

2025

CHEMISTRY — MDC

Paper : MN-2

(Fundamentals of Chemistry - II)

Full Marks : 75

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

প্রাপ্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১, ২, ৩ ও ৪ প্রশ্নগুলি বাধ্যতামূলক এবং অবশিষ্ট থেকে যে-কোনো চারটির (প্রশ্ন ৫ থেকে ১০) উত্তর লেখো।

১। যে-কোনো দশটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×১০

- (ক) ঘরের তাপমাত্রায় দুটি ভিন্ন গ্যাসের মিশ্রণে একটি পাত্র পূর্ণ করা হয়। এই দুটি গ্যাসের প্রতি অণুর গড় গতিশক্তি সমান হবে কিনা তা ব্যাখ্যা করো।
- (খ) বর্ন-ল্যান্ডে সমীকরণটি লেখো এবং তার মধ্যস্থ প্রত্যেক পদগুলিকে ব্যাখ্যা করো।
- (গ) মেসো-টারটারিক অ্যাসিডের ফিশার প্রক্ষেপণটি আঁকো এবং এটিকে এরিথ্রো বা থ্রিও হিসাবে চিহ্নিত করো।
- (ঘ) C_p সর্বদাই C_v -র থেকে বেশি হয়।— ব্যাখ্যা করো।
- (ঙ) 0.414 - 0.732 ব্যাসার্ধ অনুপাতবিশিষ্ট স্ফটিক জালির সর্বগ সংখ্যা এবং প্রকার কী হবে?
- (চ) একটি আলোক সক্রিয় যৌগের specific rotation কী?
- (ছ) তাপমাত্রা এবং চাপের সহিত গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ কীভাবে পরিবর্তিত হয়?
- (জ) NH_3 -এর ক্ষারত্ব PH_3 -এর তুলনায় অনেক বেশি।— ব্যাখ্যা করো।
- (ঝ) নীচের যৌগটির গঠন আঁকো : (2E, 4Z) - 2, 4 - Hexadienoic acid
- (ঞ) 'Law of Corresponding States' কাকে বলে?
- (ট) 'Inorganic Qualitative analysis'-এ কীভাবে Ni^{2+} কে শনাক্ত করবে?
- (ঠ) (R)-আইসোমারের সাপেক্ষে এনানশিওমারিক এক্সেস (ee) 80% হলে (R) এবং (S) আইসোমারের শতকরা ভাগ (%) নির্ণয় করো।

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

- (ক) শক্তির সমবর্তন নীতি ও রৈখিক (linear) এবং অ-রৈখিক (non-linear) অণুর $\frac{C_p}{C_v}$ -র মান নির্ণয়।

৫

অথবা

- (খ) van der Waals ধ্রুবকের a, b -র সাহায্যে সংকট ধ্রুবক (উপপাদনসহ)।

৫

Please Turn Over

(3201)

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) বিদ্যুৎ সৃষ্টিকারী অ্যাসিড মূলক (BO_3^{3-} ও PO_4^{3-})-এর শনাক্তকরণ ও গ্রুপ-II-এর পর এদের অপসারণ। ৫

অথবা

(খ) VSEPR তত্ত্ব (তিনটি নিয়ম) এবং NH_3 ও SF_4 অণুর জ্যামিতিক আকার বর্ণনা। ৫

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) কার্বোক্যাটায়নের প্রকারভেদ (উৎপত্তি, গঠন ও স্থায়িত্ব)। ৫

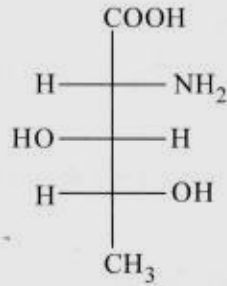
অথবা

(খ) ডায়াস্টিরিওমারিক লবণ গঠনের মাধ্যমে রেসিমিক অ্যাসিডের রেসোলিউশন। ৫

৫। (ক) বাস্তব গ্যাসের কম্প্রেসিবিলিটি ফ্যাক্টর (Z) কী? H_2 , N_2 ও CO_2 -র জন্য Z vs. P সমোঙ্করেখগুলি আঁকো।

(খ) বেটের নিয়ম বিবৃত করো। CH_3Cl এবং CF_3Cl যৌগে $\text{C}-\text{Cl}$ বন্ধন দূরত্ব যথাক্রমে 1.78 \AA এবং 1.75 \AA এই পার্থক্যের উপর বেটের নিয়মানুযায়ী তোমার মতামত দাও।

(গ) নিম্নলিখিত যৌগের তিনটি স্টিরিওসেন্টারের জন্য absolute configuration (R/S) লেখো : ৪+৩+৩



৬। (ক) 'ফাজানের নিয়মাবলী' লেখো। আয়নীয় যৌগের ধর্মের উপর ধ্রুবীকরণ ক্ষমতার (polarizing power) এবং ধ্রুবীকরণ যোগ্যতার (polarizability) প্রভাব ব্যাখ্যা করো।

(খ) সক্রিয়করণ শক্তি কী? একটি বিক্রিয়ার জন্য লেবেলযুক্ত শক্তি পরিলেখ চিত্র আঁকো।

(গ) একই গ্যাসের ক্ষেত্রে দুটি ভিন্ন তাপমাত্রার ম্যাক্সওয়েলের আণবিক ত্রিমাত্রিক গতিবিন্যাস সমীকরণটিকে লেখচিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করো এবং ভিন্ন পর্যবেক্ষণগুলি ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৭। (ক) বিক্ষিপ্ত সূর্যালোকে মিথেনের ক্লোরিনেশন প্রক্রিয়াটির ক্রিয়াকৌশল বর্ণনা করো।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের ত্রিমাত্রিক দ্রুতি বণ্টনের থেকে 27°C উষ্ণতায় O_2 অণুর সর্বাধিক সম্ভাব্য গতিবেগ, গড় গতিবেগ এবং গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় করো, SI এককে।

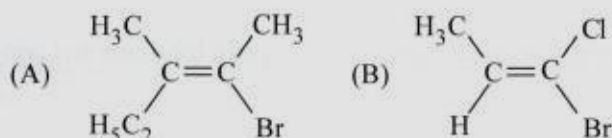
(গ) সম ও অসম সংকর কক্ষক কাকে বলে? CCl_4 এবং CCl_2F_2 উদাহরণ নিয়ে ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

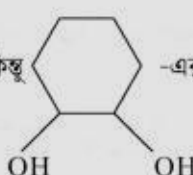
৮। (ক) বয়েলের তাপমাত্রা কাকে বলে? একটি van der Waals গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েল তাপমাত্রার expression-টি নির্ণয় করো।

(খ) 25°C উষ্ণতায় জলীয় দ্রবণে MX_2 -র দ্রাব্যতা 4×10^{-5} মোল লিটার $^{-1}$ । 25°C উষ্ণতায় MX_2 -র দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো।

(গ) ক্ষারকের উপস্থিতিতে lactic acid-এর optical rotation বিনষ্ট হয়।— ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

- ৯। (ক) কার্যকরী আধানের সংজ্ঞা দাও। সালফেট ও কার্বোনেট আয়নের লুইস ইলেক্ট্রনীয় গঠন কাঠামো আঁকো এবং প্রত্যেক পরমাণুর কার্যকরী আধান গণনা করো।
- (খ) একটি করে উদাহরণ সহযোগে নিম্নলিখিত পদগুলি ব্যাখ্যা করো :
(অ) Stereogenicity, (আ) Chirotopicity
- (গ) তিনটি আন্তঃআণবিক বলের নাম লেখো এবং যে-কোনো দুটির সম্পর্কে ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩
- ১০। (ক) (অ) নীচের যৌগগুলির *E/Z* নামকরণ করো :



(আ) $\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ -এর জ্যামিতিক আইসোমার নেই, কিন্তু -এর আছে।— ব্যাখ্যা করো।

- (খ) কোনো একটি গ্যাসের, একক সময়ে এবং একক আয়তনের যুগ্ম সংঘর্ষ সংখ্যার সমীকরণটি উপপাদন করো।
- (গ) NaCl ক্রিস্টালের বর্ন-হেবার চক্র আঁকো এবং এটির থেকে 'ল্যাটিস শক্তি'র সমীকরণটি লেখো। (২+২)+৩+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer question nos. 1, 2, 3 and 4 (compulsory), and any four questions from the rest (question nos. 5 to 10).

1. Answer any ten questions : 2×10
- A vessel is filled with a mixture of two different gases at room temperature. Explain whether the mean kinetic energy per molecule of these two gases will be equal or not.
 - Write the Born-Landé Equation and explain the significance of each term.
 - Draw the Fischer Projection of *meso*-tartaric acid and state whether it is *erythro* or *threo* variety.
 - C_p of a gas is always greater than C_v .— Explain.
 - What will be the coordination number and type of the crystal lattice having radius ratio in the range 0.414 - 0.732?
 - What is specific rotation of an optically active compound?
 - How is the mean free path of gas molecules varies with temperature and pressure?
 - Basicity of NH_3 is much greater than PH_3 . — Explain.

Please Turn Over

(3201)

- (i) Draw the structure of the following compound :
(2*E*, 4*Z*)-2, 4-Hexadienoic acid.
- (j) What is the Law of Corresponding States?
- (k) How will you detect Ni^{2+} in inorganic qualitative analysis?
- (l) The enantiomeric excess (*ee*) with respect to (*R*) isomer is 80%. Calculate the individual percent of (*R*) and (*S*) isomers.

2. Write short note on :

- (a) Principle of equipartition of energy and calculation of $\frac{C_P}{C_V}$ values for linear and non-linear molecule.

5

Or

- (b) Critical constants in terms of van der Waals coefficients, *a* and *b* (with derivation).

5

3. Write short note on :

- (a) Detection of interfering acid radicals (BO_3^{3-} and PO_4^{3-}) and their removal after Group - II.

5

Or

- (b) VSEPR theory (3 rules) and prediction of geometries of NH_3 and SF_4 .

5

4. Write short note on :

- (a) Types of carbocations (formation, structure and stability).

5

Or

- (b) Resolution of a racemic acid *via* diastereomeric salt formation.

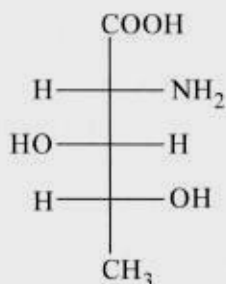
5

5. (a) What is compressibility factor (*Z*) for a real gas? Draw *Z* vs. *P* isotherms for H_2 , N_2 and CO_2 .

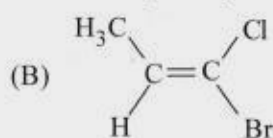
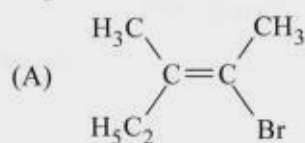
- (b) State Bent's rule. The C — Cl bond distance in CH_3Cl and CF_3Cl are 1.78 Å and 1.75 Å respectively. Comment on this difference with the help of Bent's rule.

- (c) Find the absolute configuration (*R* / *S*) for all three stereocentres of the following molecule :

4+3+3



6. (a) Write down Fajan's rule. Explain the effect of polarizing power and polarizabilities on the properties of ionic compounds.
 (b) What is activation energy? Draw labelled energy profile diagram for a reaction.
 (c) Graphically represent Maxwell distribution of molecular speed in three dimension at two different temperatures for the same gas and explain the observed differences. 4+3+3
7. (a) Describe the mechanism of chlorination of methane in diffused sunlight.
 (b) Calculate most probable speed, average speed and root mean square speed in Maxwell's 3-D speed distribution for oxygen molecule at 27°C in SI unit.
 (c) What are equivalent and non-equivalent hybrid orbitals? Explain using CCl_4 and CCl_2F_2 with examples. 4+3+3
8. (a) What is Boyle temperature? Derive the expression of Boyle temperature of a van der Waals gas.
 (b) The solubility of MX_2 in water is $4 \times 10^{-5} \text{ mol lit}^{-1}$ at 25°C. Find the solubility product of MX_2 at 25°C.
 (c) The optical rotation of lactic acid disappears on treatment with a base. — Explain. 4+3+3
9. (a) Define formal charge. Draw the Lewis structure of the sulphate and carbonate ions and calculate the formal charge of each atom.
 (b) Explain the following terms with an example in each case :
 (i) Stereogenicity, (ii) Chirotopicity.
 (c) Name three inter-molecular forces and explain any two of them. 4+3+3
10. (a) (i) Assign E/Z nomenclature to the following compounds :



- (ii) $\text{HOCH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ has no geometrical isomer but has.— Explain.

- (b) Deduce an expression for the total number of binary collisions between the molecules of a gas occurring per unit time per unit volume.
 (c) Draw the Born-Haber cycle for NaCl crystal and write an expression for the lattice energy from this cycle. (2+2)+3+3