23E—PHYS

2023

PHYSICS

(Theory)

Full Marks : 70
Pass Marks : 21

Time : 3 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

ALLOTMENT OF MARKS

Q. No. **1** carries *1* mark each	:	1×8 = 8
Q. No. **2** carries *2* marks each	:	2×12 = 24
Q. No. **3** carries *3* marks each	:	3×6 = 18
Q. No. **4** carries *5* marks each	:	5×4 = 20
		Total = 70

1. Answer any *eight* of the following questions : 1×8=8

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ যি কোনো **আঠটাৰ** উত্তৰ কৰিবা :

(a) Fill up the blank :

খালী ঠাই পূৰ কৰা :

A screw gauge and a spherometer can be used to measure lengths as less as to ______ m.

______ m পৰ্যন্ত কম দৈৰ্ঘ্যৰ জোখ মাপৰ বাবে স্ক্ৰু গেজ আৰু স্ফেৰ'মিটাৰ ব্যৱহাৰ কৰিব পৰা যায়।

(b) How many significant figures are there in the number 0·002308?

0·002308 সংখ্যাটোত সাৰ্থক অংক কিমানটা আছে?

(c) In the case of negative acceleration, which of initial velocity and final velocity is greater?

ঋণাত্মক ত্বৰণৰ ক্ষেত্ৰত আদি বেগ আৰু অন্তিম বেগৰ ভিতৰত কোনটো ডাঙৰ?

(d) If the resultant of $\hat{i}$ and $\hat{j}$ has magnitude $\sqrt{2}$, then what is the angle made by the resultant with $\hat{j}$?

যদি $\hat{i}$ আৰু $\hat{j}$ৰ লব্ধৰ মান $\sqrt{2}$ হয়, তেন্তে লব্ধটো $\hat{j}$ৰ লগত কিমান কোণ উৎপন্ন কৰিছে?

(e) Name the projectile motion in which range does not depend on initial velocity.

সেইবিধ প্ৰক্ষেপ্যৰ নাম লিখা যাৰ বিস্তাৰ আদি বেগৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে।

(f) What fraction of coefficient of superficial expansion becomes equal to coefficient of volume expansion?

ক্ষেত্ৰ প্ৰসাৰণ গুণাংকৰ কিমান অংশ আয়তন প্ৰসাৰণ গুণাংকৰ সমান?

(g) What is the SI unit of scalar product of the vector quantities—force and velocity?

বল আৰু বেগ—এই দুটা ভেক্টৰ ৰাশিৰ স্কেলাৰ পূৰণফলৰ SI একক কি?

(h) At what position, velocity of a particle executing simple harmonic motion will be maximum?

কোনটো স্থানত সৰল পৰ্যাবৃত্ত গতিত থকা কণা এটাৰ বেগ সৰ্বাধিক হ'ব?

(i) State Boltzmann's law of equipartition of energy.

শক্তিৰ সমবিভাজনৰ ব'ল্টজমেনৰ সূত্ৰটো লিখা।

(j) When does resonance occur?

অনুনাদ কেতিয়া সৃষ্টি হয়?

2. (a) Draw the position-time graph of an object moving with *(i)* positive velocity and *(ii)* negative velocity. 1+1=2

(i) ধনাত্মক বেগ আৰু *(ii)* ঋণাত্মক বেগেৰে গতি কৰা কোনো এটা বস্তুৰ স্থান-সময় লেখ আঁকা।

Or / অথবা

The position of an object moving along x-axis is given by $x = 8 \cdot 5 + 2 \cdot 5t^2$. Calculate its average velocity between $t = 0$ s and $t = 2 \cdot 0$ s. 2

x-অক্ষৰ দিশত গতি কৰা এটা বস্তুৰ স্থান $x = 8 \cdot 5 + 2 \cdot 5t^2$ সমীকৰণে বুজাইছে। $t = 0$ s আৰু $t = 2 \cdot 0$ s সময়ৰ ভিতৰত বস্তুটোৰ গড় বেগ গণনা কৰা।

[Contd.

(b) What do you mean by equality of vectors? If $\vec{A}$ is a vector, then draw a vector which is equal to $3\vec{A}$. 1+1=2

ভেক্টৰৰ সমতা বুলিলে কি বুজা? যদি $\vec{A}$ এটা ভেক্টৰ হয়, তেন্তে $3\vec{A}$ৰ সমান এটা ভেক্টৰ আঁকা।

Or / অথবা

You know that range of an inclined projectile is expressed as given below. From the expression, show that the range in case of vertically projected body is zero :

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

where the symbols have their usual meanings. 2

তোমালোকে জানা যে আনত প্ৰক্ষেপ্যত বিস্তাৰ তলত দিয়াৰ দৰে প্ৰকাশ কৰা হয়। উক্ত প্ৰকাশৰাশিৰ যোগেদি দেখুওৱা যে উলম্ব প্ৰক্ষেপ্যত প্ৰক্ষিপ্ত বস্তুটোৰ বিস্তাৰ শূন্য :

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

য'ত সংকেতসমূহে স্বাভাৱিক অৰ্থ সূচাইছে।

(c) Aristotelian law of motion may be stated as—"An external force is required to keep a body in motion". Explain whether there is any flaw in it. 2

এৰিষ্ট'টলৰ গতি-বিষয়ক সূত্ৰটো এনেদৰে ক'ব পৰা যায়—"কোনো পদাৰ্থক গতিশীল অৱস্থাত ৰাখিবলৈ বাহ্যিক বলৰ প্ৰয়োজন"। সূত্ৰটোত কিবা বিসংগতি আছেনেকি, ব্যাখ্যা কৰা।

Or / অথবা

It is well-known to us that Newton's second law of motion is stated mathematically as given below :

$$F = kma$$

Define k and also 1 newton force from it. 1+1=2

আমি সকলোৱে জানো যে গাণিতিকভাৱে নিউটনৰ গতি-বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্ৰটো তলত দিয়াৰ দৰে প্ৰকাশ কৰা হয় :

$$F = kma$$

kৰ সংজ্ঞা দিয়া আৰু ইয়াৰ পৰা 1 নিউটন বলৰো সংজ্ঞা দিয়া।

(d) An object of mass 1 g falling from a height 1 km hits the ground with a speed of 50 m s^{-1}. Calculate the change in kinetic energy. 2

1 g ভৰৰ এটা বস্তু 1 km উচ্চতাৰ পৰা 50 m s^{-1} দ্ৰুতিৰে পৰি মাটিত খুন্দা মাৰিছে। গতি শক্তিৰ পৰিৱৰ্তন গণনা কৰা।

Or / অথবা

Express power as the product of force and velocity.

ক্ষমতাক বল আৰু বেগৰ পূৰণফল হিচাপে প্ৰকাশ কৰা।

(e) Define a rigid body and centre of mass of a rigid body. 1+1=2

দৃঢ় বস্তু আৰু এটা দৃঢ় বস্তুৰ ভৰ কেন্দ্ৰৰ সংজ্ঞা দিয়া।

Or / অথবা

A body is on y-axis, at a distance r from the origin. If a force F acts on the body along a direction making an angle θ with the axis, then write the magnitude of moment of force acting on the body and its dimensional formula. 1+1=2

[*Contd.*

এটা বস্তু y-অক্ষত মূল বিন্দুৰ পৰা r দূৰত্বত আছে। যদি এটা বল Fয়ে বস্তুটোৰ ওপৰত অক্ষডালৰ সৈতে θ কোণ কৰাকৈ ক্ৰিয়া কৰে, তেন্তে বস্তুটোৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰা বলভ্ৰামকৰ মান আৰু ইয়াৰ মাত্ৰামূলক সূত্ৰটো লিখা।

(f) Fill up the blanks with the words 'geostationary satellites' and 'polar satellites' : ½×4=2

(i) INSAT group of satellites are _____.

(ii) _____ are used for environmental studies.

(iii) _____ revolve at 35800 km height.

(iv) _____ are used for telecommunication.

'ভূ-স্থৈতিক উপগ্ৰহ' আৰু 'ধ্ৰুৱীয় উপগ্ৰহ' শব্দ দুটাৰে তলত দিয়া খালী ঠাইখিনি পূৰ কৰা :

(i) INSAT শ্ৰেণীৰ উপগ্ৰহসমূহ হ'ল _____।

(ii) _____ পৰিৱেশ অধ্যয়নৰ বাবে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

(iii) _____ 35800 km উচ্চতাত থাকি পৰিভ্ৰমণ কৰে।

(iv) _____ দূৰ সংযোগৰ বাবে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

Or / অথবা

If the kinetic and potential energies of an orbiting satellite of mass 1 g are as given below, then find the total energy of an orbiting satellite of mass m : 2

$$\text{KE} = \frac{GM_E}{2(R_E + h)} \text{ and } \text{PE} = -\frac{GM_E}{(R_E + h)}$$

কক্ষত থকা এটা 1 g ভৰৰ উপগ্ৰহৰ গতি শক্তি আৰু স্থিতি শক্তি যদি ক্ৰমে তলত উল্লেখ কৰাৰ দৰে হয়, তেন্তে m ভৰৰ উপগ্ৰহ এটাৰ মুঠ শক্তি নিৰ্ণয় কৰা :

$$\text{KE} = \frac{GM_E}{2(R_E + h)} \text{ আৰু } \text{PE} = -\frac{GM_E}{(R_E + h)}$$

(g) Calculate the pressure experienced by a swimmer at a depth of 10 m of a lake. 2

এটা হ্ৰদৰ 10 m গভীৰতাত থকা এজন সাঁতোৰবিদে অনুভৱ কৰা চাপ গণনা কৰা।

Or / অথবা

Define angle of contact. Draw a diagram showing the critical angle if a drop of water is placed on a clean plastic plate. 1+1=2

সংস্পৰ্শ কোণৰ সংজ্ঞা দিয়া। এখন পৰিষ্কাৰ প্লাষ্টিকৰ প্লেটৰ ওপৰত থোৱা এটোপাল পানীৰ ক্ষেত্ৰত সৃষ্টি হোৱা সংকট কোণ দেখুৱাই এটি চিত্ৰ আঁকা।

(h) What do you mean by temperature? Convert 0 °C to Fahrenheit scale of temperature. 1+1=2

উষ্ণতা বুলিলে কি বুজা? 0 °C উষ্ণতাক উষ্ণতাৰ ফাৰেনহাইট স্কেললৈ পৰিৱৰ্তন কৰা।

Or / অথবা

What are heat capacity and specific heat capacity? 2

তাপধাৰিতা আৰু আপেক্ষিক তাপধাৰিতা কি?

(i) Mention at least one difference between isothermal and adiabatic processes. Write the ideal gas equation for each. 1+½+½=2

সমোষ্ণ আৰু তাপৰোধী প্ৰক্ৰিয়াৰ মাজৰ অন্ততঃ এটা পাৰ্থক্য উল্লেখ কৰা। দুয়োটাৰ বাবে আদৰ্শ গেছৰ সমীকৰণ দুটা লিখা।

Or / অথবা

When is a thermodynamic process said to be reversible? Are the spontaneous processes of nature reversible? 1+1=2

এটা তাপগতিৰ প্ৰক্ৰিয়াক পৰাৱৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়া বুলি কেতিয়া কোৱা হয়? যিবোৰ প্ৰক্ৰিয়া প্ৰকৃতিত আপোনাআপনি ঘটে সেইবোৰ প্ৰক্ৰিয়া পৰাৱৰ্তনীয় প্ৰক্ৰিয়া হয়নে?

(j) Define molar specific heat either at constant pressure or constant volume. Write the ratio C_p / C_v for a monatomic gas. 1+1=2

স্থিৰ চাপত বা স্থিৰ আয়তনত গেছ এটাৰ ম'লাৰ আপেক্ষিক তাপৰ সংজ্ঞা দিয়া। এটা এক-পাৰমাণৱিক গেছৰ বাবে C_p / C_v অনুপাতটো লিখা।

Or / *অথবা*

What do you mean by mole? Find the number of molecules in 44·8 litres of any gas. 1+1=2

ম'ল বুলিলে কি বুজা? যি কোনো গেছৰ 44·8 লিটাৰত থকা অণুৰ সংখ্যা নিৰ্ণয় কৰা।

(k) How is frequency related to time period of a vibrating body? If the heartbeat of a healthy person is 75 per minute, then find the heartbeat frequency. ½+1½=2

এটা কম্পমান বস্তুৰ কম্পনাংক পৰ্যায়কালৰ সৈতে কিভাৱে জড়িত বা সম্পৰ্কীয়? যদি এজন স্বাস্থ্যৱান লোকৰ হৃৎপিণ্ডৰ স্পন্দন প্ৰতি মিনিটত 75 বাৰ হয়, তেন্তে হৃৎপিণ্ডৰ স্পন্দনৰ কম্পনাংক নিৰ্ণয় কৰা।

Or / *অথবা*

Define simple harmonic motion. Draw two graphical representations of SHMs vibrating in opposite phase. (*Hints* : Use one solid line and the other dotted line for the graphs) 1+1=2

সৰল পৰ্যাবৃত্ত গতিৰ সংজ্ঞা লিখা। পৰস্পৰ বিপৰীত দশাত কম্পমান দুটা সৰল পৰ্যাবৃত্ত গতিৰ লৈখিক প্ৰকাশ দেখুৱাবলৈ দুডাল লেখ আঁকা (*ইংগিত* : লেখৰ বাবে এডাল গোটা ৰেখা আৰু আনডাল ডট ডট ৰেখা ব্যৱহাৰ কৰিবা)।

(l) Show that in the case of simple harmonic motion

দেখুওৱা যে সৰল পৰ্যাবৃত্ত গতিৰ ক্ষেত্ৰত

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$ 2

Or / *অথবা*

A body oscillates with SHM according to the equation (in SI units) $x = 5\cos[2\pi t + \frac{\pi}{4}]$. Calculate the frequency and rewrite the expression for x at $t = 1\cdot 5$ s.

$x = 5\cos[2\pi t + \frac{\pi}{4}]$ সমীকৰণে (SI একক) বস্তু এটাই সৰল পৰ্যাবৃত্ত গতি কৰি থকা বুজাইছে। গতিৰ কম্পনাংক গণনা কৰা আৰু $t = 1\cdot 5$ s সময়ত xৰ বাবে প্ৰকাশৰাশিটো পুনৰ লিখা।

3. *(a)* Establish the equation $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$. 3

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ সমীকৰণটো সাব্যস্ত কৰা।

Or / *অথবা*

Find the magnitude of the resultant of two vectors $\vec{A}$ and $\vec{B}$, and angle θ between them.

$\vec{A}$ আৰু $\vec{B}$ ভেক্টৰ দুটাৰ মাজৰ কোণ θ হ'লে দুয়োটা ভেক্টৰৰ লব্ধ ভেক্টৰৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

(b) An object is on an inclined plane. If the body just starts to slide down, then show that the angle of inclination in that case is $\theta_{max} = \tan^{-1}\mu$, where the symbols have their usual meanings. 3

[*Contd.*

এখন হেলনীয়া তলত এটা বস্তু আছে। যদি বস্তুটোৱে তললৈ মাত্ৰ গতি আৰম্ভ কৰে, দেখুওৱা যে এই ক্ষেত্ৰত সমতলখনে অনুভূমিক তলৰ সৈতে কৰা কোণ $\theta_{max} = \tan^{-1}\mu$, য'ত ব্যৱহৃত সংকেতসমূহে সচৰাচৰ অৰ্থ বহন কৰিছে।

Or / অথবা

A mass of 4 kg rests on a horizontal plane. The plane is gradually inclined to an angle of 15°, so that it just begins to slide down. What is the coefficient of static friction between the object and the plane?

4 kg ভৰৰ বস্তু এটা এখন অনুভূমিক তলৰ লগত 15° কোণ কৰা অৱস্থাত বস্তুটোৱে মাত্ৰ গতি আৰম্ভ কৰিছে। বস্তুটো আৰু তলখনৰ মাজৰ স্থৈতিক ঘৰ্ষণ গুণাংক কিমান?

(c) Define moment of inertia of a rotating body. What is its unit? If $\frac{1}{2}mv^2$ is the translational kinetic energy of a sphere, then what will be its rotational kinetic energy if it rotates about an axis with an angular velocity ω? 1+½+1½=3

ঘূৰ্ণনশীল কোনো এটা বস্তুৰ জড়-ভ্ৰামকৰ সংজ্ঞা দিয়া। ইয়াৰ একক কি? যদি $\frac{1}{2}mv^2$ গোলক এটাৰ ৰৈখিক গতি শক্তি হয়, তেন্তে ইয়াৰ ঘূৰ্ণন গতি শক্তি কিমান হ'ব, যদিহে অক্ষ বৰাবৰ ইয়াৰ কৌণিক বেগ হয় ω?

Or / অথবা

Explain how acceleration due to gravity of the earth changes with altitude or depth (any *one*). 3

পৃথিৱীৰ মাধ্যাকৰ্ষণিক ত্বৰণ উচ্চতা বা গভীৰতা (যি কোনো এটা)ৰ লগত কিদৰে পৰিৱৰ্তন হয়, ব্যাখ্যা কৰা।

(d) What do you understand by 'elastic moduli'? Name them and write the mathematical expression of any one you like. 1+1½+½=3

'স্থিতিস্থাপক গুণাংক' বুলিলে তুমি কি বুজা? সিহঁতৰ নাম লিখা আৰু তুমি ভালপোৱা যি কোনো এটাৰ গাণিতিক প্ৰকাশৰাশি লিখা।

Or / অথবা

It is very common to see a car lifting easily up in servicing stations. Name the principle underlying this achievement and give its word statement. Draw a neat diagram of the device. ½+1+1½=3

গাড়ী ছাৰ্ভিছিং ষ্টেশনবোৰত গাড়ী এখন ওপৰলৈ উঠোৱাৰ দৃশ্য দেখাটো এটা সাধাৰণ ঘটনা। কি সূত্ৰৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি এইটো সহজসাধ্য কৰি তোলা হৈছে, তাৰ নাম আৰু সূত্ৰটো লিখা। আহিলাবিধৰ এটা পৰিস্কাৰ চিত্ৰ আঁকা।

(e) Find out the meaningful statement from the following :

(i) A gas in a given state has a certain amount of heat.

(ii) A gas in a given state has a certain amount of work.

(iii) A certain amount of heat is supplied to a system.

Name the following expression and explain any *two* terms of the following expression :

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

where the symbols have their usual meanings. ½+2½=3

তলত দিয়াখিনিৰ পৰা অৰ্থপূৰ্ণ উক্তিটো বাছি উলিওৱা :

(i) এক বিশেষ অৱস্থাত থকা এবিধ গেছত এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ তাপ থাকে।

(ii) এক বিশেষ অৱস্থাত থকা এবিধ গেছত এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ কাৰ্য থাকে।

(iii) প্ৰণালী এটাত এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ তাপ যোগান ধৰা হ'ল।

তলত দিয়া প্ৰকাশৰাশিটোৰ নাম লিখা আৰু যি কোনো **দুটা** ৰাশিৰ ব্যাখ্যা আগবঢ়োৱা :

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

য'ত ব্যৱহৃত সংকেতসমূহে সচৰাচৰ অৰ্থ প্ৰকাশ কৰিছে।

Or / অথবা

Derive the expression for pressure exerted by a gas enclosed in a container. 3

এটা পাত্ৰত আবদ্ধ কোনো গেছৰ চাপৰ প্ৰকাশৰাশিটো নিৰ্ণয় কৰা।

(f) A simple pendulum consisting of a bob of mass m and a thread of length L is in such a position that the thread makes an angle θ with the vertical. If $\tau = -L(mg\sin\theta)$ is the torque about the support, then show that the acceleration of the bob is $\alpha = -\frac{mgL}{I}\theta$, where I is the moment of inertia of the system about the support. 3

L দৈৰ্ঘ্যৰ এটা সৰল দোলকৰ দোলকপিণ্ডৰ ভৰ m. সূতাডালে উলম্ব দিশৰ লগত θ কোণ কৰি আছে। যদি $\tau = -L(mg\sin\theta)$ আলম্ব সাপেক্ষে টৰ্ক হয়, তেন্তে দেখুওৱা যে দোলকপিণ্ডটোৰ ত্বৰণ $\alpha = -\frac{mgL}{I}\theta$, য'ত I হৈছে আলম্ব সাপেক্ষে তন্ত্ৰটোৰ জড়-ভ্ৰামক।

Or / অথবা

Show that in an isolated system, linear momentum or angular momentum is conserved.

দেখুওৱা যে অকলশৰীয়া নিকায় এটাত বৈখিক ভৰবেগ বা কৌণিক ভৰবেগ অপৰিৱৰ্তিত হৈ থাকে।

4. *(a)* Prove the law of cosines of vector addition. Also, derive the law of sines. 3+2=5

ভেক্টৰ যোগৰ ক'ছাইন সূত্ৰটো প্ৰমাণ কৰা। লগতে ছাইন সূত্ৰটোও নিৰ্ণয় কৰা।

Or / অথবা

Discuss the motion of a car on a level road or on a banked road. Find an expression for v_{max} on that path. 5

সমতল পথত বা হেলনীয়া পথত এখন গাড়ীৰ গতি আলোচনা কৰা। সেই পথত v_{max}ৰ প্ৰকাশৰাশিটো নিৰ্ণয় কৰা।

(b) What do you mean by 'one-dimensional collision'? Considering an inelastic collision, find out the loss in kinetic energy on collision and considering an elastic collision, find out the velocities of the bodies after the collision. 1+2+2=5

'একমাত্ৰিক সংঘাত' বুলিলে কি বুজা? অস্থিতিস্থাপক সংঘাতত গতি শক্তিৰ হ্ৰাসৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰা আৰু স্থিতিস্থাপক সংঘাতত সংঘাতৰ পাছত বস্তু দুটাৰ বেগ নিৰ্ণয় কৰা।

Or / অথবা

Define surface tension and surface energy. What do you mean by excess pressure inside a liquid drop or bubble? Mention two factors on which excess pressure depends. 1+1+1+1+1=5

পৃষ্ঠটান আৰু পৃষ্ঠ শক্তিৰ সংজ্ঞা দিয়া। টোপাল বা বুদবুদৰ ভিতৰৰ অতিৰিক্ত চাপ বুলিলে কি বুজা? অতিৰিক্ত চাপ নিৰ্ভৰ কৰা দুটা কাৰক উল্লেখ কৰা।

(c) A metal block of mass 0·20 kg at 150 °C is dropped in a copper calorimeter of water equivalent 0·025 kg and containing 0·15 kg of water at 27 °C. If the final temperature is 40 °C, then calculate the specific heat of the metal. 5

150 °C উষ্ণতাত থকা 0·20 kg ভৰৰ এটা ধাতুৰ টুকুৰা 0·025 kg জলসমৰ কেল'ৰিমিটাৰ এটাত পেলাই দিয়া হ'ল। কেল'ৰিমিটাৰটোত থকা পানীৰ ভৰ 0·15 kg আৰু উষ্ণতা 27 °C. যদি মিশ্রণটোৰ সৰ্বোচ্চ উষ্ণতা 40 °C হয়, তেন্তে ধাতুবিধৰ আপেক্ষিক তাপ গণনা কৰা।

Or / অথবা

What do you mean by 'mean free path' of molecules in a gas? You know that it is expressed as $l = \dfrac{1}{\sqrt{2}\, n\pi d^2}$. What are n and d here? Draw a neat diagram to show the volume swept by a molecule in time Δt in which any molecule will collide with it. 1½+1+1+1½=5

এটা অণুৰ 'গড় মুক্ত পথ' বুলিলে কি বুজা? তুমি জানা যে ইয়াক $l = \dfrac{1}{\sqrt{2}\, n\pi d^2}$ৰ দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়। ইয়াত n আৰু d কি? Δt সময়ত অণু এটাই আগুৰি লোৱা আয়তন দেখুৱাবলৈ এটা পৰিস্কাৰ চিত্ৰ আঁকা, য'ত অন্য অণুৰ অৱস্থান ঘটিলে অণুবোৰৰ সংঘাত ঘটিব।

(d) In the case of a particle executing simple harmonic motion, derive the expressions for displacement, velocity and acceleration. Draw graphs for any *two*. 1+1+1+1+1=5

সৰল পৰ্যাবৃত্তত দোলায়মান এটা কণাৰ সৰণ, বেগ আৰু ত্বৰণৰ প্ৰকাশৰাশি নিৰ্ণয় কৰা। যি কোনো **দুটাৰ** বাবে লেখ অংকন কৰা।

Or / অথবা

Write short notes on any *two* of the following : 2½×2=5

তলৰ যি কোনো **দুটাৰ** ওপৰত চমু টোকা লিখা :

(i) Doppler effect

ডপলাৰ প্ৰক্ৰিয়া

(ii) Degrees of freedom

স্বাতন্ত্ৰ্য মাত্ৰা

(iii) Anomalous expansion of water

পানীৰ ব্যতিক্ৰান্ত প্ৰসাৰণ

(iv) Weightlessness

ওজনহীনতা

(v) Hooke's law

হুকৰ সূত্ৰ

(vi) Physical quantity

ভৌতিক ৰাশি

★★★

23E—CHEM

2023

CHEMISTRY

(Theory)

Full Marks : 70
Pass Marks : 21

Time : 3 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

ALLOTMENT OF MARKS

Q. No. **1** carries *1* mark each (any *eight*)	:	1×8 = 8
Q. No. **2** carries *2* marks each (any *ten*)	:	2×10 = 20
Q. No. **3** carries *3* marks each (any *nine*)	:	3×9 = 27
Q. No. **4** carries *5* marks each (any *three*)	:	5×3 = 15
		Total = 70

1. Answer the following questions (any *eight*) : 1×8=8

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা (যি কোনো আঠটা) :

(a) Determine the number of moles present in 1·8 g of water.

1·8 গ্ৰাম পানীত থকা ম'লৰ সংখ্যা গণনা কৰা।

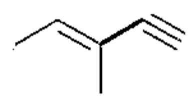
(b) Find out the isoelectronic species among the following :

তলত দিয়াবোৰৰ ভিতৰত সম-ইলেক্ট্ৰনীয় আয়ন বা পৰমাণুকেইটা বাছি উলিওৱা :

K^{+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Ar

(c) Write the IUPAC name of the following compound :

তলত দিয়া যৌগটোৰ IUPAC নাম লিখা :



(d) Arrange the following species in increasing order of ionic radii :

তলত দিয়া আয়নকেইটা সিহঁতৰ আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধৰ উৰ্ধ্বক্ৰমত সজোৱা :

O^{2-}, Na^{+}, Mg^{2+}

(e) Fill in the blank :

খালী ঠাই পূৰ কৰা :

The shape of BF_3 molecule is _____.

BF_3 অণুটোৰ আকৃতি হ'ল _____ ।

(f) Define buffer solution.

বাফাৰ দ্ৰৱৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(g) What do you mean by critical temperature (T_c) of a gas?

গেছৰ ক্ৰান্তিক উষ্ণতা (T_c) বুলিলে কি বুজা ?

(h) Identify the state functions among the following :

তলত দিয়াবোৰৰ ভিতৰত অৱস্থা ফলনকেইটা চিনাক্ত কৰা :

Work , Volume, Enthalpy, Pressure, Temperature

কাৰ্য, আয়তন, এনথালপি, চাপ, উষ্ণতা

(i) Which one of the following is not a greenhouse gas?

তলত দিয়াবোৰৰ কোনটো সেউজগৃহ গেছ নহয় ?

Methane, Carbon dioxide, Ozone, Nitrogen

মিথেন, কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড, অ'জ'ন, নাইট্ৰ'জেন

(j) Choose the correct option :

শুদ্ধ বিকল্পটো বাছি উলিওৱা :

A suitable method for separation of a mixture of chloroform and aniline is—

sublimation, distillation, differential extraction

ক্ল'ৰ'ফৰ্ম আৰু এনিলিনৰ মিশ্ৰণ এটা পৃথকীকৰণৰ বাবে এটা উপযুক্ত পদ্ধতি হ'ল—

উৰ্ধ্বপাতন, পাতন, প্ৰভেদী নিষ্কাশন

[*Contd.*

(k) Which of the following is a peroxide?

তলৰ কোনটো এটা পেৰ'ক্সাইড ?

KO_2, Na_2O_2, Li_2O

(l) What is the basicity of H_3BO_3?

H_3BO_3ৰ ক্ষাৰকীয়তা কিমান ?

2. Answer the following questions (any *ten*) : 2×10=20

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা (যি কোনো **দহটা**) :

(a) Determine the four quantum numbers for the valence electron of sodium atom.

ছ'ডিয়াম পৰমাণুৰ যোজক ইলেক্ট্ৰনটোৰ বাবে কোৱান্টাম সংখ্যা চাৰিটা নিৰ্ণয় কৰা।

(b) Calculate the amount of water produced (in gram) on complete combustion of 1·6 g of methane.

1·6 গ্ৰাম মিথেনৰ সম্পূৰ্ণ দহনৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা পানীৰ পৰিমাণ (গ্ৰামত) নিৰ্ণয় কৰা।

(c) A radio centre broadcasts its programmes at a frequency of 100·8 MHz. Calculate the wavelength (in metre) of electromagnetic radiation emitted by the transmitter.

এটা অনাতাঁৰ কেন্দ্ৰই 100·8 MHz কম্পনাংকত ইয়াৰ অনুষ্ঠান পৰিবেশন কৰে। প্ৰেৰকযন্ত্ৰই নিৰ্গত কৰা বিদ্যুতচুম্বকীয় বিকিৰণৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্য (মিটাৰত) গণনা কৰা।

(d) In general, electron gain enthalpy of elements becomes less negative down a group. However, electron gain enthalpy of F is less negative than that of the succeeding element. Explain why.

সাধাৰণতে, মৌলবোৰৰ ইলেক্ট্ৰন গ্ৰহণ এন্থালপি বৰ্গ এটাত ওপৰৰ পৰা তললৈ কম ঋণাত্মক হয়। কিন্তু Fৰ ইলেক্ট্ৰন গ্ৰহণ এন্থালপি তাৰ তলৰ মৌলটোতকৈ কম ঋণাত্মক। কিয়, ব্যাখ্যা কৰা।

(e) Write the chemical reactions involved in the detection of Cl in an organic compound by Lassaigne's test.

লেছাইনৰ পৰীক্ষাৰ সহায়ত জৈৱ যৌগ এটাত Clৰ অভীক্ষণৰ লগত জড়িত ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াসমূহ লিখা।

(f) What are the significances of van der Waals' constants a and b?

ভেন ডাৰ ৱাল্‌চৰ ধ্ৰুৱক a আৰু bৰ বৈশিষ্ট্যসমূহ কি কি ?

(g) State and explain the first law of thermodynamics.

তাপগতিবিজ্ঞানৰ প্ৰথম সূত্ৰটো লিখা আৰু ব্যাখ্যা কৰা।

(h) Determine the pH of 0·05 M ammonia solution.

0·05 M এম'নিয়া দ্ৰৱৰ pH নিৰ্ণয় কৰা।

(i) What is disproportionation reaction? Give an example.

অসমঞ্জস বিক্ৰিয়া কি ? এটা উদাহৰণ দিয়া।

(j) Find out the covalent and metallic hydrides among the following :

তলত দিয়াবোৰৰ ভিতৰত সহযোজী আৰু ধাতৱ হাইড্ৰাইডবোৰ বাছি উলিওৱা :

LiH, NH_3, $TiH_{1\cdot7}$, H_2O

(k) Alkali metals dissolve in liquid ammonia giving deep blue solutions. Explain why.

ক্ষাৰ ধাতুসমূহ তৰল এম'নিয়াত দ্ৰৱীভূত কৰিলে গাঢ় নীলা বৰণৰ দ্ৰৱ উৎপন্ন হয়। কিয়, ব্যাখ্যা কৰা।

(l) Explain why lithium and magnesium have similar properties.

লিথিয়াম আৰু মেগনেছিয়ামৰ ধৰ্মবোৰ কিয় একেধৰণৰ হয়, ব্যাখ্যা কৰা।

(m) What is the repeating unit present in silicones? Mention one use of silicones.

ছিলিক'নসমূহত পুনৰাবৃত্তি ঘটা গোটটো কি? ছিলিক'নসমূহৰ এটা ব্যৱহাৰ উল্লেখ কৰা।

(n) "Classical smog occurs in warm, dry and sunny climate." Mention whether this statement is true or false. What are the components of classical smog?

"গৰম, শুকান আৰু ফৰকাল জলবায়ুত ধ্ৰুপদী ধুঁৱলীৰ সৃষ্টি হয়।" উক্তিটো শুদ্ধ নে ভুল, লিখা। ধ্ৰুপদী ধুঁৱলীত থকা উপাদানবোৰ কি কি?

3. Answer the following questions (any *nine*) : 3×9=27

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা (যি কোনো নটা) :

(a) A compound contains 52·14% C, 13·13% H and 34·73% O. Its molecular mass is 46·068 g. Determine the empirical and molecular formula of the compound.

এটা যৌগত 52·14% C, 13·13% H আৰু 34·73% O আছে। ইয়াৰ আণৱিক ভৰ হ'ল 46·068 g. যৌগটোৰ আনুভৱিক আৰু আণৱিক সংকেত নিৰ্ণয় কৰা।

(b) In general, ionization energy (IE) of elements increases from left to right across a period. But the actual order of ionization energy of the second period elements is

$$Li < B < Be < C < O < N < F < Ne$$

Explain why—

(i) Be has higher IE than B;

(ii) O has lower IE than N and F.

সাধাৰণতে, মৌলবোৰৰ আয়নীকৰণ বিভৱ (IE) পৰ্যায় এটাত বাওঁফালৰ পৰা সোঁফাললৈ ক্ৰমে বাঢ়ি যায়। কিন্তু দ্বিতীয় পৰ্যায়ৰ মৌলবোৰৰ আয়নীকৰণ বিভৱৰ প্ৰকৃত ক্ৰমটো হ'ল

$$Li < B < Be < C < O < N < F < Ne$$

কিয়, ব্যাখ্যা কৰা—

(i) Beৰ IE Bতকৈ অধিক;

(ii) Oৰ IE N আৰু Fতকৈ কম।

(c) Draw the most stable structure of ClF_3 molecule mentioning the hybridization state of the central atom.

কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুৰ সংকৰণ অৱস্থা উল্লেখ কৰি ClF_3 অণুৰ আটাইতকৈ সুস্থিৰ গঠনটো অংকন কৰা।

(d) 500 L of a gas at 1 bar pressure is compressed to 200 L at 30 °C. What is the applied pressure on the gas?

30 °C উষ্ণতাত 1 bar চাপত থকা 500 লিটাৰ গেছ এটা 200 লিটাৰলৈ সংকোচন কৰা হ'ল। গেছটোৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা চাপ কিমান, নিৰ্ণয় কৰা।

(e) The threshold frequency for a metal is $7{\cdot}0\times10^{14}$ Hz. If a radiation of frequency $1{\cdot}0\times10^{15}$ Hz strikes the metal and results emission of an electron, then calculate the kinetic energy of the emitted electron.

এটা ধাতুৰ প্ৰভাৰসীমা কম্পনাংক হ'ল $7{\cdot}0\times10^{14}$ Hz. যদি ধাতুটোৰ ওপৰত $1{\cdot}0\times10^{15}$ Hz কম্পনাংকবিশিষ্ট বিকিৰণ আপতিত হোৱাৰ ফলত এটা ইলেক্ট্ৰন নিৰ্গত হয়, তেন্তে নিৰ্গত ইলেক্ট্ৰনটোৰ গতি শক্তি নিৰ্ণয় কৰা।

(f) Define coefficient of viscosity. Mention the factors affecting viscosity of a liquid.

সান্দ্ৰতা গুণাংকৰ সংজ্ঞা দিয়া। তৰল এটাৰ সান্দ্ৰতা কি কি কাৰকৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে, উল্লেখ কৰা।

(g) For the reaction at 298 K

$$2A + B \rightarrow C$$

$\Delta H = 400\ \text{kJ mol}^{-1}$ and $\Delta S = 0{\cdot}2\ \text{kJK}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$. Determine whether the reaction will be spontaneous or not at this temperature.

$2A + B \rightarrow C$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে 298 K উষ্ণতাত $\Delta H = 400\ \text{kJ mol}^{-1}$ আৰু $\Delta S = 0{\cdot}2\ \text{kJK}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$. এই উষ্ণতাত বিক্ৰিয়াটো স্বতঃস্ফূৰ্ত হ'ব নে নহয়, নিৰ্ণয় কৰা।

(h) Deduce the relationship between K_p and K_c for the reaction $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$.

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_p আৰু K_cৰ মাজৰ সম্পৰ্কটো উপপাদন কৰা।

(i) Determine the oxidation number of Cr in dichromate ion. In the following reaction, identify the oxidation and reduction pairs :

ডাইক্ৰ'মেট আয়নত Crৰ জাৰণ সংখ্যা নিৰ্ণয় কৰা। তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটোত জাৰণ আৰু বিজাৰণ যোৰ দুটা চিনাক্ত কৰা :

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + SO_3^{2-}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

(j) What is syn-gas? Give one method for preparation of syn-gas.

সাংশ্লেষিক গেছ (syn-gas) কি? সাংশ্লেষিক গেছ প্ৰস্তুতিৰ এটা পদ্ধতি উল্লেখ কৰা।

(k) What is hydration enthalpy? Arrange the following ions in increasing order of hydration enthalpy. Give the reason behind this order :

জলযোজন এন্থাল্পি বুলিলে কি বুজা? তলত দিয়া আয়নকেইটা সিহঁতৰ জলযোজন এন্থাল্পিৰ ঊৰ্ধ্বক্ৰমত সজোৱা। এই ক্ৰমটোৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা :

$$Be^{2+},\ Mg^{2+},\ Ca^{2+},\ Sr^{2+}$$

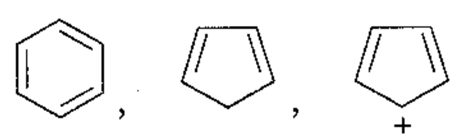
(l) Define electrophiles and nucleophiles. Find out the electrophiles and nucleophiles among the following :

ইলেক্ট্ৰ'ফাইল আৰু নিউক্লিঅ'ফাইলৰ সংজ্ঞা দিয়া। তলত দিয়াবোৰৰ পৰা ইলেক্ট্ৰ'ফাইল আৰু নিউক্লিঅ'ফাইলবোৰ বাছি উলিওৱা :

$$CN^-,\ BF_3,\ ROH,\ RO^-,\ {}^+CH_3,\ H^+,\ H_2O$$

(m) State Hückel's rule of aromaticity. Applying this rule, determine whether the following species are aromatic or not :

হাকেলৰ এৰ'মেটিছিটিৰ নীতিটো লিখা। এই নীতি ব্যৱহাৰ কৰি তলত দিয়া যৌগ বা আয়নকেইটা এৰ'মেটিক হয় নে নহয়, নিৰ্ণয় কৰা :



(n) What is borax bead test? Write the chemical reactions involved.

সুৰগা মণি পৰীক্ষা কি? ইয়াৰ লগত জড়িত ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াকেইটা লিখা।

4. Answer the following questions (any *three*) : 5×3=15

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ লিখা (যি কোনো **তিনিটা**) :

(a) Draw the molecular orbital energy diagram of N_2 molecule. Calculate the bond order of N_2 molecule. 4+1=5

N_2 অণুৰ আণৱিক অৰবিটেলৰ শক্তি চিত্ৰ অংকন কৰা। N_2 অণুৰ বান্ধনি ক্ৰম নিৰ্ণয় কৰা।

(b) Which quantum numbers are associated with shape and orientation of orbital? Arrange the following orbitals in increasing order of energy :

$$3s,\ 4f,\ 6d,\ 5p$$

What is the number of nodes present in 3*s* orbital? 2+2+1=5

কোন কোৱান্টাম সংখ্যাবোৰ অৰবিটেলৰ আকৃতি আৰু দিশস্থিতিৰ লগত জড়িত? তলৰ অৰবিটেলকেইটা শক্তিৰ ঊৰ্ধ্বক্ৰমত সজোৱা :

$$3s,\ 4f,\ 6d,\ 5p$$

3*s* অৰবিটেলত থকা ন'ডৰ সংখ্যা কিমান?

(c) What is an ideal gas? Can oxygen gas behave as an ideal gas in certain conditions? Derive the ideal gas equation. 1+1+3=5

আদৰ্শ গেছ কি? নিৰ্দিষ্ট চৰ্ত বা অৱস্থাত অক্সিজেন গেছে আদৰ্শ গেছ হিচাপে আচৰণ কৰিব পাৰেনে? আদৰ্শ গেছ সমীকৰণটো উপপাদন কৰা।

[*Contd.*

(d) *(i)* State Markownikoff rule. Using this rule, write the major product formed in the following reaction : 1+1=2

মাৰ্ক'নিকভৰ নীতিটো উল্লেখ কৰা। এই নীতি অনুসৰি তলৰ বিক্ৰিয়াটোত উৎপন্ন হোৱা মুখ্য বিক্ৰিয়াজাত দ্ৰব্যটো লিখা :

$$CH_3—CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow ?$$

(ii) Complete the following reactions : 1×3=3

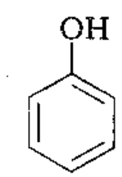
তলৰ বিক্ৰিয়াকেইটা সম্পূৰ্ণ কৰা :

(1) $HC{\equiv}CH$ — $\xrightarrow{Fe/\Delta}$?

$\xrightarrow[\text{Lindlar's catalyst}]{H_2}$?

Lindlar's catalyst

লিণ্ডলাৰৰ অনুঘটক

(2)  + Zn ⟶ ?

(3) $CH_3CH_2CH_2Br + Na \xrightarrow[\text{শুকান ইথাৰ}]{\text{Dry ether}} ?$

(e) State Le Chatelier's principle. Applying Le Chatelier's principle, explain the effect of temperature and pressure in the production of ammonia by Haber's process starting from N_2 and H_2 gases. 1+4=5

লা ছেটেলিয়াৰৰ নীতিটো লিখা। লা ছেটেলিয়াৰৰ নীতি মতে হেবাৰৰ পদ্ধতিৰে N_2 আৰু H_2 গেছৰ পৰা এম'নিয়া উৎপাদনৰ ক্ষেত্ৰত উষ্ণতা আৰু চাপৰ প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰা।

★★★