

2236

B.Sc. (Part-III) Examination, 2023

PHYSICS

Paper-I

(Relativity and Statistical Physics)

Time : Three Hours] [Maximum Marks : 75

Note : Attempt **all** sections as per instructions.

सभी खण्डों के उत्तर निर्देशानुसार दीजिए।

Section-A/खण्ड-अ

Note : Attempt **all** questions. Give answer of each question in about 50 words. Each question carries $1\frac{1}{2}$ marks. $1\frac{1}{2} \times 10 = 15$

सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर लगभग 50 शब्दों में हो। प्रत्येक प्रश्न $1\frac{1}{2}$ अंकों का है।

P.T.O.

(2)

1. (i) Write the postulates of special theory of relativity?
विशिष्ट सापेक्षिक सिद्धांत के मूलभूत अभिगृहीतों को लिखिए।
- (ii) Write Lorentz transformation equation.
लॉरेन्ज रूपान्तरण समीकरणों को लिखिए।
- (iii) Write the relation between thermodynamic probability and entropy.
ऊष्मागतिकीय प्रायिकता और एन्ट्रॉपी के बीच संबंध लिखिए।
- (iv) Calculate the mass of a particle in terms of its rest mass m_0 when it is moving with a speed of $\sqrt{\frac{3}{2}} C$
किसी कण के द्रव्यमान का मान ज्ञात करें उसके विराम संहिति m_0 के रूप में यदि वह $\sqrt{\frac{3}{2}} C$ के गति से चल रहा है।
- (v) Define Fermions and Bosons.
फरमिओन और बोसोन को स्पष्ट कीजिए।
- (vi) Prove that rest mass of Photon is zero?
सिद्ध कीजिए कि फोटॉन का विरामावस्था द्रव्यमान शून्य होता है।

(3)

(vii) What is meant by Twin Paradox?

जुड़वाँ विरोधाभास से आप क्या समझते हैं?

(viii) A rod is observed to be of length 2m when at rest. It starts to move in the direction of its length at velocity 0.6C. Calculate the length as seen in the observer?

एक छड़ की लम्बाई 2m है। जब यह 0.6C के वेग से चलना प्रारम्भ करती है, छड़ की लम्बाई एक स्थिर प्रेक्षक के सापेक्ष बनायें।

(ix) What do you mean by most probable speed?

सबसे अधिक सम्भाव्य वेग का क्या तात्पर्य है।

(x) Explain the meaning of probability distribution.

प्रायिकता वितरण को समझाइये?

Section-B/खण्ड-ब

Note : Attempt **All** questions. Give answer of each question in about 200 words. Each question contains 8 marks. $5 \times 8 = 40$ सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर लगभग 200 शब्दों में दीजिए। प्रत्येक प्रश्न 8 अंकों का है।

P.T.O.

2236

(4)

2. Prove the relation:

$$(i) E = \sqrt{P^2 C^2 + m_0 C^2}$$

$$(ii) P = \sqrt{\frac{T^2}{C^2} + 2m_0 T}$$

where symbols have their usual meaning.

इन संबंधों को सिद्ध कीजिए :

$$(i) E = \sqrt{P^2 C^2 + m_0 C^2}$$

$$(ii) P = \sqrt{\frac{T^2}{C^2} + 2m_0 T}$$

OR/अथवा

Derive Formula for relativistic variation of mass with velocity is given by $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

किसी कण के द्रव्यमान में वेग के सापेक्ष परिवर्तन के लिए सूत्र

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

3. State and Prove the law of equipartition of energy.

ऊर्जा के समविभाजन नियम को समझाइए तथा सिद्ध कीजिए।

OR/अथवा

Show the distribution of two particles in three different cells according to M.B., B.E., and F.D. statistics.

2236

(5)

दो कणों का तीन विभिन्न कोष्ठों में M.B., B.E., तथा F.D. सांख्यिकी के अनुसार वितरण समझाइए।

4. What do you mean by ensembles? Discuss canonical, microcanonical and grand canonical ensembles.

समुच्चय का अर्थ समझाइए। कैनोनिकल, माइक्रो कैनोनिकल तथा ग्रैंड कैनोनिकल के बारे में विवेचना कीजिए।

OR/अथवा

Give the statistical interpretation of Second law of thermodynamics.

उष्मागतिकी के द्वितीय नियम की सांख्यिकीय व्याख्या कीजिए।

5. Establish Lorentz transformation equation using basic postulates of special theory of relativity. Show that $x^2+y^2+z^2-c^2t^2$ is invariant under Lorentz transformation.

सापेक्षिकता के मूल अभिगृहीतों की सहायता से लारेंज रूपान्तरण समीकरणों की स्थापना कीजिए। दर्शाइये कि लारेंज रूपान्तरण के अन्तर्गत $x^2+y^2+z^2-c^2t^2$ निश्चर है।

OR/अथवा

What is Gibbs paradox? How it has been resolved?

2236

P.T.O.

<https://www.rmlauonline.com>

(6)

गिब्स पैराडॉक्स किसे कहते हैं? इसे कैसे रिजाल्व कर सकते हैं।

6. What do you mean by partition function? Derive the relation between entropy and probability?

संवितरण फलन से आप क्या समझते हैं? एन्ट्रॉपी और प्रायिकता के बीच सम्बंध स्थापित कीजिए।

OR/अथवा

Show that the average energy of an electron in electron gas is $\frac{3}{5} E_f$ where E_f is Fermi energy.

दर्शाइये कि इलेक्ट्रॉन गैस में किसी इलेक्ट्रॉन की औसत ऊर्जा $\frac{3}{5} E_f$ होती है जहाँ E_f फर्मी ऊर्जा है।

Section-C/खण्ड-स

Note : Attempt any two questions. Give answer of each question in about 500 words. Each question carries 10 marks.

2×10=20

किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर लगभग 500 शब्दों में हो तथा प्रत्येक प्रश्न 10 अंकों का है।

2236

<https://www.rmlauonline.com>

(7)

7. Explain the assumption of Fermi-Dirac statistics and derive Fermi - Dirac distribution law.

फर्मी-डिराक सांख्यिकी की परिकल्पनाओं की व्याख्या कीजिए। और फर्मी डिराक कणों के वितरण के लिए सूत्र का निगमन कीजिए।

8. How was Galilean transformation was failed to explain the equality? Establish Lorentz transformation equation and show that for low value of velocity Lorentz transformation equation reduces to Galilean transformation?

समानता को समझाने में किस प्रकार गैलेलियन रूपांतरण असफल रहा। लॉरेंज समीकरण को स्थापित कीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि वेग के कम मान के लिए लॉरेंज रूपांतरण गैलेलियन रूपांतरण की तरह हो जाता है?

9. What do you mean by Doppler Broadening of structural lines? Deduce the expression of Doppler half width of spectral lines?

स्पेक्ट्रमी रेखाओं के डॉप्लर चौड़ाकरण से आप क्या समझते हैं। डॉप्लर अर्ध चौड़ाई का व्यंजक प्राप्त करिए।

(8)

10. For a single particle of mass 'm' enclosed in a volume V, show that the number of accessible microstate in energy E to E+dE is given by $\Omega(E) = \frac{4\sqrt{2}\pi V}{h^3} m^{3/2} E^{1/2} \delta E$

V आयतन के 'm' द्रव्यमान का एक कण के लिए सिद्ध कीजिए कि एसेसेबिल सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या ऊर्जा E तथा E+dE से होती है। $\Omega(E) = \frac{4\sqrt{2}\pi V}{h^3} m^{3/2} E^{1/2} \delta E$

11. (a) State Maxwell velocity distribution law and prove that the probability of a molecule having x-component of velocity in the range V_x to $V_x + dV_x$ is given by $P(V_x) dV_x = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-mV_x^2/2kT} dV_x$

मैक्सवेल का वेग बंटन बताइये तथा सिद्ध कीजिए कि किसी अणु के वेग के x-घटक के परिसर V_x तथा $V_x + dV_x$ में पाये जाने की प्रायिकता होती है :

$$P(V_x) dV_x = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-mV_x^2/2kT} dV_x$$

- (b) Define and explain the term macrostate and microstate with the help of an example.

एक उदाहरण की सहायता से स्थूल अवस्था तथा सूक्ष्म अवस्था को परिभाषित कीजिए तथा समझाइए।