

MPH-08

December - Examination 2025

M.Sc. (Final) Examination

PHYSICS

NUCLEAR PHYSICS, ATOMIC AND MOLECULAR SPECTROSCOPY

नाभिकीय भौतिकी, परमाण्वीय एवं आण्विक स्पेक्ट्रोस्कोपी

Paper : MPH-08

[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** 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) Explain the saturation property of nuclear forces.
नाभिकीय बलों के संतृप्ति गुण को स्पष्ट कीजिए।
- (ii) Define mass attenuation coefficient.
द्रव्यमान क्षीणन गुणांक को परिभाषित कीजिए।
- (iii) Give examples of organic scintillators.
कार्बनिक सिंटिलेटर्स के उदाहरण दीजिए।
- (iv) What is meant by magnetic dipole?
चुम्बकीय द्विध्रुव से क्या तात्पर्य है?
- (v) Why the concept of electron spin was introduced?
इलेक्ट्रॉन स्पिन की अवधारणा क्यों पेश की गई?
- (vi) Give selection rules for two valence electrons.
दो संयोजक इलेक्ट्रॉनों के लिए चयन नियम दीजिए।
- (vii) What is isotope effect?
आइसोटोप प्रभाव क्या है?
- (viii) What is the order of energy difference between vibrational levels of a molecule?
किसी अणु के कंपन स्तरों के बीच ऊर्जा अंतर का क्रम क्या है?

(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. Show that the Nucleon-Nucleon interaction is strongly spin dependent and becomes repulsive at short distances.

प्रदर्शित करें कि न्यूक्लियॉन-न्यूक्लियॉन अंतःक्रिया दृढ़ता से स्पिन पर निर्भर है और छोटी दूरी पर प्रतिकर्षी हो जाती है।

3. Discuss different interaction processes between gamma rays and absorbers.

गामा किरणों और अवशोषकों के बीच विभिन्न अंतःक्रिया प्रक्रियाओं की विवेचना कीजिए।

4. Describe different solid-state detectors with appropriate diagrams.

विभिन्न ठोस अवस्था डिटेक्टरों का उचित आरेखों के साथ वर्णन कीजिए।

5. Describe experimental verification of parity violation with diagram.

समता उल्लंघन के प्रायोगिक सत्यापन का रेखा-चित्र सहित वर्णन कीजिए।

6. Discuss Stern-Gerlach experiment and interpret the result.

स्टर्न-गेरलाच प्रयोग की विवेचना कीजिए और परिणाम की व्याख्या कीजिए।

7. What is spin-orbit coupling? Deduce Lande's interval rule.

स्पिन ऑर्बिट युग्मन क्या है? लांडे का अंतराल नियम निकालें।

8. Describe separation of electronic and nuclear motion in molecules and determine the effective Hamiltonian for molecular wave function.

अणुओं में इलेक्ट्रॉनिक और नाभिकीय गति के पृथक्करण का वर्णन कीजिए और आण्विक तरंगफलन के लिए प्रभावी हैमिल्टनियन का निर्धारण कीजिए।

9. What is Fourier-Transform Infrared (FTIR) spectroscopy? Describe the major components of the FTIR spectrometer.

फूरियर-ट्रांसफॉर्म इन्फ्रारेड (FTIR) स्पेक्ट्रोस्कोपी क्या है? FTIR स्पेक्ट्रोमीटर के प्रमुख घटकों का वर्णन कीजिए।

(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. Discuss Neutron-Proton scattering at low energies and prove that in the energy range below 10 Mev, S-wave scattering ($l = 0$) is predominant.

निम्न ऊर्जा पर न्यूट्रॉन-प्रोटॉन प्रकीर्णन की विवेचना कीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि 10 MeV से नीचे की ऊर्जा सीमा में, S-तरंग प्रकीर्णन ($l = 0$) प्रमुख है।

11. Describe structure, principal and working of Geiger Muller (GM) counter. What are dead time and recovery time of GM tubes?

गिगर मुलर (जी एम) काउंटर की संरचना, सिद्धांत और कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए। जी एम ट्यूब्स का डेड टाइम और रिकवरी टाइम क्या है?

12. Determine Spin-Orbit interaction energy for Hydrogen like atom and give quantum mechanical relativistic correction. Explain fine structure of hydrogen.

हाइड्रोजन जैसे परमाणु के लिए स्पिन-ऑर्बिट इंटरैक्शन ऊर्जा निर्धारित कीजिए और क्वांटम मैकेनिकल सापेक्षतावादी सुधार कीजिए। हाइड्रोजन की सूक्ष्म संरचना की व्याख्या कीजिए।

13. Explain the rotational spectrum of a molecule and find the energy and the frequency of rotation. Mention the selection rule and show the characteristic feature of rotational spectrum.

अणु के घूर्णन स्पेक्ट्रम की व्याख्या कीजिए तथा घूर्णन की ऊर्जा और आवृत्ति ज्ञात कीजिए। चयन नियम का उल्लेख कीजिए तथा घूर्णन स्पेक्ट्रम की विशेषता दर्शाएं।
