

Total Pages : 7



B.Sc./1st Sem/PHS/25(NEP)

2025

1st Semester Examination (CCFUP : NEP)

PHYSICS

Paper : MI 1-T (Minor)

(Mathematical Physics and Mechanics)

Full Marks : 40

Time : Two Hours

*The figures in the margin indicate full marks.
Candidates are required to give their answers
in their own words as far as practicable.*

Group - A

Answer any *five* questions :

2×5=10

1. For what value of p the two vectors $\vec{A} = p\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k}$ and $\vec{B} = -2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ will be perpendicular to each other?

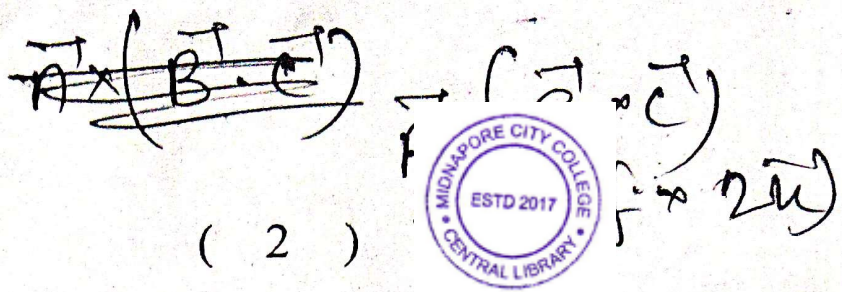
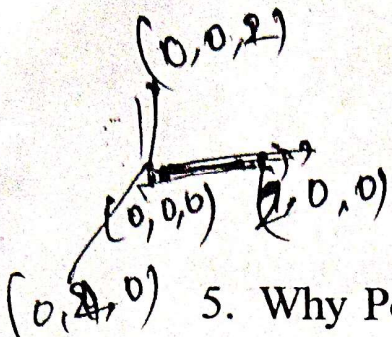
2. If $\phi = 2xz^4 - x^2y$, then find the value of $\vec{\nabla}\phi$ at the point $(2, -2, -1)$.

3. What is centre of mass? Write its significance.

4. Determine the dimensions of angular momentum and torque.

$$(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}) \times$$

P.T.O.



(2)

5. Why Poisson's ratio is not called elastic constant?

6. Find the volume of the parallelepiped with sides $\vec{A} = 3\hat{i} - \hat{j}$, $\vec{B} = \hat{j} + 2\hat{k}$, $\vec{C} = \hat{i} + 5\hat{j} + 4\hat{k}$.

7. Prove that in polar coordinate the velocity is given by

$$\vec{v} = \frac{dr}{dt} \hat{r} + r \frac{d\theta}{dt} \hat{\theta}, \text{ where } \hat{r} \text{ and } \hat{\theta} \text{ are the unit vectors in polar coordinates.}$$

8. Coefficient of viscosity of glycerin is 8.4 poise. Explain it.

$v = r\omega$
 $S = r\sigma$
 $\frac{dv}{dr} = \sigma$
Group - B

Answer any four questions : $5 \times 4 = 20$

9. (a) Show whether the following force $\vec{F} = (3z + 5y)\hat{i} + (5x + 2z)\hat{j} + (2y + 3x + 4z)\hat{k}$ is conservative or not.

(b) Find the general solution of the equation :

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = \sin 3x.$$

$m^2 + 4 = 0$ $2+3$

10. (a) Show that Newton's equation of motion remains unchanged in all inertial frame under Galilean transformation.

(b) What is conservative force? 3+2

(a) Show that the angular momentum is conserved for motion under central force.

$\sin 3\theta = 3\cos^2\theta - 1$
 $m^2 + 4 = 0$
 $Ae^{2x} + Be^{-2x}$

$$1 - \cos^2 \theta = (1 - \cos \theta)(1 + \cos \theta)$$



$\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

(b) Show that the motion under a central force is planar. 2½+2½

12. (a) State and prove the parallel axis theorem of moment of inertia.

$$(\vec{r} \times \vec{p}) = 0$$

(b) Two particles of masses m_1 and m_2 are connected by a rigid massless rod of length a and move freely in a plane. Derive the moment of inertia of the system about an axis perpendicular to the plane and passing through the centre of mass. 3+2



Find the gravitational intensity at a point inside a solid sphere of uniform density. 5

14. (a) Derive Poiseuille's formula for streamline flow of liquid through a capillary tube. 1½+1½

(b) Find the excess pressure inside a spherical soap bubble of diameter 1 cm. Surface tension of soap solution is 0.072 Nm^{-1} . 3½+1½

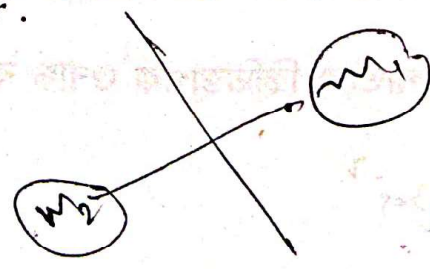
Group - C

Answer any *one* question : 10×1=10

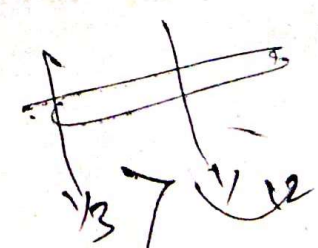
15. (a) The position vector of a particle is given by $\vec{r} = \cos \omega t \hat{i} + \sin \omega t \hat{j}$, where ω is constant.

Show that :

(i) The velocity \vec{v} of the particle is perpendicular to \vec{r} .



P.T.O.





(ii) The acceleration \vec{a} has the magnitude proportional to the distance from the origin and is directed towards the origin.

(b) Find the dimension of universal gravitational constant. (4+4)+2

16. (a) Write down the three laws of Kepler.

(b) Establish the relation $Y = 2\eta(1 + \sigma)$, where the symbols have their usual meaning.

(c) What is Reynolds number? Explain its significance.

(d) What is incompressible fluid? 3+3+2+2

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও : $2 \times 5 = 10$

১। p -এর কোন্ মানের জন্য দু'টি ভেক্টর $\vec{A} = p\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং $\vec{B} = -2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ পরস্পরের লম্ব হবে?

২। যদি $\phi = 2xz^4 - x^2y$ হয়, তাহলে $(2, -2, -1)$ বিন্দুতে $\nabla\phi$ -এর মান কত?

৩। ভরকেন্দ্র কী? এর তাৎপর্য লেখো।

৪। কৌণিক ভরবেগ ও টর্ক-এর মাত্রা নির্ণয় করো।

৫। পয়সন অনুপাতকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলা হয় না কেন?

M.L.T-2



(5)

৬। প্রদত্ত ভেক্টর দ্বারা ঘটিত আয়তঘনের আয়তন নির্ণয় করো :

$$\vec{A} = 3\hat{i} - \hat{j}, \vec{B} = \hat{j} + 2\hat{k}, \vec{C} = \hat{i} + 5\hat{j} + 4\hat{k}।$$

৭। প্রমাণ করো যে মেরুদেশীয় স্থানাঙ্কে গতিবেগ

$$\vec{v} = \frac{dr}{dt} \hat{r} + r \frac{d\theta}{dt} \hat{\theta},$$
 যেখানে \hat{r} ও $\hat{\theta}$ মেরুদেশীয় স্থানাঙ্কে

একক ভেক্টর।

৮। গ্লিসারিনের সান্দ্রতাগুণাঙ্কের মান ৪.৪ পঁয়েস — এটি ব্যাখ্যা করো।

বিভাগ - খ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও : $৫ \times ৪ = ২০$

৯। (ক) নিম্নলিখিত বলটি সংরক্ষী কিনা দেখাও :

$$\vec{F} = (3z + 5y)\hat{i} + (5x + 2z)\hat{j} + (2y + 3x + 4z)\hat{k}$$

(খ) $\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = \sin 3x$ অবকল সমীকরণটির সাধারণ

সমাধান নির্ণয় করো।

২+৩

১০। (ক) দেখাও যে গ্যালিলীয় রূপান্তরের ক্ষেত্রে নিউটনের গতিসূত্র অবিকৃত থাকে।

(খ) সংরক্ষী বল বলতে কী বোঝো?

৩+২

১১। (ক) দেখাও যে কেন্দ্রক বলক্ষেত্রে গতিশীল কোনো কণার কৌণিক ভরবেগ সর্বদা সংরক্ষিত হয়।

P.T.O.

(খ) দেখাও যে কেন্দ্রক বলক্ষেত্রে গতি সর্বদা একটি সমতলে অবস্থিত হয়। $২\frac{১}{২}+২\frac{১}{২}$

১২। (ক) জাড্য ভ্রামকের 'সমান্তরাল-অক্ষ' উপপাদ্যটি বিবৃত ও প্রমাণ করো।

(খ) m_1 ও m_2 ভরযুক্ত দুটি বস্তুকণা একটি দৃঢ়, ভরহীন a -দৈর্ঘ্যের দণ্ডের দ্বারা যুক্ত এবং এটি একটি তলের উপর মুক্তভাবে চলাচল করতে পারে। ভরকেন্দ্রগামী এবং ওই তলের উপর লম্ব একটি অক্ষের সাপেক্ষে প্রদত্ত ব্যবস্থাপনার জাড্য ভ্রামক নির্ণয় করো। $৩+২$

১৩। একটি সুষ্ণ ঘনত্বের নিরেট গোলকের ভিতরের কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করো। ৫

১৪। (ক) কৈশিক নলের মধ্য দিয়ে কোনো তরলের ধারারেখ প্রবাহের জন্য পঁয়সনের সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো।

(খ) 1 cm ব্যাসের গোলাকার সাবান বুদবুদের অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় করো। সাবান জলের পৃষ্ঠটান 0.072 Nm^{-1} । $৩\frac{১}{২}+১\frac{১}{২}$

বিভাগ - গ

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও : $১০ \times ১ = ১০$

১৫। (ক) একটি কণার স্থান ভেক্টর $\vec{r} = \cos \omega t \hat{i} + \sin \omega t \hat{j}$ যেখানে ω একটি ধ্রুবক, দেখাও যে :

(i) কণার গতিবেগ \vec{v} , \vec{r} -এর সাথে লম্ব।



(7)

(ii) কণাটির ত্বরণ \vec{a} -এর মান মূলবিন্দু থেকে কণাটির দূরত্বের সমানুপাতিক এবং এটি মূলবিন্দু অভিমুখী।

(খ) সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা নির্ণয় করো।

(8+8)+2

১৬। (ক) কেপলারের সূত্র তিনটি লেখো।

(খ) $Y = 2\eta(1 + \sigma)$ সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত হয়েছে।

(গ) রেনল্ডসের সংখ্যা কী? এই সংখ্যার তাৎপর্য লেখো।

(ঘ) অসংনম্য প্রবাহী কী?

৩+৩+২+২

Handwritten signature/initials