2026

CHEMISTRY — MDC

Paper : CC-7

(Physical Chemistry - II)

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 ৫-১০**-এর মধ্যে) উত্তর লেখো।

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

(ক) তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বলতে কী বোঝো? CGS এবং SI পদ্ধতিতে এর একক লেখো।

(খ) তরলের পৃষ্ঠটানের উপর তাপমাত্রার প্রভাব লেখো।

(গ) নিম্নলিখিত সমতলগুলির জন্য মিলার সূচক নির্ণয় করো ঃ

(অ) 2a, b, c এবং (আ) a, 3b, –2c।

(ঘ) ব্যাপন সংক্রান্ত ফিক (Fick)-এর সূত্রটি গাণিতিক রূপসহ বিবৃত করো।

(ঙ) একটি তলকেন্দ্রিক ঘনকাকার কেলাসের (FCC) কতগুলি চতুস্তলকীয় ও অষ্টতলকীয় শূন্যস্থান থাকে?

(চ) নিম্নলিখিত সিস্টেমে কতগুলি দশা বর্তমান?

$$NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$$

(ছ) Bragg-এর diffraction সংক্রান্ত সূত্রটি ব্যবহৃত সকল পদের ব্যাখ্যাসহ বিবৃত করো।

(জ) একটি প্রকৃত দ্রবণের জন্য রাউল্ট-এর সূত্রটি বিবৃত করো।

(ঝ) অ্যাজিওট্রপিক দ্রবণ বলতে কী বোঝো? একটি উদাহরণ দাও।

(ঞ) 'অভিস্রবণ চাপ একটি সংখ্যাগত ধর্ম' — উক্তিটির যথার্থতা নিরূপণ করো।

(ট) উপযুক্ত উদাহরণসহ সল্ট ব্রিজ-এর ব্যবহার লেখো।

(ঠ) নিম্নলিখিত কোষের জন্য অর্ধ-কোষ বিক্রিয়া ও ই.এম.এফ. লেখো ঃ

$$Zn\,|\,Zn^{2+}(aq.)\,||\,Cu^{2+}(aq.)\,|\,Cu$$ ।

২। (ক) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্কের উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ ৩+২

(অ) অসওয়াল্ড ভিস্কোমিটরের সাহায্যে মান নির্ণয়

(আ) উষ্ণতার সঙ্গে সম্পর্ক।

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে তরলের পৃষ্ঠটানের উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ ২+৩

(অ) সংজ্ঞা এবং মাত্রা

(আ) কৈশিক উন্নয়ন পদ্ধতির সাহায্যে মান নির্ণয়।

৩। (ক) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে কেলাস তলের উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ ২+৩

(অ) কেলাস তলের ইনডেক্সিং পদ্ধতি

(আ) d_{hkl}-এর সাধারণ রূপটি উপপাদন করো।

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে স্ফুটনাঙ্কের উন্নয়নের (Elevation) উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ ৪+১

(অ) অদ্রবণীয়, অ-তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রাবকের আদর্শ লঘু দ্রবণের জন্য তাপগতিগত উপপাদন

(আ) একটি ব্যতিক্রম (Abnormal)-এর উদাহরণ।

৪। (ক) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির সাহায্যে Gibbs phase rule সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ ২+৩

(অ) এতে ব্যবহৃত সকল পদের সংজ্ঞা

(আ) ফেজ রুলের প্রতিপাদন।

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির সাহায্যে নর্স্ট সমীকরণ (Nernst equation) সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করো ঃ ৩+২

(অ) তাপগতিগত (Thermodynamic) প্রতিপাদন।

(আ) উপযুক্ত উদাহরণসহ ই.এম.এফ. (EMF) নির্ণয়।

৫। (ক) জলের মধ্যে উল্লম্বভাবে নিমজ্জিত একটি স্বচ্ছ কাঁচের কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ $r = 0.05$ cm। ঘরের তাপমাত্রায় জলের পৃষ্ঠটান হল 72×10^{-3} Nm^{-1}, জল ও কাঁচের স্পর্শ কোণ $\theta = 0^o$। কৈশিক নলের মধ্যে জলের উচ্চতা নির্ণয় করো। ($\rho_{water} = 1000$ kg/m^3, $g = 9.8$ m/s^2)

(খ) ঘন ল্যাটিসে (001), (010) ও (111) সমতলসমূহ অঙ্কন করো।

(গ) ডুহেম-মার্গিউলস (Duhem-Margules) সমীকরণের উপযুক্ত রূপ থেকে কনোভালফের সূত্র (Konowaloff's rule) নির্ণয় করো। ৪+৩+৩

৬। (ক) বিচ্ছুরণের জন্য ব্যবহৃত X-রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda = 1.54$ Å। ঘনকাকার কেলাসের (2, 0, 0) তল থেকে প্রথম ক্রম প্রতিফলন ($n = 1$) হয় $\theta = 30°$ কোণে। কেলাসটির ল্যাটিস প্যারামিটার 'a' নির্ণয় করো।

(খ) দেওয়া আছে, $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ Volt এবং $E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = 0.35$ Volt। তড়িৎকোষটি গঠন করো এবং প্রমাণ তড়িৎচালক বল গণনা করো।

(গ) একটি সাবান বুদবুদের ভিতরের অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় করো। ৪+৩+৩

৭। (ক) একটি দ্বি-উপাদানবিশিষ্ট কঠিন-তরল সাম্যাবস্থার একটি চিহ্নিত দশাচিত্র অঙ্কন করো এবং ইউটেকটিক মিশ্রণ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো।

(খ) একটি তরলের মোট ভর 40.192 মিগ্রা, যেটি ভেঙে 1500 টি ক্ষুদ্র গ্লোবিউলে (radius = 0.02 cm) পরিণত করা হয়েছে। পৃষ্ঠ শক্তির বৃদ্ধি নির্ণয় করো (ঘনত্ব = 0.8 gm cm^{-3}, পৃষ্ঠটান = 27 dyne cm^{-1})।

(গ) NaCl ও KCl-এর গঠন একই হলেও তাদের এক্স-রে বিচ্ছুরণ চিত্র (X-ray diffraction pattern) ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৮। (ক) 293 K তাপমাত্রায় জলের পরম সান্দ্রতা (absolute viscosity) 0.01002 poise। একই আয়তনের জল ও ক্লোরোফর্ম একটি কৈশিক নল দিয়ে প্রবাহিত হতে যে সময় লাগে তা যথাক্রমে 39.7 সেকেন্ড ও 15 সেকেন্ড। যদি জলের ঘনত্ব 1.0 gm cm^{-3} ও ক্লোরোফর্মের ঘনত্ব 1.49 gm cm^{-3} হয়, তবে 293 K তাপমাত্রায় ক্লোরোফর্মের পরম সান্দ্রতা নির্ণয় করো।

(খ) একটি তলকেন্দ্রিক ঘনকাকার কেলাসের (FCC) প্যাকিং-এর শতকরা হার নির্ণয় করো।

(গ) আয়নীভবনযোগ্য দ্রবণের ক্ষেত্রে ভ্যান্ট হফ গুণক এবং বিয়োজনের মাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ৪+৩+৩

৯। (ক) FCC ও BCC কেলাসের একক ঘনকে পরমাণু সংখ্যা নির্ণয় করো।

(খ) ট্রান্সফারেন্সসহ এবং ট্রান্সফারেন্স ব্যতীত Concentration সেল-এর ধারণাটি লেখো।

(গ) ধারারেখ প্রবাহ এবং অশান্ত প্রবাহের মধ্যে পার্থক্য লেখো। ৪+৩+৩

১০। (ক) 298 K তাপমাত্রায় নিম্নলিখিত সেল-এর EMF নির্ণয় করো ঃ

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq.) \rightarrow Zn^{2+}(aq.) + Cu(s)$$

প্রদত্ত তথ্য ঃ $E^{\circ}_{cell} = 1.1$ V

Zn^{2+}-এর গাঢ়ত্ব = 0.1 (M)

Cu^{2+}-এর গাঢ়ত্ব = 1 (M)

(খ) একটি গ্যাসের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক ও গড় মুক্ত পথের মধ্যে সম্পর্কটি নির্ণয় করো।

(গ) ক্রিস্টালোগ্রাফিতে ল্যাটিস, স্পেস ল্যাটিস এবং ইউনিট সেল-এর সংজ্ঞা লেখো। ৪+৩+৩

Please Turn Over

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

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

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

(a) What do you mean by viscosity coefficient of a liquid? Give its unit in CGS and SI system.

(b) Give the effect of temperature on surface tension of a liquid.

(c) Determine the Miller indices of the planes that intersect the crystal axes at :

(i) 2a, b, c and (ii) a, 3b, –2c.

(d) State Fick's law of diffusion and write its mathematical expression.

(e) How many tetrahedral and octahedral voids are present in a face centered cubic (FCC) lattice?

(f) How many phases are present in the following system?

$$NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$$

(g) State Bragg's law of diffraction, explaining all the terms involved.

(h) State Rault's law for an ideal solution.

(i) What is an Azeotropic solution? Give one example.

(j) Osmotic pressure is a colligative property— justify the statement.

(k) Explain the use of salt-bridge with a suitable example.

(l) Write down the electrode half reactions and EMF of the cell :

$$Zn \mid Zn^{2+}(aq.) \parallel Cu^{2+}(aq.) \mid Cu \ .$$

2. (a) Write a short note on viscosity coefficient of liquid using the following points : 3+2

(i) Determination using Ostwald viscometer

(ii) Temperature dependence.

Or

(b) Write a short note on surface tension of liquid using the following points : 2+3

(i) Definition and dimension

(ii) Determination using capillary rise method.

3. (a) Write a short note on crystal planes using the following points : 2+3

(i) Procedure of indexing the crystal plane.

(ii) Derivation of the general expression of d_{hkl}.

Or

(b) Write a short note on elevation of boiling point using the following points : 4+1

(i) Thermodynamic derivation for an ideally dilute solution containing a non-volatile, non-electrolyte solute

(ii) One example of exception (Abnormal behaviour).

4. (a) Write a short note on Gibb's phase rule using the following points : 2+3

(i) Definitions of all the terms involved

(ii) Derivation of phase rule.

Or

(b) Write a short note on Nernst equation using the following points : 3+2

(i) Thermodynamic derivation

(ii) EMF calculation with suitable example.

5. (a) A clean glass capillary tube of radius $r = 0.05$ cm is dipped vertically in water. The surface tension of water at RT is 72×10^{-3} N/m, the contact angle between water and glass $\theta = 0°$. Calculate the height of capillary rise of water in the tube ($\rho_{water} = 1000$ kg/m^3, $g = 9.8$ m/s^2).

(b) Draw (001), (010) and (111) planes in a cubic lattice.

(c) Starting from the appropriate form of the Duhem-Margules equation deduce Konowaloff's rule. 4+3+3

6. (a) The X-ray wavelength used for diffraction is $\lambda = 1.54$ Å. A first-order reflection ($n = 1$) from the (2, 0, 0) plane of a cubic crystal occur at an angle $\theta = 30°$. Calculate the lattic parameter 'a' of the crystal.

(b) Given $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ Volt and $E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = 0.35$ Volt. Design the electrochemical cell and calculate the standard electrode potential.

(c) Determine the excess pressure inside a soap bubble. 4+3+3

7. (a) Draw a labelled phase diagram for a two-component solid-liquid equilibrium system and explain what is meant by a eutectic mixture.

(b) A spherical drop of a liquid weighing 40.192 mg is dispersed into 1500 microglobules of radius 0.02 cm each. Find the increase in surface energy.
(density = 0.8 gm cm^{-3}, surface tension = 27 dyne cm^{-1}).

(c) Both NaCl and KCl have similar structures yet their X-ray diffraction pattern are different. Explain. 4+3+3

Please Turn Over

8. (a) The absolute viscosity of water at 293 K is 0.01002 poise. Time taken by equal volumes of water and chloroform to flow through a capillary tube are 39.7 seconds and 15 seconds respectively. Density of water is 1.0 gm cm^{-3} and that of chloroform is 1.49 gm cm^{-3}. Calculate the absolute viscosity of chloroform at 293 K.

(b) Evaluate the percentage packing in a face centered cubic (FCC) lattice.

(c) Deduce a relation between Van't Hoff factor and degree of dissociation in case of ionisable solutes. 4+3+3

9. (a) Calculate the number of atoms per unit cell of FCC and BCC crystals.

(b) Explain the concept of concentration cells with and without transference.

(c) Differentiate between streamline and turbulent flow of a fluid. 4+3+3

10. (a) Calculate the EMF of the following cell at 298 K :

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq.) \rightarrow Zn^{2+}(aq.) + Cu(s)$$

Given : $E^{\circ}_{cell} = 1.1\ V$

Concentration of Zn^{2+} = 0.1 (M)

Concentration of Cu^{2+} = 1 (M)

(b) Derive the relation between the viscosity coefficient of a gas and its mean free path.

(c) Define lattice, space lattice and unit cell in crystallography. 4+3+3