Hiralal Mazumdar Memorial College for Women ★ Dakshineswar, Kolkata – 700 035 ★ LIBRARY

WEST BENGAL STATE UNIVERSITY

B.Sc. Honours/Programme 1st Semester Examination, 2020, held in 2021

PHSHGEC01T/PHSGCOR01T-PHYSICS (GE1/DSC1)

MECHANICS

Time Allotted: 2 Hours | Full Marks: 40

The figures in the margin indicate full marks. Candidates should answer in their own words and adhere to the word limit as practicable.

প্রান্তিক সীমার মধ্যস্থ সংখ্যাটি পূর্ণমান নির্দেশ করে। পরীক্ষার্থীরা নিজের ভাষায় যথা সম্ভব শব্দসীমার মধ্যে উত্তর করিবে।

All symbols are of usual significance.

Question No. 1 is compulsory and answer any *two* from the rest

১নং প্রশ্ন আবশ্যিক এবং অন্য প্রশ্ন থেকে যে-কোনো *দুটি* প্রশ্নের উত্তর দাও

1. Answer any ***ten*** questions from the following: $2\times10=20$

নিম্নলিখিত যে-কোনো ***দশটি*** প্রশ্নের উত্তর দাওঃ

(a) For what value of α will the vectors $\vec{A}=3\hat{i}-5\hat{j}+5\hat{k}$ and $\vec{B}=5\hat{i}-5\hat{j}+\alpha\hat{k}$ be perpendicular to each other?

α-এর মান কত হলে $\vec{A}=3\hat{i}-5\hat{j}+5\hat{k}$ এবং $\vec{B}=5\hat{i}-5\hat{j}+\alpha\hat{k}$ ভেক্টর দুটি পরস্পরের উপর লম্ব হবে ?

(b) Determine the dimensions of angular momentum and torque.

কৌণিক ভরবেগ এবং টর্ক-এর মাত্রা নির্ণয় করো।

(c) If the vectors $\vec{A}=5\hat{i}-7\hat{j}+3\hat{k}$, $\vec{B}=-4\hat{i}+7\hat{j}-8\hat{k}$ and $\vec{C}=2\hat{i}-3\hat{j}$, then find $\vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{C})$ and $(\vec{A}\times\vec{B})\cdot\vec{C}$.

$\vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{C})$ এবং $(\vec{A}\times\vec{B})\cdot\vec{C}$ নির্ণয় করো, যদি ভেক্টর $\vec{A}=5\hat{i}-7\hat{j}+3\hat{k}$, $\vec{B}=-4\hat{i}+7\hat{j}-8\hat{k}$ এবং $\vec{C}=2\hat{i}-3\hat{j}$ হয়।

(d) A particle of mass m moves along a curve $\vec{r}=a\cos\omega t\,\hat{i}+b\sin\omega t\,\hat{j}$. Find the angular momentum of the particle about the origin.

m ভরবিশিষ্ট একটি কণা $\vec{r}=a\cos\omega t\,\hat{i}+b\sin\omega t\,\hat{j}$ রেখা বরাবর গতিশীল। মূলবিন্দু সাপেক্ষে কণাটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো।

(e) Find the particular integral of the following differential equation:

$$\frac{d^2y}{dx^2}+\frac{dy}{dx}-6y=36x$$

নিম্নলিখিত অবকল সমীকরণটির নির্দিষ্ট সমাকল (particular integral) নির্ণয় করোঃ

$$\frac{d^2y}{dx^2}+\frac{dy}{dx}-6y=36x$$

(f) Using Newton's law of gravitation, determine the dimension of the universal gravitational constant.

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র ব্যবহার করে সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবকটির মাত্রা নির্ণয় করো।

(g) Show that theoretically the value of Poisson's ratio lies between –1 and 0.5.

দেখাও যে পয়সন অনুপাতের তাত্ত্বিক মান –1 এবং 0.5-এর মধ্যে থাকে।

(h) Calculate the work done when a conservative force

$$\vec{F} = (2xy + z^2)\,\hat{i} + x^2\hat{j} + 2xz\hat{k}$$

acting on a particle displaces it from the point (0, 1, 2) to the point (5, 2, 7).

একটি সংরক্ষী বল $\vec{F} = (2xy + z^2)\,\hat{i} + x^2\hat{j} + 2xz\hat{k}$ কোন কণাকে (0, 1, 2) বিন্দু থেকে (5, 2, 7) বিন্দুতে স্থানান্তরিত করতে যে পরিমাণ কার্য করে তা নির্ণয় করো।

(i) A man is moving on an inclined plane with an acceleration 5 ms^{-2}. If the mass of the man is 70 kg, calculate the gravitational force acting on him. Given that $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$.

70 kg ভরের এক ব্যক্তি আনত তলে 5 ms^{-2} ত্বরণসহ গতিশীল। তাঁর উপর কার্যকর অভিকর্ষজ বল নির্ণয় করো। প্রদত্ত, $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$ ।

(j) It is given that the force field, $\vec{f}(\vec{r}) = \frac{-k}{r^2}\hat{r}$, where k is a constant. Is it a conservative force field? Explain.

প্রদত্ত বল ক্ষেত্র $\vec{f}(\vec{r}) = \frac{-k}{r^2}\hat{r}$, যেখানে k একটি ধ্রুবক। এটি কি একটি সংরক্ষী বল ক্ষেত্র ? ব্যাখ্যা করো।

(k) Write down the differential equation for forced vibration. Explain the physical meaning of each term in the equation.

পরবশ কম্পনের অবকল সমীকরণটি লেখো। সমীকরণের প্রতিটি পদের ভৌত তাৎপর্য বুঝিয়ে দাও।

(l) A mass of 50 g is attached at the end of a spring and it vibrates simple harmonically. The amplitude of vibration is 12 cm and the time period is 6 s. Find the maximum speed of the mass.

একটি স্প্রিং-এর একপ্রান্তে সংযুক্ত একটি 50 g ভর সরল দোলগতিতে কম্পিত হয়। কম্পনের বিস্তার 12 cm এবং সময়কাল 6 s। ভরটির সর্বোচ্চ দ্রুতি নির্ণয় করো।

(m) Considering the earth to be a perfect sphere of radius 6.4×10^8 cm with uniform density of 5.5 g cm^{-3}, find the value of the acceleration due to gravity on the earth's surface [$G = 6.7 \times 10^{-8}$ cgs unit].

পৃথিবীকে 6.4×10^8 cm ব্যাসার্ধ এবং 5.5 g cm^{-3} সুষম ঘনত্ববিশিষ্ট নিঁখুত গোলক ধরে পৃথিবী-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় করো। [$G = 6.7 \times 10^{-8}$ cgs একক]।

(n) What is the difference between 'stress' and 'pressure'?

'পীড়ন' এবং 'চাপ'-এর মধ্যে পার্থক্য কী ?

2. (a) Find $\varphi(r)$ such that $\vec{\nabla}\varphi = \frac{\vec{r}}{r^5}$ and $\varphi(1) = 0$, where $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$. 4

$\varphi(r)$ নির্ণয় করো যাতে $\vec{\nabla}\varphi = \frac{\vec{r}}{r^5}$ এবং $\varphi(1) = 0$ হয়। যেখানে $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$ ।

(b) If $\vec{A}$ and $\vec{B}$ are irrotational, prove that $\vec{A}\times\vec{B}$ is solenoidal. 3

যদি $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ অঘূর্ণ (irrotational) হয়, তাহলে দেখাও যে, $\vec{A}\times\vec{B}$ সলিনয়ডাল (solenoidal)।

(c) Show that Newton's third law of motion and the principle of conservation of linear momentum are consistent with each other. 3

দেখাও যে, রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি এবং নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র পরস্পর সঙ্গতিপূর্ণ।

3. (a) Solve the differential equation: $\frac{d^2y}{dx^2} - y = x\sin 3x + \cos x$. 4

অবকল সমীকরণটি সমাধান করোঃ $\frac{d^2y}{dx^2} - y = x\sin 3x + \cos x$

(b) Find the value of p which will make the following three vectors co-planar. 3

$\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$; $\vec{B} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$; $\vec{C} = \hat{i} + \hat{j} - p\hat{k}$.

p-এর মান নির্ণয় করো যাতে নিম্নোক্ত তিনটি ভেক্টর একতলীয় হয়।

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

(c) A circular disk of radius R is cut from a larger circular disk of radius $2R$ (as shown in Figure 1). Calculate the centre of mass of the remaining part of the larger disk. 3

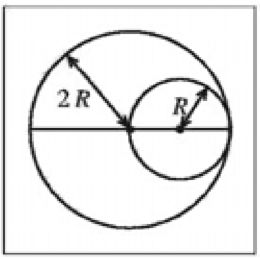

Figure 1

$2R$ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃহত্তর একটি বৃত্তাকার চাকতি থেকে R ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার চাকতি কেটে নেওয়া হল (Figure 1-এ দেখানো হয়েছে)। বৃহত্তর চাকতিটির অবশিষ্ট অংশের ভরকেন্দ্র নির্ণয় করো।

4. (a) Define a 'central force field'. Show that if a particle is moving in a central force field, its angular momentum is conserved. 1+3

'কেন্দ্রগ বল ক্ষেত্র'-এর সংজ্ঞা দাও। একটি কণা কেন্দ্রগ বল ক্ষেত্রে গতিশীল হলে দেখাও যে, তার কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

(b) State Kepler's laws of planetary motion. 3

গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের সূত্রগুলি বিবৃত করো।

(c) If we assume that the value of G is gradually decreasing with time, how would it affect the motion of moon? — Explain. 3

যদি ধরে নেওয়া হয় যে, G-এর মান সময়ের সঙ্গে ক্রমাগত হ্রাস পাচ্ছে, তাহলে এটি কিভাবে চাঁদের গতির উপর প্রভাব ফেলবে ? — ব্যাখ্যা করো।

5. (a) A particle moves according to the equation $x = 3\sin\omega t + 4\cos\omega t$. Show that the motion of the particle is simple harmonic. 3

একটি কণা $x = 3\sin\omega t + 4\cos\omega t$-এই সমীকরণ অনুযায়ী গতিশীল। দেখাও যে, কণাটি সরল দোলগতিতে চলমান।

(b) Define "sharpness of resonance" and "Q-factor". 2+2

"অনুনাদের তীক্ষ্ণতা" এবং "Q-গুণক" বলতে কি বোঝো ?

(c) Calculate the amount of work required to increase the length by 0.1 mm for a 200 cm long wire with a cross-sectional area of 1 mm^2. Given that Young's modulus of the material of the wire is $Y = 2\times 10^{12}$ dyne cm^{-2}. 3

200 cm দৈর্ঘ্য এবং 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.1 mm বৃদ্ধি করতে কী পরিমাণ কার্য করা প্রয়োজন, নির্ণয় করো। প্রদত্ত, তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $Y = 2\times 10^{12}$ dyne cm^{-2}।

N.B. : *Students have to complete submission of their Answer Scripts through E-mail / Whatsapp to their own respective colleges on the same day / date of examination within* 1 *hour after end of exam. University / College authorities will not be held responsible for wrong submission (at in proper address). Students are strongly advised not to submit multiple copies of the same answer script.*

——×——