2026

CHEMISTRY — MDC

Paper : CC-4

(Inorganic Chemistry - I)

Full Marks : 75

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

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

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

(ক) আণবিক অরবিটাল তত্ত্বে 'পারমাণবিক অরবিটালসমূহের রৈখিক সমাবেশ' (LCAO) আসন্নমানের জন্য দুটি শর্ত উল্লেখ করো।

(খ) একটি উদাহরণসহ ইন্ট্রিনসিক সেমিকন্ডাক্টরের সংজ্ঞা দাও।

(গ) গ্লাইকল-এর স্ফুটনাঙ্ক ইথানল-এর তুলনায় বেশি কেন?

(ঘ) HSO_4^- আয়নের অনুবন্ধী অ্যাসিড ও ক্ষার উল্লেখ করো।

(ঙ) আম্লিক ও ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের উদাহরণ দাও।

(চ) ম্যাজিক সংখ্যাবিশিষ্ট দুটি নিউক্লিয়াসের উদাহরণ দাও।

(ছ) He_2 অস্থিতিশীল কিন্তু He_2^+ স্থিতিশীল — ব্যাখ্যা করো।

(জ) নিম্নলিখিত বিক্রিয়ায় অনুবন্ধী অ্যাসিড-ক্ষার জোড়গুলি শনাক্ত করো ঃ

$$HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$$

(ঝ) B_2 অণুর অযুগ্ম ইলেকট্রন-এর সংখ্যা নির্ণয় করো।

(ঞ) ফ্রেঙ্কেল ত্রুটি (Frenkel Defect) কাকে বলে? একটি উদাহরণ দাও।

(ট) নিম্নলিখিত সমীকরণগুলিতে 'A' এবং 'B' কে শনাক্ত করো—

(অ) ${}^{15}_{8}O \rightarrow {}^{0}_{-1}e + A$

(আ) ${}^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{7}_{4}Be + B$

(ঠ) HF অণুতে non-bonding ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করো।

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) O_2 অণুর আণবিক কক্ষক (MO Diagram) লেখচিত্র এবং বন্ধনক্রম (Bond order) ৩+২

অথবা

(খ) ব্যান্ড তত্ত্ব এবং এর সাহায্যে Na-ধাতুর পরিবাহিতা। ৩+২

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) অ্যাসিড-ক্ষার প্রশমন বক্ররেখা অঙ্কন করো এবং এর জন্য উপযুক্ত নির্দেশক উল্লেখ করো ঃ $২\frac{১}{২}+২\frac{১}{২}$

(অ) তীব্র অ্যাসিড-তীব্র ক্ষার টাইট্রেশন

(আ) মৃদু অ্যাসিড-তীব্র ক্ষার টাইট্রেশন।

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে নিউক্লিয় স্থিতিশীলতা নির্ণয় করো ঃ

(অ) নিউট্রন ও প্রোটনের অনুপাত

(আ) ম্যাজিক সংখ্যা। $২\frac{১}{২}+২\frac{১}{২}$

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) NO অণুর আণবিক কক্ষক (MO Diagram) লেখচিত্র এবং বন্ধনক্রম ৩+২

অথবা

(খ) উদাহরণসহ ব্রনস্টেড-লাউরি (Bronsted-Lowry) অম্ল ক্ষার তত্ত্ব। ৫

৫। (ক) নীচের আয়নগুলি/অণুর বন্ধনক্রম এবং বন্ধনদৈর্ঘ্য-এর ক্রমহ্রাসমান ক্রমটি লেখো (ব্যাখ্যাসহ) ঃ

N_2^{2-}, N_2^{+}, N_2^{-} এবং N_2।

(খ) নিম্নলিখিত লুইস অ্যাসিডগুলিকে তাদের ক্রমবর্ধমান অম্লশক্তি অনুসারে সাজাও ঃ

SiF_4, $SiCl_4$ এবং $SiBr_4$।

(গ) তাপমাত্রার উপর অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা কীভাবে নির্ভর করে? ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৬। (ক) 50 ml 0.1 M CH_3COOH (pK_a = 4.74) দ্রবণকে 0.1 M NaOH দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করা হল। নিম্নলিখিত অবস্থায় pH এর মান নির্ণয় করো ঃ

(অ) 0 ml NaOH যোগ করা হলে

(আ) তুল্য বিন্দুতে।

(খ) $^{56}_{26}Fe$ -এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি গণনা করো।

প্রদত্ত ঃ $^{56}_{26}Fe$ এর পারমাণবিক ভর = 55.9350 amu,

m_p = 1.0076 amu, m_n = 1.0089 amu.

(গ) KHF_2-এর অস্থিত্ব আছে কিন্তু KCl_2-এর নেই — ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৭। (ক) N_2 অণু ডায়াম্যাগনেটিক এবং O_2 প্যারাম্যাগনেটিক — আণবিক অরবিটাল তত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

(খ) HSAB নীতি ব্যবহার করে নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির অভিমুখ অনুমান করো ঃ

(অ) HI + NaF = HF + NaI

(আ) $TiF_4 + 2TiI_2 = TiI_4 + 2TiF_2$।

(গ) ZnO গরম অবস্থায় হলুদ এবং ঠান্ডা অবস্থায় সাদা হয় — কেলাস ত্রুটির পরিপ্রেক্ষিতে ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৮। (ক) একটি কাঠের প্রত্নবস্তুতে মূল ^{14}C-এর মাত্র 25% তেজস্ক্রিয়তা রয়েছে। ^{14}C-এর অর্ধায়ু 5730 বছর দেওয়া থাকলে, এর বয়স অনুমান করো।

(খ) MO তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে নিম্নলিখিত অণু/আয়নগুলির চৌম্বক ধর্ম ব্যাখ্যা করো ঃ

H_2^+, H_2^- এবং H_2।

(গ) আয়ন-ডাইপোল, ডাইপোল-ডাইপোল মিথস্ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো এবং প্রতিটি ক্ষেত্রে একটি করে উদাহরণ দাও। ৪+৩+৩

৯। (ক) অক্সিঅ্যাসিডের জন্য পাউলিং-এর নিয়মগুলি বর্ণনা করো। এই নিয়মের সাহায্যে H_3PO_4 ও H_3PO_2-এর সম্ভাব্য pK_a-এর মান নির্ণয় করো।

(খ) MO তত্ত্বের সাহায্যে Be_2 ও C_2 অণুর ইলেকট্রন বিন্যাস লেখো।

(গ) Ge-এর সাথে সামান্য পরিমাণ As যোগ করলে এর পরিবাহিতা কেন বৃদ্ধি পায়? ৪+৩+৩

১০। (ক) CN^- আয়নের আণবিক কক্ষক (MO diagram) লেখচিত্র অঙ্কন করো। HOMO ও LUMO-কে চিহ্নিত করো।

(খ) উদাহরণ সহযোগে অ্যাসিড ও ক্ষারের লাক্স-ফ্লাড তত্ত্বটি ব্যাখ্যা করো।

(গ) ভ্যালেন্স ব্যান্ড (Valence Band) এবং কনডাকশন ব্যান্ড (Conduction Band) বলতে কী বোঝো? ৪+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 (***question nos.*** **5** ***to*** **10**) from the rest.

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

(a) Mention two conditions for Linear Combination of Atomic Orbitals (LCAO) approximation in Molecular Orbital theory.

(b) Define intrinsic semiconductor with one example.

(c) Why does glycol have a higher boiling point than ethanol?

(d) Write the conjugate acid and base of HSO_4^- ion.

(e) Give example of acidic and basic buffer solution.

(f) Give two examples of magic nuclei.

(g) He_2 is unstable but He_2^+ is stable – Explain.

(h) Identify the conjugate acid-base pairs in the following reaction :

$$HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$$

(i) Calculate the number of unpaired electron in B_2 molecule.

(j) What is Frenkel defect? Give one example.

(k) Identify 'A' and 'B' in the following nuclear reactions :

(i) ${}^{15}_{8}O \rightarrow {}^{0}_{-1}e + A$

(ii) ${}^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{7}_{4}Be + B$

(l) Calculate the number of non-bonding electron in HF molecule.

2. Write a short note on :

(a) MO diagram of O_2 and its bond order. 3+2

Or

(b) Band theory and conductivity of Na metal. 3+2

3. Write a short note on :

(a) Acid-base neutralisation curve and choice of suitable indicator for 2½+2½

(i) strong acid-strong base titration, and

(ii) weak acid-strong base titration respectively.

Or

(b) Nuclear stability based on :

(i) neutron to proton ratio, and

(ii) magic number. 2½+2½

4. Write a short note on :

(a) MO diagram of NO molecule and its bond order. 3+2

Or

(b) Bronsted-Lowry theory of acids and bases with example. 5

5. (a) Write the descending order of 'bond order' and 'bond length' of the following ions molecules with explanation :

N_2^{2-}, N_2^+, N_2^- and N_2.

(b) Arrange the following Lewis acids according to their increasing acid strength :

SiF_4, $SiCl_4$ and $SiBr_4$.

(c) How does the conductivity of semiconductor depend on temperature? Explain. 4+3+3

6. (a) 50 ml of 0.1 M CH_3COOH ($pK_a = 4.74$) is titrated with 0.1 M NaOH solution. Calculate the pH when :

(i) 0 ml NaOH is added

(ii) At equivalence point.

(b) Calculate the binding energy per nucleon for $^{56}_{26}Fe$.

Given : Atomic mass of $^{56}_{26}Fe = 55.9350$ amu,

$m_p = 1.0076$ amu

and, $m_n = 1.0089$ amu.

(c) KHF_2 exists but $KHCl_2$ does not – Explain. 4+3+3

7. (a) N_2 molecule is diamagnetic while O_2 is paramagnetic. Explain with molecular orbital theory.

(b) Predict the direction of the following reactions using the HSAB principle :

(i) $HI + NaF = HF + NaI$

(ii) $TiF_4 + 2TiI_2 = TiI_4 + 2TiF_2$.

(c) ZnO is yellow when hot and white when cold — Explain in terms of crystal defects. 4+3+3

8. (a) A wooden artifact contains only 25% of the original ^{14}C radioactivity. Given that the half-life of ^{14}C is 5730 years, estimate its age.

(b) Explain the magnetic properties of the following molecules/ions on the basis of MO theory :

H_2^+, H_2^- and H_2.

(c) Explain ion-dipole and dipole-dipole interactions mentioning one example in each case. 4+3+3

9. (a) Describe the Pauling's rule for oxyacids. Calculate the approximate pK_a values of H_3PO_4 and H_3PO_2 using this rule.

(b) Write down the electronic configuration of Be_2 and C_2 molecule as per MO theory.

(c) Why the conductivity of Ge is enhanced after adding trace amount of As to it? 4+3+3

10. (a) Draw the MO diagram of CN^- ion. Identify the HOMO and the LUMO.

(b) Explain Lux-Flood concept of acid and base with example.

(c) What are the valence band and conduction band? 4+3+3