

2025

CHEMISTRY — MINOR

Paper : MN-1

(Fundamentals of Chemistry - I)

Full Marks : 75

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

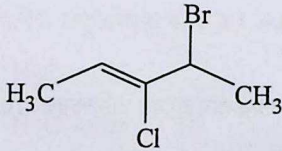
১, ২, ৩, ৪ প্রশ্নগুলি বাধ্যতামূলক এবং অবশিষ্ট থেকে যে-কোনো চারটি-র (প্রশ্ন ৫ থেকে ১০-এর মধ্যে) উত্তর লেখো।

১। যে-কোনো দশটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×১০

(ক) d^5 ইলেকট্রনিক বিন্যাস d^6 ইলেকট্রনিক বিন্যাসের তুলনায় বেশি স্থিতিশীল — কারণ ব্যাখ্যা করো।

(খ) নিম্নলিখিত যৌগটির IUPAC নাম লেখো।



(গ) রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্রম (order) ও আণবিকতার (molecularity) মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখো।

(ঘ) p_z ও d_{z^2} অরবিটালের (orbital) আকৃতি অঙ্কন করো।

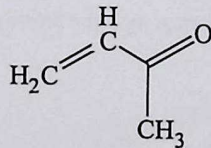
(ঙ) প্রদত্ত আণবিক সংকেতযুক্ত যৌগগুলির DBE (Double Bond Equivalent) নির্ণয় করো :

(অ) C_4H_8NOCl (আ) $C_7H_6O_2$

(চ) একটি উদাহরণসহ হেসের (Hess's) তাপ সমষ্টিকরণ নিত্যতা সূত্রটি বিবৃত করো এবং ব্যাখ্যা করো।

(ছ) $1.0 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ বেগে চলমান একটি ইলেকট্রনের de-Broglie তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

(জ) নিম্নলিখিত অণুতে নন-হাইড্রোজেন পরমাণুগুলির সংকরায়ণের অবস্থা নির্ণয় করো।



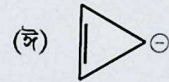
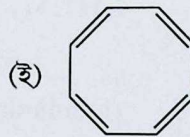
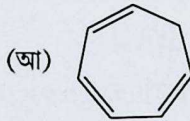
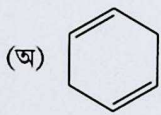
(ঝ) দেখাও যে, প্রথম-ক্রম বিক্রিয়ায় 75 শতাংশ শেষ হতে যে সময় লাগে, তা 50 শতাংশ শেষ হওয়ার সময়ের দ্বিগুণ।

(ঞ) ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ক্লোরিনের চেয়ে কম — কারণ ব্যাখ্যা করো।

Please Turn Over

(4762)

(ট) নিম্নলিখিত species গুলিকে অ্যারোমেটিক (aromatic), অ্যান্টিঅ্যারোমেটিক (antiaromatic) অথবা নন-অ্যারোমেটিক (non-aromatic) হিসেবে চিহ্নিত করো।



(ঠ) “পরাবর্ত কাজ (reversible work) সর্বদা অপরাবর্ত কাজের (irreversible work) চেয়ে বেশি” — মন্তব্য করো।

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) কোয়ান্টাম সংখ্যা (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) :

(অ) প্রকারভেদ

(আ) যথার্থতা।

২+৩

অথবা

(খ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) :

(অ) উক্তি ও গাণিতিক রূপ

(আ) যথার্থতা

(ই) একটি ইলেকট্রনের ভরবেগের অনিশ্চয়তা নির্ধারণ করো যখন তার অবস্থানের অনিশ্চয়তা $10 \times 10^{-10} \text{ m}$ । ২+১+২

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) 1, 3-বিউটাডাইন অণুটির π -আণবিক কক্ষক (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) π -আণবিক কক্ষকের চিত্র

(আ) সর্বনিম্ন শক্তি স্তরে HOMO ও LUMO সনাক্তকরণ।

৪+১

অথবা

(খ) ইন্ডাকটিভ-এফেক্ট (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) প্রকারভেদ

(আ) বৈশিষ্ট্যাবলি

(ই) প্রয়োগ।

১+২+২

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) আরহেনিয়াস সমীকরণ (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) গাণিতিক রূপ (প্রত্যেকটি পদের প্রচলিত অর্থসহ)

(আ) এইটির সাহায্যে অ্যাকটিভেশন শক্তির পরীক্ষালব্ধ মান নির্ণয়।

২+৩

অথবা

(খ) তাপগতীয় সিস্টেম (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) সংজ্ঞা

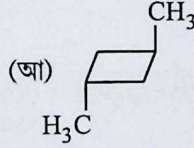
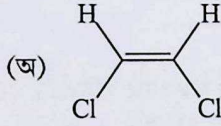
(আ) প্রকারভেদ

(ই) উদাহরণ।

১+২+২

৫। (ক) আবরণী ক্ষমতা কাকে বলে? স্লেটারের নিয়ম ব্যবহার করে সোডিয়ামের 3s ইলেকট্রনের কার্যকর নিউক্লিয়ার চার্জ নির্ণয় করো।

(খ) নিম্নলিখিত অণুগুলিতে উপস্থিত সমমিতি উপাদানগুলি নির্দেশ করো।



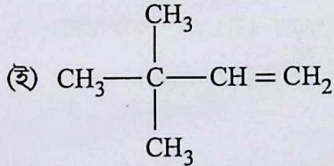
(গ) প্রমাণ করা যে, নির্দিষ্ট পরিমাণ আদর্শ গ্যাসের আয়তন একটি অবস্থা নির্ভর অপেক্ষক।

(১+৩)+৩+৩

৬। (ক) নিম্নলিখিত অণুগুলিকে স্থায়িত্বের ক্রমবর্ধমান ক্রমে সাজাও এবং কারণ দেখাও।

(অ) $H_2C = CH_2$

(আ) $H_3C - CH = CH_2$



(ঈ) $H_3C - HC = CH - CH_3$

(খ) বিক্রিয়া তাপের উপর উষ্ণতার প্রভাব সম্পর্কিত কারশফ সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো।

(গ) Cr ও Cu-এর ক্ষেত্রে Aufbau নীতির ব্যর্থতা আলোচনা করো।

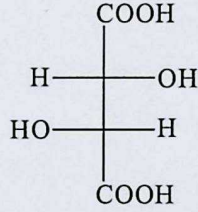
৪+৩+৩

৭। (ক) দেখাও যে, যদি A নিম্নলিখিত সমীকরণ অনুযায়ী বিক্রিয়া করে, $A \xrightarrow{k_1} B$; $A \xrightarrow{k_2} C$ তবে A-এর অর্ধায়ু প্রদত্ত রূপে প্রকাশ করা যায়।

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{(k_1 + k_2)}$$

(খ) মুদ্রা ধাতুর প্রথম আয়নীয় শক্তি ক্রমটি $Cu > Ag < Au$ হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) নিম্নলিখিত যৌগটিতে stereogenic ও non-stereogenic কেন্দ্রগুলি চিহ্নিত করো এবং কারণ দাও।



8+3+3

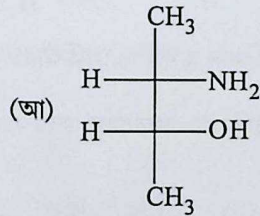
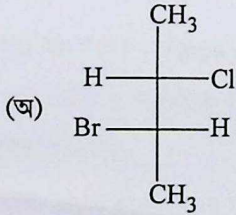
৮। (ক) 1s ও 2s অরবিটালের রেডিয়াল ফাংশনের লেখচিত্র অঙ্কন ও তুলনা করো।

(খ) টারশিয়ারি বিউটানল সব অনুপাতে জলে মিশে যায় কিন্তু *n*-বিউটানল আংশিকভাবে মেশে— ব্যাখ্যা করো।

(গ) 300 K তাপমাত্রায় 2 মোল আদর্শ গ্যাস 10 L থেকে 20 L আয়তনে সমতাপীয়ভাবে প্রসারিত হলে সম্পাদিত কাজ নির্ণয় করো।

8+3+3

৯। (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলিকে ফিসার অভিক্ষেপ ফর্মুলাগুলি থেকে নিউম্যান অভিক্ষেপ ফর্মুলাতে পরিবর্তন করো।



(খ) নিম্নলিখিত ধর্মগুলির কোনটি সংকীর্ণ অথবা পরিমাণগত চিহ্নিত করো :

(অ) তাপমাত্রা (আ) তাপগ্রাহীতা (ই) আয়তন (ঈ) ঘনত্ব (উ) গাঢ়ত্ব (ঊ) আপেক্ষিক তাপ।

(গ) পাউলিং পদ্ধতিতে NaF ক্রিস্টালের Na^+ ও F^- আয়নের আয়নিক ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।

(দেওয়া আছে, $\text{Na}^+ - \text{F}^-$ দূরত্ব = 231 pm)।

8+3+3

১০। (ক) একটি বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক 290 K তে $1.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ থেকে 310 K তে $5.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ হয়। বিক্রিয়াটির সক্রিয়করণ শক্তি নির্ণয় করো।

(খ) কেন একটি পর্যায়ে (Period) পরমাণুর ব্যাসার্ধ হ্রাস পায় কিন্তু একটি গ্রুপে নীচের দিকে বাড়ে?

(গ) “বেঞ্জিনের রেজোনেন্সে শক্তি $-36 \text{ KCal mol}^{-1}$ ”— এই বাক্যটি দিয়ে কী বোঝো?

8+3+3

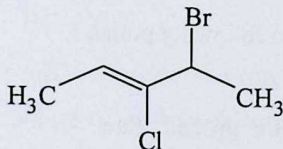
[English Version]*The figures in the margin indicate full marks.*

Question nos. 1, 2, 3, 4 are compulsory and answer **any four** questions (question nos. 5-10) from the rest.

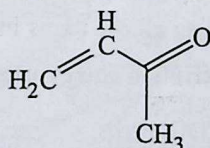
1. Answer **any ten** questions :

2×10

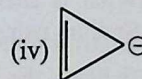
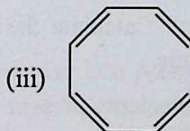
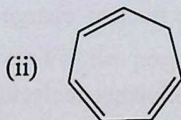
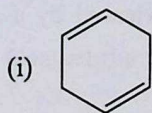
- (a) Explain why the d^5 electronic configuration is more stable than the d^6 electronic configuration.
- (b) Write down the IUPAC nomenclature of the following molecule :



- (c) State two differences between order and molecularity of a chemical reaction.
- (d) Draw the shapes of p_z and d_{z^2} orbitals.
- (e) Calculate the DBE (Double Bond Equivalent) of the compound with the given molecular formulae :
- (i) C_4H_8NOCl (ii) $C_7H_6O_2$
- (f) State and explain Hess's law of constant heat summation with a suitable example.
- (g) Calculate the de-Broglie wavelength of an electron moving with a velocity of $1.0 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$.
- (h) Indicate the state of hybridization of the non-hydrogen atoms in the following molecule :



- (i) Show that the time taken for 75% completion of a first order reaction is twice the time taken for 50% completion of the reaction.
- (j) Explain why the electron affinity of Fluorine is lower than that of chlorine.
- (k) Identify each of the following species as aromatic, antiaromatic or non-aromatic :



- (l) "Reversible work is always greater than irreversible work."— Comment.

2. Write short notes on :

- (a) Quantum numbers using the following points :

- (i) Types
- (ii) Significance.

2+3

Please Turn Over

(4762)

Or

(b) Heisenberg's uncertainty principle using the following points :

- (i) Statement and mathematical expression
- (ii) Significance
- (iii) Calculation of the uncertainty in momentum of an electron if the uncertainty in position is 10×10^{-10} m. 2+1+2

3. Write short notes on :

(a) π -Molecular orbitals of 1, 3-butadiene using the following points :

- (i) Picture of π -molecular orbitals
- (ii) Identification of HOMO and LUMO in the ground state. 4+1

Or

(b) Inductive effect using the following points :

- (i) Types
- (ii) Characteristics
- (iii) Applications. 1+2+2

4. Write short notes on :

(a) Arrhenius equation using the following points :

- (i) Mathematical expression (explaining all the terms involved)
- (ii) Experimental determination of activation energy using it. 2+3

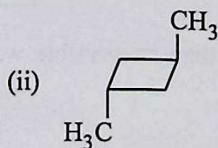
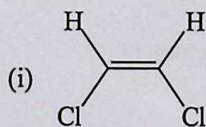
Or

(b) Thermodynamic systems using the following points :

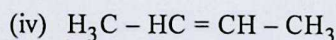
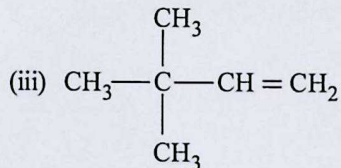
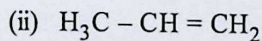
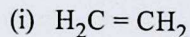
- (i) Definition
- (ii) Types
- (iii) Examples. 1+2+2

5. (a) What is shielding effect? Calculate the effective nuclear charge experienced by a 3s electron of Sodium using Slater's rule.

(b) Indicate the symmetry elements present in the following molecules :

(c) Show that, the volume of a fixed amount of an ideal gas is a state function. (1+3)+3+3

6. (a) Arrange the following molecules in increasing order of stability with reasons :



(b) Derive Kirchhoff's equation showing the variation of heat of reaction with temperature.

(c) Discuss the failure of Aufban principle with reference to Cr and Cu.

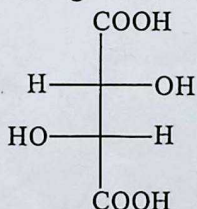
4+3+3

7. (a) Show that, if A reacts according to $A \xrightarrow{k_1} B$; $A \xrightarrow{k_2} C$, then half-life of A is given by

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{(k_1 + k_2)}$$

(b) Explain why first ionization potentials of coinage metals fall in the order $\text{Cu} > \text{Ag} < \text{Au}$.

(c) Label the stereogenic and non-stereogenic centres in the following compound with reasons.



4+3+3

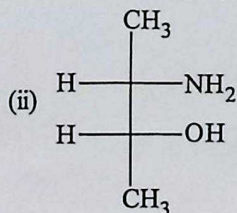
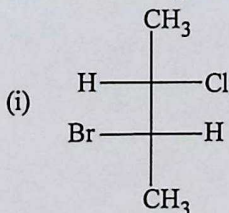
8. (a) Sketch and compare the radial function curves of 1s and 2s orbitals.

(b) Tertiary butanol is miscible in water in all proportions, but *n*-butanol is only partly miscible. — Explain.

(c) Calculate the work done when 2 moles of an ideal gas expand isothermally at 300 K from 10 L to 20 L.

4+3+3

9. (a) Convert the following Fischer projection formulae into Newman projection formulae.



Please Turn Over

- (b) Classify each of the following properties as intensive or extensive :
- (i) Temperature (ii) Heat capacity (iii) Volume (iv) Density (v) Concentration (vi) Specific heat.
- (c) Calculate the ionic radii of Na^+ and F^- in NaF crystal by Pauling's method. [Given $\text{Na}^+ - \text{F}^-$ distance = 231 pm] 4+3+3
10. (a) The rate constant of a reaction increases from $1.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ at 290K to $5.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ at 310 K. Calculate the activation energy of the reaction.
- (b) Why does atomic radius decrease across a period but increase down a group?
- (c) "The resonance energy of Benzene is $-36 \text{ KCal mol}^{-1}$ "— What do you mean by the statement? 4+3+3
-