স্নাতক পাঠক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (**Term End Examination**) :

ডিসেম্বর, ২০১৫ ও জুন, ২০১৬

পদার্থবিদ্যা (Physics)

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (**Elective**)

তৃতীয় পত্র (**3rd Paper : Harmonic Motion, Waves & Acoustics**)

সময় ঃ দুই ঘন্টা — **পূর্ণমান ঃ ৫০**

Time : 2 Hours — Full Marks : 50

মানের গুরুত্ব ঃ ৭০%

Weightage of Marks : 70%

পরিমিত ও যথাযথ উত্তরের জন্য বিশেষ মূল্য দেওয়া হবে। অশুদ্ধ বানান, অপরিচ্ছন্নতা এবং অপরিষ্কার হস্তাক্ষরের ক্ষেত্রে নম্বর কেটে নেওয়া হবে। উপান্তে প্রশ্নের মূল্যমান সূচিত আছে।

Special credit will be given for accuracy and relevance in the answer. Marks will be deducted for incorrect spelling, untidy work and illegible handwriting. The weightage for each question has been indicated in the margin.

১। যে-কোনো **দুটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ১০ × ২ = ২০

ক) কোনো আবেশ ও ধারক বর্তনীতে প্রবাহমাত্রার অবকল সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করুন এবং সমাধান করুন ।

দেখান যে সরল দোলকের ক্ষেত্রে মোট শক্তির পরিমাণ ধ্রুবক ।

পৃথিবীর ব্যাস বরাবর একটি সুড়ঙ্গ খুঁড়ে তার মধ্যে একটি বিন্দুভর ফেলা হল । পৃথিবীর ঘনত্ব সমসত্ত্ব হলে দেখান যে বিন্দুভরটি সরল দোলগতিতে ওঠানামা করবে । গতির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করুন । ৪ + ৩ + ৩

খ) একটি কণা পরস্পর লম্বভাবে দুটি সরল দোলগতিতে কম্পিত হচ্ছে । দোলগতিদুটি হল $x = a \cos \omega t$ এবং $y = b \cos (2\omega t + \phi)$ । ϕ-এর মান 0, $\frac{\pi}{2}$ এবং π-এর জন্য লিসাজুস চিত্র অঙ্কন করুন ।

একটি অবমন্দিত দোলকের অবমন্দন বল দোলকের বেগের সমানুপাতী । ক্রান্তীয় অবমন্দনের জন্য দোলকের গতির সমীকরণটি সমাধান করুন ।

প্রাথমিক সরণ শূন্য হলে ও প্রাথমিক বেগ শূন্য না হলে দেখান যে দোলকটি যে সময় পর স্থির হয় তা প্রাথমিক বেগের উপর নির্ভর করে না । ৩ + ৫ + ২

গ) দশা বেগ এবং দলীয় বেগ বলতে কী বোঝেন ? একটি ρ ঘনত্ব এবং পৃষ্ঠটান s বিশিষ্ট তরলের পৃষ্ঠ তরঙ্গের দশা বেগ

$$v_p = \left(\frac{g\lambda}{2\pi} + \frac{2\pi s}{\lambda\rho} \right)^{1/2}$$

এখানে λ তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও g অভিকর্ষজ ত্বরণ । দশা বেগ নির্ণয় করুন । কোন্ কম্পাঙ্কের জন্য দশা বেগ সবচেয়ে কম হবে ? দেখান যে ঐ অবস্থায় দলীয় বেগ দশা বেগের সমান । ২ + ৩ + ৩ + ২

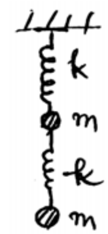
ঘ) দুটি সুরশলাকার প্রত্যেকের কম্পাঙ্ক 350 Hz. একটি সুরশলাকা v বেগে কোনো শ্রোতার থেকে দূরে সরে যাচ্ছে । অপরটি শ্রোতার সাপেক্ষে স্থির । যদি বিট কম্পাঙ্কের মান 5 হয়, তবে গতিশীল সুরশলাকার বেগ নির্ণয় করুন । শব্দের বেগ 340 m/s ।

একটি চলকুন্ডলী লাউডস্পিকারের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করুন । ৪ + ৬

২। যে-কোনো **তিনটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ৬ × ৩ = ১৮

ক) অনুনাদ বলতে কী বোঝেন ? অনুনাদের তীব্রতা ও Q-গুণাঙ্ক কাকে বলে ? চিত্রের সাহায্যে এদের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করুন । ১ + ২ + ৩

খ) দুটি ভর প্রদত্ত ছবির মতো স্প্রিং দ্বারা যুক্ত । তন্ত্রটির উল্লম্বতলে কম্পনের কৌণিক কম্পাঙ্কগুলি নির্ণয় করুন ।



৬

গ) স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক ও স্বাভাবিক নির্দেশাঙ্ক বলতে কী বোঝেন ? দেখান যে কম্পনের ক্ষেত্রে মোট শক্তি স্বাভাবিক নির্দেশাঙ্কের বর্গের যোগফল হিসাবে প্রকাশ করা সম্ভব । ২ + ৪

ঘ) একটি সমতলীয় চলতরঙ্গের শক্তির ঘনত্বের রাশিমালা নির্ণয় করুন । ৬

ঙ) $\frac{v^2 \partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$ তরঙ্গ সমীকরণটির সমাধান করুন ।৬

চ) একটি তারকে দুটি সুদৃঢ় বাধার মধ্যে টানটান করে আটকানো আছে । যদি তারটির এক প্রান্ত থেকে দৈর্ঘ্যের এক চতুর্থাংশ দূরে আঘাত করা হয়, তাহলে সময়ের সাপেক্ষে তারটির বিভিন্ন অংশে সরণের রাশিমালা নির্ণয় করুন । ৬

৩। যে-কোনো **চারটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ৩ × ৪ = ১২

ক) একটি দোলকের উপর দুটি কম্পন $x_1 = 2\cos 20\pi t$ ও $x_2 = 2\cos 21\pi t$ প্রযুক্ত হলে বিট কম্পাঙ্ক ও বিট বিস্তার নির্ণয় করুন । ৩

খ) একটি স্প্রিং-এর স্বাভাবিক দৈর্ঘ্য 10 cm । একটি 500 গ্রাম ভর ঝোলালে স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য হয় 12 cm । উল্লম্ব তলে কম্পনের জন্য কম্পাঙ্ক নির্ণয় করুন । ৩

গ) L-C-R শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত একটি বর্তনীতে

$L = 10$ mH, $C = 2\mu$F এবং $R = 20\ \Omega$.

বর্তনীতে একটি ব্যাটারি যুক্ত করা আছে । হঠাৎ যদি ব্যাটারিটিকে বিচ্ছিন্ন করা হয়, ধারকের আধানের বিস্তারের মান অর্ধেক হতে কত সময় নেবে ? ৩

ঘ) চৌম্বক ফিতা অপেক্ষা কমপ্যাক্ট ডিস্কে অভিলেখনের সুবিধা কী কী ? ৩

ঙ) কেমন কম্পাকের শব্দ দুই কানে সমান প্রবণতায় শ্রুত হয় বুঝিয়ে বলুন । ৩

চ) পিজোইলেকট্রিক কেলাসের সাহায্যে অতিশব্দ কেমনভাবে তৈরি করা যায়, আলোচনা করুন । ৩

ছ) কোনো তরঙ্গের সমীকরণ

$$S(x, t) = 10\cos(300t + 5x)$$

তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, বিস্তার ও বেগ নির্ণয় করুন । ৩

জ) ডেসিবেল কাকে বলে ? শব্দতরঙ্গের বিস্তার 5 গুণ বাড়ালে ডেসিবেল এককে তীব্রতার পরিবর্তন নির্ণয় করুন । ৩

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$

a) Establish the differential equation for current in an inductive-capacitive circuit and solve it.

Show that the total energy for a simple harmonic oscillator is constant.

A point mass is dropped inside a tunnel dug along a diameter of the earth. Assuming that the density of the earth to be uniform, show that the point mass follows a simple harmonic motion. Find out the frequency of motion. 4 + 3 + 3

b) A particle is oscillating under two mutually perpendicular simple harmonic motions given by $x = a \cos\omega t$ and $y = b \cos (2\omega t + \phi)$. Draw the Lissajous figures for $\phi = 0, \frac{\pi}{2}$ and π.

For a damped harmonic oscillator, the damping force is proportional to velocity. Solve the equation of motion for critical damping.

If the initial displacement is zero and the initial velocity is non-zero, show that the time after which the oscillator comes to rest does not depend on the initial velocity.

3 + 5 + 2

c) What do you mean by phase velocity and group velocity ? For a liquid of density ρ and surface tension s, the surface wave has a phase velocity

$$v_p = \left(\frac{g\lambda}{2\pi} + \frac{2\pi s}{\lambda\rho} \right)^{1/2}$$

where λ is the wavelength and g is acceleration due to gravity. Find out the phase velocity. For what frequency will the phase velocity be minimum ? Show that in such a condition group velocity equals phase velocity. 2 + 3 + 3 + 2

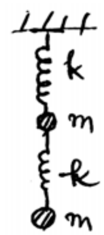
d) Two tuning forks each has a frequency 350 Hz. One of them is going away from a stationary listener with a velocity v. The other is at rest with the listener. If the beat frequency is 5, find out the velocity of the moving tuning fork. The velocity of sound is 340 m/s.

Explain the working principle of a moving coil loudspeaker. 4 + 6

2. Answer any *three* questions : 6 × 3 = 18

a) What do you mean by resonance ? What are sharpness of resonance and Q-factor ? Explain their significance with the help of diagrams. 1 + 2 + 3

b) Two masses are connected by springs as shown in the given figure. Find out the angular frequencies of vibration of the system in a vertical plane.



6

c) What do you understand by normal frequency and normal co-ordinates ? Show that the total energy of vibration can be expressed as sum of squares of normal co-ordinates. 2 + 4

d) Find out an expression for the energy density of a plane progressive wave. 6

e) Solve the wave equation $\frac{v^2 \partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$. 6

f) A wire is stretched between two rigid supports. If it is struck at a distance $\frac{1}{4}$th of the length away from one end, find out the displacement of the different parts of the wire as a function of time. 6

3. Answer any *four* questions : 3 × 4 = 12

a) Find out the beat frequency and the beat amplitude when two vibrations $x_1 = 2 \cos 20\pi t$ and $x_2 = 2 \cos 21\pi t$ are imposed on an oscillator. 3

b) The natural length of a spring is 10 cm. When a 500 gm mass is hung from it, the length becomes 12 cm. Find out its frequency of vibration in a vertical plane. 3

c) In an L-C-R series circuit L = 10 mH, C = 2μF and R = 20 Ω . A battery is connected to the circuit. If the battery is suddenly removed, how much time is required for the amplitude of the charge of the capacitor to become half its original value ? 3

d) What are the advantages of a compact disc over a magnetic tape for recording ? 3

e) Explain what sort of frequencies can be heard with equal intensity in the two ears. 3

f) Discuss how ultrasound can be generated by a Piezoelectric crystal. 3

g) The equation of a wave is

$$S(x, t) = 10\cos(300t + 5x).$$

Find out the frequency, wavelength, amplitude and velocity of the wave. 3

h) What is decibel ? If the amplitude of sound wave is increased by a factor of 5, find out the change in intensity in decibel unit. 3