



Seat No. : _____

OI-107

October-2025

B.Sc., Sem.-V

301 : Physics

(Mathematical Physics, Classical Mechanics, Quantum Mechanics)

Time : 2:30 Hours]

[Max. Marks : 70

- સૂચનાઓ : (1) જે વિકલ્પ લખો તેને સ્પષ્ટપણે દર્શાવો.
(2) બધા જ પ્રશ્નોના ગુણ સરખા છે.
(3) સંજ્ઞાઓના અર્થ પ્રચલિત પ્રણાલિકા મુજબ છે.

1. (A) ઉદાહરણ સાથે ભૌતિકશાસ્ત્રની વિવિધ શાખાઓમાં આવતા અંશતઃ વિકલનીય સમીકરણો વિશે ટૂંકનોંધ લખો. 7

અથવા

- (A) ચલવિભાજનની રીતથી વિસરણ સમીકરણને અવકાશ અને સમય ભાગમાં વિભાજીત કરો. 7
1. (B) Helmholtz (હેલ્મહોલ્ટ્ઝ) સમીકરણને કોર્ટેજિયન ચામોમાં વિભાજીત કરો. 7

અથવા

- (B) Helmholtz (હેલ્મહોલ્ટ્ઝ) સમીકરણને ગોલીય ધ્રુવીય ચામોમાં વિભાજીત કરો. 7
2. (A) નીચેના વિકલનીય સમીકરણનો ઘાતશ્રેણી દ્વારા ઉકેલ મેળવો : 7

$$\frac{d^2y}{dx^2} + (\tau - x^2)y = 0$$

જ્યાં $\tau = \text{અચળાંક}$

અથવા

- (A) બેસેલ (Bessel) સમીકરણ લખો. તેના માટે $x = 0$ એ નિયમિત એકાંકી બિંદુ છે તેમ સાબિત કરો. 7
2. (B) બેસેલ સમીકરણને ફોબેનિયસ રીતથી ઉકેલી $\alpha = m$ કિસ્સા માટે પ્રથમ ઉકેલ મેળવો. 7

અથવા

- (B) રોન્સ્કીયન (Wronskion) પ્રમેયનું કથન લખી સાબિત કરો. 7
3. (A) સ્થિત સમતુલિત તંત્ર તેમજ ગતિકીય તંત્ર માટે ડી'એલમબર્ટનો સિદ્ધાંત તારવો. 7

અથવા

- (A) પરિભ્રમણીય ચામ પદ્ધતિઓ વર્ણવો અને દર્શાવો કે કોણીય પ્રવેગ ($\dot{\omega}$), સ્થિર અને પરિભ્રમણીય તંત્રો માટે સમાન છે. 7

3. (B) ગતિઊર્જાનું સર્વસામાન્ય સમીકરણ મેળવો અને તેમાં રહેલા ત્રણ પદોનું મહત્ત્વ સમજાવો. 7

અથવા

(B) ડી'એલમબર્ટના સિદ્ધાંતની મદદથી સંરક્ષી હોલોનોમિક તંત્ર માટે લાગ્રાન્જેના ગતિના સમીકરણો તારવો. 7

4. (A) ક્વોન્ટમ યંત્રશાસ્ત્રની ચોથી પૂર્વધારણા વિસ્તૃતપણે વર્ણવો. 7

અથવા

(A) સરળ આવર્તદોલક માટે ઊર્જા આયગન મૂલ્ય સમીકરણ તારવો. 7

4. (B) ઓબ્ઝર્વેબલ્સ (observable) A અને Bના કોઈપણ યુગ્મ (pair) માટે અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત દર્શાવતું સામાન્ય કથન માટેનું સમીકરણ તારવો. 7

અથવા

(B) એબસ્ક્રેટ કારકો a અને a^+ ને વ્યાખ્યાયિત કરી સાબિત કરો કે Hનું આયગન મૂલ્ય $\left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega_c$ છે. 7

5. ટૂંકમાં જવાબ લખો : (કોઈપણ સાત) (દરેક પ્રશ્નના 2 ગુણ છે.) 14

(1) વ્યાખ્યા આપો :

(i) અંશત: વિકલનીય સમીકરણ (ii) સામાન્ય વિકલનીય સમીકરણ

(2) વ્યાખ્યા આપો :

(i) સામાન્ય બિંદુ (ii) એકાંકી બિંદુ

(3) વ્યાખ્યા આપો :

(i) નિયમિત એકાંકી બિંદુ (ii) અનિયમિત એકાંકી બિંદુ

(4) પરવલયિક યામો માટે સ્કેલ ફેક્ટર h_1 , h_2 અને h_3 લખો.

(5) નળાકારીય યામો માટે ∇^2 નું સૂત્ર લખો.

(6) રોન્સ્કીયન $W[\sin x, \cos x] = \underline{\hspace{2cm}}$.

(7) વ્યાખ્યા આપો :

(i) મુક્તતાના અંશો (ii) સંસ્થિતિ અવકાશ

(8) હોલોનોમિક અને નોન-હોલોનોમિક કન્સ્ટ્રેઈન્ટ વ્યાખ્યાયિત કરો.

(9) X-Y સમતલમાં ગતિ કરતા સાદા લોલક માટે પ્રતિબંધના સમીકરણો લખો.

(10) ખાલી જગ્યા પૂરો :

(i) $[X, P] = \underline{\hspace{2cm}}$. (ii) $[L_x, L_y] = \underline{\hspace{2cm}}$.

(11) સુસંબધ્ધ સ્થિતિઓ (Coherent States) એટલે શું?

(12) શૂન્યબિંદુ ઊર્જા અને પેરીટી વ્યાખ્યાયિત કરો.

Seat No. : _____

OI-107

October-2025

B.Sc., Sem.-V

301 : Physics

(Mathematical Physics, Classical Mechanics, Quantum Mechanics)

Time : 2:30 Hours]

[Max. Marks : 70

- Instructions :** (1) Mention clearly the option you attempt.
(2) All questions carry equal marks.
(3) Symbols have their usual meaning.

1. (A) Write short note on partial differential equations occurring in the different branches of Physics with examples. 7

OR

- (A) Using the method of separation of variable, separate diffusion equation in space and time part. 7

1. (B) Separate the Helmholtz equation in Cartesian co-ordinates. 7

OR

- (B) Separate the Helmholtz equation in spherical polar co-ordinates. 7

2. (A) Solve the following differential equation using power series : 7

$$\frac{d^2y}{dx^2} + (\tau - x^2)y = 0$$

Where $\tau = \text{Constant}$

OR

- (A) Write Bessel's equation and prove $x = 0$ is a regular singular point of Bessel's equation. 7

2. (B) Solve Bessel's equation using the method of Frobenius and obtain first solution for $\alpha = m$ case. 7

OR

- (B) State and prove Wronskion theorem. 7

3. (A) Derive D'Alembert's principle for static equilibrium and dynamical system. 7

OR

- (A) Explain rotating co-ordinate system and show that angular acceleration ($\dot{\omega}$) is the same in fixed and the rotating system. 7

3. (B) Obtain a general expression for kinetic energy and explain the significance of three terms involved in it. 7

OR

- (B) Derive Lagrange's equations of motion for Holonomic conservative system using D'Alembert principle. 7

4. (A) In detail, explain the fourth postulate of quantum mechanics. 7

OR

- (A) Derive the energy Eigen value equation for the simple harmonic oscillator. 7

4. (B) Obtain equation for the general statement of the uncertainty principle for any pair of observables A and B. 7

OR

- (B) Define abstract operators a and a^+ and hence prove that Eigen values of H are

$$\left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_c. \quad 7$$

5. Answer in short : (Any **Seven**) (each of **2** marks) 14

(1) Define :

- (i) Partial differential equation (ii) Ordinary differential equation

(2) Define :

- (i) Ordinary point (ii) Singular point

(3) Define :

- (i) Regular singular point (ii) irregular singular point

(4) Write scale factors h_1 , h_2 and h_3 for parabolic co-ordinates.

(5) Write ∇^2 for cylindrical co-ordinates.

(6) Wronskion $W[\sin x, \cos x] = \underline{\hspace{2cm}}$.

(7) Define :

- (i) Degrees of freedom (ii) Configuration space

(8) Define : Holonomic and Non-Holonomic constraints.

(9) Write equations of constraint for simple pendulum oscillating in X-Y plane.

(10) Fill in the blanks :

- (i) $[X, P] = \underline{\hspace{2cm}}$. (ii) $[L_x, L_y] = \underline{\hspace{2cm}}$.

(11) What is Coherent States ?

(12) Defined zero point energy and parity.