

Total No. of Printed Pages—12

1 SEM TDC PHY G 1

2 0 1 2

(November)

PHYSICS

(General)

Course : 101

(Mechanics and Thermodynamics)

Full Marks : 80

Pass Marks : 32

Time : 3 hours

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

1. তলত দিয়া প্রশ্নসমূহৰ শুদ্ধ উত্তৰ বাছি উলিওৱা : $1 \times 8 = 8$

Find out the correct answers from the following questions :

(a) কি চৰ্তত কোনো এটা বস্তুৰ জড় ভ্ৰামক তাৰ গতিশক্তিৰ দুগুণৰ সমান বুলি প্ৰকাশ কৰিব পাৰি ?

Under what condition moment of inertia of a body can be expressed as equal to two times of its kinetic energy?

(i) একক কৌণিক বেগ

Unit angular velocity

(ii) একক জড় ভ্ৰামক

Unit moment of inertia

(iii) একক গতিশক্তি

Unit kinetic energy

(b) ঘূৰ্ণনশীল বস্তু এটাৰ কৌণিক ভৰবেগৰ এটা ধৰ্ম উল্লেখ কৰা।

Mention a property of angular momentum of a rotating body.

(i) $L = \text{ধ্রুবক}$, যেতিয়া $\tau = 0$
 $L = \text{constant}$, when $\tau = 0$

(ii) $L > I\omega$, যেতিয়া $I \neq 0$
 $L > I\omega$, when $I \neq 0$

(iii) $L < mr^2\omega$, যেতিয়া $\tau = 0$
 $L < mr^2\omega$, when $\tau = 0$

(c) g ৰ মান নিৰ্ণয় কৰিবলৈ লোৱা সবল দোলকৰ কৌণিক বিস্তাৰ কিয় 4° তকৈ বেছি লোৱা নহয়, উল্লেখ কৰা।

State why the angular amplitude of a simple pendulum while used to determine the value of g is not taken greater than 4° .

(i) তেনে কোনো নিৰ্দিষ্ট কাৰণ নাই
 There is no any definite reason

(ii) T ৰ প্ৰকাশৰাশিত θ ৰ উচ্চঘাতৰ বাশিসমূহ উপেক্ষা কৰিব পাৰি

Higher power terms of θ in the expression for T can be neglected

(iii) $\theta = 4^\circ$ ৰ বাবে দোলক পিণ্ডই কম ঠাইত দুলিব পাৰে
 For $\theta = 4^\circ$, the pendulum bob can oscillate in small space

(d) বাহ্যিক টৰ্কে ক্ৰিয়া কৰিবলৈ এৰি দিলে কি কাৰকৰ বাবে মোচৰ খাই থকা তাঁৰ এডালে পূৰ্বৰ অৱস্থালৈ ঘূৰি আহিবলৈ প্ৰয়াস কৰে ?

What brings a twisted wire back to its original position when the external torque ceases to act?

(i) মাধ্যাকৰ্ষণ

Gravity

(ii) প্ৰতিষ্ঠাপক টৰ্ক

Restoring torque

(iii) বাহ্যিক টৰ্ক

External torque

(e) যদি পানীৰ পৃষ্ঠত পৃষ্ঠটানৰ মান 72 Nm^{-1} হয়, তেন্তে ইয়াৰ আণৱিক প্ৰসাৰৰ পাঁচগুণ সমান গভীৰতাত পৃষ্ঠটানৰ মান কিমান হ'ব ?

What will be the value of surface tension of water at a depth equal to five times its molecular range, if its value at the surface is 72 Nm^{-1} ?

(i) $72 \times 5 \text{ Nm}^{-1}$

(ii) $72 / 5 \text{ Nm}^{-1}$

(iii) 0

(f) কিভাবে এটা আধুনিক মটরগাড়ীৰ ইঞ্জিন এটা কানট ইঞ্জিনৰ পৰা ভিন্ন হয় ?

In what sense, a modern automobile engine differs from a Carnot engine?

(i) $\eta_{\text{কানট (Carnot)}} = \eta_{\text{মটরগাড়ী (automobile)}}$

(ii) $\eta_{\text{কানট (Carnot)}} \approx 100\%$,
 $\eta_{\text{মটরগাড়ী (automobile)}} < 100\%$

(iii) $\eta_{\text{কানট (Carnot)}} > 100\%$,
 $\eta_{\text{মটরগাড়ী (automobile)}} = 100\%$

(g) কোনো গেছীয় মাধ্যমৰ মাজেদি শব্দতৰংগ প্রবাহিত হ'লে মাধ্যমৰ চাপ আৰু আয়তনৰ পৰিবৰ্তন কেনেধৰণৰ হয় ?

What is the kind of changes in pressure and volume when sound waves propagate through a gaseous medium?

(i) কঙ্কতাপীয়
 Adiabatic

(ii) সমোষ্ণী
 Isothermal

(iii) সমতাপীয়
 Isobaric

(h) প্লাংকৰ ধ্ৰুৱকৰ মাত্ৰিক সমীকৰণ হ'ল

The dimensional formula of Planck's constant is

(i) ML^2T^{-1}

(ii) ML^2T^{-2}

(iii) ML^2T^{-3}

(iv) $ML^{-1}T^{-2}$

2. যেই কোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ কৰিবা :

4×4=16

Answer any four :

(a) টৰ্কৰ সংজ্ঞা দিয়া। এখন গাড়ীৰ r ব্যাসার্ধৰ ষ্টিয়াৰিং হুইলৰ ব্যাসৰ দুই প্রান্তত এজন চালকে τ টৰ্ক প্ৰয়োগ কৰিলত যদি ষ্টিয়াৰিং হুইলৰ θ কৌণিক সৰণ ঘটে, তেন্তে চালকজনে কৰা কাৰ্য্যৰ পৰিমাণ আৰু ব্যৱহৃত ক্ষমতা নিৰ্ণয় কৰা।

1+2+1=4

Define torque. A driver applies torque τ on the two ends of the diameter of the steering wheel of a car. If r be the radius of the steering wheel and the wheel gets displaced through an angle θ , find the work done and power consumed by the person in doing so.

(b) বাধাপ্ৰাপ্ত গতিৰ দুটা উদাহৰণ দিয়া। ডি'এলেম্বাৰ্টৰ নীতিটো ইয়াৰ গাণিতিক ৰূপত সাব্যস্ত কৰা।

1+3=4

Give two examples of constrained motion. Establish d'Alembert's principle in its mathematical form.

- (c) এটা কৈশিক নলীৰ ব্যাসার্ধ (r) আৰু ইয়াৰ মাজেদি আৰোহণ কৰা তৰলৰ উচ্চতা (h)ৰ মাজত এটা সম্বন্ধ স্থাপন কৰা। তৰলে আৰোহণ কৰা উচ্চতা অনুপাতে যদি কৈশিক নলীৰ দৈৰ্ঘ্য যথোপযুক্ত নহয়, তেন্তে আৰোহণ কৰা তৰলৰ কি হ'ব, ব্যাখ্যা কৰা। 3+1=4

Establish a relation between radius (r) of a capillary tube and rise of liquid to height (h). Also, explain what will happen to the rising liquid, if the tube is of insufficient length.

- (d) তাপগতিবিজ্ঞানৰ দ্বিতীয় সূত্রটো লিখা। এটা পৰাবৰ্তনীয় ইঞ্জিনে তাপশক্তিৰ $\frac{1}{6}$ অংশ কাৰ্য্যলৈ ৰূপান্তৰ কৰিব পাৰে। যেতিয়া কূপৰ উষ্ণতা 62 K হ্রাস কৰা হয়, ইঞ্জিনৰ কাৰ্য্যদক্ষতা দুগুণ হয়। কূপৰ আদি আৰু অন্তিম উষ্ণতা নিৰ্ণয় কৰাৰ লগতে উৎসৰ উষ্ণতাও নিৰ্ণয় কৰা। 1+3=4

State second law of thermodynamics. A reversible engine converts $\frac{1}{6}$ of heat input into work. When temperature of the sink is reduced by 62 K, its efficiency is doubled. Find the initial and final temperatures of the sink and also the temperature of the source.

- (e) কৃষ্ণকায় বস্তুৰ বিকিৰণত শক্তি বণ্টন সন্দৰ্ভত প্লাংকৰ সূত্রটো তলত দিয়াৰ দৰে প্রকাশ কৰা হয় :

$$\psi_v dv = \frac{8\pi h}{c^3} \times \frac{v^3}{e^{hv/kT} - 1}$$

দেখুওৱা যে

(i) নিম্ন কম্পনাংকৰ বাবে

$$\psi_v dv = \frac{8\pi kT}{c^3} v^2 dv$$

(ii) উচ্চ কম্পনাংকৰ বাবে

$$\psi_v dv = \frac{8\pi h}{c^3} v^3 e^{-hv/kT} dv \quad 2+2=4$$

Planck's law of energy distribution of blackbody radiations is represented as

$$\psi_v dv = \frac{8\pi h}{c^3} \times \frac{v^3}{e^{hv/kT} - 1}$$

Show that

(i) for lower frequencies

$$\psi_v dv = \frac{8\pi kT}{c^3} v^2 dv$$

(ii) for higher frequencies

$$\psi_v dv = \frac{8\pi h}{c^3} v^3 e^{-hv/kT} dv$$

3. যেই কোনো তিনিটাৰ উত্তৰ কৰিবা :

15×3=45

Answer any three :

(a) (i) জড় ভ্ৰামকৰ সূত্ৰ দুটা লিখা। সমান্তৰাল অক্ষৰ সূত্ৰটো

প্ৰমাণ কৰা। জড়তা (বা ঘূৰ্ণন) ব্যাসার্ধ বুলিলে

কিদৰে বুজা, লিখা।

(1+1)+3+2=7

State the two theorems of moment of inertia. Prove the theorem of parallel axis. How do you understand by radius of gyration?

- (ii) গোটা বা ফোঁপোলা গোলক এটাৰ ব্যাস সাপেক্ষে জড় ভ্ৰামকৰ প্ৰকাশৰাশি নিৰ্ণয় কৰা। 6

Find the expression for moment of inertia of a solid or hollow sphere about the diameter.

- (iii) ওপৰৰিঃ ভাৰ হোৱা সত্বেও এটা বৈদ্যুতিক জেনেৰেটৰৰ ঘূৰ্ণায়মান দণ্ডডালত কিয় এটা গধূৰ চকা সংলগ্ন কৰা হয়? তোমাৰ ভাষাত ব্যাখ্যা কৰা। 2

Explain in your own words why there is a heavy wheel attached to the rotating shaft of an electric generator instead of being an extra load.

- (b) (i) n দৃঢ়তা গুণাংকৰ কোনো পদাৰ্থেৰে তৈয়াৰী l দৈৰ্ঘ্য আৰু r ব্যাসাৰ্ধৰ এডাল তাঁৰৰ এটা মূৰ দৃঢ়ভাবে ৰাখি আনটো মূৰ তাঁৰডালৰ দৈৰ্ঘ্য সাপেক্ষে θ কোণ ঘূৰাই দিয়া হ'ল। দেখুওৱা যে তাঁৰডালৰ প্ৰতি একক ঘূৰ্ণনৰ বাবে প্ৰতিষ্ঠাপক বলযুগ্ম

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

ওপৰৰ প্ৰকাশৰাশিটো এডাল ফোঁপোলা তাঁৰ (বা চুঙা)ৰ বাবে প্ৰসাৰ কৰা য'ত অন্তৰ্ব্যাসাৰ্ধ আৰু

বহিৰ্ব্যাসার্ধ ক্ৰমে r_1 আৰু r_2 . ইয়াৰ উপৰিও তাঁৰডালত নিহিত বিকৃতি শক্তিৰ এটা প্ৰকাশবাশি নিৰ্ণয় কৰা। তাঁৰডালত প্ৰয়োগ হোৱা বলযুগ্ম সাপেক্ষে ঘূৰ্ণন কোণৰ লেখ অংকন কৰা।

$$5+3+3+1=12$$

One end of a wire of length l , radius r and modulus of rigidity of the material n , is fixed while the other end is twisted through an angle θ . Show that twisting couple per unit twist of the wire is

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

Extend the expression for a hollow wire (or cylinder) if the internal and external radii are r_1 and r_2 respectively. Also find an expression for strain energy in the twisted wire. Draw a graph in between the applied couple and the angle of twist.

- (ii) 10^{-3} m ব্যাসার্ধ আৰু 0.25 m দৈৰ্ঘ্যৰ ষ্টীলৰ তাঁৰ এডাল 45° মোচৰ খুৰাবলৈ কৰিব লগীয়া হোৱা কাৰ্য্যৰ পৰিমাণ গণনা কৰা। দিয়া আছে, $n = 8 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$.

3

Calculate the work done in twisting a steel wire of radius 10^{-3} m and length 0.25 m through an angle of 45° . Given, $n = 8 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}$.

- (c) (i) তৰলৰ তিনি প্ৰকাৰৰ পৃষ্ঠৰ নাম লিখা। এই তিনি প্ৰকাৰৰ পৃষ্ঠৰ দুয়োফালৰ মাজত থকা চাপৰ পাৰ্থক্যৰ বিষয়ে তোমাৰ কি ধাৰণা আছে? এটা তৰলৰ বুদ্ধবুদ্ধৰ ভিতৰৰ অতিবিক্ত চাপ একে ব্যাসাৰ্দ্ধৰ এটা তৰলৰ টোপালতকৈ কিয় বেছি, ব্যাখ্যা কৰা।

$$(\frac{1}{2} \times 3) + (\frac{1}{2} \times 3) + 2 = 5$$

Name the three shapes of liquid surfaces. What idea do you have about the difference of pressure across the three liquid surfaces? Explain why the excess pressure inside a liquid bubble is more than a liquid drop of same radius.

- (ii) দেখুওৱা যে তৰলৰ এখন পাতল বক্ৰপৃষ্ঠৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰা অতিবিক্ত চাপৰ প্ৰকাশবাণী হ'ল

$$P = 2T \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

য'ত ব্যৱহৃত বাণীসমূহে সচৰাচৰ বুজোৱা অৰ্থ বহন কৰিছে। ওপৰৰ সম্বন্ধটো ব্যৱহাৰ কৰি তৰলৰ তিনি প্ৰকাৰৰ পৃষ্ঠৰ দুয়োফালৰ মাজত থকা অতিবিক্ত চাপ নিৰ্ণয় কৰা।

$$4 + (1 \times 3) = 7$$

Show that the excess pressure acting on a curved surface of a curved membrane is given by

$$P = 2T \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

Where the symbols have their usual meanings. Using the above relation, find out the excess pressure across the three types of liquid surfaces.

- (iii) 0.02 m ব্যাসার্ধৰ চাবোনৰ এটা ডাঙৰ বুদ্ধবুদৰ ভিতৰত 0.01 m ব্যাসার্ধৰ চাবোনৰ এটা সৰু বুদ্ধবুদ গঠন হৈছে। যদি P_1 , P_2 আৰু P ক্ৰমে সৰু বুদ্ধবুদৰ ভিতৰৰ, সৰু বুদ্ধবুদৰ বাহিৰৰ কিন্তু ডাঙৰ বুদ্ধবুদৰ ভিতৰৰ অঞ্চলৰ আৰু ডাঙৰ বুদ্ধবুদৰ বাহিৰৰ চাপ হয়, তেন্তে $P_1 - P$ গণনা কৰা।

3

A small soap bubble of radius 0.01 m is formed inside a big soap bubble of radius 0.02 m. If P_1 , P_2 and P be the pressures inside the small bubble, outside the small bubble but inside the big bubble and outside the big bubble respectively, calculate $P_1 - P$.

- (d) (i) পৰাবৰ্তনীয় আৰু অপৰাবৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়া বুলিলে কি বুজা? দুয়োবিধৰে দুটাকৈ উদাহৰণ দিয়া। এটা কানট ইঞ্জিনৰ আৱশ্যকীয় অংশসমূহৰ বিশদ বৰ্ণনা দিয়া।

$$(1 \times 2) + (\frac{1}{2} \times 4) + 4 = 8$$

What do you mean by reversible and irreversible processes? Give two examples of each process. Describe in detail, the essential parts of a Carnot's engine.

- (ii) দেখুওৱা যে কানট ইঞ্জিনৰ প্ৰথম ষ্ট্ৰ'ক (সমোষ্ণী প্ৰসাৰণ)ৰ অন্তত উৎসৰ পৰা শোষণ কৰা তাপৰ পৰিমাণ

$$Q_1 = W_1 = RT \log_e (V_2 / V_1) \quad 4$$

Show that at the end of the first stroke (isothermal expansion) of the Carnot's engine heat absorbed from the source is

$$Q_1 = W_1 = RT \log_e (V_2 / V_1)$$

- (iii) তাপ ইঞ্জিন এটাৰ কাৰ্যাদক্ষতা কি? কি কি কাৰকৰ ওপৰত কাৰ্যাদক্ষতা নিৰ্ভৰ কৰে? এন্ট্ৰ'পিৰ সংজ্ঞা দিয়া। 1+1+1=3

What is efficiency of a heat engine?
On what factors does efficiency depend? Define entropy.

4. তলত দিয়া য়েই কোনো দুটাৰ ওপৰত চমু টোকা লিখা :

$$5\frac{1}{2} \times 2 = 11$$

Write short notes on any *two* of the following :

- (a) কৃষ্ণকায় বিকিৰণ / Blackbody radiation
(b) ৰেলী-জিন্সৰ সূত্ৰ আৰু অতিবেঙুনীয়া কেটাষ্ট্ৰফী / Rayleigh-Jeans law and ultraviolet catastrophe
(c) কাৰ্ছফ'ফ'ৰ বিকিৰণ সূত্ৰ / Kirchhoff's law of radiation
(d) ৱিনৰ বিচ্যুতি সূত্ৰ / Wien's displacement law
