खंड 1 (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.1 फलन (function) $f: (0, \infty) \to (-\infty, \infty)$, जो

$$f(x) = \sqrt{x}\ \log_e(x) - x + 1$$

द्वारा दिया गया है, पर विचार कीजिए |

तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा एक कथन **सत्य** है ?

(A)	अंतराल $(0, 1)$ में, फलन f का अवकलज (derivative) ह्रासमान (decreasing) है
(B)	किसी बिंदु $a \in (0, \infty)$ पर, फलन f का एक स्थानीय उच्चतम (local maximum) है
(C)	किसी बिंदु $b \in (0, \infty)$ पर, फलन f का एक स्थानीय निम्नतम (local minimum) है
(D)	अंतराल $(0, \infty)$ में, फलन f का **न** तो कोई स्थानीय उच्चतम का बिंदु (point of local maximum) है और **न ही** कोई स्थानीय निम्नतम का बिंदु (point of local minimum) है

Q.2 मान लीजिए कि P, परवलय (parabola) $y = x^2$ पर वह बिंदु है जिस पर परवलय की स्पर्श-रेखा (tangent) की प्रवणता (slope) 4 है | मान लीजिए कि Q, प्रथम चतुर्थांश (first quadrant) में वह बिंदु है जो वृत्त (circle) $x^2 + y^2 = 2$ पर स्थित है तथा जिस पर वृत्त की स्पर्श-रेखा की प्रवणता -1 है | मान लीजिए कि R, प्रथम चतुर्थांश में वह बिंदु है जो दीर्घवृत्त (ellipse) $x^2 + 4y^2 = 8$ पर स्थित है तथा जिस पर दीर्घवृत्त की स्पर्श-रेखा की प्रवणता $-\frac{1}{2}$ है | तब बिंदुओं P, Q और R से गुजरने वाले वृत्त की त्रिज्या (radius) है

(A)	$\sqrt{10}$	(B)	$\sqrt{5}$	(C)	$\sqrt{\frac{5}{2}}$	(D)	$2\sqrt{5}$

Q.3 निम्नलिखित आव्यूहों (matrices) में से कौन से एक आव्यूह (matrix) को 3×3 तत्समक आव्यूह (identity matrix) पर प्रारंभिक पंक्ति संक्रियाओं के प्रयोग द्वारा (by performing elementary row transformations) प्राप्त किया जा सकता है ?

(A)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	(B)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
(C)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 4 \\ 2 & 5 & 8 \end{bmatrix}$	(D)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 3 \end{bmatrix}$

Q.4 प्रतिलोम त्रिकोणमितीय फलनों (inverse trigonometric functions) के केवल मुख्य मानों (principal values) को ध्यान में रखते हुए,

$$\cot^{-1}(\cot(-11)) + 10\ \sin\left(2\cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right) + 10\sin(2\tan^{-1}(2))$$

का मान है

(A)	$3\pi + 7$	(B)	7	(C)	$4\pi + 7$	(D)	$3\pi - 5$

खंड 2 (अधिकतम अंक : 16)

- 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 **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 : −1 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 −1 अंक मिलेंगे |

Q.5 मान लीजिए कि पेटी I में 6 लाल गेंदें और 9 हरी गेंदें हैं, तथा पेटी II में 8 लाल गेंदें और 12 हरी गेंदें हैं | पेटी I और पेटी II की सभी गेंदों को एक साथ मिलाकर उनमें से एक गेंद को यादृच्छया (at random) चुना जाता है | मान लीजिए कि E_1 वह घटना (event) है कि चुनी हुई गेंद पेटी I से थी, और E_2 वह घटना है कि चुनी हुई गेंद पेटी II से थी | मान लीजिए कि F_1 वह घटना है कि चुनी हुई गेंद लाल है, और F_2 वह घटना है कि चुनी हुई गेंद हरी है |

तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A)	घटनाएँ E_1 और F_1 स्वतंत्र (independent) हैं
(B)	घटनाएँ E_2 और F_2 पराश्रित (dependent) हैं
(C)	सप्रतिबंध प्रायिकता (conditional probability) $P(F_1 \mid E_1)$, सप्रतिबंध प्रायिकता $P(F_1 \mid E_2)$ के बराबर है
(D)	सप्रतिबंध प्रायिकता (conditional probability) $P(F_1 \mid E_1)$, सप्रतिबंध प्रायिकता $P(F_2 \mid E_2)$ से बड़ी है

Q.6 मान लीजिए कि P एक इस प्रकार का समतल (plane) है जो सरल रेखा (straight line) $\frac{x-1}{2}=\frac{y-3}{3}=\frac{z+2}{1}$ को अंतर्विष्ट करता है (contains) और समतल $x+2y+3z=4$ के लंबवत (perpendicular) है | मान लीजिए कि P_1 वह समतल है जो बिंदु $(4,2,2)$ से गुजरता है और P के समांतर (parallel) है |

तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) सत्य है (हैं) ?

(A)	समतल P का समीकरण $7x-5y+z=-10$ है
(B)	समतलों P और P_1 के बीच की दूरी 30 है
(C)	समतल P की मूलबिंदु (origin) से दूरी $2\sqrt{3}$ है
(D)	समतल P और समतल $2x+2y+z=3$ के बीच का न्यूनकोण (acute angle) $\cos^{-1}\left(\frac{1}{3\sqrt{3}}\right)$ है

Q.7 मान लीजिए कि $\mathbb{R}$ सभी वास्तविक संख्याओं के समुच्चय (the set of all real numbers) को दर्शाता है | मान लीजिए कि $f:\mathbb{R}\to\mathbb{R}$ एक स्वेच्छ फलन (arbitrary function) है , और मान लीजिए कि फलन $g:\mathbb{R}\to\mathbb{R}$

$$g(x)=xf(x)\text{ , सभी } x\in\mathbb{R} \text{ के लिए ,}$$

द्वारा परिभाषित है |

तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A)	फलन g , $x=0$ पर सदैव संतत (continuous) है
(B)	यदि f, $x=0$ पर संतत (continuous) है , तब g , $x=0$ पर अवकलनीय (differentiable) है
(C)	यदि g , $x=0$ पर अवकलनीय (differentiable) है , तब f, $x=0$ पर संतत (continuous) है
(D)	यदि g , $x=0$ पर अवकलनीय (differentiable) है, तब $\lim_{x\to 0} f(x)$ का अस्तित्व है

Q.8 आव्यूह (matrix)

$$M = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

पर विचार कीजिए|

मान लीजिए कि p, q, r, s, a, b, c तथा d इस प्रकार के पूर्णांक (integers) हैं कि

$$M^{26} = \begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix} \quad \text{और} \quad \sum_{k=1}^{26} M^k = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$ हैं|

तब निम्नलिखित कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A)	एक वास्तविक संख्याओं की प्रविष्टियों (real entries) वाले 2×2 व्युत्क्रमणीय आव्यूह (invertible matrix) N का अस्तित्व है कि $$MN = N \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$ है
(B)	a का मान 378 है
(C)	दिए गये किन्हीं भी दो पूर्णांकों (integers) m और n के लिए, अद्वितीय पूर्णांकों (unique integers) x और y का अस्तित्व है कि $px + qy = m$ और $rx + sy = n$ हैं
(D)	प्रत्येक धन वास्तविक संख्या (positive real number) t के लिए, रैखिक समीकरणों के निकाय (system of linear equations) $$(a+t)x + by = 1$$ $$cx + (d+t)y = -1$$ का एक अद्वितीय हल (unique solution) है

खंड 3 (अधिकतम अंक : 16)

- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **संख्यात्मक मान (NUMERICAL VALUE)** है।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर से सम्बंधित सही संख्यात्मक मान को माउज़ (MOUSE) और ऑन-स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल न्यूमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर प्रविष्ट करें |
- यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान हैं, तो मान को **दो (02)** दशमलव स्थानों तक **समेटें/ शून्यांत (TRUNCATE/ROUND-OFF)** करें ।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का **मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा** :
  पूर्ण अंक : +4 यदि निर्दिष्ट स्थान पर केवल सही संख्यात्मक मान प्रविष्ट किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

Q.9 मान लीजिए कि $S = \{1, 2, 3, \dots, 10\}$ है | समुच्चय (set)

$$X = \{R : R, \text{समुच्चय } S \text{ पर एक ऐसा तुल्यता संबंध (equivalence relation) है कि } R \text{ में ठीक } 42 \text{ अवयव हैं}\}$$

पर विचार कीजिए |

तब X में अवयवों की संख्या (number of elements) ______________ है |

Q.10 फलन (function) $f : \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right) \to (-\infty, \infty)$ जो

$$f(x) = (|x| + |x-1|)\sin x + [x \sin x],$$

द्वारा परिभाषित है , पर विचार कीजिए , जहाँ $[x \sin x]$, $x \sin x$ से कम या $x \sin x$ के बराबर महत्तम पूर्णांक (greatest integer less than or equal to $x \sin x$) है |

मान लीजिए कि α , अंतराल $\left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ में उन सभी बिंदुओं की संख्या है जिन पर f संतत (continuous) **नहीं** है और β , अंतराल $\left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ में उन सभी बिंदुओं की संख्या है जिन पर f अवकलनीय (differentiable) **नहीं** है |

तब $\alpha + \beta$ का मान ___________ है |

Q.11 चार व्यक्तियों में 10 समरूप (identical) लाल रंग के कलमों (pens) तथा 14 समरूप नीले रंग के कलमों को इस तरह बांटने की संख्या, कि हर व्यक्ति को 6 कलम मिलें , _______________ है ।

Q.12 मान लीजिए कि

$$\alpha = \left(1 - 2\cos\left(\frac{\pi}{11}\right)\right)\left(1 - 2\cos\left(\frac{3\pi}{11}\right)\right)\left(1 - 2\cos\left(\frac{9\pi}{11}\right)\right)\left(1 - 2\cos\left(\frac{27\pi}{11}\right)\right)\left(1 - 2\cos\left(\frac{81\pi}{11}\right)\right)$$

है।

तब $5 - \alpha^2$ का मान _______________ है ।

खंड 4 (अधिकतम अंक : 16)

- इस खंड में **चार (04)** सूची-सुमेलन (Matching List) सेट्स (sets) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन सेट में **एक (01)** एकाधिक विकल्प प्रश्न (Multiple Choice Question) है।
- 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 : $+4$ 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.13

सूची-I की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का सूची-II की सही प्रविष्टि से मिलान कर सही विकल्प (option) चुनिए |

सूची-I

(P) यदि α और β , समीकरण $x^2 + x + 1 = 0$ के भिन्न मूल (distinct roots) हैं , तब वह द्विघातीय समीकरण (quadratic equation) जिसके मूल (roots) $\frac{1}{(\alpha+1)^{2026}}$ और $\frac{1}{(\beta+1)^{2026}}$ हैं ,

(Q) यदि α और β , समीकरण $x^2 + x + 1 = 0$ के भिन्न मूल (distinct roots) हैं , तब वह द्विघातीय समीकरण (quadratic equation) जिसके मूल (roots) $\frac{1}{(\alpha+1)^{2027}}$ और $\frac{1}{(\beta+1)^{2027}}$ हैं ,

(R) यदि γ और δ , समीकरण $x^2 - x + 1 = 0$ के भिन्न मूल (distinct roots) हैं , तब $\frac{1}{(\gamma-1)^{2026}} + \frac{1}{(\delta-1)^{2026}}$ का मान

(S) यदि p और r , समीकरण $x^2 + x - 1 = 0$ के भिन्न मूल (distinct roots) हैं , तब $\frac{1}{(p+1)^3} + \frac{1}{(r+1)^3}$ का मान

सूची-II

(1) $x^2 + x + 1 = 0$ है

(2) $x^2 - x + 1 = 0$ है

(3) $x^2 + x - 1 = 0$ है

(4) -1 है

(5) -4 है

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

Q.14

सूची-I की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का सूची-II की सही प्रविष्टि से मिलान कर सही विकल्प (option) चुनिए |

सूची-I

(P) समुच्चय

$$\{x \in [-\pi, \pi] : \sin^6 x + \cos^4 x = 1\}$$

में अवयवों की संख्या (number of elements)

(Q) समुच्चय

$$\left\{x \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right] : \sin^2 x + \cos^6 x = 1\right\}$$

में अवयवों की संख्या (number of elements)

(R) समुच्चय

$$\left\{x \in [-\pi, \pi] : \cos^2\left(\frac{x}{2}\right) - \sin^2 x = \frac{1}{2}\right\}$$

में अवयवों की संख्या (number of elements)

(S) समुच्चय

$$\left\{x \in [-2\pi, 2\pi] : 6\sin^2\left(\frac{x}{2}\right) - \cos 3x = 3\right\}$$

में अवयवों की संख्या (number of elements)

सूची-II

(1) 1 है

(2) 2 है

(3) 3 है

(4) 4 है

(5) 5 है

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

Q.15

वास्तविक संख्याओं (real numbers) $\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ \delta$ और μ के लिए , आव्यूह (matrix)

$$M = \begin{bmatrix} \alpha & \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \beta & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \gamma & \delta & \mu \end{bmatrix}$$

पर विचार कीजिए |

मान लीजिए कि $MM^T = I$ है, जहाँ M^T, आव्यूह M का परिवर्त (transpose) है और I , 3×3 तत्समक आव्यूह (identity matrix) है | मान लीजिए कि

$$\vec{u} = \alpha\,\hat{\imath} + \frac{1}{\sqrt{3}}\hat{\jmath} + \gamma\,\hat{k}\,, \qquad \vec{v} = \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{\imath} + \beta\hat{\jmath} + \delta\hat{k} \quad \text{और} \quad \vec{w} = -\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{\imath} + \frac{1}{\sqrt{3}}\hat{\jmath} + \mu\hat{k}$$ हैं |

सूची-I की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का सूची-II की सही प्रविष्टि से मिलान कर सही विकल्प (option) चुनिए |

सूची-I	**सूची-II**
(P) $\gamma^2 + \delta^2$ का मान	(1) 0 है
(Q) यदि किन्हीं वास्तविक संख्याओं $x,\ y$ और z के लिए $x\vec{u} + y\vec{v} + z\vec{w} = \hat{\jmath}$ है, तब x का मान	(2) 1 है
(R) $\lvert \vec{u} \cdot (\vec{v} \times \vec{w}) \rvert$ का मान	(3) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ है
(S) $\lvert \vec{u} \times (\vec{v} \times \vec{w}) \rvert$ का मान	(4) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ है
	(5) $\frac{5}{6}$ है

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

Q.16

सूची-I की प्रत्येक प्रविष्टि (entry) का सूची-II की सही प्रविष्टि से मिलान कर सही विकल्प (option) चुनिए |

सूची-I

(P) वह वृत्त (circle) जिसका केंद्र (centre) $(1, 2)$ है और जो सरल रेखा (straight line) $3x + 4y = 1$ को स्पर्श करता है,

(Q) वृत्त (circle) $x^2 + y^2 = 2$ और परवलय (parabola) $y^2 = 8x$ की उभयनिष्ठ स्पर्श-रेखा (common tangent) जिसकी प्रवणता (slope) धनात्मक (positive) है,

(R) मान लीजिए कि M , दीर्घवृत्त (ellipse) $3x^2 + 4y^2 = 48$ की नाभिलंब जीवा (latus rectum) का वह अंत्य बिंदु (endpoint) है जो प्रथम चतुर्थांश (first quadrant) में है | तब बिंदु M पर खींचे गये दीर्घवृत्त का अभिलंब (normal)

(S) मान लीजिए कि H वह अतिपरवलय (hyperbola) है जिसका केंद्र (centre) मूल बिंदु (origin) पर है , एक नाभि (focus) $(5, 0)$ पर है, और एक नियता (directrix) $5x + 16 = 0$ है | तब H

सूची-II

(1) बिंदु $(1, 1)$ से गुजरता / गुजरती है

(2) बिंदु $(7, 9)$ से गुजरता / गुजरती है

(3) बिंदु $(3, 2)$ से गुजरता / गुजरती है

(4) बिंदु $(2, 5)$ से गुजरता / गुजरती है

(5) बिंदु $(8, 3\sqrt{3})$ से गुजरता / गुजरती है

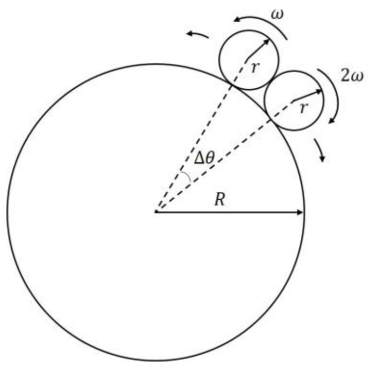
(A)	(P) → (3), (Q) → (4), (R) → (1), (S) → (2)
(B)	(P) → (3), (Q) → (2), (R) → (1), (S) → (5)
(C)	(P) → (3), (Q) → (2), (R) → (4), (S) → (5)
(D)	(P) → (4), (Q) → (1), (R) → (2), (S) → (3)

END OF THE QUESTION PAPER

खंड 1 (अधिकतम अंक : 12)

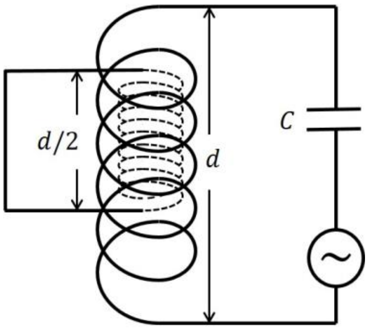
- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक *प्रश्न* के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **केवल एक** विकल्प ही सही उत्तर है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का **मूल्यांकन 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.1 एक R त्रिज्या की बड़ी चकती (disk) की परिधि पर स्थित दो छोटी $r = R/50$ त्रिज्या की चकतियां दर्शाए चित्रानुसार स्थित हैं| प्रारंभ में छोटी चकतियाँ एक दूसरे से इस प्रकार संपर्क में हैं कि उनके केन्द्रों के बीच कोणीय दूरी $\Delta\theta$ है| छोटी चकतियों को बड़ी चकती की परिधि पर बिना फिसले विपरीत दिशाओं में अचर कोणीय वेग ω और 2ω से लुढ़काया जाता है जबकि बड़ी चकती को स्थिर रखा गया है | समय τ , जिस पर छोटी चकतियाँ पुनः संपर्क में आती है, होगा:
[गुरुत्वाकर्षण की उपेक्षा कीजिये एवं $\sin(\Delta\theta) = \Delta\theta$ का प्रयोग कीजिये]



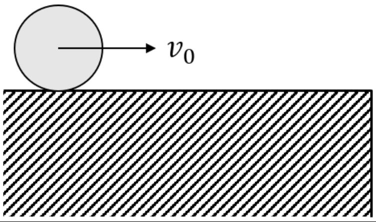
(A)	$\tau = 51 \times \left(2\pi - \frac{4}{51}\right)/\omega$	(B)	$\tau = 51 \times \left(2\pi - \frac{2}{51}\right)/3\omega$
(C)	$\tau = 51 \times \left(2\pi - \frac{4}{51}\right)/3\omega$	(D)	$\tau = 51 \times \left(2\pi - \frac{2}{51}\right)/\omega$

Q.2 एक C धारिता के संधारित्र और एक कुंडली, जिसकी लम्बाई d, अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल S , जहाँ $d^2 \gg S$ है एवं इकाई लम्बाई में फेरों की संख्या N है, से युक्त एक विद्युत् परिपथ पर विचार कीजिये| एक दूसरी कुंडली, जिसकी लम्बाई $d/2$, अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल $S/2$ एवं इकाई लम्बाई में फेरों की संख्या $2N$ है, को पूर्णतया पहली कुंडली के भीतर चित्रानुसार रखा गया है| छोटी कुंडली के सिरों को एक-दूसरे से एक विद्युतरोधी-परत-युक्त (insulated) चालक तार से जोड़ा गया है| बड़ी कुंडली का स्व-प्रेरकत्व L है| अंत-प्रभावों एवं ओमीय (Ohmic) प्रतिरोधों को नगण्य मानते हुए विद्युत् परिपथ की अनुनाद आवृत्ति है:



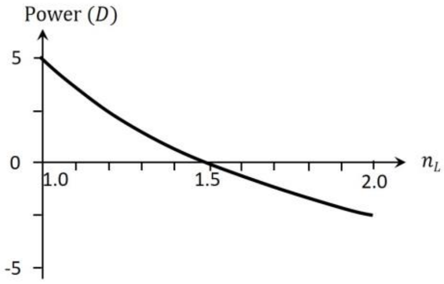
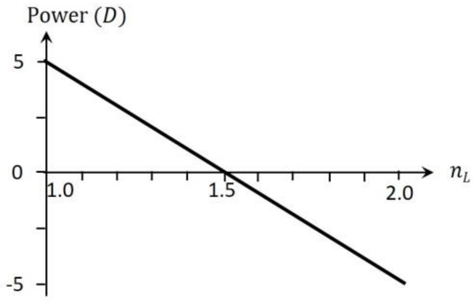
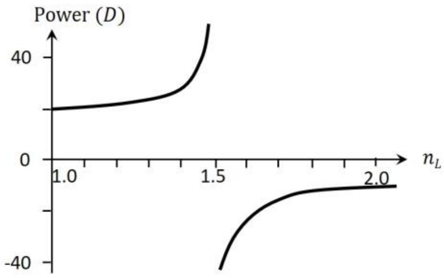
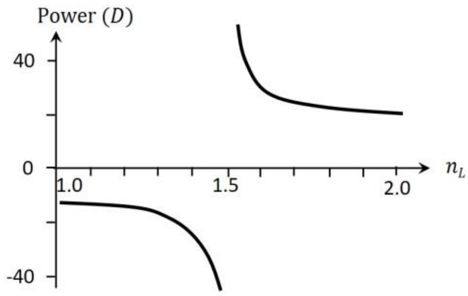
(A)	$\frac{4}{\sqrt{15\,LC}}$	(B)	$\frac{6}{\sqrt{5\,LC}}$	(C)	$\frac{2}{\sqrt{3\,LC}}$	(D)	$\sqrt{\frac{2}{3\,LC}}$

Q.3 एक R त्रिज्या का ठोस बेलन चित्रानुसार एक उर्ध्वाधर किनारे वाले क्षैतिज समतल पर द्रव्यमान-केंद्र की चाल $v_0 = \sqrt{\frac{gR}{3}}$ से बिना फिसले हुए लुढ़क रहा है| यहाँ g गुरुत्वीय त्वरण है| जिस क्षण पर बेलन का, किनारे के परितः घूर्णन के कारण, समतल से संपर्क टूटता है उस क्षण पर बेलन के द्रव्यमान-केंद्र की चाल है:



(A)	0	(B)	$\sqrt{\frac{5gR}{7}}$	(C)	$\sqrt{\frac{gR}{15}}$	(D)	$\sqrt{\frac{3gR}{7}}$

Q.4 एक 1.5 अपवर्तनांक के कांच के बने हुए उभयोत्तल लेंस, जिसके प्रत्येक वक्र-प्रष्ठ की वक्रता-त्रिज्या 20 cm है, को n_L अपवर्तनांक के द्रव में पूरी तरह डुबाया गया है| डायोप्टर (D) इकाई में लेंस की क्षमता (Power) का n_L के साथ परिवर्तन का सही आरेख है:

(A)		(B)	
(C)		(D)	

खंड 2 (अधिकतम अंक : 16)

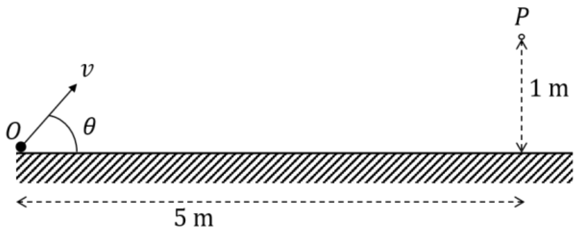
- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं ।
- प्रत्येक *प्रश्न* के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं। इन चार विकल्पों में से **एक या एक से अधिक** विकल्प सही उत्तर है (हैं)।
- प्रत्येक *प्रश्न* के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर (उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए।
- प्रत्येक 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 : -1 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 -1 अंक मिलेंगे।

Q.5 एक हाईड्रोजन परमाणु की कक्षा k में इलेक्ट्रान की चाल, कक्षा-त्रिज्या एवं गतिज उर्जा क्रमशः v_k, r_k एवं K_k से निरुपित हैं| इलेक्ट्रान कक्षा n से इस तरह संक्रमण करता है कि लाइमन श्रेणी के संगत विकिरण उत्सर्जित होता है| यदि h प्लांक स्थिरांक एवं ϵ_0 मुक्त आकाश की विद्युतशीलता है तो निम्न में से सही कथन है/हैं:

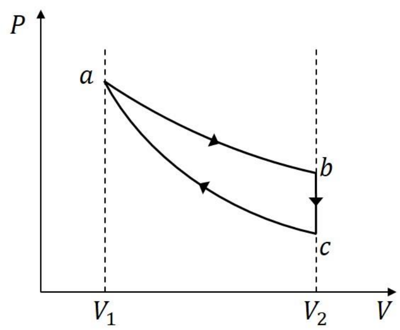
(A)	इलेक्ट्रान की गतिज उर्जा में परिवर्तन के परिमाण को $\frac{h}{4\pi}\left\|\frac{nv_n}{r_n}-\frac{v_1}{r_1}\right\|$ से व्यक्त किया जा सकता है|
(B)	इलेक्ट्रान की दे-ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य में परिवर्तन के परिमाण को $\frac{e^2}{4\epsilon_0}\left\|\frac{1}{K_n}-\frac{1}{K_1}\right\|$ से व्यक्त किया जा सकता है|
(C)	उत्सर्जित विकिरण की आवृत्ति को $\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 h}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_n}\right)$ से व्यक्त किया जा सकता है|
(D)	इलेक्ट्रान की कुल ऊर्जा में परिवर्तन के परिमाण को $\frac{h}{2\pi}\left\|\frac{v_1}{r_1}-\frac{nv_n}{r_n}\right\|$ से व्यक्त किया जा सकता है|

Q.6 एक कण को बिंदु O से क्षैतिज समतल से, चित्रानुसार, θ कोण बनाते हुए v चाल से इस प्रकार प्रक्षेपित किया जाता है कि कण बिंदु P, जिसकी समतल से ऊंचाई $1\ \text{m}$ एवं O से क्षैतिज दूरी $5\ \text{m}$ है, से होकर गुजरता है| यदि गुरुत्वीय त्वरण का मान $g\ \text{ms}^{-2}$ है, तो निम्न में से सही कथन है/हैं:



(A)	यदि $\theta = 45^{o}$, तो $v = \frac{5\sqrt{g}}{2}\ \text{ms}^{-1}$ होगा|
(B)	यदि $\theta = 45^{o}$, तो कण बिंदु P पर पहुँचने से पहले प्रक्षेप्य-पथ की अधिकतम ऊंचाई पर पहुंचेगा|
(C)	यदि $\theta = 30^{o}$, तो कण बिंदु P पर पहुँचने के बाद प्रक्षेप्य-पथ की अधिकतम ऊंचाई पर पहुंचेगा|
(D)	यदि $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{5}\right)$ है, तो $v = 125\sqrt{g}\ \text{ms}^{-1}$ होगा|

Q.7 एक-परमाण्विक आदर्श गैस का एक स्थैतिककल्प (quasi−static) चक्र क्रमशः एक समतापीय प्रक्रम $(\boldsymbol{ab})$, समआयातनिक प्रक्रम $(\boldsymbol{bc})$ एवं रुद्धोष्म प्रक्रम $(\boldsymbol{ca})$ से चित्रानुसार पूरा होता है| $\boldsymbol{a}$ तथा $\boldsymbol{b}$ पर गैस का आयतन क्रमशः V_1 और V_2 है| यदि चक्र की निवेशी (input) ऊष्मा Q_{in} एवं निर्गत (output) ऊष्मा Q_{out} है, तो चक्र की दक्षता $\eta = \frac{Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$ से परिभाषित की जाती है| निम्न में से सही कथन है/हैं:
[दिया है: $\ln 2 \approx 0.7$]



(A)	यदि $V_2/V_1 = 8$, तो $\boldsymbol{bc}$ प्रक्रम में निष्काषित ऊष्मा $\boldsymbol{ab}$ प्रक्रम में अवशोषित ऊष्मा से कम है|
(B)	V_2/V_1 के दिए गए मान के लिए η का मान समतापीय प्रक्रम के तापमान पर निर्भर नहीं करता है|
(C)	यदि $V_2/V_1 = 8$, तो $\boldsymbol{a}$ पर गैस का तापमान $\boldsymbol{c}$ पर गैस के तापमान का 4 गुना है|
(D)	यदि $V_2/V_1 = 8$, तो $\boldsymbol{a}$ पर गैस का दाब $\boldsymbol{b}$ पर गैस के दाब का 4 गुना है|

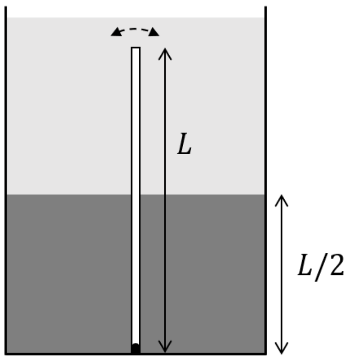
Q.8 निर्वात में चलती हुई एक विद्युतचुम्बकीय तरंग से सम्बद्ध वैद्युत क्षेत्र को $E_0 \sin(3y + 4z + \omega t)\hat{\imath}$ से व्यक्त किया जाता है, जहाँ ω कोणीय आवृत्ति है| इस तरंग से सम्बंधित सही कथन है/हैं
[दिया है: निर्वात में प्रकाश की चाल $c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}]

(A)	तरंग $-\frac{1}{5}(3\hat{\jmath} + 4\hat{k})$ दिशा में चल रही है|
(B)	तरंग सदिश (wave vector) का परिमाण 0.5 m^{-1} है|
(C)	ω का मान 1.5×10^9 rad s^{-1} है|
(D)	तरंग से सम्बद्ध चुम्बकीय क्षेत्र $\frac{E_0}{c}\sin(3y + 4z + \omega t)(4\hat{\jmath} - 3\hat{k})$ है|

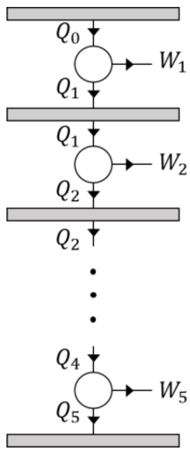
खंड 3 (अधिकतम अंक : 16)

- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **संख्यात्मक मान (NUMERICAL VALUE)** है।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर से सम्बंधित सही संख्यात्मक मान को माउज़ (MOUSE) और ऑन-स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल न्यूमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर प्रविष्ट करें |
- यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान हैं, तो मान को **दो (02)** दशमलव स्थानों तक **समेटें/ शून्यांत (TRUNCATE/ROUND-OFF)** करें ।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का **मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा** :
  पूर्ण अंक : +4 यदि निर्दिष्ट स्थान पर केवल सही संख्यात्मक मान प्रविष्ट किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

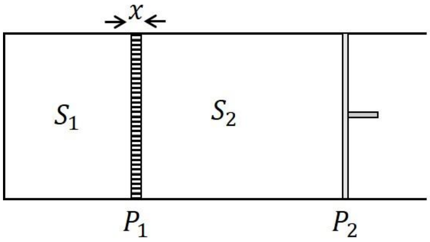
Q.9 एक टैंक घनत्व 6ρ और 2ρ के दो अमिश्रणीय द्रवों से भरा है| अधिक घनत्व का द्रव तली से $L/2$ ऊंचाई तक भरा है| टैंक में ρ घनत्व और L लम्बाई की एक पतली छड़ पूर्णतया डूबी हुई है जिसे टैंक की तली पर इस प्रकार सम्बद्ध किया गया है कि छड़ चित्रानुसार दोलन करने के लिए स्वतंत्र है| यदि छड़ को उसकी साम्यावस्था से अल्प रूप से विचलित किया जाता है तो अल्प दोलन का दोलन काल $\frac{2\pi}{n}\sqrt{\frac{L}{g}}$ है, जहाँ g गुरुत्वीय-त्वरण है| n का मान है:



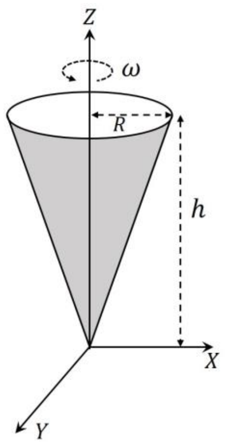
Q.10 समान दक्षता η एवं इकाई समय में समान चक्र पूर्ण करने वाले पांच कार्नो (Carnot) इंजन छः उष्माशयों (heat reservoirs) के मध्य चित्रानुसार संचालित हो रहे हैं| एक इंजन के द्वारा प्रत्येक चक्र में मुक्त की गयी ऊष्मा अगले इंजन द्वारा पूरी तरह अवशोषित कर ली जाती है| यदि पहले इंजन द्वारा प्रति-चक्र अवशोषित ऊष्मा Q_0 है एवं सभी इंजनों के द्वारा प्रति-चक्र किया गया कुल कार्य W है तो इस निकाय की कुल दक्षता $\eta_{\text{net}} = \frac{W}{Q_0} = \frac{211}{243}$ पाई जाती है| η का मान है:



Q.11 एक कुचालक पात्र में एक ऊष्मा-संचालक अचल-विभाजक (P_1) तथा एक ऊष्मा-कुचालक मुक्त-चल (freely movable) पिस्टन (P_2) को चित्रानुसार लगाया गया है| विभाजक P_1 , जिसकी ऊष्मा चालकता K, अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल A और चौड़ाई x है, पात्र को दो भागों S_1 तथा S_2 में विभाजित करता है| प्रत्येक भाग में एक मोल एक-परमाणविक गैस भरी गयी है| पिस्टन P_2 इस प्रकार गति करने के लिए स्वतंत्र है कि भाग S_2 में गैस का दाब सदैव वायुमंडल के दाब के बराबर रहता है| प्रारंभ में दोनों भागों S_1 तथा S_2 के तापमानों का अन्तर ΔT_0 है| तापमानों के अन्तर को $\frac{\Delta T_0}{2}$ होने में nxR/KA समय लगता है, जहाँ R सार्वत्रिक गैस नियतांक है| n का मान है:
[दिया है: $\ln 2 \approx 0.7$]



Q.12 एक R आधार-त्रिज्या एवं h ऊँचाई वाला खोखला लम्ब-वृत्तीय शंकु, जिसका शीर्ष मूल-बिंदु पर है, चित्रानुसार Z-अक्ष के परितः ω कोणीय वेग से घूर्णन कर रहा है| शंकु के वक्र-पृष्ठ पर कुल आवेश Q एक समान रूप से वितरित है| किसी बिंदु $(0,0,z)$, जहाँ $z \gg R$ एवं $z \gg h$ है, पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण $\frac{n\mu_0}{4\pi}\frac{QR^2\omega}{z^3}$ है| n का मान है:



खंड 4 (अधिकतम अंक : 16)

- इस खंड में **चार (04)** सूची-सुमेलन (Matching List) सेट्स (sets) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन सेट में **एक (01)** एकाधिक विकल्प प्रश्न (Multiple Choice Question) है।
- 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 : +4 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|

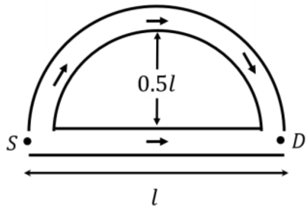
Q.13 **List-I** में सीधी एवं अर्ध-वृत्ताकार पतली वायु-युक्त नलिकाओं से बनी चार संरचनाएं दर्शायी गयी हैं| इन संरचनाओं में बिंदु S पर $\lambda = 0.29$ m तरंग-दैर्ध्य का एक ध्वनि स्रोत एवं बिंदु D पर एक ध्वनि-संसूचक रखा गया है| ध्वनि, बिंदु S से बिंदु D तक केवल नलिकाओं से होकर पहुँचती है| **List-II** में l के उस न्यूनतम संभव मान को रखा गया है जिसके लिए संसूचक प्रत्येक संरचना में ध्वनि की अधिकतम तीव्रता संसूचित करता है| तीक्ष्ण किनारों के प्रभाव की उपेक्षा कीजिये|

[दिया गया है: $\cos 15° = 0.97$]

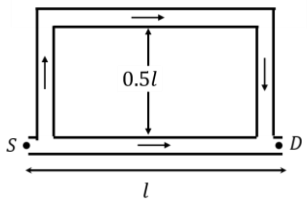
List-I एवं **List-II** की प्रविष्टियों के निकटतम सही मिलान को दिखाने वाले विकल्प को चुनिए|

List-I

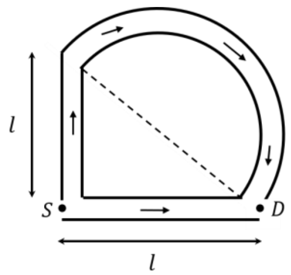
(P)



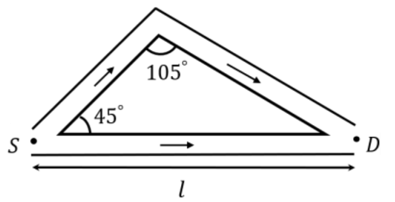
(Q)



(R)



(S)



List-II

(1) 1.32 m

(2) 1.19 m

(3) 0.51 m

(4) 0.29 m

(5) 0.13 m

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

Q.14 **List-I** में चार प्रकाशीय घटनाएँ उल्लिखित हैं| **List-II** में इन प्रकाशीय घटनाओं को समझाने के लिए आवश्यक भौतिकीय प्रभाव दिए गए हैं|
List-I एवं **List-II** की प्रविष्टियों के सही मिलान को दिखाने वाले विकल्प को चुनिए|

List-I	**List-II**
(P) उत्तर-ध्रुवीय क्षेत्र में रंगीन आकाश (उत्तर ध्रुवीय ज्योति)	(1) वर्ण-विक्षेपण एवं परावर्तन
(Q) सूर्य के प्रकाश का आंशिक ध्रुवण	(2) पूर्ण आतंरिक परावर्तन
(R) इन्द्रधनुष	(3) विवर्तन
(S) अदीप्त एवं दीप्त फ्रिंजें	(4) वायुमंडल के अणुओं द्वारा प्रकाश का प्रकीर्णन
	(5) आवेशित कणों द्वारा उत्तेजित ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन परमाणुओं से विकिरण का उत्सर्जन

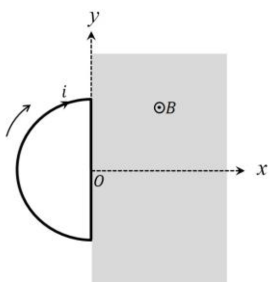
(A)	P→5, Q→4, R→1, S→3	(B)	P→4, Q→2, R→1, S→3
(C)	P→4, Q→1, R→2, S→3	(D)	P→5, Q→4, R→1, S→2

Q.15 **List-I** में XY तल में स्थित 4 चालक लूप चित्र द्वारा दर्शाए गए हैं| सभी लूप बिंदु O से होकर जाने वाली Z अक्ष के परितः T आवर्तकाल से दक्षिणावर्त (clockwise) घूम रहे हैं| क्षेत्र $x > 0$ में $+z$ दिशा में एक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र B लगाया गया है| **List-II** में इन लूपों में चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा प्रेरित विद्युत् धारा $i(t)$ को गुणात्मक रूप से दिखाया गया है|

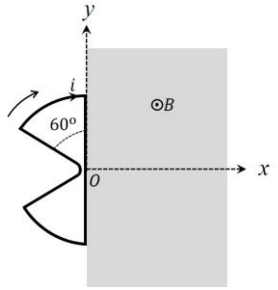
List-I एवं **List-II** की प्रविष्टियों के सही मिलान को दिखाने वाले विकल्प को चुनिए|

List-I

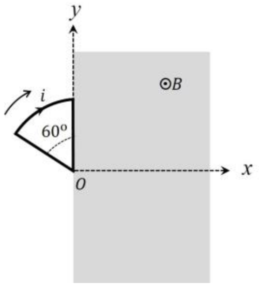
(P)



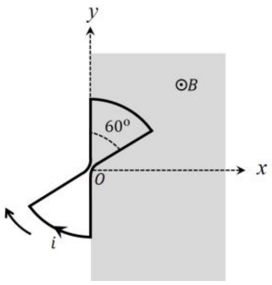
(Q)



(R)

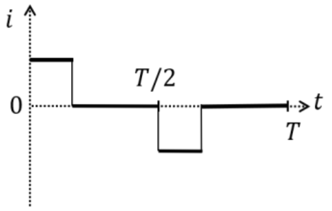


(S)

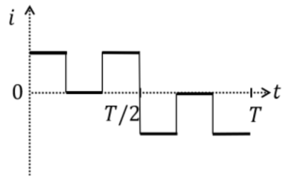


List-II

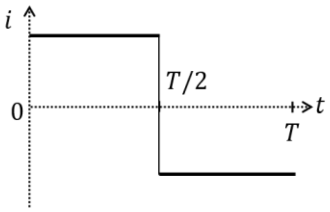
(1)



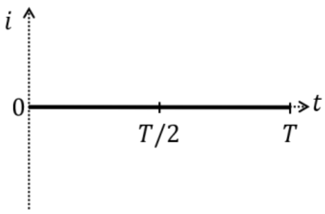
(2)



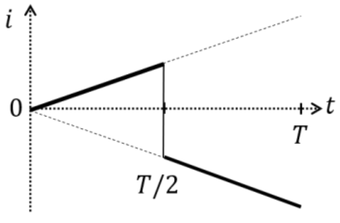
(3)



(4)

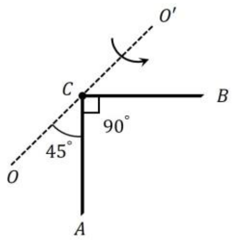
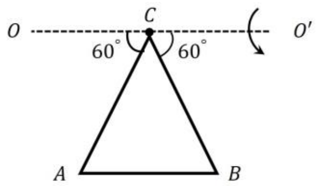
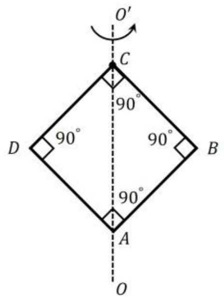
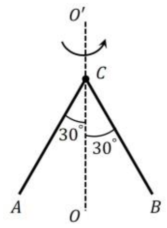


(5)



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

Q.16 **List-I** में m द्रव्यमान एवं l लंबाई की एकसमान ठोस छड़ों से बनी हुई चार समतल संरचनाएं दर्शायी गयीं हैं| **List-II** में इन संरचनाओं के अक्ष OCO', जो कि संरचना के तल में है, के परितः संभावित जड़त्व-आघूर्ण दिए गए हैं| **List-I** एवं **List-II** की प्रविष्टियों के सही मिलान को दिखाने वाले विकल्प को चुनिए |

List-I	**List-II**
(P) 	(1) $\frac{5}{4}ml^2$
(Q) 	(2) $\frac{1}{6}ml^2$
(R) 	(3) $\frac{1}{12}ml^2$
(S) 	(4) $\frac{2}{3}ml^2$
	(5) $\frac{1}{3}ml^2$

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

END OF THE QUESTION PAPER

खंड 1 (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) |

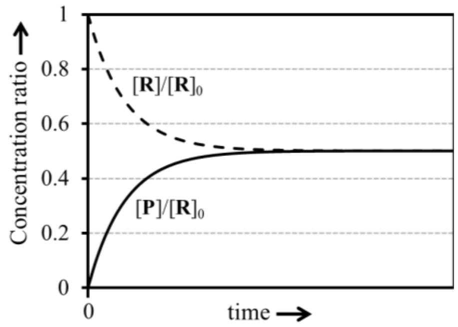
  ऋण अंक : −1 अन्य सभी परिस्थितियों में

Q.1 एक आदर्श गैस (0.5 मोल), जो आरम्भ में 2 bar दाब पर है, को 600 K स्थिर तापमान पर दो चरणों में संपीडित (compressed) किया जाता है – पहले एक स्थिर बाह्य दाब P bar ($2 < P < 8$) के विरुद्ध, और फिर स्थिर बाह्य दाब 8 bar के विरुद्ध| प्रत्येक चरण में गैस का दाब जब बाह्य दाब के बराबर हो जाता है, तब ही संपीडन को रोका जाता है| इन चरणों में गैस पर किया गया कुल कार्य W है| P ($2 < P < 8$) के सभी संभव मान पर विचार करते हुए एवं गैस नियतांक (gas constant) को R (J K^{-1} mol^{-1} में) लेते हुए, $|W|$ का न्यूनतम मान (J में) है

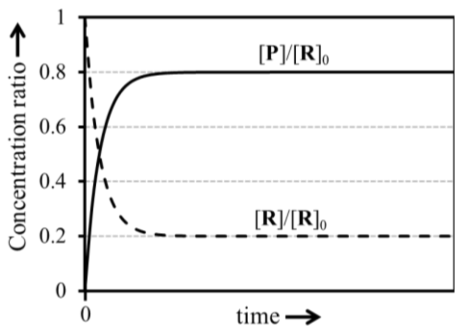
(A)	$207R$	(B)	$600R$	(C)	$630R$	(D)	$900R$

Q.2 एक उत्क्रमणीय (reversible) अभिक्रिया $\mathbf{R} \rightleftharpoons \mathbf{P}$ के लिये, स्थिर (constant) ताप पर, अग्रगामी और पश्चगामी अभिक्रियाऐं दोनों प्रथम कोटि की मूलभूत (elementary) अभिक्रियाऐं हैं, जिनके वेग स्थिरांक (rate constants) क्रमशः k_f और k_b हैं| शून्य समय पर, **R** की सान्द्रता (concentration) $[\mathbf{R}]_0$ है तथा **P** की सान्द्रता शून्य है| किसी दिये समय पर, **R** और **P** की सान्द्रताऐं क्रमशः [**R**] और [**P**] हैं| यदि $k_b = 4k_f$ है, इस अभिक्रिया का सही आलेखी निरूपण (graphical representation) है

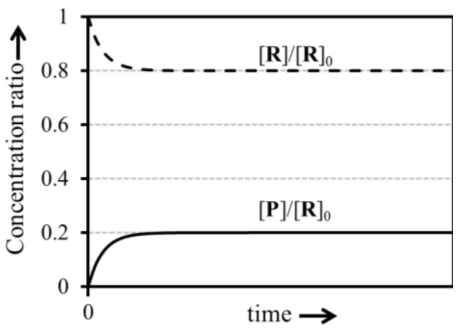
(A)



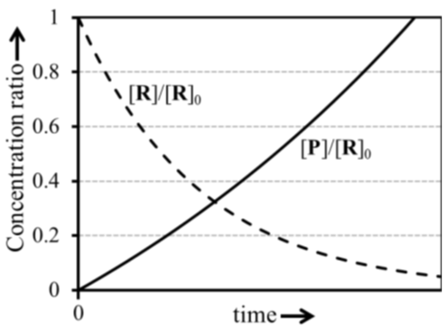
(B)



(C)



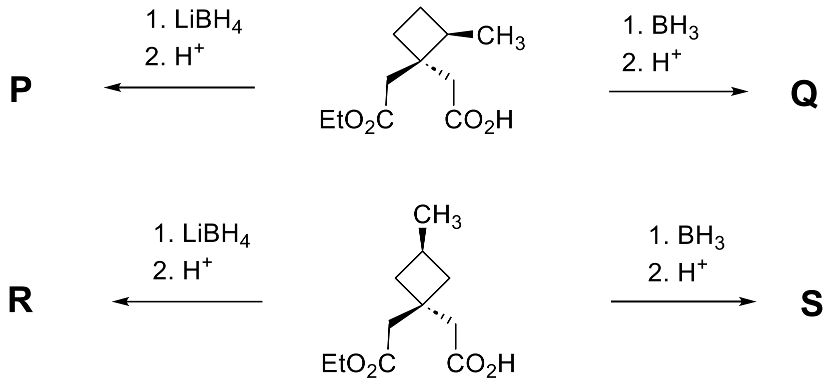
(D)



Q.3 दिये हुए स्पीशीज़ के द्विध्रुव आघूर्णों (dipole moments) का सही क्रम है

(A)	$BF_3 = NH_4^+ < NF_3 < NH_3$
(B)	$BF_3 < NH_4^+ < NF_3 < NH_3$
(C)	$NH_4^+ < BF_3 < NH_3 < NF_3$
(D)	$BF_3 < NH_4^+ < NH_3 < NF_3$

Q.4 मानते हुए कि $LiBH_4$ एस्टर समूह को संगत ऐल्कोहॉल में अपचयन (reduce) करता है तथा कार्बोक्सिलिक अम्ल समूह का अपचयन नहीं करता है, प्रमुख उत्पादों **P**, **Q**, **R** तथा **S** के बारे में उचित कथन है



(A)	**P** और **Q** समान हैं, तथा **R** और **S** डायास्टीरियोमर (diastereomers) हैं|
(B)	**P** और **Q** डायास्टीरियोमर (diastereomers) हैं, तथा **R** और **S** समान हैं|
(C)	**P** और **Q** डायास्टीरियोमर (diastereomers) हैं, तथा **R** और **S** डायास्टीरियोमर (diastereomers) हैं|
(D)	**P** और **Q** समान हैं, तथा **R** और **S** समान हैं|

खंड 2 (अधिकतम अंक : 16)

- 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 **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 : −1 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 −1 अंक मिलेंगे |

Q.5 हाइड्रोजन परमाणु के 2s और 2p कक्षकों की उर्जा क्रमशः E_{2s}(H) और E_{2p}(H) है| लीथियम परमाणु के 2s और 2p कक्षकों की उर्जा क्रमशः E_{2s}(Li) और E_{2p}(Li) है| कक्षक उर्जाओं (orbital energies) के सन्दर्भ में सही विकल्प है(हैं)

(A)	$E_{2s}(\text{Li}) < E_{2p}(\text{Li})$
(B)	$E_{2s}(\text{H}) = E_{2p}(\text{H})$
(C)	$E_{2p}(\text{H}) < E_{2s}(\text{Li})$
(D)	$E_{2s}(\text{H}) > E_{2s}(\text{Li})$

Q.6 यौगिकों **X**, **Y** तथा **Z** के बारे में उचित कथन है(हैं)

$$MnO_2 + \text{Conc. HCl} \longrightarrow MnCl_2 + \underset{\text{(greenish yellow gas)}}{\mathbf{X}} + H_2O$$

$$NH_3 + \underset{\text{(excess)}}{\mathbf{X}} \longrightarrow \mathbf{Y} + HCl$$

$$\mathbf{X} + \underset{\text{(excess)}}{F_2} \xrightarrow{573\text{ K}} \mathbf{Z}$$

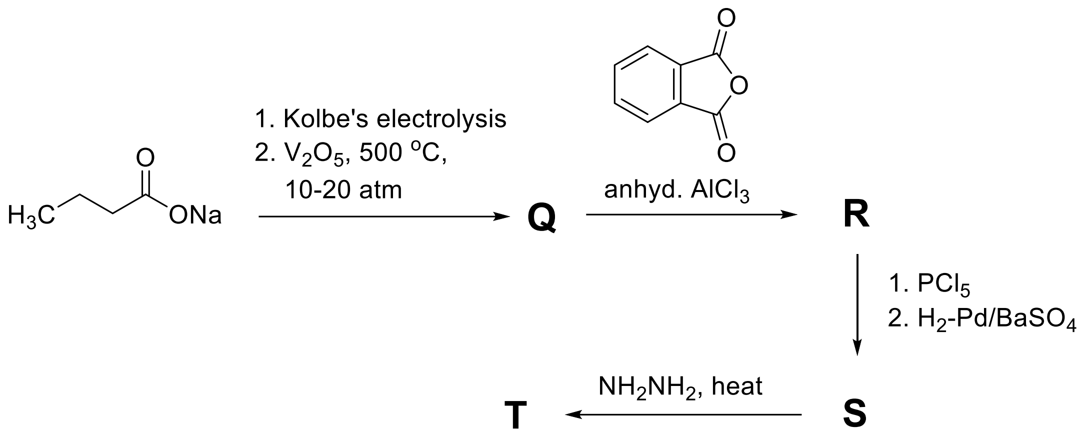
(Conc.: सांद्र; Greenish yellow gas: हरित पीली गैस; Excess: आधिक्य)

(A)	**X** पीने के पानी को निर्जर्म (sterilize) करने में उपयोग होता है|
(B)	**Y** एक समतली संरचना (planar structure) रखता है|
(C)	^{235}U के संवर्धन (enrichment) में **Z** का उपयोग होता है|
(D)	**Y** अमोनिया से अधिक प्रबल लूइस क्षारक (Lewis base) है|

Q.7 ऑक्सीजन (O_2) गैस के साथ PtF_6 की अभिक्रिया से एक आयनिक यौगिक, $\mathbf{X}^+\mathbf{Y}^-$ निर्मित होता है| सही कथन है(हैं)

(A)	$\mathbf{X}^+$ की आबंध कोटि (bond order) 1.5 है|
(B)	$\mathbf{X}^+\mathbf{Y}^-$ में धातु आयन के संयोजक *d*-कक्षकों में 5 इलेक्ट्रॉन हैं|
(C)	इस अभिक्रिया में PtF_6 एक ऑक्सीकारक (oxidant) का काम करता है|
(D)	इस अभिक्रिया में PtF_6 एक फ़्लुओरीनीकरण (fluorinating) कर्मक का काम करता है|

Q.8 निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में, **Q**, **R**, **S** तथा **T** प्रमुख उत्पाद हैं|



(Kolbe's electrolysis: कोल्बे विद्युत-अपघटन; anhyd.: निर्जल; heat: ताप)

Q, **R**, **S** तथा **T** के लिए सही कथन है(हैं)

(A)	**S** को अमोनिकल (ammoniacal) $AgNO_3$ के साथ गर्म करने पर सिल्वर दर्पण (silver mirror) मिलता है|
(B)	**Q** को Cl_2(आधिक्य)/UV से उपचारित करने से गैमेक्सीन (gammaxane) मिलता है|
(C)	**T** एक हेटरोसाइकलिक (heterocyclic) यौगिक है|
(D)	**R** अम्ल उत्प्रेरित (acid catalyzed) अंतराआणविक चक्रीकरण (intramolecular cyclization) के उपरांत Zn-Hg/HCl से उपचारित करने पर 9,10-डाइहाइड्राक्सीएंथ्रासीन (9,10-dihydroxyanthracene) देता है|

खंड 3 (अधिकतम अंक : 16)

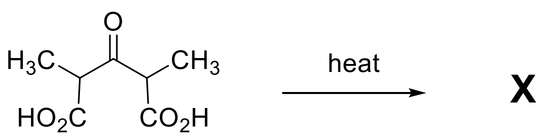
- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **संख्यात्मक मान (NUMERICAL VALUE)** है।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर से सम्बंधित सही संख्यात्मक मान को माउज़ (MOUSE) और ऑन-स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल न्यूमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर प्रविष्ट करें।
- यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान हैं, तो मान को **दो (02)** दशमलव स्थानों तक **समेटें/ शून्यांत (TRUNCATE/ROUND-OFF)** करें ।
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का **मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा** :
  पूर्ण अंक : +4 यदि निर्दिष्ट स्थान पर केवल सही संख्यात्मक मान प्रविष्ट किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

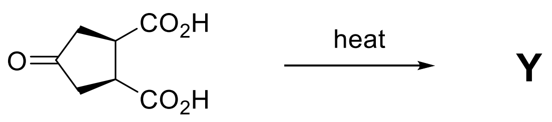
Q.9 दो सिलिंडरों को, जो दोनों घर्षणहीन पिस्टन से सन्नहित (fitted) हैं, He और Ar गैस के मिश्रणों से भरा गया है| प्रथम सिलिंडर में He और Ar के द्रव्यमान क्रमशः m_1 और m_2 हैं| द्वितीय सिलिंडर में He और Ar के द्रव्यमान क्रमशः m_2 और m_1 हैं| Ar का मोलर द्रव्यमान He के मोलर द्रव्यमान का 10 गुणा है| समान तापमान पर, गैसों के मिश्रणों का आयतन दोनों सिलिंडरों में बराबर रखने के लिये, प्रथम सिलिंडर के पिस्टन द्वारा प्रयुक्त दाब दूसरे सिलिंडर के पिस्टन द्वारा प्रयुक्त दाब का 5 गुणा होना चाहिए| मानते हुए कि He और Ar आदर्श गैस की तरह व्यवहार करती हैं, (m_1/m_2) का मान ____ है|

Q.10 सूत्र $K[M(NCS)(NO_2)(gly)]$ वाले वर्ग समतली संकुल (square planar complex) के लिये सभी संभावित समावयवों की कुल संख्या ____ है|

(M = धातु आयन और gly = $NH_2CH_2COO^-$)

Q.11 निम्नलिखित अभिक्रियाओं के प्रमुख उत्पादों **X** और **Y** में उपस्थित कार्बोनिल समूहों (>C=O) की कुल संख्या का योग ____ है|





(heat: ताप)

Q.12 ब्युटा-1,3-डाइआइन (buta-1,3-diyne) को $NaNH_2$ [2 तुल्य (equivalents)] से उपचारित करने के बाद *trans*-CH_3-CH=CH-CH_2-Br के आधिक्य से अभिक्रिया करने पर प्रमुख उत्पाद **X** बनता है| **X** में सह-रैखिक (collinear) (एक सीधी रेखा में) कार्बन परमाणुओं की अधिकतम संख्या ____ है|

खंड 4 (अधिकतम अंक : 16)

- इस खंड में **चार (04)** सूची-सुमेलन (Matching List) सेट्स (sets) हैं।
- प्रत्येक सूची-सुमेलन सेट में **एक (01)** एकाधिक विकल्प प्रश्न (Multiple Choice Question) है।
- 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 : $+4$ 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.13 **सूची-I** में विभिन्न भौतिक/रासायनिक उपक्रम हैं, तथा **सूची-II** में एन्थैल्पी (enthalpy) परिवर्तन (ΔH) और एन्ट्रॉपी (entropy) परिवर्तन (ΔS) के संयोजन हैं| **सूची-I** की प्रत्येक प्रविष्टि को **सूची-II** में दी गयी उपयुक्त प्रविष्टि के साथ सुमेल करें, तथा सही विकल्प का चयन करें|

सूची-I	**सूची-II**
(P) भौतिक अधिशोषण (physisorption)	(1) $\Delta H > 0$ तथा $\Delta S > 0$
(Q) हीरा (diamond) $\longrightarrow$ ग्रेफाइट	(2) $\Delta H < 0$ तथा $\Delta S < 0$
(R) प्रोटीन का विकृतीकरण (denaturation)	(3) $\Delta H < 0$ तथा $\Delta S = 0$
(S) प्रोपीन $\longrightarrow$ साइक्लोप्रोपेन	(4) $\Delta H > 0$ तथा $\Delta S < 0$
	(5) $\Delta H < 0$ तथा $\Delta S > 0$

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

Q.14 निम्नलिखित स्पीशीज पर ध्यान दें:

$SOCl_2$, $XeOF_4$, ClF_3, ClF_5, XeF_5^+, SO_3^{2-}, XeF_3^+, SF_4

सूची-I में विभिन्न आणविक आकृतियां हैं तथा **सूची-II** में दी गयी स्पीशीज में से एक जैसी आणविक आकृतियों वाली स्पीशीज की कुल संख्या है| **सूची-I** की प्रत्येक प्रविष्टि को **सूची-II** में दी गयी उपयुक्त प्रविष्टि के साथ सुमेल करें तथा सही विकल्प का चयन करें|

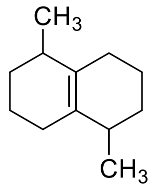
सूची-I	**सूची-II**
(P) ढेंकुली (See-saw)	(1) एक
(Q) T-आकृति (T-Shaped)	(2) दो
(R) त्रिकोणीय समतली (Trigonal Planar)	(3) तीन
(S) वर्ग-पिरामिडी (Square Pyramidal)	(4) चार
	(5) शून्य

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

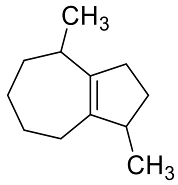
Q.15 **सूची-II** में दिये गये उत्पाद **सूची-I** के यौगिकों की O_3/Zn-H_2O से अभिक्रिया के बाद जलीय NaOH की उपस्थिति में चक्रीकरण [अधिक स्थायी ईनॉलेट (enolate) के द्वारा], से उत्पन्न होते हैं| **सूची-I** की प्रत्येक प्रविष्टि को **सूची-II** में दी गयी उपयुक्त प्रविष्टि के साथ सुमेल करें तथा सही विकल्प का चयन करें|

सूची-I

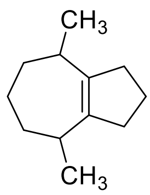
(P)



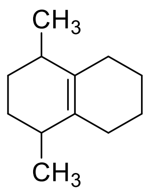
(Q)



(R)

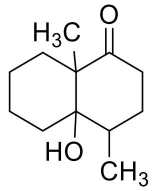


(S)

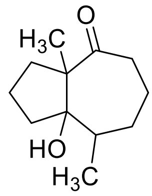


सूची-II

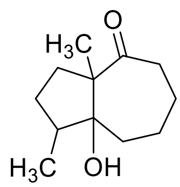
(1)



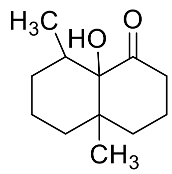
(2)



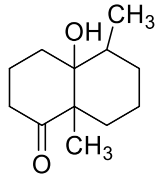
(3)



(4)



(5)

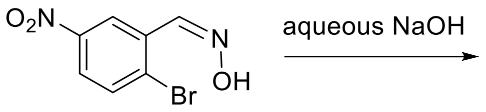


(A)	P ⟶ 2; Q ⟶ 4; R ⟶ 1; S ⟶ 3
(B)	P ⟶ 3; Q ⟶ 4; R ⟶ 5; S ⟶ 2
(C)	P ⟶ 2; Q ⟶ 1; R ⟶ 5; S ⟶ 3
(D)	P ⟶ 3; Q ⟶ 5; R ⟶ 4; S ⟶ 2

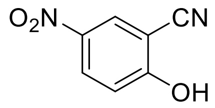
Q.16 **सूची-I** में दी गयी अभिक्रियाओं में उत्पन्न हुए मुख्य उत्पादों को **सूची-II** के अनुरूप (corresponding) संरचनाओं से सुमेल करें तथा सही विकल्प का चयन करें|

सूची-I **सूची-II**

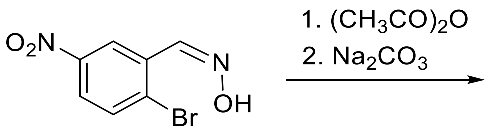
(P)



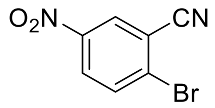
(1)



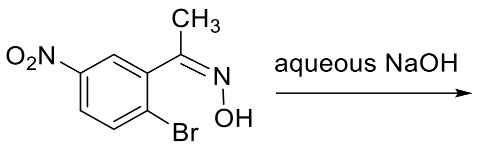
(Q)



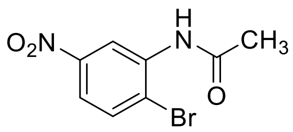
(2)



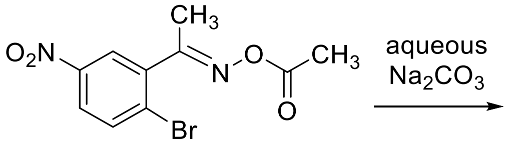
(R)



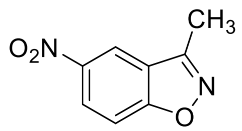
(3)



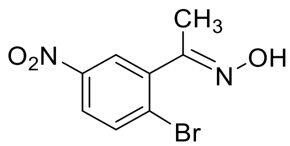
(S)



(4)



(5)



(aqueous: जलीय)

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

END OF THE QUESTION PAPER