रागानी मन्त्र समिति रागानी

UNIVERSITY OF NORTH BENGAL

B.Sc. Honours 1st Semester Examination, 2022

GE1-P1-PHYSICS

Time Allotted: 2 Hours | Full Marks: 40

The figures in the margin indicate full marks

The question paper contains GE-1A and GE-1B. Candidates are required to answer any *one* from the *two* courses and they should mention it clearly on the Answer Book.

GE-1A

MECHANICS

GROUP-A

Answer any *five* questions from the following $1\times5 = 5$

1. If $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + \hat{k}$ and $\vec{B} = \hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k}$, then calculate $(\vec{A}\times\vec{B})$. 1

2. What does 'rotational invariance of space' imply? 1

3. What is meant by a conservative force? 1

4. Find out the dimension of modulus of rigidity. 1

5. Write down the differential equation of a simple harmonic motion. 1

6. What do you understand by the centre of mass of a system of particles? 1

7. Give an example of inertial frame of reference. 1

8. Write the expression of relativistic addition of two velocities. 1

GROUP-B

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

9. (a) For what value of m, the two vectors $\vec{A} = m\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k}$ and $\vec{B} = -2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ will be perpendicular to each other? 3

   (b) If $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$, then prove that $\vec{A}$ and $\vec{B}$ are perpendicular to each other. 2

Maynaguri College Library

10. For a particle subjected to a central force prove that:

(a) the particle moves in a fixed plane. 2

(b) the areal velocity of the radius vector remains constant. 3

11. On the basis of Lorentz transformation explain:

(a) length contraction $2\frac{1}{2}$

(b) time dilation. $2\frac{1}{2}$

12. Solve the following differential equation: 5

$y^2y' - x^2 = 0$ given that $y(1) = 0$.

13. A particle of mass 2 kg is initially at rest at co-ordinates (–2, +4) m. At $t = 0$ it is acted upon by two forces $\vec{F}_1 = (-6\hat{i} - 4\hat{j})$N and $\vec{F}_2 = (-3\hat{i} + 7\hat{j})$N

Examine the system and work out:

(a) the velocity of the particle, in vector component form, at $t = 10$ sec. 3

(b) the displacement of the particle, in vector component form at $t = 10$ sec. 2

GROUP-C

Answer any *two* questions from the following $10\times2 = 20$

14.(a) Derive an expression for the total energy of a harmonic oscillator. 4

(b) What are the characteristics of SHM? 2

(c) A body executes SHM of amplitude 1.0 cm and frequency 12 cycles/second. What is the velocity when displacement is 0.5 cm? 4

15.(a) Define elastic limit, perfect elasticity and Poisson's ratio. Write the relation between Young's modulus (Y), Bulk's modulus (k) and Poisson's ratio. 5+2

(b) If the Young's modulus (Y) and Bulk's modulus of elasticity (k) for silver be 7.25×10^{11} dyne/cm^2 and 11×10^{11} dyne/cm^2 respectively, find the Poisson's ratio for silver. 3

16. Write short notes on:

(a) Twisting couple on a cylinder 5

(b) Kepler's law of planetary motion. 5

17.(a) Show that if the total torque acting on a particle is zero then, the angular momentum is always conserved. 3

(b) Given, $\vec{A} = x^2z\,\hat{i} - 2y^3z^3\hat{j} + xy^2z\hat{k}$, find $\nabla \cdot \vec{A}$ at the point (0, 1, 1). 2

(c) Prove that: $\vec{A}\times(\vec{B}\times\vec{C}) + \vec{B}\times(\vec{C}\times\vec{A}) + \vec{C}\times(\vec{A}\times\vec{B}) = 0$ 5

Mayaguri College Library

GE-1B

THERMAL PHYSICS AND STATISTICAL MECHANICS

GROUP-A

1. Answer any ***five*** questions from the following: $1\times5 = 5$

   (a) What are extensive thermodynamic variables? Give an example.

   (b) Write the dimension of entropy.

   (c) Why C_P is greater than C_V ?

   (d) In cyclic process write the form of first law of thermodynamics.

   (e) What is the relation between mean free path and density of a gas?

   (f) Write the physical significance of entropy.

   (g) Give an example of second order phase transition.

   (h) Draw indicator diagram for isochoric process.

GROUP-B

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

2. (a) Find the expression of work done during adiabatic process. 3

   (b) 5.6 litre of helium gas at STP is adiabatically compressed to 0.7 litre. Taking the initial temperature T_1, find the expression of work done in the process. Given $\gamma = 5/3$. 2

3. (a) Show that for an irreversible thermodynamic process change in entropy is positive. 4

   (b) State the third law of thermodynamics. 1

4. Prove the first *T-dS* equation 5

$$TdS = C_V dT + T\alpha E_T dV$$

   Where, α is the volume coefficient expansion, E_T = Thermal elasticity.

5. Find the coefficient of viscosity of a gas due to transport phenomena for vertical case. 5

6. (a) State and explain law of equipartition of energy. 2

   (b) A system is composed of two level atoms, the excited state is 0.1 eV above the ground state. At $t = 27°C$ find the fraction of atoms at the first excited state. 3

Maynaguri College Library

GROUP-C

Answer any *two* questions from the following $10\times2 = 20$

7. (a) Represent a Carnot cycle on (i) P-V diagram (ii) T-S diagram and hence find the efficiency of a Carnot cycle. $1\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$

   (b) Show that working between the same temperature, no heat engine can be more efficient than a reversible one. 3

   (c) A Carnot engine has an efficiency of 30%. Its efficiency is to be increased to 50%. By what must the temperature of the source be increased if the sink is at temperature 300 K? 3

8. (a) Establish Maxwell's four thermodynamic relations. 6

   (b) Prove that: (i) $U = \left\{\frac{\partial(F/T)}{\partial(1/T)}\right\}_V$ (ii) $F = \left\{\frac{\partial(G/P)}{\partial(1/P)}\right\}_T$ 2+2

9. (a) What are assumptions of MB-Statistics? 3

   (b) An ideal gas containing N-particles at $T = 300\,\text{K}$, obeys the MB-Statistics. Calculate 3+2+2

   (i) Average thermal energy in eV.

   (ii) Internal energy and

   (iii) Heat capacity at constant volume.

10.(a) State Wien's displacement law and explain in graph for the two different temperatures. 3

   (b) Derive the expression for Joule-Thomson coefficient. 5

   (c) Define inversion temperature and Boyle temperature and write the relation between this two temperatures. 2

——x——

Maynaguri College Library

'समानो मन्त्रः समितिः समानी'

UNIVERSITY OF NORTH BENGAL

B.Sc. Programme 1st Semester Examination, 2022

DSC1/2/3-P1-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 पाँच प्रश्नहरूको उत्तर लेख –

   (a) Give two examples of conservative force. 1
   সংরক্ষী বলের দুটি উদাহরণ দাও।
   संरक्षी बलको दुईवटा उदाहरण देऊ।

   (b) What is the difference between real force and virtual force? 1
   বাস্তব বল ও অলীক বলের মধ্যে পার্থক্য কী ?
   'real force' र 'virtual force' माझ के भिन्नता छ ?

   (c) What is solenoidal vector? 1
   সলিনয়ডাল ভেক্টর কী ?
   'Solenoidal vector' भनेको के हो ?

   (d) What is the limiting value of Poisson's ratio? 1
   পয়সন অনুপাতের মানের তাত্ত্বিক সীমা কত ?
   'Poisson's ratio' को सीमित मूल्य के हो ?

   (e) What is the unit of torque? 1
   টর্কের একক কী ?
   'Torque' को एकाइ के हो ?

   (f) What do you mean by 'Damped Vibration'? 1
   'অবমন্দিত কম্পন' কাকে বলে ?
   'Damped Vibration' भन्नाले के बुझिन्छ ?

   (g) What is the value of universal gravitational constant in SI system? 1
   SI পদ্ধতিতে সর্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান কত ?
   'Universal gravitational constant' को SI सिस्टममा मान के हो ?

   (h) Write down the two postulates of Einstein's special theory of relativity. 1
   আইনস্টাইন-এর বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের স্বীকার্য দুটি লেখ।
   आइन्स्टाइनको सापेक्षताको विशेष सिद्धान्तको दुईवटा अभिधारणाहरू लेख।

Maynaguri College Library

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 प्रश्नहरूको उत्तर लेख

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

$\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ 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।

एकाइ भेक्टर खोज जुन $\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ र $\vec{B}=2\hat{i}-\hat{j}$ सदीशहरूमा लम्ब हुन्छ।

(b) Prove that $\frac{d}{dt}(\phi\vec{A})=\phi\frac{d\vec{A}}{dt}+\frac{d\phi}{dt}\vec{A}$. 3

প্রমাণ করঃ $\frac{d}{dt}(\phi\vec{A})=\phi\frac{d\vec{A}}{dt}+\frac{d\phi}{dt}\vec{A}$।

$\frac{d}{dt}(\phi\vec{A})=\phi\frac{d\vec{A}}{dt}+\frac{d\phi}{dt}\vec{A}$ प्रमाणित गर्नुहोस्।

3. (a) Define gravitational potential energy. 1

মহাকর্ষীয় স্থিতিশক্তি বলতে কী বোঝ ?

गुरुत्व क्षमता ऊर्जा परिभाषित गर्नुहोस्।

(b) Find the expression of gravitational potential energy for a system of masses. 4

বস্তুসংস্থার মহাকর্ষীয় স্থিতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয় কর।

द्रव्यमानको प्रणालीको लागि गुरुत्वाकर्षण क्षमता ऊर्जाको इक्स्प्रेशन पत्ता लगाउनुहोस्।

4. (a) Prove that the total energy of a simple harmonic motion is constant. 3

প্রমাণ কর যে সরল দোলগতির মোট শক্তি ধ্রুবক হয়।

प्रमाणित गर्नुहोस् कि साधारण हार्मोनिक गतिको कुल ऊर्जा स्थिर हुन्छ।

(b) All simple harmonic motions are periodic motion but all periodic motions are not simple harmonic motion – Explain. 2

সব সরল দোলগতি পর্যাবৃত্ত গতি কিন্তু সব পর্যাবৃত্ত গতি সরল দোলগতি নয় — ব্যাখ্যা কর।

सबै साधारण हार्मोनिक गति आवधिक गति हुन् तर सर्वे आवधिक गतिहरू साधारण हार्मोनिक गतिहरू होइनन्। व्याख्या गर्नुहोस्।

5. Solve: $(x^2+1)\frac{dy}{dx}+2xy=x^2$ 5

সমাধান করঃ $(x^2+1)\frac{dy}{dx}+2xy=x^2$

समाधान गर : $(x^2+1)\frac{dy}{dx}+2xy=x^2$

6. (a) Define rigidity modulus. 2

কৃন্তন গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও।

कठोरता मोडुलस (Rigidity Modulus) परिभाषित गर।

Mayurbhanj College Library

(b) Prove that $Y = 3k(1-2\sigma)$ for a homogeneous medium. The symbols have their usual meanings. 3

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

एक समान माध्यमको लागि $Y = 3k(1-2\sigma)$ प्रमाणित गर। प्रतीकहरूको सामान्य अर्थहरू हुन्छ।

GROUP-C / বিভাগ-গ / समूह-ग

Answer any *two* questions from the following $10\times2 = 20$

নিম্নলিখিত যে-কোন *দুটি* প্রশ্নের উত্তর দাও

कुनै <u>दुईवटा</u> प्रश्नहरूको उत्तर लेख

7. (a) Establish the relation between torque and angular momentum. 2

টর্ক ও কৌণিক ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

'Torque' र 'Angular Momentum' बीचको सम्बन्ध स्थापित गर।

(b) Determine the velocity of rotation and revolution time of a satellite moving in a circular orbit. 4

বৃত্তাকার কক্ষপথে গতিশীল একটি উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ ও আবর্তনকাল নির্ণয় কর।

गोलाकार कक्षमा घुम्ने उपग्रहको परिक्रमाको गति र रेवलूशनको समय निर्धारण गर।

(c) If earth suddenly contracts to half of its present radius keeping its mass constant, what would be the length of a day? 3

ভর অপরিবর্তিত রেখে যদি পৃথিবীর ব্যাসার্ধ অকস্মাৎ সংকুচিত হয়ে বর্তমান ব্যাসার্ধের অর্ধেক হয়ে যায়, তবে দিনের দৈর্ঘ্য কত হবে?

यदि पृथ्वीले आफ्नो द्रव्यमान स्थिर राखेर, अचानक आफ्नो वर्तमान त्रिज्याको आधामा संकुचित हुन्छ भने, एक दिनको लम्बाइ कति हुन्छ ?

(d) What is Geostationary satellite? 1

ভূ-সমালয় উপগ্রহ কাকে বলে?

भूस्थैतिक उपग्रह भनेको के हो ?

8. (a) What do you mean by elastic limit? 1

স্থিতিস্থাপক সীমা বলতে কী বোঝ?

लोचदार सीमा भन्नाले के बुझिन्छ ?

(b) Prove that, the torsional couple per unit twist for a wire is $\frac{\pi\eta R^4}{2l}$ where the symbols have their usual meanings. 5

প্রমাণ কর যে, একটি তারের প্রতি একক পাকে মোচড় দ্বন্দ্বের ভ্রামক $\frac{\pi\eta R^4}{2l}$, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

एउटा तारको लागि टर्सल कपल प्रति एकाइ ट्विस्ट $\frac{\pi\eta R^4}{2l}$ हो भनेर प्रमाणित गर्नुहोस्। प्रतीकहरूको सामान्य अर्थ छ।

Mayna Girls College Library

(c) Show that work done per unit volume for shearing strain $= \frac{1}{2} \times$ shearing strain × shearing stress. 4

কৃন্তন বিকৃতির ক্ষেত্রে দেখাও যে, প্রতি একক আয়তনে কৃতকার্য $= \frac{1}{2} \times$ কৃন্তন বিকৃতি × কৃন্তন পীড়ন।

देखाउनुहोस् कि शियरिङ स्ट्रेनको लागि प्रति इकाइ भोल्युम गरिएको काम $\frac{1}{2}$ शियरिङ स्ट्रेन × शियरिङ स्ट्रेस हुन्छ।

9. (a) Establish the differential equation of a simple harmonic motion (SHM) and find its solution. 2+4

সরল দোলগতির (SHM) অবকল সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো এবং এর সমাধান কর।

साधारण हार्मोनिक गति (SHM) को विभेदक समीकरण स्थापना गर र यसको समाधान खोज।

(b) The equation of a simple harmonic motion is given by $x = A \sin(\omega t + \delta)$ show that the relation between velocity v and acceleration a is $\omega^2 v^2 + a^2 = A^2\omega^4$. 4

একটি সরল দোলগতির সমীকরণ $x = A \sin(\omega t + \delta)$। দেখাও যে, বেগ v ও ত্বরণ a-এর মধ্যে সম্পর্কটি হল $\omega^2 v^2 + a^2 = A^2\omega^4$.

साधारण हार्मोनिक गतिको समीकरण $x = A \sin(\omega t + \delta)$ द्वारा दिइएको छ। देखाउनुहोस् कि वेग (v) र प्रवेग (a) बीचको सम्बन्ध $\omega^2 v^2 + a^2 = A^2\omega^4$ हो।

10.(a) Explain briefly "length contraction" and "time dilation" in special theory of relativity. 3+3

বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের নিরিখে "দৈর্ঘ্য সংকোচন" ও "সময়ের বিস্তৃতি" সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।

सापेक्षताको विशेष सिद्धान्तमा 'लम्बाइ संकुचन' र 'समय विस्तार' संक्षिप्त रूपमा व्याख्या गर।

(b) The half-life period of a particle moving with velocity 2.8×10^8 m/s is found to be 2×10^{-7}s. Determine the actual half-life period of the particle. 2

2.8×10^8 m/s বেগে গতিশীল কণার অর্ধজীবনকাল পাওয়া গেল 2×10^{-7}s। কণাটির প্রকৃত অর্ধজীবনকাল নির্ণয় কর।

वेग 2.8×10^8 m/s सँग चल्ने कणको अर्ध-जीवन अवधि 2×10^{-7}s छ भने, कणको वास्तविक अर्ध-जीवन अवधि निर्धारण गर।

(c) Two particles are moving with velocity $0.8c$ towards each other. Find their relative velocity. c = velocity of light. 2

দুটি কণা পরস্পরের দিকে $0.8c$ বেগে অগ্রসর হচ্ছে। তাদের আপেক্ষিক বেগ কত ? c = আলোর বেগ।

दुई कणहरू एक अर्का अर्फ $0.8c$ को गतिमा सदैर्छन्। तिनीहरूको सापेक्ष गति पत्ता लगाउनुहोस्। c = प्रकाशको वेग।

——×——

Mayadouri College Library