

## 3 Yr. Degree/4 Yr. Honours 2nd Semester Examination, 2024 (CCFUP)

Subject : Physics

Course: PHYS2021 (MINOR)

(Mechanics)

Time: 2 Hours

Full Marks: 40

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

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।  
পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

## Group-A

1. Answer any five questions from the following:

2×5=10

নিম্নের যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Imagine you are the only astronaut in Voyager X flying in a spaceship at a constant speed in completely empty space, with no acceleration whatsoever and no outside references, just dark empty space. Do you have the ability to determine the velocity at which you are traveling?—Explain.

কল্পনা করো তুমি Voyager X মহাকাশযানের একমাত্র মহাকাশচারী সম্পূর্ণ খালি জায়গায় স্থির গতিতে যাচ্ছ, কোনো ত্বরণ নেই এবং বাইরের কোনো রেফারেন্স নেই, শুধু অন্ধকার খালি জায়গা। তুমি যে গতিতে ভ্রমণ করছ তা নির্ধারণ করার ক্ষমতা তোমার আছে কি?—ব্যাখ্যা করো।

- (b) What is quality (Q) factor?

Q-ফ্যাক্টর কী?

- (c) What is resonance in oscillation?

দোলনের অনুরণন বলতে কী বোঝো?

- (d) Define elastic modulus and bulk modulus.

ইয়ং গুণাক্ষ ও আয়তন বিকৃতি গুণাক্ষ কাকে বলে?

- (e) When an oscillating motion is called damped oscillation?

একটি দোলনকে কখন অবমন্দিত দোলন বলা যায়?



- (f) Cristiano Ronaldo executed a 90 km/hr shot from the center line of Santiago Bernabeu Stadium, resulting in a  $60^\circ$  angle with respect to a horizontal line on the ground. At its peak, what is the magnitude of the horizontal and vertical components of the football's velocity?

ক্রিস্টিয়ানো রোনালদো সান্তিয়াগো বার্নাবেউ স্টেডিয়ামের কেন্দ্রীয় রেখা থেকে 90 কিমি/ঘণ্টা গতিতে একটি শট করেছিলেন, যার ফলে মাটিতে একটি অনুভূমিক রেখার সাপেক্ষে  $60^\circ$  কোণ করে বলটি ছুটে যায়। বলটির গতিপথের শীর্ষবিন্দুতে গতিবেগের অনুভূমিক এবং উল্লম্ব উপাদানগুলির মান কত?

- (g) What are transient and steady state of motion?

গতির ক্ষণস্থায়ী ও স্থিতিাবস্থা বলতে কী বোঝো?

- (h) What is geosynchronous or geostationary satellite?

ভূসমলয় উপগ্রহ কাকে বলে?

### Group-B

2. Answer any two questions from the following:

5×2=10

নিম্নের যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) When one can say that a rigid body is in equilibrium? A solid brass sphere is initially surrounded by air, and the air pressure exerted on it is  $1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (normal atmospheric pressure). The sphere is lowered into the ocean to a depth where the pressure is  $2.0 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ . The volume of the sphere in air is  $0.50 \text{ m}^3$ . By how much does this volume change once the sphere is submerged? [Given bulk modulus of brass is  $6.1 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ .] 2+3

একটি অনমনীয় বস্তুর ভারসাম্যে থাকার নীতিগুলি লেখো। একটি শক্ত পিতলের গোলক প্রাথমিকভাবে বায়ু দ্বারা বেষ্টিত থাকে এবং এতে বায়ুর চাপ  $1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (স্বাভাবিক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ)। গোলকটি সমুদ্রে এমন গভীরতায় নামানো হয় যেখানে চাপ  $2.0 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ । বাতাসে গোলকের আয়তন  $0.50 \text{ m}^3$ । গোলকটি ডুবে গেলে এই আয়তনের কত পরিবর্তন হয়? [প্রদত্ত পিতলের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক হল  $6.1 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ ]

- (b) What is escape velocity? Consider Earth is of uniform sphere of radius 6370 km. Find the average density of earth. Given gravitational constant  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$  and  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ . 2+3

মুক্তিবেগ কাকে বলে? পৃথিবী 6370 কিমি ব্যাসার্ধের অভিন্ন গোলক ধরে নিয়ে পৃথিবীর গড় ঘনত্ব নির্ণয় করো। (দেওয়া আছে  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$  and  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (c) Define moment of inertia. Consider an oxygen molecule ( $\text{O}_2$ ) rotating in the  $xy$  plane about the  $z$  axis. The rotation axis passes through the center of the molecule, perpendicular to its length. The mass of each oxygen atom is  $2.66 \times 10^{-26} \text{ kg}$ , and at room temperature the average separation between the two atoms is  $d = 1.21 \times 10^{-10} \text{ m}$ . (The atoms are modeled as particles.) Calculate the moment of inertia of the molecule about the  $z$  axis. 2+3

জড় ভ্রামক কাকে বলে? মনে করো একটি অক্সিজেন অণু ( $\text{O}_2$ )  $xy$  সমতলে  $z$  অক্ষে ঘূর্ণায়মান। ঘূর্ণন অক্ষ অণুর কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে যায়, তার দৈর্ঘ্যের সাথে লম্ব। প্রতিটি অক্সিজেন পরমাণুর ভর হল  $2.66 \times 10^{-26} \text{ kg}$  এবং ঘরের তাপমাত্রায় দুটি পরমাণুর মধ্যে গড় দূরত্ব  $d \equiv 1.21 \times 10^{-10} \text{ m}$  (পরমাণুগুলি কণা হিসাবে ধরে নাও।)



- (d) An object oscillates with simple harmonic motion along the  $x$  axis. Its position varies with time according to the equation  $x = (4.00 \text{ m}) \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ . Determine the amplitude, frequency, and period of the motion. A  $200 \text{ gm}$  block connected to a light spring for which the force constant is  $5.00 \text{ N/m}$  is free to oscillate on a horizontal, frictionless surface. Find the period of its motion. 3+2

একটি বস্তু  $x$  অক্ষ বরাবর সরল দোলগতির সাথে  $x = (4.00 \text{ m}) \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$  সমীকরণ অনুযায়ী দোদুল্যমান। গতির বিস্তার, কম্পাঙ্ক ও দোলনকাল উল্লেখ করো। একটি  $200$  গ্রাম ব্লক একটি  $5.00 \text{ N/m}$  বল ধ্রুবকের হালকা স্প্রিং-এর সাথে সংযুক্ত হয়ে একটি অনুভূমিক, ঘর্ষণহীন পৃষ্ঠে দোলনরত। এর গতির সময়কাল নির্ণয় করো।

### Group-C

3. Answer any two questions from the following:

10×2=20

নিম্নের যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Write three Kepler's laws of planetary motion. Prove the Kepler's 3rd law from the inverse square law for circular orbit. 6+4

গ্রহের গতিসংক্রান্ত কেপলারের সূত্র তিনটি লেখো। বৃত্তাকার কক্ষপথের বিপরীত বর্গ সূত্র থেকে কেপলারের ৩য় সূত্র প্রমাণ করো।

- (b) What are centre of mass and centre of gravity? Write the parallel-axis theorem of moment of inertia. Calculate the moment of inertia of a uniform rigid rod of length  $L$  and mass  $M$  about an axis perpendicular to the rod and passing through its center of mass. 3+2+5

ভরকেন্দ্র এবং অভিকর্ষজ কেন্দ্র কী? জাড্য ভ্রামকে সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্যটি লেখো।  $L$  দৈর্ঘ্য এবং  $M$  ভরের একটি অনমনীয় রডের ভরকেন্দ্র বরাবর দৈর্ঘ্যের সাথে উল্লম্ব একটি অক্ষের সাপেক্ষে জাড্য ভ্রামক নির্ণয় করো।

- (c) Suppose,  $60 \text{ kg}$  archer Harvinder Singh standing on frictionless ice and fires a  $0.50 \text{ kg}$  arrow horizontally at  $50 \text{ m/s}$ . With what velocity does the archer move across the ice after firing the arrow? If the arrow were shot in a direction that makes an angle  $\theta$  with the horizontal, how will this change the recoil velocity of the archer? What is the difference between an elastic and inelastic collision? What sort of collision occurs when a meteorite collides with the Earth? 3+2+3+2

মনে করো,  $60$  কেজির তিরন্দাজ হরবিন্দর সিং ঘর্ষণহীন বরফের উপর দাঁড়িয়ে  $50$  মি/সেকেন্ড বেগে অনুভূমিকভাবে  $0.50$  কেজি তির নিষ্ক্ষেপ করছেন। তির নিষ্ক্ষেপ করার পর হরবিন্দর সিং-এর বরফের উপর গতিবেগ নির্ণয় করো। যদি তিরটি এমন একটি দিকে নিষ্ক্ষেপ করা হয় যা অনুভূমিকটির সাথে  $\theta$  কোণ তৈরি করে তবে তিরন্দাজের প্রতিক্রিয়া বেগের কী রকম পরিবর্তন হবে খুব সংক্ষেপে লেখো। স্থিতিস্থাপক এবং অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের মধ্যে পার্থক্য কী? পৃথিবীর সাথে উল্কাপিণ্ডের সংঘর্ষ হলে সেটি কী ধরনের সংঘর্ষ হয়?



- (d) Why does mud fly off a rapidly turning automobile tyre? Consider two inertial frames  $S$  and  $S'$ . The frame  $S'$  moves with a constant velocity  $v$  along the common  $x$  and  $x'$  axes, where  $v$  is measured relative to  $S$ . Write down the Galilean space-time transformation equations. What is non-inertial frame? What is Coriolis force? How would you explain the force that pushes a rider toward the side of a car as the car rounds a corner?

2+2+2+2+2

দ্রুত ঘূর্ণায়মান গাড়ির চাকার টায়ার থেকে কাদা ছিটকে উড়ে যায় কেন? দুটি জড় ফ্রেম  $S$  এবং  $S'$  বিবেচনা করো। ফ্রেম  $S'$  সাধারণ  $x$  এবং  $x'$  অক্ষ বরাবর  $v$  ধ্রুবক বেগে চলে,  $v$  কে  $S$ -এর সাপেক্ষে পরিমাপ করা হয়। গ্যালিলিয়ান স্থান-কাল রূপান্তর সমীকরণগুলি উল্লেখ করো। অজড়ত্বীয় ফ্রেম কী? কোরিওলিস বল কী? একটি গাড়ি যখন দ্রুতগতিতে বাঁক নেয় তখন গাড়ির ভিতরের কোনও যাত্রীকে যে বল পাশের দিকে ঠেলে দেয় সেই বল সম্পর্কে ব্যাখ্যা করো।