# 2021

# PHYSICS

## [GENERAL]

## Paper : I

Full Marks : 100 Time : 3 Hours

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

1. Answer any **six** questions: 1×6=6

   যে-কোনো **ছয়টি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

   a) What is the unit of viscosity?

   সান্দ্রতার একক কি?

   b) Determine the dimension of Gravitational Constant.

   মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা নির্ণয় কর।

   c) Write down principle of equipartition of energy.

   শক্তি সমবিভাজন নীতিটি লেখ।

   d) What do you mean by black body?

   কৃষ্ণবস্তু কাকে বলে?

   e) State first law of thermodynamics.

   তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত কর।

   f) What is radius of gyration?

   চক্রগতির ব্যাসার্ধ কাকে বলে?

   g) What is torque?

   টর্ক কাকে বলে?

   h) Define thermal conductivity.

   তাপ পরিবাহিতাঙ্কের সংজ্ঞা লেখ।

2. Answer any **eleven** questions: 2×11=22

   যে-কোনো **এগারোটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

   a) What is coefficient of viscosity?

   প্রবাহীর সান্দ্রতাঙ্ক কাকে বলে?

   b) Define Young's modulus.

   ইয়ং গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও।

   c) Write differential equation of motion for a plain progressive wave.

   চলতরঙ্গের অবকল সমীকরণটি লেখ।

   d) State the law of conservation of angular momentum.

   কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ।

e) We can dry clothes by a washing machine. Name the force responsible for this drying and explain.

আমরা ওয়াশিং মেশিন দ্বারা কাপড় শোকাই। কোন্ বল আমাদের কাপড় শুকনো করতে সাহায্য করে? বুঝিয়ে বল।

f) What is the efficiency of a Carnot engine operating between a source and sink with temperature $T_1$ and $T_2$ respectively (deduction not required). Predict the highest efficiency.

$T_1$ এবং $T_2$ তাপমাত্রার তাপউৎস এবং তাপধারকের মধ্যে কার্যশীল একটি কার্ণো ইঞ্জিনের দক্ষতা কত? (গণনা লাগবে না)

g) State first law of thermodynamics.

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি লেখ। (বীজগাণিতিক রূপটি লেখ)

h) What is the change of entropy when 1gm of ice at $0^\circ$C temperature melts into 1gm of water at $0^\circ$C?

$0^\circ$C তাপমাত্রায় 1gm বরফের গলনে এনট্রপি পরিবর্তন কত হবে?

i) Write down Bose-Einstein distribution formula.

বোস-আইনস্টাইন বণ্টন সূত্রটি লেখ।

j) What is phase velocity?

দশাবেগ কাকে বলে?

k) What is a unit vector?

একক ভেক্টর কাকে বলে?

l) What is the moment of inertia of a cylinder (solid) about its own axis? What is the radius of gyration? (No deduction required)

একটি নিরেট চোঙের নিজ অক্ষ সাপেক্ষে জাড্য ভ্রামক কত? উহার আবর্তনের কার্যকর ব্যাসার্ধ কত? (গণনা করতে হবে না)

m) What is conservative force? Give an example.

সংরক্ষী বল কাকে বলে? একটি উদাহরণ দাও।

n) The following particles obey which statistics?

নিম্নলিখিত কণাগুলি কোন্ পরিসংখ্যান মেনে চলে?

i) Electron

ইলেকট্রন

ii) Proton

প্রোটন

3. Answer any **seven** questions: 6×7=42

যে-কোনো **সাতটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) Write short notes on transverse wave, longitudinal wave and beats. 2+2+2

সংক্ষেপে আলোচনা কর ঃ তির্যক তরঙ্গ, অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ, স্বরকম্প।

b) Establish the one-dimensional Fourier equation for rectilinear flow of heat. 6

রৈখিক তাপ প্রবাহের ক্ষেত্রে একমাত্রিক ফুরিয়ার সমীকরণটি লেখ।

c) i) Write down Lorentz transformation equations.

লোরেঞ্জের ট্রান্সফরমেশন সমীকরণগুলি লেখ।

ii) What is relativistic length contraction? 6

আপেক্ষিকবাদ অনুসারে দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে?

d) i) Why Boyle's law is not followed by real gas?

বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মেনে চলে না কেন?

ii) Write down van der Waal's equation for n mole of a real gas.

n মোল পরিমাণ বাস্তব গ্যাসের জন্য ভ্যান ডার ওয়ালস্ সমীকরণটি লেখ।

iii) The critical temperature of $CO_2$ is $31.4^{o}C$, is it a gas in $27^{o}C$? Explain. 2+2+2

$CO_2$-এর সংকট তাপমাত্রা $31.4^{o}C$। $27^{o}C$ তাপমাত্রায় একে কি গ্যাস বলা যায়? ব্যাখ্যা কর।

e) Write down Maxwell's velocity distribution law. Using it calculate the most probable speed. 2+4

ম্যাক্সওয়েলের আণবিক গতিবেগ বণ্টন সূত্রটি লেখ। ইহা হইতে গ্যাস অণুর সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ নির্ণয় কর।

f) Show that $Y = 3K(1-2\sigma)$ where $Y =$ Young's Modulus, $K =$ Bulk Modulus and $\sigma =$ Poisson's Ratio. 6

দেখাও যে $Y = 3K(1-2\sigma)$ যখন $Y =$ ইয়ং গুণাঙ্ক, $K =$ আয়তন বিকার গুণাঙ্ক, $\sigma =$ পোঁয়াসনের অনুপাত।

g) i) Calculate the excess pressure inside a soap bubble.

একটি সাবানের বুদবুদের ভিতরের অতিরিক্ত চাপ নির্ণয় কর।

ii) What is angle of contact? 4+2

স্পর্শ কোণ কাকে বলে?

h) Write down Plank's distribution law. Give its graphical interpretation. What is the working principle of radiation pyrometer? 2+2+2

প্ল্যাঙ্কের শক্তিবণ্টন রাশিমালা লেখ। লেখচিত্র দ্বারা বোঝাও। কোন্ নীতির উপর বিকিরণ পাইরোমিটার কাজ করে?

i) i) Write down Stoke's theorem for vector analysis.

ভেক্টর বিষয়ক স্টোকের উপপাদ্যটি বিবৃত কর।

ii) By using Stoke's theorem show that $\oint \vec{r}.d\vec{r} = 0$.

স্টোকের উপপাদ্য ব্যবহার করে দেখাও $\oint \vec{r}.d\vec{r} = 0$।

iii) What is solenoidal vector? 2+3+1

সলিনয়েডাল ভেক্টর কাকে বলে?

4. Answer any **three** questions: 10×3=30

যে-কোনো **তিনটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) i) In a constant volume gas thermometer the height of Hg column at $0^{o}$C and $100^{o}$C temperature are 125 cm and 175 cm, respectively. When the temperature of a bath is measured by that thermometer then height of Hg column is 160 cm. Calculate the temperature of the bath.

একটি স্থির আয়তন গ্যাস থার্মোমিটারে $0^{o}$C এবং $100^{o}$C তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ যথাক্রমে 125 cm এবং 175 cm পারদস্তম্ভের সমান। একটি গাহে ঐ থার্মোমিটার 160 cm পারদ চাপ দেখায়। ঐ গাহটির তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

ii) What is mean free path?

গড় মুক্তপথ কাকে বলে?

iii) The molecular diameter of a gas is $3\times10^{-8}$cm. The number of gas molecules per $cm^3$ is $3\times10^{20}$. Calculate the mean free path of the gas.

4+2+4

একটি গ্যাসের গড় মুক্তপথ নির্ণয় কর। যেখানে অণুর ব্যাস $3\times10^{-8}$cm এবং প্রতিঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা $3\times10^{20}$।

b) i) $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j} - 5\hat{k}$ and $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$. Calculate the length of each vectors. Also calculate $\vec{A}.\vec{B}$.

$\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j} - 5\hat{k}$ এবং $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$ হইলে ভেক্টর দুটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। $\vec{A}.\vec{B}$-এর মান কত হবে?

ii) $\vec{B} = \hat{i}(x+3y) + \hat{j}(y-2x) + \hat{k}(x+bz)$.

Calculate the value of b so that the above vector is a solenoidal.

b-এর মান কত হলে $\vec{B}$ ভেক্টরটি একটি সলিনয়েডাল? দেওয়া আছে

$\vec{B} = \hat{i}(x+3y) + \hat{j}(y-2x) + \hat{k}(x+bz)$।

iii) Show that

$$\vec{A}\times(\vec{B}\times\vec{C})+\vec{B}\times(\vec{A}\times\vec{C})+\vec{C}\times(\vec{A}\times\vec{B})=O.$$

3+3+4

দেখাও যে

$$\vec{A}\times(\vec{B}\times\vec{C})+\vec{B}\times(\vec{A}\times\vec{C})+\vec{C}\times(\vec{A}\times\vec{B})=O।$$

c) i) Calculate the gravitational potential at a point P outside a spherical shell of uniform thickness. The radius of the shell is a and the mass is M. The point P is at a distance r from the center of the shell.

একটি সুষম পাতলা গোল খোলকের জন্য বহিঃস্থ কোন বিন্দু Pতে মহাকর্ষীয় বিভব কত হবে? গোলকটির ব্যাসার্ধ a ভর M এবং P বিন্দুটি গোলকের কেন্দ্র থেকে r দূরত্বে অবস্থিত।

ii) What is escape velocity?

মুক্তিবেগ কাকে বলে?

iii) Prove that $V_e=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$, where $V_e$ is the escape velocity, M mass of earth, R radius of earth, G gravitational constant.

6+1+3

প্রমাণ কর $V_e=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ । R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, M পৃথিবীর ভর, G মহাকর্ষীয় ধ্রুবক এবং $V_e$ মুক্তিবেগ।

d) i) State second law of thermodynamics. (Any one statement).

তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। (যে কোন একটি বিবৃতি)

ii) For Joule-Thomson cooling of a real gas prove that $\frac{dT}{dP}=\frac{1}{C_p}\left(\frac{2a}{RT}-b\right)$.

প্রমাণ কর বাস্তব গ্যাসের জুল-থমসন শীতলতার ক্ষেত্রে $\frac{dT}{dP}=\frac{1}{C_p}\left(\frac{2a}{RT}-b\right)$।

iii) What is inversion temperature?

2+6+2

উৎক্রম উষ্ণতা কাকে বলে?

e) i) Show that when a cylinder is twisted the torsional couple per unit angular twist is $\frac{n\pi r^4}{2l}$ where the symbols have their usual meaning.

দেখাও একটি চোঙের প্রতি একক পাকে মোচড় দ্বন্ডের ভ্রামক $\frac{n\pi r^4}{2l}$ ।

ii) What is the relationship between the time period of torsional pendulum and the length of suspension wire? (No deduction required)

ব্যবর্তক দোলকের দোলনকাল তারের দৈর্ঘ্যের উপর কিভাবে নির্ভর করে? (গণনা করতে হবে না)।

iii) The length of a wire is $l$ meter and the diameter is 2cm. One end of the wire is fixed in the ceiling and a weight 70kg is applied on the other end. Calculate Young's modulus Y. Given $\left(\frac{\Delta l}{l}\right) = \frac{30}{10^6}$.

6+1+3

একটি তারের দৈর্ঘ্য $l$ meter। উহার ব্যাস 2cm। তারের একটি প্রান্ত সিলিংএ লাগানো আছে। তারের অপর প্রান্তে 70kg ওজন চাপান হল। ইয়ং গুণাঙ্কের মান নির্ণয় কর যখন দেওয়া আছে $\left(\frac{\Delta l}{l}\right) = \frac{30}{10^6}$ ।