

MSCCH-03

December - Examination 2025

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.

निर्देश :- यह प्रश्न-पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। दिए गए निर्देशों के अनुसार उत्तर दीजिए।

Section-A

8×2=16

(Very Short Answer Type Questions)

Note :- Answer **all** the 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।

- (i) Define the Third Law of Thermodynamics.
ऊष्मागतिकी के तीसरे नियम को परिभाषित करें।

(ii) What are the State functions and Path functions? Give two examples.
अवस्था फलन और पथ फलन क्या हैं? दो उदाहरण दें।

(iii) How many NMR signals are formed in Anthracene and Phenanthrene?
एन्थ्रासीन और फेनेंथ्रीन में कितने NMR सिग्नल बनते हैं?

(iv) What is the mean and median of following data 7, 8, 9, 3, 4, 5, 6, 2, 1?
निम्नलिखित डेटा 7, 8, 9, 3, 4, 5, 6, 2, 1 का माध्य और माध्यिका क्या है?

(v) Write the ground state energy of 3D box.
3D बॉक्स की ग्राउंड स्टेट ऊर्जा लिखें।

(vi) Calculate the λ_{\max} value for 2, 3-dimethyl-1, 3 butadiene.
2, 3-डाइमिथाइल-1, 3 ब्यूटाडाइन के λ_{\max} के मान की गणना करें।

(vii) Write down the formula of translational partition function.
ट्रांसलेशनल पार्टिशन फंक्शन का सूत्र लिखें।

(viii) Define degree of freedom in phase equilibrium.
साम्य-प्रावस्था में स्वतंत्रता की डिग्री को परिभाषित करें।

(Short Answer Type Questions)

Note :- Answer **any four** questions. Each answer should not exceed **200** words. Each question carries **8** marks.

खण्ड—'ब'

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

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

2. Discuss the difference between microcanonical, canonical and grand canonical ensembles. Under what conditions is each used?
माइक्रोकैनोनिकल, कैनोनिकल और ग्रैंड कैनोनिकल एन्सेम्बल के बीच अंतर पर चर्चा करें। प्रत्येक का उपयोग किन परिस्थितियों में किया जाता है?
3. What are the selection rules for Raman activity? How are they different from those for IR activity?
रमन गतिविधि के लिए चयन नियम क्या हैं? वे IR गतिविधि के लिए उनसे कैसे भिन्न हैं?
4. Derive the Michaelis-Menten equation for enzyme kinetics. What do V_{max} and K_m represent?
एंजाइम गतिकी के लिए माइकलिस-मेन्टेन समीकरण व्युत्पन्न करें। V_{max} और K_m क्या दर्शाते हैं?
5. Explain the principle of Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy. What is the significance of nuclear spin and magnetic field in this technique?
परमाणु चुंबकीय अनुनाद (NMR) स्पेक्ट्रोस्कोपी के सिद्धांत की व्याख्या करें। इस तकनीक में परमाणु स्पिन और चुंबकीय क्षेत्र का क्या महत्त्व है?
6. How does temperature affect the rate of a chemical reaction in terms of Collision Theory? Use the Arrhenius equation in your explanation?
टक्कर सिद्धांत के संदर्भ में तापमान रासायनिक प्रतिक्रिया की दर को कैसे प्रभावित करता है? अपने स्पष्टीकरण में अरहेनियस समीकरण का उपयोग करें?
7. Explain the Lindemann-Hinshelwood mechanism for unimolecular reactions. How does this theory account for the pressure dependence of the reaction rate?
यूनिमॉलिक्यूलर प्रतिक्रियाओं के लिए लिंडमैन-हिंशेलवुड तंत्र की व्याख्या करें। यह सिद्धांत प्रतिक्रिया दर की दबाव निर्भरता को कैसे ध्यान में रखता है?

8. What is the Schrödinger equation? Describe its significance in quantum chemistry and explain the difference between the time-dependent and time-independent forms. श्रोडिंगर समीकरण क्या है? क्वांटम रसायन विज्ञान में इसके महत्त्व का वर्णन करें और समय-निर्भर और समय-स्वतंत्र रूपों के बीच अंतर की व्याख्या करें।
9. At a temperature of 600K, the rate constant of a chemical reaction is $2.75 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$. When the temperature is increased to 800K, the rate constant for the same reaction is $1.95 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$. What is the activation energy of this reaction? 600K के तापमान पर, एक रासायनिक प्रतिक्रिया का दर स्थिरांक $2.75 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ है। जब तापमान 800K तक बढ़ा दिया जाता है, तो उसी प्रतिक्रिया के लिए दर स्थिरांक $1.95 \times 10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ होता है। इस प्रतिक्रिया की सक्रियण ऊर्जा क्या है?

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 उत्तर को अधिकतम **500** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **16** अंक का है।

10. Compare the particle in a one-dimensional box with the three-dimensional box model. How does the dimensionality affect the energy spectrum and density of states?
एक-आयामी बॉक्स में कण की तुलना त्रि-आयामी बॉक्स मॉडल से करें। आयाम ऊर्जा स्पेक्ट्रम और अवस्था के घनत्व को कैसे प्रभावित करता है?
11. Explain the Clausius-Clapeyron equation and derive its form. How is it used to determine the enthalpy of vaporization from experimental data?
क्लॉसियस-क्लैपेरोन समीकरण की व्याख्या करें और इसका रूप निकालें। प्रायोगिक डेटा से वाष्पीकरण की एन्थैल्पी निर्धारित करने के लिए इसका उपयोग कैसे किया जाता है?
12. Explain the basic principles of electronic spectroscopy. How does electronic excitation in molecules differ from vibrational or rotational excitation?
इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी के मूल सिद्धांतों की व्याख्या करें। अणुओं में इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजना कंपन या घूर्णी उत्तेजना से कैसे भिन्न होती है?
13. Derive the Gibbs-Helmholtz equation starting from the definition of Gibbs free energy. How is this equation useful in predicting temperature dependence of reaction spontaneity?
गिब्स मुक्त ऊर्जा की परिभाषा से शुरू करके गिब्स-हेल्महोल्ट्ज़ समीकरण निकालें। यह समीकरण रासायनिक अभिक्रिया की स्वतःप्रविता (spontaneity) पर तापमान के प्रभाव का अनुमान लगाने में कैसे उपयोगी है?