GABBETA COLLEGE LIBRARY
Estd.-1948

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.

P.T.O.

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

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

Group - B

Answer any ***four*** questions : 5×4=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 : $\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = \sin 3x$. 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

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

(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.

(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

13. 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.

(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 : ২×৫=১০

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 $\vec{\nabla}\phi$ -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?

(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 দু'টি 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 সুষম 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 বুদ্‌বুদের অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় করো। সাবান জলের পৃষ্ঠটান $0.072\,\mathrm{Nm^{-1}}$। $৩\frac{১}{২}+১\frac{১}{২}$

বিভাগ - গ

যে-কোনো ***একটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও : ১০×১=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।

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

(খ) সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা নির্ণয় করো।

(৪+৪)+২

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

(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 দু'টি 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 সুষম 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 বুদ্‌বুদের অভ্যন্তরস্থ অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় করো। সাবান জলের পৃষ্ঠটান $0.072\,\mathrm{Nm^{-1}}$। $৩\frac{১}{২}+১\frac{১}{২}$

বিভাগ - গ

যে-কোনো ***একটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও : ১০×১=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।

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

(খ) সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা নির্ণয় করো।

(৪+৪)+২

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