

**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2024**

**PHYSICS**

**BPHE-104/PHE-04 : MATHEMATICAL METHODS  
IN PHYSICS—I**

**PHE-05 : MATHEMATICAL METHODS  
IN PHYSICS—II**

*Time : 3 Hours*

*Maximum Marks : 50*

---

***Instructions :***

- (i) *Students registered for both PHE-04 and PHE-05 courses should answer both the question papers in two separate answer books entering their enrolment number, course code and course title clearly on both the answer books.*
- (ii) *Students who have registered for PHE-04 or PHE-05 should answer the relevant question paper after entering their enrolment number, course code and course title on the answer book.*
- 
-

**BPHE-104/PHE-04/PHE-05**

**विज्ञान स्नातक ( बी. एस-सी. )**

**सत्रांत परीक्षा**

**जून, 2024**

**भौतिक विज्ञान**

**बी.पी.एच.ई.-104/पी.एच.ई.-04 : भौतिकी में  
गणितीय विधियाँ-I**

**पी.एच.ई.-05 : भौतिकी में गणितीय विधियाँ-II**

*समय : 3 घण्टे*

*अधिकतम अंक : 50*

**निर्देश :**

- (i) जो छात्र पी. एच. ई.-04 और पी. एच. ई.-05 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्न-पत्रों के उत्तर अलग-अलग उत्तर पुस्तिकाओं में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम का नाम साफ-साफ लिखकर दें।
- (ii) जो छात्र पी. एच. ई.-04 या पी. एच. ई.-05 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्न-पत्र के उत्तर, उत्तर पुस्तिका में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम का नाम साफ-साफ लिखकर दें।
- 
-

**BPHE-104/PHE-04**

**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2024**

**PHYSICS**

**BPHE-104/PHE-04 : MATHEMATICAL  
METHODS IN PHYSICS—I**

*Time : 1  $\frac{1}{2}$  Hours*

*Maximum Marks : 25*

---

**Note :** (i) *Attempt all questions.*

(ii) *The marks for each question are indicated against it.*

(iii) *Symbols have their usual meanings.*

(iv) *You may use a calculator.*

---

---

1. Answer any **three** parts : 3×4=12

(a) Given two vectors :

$$\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$$

and 
$$\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k},$$

determine (i) the angle between  $\vec{A}$  and  $\vec{B}$

(ii) a unit vector perpendicular to  $\vec{A}$  and  $\vec{B}$ .

2+2

(b) For the scalar field  $\phi(x, y, z) = 2xz^4 - x^2y$ , obtain the directional derivative of  $\phi$  at the point  $(2, -2, 1)$  in the direction  $\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ . 4

(c) For any vector field  $\vec{F} (= F_1\hat{i} + F_2\hat{j} + F_3\hat{k})$ , show that : 4

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{F}) = \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{F}) - \nabla^2 \vec{F}$$

(d) If a force  $\vec{F} = 2x^2y\hat{i} + 3xy\hat{j}$  displaces a particle in the  $xy$ -plane from  $(0, 0)$  to  $(1, 4)$  along a curve  $y = 4x^2$ , determine the work done on the particle. 4

(e) The Cartesian coordinates of a point are  $(1, 1, 1)$ . Compute its (i) cylindrical and (ii) spherical polar coordinates. 2+2

2. State divergence theorem. Use it to evaluate :

$$\iint_S \vec{A} \cdot d\vec{S}$$

where  $\vec{A} = x^3\hat{i} + y^3\hat{j} + z^3\hat{k}$  and S is the surface of the sphere  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ . 1+4

*Or*

State Green's theorem. A vector field  $\vec{F}$  is given by :

$$\vec{F} = \sin y\hat{i} + x(1 + \cos y)\hat{j}$$

Evaluate the integral  $\int_C \vec{F} d\vec{r}$ , using Green's theorem. Here C is the circular path given by  $x^2 + y^2 = a^2$ . 1+4

3. The probability that a certain component of an equipment survives a shock is  $\frac{3}{5}$ . Calculate the probability that two of the next four components tested survive. 3

*Or*

The number of arrivals of customers during any day follows Poisson distribution with a mean of 5. What is the probability that the total number of customers on any single day selected at random is 2 ?

4. The measurement of surface tension of water of various temperatures are given in the following table :

T (°C)	σ (dynes/cm)
10	75.0
20	73.0
30	71.0
40	70.0
50	68.0
60	65.0

Calculate the correlation coefficient. 5

*Or*

Calculate the mean and variance of Poisson distribution defined by : 5

$$P(x, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!}$$

## BPHE-104/PHE-04

विज्ञान स्नातक ( बी. एस-सी. )

सत्रांत परीक्षा

जून, 2024

भौतिक विज्ञान

बी.पी.एच.ई.-104/पी.एच.ई.-04 : भौतिकी में गणितीय  
विधियाँ-I

समय :  $1\frac{1}{2}$  घण्टे

अधिकतम अंक : 25

**नोट :** (i) सभी प्रश्न कीजिए।

(ii) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

(iii) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

(iv) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

1. कोई **तीन** भाग कीजिए :

$3 \times 4 = 12$

(क) किन्हीं दो सदिशों  $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$  और

$\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$  के लिए (i)  $\vec{A}$  और  $\vec{B}$  के

बीच का कोण और (ii)  $\vec{A}$  और  $\vec{B}$  के लंबवत्

एकक सदिश, निर्धारित कीजिए।

2+2

(ख) अदिश क्षेत्र  $\phi(x, y, z) = 2xz^4 - x^2y$  के लिए बिन्दु  $(2, -2, 1)$  पर  $\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$  के अनुदिश दिक्-अवकलज ज्ञात कीजिए। 4

(ग) किसी सदिश क्षेत्र  $\vec{F} (= F_1\hat{i} + F_2\hat{j} + F_3\hat{k})$  के लिए सिद्ध कीजिए कि : 4

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{F}) = \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{F}) - \nabla^2 \vec{F}$$

(घ) बल  $\vec{F} = 2x^2y\hat{i} + 3xy\hat{j}$  के कारण, एक कण  $xy$ -समतल में वक्र  $y = 4x^2$  के अनुदिश  $(0, 0)$  से  $(1, 4)$  तक विस्थापित होता है। कण पर किया गया कार्य परिकलित कीजिए। 4

(ङ) किसी बिन्दु के कार्तीय निर्देशांक  $(1, 1, 1)$  हैं। इस बिन्दु के (i) बेलनी और (ii) गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक परिकलित कीजिए। 2+2

2. डाइवर्जेंस प्रमेय का कथन लिखिए। इसका प्रयोग करके

$$\iint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} \text{ प्राप्त करें जहाँ } \vec{A} = x^3\hat{i} + y^3\hat{j} + z^3\hat{k} \text{ और}$$

S गोले  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$  का पृष्ठ है। 1+4



## अथवा

ग्रीन का प्रमेय लिखिए। ग्रीन प्रमेय का उपयोग करके सदिश क्षेत्र  $\vec{F} = \sin y \hat{i} + x(1 + \cos y) \hat{j}$  के लिए समावल  $\int \vec{F} \cdot d\vec{r}$  परिकलित कीजिए यदि दिया हो कि C वृत्ताकार पथ  $x^2 + y^2 = a^2$  है।

3. किसी उपकरण के शॉक से एक घटक के बचने की प्रायिकता  $\frac{3}{5}$  है। जाँचे जा रहे अगले 4 घटकों में से 2 घटकों के शॉक से बचे रहने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए। 3

## अथवा

किसी एक दिन में आने वाले ग्राहकों की संख्या माध्य 5 वाले एक प्वासों बंटन का अनुसरण करती है। वह प्रायिकता परिकलित कीजिए कि यादृच्छिक तरीके से चुने गये किसी एक दिन में आने वाले ग्राहकों की कुल संख्या दो होगी। 3

4. विभिन्न तापमानों पर पानी के पृष्ठ तनाव के मापन निम्नलिखित सारणी में दिए गए हैं :

T (°C)	σ (dynes/cm)
10	75.0
20	73.0
30	71.0
40	70.0
50	68.0
60	65.0

इन आँकड़ों के लिए सहसंबंध गुणांक परिकलित कीजिए। 5

**अथवा**

निम्नलिखित प्वासों बंटन के लिए माध्य और प्रसरण प्राप्त कीजिए : 5

$$P(x, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!}$$

**PHE-05**

**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2024**

**PHYSICS**

**PHE-05 : MATHEMATICAL METHODS IN**

**PHYSICS—II**

*Time : 1  $\frac{1}{2}$  Hours*

*Maximum Marks : 25*

---

**Note :** (i) *Answer all questions. However, internal choices are given.*

(ii) *The marks for each question are indicated against it.*

(iii) *You may use a calculator.*

(iv) *Symbols have their usual meanings.*

---

---

1. Answer any **three** parts : 3×5=15

(a) Show that the differential equation : 5

$$(y^2 e^{xyz} + 4x^3) dx + (2xy e^{xy^2} - 3y^2) dy = 0$$

is exact and solve it.

**P. T. O.**

- (b) Determine the particular integral for the ODE : 5

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = 2\cos 2x$$

- (c) Solve : 5

$$(y+1)\frac{dy}{dx} + x = 0$$

given that :

$$y = 1 \text{ at } x = 0.$$

- (d) Show that  $f(x, y) = \cos x \cos y$  is a solution of the partial differential equation : 5

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = 0$$

- (e) State the order and degree of the following partial differential equation :

$$\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right) - k\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) = 0$$

Use the method of separation of variables to reduce it to a set of three ordinary differential equations. 1+4

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Solve the differential equation :

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 2x^2y = 0$$

by assuming a power series solution about  $x = 0$ .

(b) According to Newton's law of cooling the rate at which a substance cools is proportional to the difference between its temperature and that of the air. If the temperature of air is 300 K and the substance cools from 370 K to 340 K in 15 minutes, calculate the time it will take to reach 310 K.

(c) Expand  $f(t)$  in a Fourier series, given that :

$$f(t) = 0 \quad -1 < t < -\frac{1}{2}$$

$$= 1 \quad -\frac{1}{2} < t < \frac{1}{2}$$

$$= 0 \quad \frac{1}{2} < t < 1$$

$$f(t+2) = f(t).$$

## PHE-05

विज्ञान स्नातक ( बी. एस-सी. )

सत्रांत परीक्षा

जून, 2024

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-05 : भौतिकी में गणितीय विधियाँ-II

समय :  $1\frac{1}{2}$  घण्टे

अधिकतम अंक : 25

---

नोट : (i) सभी प्रश्न हल कीजिए।

(ii) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

(iii) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

---

---

1. किन्हीं **तीन** भागों के उत्तर दीजिए :  $3 \times 5 = 15$

(क) सिद्ध कीजिए कि अवकल समीकरण

$$(y^2 e^{xyz} + 4x^3) dx + (2xy e^{xy^2} - 3y^2) dy = 0$$

यथातथ है और इसे हल कीजिए।

1+4

(ख) निम्नलिखित साधारण अवकल समीकरण का विशेष समाकल प्राप्त कीजिए : 5

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = 2 \cos 2x$$

(ग) समीकरण  $(y+1)\frac{dy}{dx} + x = 0$  को हल कीजिए। दिया है कि  $x=0$  पर  $y=1$ । 5

(घ) सिद्ध कीजिए कि फलन  $f(x,y) = \cos x \cos y$  निम्नलिखित आंशिक अवकल समीकरण का हल है : 5

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = 0$$

(ङ) निम्नलिखित अवकल समीकरण की कोटि एवं घात लिखिए : 1+4

$$\frac{\partial u}{\partial t} - k \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = 0$$

चर पृथक्करण विधि द्वारा इसे तीन साधारण अवकल समीकरणों के समुच्चय में समानीत कीजिए।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :  $2 \times 5 = 10$

(क)  $x = 0$  के गिर्द घात श्रेणी हल लेकर निम्नलिखित अवकल समीकरण को हल कीजिए :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + 2x^2 y = 0$$

(ख) न्यूटन के शीतलन नियम के अनुसार, किसी पदार्थ के ठंडे होने की दर, पदार्थ और वायु के तापमान के अंतर के समानुपाती होती है। यदि वायु का तापमान 300 K हो और पदार्थ का तापमान 15 मिनट में 370 K से 340 K हो जाता हो, तो उसका तापमान कितनी देर में 310 K होगा ?

(ग)  $f(t)$  की फूरिए श्रेणी प्राप्त कीजिए जबकि :

$$f(t) = 0 \quad -1 < t < -\frac{1}{2}$$

$$= 1 \quad -\frac{1}{2} < t < \frac{1}{2}$$

$$= 0 \quad \frac{1}{2} < t < 1$$

$$f(t+2) = f(t).$$