

## স্নাতক পাঠ্যক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা ( Term End Examination ) :

ডিসেম্বর, ২০১৪ ও জুন, ২০১৫

## পদার্থবিদ্যা ( Physics )

## ঐচ্ছিক পাঠ্যক্রম ( Elective )

## তৃতীয় পত্র ( 3rd Paper : Harmonic Motion, Waves &amp; 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। উপাত্তে 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)  $m_1$  ও  $m_2$  ভরের দুটি বিন্দুভর একটি ভরহীন  $k$ -স্প্রিং প্রবকের স্প্রিং দ্বারা যুক্ত। দুটি ভরের মধ্যে আপেক্ষিক

দূরত্বের গতিয় সমীকরণটি নির্ণয় করুন। একটি দ্বিপরিমাণুক অণুর পরিমাণ দুটির ভর যথাক্রমে

$2 \times 10^{-26}$  kg ও  $2.7 \times 10^{-26}$  kg ; যদি

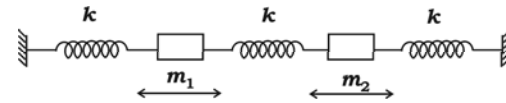
পরিমাণুদের মধ্যে বলকে 190 N/m প্রবকের একটি স্প্রিং দ্বারা অনুমিত করা হয়, তবে অণুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করুন। দেখান যে কম্পনের ক্ষেত্রে মোট শক্তির পরিমাণ প্রবক।

৪ + ২ + ৪

খ) একটি অবমন্দক কম্পকের অবমন্দন বল বেগের সমানুপাতী। ত্র্যস্তীয় অবমন্দনের জন্য কম্পকের গতিয় সমীকরণটি সমাধান করুন। দেখান যে যদি প্রাথমিক সরণ শূন্য হয় ও প্রাথমিক বেগ শূন্য না হয়, তাহলে কম্পকটি যে সময় পরে স্থির হয় তা প্রাথমিক বেগের উপর নির্ভর করে না।

৫ + ৫

গ) প্রদত্ত তন্ত্রের গতিয় সমীকরণ নির্ণয় করুন ও তাদের সমাধান করুন। স্বাভাবিক কম্পনশৈলী ও তন্ত্রটির স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে? তাদের সাপেক্ষে তন্ত্রটির মোট শক্তিকে প্রকাশ করুন।



৬ + ২ + ২

ঘ) উপলার ক্রিয়া কাকে বলে ? উপলার ক্রিয়ার জন্য শ্রোতার গতি ও উৎসের গতির ক্ষেত্রদ্বয়ে শব্দতরঙ্গের কম্পাঙ্কের পরিবর্তন কেমন ভাবে হয় তা নির্ণয় করুন । 340 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট দুটি সুরশলাকা শ্রোতার সাপেক্ষে গতিশীল। একটি শ্রোতার থেকে  $v$  বেগে দূরে সরে যাচ্ছে ও অপরটি  $\frac{v}{2}$  বেগে শ্রোতার দিকে গতিশীল। যদি শ্রোতা 4 Hz কম্পাঙ্কের বিট শুনতে পান তাহলে  $v$ -এর মান নির্ণয় করুন । দেওয়া আছে বায়ুতে শব্দের বেগ 340 m/sec ।

২ + ৫ + ৩

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

ক) পরস্পর লম্বভাবে দুটি সমকম্পাঙ্কের কম্পনের উপরিপাতের ফলে কণাটির গতিপথ কেমন হবে ব্যাখ্যা করুন । দশার অন্তর  $\phi \neq 0$  ;  $\phi$ -এর মান  $\frac{\pi}{2}$  ও  $\pi$  হলে কণার গতিপথটির চিত্র অঙ্কন করুন ।

৪ + ২

খ) যুগ্মিত গতির দুটি সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$\ddot{q}_1 + \sqrt{2} q_2 + 6q_1 = 0$$

$$\text{এবং } \ddot{q}_2 + \sqrt{2} q_1 + 5q_2 = 0$$

স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক ও স্বাভাবিক কম্পনশৈলীর বিস্তারের অনুপাত নির্ণয় করুন ।

৬

গ) শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত একটি LCR বর্তনীতে একটি প্রত্যাবর্তী তড়িচ্চালক বল  $E_0 \cos \omega t$  প্রযুক্ত হয়েছে । বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহের রাশিমালা নির্ণয় করুন । বর্তনীতে অনুনাদ কখন হবে ? দেখান যে অনুনাদের সময় বর্তনীটি শুদ্ধ রোধযুক্ত বর্তনীর মতো আচরণ করে । ৪ + ১ + ১

ঘ) হেলমোলৎসের তত্ত্ব অনুযায়ী ছড় টানা তারের বিস্তারের সমীকরণ নির্ণয় করুন ।

৬

ঙ) কোনো তরলে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বেগের রাশিমালা নির্ণয় করুন ।

৬

চ) একটি ঘরের আয়তন  $1500 \text{ m}^3$  এবং সমগ্র তলের মোট ক্ষেত্রফল  $1200 \text{ m}^2$  ।  $0.5 \text{ W}$  ক্ষমতার শব্দ উৎস ব্যবহার করার পর দেখা গেল উৎসটি থামানোর  $2s$  পরে ঘরের শব্দ শ্রব্যসীমায় পৌঁছায় ।  $100 \text{ W}$  ক্ষমতার উৎস ব্যবহার করলে সময়টি হয়  $3s$ , ঘরের মোট শোষণ কত ? সকল তলের গড় শোষণ গুণাঙ্ক কত ?

৬

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

ক)  $2d$  দৈর্ঘ্যের গ্যাসপূর্ণ একটি চোঙের মধ্যখানে  $m$  ভরের একটি পিস্টন আছে । পিস্টনটিকে কোনো একদিকে সামান্য সরণ ঘটিয়ে ছেড়ে দেওয়া হল । প্রক্রিয়াটিকে সমতাপক ধরলে পিস্টনের কম্পাঙ্ক কত হবে ?

৩

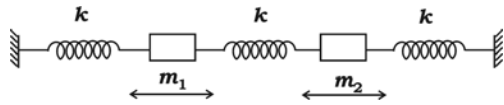
- খ) কোনো দোলকের ভর 10 g, প্রত্যানয়ক বল 5 dyne/cm ও অবমন্দন বল 2 dyne-sec/cm. দোলকের গতি পর্যাবৃত্ত হবে কিনা নির্ণয় করুন। ৩
- গ)  $200 \text{ Nm}^{-1}$  ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং থেকে 0.2 kg ভর ঝুলছে। ভরটির উপর ত্রিযাশীল অবমন্দন বল  $-2\nu \text{ Nm}^{-1}\text{s}$ , যেখানে  $\nu$  ভরটির বেগ। ভরের উপর  $12 \cos 50t$  নিউটন বল ক্রিয়া করলে স্থায়ী অবস্থায় ভরটির বিস্তার ও প্রযুক্ত বলের সঙ্গে সরণের দশা পার্থক্য কত হবে? ৩
- ঘ) দুটি কম্পন  $x_1 = \cos 10\pi t$  ও  $x_2 = 3 \cos 12\pi t$  হলে বিট কম্পাঙ্ক ও বিট বিস্তার নির্ণয় করুন। ৩
- ঙ) কোনো তরঙ্গের সমীকরণ  

$$S = 6.0 \cos (50t + 3x)$$
তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বেগ নির্ণয় করুন। ৩
- চ) শব্দের বিস্তার  $\frac{1}{10}$  গুণ কমালে তীব্রতার হ্রাস ডেসিবেল এককে নির্ণয় করুন। ৩
- ছ) CD তে শব্দের ডিজিটাল অভিলেখনে 16 বিটের সংখ্যা ব্যবহার না করে 4 বিটের সংখ্যা ব্যবহার করলে কি অসুবিধা হত? ৩
- জ) অনুরণন কাল কাকে বলে? নিষ্প্রাণ কক্ষ কাকে বলে? ৩

## ( English Version )

1. Answer any *two* questions :  $10 \times 2 = 20$
- a) Two point masses  $m_1$  and  $m_2$  are connected by a spring of spring constant  $k$ . Obtain the equation of motion for the relative displacement of the two masses. A diatomic molecule has two atoms of masses  $2 \times 10^{-26} \text{ kg}$  and  $2.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$ . If the force between the atoms be approximated by a spring of spring constant 190 N/m, find out the frequency of vibration of the atom. Show that the total energy is a constant for vibrational motion.  
 $4 + 2 + 4$
- b) For a damped oscillator, the force of damping is proportional to velocity. Solve the equation of motion for the oscillator for critical damping. Show that if the initial displacement is zero and the initial velocity is non-zero, then the time after which the oscillator comes to rest is independent of the initial velocity.  
 $5 + 5$

- c) For the given system find out the equations of motion and solve them. What are normal modes and normal frequencies ? Express the total energy of the system in terms of them.



6 + 2 + 2

- d) What is Doppler effect ? Derive how the frequency of sound changes for Doppler effect for motion of the listener and motion of the source. Two tuning forks of frequency 340 Hz moving with respect to a listener is producing a beat of 4 Hz. One of them is moving with a velocity  $v$  away from the listener while the other is moving with a velocity  $\frac{v}{2}$  towards the listener. Determine the value of  $v$ . Given that the velocity of sound in air is 340 m/sec.

2 + 5 + 3

2. Answer any *three* questions :  $6 \times 3 = 18$

- a) Explain the trajectory of the motion of a particle which is under superposition of two perpendicular vibrations of the same frequency, but with a phase difference  $\phi \neq 0$ . Draw the trajectories of the particle when  $\phi$  takes values  $\frac{\pi}{2}$  and  $\pi$ .

4 + 2

- b) The equations for coupled motion are given by the following :

$$\ddot{q}_1 + \sqrt{2} q_2 + 6q_1 = 0$$

$$\ddot{q}_2 + \sqrt{2} q_1 + 5q_2 = 0$$

Find out the normal frequencies and the ratios of the amplitudes of the normal modes.

6

- c) A periodic *e.m.f.* of  $E_0 \cos \omega t$  is applied to a series LCR circuit. Find out an expression for the current in the circuit. When will there be a resonance in the circuit ? Show that at resonance, the circuit behaves as a purely resistive circuit.

4 + 1 + 1

**EPH-III (UT-191/15)**

- d) Find out the equation of displacement of a bowed string using Helmholtz's theory. 6
- e) Find out the expression for velocity of longitudinal wave in a fluid. 6
- f) A room has a volume  $1500 \text{ m}^3$  and the total area of all its surfaces is  $1200 \text{ m}^2$ . While using a sound source of  $0.5 \text{ W}$  it was noted that  $2\text{s}$  after the source is stopped, the sound in the room reaches the limit of hearing. If a  $100 \text{ W}$  sound source is used, the corresponding time is  $3\text{s}$ . What is the total absorption of the room ? What is the average absorption coefficient of all the surfaces ? 6

**B.Sc.-305-G**

[ P.T.O.

**EPH-III (UT-191/15)**

2

3. Answer any *four* questions :  $3 \times 4 = 12$
- a) A gas filled cylinder of length  $2d$  has a piston of mass  $m$  at the middle. The piston is moved slightly to one side and released. Assuming the process to be isothermal, what will be the frequency of the piston ? 3
- b) An oscillator has a mass of  $10 \text{ g}$ , a restoring force  $5 \text{ dynes/cm}$  and a damping force  $2 \text{ dyne-sec/cm}$ . Determine whether the motion is periodic. 3
- c) A mass of  $0.2 \text{ kg}$  is hanging from a spring of spring constant  $200 \text{ Nm}^{-1}$ . The restoring force on the mass is  $-2v \text{ Nm}^{-1}\text{s}$ , where  $v$  is the velocity of the mass. If a force of  $12 \cos 50t \text{ N}$  acts on the mass, what will be the phase difference between the displacement and the force and the amplitude of vibration in steady state ? 3

**B.Sc.-305-G**

- d) Find out the beat frequency and the beat amplitude for two vibrations given by

$$x_1 = \cos 10\pi t \text{ and } x_2 = 3 \cos 12\pi t . \quad 3$$

- e) For the wave described by the equation

$S = 6.0 \cos ( 50t + 3x )$ , find out the frequency, wavelength and velocity of the wave. 3

- f) If the amplitude of sound is reduced by a factor of  $\frac{1}{10}$ , what will be the decrease in intensity in decibel unit ? 3

- g) If 4 bit number was used instead of 16 bit numbers, what would have been the problems of digital recording of sound on a CD ? 3

- h) What is reverberation time ? What is a dead room ? 3

=====