JEE ADVANCED

ANSWER KEY

2021

CHEMISTRY

Paper-2

QUESTION WITH SOLUTION

SECTION – A

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

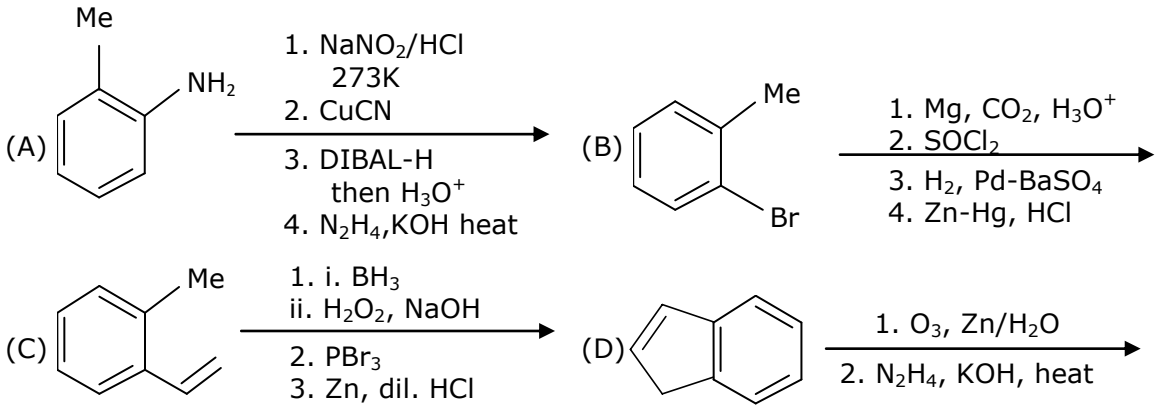
Full Marks	: +4 If only (all) the correct option(s) is(are) chosen;
Partial Marks	: +3 If all the four options are correct but ONLY three options are chosen;
Partial Marks	: +2 If three or more options are correct but ONLY two options are chosen, both of which are correct;
Partial Marks	: +1 If two or more options are correct but ONLY one option is chosen and it is a correct option;
Zero Marks	: 0 If unanswered;
Negative Marks	: −2 In all other cases.

- For example, in a question, if (A), (B) and (D) are the ONLY three options corresponding to correct answers, then
  choosing ONLY (A), (B) and (D) will get +4 marks;
  choosing ONLY (A) and (B) will get +2 marks;
  choosing ONLY (A) and (D) will get +2marks;
  choosing ONLY (B) and (D) will get +2 marks;
  choosing ONLY (A) will get +1 mark;
  choosing ONLY (B) will get +1 mark;
  choosing ONLY (D) will get +1 mark;
  choosing no option(s) (i.e. the question is unanswered) will get 0 marks and
  choosing any other option(s) will get −2 marks.

SECTION - 1

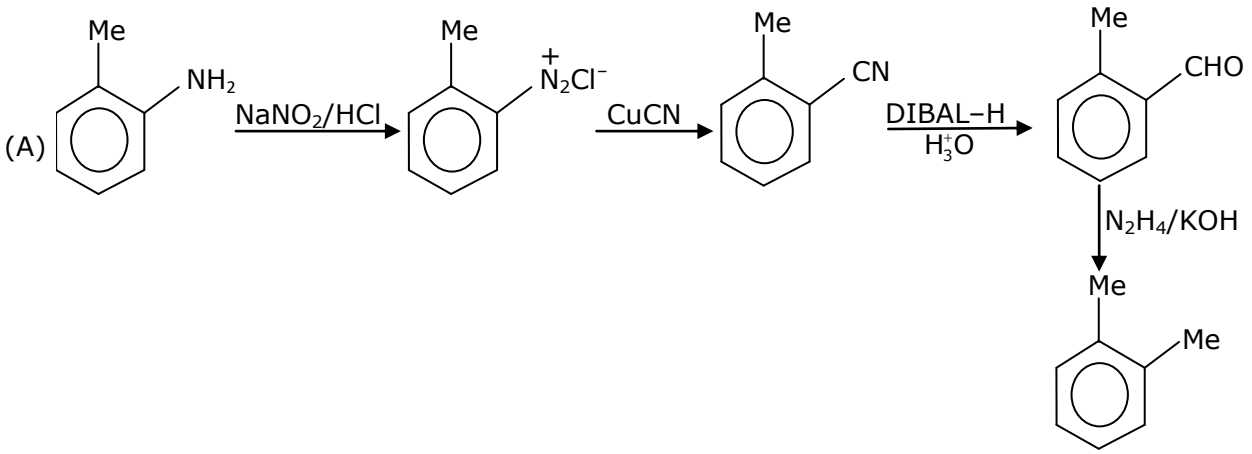
QID: **521157** **Aromatic**

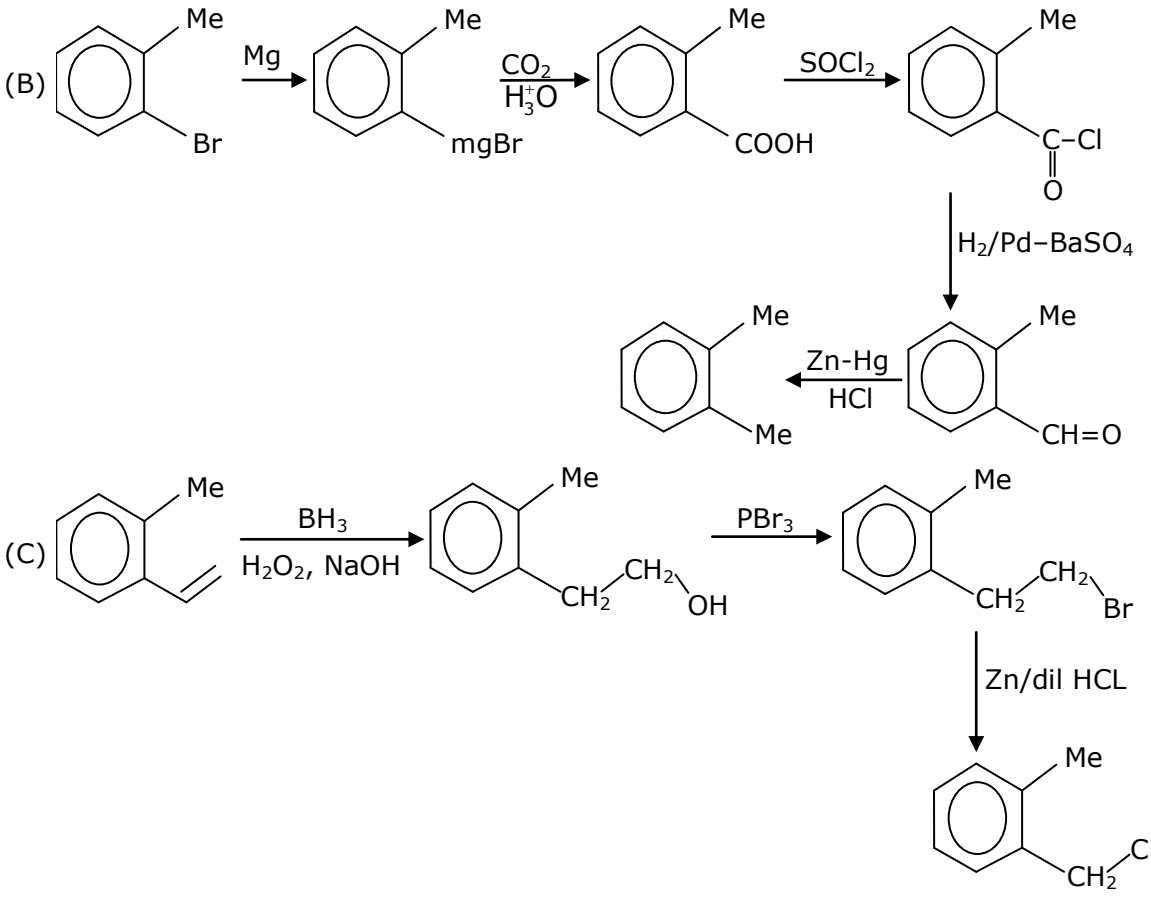
1. The reaction sequence(s) that would lead to*o*-xy leneas the major product is(are)
कौनसे अभिक्रिया/अनुक्रमों के परिणामस्वरूप मुख्य उत्पाद के रूप में *o*-जाइलीन प्राप्त होता है/है ?

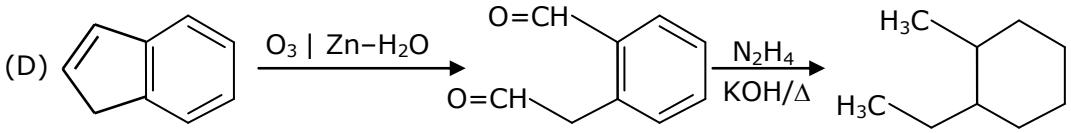


Ans. AB

Sol. (A)

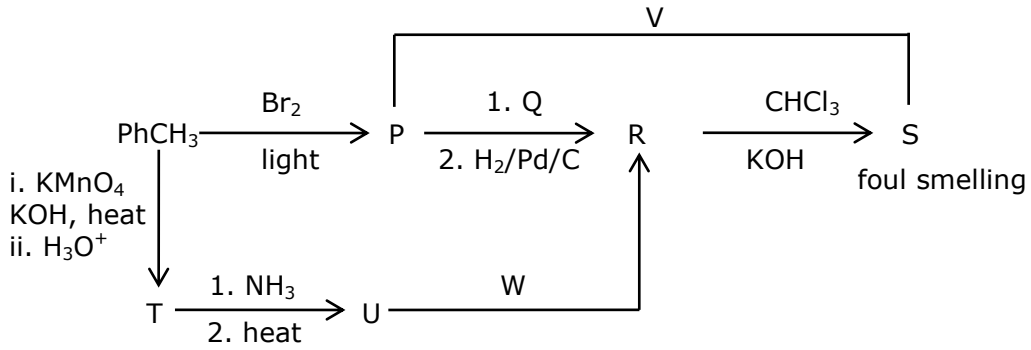






QID: **521164** **Amine**

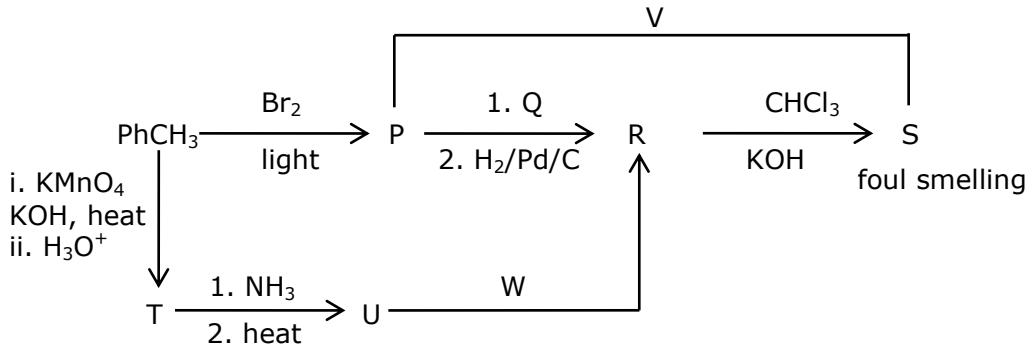
2. Correct option(s) for the following sequence of reactions is (are)



(A) Q= KNO_2, W = $LiAlH_4$ (B) R = benzenamine,**V**=KCN

(C) **Q**=$AgNO_2$,**R**=phenylmethanamine (D) W = $LiAlH_4$, V = AgCN

निम्न अभिक्रियाओं के अनुक्रम के लिए सही विकल्प है/हैं

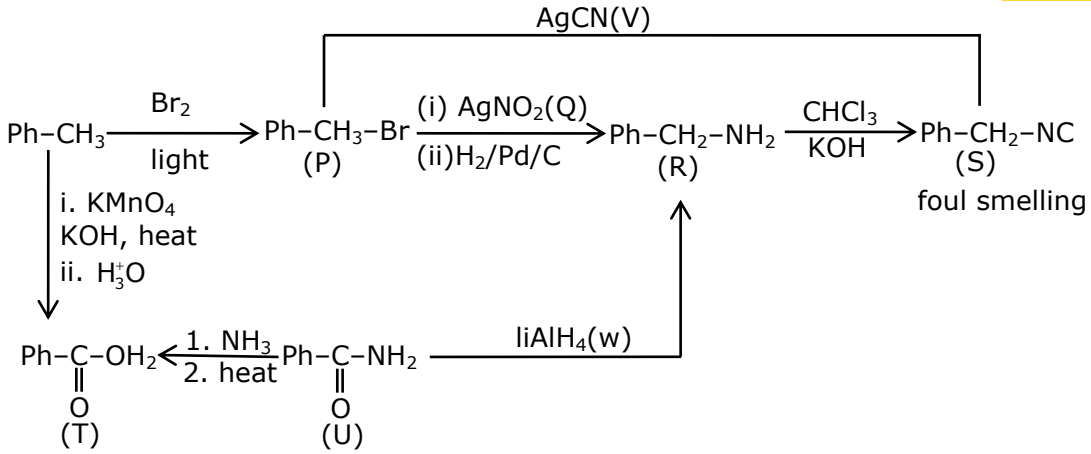


(A) Q= KNO_2, W = $LiAlH_4$ (B) R = बेंजिनएमीन,**V**=KCN

(C) **Q**=$AgNO_2$,**R**=फेनिलमेथैनएमीन (D) W = $LiAlH_4$, V = AgCN

Ans. CD

Sol.



P	:	$Ph-CH_2-Br$	T	:	$PH-C(=O)-OH$
Q	:	$AgNO_2$	U	:	$Ph-C(=O)-NH_2$
R	:	$Ph-CH_2-NH_2$	V	:	AgCN
S	:	$Ph-CH_2NC$	W	:	$LiAlH_4$

QID: **521174** **Chemical Kinetic**

3. For the following reaction

$2X + Y \xrightarrow{k} P$

The rate of reaction is $\frac{d[P]}{dt} k[\mathbf{X}]$.Two moles of **X** are mixed with one mole of **Y** to make 1.0L of solution. At 50s, 0.5 mole of **Y** is left in the reaction mixture.The correct statement(s) about the reaction is(are)

(Use:ln2= 0.693)

(A) The rate constant, k, of the reaction is $13.86\times10^{-4}s^{-1}$

(B) Half-life of X is 50 s.

(C) At 50s, $-\frac{d[X]}{dt} = 13.86\times10^{-3}molL^{-1}s^{-1}$

(D) At 100 s, $-\frac{d[Y]}{dt} = 3.46\times10^{-3}molL^{-1}s^{-1}$.

निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए

$2X + Y \xrightarrow{k} P$

अभिक्रिया का वेग $\frac{d[P]}{dt} k[\mathbf{X}]$ है। दो मोल **X** तथा एक मोल **Y** को मिलाकर 1.0 L विलयन बनाया जाता है। 50s पर अभिक्रिया मिश्रण में 0.5 मोल **Y** शेष रहता है। अभिक्रिया के सन्दर्भ में सही कथन है/हैं (ln 2= 0.693 का उपयोग कीजिए)

(A) अभिक्रिया का वेग नियतांक k = $13.86\times10^{-4}s^{-1}$

(B) X की अर्द्ध आयु 50 s है

(C) 50s पर $-\frac{d[X]}{dt} = 13.86 \times 10^{-3} mol L^{-1} s^{-1}$

(D) 100 s, $-\frac{d[Y]}{dt} = 3.46 \times 10^{-3} mol L^{-1} s^{-1}$.

Ans. **BCD**

Sol.

$2X + Y \xrightarrow{k} P$ $\qquad -\frac{1}{2}\frac{dX}{dt} = \frac{-dY}{dt} = \frac{dP}{dt} = k[X]$

2 1

1 0.5 $\qquad \frac{-dX}{dt} = 2[X] = kd[X]$

$t_{1/2}(A) = 50s = \frac{0.693}{k_d} \Rightarrow k_d = \frac{0.693}{50}$

$kd = 1.386 \times 10^{-2}$

$\frac{dX}{dt} = 1.386 \times 10^{-2} \times [X]$ $\qquad [X] = \frac{1}{1} = 1$

$= 1.386 \times 10^{-2}$

at 100 sec $\Rightarrow t_{3/4} = 100\,sec$

$[X] = \frac{Ao}{2^2} = \frac{2}{4} = 0.5$

$\frac{dY}{dt} = k \times [X] = \frac{1.386}{2} \times 0.5 = 3.46 \times 10^{-2}$

QID: **521192** **Electrochemistry**

4. Some standard electrode potentials at 298 K are given below:

Pb^{2+} / Pb $\quad -0.13\,V$

Ni^{2+} / Ni $\quad -0.24\,V$

Cd^{2+} / Cd $\quad -0.40\,V$

Fe^{2+} / Fe $\quad -0.44\,V$

To a solution containing 0.001 M of X^{2+} and 0.1 M of Y^{2+}, the metal rods X and Y are inserted (at 298 K) and connected by a conducting wire. This resulted in dissolution of X. The correct combination(s) of X and Y, respectively, is (are)
(Given: Gas constant, R = 8.134 J $K^{-1}mol^{-1}$,
Faraday constant, F = 96500 C mol^{-1})
(A) Cd and Ni (B) Cd and Fe (C) Ni and Pb (D) Ni and Fe
नीचे 298 K पर कुछ मानक इलेक्ट्रॉड विभव दिये गये हैं

Pb^{2+} / Pb $\quad -0.13\,V$

Ni^{2+} / Ni $\quad -0.24\,V$

Cd^{2+} / Cd $\quad -0.40\,V$

Fe^{2+} / Fe $\quad -0.44\,V$

0.001 M of X^{2+} तथा 0.1 M of Y^{2+} युक्त विलयन में धातु की छड X तथा Y को प्रविष्ट कराया जाता है (298 K पर) तथा इसे चालक तार द्वारा संयोजित किया जाता है। इसके परिणामस्वरूप X का विघटन होता है। X तथा Y के सही संयोजन क्रमश: है/है

(दिया है : गैस नियतांक, R = 8.134 J $K^{-1}mol^{-1}$, फैराडे नियतांक, F = 96500 C mol^{-1})

(A) Cd तथा Ni (B) Cd तथा Fe (C) Ni तथा Pb (D) Ni तथा Fe

Ans. **ABC**

Sol. $Pb^{+2} + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$ $E^o = -0.13v$

$$\begin{bmatrix} Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni(s) & E^o = -0.24V \\ Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd(s) & E^0 = -0.4V \end{bmatrix}$$

$Fe^{+2} + 2e^- \longrightarrow Fe(s)$ $E^o = -0.44v$

$$E = E^o - \frac{0.0591}{2}\log Q$$

$$-0.4 = -0.24 - \frac{0.0591}{2}\log Q$$

QID: **521218** **Coordination**

5. The pair (s) of complexes wherein both exhibit tetrahedral geometry is (are)
(Note: py = pyridine
Given: Atomic numbers of Fe, Co, Ni and Cu are 26, 27, 28 and 29, respectively)

(A) $[FeCl_4]^-$ and $[Fe(CO)_4]^{2-}$ (B) $[CO(CO)_4]^-$ and $[COCl_4]^{2-}$

(C) $[Ni(CO)_4]$ and $[Ni(CN)_4]^{2-}$ (D) $[Cu(py)_4]^+$ and $[Cu(CN)_4]^{3-}$

संकुलो का युग्म जिसमें दोनों चतुष्फलकीय ज्यामिति प्रदर्शित करते हैं (हैं), हैं
(नोट: py = पायरिडीन
दिया: Fe, Co, Ni तथा Cu की परमाणु संख्या क्रमश: 26, 27, 28 तथा 29)

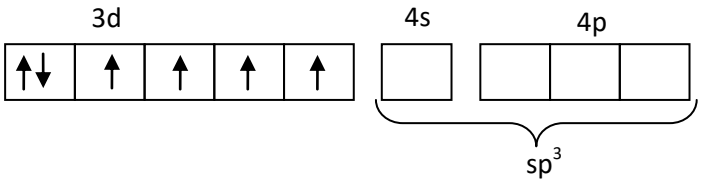
(A) $[FeCl_4]^-$ and $[Fe(CO)_4]^{2-}$ (B) $[CO(CO)_4]^-$ and $[COCl_4]^{2-}$

(C) $[Ni(CO)_4]$ and $[Ni(CN)_4]^{2-}$ (D) $[Cu(py)_4]^+$ and $[Cu(CN)_4]^{3-}$

Ans. **A, B, D**

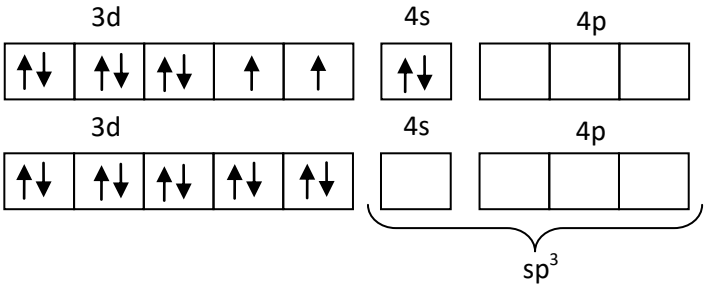
(1) $(FeCl_4)^- \longrightarrow$

Fe^{+3} =

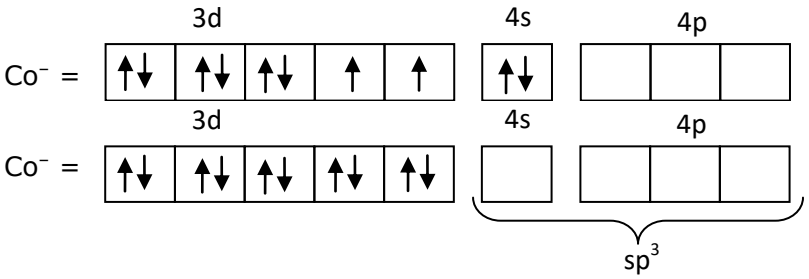


(2) $[Fe(CO)_4)^{2-} \longrightarrow$

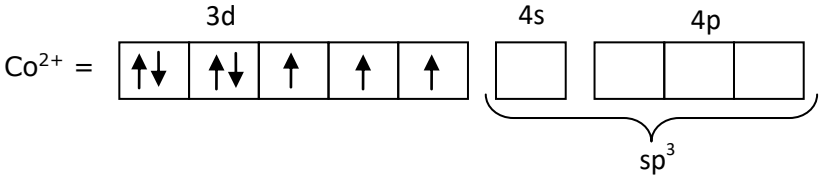
Fe^{-2} =



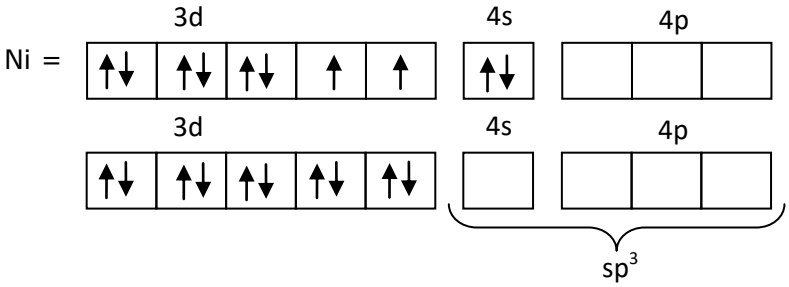
(3) $[Co(CO)_4]^- \longrightarrow$



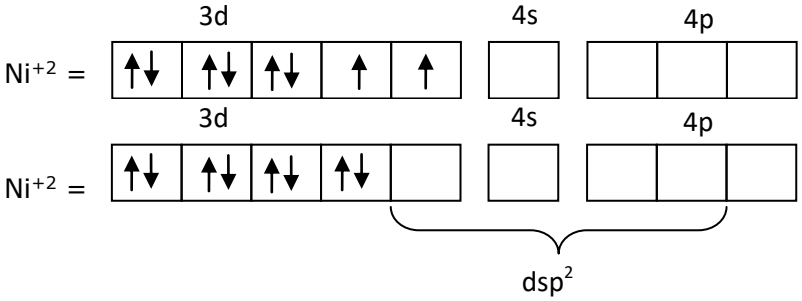
(4) $[CoCl_4]2^- \longrightarrow$



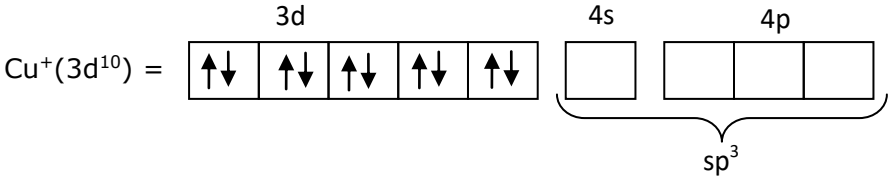
(5) $Ni(CO)_4 \longrightarrow$



(6) $[Ni(CN)_4]^{2-} \longrightarrow$

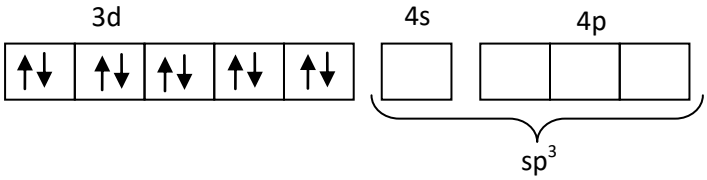


(7) $[Cu(Py)_4]^+ \longrightarrow$



(8) $[Cu(CN)_4)^{3-} \longrightarrow$

$Cu^+(3d^{10})$ =



QID: **521224** **P-block**

6. The correct statement(s) related to oxoacids of phosphorous is (are)

(A) Upon heating H_3PO_3 undergoes disproportionation reaction to produce H_3PO_4 and PH_3.

(B) While H_3PO_3 can act as reducing agent, H_3PO_4 cannot.

(C) H_3PO_3 is a monobasic acid.

(D) The H atom of P–H bond in H_3PO_3 is not ionizable in water.

फॉस्फोरस के ऑक्सोअम्लों से संबंधित सही कथन है/हैं

(A) गर्म करने पर, H_3PO_3 असमानुपातन अभिक्रिया देता है तथा इसमें H_3PO_4 व PH_3 प्राप्त होता है।

(B) H_3PO_3 अपचायक की तरह कार्य क सकता है जबकि H_3PO_4 अपचायक की तरह कार्य नहीं कर सकता

(C) H_3PO_3 एककक्षारकीय अम्ल है

(D) H_3PO_3 में P–H बंध का H-परमाणु जल में आयननीय नही है

Ans. **A, B, D**

(A) $H_3PO_3 \xrightarrow{\text{disproportionation}} H_3PO_4 + PH_3$

(B) H_3PO_3 is reducing agent due to presence of P – H bond

(C) H_3PO_3 is dibasic acid due to presence of two –OH group

(D) The H-atom of P–H bond is not Ionizable

Section – 2

- This section contains THREE (03) question stems.
- There are TWO (02) questions corresponding to each question stem.
- The answer to each question is a NUMERICAL VALUE.
- For each question, enter the correct numerical value corresponding to the answer in the designated place using the mouse and the on-screen virtual numeric keypad.
- If the numerical value has more than two decimal places, truncate/round-off the value to TWO decimal places.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:
  Full Marks : +2 If ONLY the correct numerical value is entered at the designated place;
  Zero Marks : 0 In all other cases.

Question stem for Question Nos. 7 and 8

Question Stem

At 298 K, the limiting molar conductivity of a weask monobasicacidis 4×10^2 S cm^2 mol^{-1}. At 298 K, for an aqueous solution of the acid the degree of dissociation is α and the molar conductivity is $\mathbf{y} \times 10^2 Scm^2mol^{-1}$. At 298K, upon 20 times dilution with water,the molar conductivity of the solution becomes $3\mathbf{y} \times 10^2 Scm^2mol^{-1}$.

298 K पर, एक दुर्बल एकलक्षारीय अम्ल की सीमान्त मोलर चालकता 4×10^2 S cm^2 mol^{-1} है। 298 K पर अम्ल के जलीय विलयन के वियोजन की मात्रा α तथा मोलर चालकता $y \times 10^2 Scm^2mol^{-1}$ है। 298K पर जल द्वारा 20 गुना तनु करनेपर विलयन की मोलर चालकता $3y \times 10^2$ S cm^{2}mol^{-1} हो जाती है।

QID: **521231** **Electrochemistry**

7. The value of α is_____.

α का मान_____है।

Ans. 0.22

QID: **521233** Electrochemistry

8. The Value of y is _____.
y का मान_____है।

Ans. 0.863

Sol. $\Lambda^0_m(HA) = 4\times10^2\ Scm^2/mol$

$\Lambda^C\ HA = y\times10^2\ Scm^2/mol$

$\alpha = \frac{\Lambda^C}{\Lambda^0}$

When solution is diluted 20 times with water $\alpha_2 = 3\alpha_1$

$$k_a = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{C}{20}\times\frac{(3\alpha)^2}{1-3\alpha}$$

$$\frac{1}{1-\alpha} = \frac{1}{20}\times\frac{9}{1-3\alpha}$$

$$20-60\alpha = 9-9\alpha$$

$$11 = (60-9)\alpha$$

$$\frac{11}{51} = \alpha = 0.22$$

$$\alpha = 0.22$$

$$\alpha = \frac{\Lambda^C}{\Lambda^0} = \frac{y\times10^2}{4\times10^2} = \frac{11}{51}$$

$$y = \frac{44}{51} = 0.863$$

Question stem for Question Nos. 9 and 10

Question Stem

Reaction of **x** g of Sn with HCl quantitatively produced a salt. Entire amount of thesalt reacted with **y** g of nitrobenzene in the presence of required amount of HCl toproduce1.29gofanorganicsalt(quantitatively).
(Use Molar masses (in g mol^{-1}) of H, C, N, O, Cl and Sn as 1, 12, 14, 16, 35 and119,respectively).

x g Sn व HCl की मात्राात्मक रूप में अभिक्रिया पर एक लवण प्राप्त होता है। HCl की आवश्यक मात्राा की उपस्थिति में लवण की सम्पूर्ण मात्राा yg नाइट्रोबेन्जीन के साथ अभिक्रिया करके 1.29 g कार्बनिक लवण (मात्राात्मक रूप से) देता है।

(H, C, N, O, Cl तथा Sn के मोलर दव्यमान क्रमशः(g mol^{-1} में) 1, 12, 14, 16, 35 तथा 119 हैं).

QID: **521258** Stoichimetry (I)

9. The value of x is_____.
x का मान ____है।

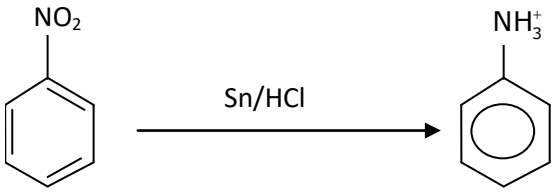
Ans. 3.57

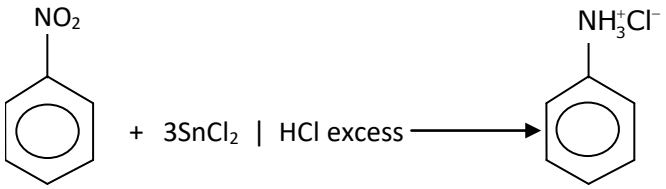
QID: **521263** Stoichimetry (I)

10. The value of y is _____.
y का मान _____है।

Ans. 1.23

Sol. $Sn + 2HCl \longrightarrow SnCl_2 \longrightarrow x/119 mol$





1.29 gm

$\frac{y}{123}$ $\frac{x}{119}$

$\frac{y}{123} = \frac{1.29}{129} \Rightarrow 1.23\,gm$

$\frac{y}{123} \times 6 = \frac{x}{119} \times 2 \Rightarrow x = \frac{y}{123} \times 3 \times 119$

$= 10^{-2} \times 3 \times 119$

x = 3.57

y = 1.23

Question stem for Question Nos. 11 and 12

Question Stem

A sample (5.6 g) containing iron is completely dissolved in cold dilute HCl to prepare a 250 mL of solution. Titration of 25.0 mL of this solution requires 12.5 mL of 0.03 M $KMnO_4$ solution to reach the endpoint. Number of moles of Fe^{2+} present in 250 mL solution is **x** $\times 10^{-2}$ (consider complete dissolution of $FeCl_2$). The amount of iron present in the sample is y% by weight.

(Assume: $KMnO_4$ reacts only with Fe^{2+} in the solution
Use: Molar mass of iron as 56 g mol^{-1})

आयरन युक्त एक नमूने (5.6 g) को ठण्डे तनु HCl में पूर्णतः घोलकर 250mL विलयन तैयार किया गया । 25.0 mL के अनुमापन में अन्तिम बिन्दु प्राप्त करने के लिए 12 .5 mL , 0.03 M $KMnO_4$ विलयन की आवश्यकता है। 250 mL विलयन में उपस्थित Fe^{2+} के मोलो की संख्या **x** $\times 10^{-2}$ (माना $FeCl_2$ का पूर्ण वियोजन होता है) है। नमूने में उपस्थित आयरन की मात्राा भार अनुसार y% है।

(मानाः $KMnO_4$ विलयन में केवल Fe^{2+} के साथ किया करता है उपयोग करें: आयरन का मोलर द्रव्यमान 56 g mol^{-1})

QID: **521266** **Stoichimetry (II)**

11. The value of x is _____.

x का मान ____है।

Ans. **1.875**

QID: 521275 **Stoichimetry (II)**

12. The value of y is _____.

y का मान _____है।

Ans. **18.75**

Sol. $Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$

meq of $KMnO_4$ = meq of Fe^{+2}

$12.5 \times 0.03 \times 5 = 1.875$ = meq of Fe^{+1} in 25ml

meq of Fe^{+2}= m.moles of Fe^{+1} in 250 ml

$= 18.75$

moles = $= 18.75 \times 10^{-3} = x \times 10^{-2}$

$wt = 18.75 \times 10^{-3} \times 56 = 1.05\,gm$

x = 1.875

% of Fe^{+2} = $\frac{1.05}{5.6} \times 100 = 18.75$

Section –3

- This section contains TWO (02) paragraphs. Based on each paragraph, there are TWO (02) questions.
- Each question has FOUR options (A), (B), (C) and (D). ONLY ONE of these four options is the correct answer.
- For each question, choose the option corresponding to the correct answer.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:

Full Marks : +3 If ONLY the correct option is chosen;
Zero Marks : 0 If none of the options is chosen (i.e. the question is unanswered);
Negative Marks : −1 In all other cases.

Paragraph

The amount of enrgy required to break a bond is same as the amount energy released when the same bond is formed. In gaseous state, the energy required for homolytic cleavage of a bond is called Bond Dissociation Energy (BDE) or Bond Strength. BDE is affected by s-character of the bond and the stability of the radicalsformd. Shorter bonds are typically stronger bonds. BDEs for some bonds are given below:

एक बंध को तोडने के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्राा उसी बंध के बनने में मुक्त ऊर्जा की मात्राा के समान होती है। गैसीय अवस्था में, एक बंध के समांश विदलन के लिए आवश्यक के ऊर्जा (BDE) या बंध सामर्थ्य कहलाती है। BDE बंध के s-लक्षण तथा प्राप्त मूलक के स्थायित्व द्वारा प्रभावित होती है। छोटे बंध प्रारूपिक रूप से प्रबल बंध होते है। कुछ बंधों की BDE नीचे दी गयी है।

$H_3C - H(g) \longrightarrow H_3C^{\bullet}(g) + H^{\bullet}(g) \quad \Delta H^{o} = 105\ kcal\ mol^{-1}$

$Cl - Cl(g) \longrightarrow Cl^{\bullet}(g) + Cl^{\bullet}(g) \quad \Delta H^{o} = 58\ kcal\ mol^{-1}$

$H_3C - Cl(g) \longrightarrow H_3C^{\bullet}(g) + Cl^{\bullet}(g) \quad \Delta H^{o} = 85\ kcal\ mol^{-1}$

$H - Cl(g) \longrightarrow H^{\bullet}(g) + Cl^{\bullet}(g) \quad \Delta H^{o} = 103\ kcal\ mol^{-1}$

QID: 521284 Thermochemistry

13. Correct match of the **C–H** bonds (shown in bold in Column **J** with their BDE in Column **K** is)
कॉलम **J** में दिए गए **C–H** बंधो (गहरे दर्शाए गए) का कॉलम **K** में इनकी BDE के साथ सही मिलान है

Column **J** Molecule	Column **K** BDE (kcal mol^{-1})
(P) **H**–$CH(CH_3)_2$	(i) 132
(Q) **H**–CH_2Ph	(ii) 110
(R) **H**–$CH=CH_2$	(iii) 95
(S) **H**–$C \equiv CH$	(iv) 88

(A) P-iii, Q–iv, R–ii, S–i
(B) P-i, Q–ii, R–iii, S–iv
(C)P-iii, Q–ii, R–i, S–iv
(D) P-ii, Q–i, R–iv, S–iii

Ans. **D**

Sol. $CH_3 - H \longrightarrow \dot{C}H_3 + \dot{H}$ $\Delta H^\circ = 105\,K\,Cal$

(A)

$$B.D.E\ \alpha\ \frac{1}{\text{stability of free radical}}$$

$CH_4 \longrightarrow \dot{C}H_3 + \dot{H}$ $\Delta H^\circ = 105$

$HCl \longrightarrow \dot{H} + \dot{Cl}$ $\Delta H^\circ = 103$

$Cl_2 + CH_4 \longrightarrow \dot{C}H_3$

$\dot{Cl} + CH_4 \longrightarrow HCl + \dot{C}H_3$ $\Delta H^\circ = 105 - 103$

$= 2$

endothermic

$\dot{C}H_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + \dot{Cl}$

$\dot{C}H_3 + \dot{Cl} \longrightarrow CH_3Cl$ $\Delta H^\circ = -85$

$Cl - Cl \longrightarrow 2\dot{Cl}$ $\Delta H^\circ = 58$

$\dot{C}H_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + \dot{Cl}$ $\Delta H^\circ = -27$

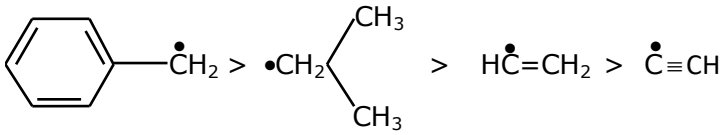
exothermic

final reaction

$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$

$\Delta H^\circ = 105 + 58 - 85 - 103$

$= -25$



QID: 521321 **Alkane**

14. For the following reaction

$$CH_4(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{\text{light}} CH_3Cl(g) + HCl(g)$$

the correct statement is

(A) Initiation step is exothermic with $\Delta H^\circ = -58\,\text{kcal mol}^{-1}$

(B) Propagation step involving $^\bullet CH_3$ formation is exothermic with $\Delta H^\circ = -2\,\text{kcal mol}^{-1}$

(C) Propagation step involving CH_3Cl formation is endothermic with $\Delta H^\circ = +27\,\text{kcal mol}^{-1}$

(D) therecaiton is exothermic with $\Delta H^\circ = -25\ \text{kcal mol}^{-1}$

निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए $CH_4(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{\text{light}} CH_3Cl(g) + HCl(g)$ सही कथन है

(A) प्रारम्भन पद ऊष्माक्षेपी है तथा $\Delta H^\circ = -58\,\text{kcal mol}^{-1}$ है

(B) $^\bullet CH_3$ निर्माण वाला संचरण पद ऊष्माक्षेपी है तथा $\Delta H^\circ = -2\,\text{kcal mol}^{-1}$ है

(C) CH_3Cl निर्माण वाला संचरण पद ऊष्माशोषी है तथा $\Delta H^\circ = +27\,\text{kcal mol}^{-1}$ है

(D) अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है तथा $\Delta H^\circ = -25\ \text{kcal mol}^{-1}$ है

Ans. **D**

Sol. $H_3C - H \rightarrow H_3\dot{C} + \dot{H}, \quad \Delta H^\circ = 105\ \text{kcal/mole}$

$Cl - Cl \rightarrow \dot{Cl} + \dot{Cl}, \quad \Delta H^\circ = 58\ \text{kcal/mole}$

$H_3C - Cl \rightarrow H_3\dot{C} + \dot{Cl}, \quad \Delta H^\circ = 85\ \text{kcal/mole}$

$H - Cl \rightarrow \dot{H} + \dot{Cl}, \quad \Delta H^\circ = 103\ \text{kcal/mole}$

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3 - Cl + HCl$

Step-I Chain intiationstep

$Cl - Cl \rightarrow 2\dot{Cl}$

(+58)

Step-II Chain propogation step

$$\underset{(+105)}{CH_3} - H + \dot{Cl} \rightarrow \underset{(-103)}{H - Cl} + \dot{C}H_3$$

$$\dot{C}H_3 + \underset{(+58)}{Cl - Cl} \rightarrow \underset{(-85)}{CH_3 - Cl} + \dot{Cl}$$

Total energy gain = 105 + 58 = 163 kcal mol^{-1}

Total energy released = 103 + 85 = 188 kcal mol^{-1}

Paragraph

The reaction of $K_3[Fe(CN)_6]$ with freshly prepared $FeSO_4$ solution produces a dark blue precipitate called Turnbull's blue. Reaction of $K_4[Fe(CN)_6]$ with the $FeSO_4$ soluton in complete absence of air produces a white preipitate**X**, which turns blue in air. Mixing the $FeSO_4$ solution with $NaNO_3$,followed by a slow addition of concentrated H_2SO_4 through the side of the test tube produces a brown ring.

की ताजे बने विलयन के साथ अभिक्रिया पर गहरे नीले रंग का अवक्षेप बनता है जो टर्नबुल्स ब्लू कहलाता है। वायु की पूर्ण अनुपस्थिति में की विलयन के साथ अभिक्रिया पर सफेद अवक्षेप X प्राप्त होता है जो वायु में नीला हो जाता है। $FeSO_4$ विलयन को $NaNO_3$ के साथ मिलाकर व बाद में परखनली की दीवार के साथ–साथ धीरे–धीरे सांद्र मिलाने पर भूरी वलय बनती है।

QID: 522096 **Coordination**

15. Precipitate **X** is
अवक्षेप **X** है

(A) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (B) $Fe[Fe(CN)_6]$ (C) $K_2Fe[Fe(CN)_6]$ (D) $KFe[Fe(CN)_6]$

Ans. C

QID: 522102 **Coordination**

16. Among the following, the brown ring is due to the formation of
निम्नलिखित में से भूरी वलय निमार्ण के कारण बनती है?

(A) $[Fe(NO)_2(SO_4)_2]^{2-}$ (B) $[Fe(NO)_2(H_2O)_4]^{3+}$

(C) $[Fe(NO)_4(SO_4)_2]$ (D) $[Fe(NO)(H_2O)_5]^{2+}$

Ans. D

(1) $K_3[Fe(CN)_6] + FeSO_4 \longrightarrow \underset{\text{Turnbull's blue}}{Fe_3[Fe(CN)_2]_2}$

(2) $K_4[Fe(CN)_6] + FeSO_4 \longrightarrow \underset{\text{"X"}}{K_3Fe[Fe(CN)_6]} \xrightarrow{\text{air}} \underset{\text{Or K Fe [Fe(CN)}_6\text{]}}{Fe_4[Fe(CN)_6]_3}$
Prussian blue

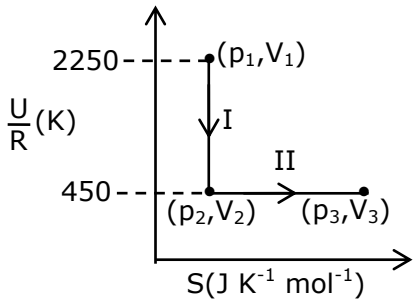
(3) $FeSO_4 + NaNO_3 + \underset{\text{Conc.}}{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{\text{(Brown ring)}}{[Fe(H_2O)_5NO]^{+2}}$

SECTION 4

- This section contains THREE (03) questions.
- The answer to each question is a NON-NEGATIVE INTEGER.
- For each question, enter the correct integer corresponding to the answer using the mouse and the on-screen virtual numeric keypad in the place designated to enter the answer.
- Answer to each question will be evaluated according to the following marking scheme:
  Full Marks : +4 If ONLY the correct integer is entered;
  Zero Marks : 0 In all other cases.

QID: 522115 **Thermochemistry**

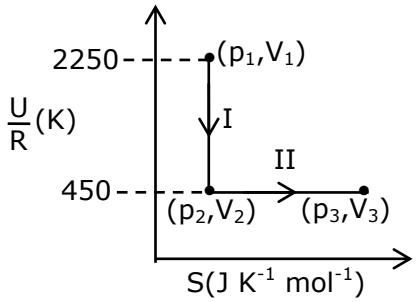
17. One mole of an ideal gas at 900 K, undergoes two reversible processes, **I** followed by **II**, as shown below. If the work done by the gas in the two processes are same, the value of $\ln\frac{V_3}{V_2}$ is _____.



(U: internal energy, S: entropy, p:pressure, V: volume, R:gas constant)

(Given: molar heat capacity at constant volume, $C_{v,m}$ of the gas is $\frac{5}{2}R$)

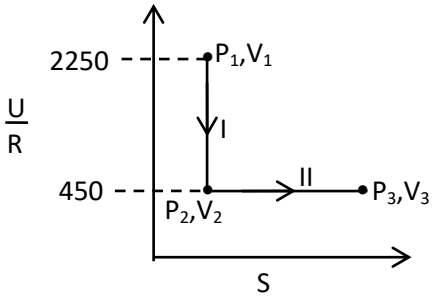
900 K पर एक आदर्श गैस के एक मोल को दो उत्क्रमणीय प्रक्रमो **I** तत्पश्चात **II** से नीचे दर्शाए अनुसार गुजारा जाता है। यदि दोनो प्रक्रमो में गैस द्वारा किया गया कार्य समान है तब $\ln\frac{V_3}{V_2}$ का मान ___है।



(U: आंतरिक ऊर्जा, S: एन्ट्रॉपी, p: दाब, V: आयतन, R: गैस स्थिरांक)

(दिया गया है: नियत आयतन पर गैस की मोलर ऊश्मा धारिता $C_{v,m}$, $\frac{5}{2}R$ है)

Ans. **10**



In areversible adiabatic exp.

$\frac{\Delta U}{R}(I) = 450 - 2250 = -1800$

$\Delta U = -1800R$

Process (II) is an Isothermal exp.

$W_{(I)} = W_{(II)}$

$nC_v(T_2 - T_1) = -nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$

$C_v(T_2 - T_1) = -RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$

$W_{(I)} = \Delta U = -1800R$

$nC_v(T_2 - T_1) = -1800R$

$1 \times \frac{5}{3}R(T_2 - 900) = -1800R$

$\frac{-3600}{5} = T_2 - 900$

$T_2 = 180K$

$-1800R = -RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$

$-1800 = -180 \ln \frac{V_3}{V_2}$

$\ln \frac{V_3}{V_2} = 10$

QID: 522122 **Atomic**

18. Consider a helium (He) atom that absorbs a photon of wavelength 330 nm. The change in the velocity (in cm s^{-1}) of He atom after the photon absorption is _____.
(Assume: Momentum is conserved when photon is absorbed.)
Use: Planck consant= 6.6×10^{-34} Js, Avogadro number = 6×10^{23} mol^{-1}, Molar mass of He = $4 g mol^{-1}$)

हीलियम (He) परमाणु पर विचार कीजिए जो 330 nm तरंगदैर्ध्य का फोटॉन अवशोषित करता है। फोटॉन अवशोषण के बाद He परमाणु के वेग में परिवर्तन (cm s^{-1} में) ____है। (मानाः फोटॉन के अवशोषण पर संवेग संरक्षित रहता है, प्लांक नियतांक = 6.6×10^{-34} Js, आवोगाद्रो संख्या,= 6×10^{23} mol^{-1}, He का मोलर द्रव्यमान = 4 g mol^{-1})

Ans. **30**

Sol. $\lambda = \frac{h}{m(\Delta v)}$

$\Delta v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} N_A}{4 \times 10^{-3} \times 330 \times 10^{-9}}$

$= 0.3 m/sec = 30 Cm/sec$

QID: 522124 **Stoichimetry (II)**

19. Ozonolysis of ClO_2 produces an oxide of chlorine. The average oxidation state of chlorine in this oxide is_____.

ClO_2 के ओजोनीअपघटन से क्लोरीन का ऑक्साइड बनता है। इस ऑक्साइड में क्लोरीन की औसत ऑक्सीकरण अवस्था है।

Ans. **6**

Sol. ClO_2 contains an odd electron and is paramagnetic. It reacts with ozone to give O_2 and Cl_2O_6.

$2ClO_2 + 2O_3 \longrightarrow Cl_2O_6 + 2O_2$

In Cl_2O_6, the average oxidation state of Cl is +6.