

B.Sc. (Pg. II)

3101-II

**B.Sc. (Part-II) Examination, 2024**

(FACULTY OF SCIENCE)

(Three Year Scheme of 10+2+3 Pattern)

**PHYSICS****SECOND PAPER****(Mathematical Physics and Special Theory of Relativity)**

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 33

**Note :** 1. No supplementary answer-book will be given to any candidate. Hence the candidates should write the answer precisely in the main answer-book only.

किसी भी परीक्षार्थी को पूरक उत्तर-पुस्तिका नहीं दी जावेगी। अतः परीक्षार्थियों को चाहिये कि वे मुख्य उत्तर-पुस्तिका में ही समस्त प्रश्नों का उत्तर लिखें।

2. All the parts of one question should be answered at one place in the answer-book. One complete question should not be answered at different places in the answer-book.

किसी भी एक प्रश्न के अन्तर्गत पूछे गये विभिन्न प्रश्नों के उत्तर उत्तर-पुस्तिका में अलग-अलग स्थानों पर हल करने के बजाय एक ही स्थान पर हल करें।

3. First question is compulsory and is of nine marks. This question contains 12 short answer type questions of one mark each. Candidates have to attempt any 9 questions, with answer not more than 50 words. Second to fifth questions are of six marks each with internal choice.

प्रथम प्रश्न अनिवार्य है और यह 9 अंकों का है। इस प्रश्न के अन्तर्गत 12 लघूत्तरात्मक प्रश्न हैं, जिनमें से कोई भी 9 प्रश्न हल करने हैं, जिनका उत्तर 50 शब्दों से अधिक न हो। प्रश्न संख्या 2 से 5 तक प्रत्येक प्रश्न 6 अंक का है, जिसमें आन्तरिक विकल्प है।

Part-I

भाग-I

1. (i) Define orthogonal curvilinear coordinate system.

लाम्बिक वक्र-रेखीय निर्देश तंत्र को परिभाषित कीजिये।

- (ii) Define symmetric and skew-symmetric tensor.

सममित व प्रति-सममित प्रदिश को परिभाषित कीजिये।

- (iii) Show that :

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x-a) \delta(x-b) dx = \delta(b-a)$$

सिद्ध कीजिये कि :

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x-a) \delta(x-b) dx = \delta(b-a)$$

- (iv) Prove that  $(x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2)$  remains invariant under Lorentz transformation.

सिद्ध कीजिये कि  $(x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2)$  लारेन्ज रूपान्तरण के अन्तर्गत निश्चर रहता है।

- (v) Define four-Momentum.

चतुर्विम-संवेग को परिभाषित कीजिये।

- (vi) Show that the maximum shift in Compton wavelength is  $0.0484\text{Å}$ .

सिद्ध कीजिये कि कॉम्पटन तरंगदैर्घ्य में अधिकतम विस्थापन का मान  $0.0484\text{Å}$  होता है।

- (vii) Give the graphical representation of first three Legendre Polynomials  $[P_0(x), P_1(x), P_2(x)]$ .

प्रथम तीन लेजेन्ड्रे बहुपदों  $[P_0(x), P_1(x), P_2(x)]$  का ग्राफीय निरूपण दर्शाइये।

- (viii) Write down the generating function of Hermite Polynomial.

हरमाइट बहुपद का उद्भव फलन लिखिये।

- (ix) Write down the Laguerre differential equation.

लागेर अवकल समीकरण लिखिये।

- (x) Write down the Laplace equation in spherical coordinates.

गोलीय निर्देशांकों में लाप्लास समीकरण लिखिये।

- (xi) Write down the Helmholtz equation in circular cylindrical coordinates.

वृत्ताकार बेलनीय निर्देशांकों में हेल्महोल्ट्ज समीकरण को लिखिये।

(xii) What is the fundamental frequency of vibrations in a circular membrane?

एक वृत्तीय झिल्ली में कम्पनों की मूल विधा की आवृत्ति क्या होती है?

**Part-II**

**भाग-II**

**Section-A/खण्ड-अ**

2. (a) Explain the spherical coordinate system and obtain the relation between cartesian and spherical coordinates. Also obtain values of scale factors. 3

गोलीय निर्देश तंत्र को समझाइये तथा कार्तीय व गोलीय निर्देशांकों में सम्बन्ध प्राप्त कीजिये। स्केल गुणक के मान भी प्राप्त कीजिये।

- (b) Prove that spherical coordinate system is orthogonal. 3

सिद्ध कीजिये की गोलीय निर्देश तंत्र लाम्बिक होता है।

**OR/अथवा**

- (a) What is Dirac Delta function? Describe its properties. 3

डिराक डेल्टा फलन क्या है? इसके गुणधर्मों का उल्लेख कीजिये।

- (b) For the orthogonal curvilinear coordinates  $(u_1, u_2, u_3)$ , prove that :

$$J \left( \frac{x, y, z}{u_1, u_2, u_3} \right) = h_1 h_2 h_3$$

where  $h_1, h_2, h_3$  are scale factors. 3

लाम्बिक वक्र रेखीय निर्देशांकों  $(u_1, u_2, u_3)$  के लिए सिद्ध कीजिए कि :

$$J \left( \frac{x, y, z}{u_1, u_2, u_3} \right) = h_1 h_2 h_3$$

जहाँ  $h_1, h_2$  व  $h_3$  स्केल गुणक हैं।

**Section-B/खण्ड-ब**

3. (a) Discuss the four-force form of Lorentz force. Express Lorentz force in covariant form. 3

लॉरेंज बल के चतुर्विम-बल रूप की विवेचना कीजिये। लॉरेंज बल को सह-प्रसरण रूप में व्यक्त कीजिये।

**OR/अथवा**

- (b) Prove that the relation  $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$  remains invariant under Lorentz transformation. 3

सिद्ध कीजिये कि सम्बन्ध  $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$  लॉरेंज रूपान्तरण में निश्चर रहता है।

**OR/अथवा**

- (a) Explain the relativistic Doppler effect. Discuss its results for longitudinal and transverse motion. 3

आपेक्षिकीय डॉप्लर प्रभाव को समझाइये। अनुदैर्घ्य व अनुप्रस्थ गति के लिए इसके परिणामों की विवेचना कीजिये।

- (b) What do you mean by threshold reaction energy? Derive the expression of the threshold reaction energy for reaction of mass particles. 3

देहली अभिक्रिया ऊर्जा से आप क्या समझते हैं? द्रव्यमान कणों की अभिक्रिया को सम्पन्न कराने के लिये देहली अभिक्रिया ऊर्जा का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिये।

**Section-C/खण्ड-स**

4. (a) Obtain the relations for Lorentz transformation of an Electric field and Magnetic field between two inertial frames using the relativistic formula. 3

विद्युत क्षेत्र व चुम्बकीय क्षेत्र सदिश के लिये सापेक्ष गति करते हुए दो निर्देश तंत्रों में लॉरेन्ज रूपान्तरण समीकरणों को व्युत्पन्न कीजिये।

- (b) Prove that the scalar product  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  remains invariant under Lorentz transformation. 3

सिद्ध कीजिये कि अदिश गुणनफल  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  लॉरेन्ज रूपान्तरण के अन्तर्गत निश्चर रहता है।

**OR/अथवा**

- (a) Apply the series solution method to solve the Legendre differential equation. 3

लेजेन्ड्रे अवकल समीकरण का श्रेणी हल प्राप्त कीजिये।

- (b) Obtain the orthogonality relation of Legendre polynomials. 3

लेजेन्ड्रे बहुपदों के लिए लाम्बिकता सम्बन्ध प्राप्त कीजिये।

**Section-D/खण्ड-द**

5. (a) Solve the Laplace equation for the line charge between two earthed parallel conducting plates. 3

दो समान्तर भूसम्पर्कित चालक प्लेटों में स्थित रेखिक आवेश के लिए लाप्लास समीकरण हल कीजिये।

- (b) Solve the wave equation in cylindrical polar coordinates for a vibrating circular membrane. 3

वृत्तीय झिल्ली में कम्पनों के लिए तरंग समीकरण को बेलनीय ध्रुवीय निर्देशांकों में हल कीजिये।

**OR/अथवा**

- (a) Solve the diffusion equation in cartesian coordinates for a thin rectangular plate. 3

एक आयताकार प्लेट के लिए ऊष्मा विसरण समीकरण को कार्तीय निर्देशांकों में हल कीजिये।

- (b) Find out the electric potential outside a grounded conducting sphere placed in an uniform electric field by the use of Laplace equation in spherical coordinates. 3

गोलीय निर्देशांकों में लाप्लास समीकरण के उपयोग द्वारा एकसमान विद्युत क्षेत्र में स्थित भूसम्पर्कित चालक गोले के बाहर विद्युत विभव ज्ञात कीजिये।

--x--