'समानो मन्त्रः समितिः समानी'

UNIVERSITY OF NORTH BENGAL

B.Sc. Minor 1st Semester Examination, 2024

UPHYMIN10001-PHYSICS

MECHANICS

Time Allotted: 2 Hours | Full Marks: 40

The figures in the margin indicate full marks.

GROUP-A / বিভাগ-ক / समूह-क

1. Answer any ***five*** questions from the following: 1×5 = 5
নিম্নলিখিত যে-কোন ***পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাওঃ
कुनै ***पाँचवटा*** प्रश्नहरूका उत्तर देऊ —

(a) Find the value of p so that $\vec{A} = \hat{i} + p\hat{j} + \hat{k}$ and $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ are perpendicular to each other. 1
দুটি ভেক্টর $\vec{A} = \hat{i} + p\hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ যদি পরস্পরের উপর লম্ব হয়, তবে p-এর মান নির্ণয় কর।
$\vec{A} = \hat{i} + p\hat{j} + \hat{k}$ अनि $\vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ एक अर्कासंग लम्ब हुनका निम्ति p को मान खोज।

(b) Write down the differential equation of S.H.M., where x is displacement and ω is angular frequency. 1
সরল দোলগতির অবকল সমীকরণ লেখ, যেখানে x স্থানচ্যুতি এবং ω কৌণিক কম্পাঙ্ক নির্দেশ করে।
सरल आवर्त्त गतिको औकल समिकरण लेख जहाँ x स्थानन्तरण अनि ω कौणिक कम्पनांक हो।

(c) What do you mean by 'inertial' and 'non-inertial' frame of reference? 1
'জড়ত্বীয়' এবং 'অজড়ত্বীয়' নির্দেশতন্ত্র বলতে কি বোঝ ?
जड अनि अजड निर्देश तन्त्र भनेको के हो ?

(d) State 'Work-energy' theorem. 1
কার্য-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর।
विभव-ऊर्जा क्रमेय उल्लेख गर।

(e) Write down the relation between angular momentum and torque. 1
কৌণিক ভরবেগ ও টর্কের মধ্যে সম্পর্কটি লেখ।
कौणिक संवेग घूर्णन बल माझको सम्बन्ध लेख।

(f) What do you mean by 'Damped oscillation'? 1
'অবমন্দিত কম্পন' বলতে কি বোঝ ?
मन्दित दोलन भनेको के हो ?

(g) What is the practical limit of Poisson's ratio? 1
পঁয়সন অনুপাতের মানের তাত্ত্বিক সীমা কত ?
पोईसनको अनुपातको व्यवहारिक सिमा के हो ?

(h) Write the dimension of stress. 1
পীড়নের মাত্রাটি লেখ।
तनावको आयाम लेख।

GROUP-B / বিভাগ-খ / समूह-ख

Answer any *three* questions from the following $5\times3=15$

নিম্নলিখিত যে-কোন *তিনটি* প্রশ্নের উত্তর দাও

कुनै *तीनवटा* प्रश्नहरू उत्तर देऊ

2. (a) Find the unit vector which is perpendicular to both the vectors: 2

$$\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k} \text{ and } \vec{B}=2\hat{i}-\hat{j}$$

একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর যা $\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ এবং $\vec{B}=2\hat{i}-\hat{j}$ ভেক্টর দুটির উভয়েরই উপর লম্ব।

$\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ अनि $\vec{B}=2\hat{i}-\hat{j}$ दुबैसंग लम्ब रहेको एकाई सादिश खोज।

(b) Write down the postulates of STR. 2

STR-এর স্বীকার্যগুলি লেখ।

सापेक्षताको सिद्धान्तको धारणाहरू उल्लेख गर।

(c) Find out the 'order' and 'degree' of the differential equation: $\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$

নিম্নলিখিত অবকল সমীকরণটির 'ক্রম' এবং 'মাত্রা' নির্ণয় করঃ

तल दिइएको औकल समिकरणको निम्ति मात्रा अनि उपमात्रा खोज —

$$\left(\frac{d^3y}{dx^3}\right)^2+\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)^4+xy=0$$

3. (a) Find out the solution of the differential equation: 3

নিম্নলিখিত অবকল সমীকরণটি সমাধান করঃ

तलको औकल समिकरणको समाधान खोज —

$$\frac{dy}{dx}-x\tan(y-x)=1$$

(b) A particle executing SHM whose equation is $x=0.08\sin(12t+0.3)$ m; where t expressed in second. Find (i) Amplitude and (ii) Time period of the particle. 2

সরল দোলগতি সম্পন্ন একটি কণা যার সমীকরণ হল, $x=0.08\sin(12t+0.3)$ m; যেখানে t সেকেন্ডে প্রকাশিত। কণাটির (i) বিস্তার এবং (ii) পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

SHM -मा गतिशिल भएको एउटा कणको स्थान समिकरण $x=0.08\sin(12t+0.3)$ m रहेको छ जहाँ t-लाई s मा दिएको छ —

(i) अधिक्का, (ii) पूर्णकाल खोज

4. (a) State Hooke's law in elasticity. 2

স্থিতিস্থাপকতার 'হুক'-এর সূত্রটি বিবৃত কর।

लचिल्ताको निम्ति हुक्कको नियम उल्लेख गर।

(b) How many elastic constants are there in elasticity? Define each of them. 3

স্থিতিস্থাপকতা-তে মোট কতগুলি স্থিতিস্থাপক ধ্রুবক আছে ? প্রত্যেকটির সংজ্ঞা লেখ।

लचिल्तामा कतिवटा लचिल स्थिरांकहरू छन् ? प्रत्येकको परिभाषा देऊ।

5. (a) Draw the stress-strain diagram of an elastic material. Define the following terms from the curve: (i) elastic limit and (ii) yield point. 3

একটি স্থিতিস্থাপক উপাদানের পীড়ন-বিকৃতি লেখচিত্রটি অঙ্কণ কর এবং উক্ত লেখচিত্র থেকে নিম্নলিখিত পরিভাষাগুলি আলোচনা করঃ (i) স্থিতিস্থাপক সীমা এবং (ii) নতিবিন্দু।

एउटा लचिल पदार्थको निम्ति तनाव-खिचावको चित्र कोर। तल दिइएका तत्वहरूको परिभाषा माथिको चित्रबाट परिभाषित पार

(i) लचिल सिमा (ii) उपज बिन्दु

(b) With what velocity should a rocket move so that every year spent on it corresponds to 4 years on Earth? 2

একটি রকেট কত গতিবেগে গতিশীল থাকলে ঐ রকেটে কাটানো প্রতি (১ বছর) বছর, পৃথিবীতে কাটানো 4 বছরের সমান মনে হবে ?

এউটা রকেটমা বিতাइएको प्रत्येक वर्ष पृथिवीमा बिताइएको चार वर्ष समान हुनको निम्ति रकेटको गति कति हुनपर्छ ?

6. (a) Prove that, $Y = 3K(1-2\sigma)$ for a homogeneous medium. The symbols have their usual meaning. 3

কোনো সমসত্ত্ব মাধ্যমের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর $Y = 3K(1-2\sigma)$, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

एउटा समुपी माध्यममा $Y = 3K(1-2\sigma)$ हुन्छ भनि प्रमाण गर। चिन्हहरूको समान अर्थ रहेको छ।

(b) A force $\vec{F} = (25\hat{i} + 6\hat{j})$ N is acted on the particle of mass 2.5 kg with the time 5 seconds. If the initial position vector is $\vec{r}_0 = (6\hat{j} + 8\hat{k})$ m and initial velocity of the particle is $\vec{u} = (2.5\hat{i} + 3\hat{k})$ m/s, then find: 2

(i) final velocity of the particle (ii) final position of the particle.

2.5 kg भरेর একটি কণার উপর $\vec{F} = (25\hat{i} + 6\hat{j})$ N মানের একটি বল 5 সেকেন্ড ধরে ক্রিয়া করছে। কণার প্রাথমিক অবস্থান ভেক্টর $\vec{r}_0 = (6\hat{j} + 8\hat{k})$ m এবং প্রাথমিক বেগ $\vec{u} = (2.5\hat{i} + 3\hat{k})$ m/s হলে —

(i) কণাটির অন্তিম বেগ (ii) কণার অন্তিম অবস্থান নির্ণয় কর।

5 s को निम्ति 2.5 kg द्रव्यमान भएको कणमा $\vec{F} = (25\hat{i} + 6\hat{j})$ N कार्यशिल रहेको छ। यदि प्रारंभिक अवस्था सादिश $\vec{r}_0 = (6\hat{j} + 8\hat{k})$ m रहे अनि प्रारंभिक गति $\vec{u} = (2.5\hat{i} + 3\hat{k})$ m/s रहे, कणको

(i) समापक गति (ii) समापक स्थान खोज।

GROUP-C / বিভাগ-গ / समूह-ग

Answer any *two* of the following questions 10×2 = 20

নিম্নলিখিত যে-কোন *দুটি* প্রশ্নের উত্তর দাও

कुनै *दुइवटा* प्रश्नहरूका उत्तर देऊ

7. (a) If $|\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$; then prove that $\vec{A}$ and $\vec{B}$ are perpendicular to each other. 4

যদি $|\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$ হয়, তবে প্রমাণ কর যে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পরের উপর লম্বভাবে অবস্থান করে।

यदि $|\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$ रहे, $\vec{A}$ अनि $\vec{B}$ एक अर्कासंग लम्ब हुन्छ भनि प्रमाण गर।

(b) If $\phi = xy^2 + 4yz^2$, find $\vec{\nabla}\phi$ at (2, 1, 0). 4

$\phi = xy^2 + 4yz^2$ হলে (2, 1, 0) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\phi$ নির্ণয় কর।

यदि $\phi = xy^2 + 4yz^2$ रहे, (2, 1, 0)-मा $\vec{\nabla}\phi$ खोज।

(c) What do you understand by the term 'Axial vector'? Give an example of it. 1+1

অক্ষীয় ভেক্টর বলতে কি বোঝ ? একটি উদাহরণ দাও।

अक्षिय सादिश भन्नाले के बुझिन्छ ? यसको एउटा उदाहरण देऊ।

8. (a) If $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$, show that $\vec{w} = \frac{1}{2}(\vec{\nabla} \times \vec{v})$; where $\vec{w}$ is a constant vector. 2

যদি $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$ হয়, তবে দেখাও যে $\vec{w} = \frac{1}{2}(\vec{\nabla} \times \vec{v})$; যেখানে $\vec{w}$ একটি ধ্রুবক ভেক্টর।

यदि $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$ रहे, $\vec{w} = \frac{1}{2}(\vec{\nabla} \times \vec{v})$ हुन्छ भनि प्रमाण गर जहाँ $\vec{w}$ एउटा स्थिर सादिश हो।

(b) Solve the following differential equation: 2

নিম্নলিখিত অবকল সমীকরণটি সমাধান করঃ

तल दिइएको औकल समिकरणको समाधान गर :

$$(x+2y)(dx-dy) = dx+dy$$

(c) Establish the relation between torque and angular momentum. 2
টর্ক এবং কৌণিক ভরবেগের মধ্যে সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা কর।
घुर्णन बल अनि कौनिक संवेग माझको सम्बन्ध लेख।

(d) State and explain the law of conservation of linear momentum. 2
রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি বিবৃত কর এবং ব্যাখ্যা কর।
रेखिय संवेगको संरक्षणको नियम उल्लेख गरि बुझाऊ।

(e) Prove that the force field $\vec{F} = [\hat{i}(xz - y^2) - \hat{j}(xy - y^2) + \hat{k}(z - x^2)]$ is not conservative. 2
প্রমাণ কর যে, $\vec{F} = [\hat{i}(xz - y^2) - \hat{j}(xy - y^2) + \hat{k}(z - x^2)]$ বলক্ষেত্রটি সংরক্ষী নয়।
बल प्रवाह: $\vec{F} = [\hat{i}(xz - y^2) - \hat{j}(xy - y^2) + \hat{k}(z - x^2)]$ संरक्षि हुँदैन भनि प्रमाण गर।

9. (a) Define Poisson's ratio 1
'পঁয়সন অনুপাত' কি ?
पोईसनको अनुपातको परिभाषा देऊ।

(b) Prove that, the torsional couple per unit angular twist for a wire is $\frac{\pi\eta r^4}{2l}$; where the symbols have their usual meanings. 5
প্রমাণ কর যে, একটি ধাতব তারের প্রতি একক পাকে মোচড় দ্বন্দের ভ্রামক $\frac{\pi\eta r^4}{2l}$; যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।
एउटा तारको निम्ति टोर्शन जोड़ा प्रति एकाई कौणिक मोड़ $\frac{\pi\eta r^4}{2l}$ हुन्छ भनि प्रमाण गर।

(c) Show that, work done per unit volume for shearing strain = $\frac{1}{2}$ × shearing strain × shearing stress. 4
কৃন্তন বিকৃতির ক্ষেত্রে দেখাও যে, প্রতি একক আয়তনে কৃতকার্য = $\frac{1}{2}$ × কৃন্তন বিকৃতি × কৃন্তন পীড়ন।
विभव-ऊर्जा प्रति एकाई घनफल = $\frac{1}{2}$ × कर्तन तनाव × कर्तन खिचाव हुन्छ भनि प्रमाण गर।

10.(a) Explain the concept of time dilation and obtain the expression for it for a moving system. 4
'Time dilation'-এর ধারণাটি ব্যাখ্যা কর এবং একটি গতিশীল সিস্টেম-এর জন্য তাহার গাণিতিক সমীকরণটি বের কর।
समय विस्तारणको अवधारणा बुझाऊ अनि एउटा गतिशिल प्रणालीको निम्ति यसको अभिव्यक्ति व्युत्पादन गर।

(b) Find out the change in length of a rod of length 2 cm along the x-axis and moving with a velocity of $0.85c$ relative to a stationary observer. [c = velocity of light]. 4
একটি 2 cm দৈর্ঘ্যের রড x–অক্ষ বরাবর $0.85c$ বেগে একজন স্থির পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল হলে, সেটির দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন কত হবে ? [c = আলোর বেগ]।
एउटा स्थिर स्रोताको सापेक्षमा $0.85c$ गतिले गतिशिल भएको एउटा 2 cm लम्बाइ भएको डण्डामा हुने 'x-axis' परस्पर परिवर्तन खोज। (c = प्रकाशको गति)

(c) What do you mean by 'twin paradox'? 2
'Twin paradox' বলতে কি বোঝ ?
जोड़ा विरोधाभ्वास भनेको के हो ?

——×——