

Total number of printed pages-11

1 (Sem-1/FYUGP) PHY41MN/(A)

2025

PHYSICS

(Minor)

Paper : PHY4100104 MN

(SET-A)

(Mathematical Physics and Mechanics)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

**The figures in the margin indicate
full marks for the questions.**

Answer either in English or in Assamese.

1. Answer the following questions : $1 \times 5 = 5$

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) Define Gauss's divergence theorem.

গাউছৰ অপসৰণ উপপাদ্যটো লিখা।

(b) Write the value of $\int_{-a}^{+a} \delta(x) dx$.

$\int_{-a}^{+a} \delta(x) dx$ -ৰ মান লিখা।

(c) Define intensity of gravitational field.

মাধ্যাকৰ্ষণিক ক্ষেত্র প্রারল্যৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(d) What do you mean by conservative force?

সংৰক্ষিত বল বুলিলে কি বুজা?

(e) What is the prime condition of a body to execute simple harmonic motion?

এটা পদার্থই সবল দোলগতি দিয়াৰ মুখ্য কাৰণটো কি?

2. Answer **any five** of the following questions :
2×5=10

তলৰ যিকোনো পাঁচটা প্রশ্নৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) If $\vec{A} = xz^3\hat{i} - 2x^2yz\hat{j} + 2yz^4\hat{k}$, then find $\vec{\nabla} \times \vec{A}$ at the point (1, -1, 1).

যদি $\vec{A} = xz^3\hat{i} - 2x^2yz\hat{j} + 2yz^4\hat{k}$ হয় তেনেহলে
(1, -1, 1) বিন্দুত $\vec{\nabla} \times \vec{A}$ -ৰ মান উলিওৱা।

(b) Show that $\delta(x) = \delta(-x)$.

দেখুওৱা যে $\delta(x) = \delta(-x)$ ।

(c) Express $\vec{\nabla} \phi$ in curvilinear co-ordinate system.

বক্রবেখী স্থানাংক পদ্ধতিত $\vec{\nabla} \phi$ প্রকাশ কৰা।

(d) State Kepler's third law of planetary motion.

গ্রহৰ গতি সম্পর্কীয় কেপলাৰৰ তৃতীয় সূত্রটোৰ উক্তিটো লিখা।

(e) Two bodies of masses 4kg and 6kg are in motion under central force. Find the reduced mass of the system.

4kg আৰু 6kg ভৰৰ দুটা বস্তু কেন্দ্ৰীয় বলৰ প্রভাৱত গতি কৰি আছে। তন্ত্ৰটোৰ লঘুকৰণ ভৰৰ মান উলিওৱা।

(f) Distinguish between elastic and inelastic collision.

স্থিতিস্থাপক আৰু অস্থিতিস্থাপক সংঘাতৰ পাৰ্থক্য লিখা।

(g) Express graphically the K.E., P.E and total energy of a body executing S.H.M.

সৰল পৰ্য্যাবৃত্ত গতি কৰা বস্তু এটাৰ গতিশক্তি, স্থিতিশক্তি আৰু মুঠ শক্তি গ্ৰাফৰ সহায়ত প্ৰকাশ কৰা।

(h) The rigidity modulus is $2.87 \times 10^{-2} N/m^2$ and Poisson's ratio for a material is 0.379. Find the Young's modulus.

এটা পদাৰ্থৰ দৃঢ়তা গুণাংক $2.87 \times 10^{-2} N/m^2$ আৰু পয়ছনৰ অনুপাত 0.379। পদাৰ্থটোৰ ইংগুৰ গুণাংক নিৰ্ণয় কৰা।

(i) A particle executing SHM has time period π second and the displacement of the particle at $\pi/4$ second is 2cm. What is the amplitude of the motion?

সৰল পৰ্য্যাবৃত্ত গতিযুক্ত কণা এটাৰ পৰ্য্যায়কাল π ছেকেণ্ড। সময়ত ইয়াৰ সৰণ 2 ছে.মি. হয় তেন্তে গতিটোৰ বিস্তাৰ কিমান হব?

(j) What do you mean by inertial and non-inertial frame of references?

জড় আৰু অজড় প্ৰসংগ প্ৰণালী বুলিলে কি বুজা?

3. Answer **any four** of the following questions :
5×4=20

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ যিকোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ লিখা :

(a) If $\phi(x, y, z) = 3x^2y - y^3z^2$ be any scalar function, find out

(i) grad ϕ at point (1, 2, 2)

(ii) unit vector \hat{e} perpendicular to surface.

3+2=5

যদি $\phi(x, y, z) = 3x^2y - y^3z^2$ এটা স্কেলাৰ ফলন হয়, তেনেহলে নিৰ্ণয় কৰা

(i) (1, 2, 2) বিন্দুত গ্ৰেড ϕ

(ii) পৃষ্ঠখনৰ লম্ব দিশত একক ভেক্টৰ \hat{e} ।

(b) Derive the equation of Gauss's law for gravitational field.

মাধ্যাকর্ষণিক ক্ষেত্রৰ গাউছৰ নীতিৰ সমীকৰণটো প্রতিস্থা কৰা।

(c) Write the differential equation of SHM and find its solution.

সৰল পৰ্যাবৃত্ত গতিৰ সমীকৰণটো লিখি ইয়াৰ সমাধান উলিওৱা।

(d) Write the transformation relations between the Cartesian (x, y, z) and spherical polar coordinate (r, θ, ϕ) .

Express $\vec{\nabla} \cdot \vec{A}$ in spherical polar coordinate system. 1+4=5

কাৰ্টেছীয় স্থানাংক (x, y, z) আৰু গোলকীয় মেৰু স্থানাংক (r, θ, ϕ) -ৰ মাজৰ ৰূপান্তৰণৰ সম্বন্ধ লিখা।
গোলকীয় মেৰু স্থানাংক প্ৰণালীত $\vec{\nabla} \cdot \vec{A}$ ক প্ৰকাশ কৰা।

(e) Define torque and angular momentum as applied to rotational motion. Deduce the relation between them. 1+1+3=5

ঘূৰ্ণন গতিত প্ৰয়োগ কৰা টৰ্ক আৰু কৌণিক ভৰবেগৰ সংজ্ঞা দিয়া। ইহতৰ মাজৰ সম্বন্ধটো প্রতিস্থা কৰা।

(f) Prove that

$$\int_{-a}^{+a} f(x) \delta(x-a) dx = f(a)$$

প্ৰমাণ কৰা যে—

$$\int_{-a}^{+a} f(x) \delta(x-a) dx = f(a)$$

(g) A uniform rod of length 1 metre is fixed horizontally at one end. When a weight of 250gm is suspended at the free end, the end is depressed by 10cm. Calculate the depression of the rod at a distance 30cm from the fixed end.

1 মিটাৰ দৈৰ্ঘ্যৰ সুষম মাৰি এডাল এটা মূৰত অনুভূমিকভাৱে স্থিৰ কৰি ৰখা হৈছে। মুক্ত মূৰটোত 250 গ্ৰাম ভাৰওলোমাই দিয়াত মূৰটোৰ 10 ছে.মি. অৱনমন ঘটে। স্থিৰ মূৰটোৰ পৰা 30 ছে.মি. দূৰত মাৰিডালৰ অৱনমন কিমান হব নিৰ্ণয় কৰা।

(h) Find the moment of inertia of a solid sphere about its diameter.

ব্যাস সাপেক্ষে গোটা গোলক এটাৰ জড়ভ্ৰামক নিৰ্ণয় কৰা।

4. Answer **any one** of the following questions : 10

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ পৰা যিকোনো এটাৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) Prove that (প্ৰমাণ কৰা) :

$$(i) \quad \vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$$

$$(ii) \quad \vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$$

$$(iii) \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{r} = 3$$

where (য'ত) $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$

$$5+3+2=10$$

(b) Establish the relation between gravitational field and potential. Obtain the expression for gravitational potential and field due to a uniform solid sphere of mass 'M' and radius 'a' at a distance 'r' from the centre. 2+6+2=10

মহাকৰ্ষণিক ক্ষেত্ৰ আৰু বিভৱৰ মাজৰ সম্বন্ধটো প্ৰতিস্থা কৰা। 'M' ভৰ আৰু 'a' ব্যাসাৰ্ধৰ গোটা গোলক এটাৰ কেন্দ্ৰৰ পৰা r দূৰত্বৰ বিন্দুত মহাকৰ্ষণিক বিভৱ আৰু ক্ষেত্ৰ প্ৰাৱল্যৰ প্ৰকাশক ৰাশি উলিওৱা।

(c) (i) State the work energy theorem and prove it for a variable force. 1+4=5

কাৰ্য-শক্তিৰ উপপাদ্যটোৰ সংজ্ঞা দিয়া আৰু পৰিবৰ্তনীয় বলৰ ক্ষেত্ৰত উপপাদ্যটো প্ৰমাণ কৰা।

(ii) Show that the twisting torque of a cylinder is

$$C = \frac{\pi \eta \theta r^4}{2l}$$

where r → radius of the cylinder

l → length

η → rigidity modulus

θ → twisting angle

5

দেখুওৱা যে চুঙা এটাৰ পাক আঘূৰ্ণৰ মান

$$C = \frac{\pi \eta \theta r^4}{2l}$$

য'ত $r \rightarrow$ চুঙাটোৰ ব্যাসার্ধ

$l \rightarrow$ দৈৰ্ঘ্য

$\eta \rightarrow$ দৃঢ়তা গুণাংক

$\theta \rightarrow$ পাক কোণ

- (d) (i) Discuss inelastic collision in the laboratory frame of reference and hence calculate the lost of kinetic energy during the collision. 5

পৰীক্ষাগাৰ প্ৰসংগ প্ৰণালীত অস্থিতিস্থাপক সংঘাত আলোচনা কৰা আৰু এই সংঘাতত শক্তিৰ ক্ষয় গণনা কৰা।

- (ii) Deduce the relation

$$Y = 2\eta(1 + \sigma)$$

where $Y =$ Young's modulus

$\eta =$ rigidity modulus

$\sigma =$ Poisson's ratio

5

$Y = 2\eta(1 + \sigma)$ সম্বন্ধটো প্ৰতিস্থা কৰা

য'ত $Y =$ ইয়ঙৰ গুণাংক

$\eta =$ দৃঢ়তা গুণাংক

$\sigma =$ পয়চনৰ অনুপাত

