P(g)$  अभिक्रिया करते हैं। दो तापमान (केल्विन में),  $T_1$  तथा  $T_2$ , पर उत्पाद बनने की प्रगति को चित्र में दिखाया गया है।



यदि  $T_1 = 2T_2$  और  $(\Delta G_2^\ominus - \Delta G_1^\ominus) = RT_2 \ln x$  हैं, तो  $x$  का मान होगा \_\_\_

[ $T_1$  तथा  $T_2$  पर अभिक्रिया का मानक गिब्स मुक्त ऊर्जा (Gibb's free energy) परिवर्तन क्रमशः  $\Delta G_1^\ominus$  और  $\Delta G_2^\ominus$  हैं।]

- Q.13 निम्नलिखित अभिक्रिया के मुख्य उत्पाद **P** (जो विषमचक्रीय यौगिक नहीं है, a non-heterocyclic compound) में  $sp^2$  संकरणित (hybridised) कार्बन परमाणुओं की कुल संख्या है \_\_\_



### खंड 4 (अधिकतम अंक: 12)

- इस खंड में **चार (04)** सूची-सुमेलन (Matching List) सेट्स (sets) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन (set) में **एक (01)** एकाधिक विकल्प प्रश्न (Multiple Choice Question) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन सेट में **दो** सूचियाँ हैं: **सूची-I** और **सूची-II**।
- सूची-I** में **चार (04)** प्रविष्टियाँ (P), (Q), (R) और (S) हैं एवं सूची-II में **पाँच (05)** प्रविष्टियाँ (1), (2), (3), (4) और (5) हैं।
- प्रत्येक एकाधिक विकल्प प्रश्न में **सूची-I** और **सूची-II** पर आधारित चार विकल्प दिए गए हैं और इन विकल्पों में से **केवल एक** विकल्प ही एकाधिक विकल्प प्रश्न की शर्त पूरा करता है।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :  
 पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प को ही चुना गया है।  
 शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)।  
 ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में।

Q.14 सूची-I की अभिक्रियाओं (दिए गए अभिकारकों की रससमीकरणमिती (stoichiometry) में) को सूची-II में दिए गए उनके उत्पादों में से एक, के साथ मेल करे तथा सही विकल्प का चयन करें।

#### सूची-I

- (P)  $P_2O_3 + 3H_2O$   
 (Q)  $P_4 + 3NaOH + 3H_2O$   
 (R)  $PCl_5 + CH_3COOH$   
 (S)  $H_3PO_2 + 2H_2O + 4AgNO_3$

#### सूची-II

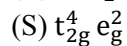
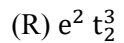
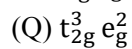
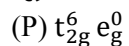
- (1)  $P(O)(OCH_3)Cl_2$   
 (2)  $H_3PO_3$   
 (3)  $PH_3$   
 (4)  $POCl_3$   
 (5)  $H_3PO_4$

- (A) P → 2; Q → 3; R → 1; S → 5  
 (B) P → 3; Q → 5; R → 4; S → 2  
 (C) P → 5; Q → 2; R → 1; S → 3  
 (D) P → 2; Q → 3; R → 4; S → 5

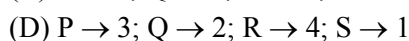
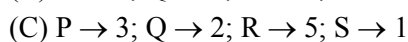
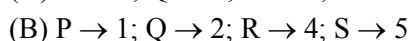
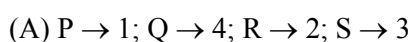
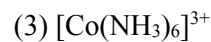
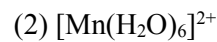
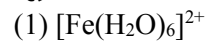
Q.15 सूची-I के इलेक्ट्रॉनिक विन्यासों का सूची-II के उचित धातु संकर (metal complex) आयनों से मेल करें तथा सही विकल्प का चयन करें |

[परमाणु क्रमांक: Fe = 26, Mn = 25, Co = 27]

### सूची-I

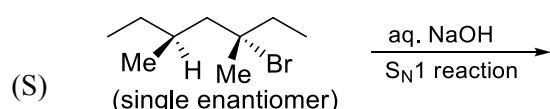


### सूची-II



Q.16 सूची-I के अभिक्रियाओं को सूची-II में उनके उत्पादों के गुणविशेषों से मेल करें तथा सही विकल्प का चयन करें |

### सूची-I



### सूची-II

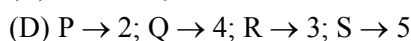
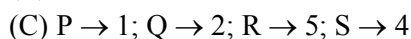
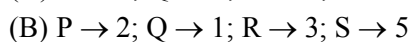
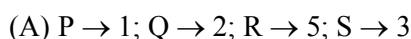
(1) विन्यास का प्रतीपन (Inversion)

(2) विन्यास का धारण (Retention)

(3) प्रतिबिम्बरूपों (enantiomers) का मिश्रण

(4) संरचनात्मक समावयवी (structural isomers) का मिश्रण

(5) अप्रतिबिंबी त्रिविम समावयवी (diastereomers) का मिश्रण



Q.17 सूची-II में दिये गये अभिक्रियाओं के प्रमुख उत्पाद, सूची-I में दिये गये नाम-अभिक्रियाओं के अभिकारक (reactants) हैं | सूची-I का सूची-II से मेल करें तथा सही विकल्प का चयन करें |

### सूची-I

(P) ईटार्ड अभिक्रिया

(Q) गाटरमान अभिक्रिया

(R) गाटरमान-कॉख अभिक्रिया

(S) रोज़ेनमुंड अपचयन

### सूची-II

(1) Acetophenone  $\xrightarrow{\text{Zn-Hg, HCl}}$

(2) Toluene  $\xrightarrow[\text{(ii) SOCl}_2]{\text{(i) KMnO}_4, \text{KOH}, \Delta}$

(3) Benzene  $\xrightarrow[\text{anhyd. AlCl}_3]{\text{CH}_3\text{Cl}}$

(4) Aniline  $\xrightarrow[273-278 \text{ K}]{\text{NaNO}_2/\text{HCl}}$

(5) Phenol  $\xrightarrow{\text{Zn}, \Delta}$

(A) P  $\rightarrow$  2; Q  $\rightarrow$  4; R  $\rightarrow$  1; S  $\rightarrow$  3

(B) P  $\rightarrow$  1; Q  $\rightarrow$  3; R  $\rightarrow$  5; S  $\rightarrow$  2

(C) P  $\rightarrow$  3; Q  $\rightarrow$  2; R  $\rightarrow$  1; S  $\rightarrow$  4

(D) P  $\rightarrow$  3; Q  $\rightarrow$  4; R  $\rightarrow$  5; S  $\rightarrow$  2

END OF THE QUESTION PAPER