MSCCH-03

June - Examination 2026
M.Sc. (Previous) Examination
CHEMISTRY
Physical Chemistry
Paper : MSCCH-03

[*Time: **3** Hours*] [*Maximum Marks: **80***]

Note :- The question paper is divided into three Sections A, B and C. Write answers as per the given instructions in each section.

निर्देश :– यह प्रश्न–पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

Section-A **8×2=16**

(Very Short Answer Type Questions)

Note :- Answer **all** questions. As per the nature of the question delimit your answer in one word, one sentence or maximum up to **30** words. Each question carries **2** marks.

खण्ड–'अ'

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :– **सभी** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम **30** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **2** अंक का है।

1. (i) What is a State Function? Give one example.
अवस्था फलन क्या है? एक उदाहरण दीजिए।

(ii) State the First Law of Thermodynamics and write its mathematical equation.
ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम को बताइए और उसका गणितीय समीकरण लिखिए।

(iii) What is the ground-state energy of a particle in a two-dimensional box? Write the expression.
द्वि–आयामी बॉक्स में एक कण की मूल–अवस्था ऊर्जा है? व्यंजक लिखिए।

(iv) What is the Grand Canonical Ensemble? Mention the conditions required for it.
ग्रैंड कैनोनिकल एनसेंबल क्या है? इसके लिए आवश्यक शर्तें बताइए।

(v) Calculate the mean (average) of the even numbers from 1 to 10.
1 से 10 तक की सम संख्याओं का माध्य (औसत) निकालिए।

(vi) What is the selection rule for Raman Spectroscopy?
रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का चयन नियम क्या है?

(vii) Predict the number of ^{1}H NMR signals in naphthalene and p-xylene.
नैफ़्थलीन और p-ज़ाइलीन में ^{1}H NMR सिग्नलों की संख्या बताइए।

(viii) What is an Adiabatic Process? Mention the conditions under which it occurs.
रुद्धोष्म प्रक्रिया क्या है? उन स्थितियों का उल्लेख करें जिनमें यह प्रक्रिया होती है।

Section-B 4×8=32

(Short Answer Type Questions)

Note :- Answer **any four** questions. You have to delimit your each answer maximum up to **200** words. Each question carries **8** marks.

खण्ड–'ब'

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :– **किन्हीं चार** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने प्रत्येक उत्तर को अधिकतम **200** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **8** अंक का है।

2. What are Fast Reactions? Describe the experimental methods used for the study of fast reactions with suitable examples.

   तीव्र अभिक्रियाएँ क्या हैं? उपयुक्त उदाहरणों के साथ तीव्र अभिक्रियाओं के अध्ययन के लिए प्रयुक्त प्रायोगिक विधियों का वर्णन कीजिए।

3. Explain the different types of spectral shifts observed in UV-Visible Spectroscopy. Discuss Bathochromic Shift (Red Shift) and Hypsochromic Shift (Blue Shift).

   UV-दृश्य स्पेक्ट्रोस्कोपी में देखे जाने वाले विभिन्न प्रकार के स्पेक्ट्रल शिफ्ट की व्याख्या करें। बैथोक्रोमिक शिफ्ट (रेड शिफ्ट) और हिप्सोक्रोमिक शिफ्ट (ब्लू शिफ्ट) के प्रभाव पर चर्चा करें।

4. Derive the Michaelis-Menten equation and explain the assumptions involved in its derivation.

   माइकलिस–मेंटेन समीकरण निकालें और इसके व्युत्पन्न में शामिल मान्यताओं को समझाएं।

5. The following grouped frequency distribution represents the marks obtained by students in a Physical Chemistry examination -

   Calculate the Mode of the distribution using the grouped data method. Clearly identify the Mode class and show all steps involved in the calculation.

Marks	**10-20**	**20-30**	**30-40**	**40-50**	**50-60**	**60-70**	**70-80**
Frequency	6	12	18	25	20	14	5

   नीचे दिये गये समूहीकृत बारंबारता वितरण, भौतिक रसायन विज्ञान की परीक्षा में छात्रों द्वारा प्राप्त अंकों को दर्शाता है –

   वर्गीकृत डेटा विधि का उपयोग करके वितरण का बहुलक (Mode) ज्ञात कीजिए। बहुलक वर्ग को स्पष्ट रूप से पहचानें और गणना में शामिल सभी चरणों को लिखिए।

अंकों	**10-20**	**20-30**	**30-40**	**40-50**	**50-60**	**60-70**	**70-80**
आवृत्ति	6	12	18	25	20	14	5

6. Explain the principle of electronic spectroscopy and electronic transitions in molecules.

   अणुओं में इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी और इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण के सिद्धांत की व्याख्या करें।

7. What is the Third Law of Thermodynamics? Explain Nernst's Heat Theorem.
ऊष्मागतिकी का तीसरा नियम क्या है? नन्सर्ट के ऊष्मा प्रमेय की व्याख्या करें।

8. What is Phase Equilibrium? Discuss the different equilibrium curves in the phase diagram of water and explain the significance of the triple point.
प्रावस्था साम्यावस्था क्या है? जल के प्रावस्था आरेख में विभिन्न साम्यावस्था वक्रों की चर्चा कीजिए और त्रिक बिंदु (triple point) के महत्व को समझाइए।

9. Explain the Rigid Rotator Model. Derive the expression for the rotational energy levels and discuss its significance in molecular spectroscopy.
दृढ़ घूर्णी मॉडल की व्याख्या करें। घूर्णी ऊर्जा स्तरों के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें और आणविक स्पेक्ट्रोस्कोपी में इसके महत्व पर चर्चा करें।

Section-C 2×16=32

(Long Answer Type Questions)

Note :- Answer **any two** questions. You have to delimit your each answer maximum up to **500** words. Each question carries **16** marks.

खण्ड–'स'

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :– **किन्हीं दो** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने प्रत्येक उत्तर को अधिकतम **500** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **16** अंक का है।

10. Explain the particle-in-a-box model in quantum chemistry. Derive the energy levels for a particle in one-dimensional box and discuss the corresponding energy expressions for two-dimensional and three-dimensional boxes. Compare the energy states in all three cases.
क्वांटम केमिस्ट्री में 'पार्टिकल–इन–अ–बॉक्स' मॉडल को समझाएं। एक–विमीय बॉक्स में कण के लिए ऊर्जा स्तरों को व्युत्पन्न करें और द्वि–विमीय व त्रि–विमीय बॉक्स के लिए संबंधित ऊर्जा सूत्रों पर चर्चा करें। तीनों स्थितियों में ऊर्जा अवस्थाओं की तुलना करें।

11. Explain the theories of unimolecular reactions. Discuss the Lindemann mechanism for unimolecular reactions and explain how it accounts for the pressure dependence of reaction rates. Describe the limitations of the Lindemann theory.
एक–अणु अभिक्रियाओं के सिद्धांतों की व्याख्या करें। एक–अणु अभिक्रियाओं के लिए लिंडेमैन क्रियाविधि पर चर्चा करें और समझाएं कि यह अभिक्रिया दरों की दबाव निर्भरता को कैसे स्पष्ट करता है। लिंडेमैन सिद्धांत की सीमाओं का वर्णन करें।

12. Explain the physical meaning of the distribution function and its applications in Statistical Thermodynamics.

वितरण फलन का भौतिक अर्थ समझाइए और सांख्यिकीय ऊष्मागतिकी में इसके उपयोग बताइए।

13. An enzyme-catalyzed reaction follows Michaelis-Menten kinetics. The maximum reaction velocity (V_{max}) is 100 μmol min^{-1} and the Michaelis constant (Km) is 5×10^{-3} mol L^{-1}.

Calculate the initial reaction velocity (v), when the substrate concentration [S] is -

(i) 5×10^{-3} mol L^{-1}

(ii) 1.0×10^{-2} mol L^{-1}

एंजाइम द्वारा उत्प्रेरित अभिक्रिया माइकलिस–मेंटेन गतिकी का अनुसरण करती है। अधिकतम अभिक्रिया दर (V_{max}) 100 μmol min^{-1} है और माइकलिस स्थिरांक (Km) 5×10^{-3} mol L^{-1} है।

प्रारंभिक अभिक्रिया वेग (v) की गणना करें, जब सबस्ट्रेट सांद्रता [S] हो –

(i) 5×10^{-3} mol L^{-1}

(ii) 1.0×10^{-2} mol L^{-1}
