Chhatrapati Shahu Ji Maharaj
University, Kanpur

Answer Script Details
Barcode 11924763

Roll No. 23081000409
Total Mark 61/75.00
Exam BSC-V_ODD_EXAM_NOV_2025
Subject B010501T - ClassicalAndStatistical Mechanics

Question wise Mark Summary

Q.No	Mark	Q.No	Mark	Q.No	Mark	Q.No	Mark
1A	6/6	9AI	3/3				
1B	0/6	9AII	3/3				
1C	6/6	9B	0/6				
1D	0/6						
1E	0/6						
1F	6/6						
1G	0/6						
1H	6/6						
1I	0/6						
2A	0/6						
2B	0/6						
3	10/12						
4	11/12						
5	0/12						
6	10/12						
7	0/12						
8	0/12						

Date of Exam: 03-12-25 Shift: morning Room No. 31
Paper Code: B010501T Subject: Physics Year/Sem: 5th
Name of Candidate:
Roll No. 2 3 0 8 1 0 0 0 4 0 9

Signature of Candidate: Shivani
Signature of Invigilator
COE Facsimile

Chhatrapati Shahu Ji Maharaj University
Kanpur, Uttar Pradesh

PART-II

MARKS OBTAINED

Q.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(a)										
(b)										
(c)										
(d)										
(e)										
(f)										
(g)										
(h)										
(i)										
(j)										
Total										

Total Marks in Figures — Max. Marks
Total Marks in Words

B 0 1 0 5 0 1 T
Paper Code

Signature of Evaluator

Course: B.Sc.
Session: 2025-26 Year/Semester: 5th sem
Subject: classical & statistical mechan

Paper Code: B 0 1 0 5 0 1 T
Exam Date: 0 3 1 2 2 0 2 5
Name of Candidate: SHIVANI PRAJAPATI
Father's Name: SANJAY KUMAR

महाविद्यालय का कोड College Code: A U - 0 3
परीक्षा केन्द्र का कोड Exam Centre Code: A U - 0 3

परीक्षा का प्रकार Type of Exam
संस्थागत Regular ● — भूतपूर्व परीक्षार्थी Ex. Student ○
व्यक्तिगत Private ○ — बैक पेपर परीक्षा Back paper Exam ○

ANSWER BOOKLET NO.
11924763

B 0 1 0 5 0 1 T
Paper Code

नामांकन संख्या Enrollment Number: C S J M A 2 3 0 0 0 0 0 3 8 5 2

परीक्षार्थी अनुक्रमांक संख्या Candidate's Roll Number: 2 3 0 8 1 0 0 0 4 0 9

पेपर कोड Paper Code: B 0 1 0 5 0 1 T

Signature of Candidate: Shivani
Signature of Invigilator
C.S Facsimile
COE Facsimile

नोट : 1. परीक्षार्थी को निर्देशित किया जाता है कि आवरण पन्ने के पृष्ठ भाग पर अंकित सभी निर्देशों को सावधानी पूर्वक पढ़ें। 2. बीजक में भरी जाने वाली प्रविष्टियाँ बायीं तरफ से शुरू की जायें। 3. गोलों को काले या नीले बॉलपेन से भरा जायें।

INSTRUCTIONS TO THE CANDIDATE FOR FILLING PART-I

1. Read the instructions carefully given on the answer script and admit card.
2. Write Date of Exam, Shift, Paper Code & Name of Subject Correctly.
3. Write Name & Roll No. Correctly.
4. Write Semester & Branch Correctly.

INSTRUCTIONS TO THE CANDIDATE FOR FILLING PART-III

1. Use blue or black ball point pen for writing alphabets & numerals in ☐ Boxes.
2. Carefully study the example before you start marking.
3. As shown in the example below blacken the circles completely.

Correct method	Incorrect method
① ● ③ ④	✓ ✗ ◉ ●

4. Make no Stray marks on this sheet.
5. **DO NOT WRITE OR MARK ON THE BAR CODE.**

परीक्षार्थी के लिए निर्देश

1. प्रवेश पत्र एवं उत्तर पुस्तिका पर दिये गये निर्देशों को ध्यान से पढ़ें।
2. कवर पृष्ठ के दूसरी तरफ कुछ न लिखें।
3. उत्तर पुस्तिका के पृष्ठों पर दोनों तरफ लिखें।
4. प्रश्न पत्र पर अपने अनुक्रमांक के अतिरिक्त कुछ न लिखें।
5. प्रश्न पत्र कोड एवं प्रश्न पत्र कोड सावधानी पूर्वक लिखें।
6. अपनी स्थिति स्पष्ट लिखें।
7. उत्तर पुस्तिका के पृष्ठों की संख्या देखें। अगर उत्तर पुस्तिका में (1–24) से कम है या फटे हुए है, तो परीक्षा शुरू होने के पूर्व दूसरी उ पुस्तिका ले लें।
8. प्रश्नपत्र को देख, यदि प्रश्नपत्र के विषय कोड, विषय का नाम तथा प्र में कोई त्रुटि है तो उसके परीक्षा शुरू होने के 30 मिनट के अन्दर निरीक्षक को तत्काल सूचित करें, उसके बाद विश्वविद्यालय द्वारा कार्यवाही नही की जायेगी।
9. प्रश्नों के उत्तर लिखने के लिये पैंसिल का प्रयोग न करें।
10. B कोपी या अतिरिक्त शाफ नही दिया जायेगा।

IN ORDER TO AVOID UFM (UNFAIR MEANS) :

1. The Roll No. and Answer Book no. found elsewhere or any other symbol found in the answer book will be treated as unfair means.
2. Any tempering of Bar Code and Booklet no shall be treated as Unfair Means.
3. Do Not bring the materials like slip of paper/mobile/digital diaries/ study material/ revision notes in examination hall. Possession of the mobiles/ digital diaries/ electronic watch and any other electronic gadget except memory less scientific calculator shall be considered as UFM case.
4. Do not keep or paste currency note in answer script it shall be consider as UFM.

INSTRUCTIONS TO THE CANDIDATE

1. Read the instructions carefully given on the Question Pap Admit Card & Answer Script.
2. Do not write anything on back side of the cover page.
3. Write on both sides of pages of answer book.
4. Do not write anything on question paper except Roll Number.
5. Write Paper Code & Question Paper id carefully.
6. CHECK the number of pages (1-32) or any other kind of dama in your answer script, if found than change the answer scr immediately before the commencement of examination.
7. CHECK the Question Paper for any kind of discrepancy e Subject Code, Subject Name and Question of the Questi Paper during first THIRTY MINUTES of the commencement the exam, so that it can be corrected in TIME. After that n corrections shall be entertained by the university.
8. Do not use pencil for answering the question.
9. Write status correctly e.g. those appearing in carry over pape should fill in status as Carry Over. Those appearing as E Students should fill in status as ex.
10. No supplementary answer book & graph paper will be provided.

अनुचित साधन से बचने हेतु:

1. उत्तर पुस्तिका के निर्देशित स्थान को छोड़कर अनुक्रमांक एवं उत्तरपुस्तिका का क्रमांक कहीं और न लिखें तथा कोई भी चिन्ह न बनायें क्योंकि यह अनुचित साधन प्रयोग की परिधि में आता है।
2. उत्तर पुस्तिका के बारकोड अथवा उत्तर पुस्तिका संख्या पर छेड़ करने पर अनुचित साधन प्रयोग माना जायेगा।
3. परीक्षा कक्ष में निम्न वस्तुएं साथ न लायें, जैसे लिखे हुए कागज के टुकड़े, मोबाईल, डिजिटल डायरी, कॉपी, पुस्तक यह सभी वस्तुएं जो अनुचित साधन के अन्तर्गत आती है। केवल संबंधित प्रश्नपत्र में ही मैमोरी लैस साइंटफिक केल्कुलेटर ले जाने की अनुमन्यता होगी।
4. उत्तर पुस्तिकाओं में रूपये न रखें न ही उत्तर पुस्तिका में चिपकायें। ऐसा करना अनुचित साधन प्रयोग की परिधि में आता है।

INSTRUCTIONS TO THE CANDIDATE FOR FILLING PART-IV

1. Use blue or black ball point pen for writing alphabets & numerals in ☐ Boxes.
2. Use blue or black ball point pen for filling the circles.

	1	8	1	5	4	3	2	1	6	9

Note - If your Roll No. is of 10 digits. Please leave first three colum

Paper Code 8010501T

01

Section-A

Answer- 1 (C).

सिद्ध करना है कि- एन्ट्रॉपी और प्रायिकता मे निम्न सम्बन्ध है -

$$S = k \log W$$

एन्ट्रॉपी वृद्धि के नियम के अनुसार किन्ही प्रतिबन्धो के अन्तर्गत साम्यावस्था मे एन्ट्रॉपी अधिकतम होती है उन्ही प्रतिबन्धो के अन्तर्गत सांख्यिकी मे निकाय की प्रायिकतम सम्भाव्य अधि[illegible]तम होता है।

1896 मे बोल्ट्समैन [illegible] ट्रॉपी तथा प्रायिकता मे सम्बन्ध स्थापित [illegible]ा जो निम्न प्रकार है

$$S = k \log W \quad \text{—— (1)}$$

माना दो निकाय A और B है इनकी प्रायिकता क्रमश S_1 तथा S_2 है तब सम्पूर्ण निकाय की प्रायिकता

$$S = S_1 + S_2 \quad \text{—— (2)}$$

निकाय A की ऊष्मागतिकी प्रायिकता W_1 तथा निकाय B की ऊष्मागतिकी प्रायिकता W_2 है तब सम्पूर्ण निकाय की ऊष्मागतिकी प्रायिकता -

$$W = W_1 W_2 \quad \text{—— (3)}$$

तब $S = k \log W \qquad S_1 = k \log W_1$

$$S_2 = k \log W_2$$

S, S_1 तथा S_2 का मान समी (2) मे रखने पर

$$k \log W = k \log W_1 + k \log W_2$$

$\log w = \log w_1 + \log w_2$

रखने पर

$w = w_1 w_2$

$\log w_1 w_2 = \log w_1 + \log w_2 \quad \text{—— (4)}$

समीकरण (4) का w_1 के सापेक्ष अवकलन करने पर

$w_2 \log' w_1 w_2 = \log' w_1 \quad \text{—— (5)}$

समीकरण (4) का w_2 के सापेक्ष अवकलन करने पर

$w_1 \log' w_1 w_2 = \log' w_2 \quad \text{—— (6)}$

समीकरण (5) ÷ समीकरण (6)

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{\log' w_1}{\log' w_2}$$

$w_1 \log' w_1 = w_2 \log' w_2 = k$

$\log' w_1 = \frac{k}{w_1} \quad \text{—— (7)}$

$\log' w_2 = \frac{k}{w_2} \quad \text{—— (8)}$

समीकरण (7) का समाकलन करने पर

Paper Code B 0 1 0 5 0 1 T 03

$\log w_1 = k \log w_1 + C$

समीकरण (8) का समाकलन करने पर

$\log w_2 = k \log w + C$

तब

$S = k \log w + C.$

जब $S = 0$ तथा $w = 1$
तब

$C = 0$

अतः

$$\boxed{S = k \log w}$$

यही बोल्ट्समान एन्ट्रॉपी तथा प्रायिकता में सम्बन्ध है।

P.T.O.

Answer-(H)

संरक्षी बल = वह बल जिसके द्वारा कण को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने में किया गया कार्य कण के मार्ग पर निर्भर नहीं करता बल्कि प्रारम्भिक और अंतिम स्थितियों पर निर्भर करता है। संरक्षी बल कहलाता है।

स्थितिज ऊर्जा को निम्न प्रकार लिख सकते हैं-

$$U = -\int \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

जहाँ F = बल

dr = स्थिति सदिश

F तथा dr को आयताकार घटकों में विभाजित करते हैं।

$$U = -\int (F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k})$$

$$U = -\int F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

$$U = -\int F_x dx - \int F_y dy - \int F_z dz$$

अब

$$F_x = -\frac{\partial U}{\partial x}$$

$$F_y = -\frac{\partial U}{\partial y}$$

Paper Code B010501T

05

$F_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$

कण पर लगने वाला बल-

$F = F_x \hat{i} + F_y \hat{j} + F_z \hat{k}$

$F = -\frac{\partial U}{\partial x}\hat{i} - \frac{\partial U}{\partial y}\hat{j} - \frac{\partial U}{\partial z}\hat{k}$

$F = -\left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right) U$

$F = -\nabla \cdot U$

जहाँ

$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

$F =$ निकाय पर लगने वाला बल

$U =$ स्थितिज ऊर्जा

$\boxed{F = -\text{grad}\,V}$

P.T.O.

Answer-1(F)

चिरसम्मत यांत्रिकी:-

1. चिरसम्मत यांत्रिकी में माना गया कि सभी कणों की अपनी अलग पहचान होती है। अर्थात कण विभेद होते हैं।

2. चिरसम्मत यांत्रिकी मे कणों के ऊर्जा वितरण पर मैक्सवेल-बोल्ट्ज़मान का नियम लागू होता है।

3. चिरसम्मत यांत्रिकी में कण की कुल ऊर्जा संरक्षित [illegible]।

4. चिरसम्मत यांत्रिकी मे एक कक्षक मे एक से अधिक कण हो सकते हैं।

5. चिरसम्मत में कणों के चक्रण का कोई प्रतिबन्ध नहीं होता।

6.

Paper Code 8 0 1 0 5 0 1 T 07

क्वाण्टम यांत्रिकी:-

1- क्वाण्टम यांत्रिकी मे माना गया है कि सभी कण एक समान होते है अर्थात इनकी अलग पहचान नही होती है अर्थात कण अविभेद्य होते है।

2. क्वाण्टम यांत्रिकी मे कणो की ऊर्जा का वितरण बोस-आइन्स्टीन सांख्यिकी या फर्मी-डिराक सांख्यिकी द्वारा होता है।

3. क्वाण्टम यांत्रिकी मे बोस-आइन्स्टीन स्थैतिकी बोसान कणो पर लागू होती है। जबकि फर्मी-डिराक स्थैतिकी फर्मिऑन पर लागू होती है।

4. क्वाण्टम यांत्रिकी मे बोसान कणो का चक्रण पूर्णांक होती है जबकि फर्मिऑन का चक्रण अर्द्ध पूर्णांक होता है।

5. क्वाण्टम यांत्रिकी मे बोसान मे कणो की संख्या 0 या 1 होती है तथा फर्मिऑन की संख्या संरक्षित रहती है।

P.T.O.

Do Not Write anything in this Portion

08

Answer-1 (A)

D' Alembert's principle-

डी' एलम्बर्ट ने बताया कि किसी निकाय के बल और संवेग का अन्तर और स्थिति सदिश का गुणन सदैव शून्य होता है—

$$\sum_i (F_i - \dot{p}_i)\cdot\delta r_i = 0$$

उपपत्ति:- हम जानते हैं कि बल को संवेग-परिवर्तन के रूप में लिख सकते हैं।

$$F_i = \frac{dp_i}{dt}$$

$$F_i = \dot{p}_i$$

$$(F_i - \dot{p}_i) = 0$$

इसको निम्न प्रकार लिख सकते हैं-

$$\sum_i (F_i - \dot{p}_i)\cdot\delta r_i = 0 \quad \text{---} (1)$$

F_i को निम्न प्रकार लिख सकते हैं

$$F_i = F_i^{a} + f_i$$

$\sum_i F_i$ का मान समी(1) में रखने पर

Paper Code

B010501T

09

$$\sum_i (F_i' - P_i)\cdot \delta x_i + \sum_i f_i \delta x_i = 0$$

$$\because \sum_i f_i \delta x_i = 0$$

तब

$$\sum_i (F_i' - P_i)\cdot \delta x_i = 0$$

F_i' को F_i लिखने पर –

$$\boxed{\sum_i (F_i - P_i)\cdot \delta x_i = 0}$$

यही डी. एलम्बर्ट का सिद्धांत है।

P.T.O

Section- B.

Part - B

Answer-4

लाउविले के प्रमेय के दो भाग हैं-

1. कला आकाश में वितरण के घनत्व के संरक्षण का सिद्धांत-

$\frac{d}{dt}(\rho) = 0$

2. कला-आकाश में विस्तार के संरक्षण का सिद्धांत

$\frac{d}{dt}(\delta\Gamma) = 0$

भाग-1 :- कला आकाश में वितरण के घनत्व के संरक्षण का सिद्धांत-

माना एक यादृच्छिक अति आयतन निम्न है-

$\delta\Gamma = \delta q_1 . \delta q_2 --- \delta q_f . \delta p_1 . \delta p_2 --- \delta p_f$

तब निकाय में प्रावस्था बिन्दुओं की कुल संख्या-

$\delta N = \rho \, \delta\Gamma$

$\delta N = \rho \, \delta q_1 \, \delta q_2 --- \delta q_f \, \delta p_1 . \delta p_2 --- \delta p_f$

प्रावस्था बिन्दुओं की संख्या में परिवर्तन निम्न है

$$\frac{d}{dt}(\delta N) = \frac{d}{dt}\left(\rho\, dq_1 \cdot dq_2 \cdots dq_f \cdot dp_1 \cdot dp_2 \cdots dp_f\right) \quad \text{—— (1)}$$

पृष्ठ AD में प्रविष्ट होने वाले प्रावस्था बिन्दुओं की संख्या

$$= \delta q_1 \cdot \delta q_2 \cdot \delta q_3 \cdots \delta q_f\, \delta p_1 \cdot \delta p_2 \cdots \delta p_f$$

पृष्ठ BC में प्रविष्ट होने वाले प्रावस्था बिन्दुओं की संख्या

$$= \left(\rho\, \dot{p} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial q_1}\right)\left(q_1 + \frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_1}\right) \delta q_1 \cdot \delta q_2 \cdot \delta q_3 \cdots \delta q_f\, \delta p_1 \cdot \delta p_2 \cdots \delta p_f$$

प्रावस्था बिन्दुओं की संख्या में समय के साथ परिवर्तन

$$\frac{d(\delta N)}{dt} = \left(\rho \frac{\partial \rho}{\partial q_1} + q_1 \frac{\partial q_1}{\partial q_1}\right) \cdot \delta q_1 \cdot \delta q_2 \cdot \delta q \cdots \delta q_f\, \delta p_1 \cdot \delta p_2 \cdots \delta p_f$$

इसी प्रकार p_1 के लिए

$$= -\left(\rho \frac{\partial \rho}{\partial p_1} + p_1 \frac{\partial \dot{p}_1}{\partial p_1}\right) \delta q_1 \cdot \delta q_2 \cdot \delta q_3 \cdots \delta q_f\, \delta p_1 \cdot \delta p_2 \cdots \delta p_f$$

सम्पूर्ण प्रावस्था बिन्दुओं की संख्या में परिवर्तन

$$\frac{d}{dt}(\delta N) = -\sum_i \left[\rho \left(\frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} + \frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} \right) + \left(\dot{q}_i \frac{\partial \rho}{\partial q_i} + \dot{p}_i \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \right] \right.$$

$$\cdot\, \delta q_2 \, \delta q_3 \cdots \delta q_f \cdot \delta p_1 \cdots \delta p_f \quad \text{—— (2)}$$

समकिरण (1) व समीकरण (2) की तुलना करने पर -

$$\frac{d}{dt}(\rho) = -\sum_i \left[\rho \left(\frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} + \frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} \right) + \left(\dot{q}_i \frac{\partial \rho}{\partial q_i} + \dot{p}_i \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \right) \right. \quad \text{—— (3)}$$

Hamilton function से -

$$H = H(q_k, p_k, t)$$

$$\dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \text{ —— (4)} \qquad \dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i} \text{ —— (5)}$$

समी (4) का q_i के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} = \frac{-\partial^2 H}{\partial p_i \, \partial q_i}$$

समीकरण (5) का p_i के सापेक्ष अवकलन करनेपर

$$\frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} = \frac{\partial^2 H}{\partial q_i \, \partial p_i}$$

अतः

$$\frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} = -\frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i}$$

$$\frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} + \frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} = 0$$

$$\sum_i \frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} + \frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} = 0$$

इसका मान समीकरण (2) मे रखने पर –

$$\frac{d}{dt}(S) = -\sum_i \left(\dot{q}_i \frac{\partial S}{\partial q_i} + \dot{p}_i \frac{\partial S}{\partial p_i} \right). \quad \text{——} (6)$$

$$S = S(q_i, p_i, t).$$

$$dS = \frac{\partial S}{\partial q_i} dq_i + \frac{\partial S}{\partial p_i} dp_i + \frac{\partial S}{\partial t} dt$$

dt का भाग करने पर

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial q_i} \dot{q}_i + \dot{p}_i \frac{\partial S}{\partial p_i} + \frac{\partial S}{\partial t}$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial t} + \sum_i \left(\dot{q}_i \frac{\partial S}{\partial q_i} + \dot{p}_i \frac{\partial S}{\partial p_i} \right) \quad \text{—} (7)$$

समीकरण (6) व समीकरण (7) की तुलना करने पर

$$\boxed{\frac{\partial S}{\partial t} = 0}$$ Hence proved.

भाग-2. कला आकाश मे विस्तार संरक्षण का सिध्दांत-

हम जानते है कि

$$\delta N = \rho \delta \Gamma$$

t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{d}{dt}(\delta N) = \frac{d}{dt}(\rho \delta \Gamma)$$

$$\frac{d}{dt}(\delta N) = \frac{d\rho}{\partial t} \delta \Gamma + \frac{d}{dt}(\delta \Gamma) \cdot \rho$$

$$\frac{d}{dt}(\delta N) = \frac{\partial \rho}{\partial t} \delta \Gamma + \rho \frac{d}{dt}(\delta \Gamma) \quad \text{---} (1)$$

प्रथम नियम से

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

तथा

$$\frac{d}{dt}(\delta N) = 0$$

इनका मान समीकरण (1) मे रखने पर-

$$0 = 0 + \rho \frac{d}{dt}(\delta \Gamma)$$

$$\rho \frac{d}{dt}(\delta \Gamma) = 0$$

Paper Code 8 0 1 0 5 0 1 T

$\delta \neq 0$

$$\boxed{\frac{d}{dt}(\delta\Gamma)=0}$$

Part- A

Answer - 3

माना lagrangian फलन निम्न है -

$L = L(q_k, \dot{q}_k, t)$.

t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$dL = \frac{\partial L}{\partial q_k} dq_k + \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} d\dot{q}_k + \frac{\partial L}{\partial t} dt \quad \text{--- (1)}$$

dt का भाग करने पर -

$$\frac{dL}{dt} = \sum_k \frac{\partial L}{\partial q_k} \dot{q}_k + \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} \ddot{q}_k + \frac{\partial L}{\partial t} \quad \text{--- (2)}$$

lagrangian equation से -

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_k} = 0$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\right) = \frac{\partial L}{\partial q_k}$$

$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}$ का मान समीकरण (2) मे रखने पर

$$\frac{dL}{dt} = \sum_k \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\right)\dot{q}_k + \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\ddot{q}_k + \frac{\partial L}{\partial t}$$

$$\frac{dL}{dt} = \sum_k \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\dot{q}_k\right) + \frac{\partial L}{\partial t}$$

$$\frac{d}{dt}\left(L - \sum_k \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\dot{q}_k\right) = \frac{\partial L}{\partial t}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\sum_k \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k}\dot{q}_k - L\right) = -\frac{\partial L}{\partial t}$$

$$\boxed{H = \sum_k p_k \cdot \dot{q}_k - L} \quad \text{—— (5)}$$

यही Hamilton का सिद्धांत है।

हैमिल्टोनियन फलन को निम्न प्रकार लिख सकते -

$$H = H \cdot f(q_k, p_k, t)$$

$$dH = \frac{\partial H}{\partial q_k}dq_k + \frac{\partial H}{\partial p_k}dp_k + \frac{\partial H}{\partial t}dt \quad \text{—— (4)}$$

समीकरण (3) से-

$$dH = \sum_k p_k d\dot{q}_k + \sum_k \dot{q}_k dp_k - dL$$

समीकरण (1) से dL का मान समीकरण (3) मे रखने पर-

$$dH = \sum_k p_k d\dot{q}_k + \sum_k \dot{q}_k dp_k - \sum_k \frac{\partial L}{\partial q_k} dq_k - \sum_k \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} d\dot{q}_k - \frac{\partial L}{\partial t} dt$$

$$\because \frac{\partial H}{\partial p_k} = \dot{q}_k \quad \frac{\partial H}{\partial q_k} = p_k$$

$$dH = \cancel{\sum_k p_k d\dot{q}_k} + \sum_k \dot{q}_k dp_k - \sum_k \dot{p}_k dq_k - \cancel{\sum_k p_k d\dot{q}_k} - \frac{\partial L}{\partial t} dt$$

$$dH = \sum_k \dot{q}_k dp_k - \sum_k \dot{p}_k dq_k - \frac{\partial L}{\partial t} dt \quad \text{---} (5)$$

समीकरण (4) व समीकरण (5) की तुलना करने पर

$$\boxed{\frac{\partial H}{\partial q_k} = -\dot{p}_k \quad \frac{\partial H}{\partial p_k} = \dot{q}_k \quad \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{-\partial L}{\partial t}}$$

Hence proved.

P.T.O

Section-C.

Part-A

केन्द्रीय बल (Central force):-

केन्द्रीय बल के अन्तर्गत गतिमान कण सदैव एक निश्चित बिन्दु की ओर या एक निश्चित बिन्दु से दूर गतिमान होता है।
अर्थात केन्द्रीय बल के अन्तर्गत गति करते हुए कण की क्रियारेखा सदैव एक निश्चित बिन्दु से होकर गुजरती है।

उपपत्ति:- केन्द्रीय बल के अन्तर्गत गतिमान कण का लैग्रेंज ~~समा~~ फलन निम्न है-

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) - V(r).$$

$$\because \quad \dot{P}_\theta = \frac{1}{2}m\, r^2\dot{\theta}^2)$$

$$\dot{P}_\theta = m r^2\dot{\theta} = l.$$

$$m r^2\dot{\theta} = l.$$

$$\dot{\theta} = \frac{l}{mr^2}$$

Paper Code

B	0	1	0	5	0	1	T

लैगरेंज समीकरण निम्नलिखित है-

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{r}}\right) - \frac{\partial L}{\partial r} = 0 \quad \text{—— (1)}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0 \quad \text{—— (2)}$$

L का $\dot{r}$ के सापेक्ष अवकलन करने पर-

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} = m\dot{r}$$

L का r के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{\partial L}{\partial r} = mr\dot{\theta}^2 - \frac{\partial V}{\partial r}$$

इन दोनों का मान समीकरण (1) में रखने पर

$$\frac{d}{dt}(m\dot{r}) - \left(mr\dot{\theta}^2 - \frac{\partial V}{\partial r}\right) = 0$$

$$\frac{d}{dt}(m\dot{r}) - mr\dot{\theta}^2 + \frac{\partial V}{\partial r} = 0$$

$$m\ddot{r} - mr\dot{\theta}^2 + \frac{\partial V}{\partial r} = 0 \quad \text{—— (3)}$$

L का $\dot{\theta}$ के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = mr^2\dot{\theta}$$

L का θ के सापेक्ष अवकलन करने पर -

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$$

इन दोनों का मान समीकरण ② में रखने पर

$$\frac{d}{dt}(mr^2\dot{\theta}) - 0 = 0$$

$$\frac{d}{dt}(mr^2\dot{\theta}) = 0$$

समीकरण ③ में $\dot{\theta}$ का मान रखने पर

$$m\ddot{r} - mr\dot{\theta}^2 = -\frac{\partial V}{\partial r}$$

$$m\ddot{r} - mr^2\left(\frac{l}{mr^2}\right)^2 = \frac{-\partial V}{\partial r}$$

$$m\ddot{r} - mr \times \frac{l^2}{m^2 r^4} = \frac{-\partial V}{\partial r}$$

$$m\ddot{r} - \frac{l^2}{mr^3} = \frac{-\partial V}{\partial r}$$

$$m\ddot{r} = -\frac{\partial V}{\partial r} - \frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{l^2}{2mr^2}\right)$$

Paper Code B 0 1 0 5 0 1 T

$$m\ddot{r} = -\frac{\partial}{\partial r}\left[V + \frac{l^2}{2mr^2}\right].$$

दोनो तरफ $\dot{r}$ का गुणा करने पर-

$$m\ddot{r}\dot{r} = -\frac{\partial}{\partial r}\left[V + \frac{l^2}{2mr^2}\right].\dot{r}.$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{m\dot{r}^2}{2}\right) = -\frac{\partial}{\partial t}\left(V + \frac{l^2}{2mr^2}\right).$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}m\dot{r}^2 + \frac{l^2}{2mr^2} + V\right) = 0.$$

$$\frac{1}{2}m\dot{r}^2 + \frac{m^2r^4\dot{\theta}^2}{2mr^2} + V = E$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2\right) + V}$$

Hence proved

P.T.O

Part-B.

Answer- 9. (a).

(i) सूक्ष्मअवस्थाएँ :-
किसी निकाय की सूक्ष्म अवस्थाएँ वह अवस्थाये है जो यह बताती है कि कौन सा phase point किस phase cell में उपस्थित है।

बृहद अवस्थाएँ :-
किसी निकाय की बृहद अवस्थाएँ वे अवस्थाये है जो यह बताती है कि phase space के phase cell में कितने phase points है।

उदाहरण :-
• माना पहली सेल में 3 अणु है जो a, b, c है।
दूसरी सेल में 2 अणु है जो है x, y
तथा तीसरी सेल में 1 अणु है जो है y.

Cell	macrostate	microstate
1	3	a, b, c
2.	2	x, y
3.	1	y

Paper Code B 0 1 0 5 0 1 T

(ii) समूह (Ensemble):-

निकायों का एक समूह होता है Ensemble इसमें बहुत अधिक सभी स्थूल रूप से एक समान परन्तु एक-दूसरे पर निर्भर नहीं करते हैं।

Ensemble तीन प्रकार के होते हैं।

1. microcanonical ensemble
2. Canonical ensemble
3. Grand Canonical ensemble

1. microcanonical Ensemble = वह जिसमें जिसमें Volume, No. of particle तथा ऊर्जा समान होती है।

इसकी दीवारें दृढ़ व ऊष्मारोधी होती हैं। इसमें से ऊर्जा का आदान-प्रदान नहीं होता।

2. Canonical ensemble = वह ensemble जिसमें आयतन, ताप, अणुओं की संख्या समान होती है उसे Canonical ensemble कहते हैं।

इसकी दीवारें दृढ़ तथा चालक होती हैं जिसमें ऊर्जा का आदान प्रदान होता है।

3. Grand Canonical ensemble:- वह ensemble जिसमें μ, आयतन तथा ताप समान होती है।

Do Not Write anything in this Portion

Paper Code 8 0 1 0 5 C 1 T

इसकी दीवारे दृ[illegible] [illegible]meable तथा ऊष्मारोधी होती है।

(b). माना एक बॉक्स मे सम्भावित हिस्से 2 है। abcd कणों को व्यवस्थित करना है।

Box 1	[illegible]	macrostate	microstate
(abcd)	C	4	abcd
ab bc cd ad		4	