2023

CHEMISTRY — MDC

Paper : CC-1

(Fundamentals of Chemistry - 1)

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 ও ৪ নং প্রশ্নগুলি ***বাধ্যতামূলক*** এবং
৫ থেকে ১০ নং প্রশ্নগুলির মধ্যে ***যে-কোনো চারটি***-র উত্তর দাও।

১। *যে-কোনো* ***দশটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×১০

(ক) পরমাণুর কক্ষ ও কক্ষকের মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখো।

(খ) মেসোটারটারিক অ্যাসিডের ফিসার ও সহর্স (sawhorse) অভিক্ষেপ সংকেত লেখো।

(গ) বদ্ধতন্ত্র ও বিচ্ছিন্নতন্ত্র বলতে কী বোঝো?

(ঘ) আয়নীভবন শক্তির সংজ্ঞা লেখো। এর একক উল্লেখ করো।

(ঙ) ক্লোরোফর্ম (chloroform) এবং ডাইক্লোরোমিথেন (dichloromethane) অণু দুটির মধ্যে কোনটির দ্বিমেরু ভ্রামকের মান বেশি এবং কেন?

(চ) নিম্নলিখিত ধর্মগুলির প্রত্যেকটি সংকীর্ণ অথবা পরিমাণগত এইভাবে চিহ্নিত করো ঃ

(অ) চাপ, (আ) আয়তন, (ই) তাপমাত্রা, (ঈ) তাপগ্রাহীতা।

(ছ) $K^{\oplus}$ এবং $Cl^{\ominus}$ আয়ন দুটিতে সমসংখ্যক ইলেকট্রন বর্তমান। এদের ব্যাসার্ধগুলি তুলনা করো।

(জ) 'কনফরমেশন' ও 'কনফিগারেশন' (conformation and configuration)-এর মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করো।

(ঝ) **A**, **B** এবং **C** এই তিনটি পদার্থ ক্রমান্বয়ী প্রথম ক্রম বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে—

$$\mathbf{A} \xrightarrow{k_1} \mathbf{B} \xrightarrow{k_2} \mathbf{C}$$

A, **B** এবং **C**-এর গাঢ়ত্ব বনাম সময় লেখচিত্রগুলি অঙ্কন করো।

(ঞ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতিটি বিবৃত করো এবং এর একটি যথার্থতা (implication) বর্ণনা করো।

(ট) "অর্থোনাইট্রোফেনল (*ortho*-nitrophenol) বাষ্পপাতিত হয় কিন্তু প্যারানাইট্রোফেনল (*para*-nitrophenol) হয় না" — ব্যাখ্যা করো।

(ঠ) একটি শূন্যক্রম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু কীভাবে প্রারম্ভিক গাঢ়ত্বের উপর নির্ভর করে?

Please Turn Over

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) ডি ব্রগলি প্রকল্প (de Broglie hypothesis)।

অথবা, ৫

(খ) নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের প্রভাব। ৫

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) অ্যারোমেটিসিটি (aromaticity) সংক্রান্ত হুকেলের সূত্রগুলি (Hückel's rules)।

অথবা, ৫

(খ) এনানশিওমার (enantiomer) এবং ডায়াস্টিরিওআইসোমার (diastereoisomer)। ৫

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) সমান্তরাল বিক্রিয়া (কেবলমাত্র প্রথম ক্রমের জন্য)। ৫

অথবা,

(খ) 'পথনির্ভর অপেক্ষক' (path function) এবং 'অবস্থা নির্ভর অপেক্ষক' (state function)। ৫

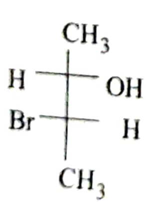
৫। (ক) "Spin multiplicity" সংক্রান্ত হুন্ডের সূত্রটি লেখো। এর সাহায্যে নাইট্রোজেন পরমাণুর সর্বাপেক্ষা সুস্থিত ইলেকট্রন সজ্জাটি বের করো।

(খ) ফরমিক অ্যাসিড এবং অ্যাসেটিক অ্যাসিডের মধ্যে কোনটি বেশি শক্তিশালী অ্যাসিড এবং কেন?

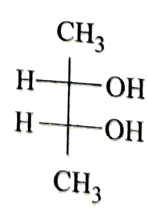
(গ) দেখাও যে একটি আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে সমোষ্ণ ও পরাবর্ত প্রসারণের কাজের পরিমাণ সমোষ্ণ ও অপরাবর্ত প্রসারণের কাজের পরিমাণ অপেক্ষা বেশি। ৪+৩+৩

৬। (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলিকে ফিসার অভিক্ষেপ ফর্মুলাগুলি (Fischer projection formula) থেকে নিউম্যান অভিক্ষেপ ফর্মুলাতে (Newman projection formula) পরিবর্তন করো ঃ

(অ)



(আ)



(খ) কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় 273 K এবং 303 K তাপমাত্রায় বেগ ধ্রুবক যথাক্রমে $2.45 \times 10^{-5}\ sec^{-1}$ এবং $16.2 \times 10^{-4}\ sec^{-1}$। বিক্রিয়াটির সক্রিয় শক্তি (activation energy) গণনা করো।

(গ) ইলেকট্রন আসক্তি এবং তড়িৎ ঋণাত্মকতার সংজ্ঞা লেখো। এদের মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখো। ৪+৩+৩

৭। (ক) তাপগতিবিদ্যার সাহায্যে প্রমাণ করো যে এক মোল আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_P - C_V = R$।

(খ) হাইড্রোজেন পরমাণুর ক্ষেত্রে 1s, 2s এবং 2p কক্ষকগুলির radial distribution লেখচিত্রগুলি অঙ্কন করো।

(গ) নিম্নলিখিত যৌগগুলির IUPAC নামকরণ করো :

(অ) $H_3C - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - CH_3$

(আ) $H_3C - CH = CH - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - H$

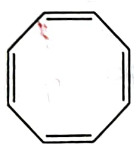
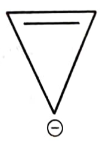
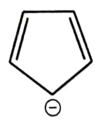
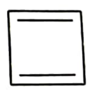
(ই) $HO - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - CH_2 - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}} - OH$। 　　৪+৩+৩

৮। (ক) স্লেটারের সূত্রগুলি (Slater's rules) বর্ণনা করো। সূত্রগুলির সাহায্যে manganese (Mn) পরমাণুর একটি যোজ্যতা ইলেকট্রনের (valence electron) কার্যকরী নিউক্লীয় আধান (effective nuclear charge) বের করো। ($z = 25$)

(খ) 2, 6, N, N– টেট্রামিথাইল অ্যানিলিন, N, N– ডাইমিথাইল অ্যানিলিন অপেক্ষা বেশি ক্ষারধর্মী (basic)।— ব্যাখ্যা করো।

(গ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করো এবং এর গাণিতিক রূপটি লেখো। 　　৪+৩+৩

৯। (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলিকে অ্যারোমেটিক, অ্যান্টিঅ্যারোমেটিক অথবা নন-অ্যারোমেটিক হিসাবে বর্ণনা করো (ব্যাখ্যা নিষ্প্রয়োজন) :

(অ)  , (আ)  , (ই)  , (ঈ) 

(খ) কোনো বিক্রিয়ার ক্রম এবং আণবিকতার মধ্যে যে-কোনো তিনটি পার্থক্য লেখো।

(গ) Mulliken scale-এর সাহায্যে ক্লোরিনের (chlorine)-এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা নির্ণয় করো।

[দেওয়া আছে : ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি = 4.0 eV/atom, ক্লোরিনের আয়নীয় বিভব = 13.0 eV/atom]

৪+৩+৩

১০। (ক) একটি রুদ্ধতাপীয় পরাবর্ত প্রক্রিয়ায় আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে দেখাও যে $TV^{\gamma - 1}$ = Constant (যেখানে $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$)।

(খ) নিম্নলিখিত জোড়গুলির মধ্যে আয়নীভবন শক্তির তুলনা করো :

(অ) N এবং O ; (আ) N এবং $\overset{\oplus}{N}$।

(গ) নিম্নলিখিত যৌগটির π-orbital চিত্র অঙ্কন করো। এই সঙ্গে প্রতিটি কার্বন (carbon) পরমাণুর সংকরায়ণ উল্লেখ করো।

$H_3C - C \equiv C - CH_3$ 　　৪+৩+৩

Please Turn Over

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

***Question numbers* 1, 2, 3 & 4 are *compulsory* and answer *any four* from *question numbers* 5 to 10.**

1. Answer ***any ten*** questions : 2×10

(a) State two differences between orbit and orbital of an atom.

(b) Draw the Fischer and the sawhorse formulae for *meso*-tartaric acid.

(c) What do you mean by closed system and isolated system?

(d) Define ionization energy. Write its unit.

(e) Which molecule has higher dipole moment and why?

(i) Chloroform and (ii) Dichloromethane.

(f) Classify each of the following properties as intensive or extensive :

(i) Pressure, (ii) Volume, (iii) Temperature, (iv) Heat capacity.

(g) $K^{\oplus}$ and $Cl^{\ominus}$ ions are isoelectronic. Compare their radii.

(h) Distinguish between conformation and configuration.

(i) Draw concentration versus time curves for the three species **A, B, C** in the first order consecutive reactions as follows :

$$\mathbf{A} \xrightarrow{k_1} \mathbf{B} \xrightarrow{k_2} \mathbf{C}.$$

(j) State Heisenberg's Uncertainty principle and write one of its implications.

(k) *o*-nitrophenol is steam volatile but *p*-nitrophenol is not.— Explain.

(l) How is the half-life period of a zero order reaction related to the initial concentration of the reactant?

2. Write a short note on :

(a) de Broglie hypothesis. 5

Or,

(b) Inert pair effect. 5

3. Write a short note on :

(a) Hückel's rules for aromaticity. 5

Or,

(b) Enantiomer and diastereoisomer. 5

4. Write a short note on :

(a) Parallel reactions (first order only). 5

Or,

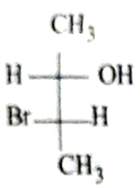
(b) Path function and state function. 5

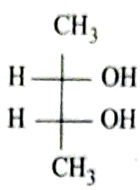
5. (a) Write Hund's rule of spin multiplicity, and arrive at the most stable electronic arrangement of nitrogen atom.

(b) Between formic acid and acetic acid, which one is stronger acid and why?

(c) Show that isothermal reversible work of expansion involving an ideal gas is greater than isothermal irreversible work of expansion. 4+3+3

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

(i) 

(ii) 

(b) Rate constants of a chemical reaction at 273 K and 303 K are 2.45×10^{-5} sec^{-1} and 16.2×10^{-4} sec^{-1} respectively. Calculate the energy of activation.

(c) Define electron affinity and electronegativity. Write down two differences between them. 4+3+3

7. (a) Derive thermodynamically $C_P - C_V = R$ for one mole of an ideal gas.

(b) Draw the radial distribution curves for 1s, 2s and 2p orbitals for Hydrogen atom.

(c) Give the IUPAC names of the following compounds :

(i) $H_3C—CH(Br)—CH(OH)—CH_2—CH_3$

(ii) $H_3C—CH=CH—C(=O)—H$

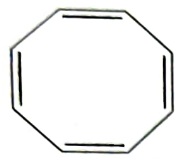
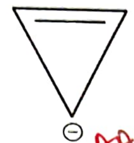
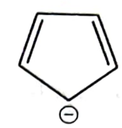
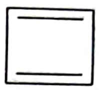
(iii) $HO—C(=O)—CH_2—C(=O)—OH$. 4+3+3

8. (a) State Slater's rules and applying these, find the effective nuclear charge of one valence electron in manganese (Mn) atom. ($z = 25$)

(b) 2, 6, N, N– Tetramethylaniline is a stronger base than N, N– dimethylaniline— Explain.

(c) State the first law of thermodynamics and write its mathematical form. 4+3+3

9. (a) State whether the following compounds are aromatic, antiaromatic or non-aromatic (no explanation needed) :

(i)  , (ii)  , (iii)  , (iv) 

(b) Write any three differences between order and molecularity of a reaction.

(c) Calculate the electronegativity of chlorine in Mulliken scale.

[Given : electron affinity of chlorine = 4.0 eV/atom, ionization potential of chlorine = 13.0 eV/atom]

4+3+3

10. (a) Show that for an adiabatic reversible process involving an ideal gas $TV^{\gamma - 1}$ = Constant (where $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$).

(b) Compare the ionization energy in the following pairs :

(i) N and O ; (ii) N and $\overset{\oplus}{N}$

(c) Draw the π-orbital diagram of the following molecule stating hybridization of each carbon atom.

$H_3C—C \equiv C—CH_3$.

4+3+3