

MB-105

March-2025

B.Sc., Sem.-V

301 : Physics

(Mathematical Physics, Classical Mechanics, Quantum Mechanics)

Time : 2:30 Hours]

[Max. Marks : 70

- સૂચનાઓ : (1) સંજ્ઞાઓના અર્થ પ્રચલિત પ્રણાલિકા મુજબ છે.
(2) બધા જ પ્રશ્નોના ગુણ સરખા છે.

1. (A) ભૌતિકશાસ્ત્રની વિવિધ શાખાઓમાં આવતા અંશતઃ વિકલ સમીકરણો પર ટૂંકનોંધ લખો. 7
1. (B) લાપ્લાસ સમીકરણને ગોલીય ધ્રુવીય યામમાં વિભાજત કરો. 7

અથવા

1. (A) $[\nabla^2 + K^2] u(\vec{r}) + Z u(\vec{r})$ સમીકરણને, સંપૂર્ણપણે કોર્ટેજીયન યામ પદ્ધતિમાં વિભાજત કરો. 7
1. (B) ત્રિપારિમાણિક તરંગ સમીકરણને, સંપૂર્ણપણે નળાકારીય યામ પદ્ધતિમાં વિભાજત કરો. 7

2. (A) $\frac{d^2y}{dx^2} + 2x \frac{dy}{dx} + 2y = 0$ સમીકરણને ઘાતશ્રેણીની રીતથી ઉકેલો. 7
2. (B) ફ્રોબેનિયસ (Frobenius) રીતથી બેસેલ સમીકરણ ઉકેલો. તેના માટે પુનરાવૃત્તિ સંબંધ (Recurrence relation) મેળવો. $\alpha = +m$ કિસ્સો ચર્ચો. 7

અથવા

2. (A) $\frac{d^2y}{dx^2} + (T - x^2) y = 0$ સમીકરણને ઘાતશ્રેણીની રીતથી ઉકેલો (T અચળ છે). 7
2. (B) રોન્સ્કીયન (Wronskian) પ્રમેયનું કથન લખી તેને સાબિત કરો. 7

3. (A) સ્થિર સમતુલિત તંત્ર તેમજ ગતિકીય તંત્ર માટે ડી' એલમબર્ટનો સિદ્ધાંત તારવો. 7
3. (B) ગોલીય લોલકના કિસ્સા માટે ગતિનું સમીકરણ મેળવો. 7

અથવા

3. (A) ડી' એલમબર્ટના સિદ્ધાંતની મદદથી સંરક્ષી હોલોનોમિક તંત્ર માટે લાગ્રાન્જના ગતિના સમીકરણ તારવો. 7
3. (B) પરિભ્રમણીય ચામ પદ્ધતિઓ વર્ણવો અને દર્શાવો કે કોણીય પ્રવેગ (ω), સ્થિર અને પરિભ્રમણીય તંત્રો માટે સમાન છે. 7
4. (A) સમાન કણો (Identical Particles) ધરાવતા તંત્રોના મહત્ત્વના ગુણધર્મો ચર્ચો. 7
4. (B) સરળ આવર્તદોલક માટે સમય સ્વતંત્ર શ્રોડીન્જર સમીકરણ લખો અને તેના ઉર્જા આચગન મૂલ્યો મેળવો. 7

અથવા

4. (A) ક્વોન્ટમ યંત્રશાસ્ત્રની ચોથી પૂર્વધારણા વિસ્તૃતપણે વર્ણવો. 7
4. (B) પેરીટી ઓપરેટર સમજાવો અને દર્શાવો કે બધા જ Ψ માટે $P|z\rangle = |z\rangle P$ છે. 7
5. કોઈપણ સાત પ્રશ્નોના ઉત્તર આપો : (દરેક પ્રશ્નનાં બે ગુણ છે.) 14
- (1) પરવલય ચામો માટે સ્કેલ ગુણાંકો (h_1, h_2, h_3) અને ξ, η, ϕ ના સૂત્ર લખો.
- (2) Prolate spheroidal coordinates, u, v અને ϕ ના સૂત્રો લખો.
- (3) દ્વિતીય ક્રમના વિકલ સમીકરણ માટે સામાન્ય બિંદુ અને એકાંકી બિંદુ વ્યાખ્યાયિત કરો.
- (4) દ્વિતીય ક્રમના વિકલ સમીકરણ માટે નિયમિત એકાંકી બિંદુ અને અનિયમિત એકાંકી બિંદુ વ્યાખ્યાયિત કરો.
- (5) રોન્સ્કીય $W [e^x, e^{-x}] = \underline{\hspace{2cm}}$.
- (6) રોન્સ્કીય $W [\sin 2x, \cos 2x] = \underline{\hspace{2cm}}$.
- (7) હોલોનોમિક અને નોનહોલોનોમિક કન્સ્ટ્રેઈન્ટ વ્યાખ્યાયિત કરો.
- (8) સ્કલેરોનોમસ અને રિહોનોમસ (rheonomous) કન્સ્ટ્રેઈન્ટ વ્યાખ્યાયિત કરો.
- (9) જડત્વીય (Inertial) અને અજડત્વીય (non-inertial) સંદર્ભક્રિમ વ્યાખ્યાયિત કરો.
- (10) હર્મેઈટ પોલિનોમિયલ $G(\zeta, \xi)$ ની વ્યાખ્યા આપો.
- (11) અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત લખો.
- (12) ડીજનરેસી અને શૂન્યબિંદુ ઉર્જા વ્યાખ્યાયિત કરો.

Seat No. : _____

MB-105

March-2025

B.Sc., Sem.-V

301 : Physics

(Mathematical Physics, Classical Mechanics, Quantum Mechanics)

Time : 2:30 Hours]

[Max. Marks : 70

- Instructions :** (1) Symbols have their usual meaning.
(2) All questions carry equal marks.

1. (A) Write a short note on partial differential equations occurring in different branches of Physics. 7
1. (B) Separate Laplace equation in spherical polar coordinates. 7

OR

1. (A) Separate the $[\nabla^2 + K^2] u(\vec{r}) + Z u(\vec{r})$ equation completely in Cartesian coordinates. 7
1. (B) Separate three dimensional wave equation completely in cylindrical coordinates. 7
2. (A) Solve the differential equation $\frac{d^2y}{dx^2} + 2x \frac{dy}{dx} + 2y = 0$ by method of power series. 7
2. (B) Solve the Bessel's equation by the method of Frobenius. Obtain recurrence relation for it and discuss $\alpha = +m$ case. 7

OR

2. (A) Solve the differential equation $\frac{d^2y}{dx^2} + (T - x^2) y = 0$ by method of power series. (T is constant) 7
2. (B) State and prove Wronskian theorem. 7

3. (A) Derive D’alembert’s principle for static equilibrium and dynamical system. 7
 3. (B) Obtain the equation of motion in the case of a spherical pendulum. 7

OR

3. (A) Derive Lagrange’s equation of motion for holonomic conservative system using D’alembert principle. 7
 3. (B) Explain rotating coordinate systems and show that the angular momentum (ω) is the same in fixed and the rotating systems. 7
4. (A) Discuss the important properties of systems consisting of identical particles. 7
 4. (B) Write the time independent Schrodinger equation for simple harmonic oscillator and obtain its energy eigen values. 7

OR

4. (A) Explain in detail the fourth postulate of quantum mechanics. 7
 4. (B) Explain parity operator and show that for all Ψ , $P|z\rangle = |z\rangle P$ 7

5. Attempt any **seven** questions : (Each question carries **two** marks) 14
- (1) Write scale factors (h_1, h_2, h_3) and ξ, η, ϕ formula for parabolic coordinates.
 - (2) Write $u, v,$ and ϕ formula for prolate spheroidal coordinates.
 - (3) Define ordinary and singular point for second order differential equation.
 - (4) Define regular singular and irregular singular point for second order differential equation.
 - (5) Find $W [e^x, e^{-x}] =$ _____.
 - (6) Find $W [\sin 2x, \cos 2x] =$ _____.
 - (7) Define holonomic and non-holonomic constraints.
 - (8) Define scleronomous and rheonomous constraints.
 - (9) Define inertial and non-inertial frame of reference.
 - (10) Define Hermite polynomial $G(\zeta, \xi)$.
 - (11) State the uncertainty principle.
 - (12) Define degeneracy and zero point energy.