

স্নাতক পাঠক্রম শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা

(BDP Term End Examination)

ডিসেম্বর, ২০১৭ ও জুন, ২০১৮ (December-2017 & June-2018)

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective Course)

পদার্থবিদ্যা (Physics)

দ্বিতীয় পত্র (2nd Paper)

Mechanics and General Properties of Matter : EPH-2

সময় : দুই ঘণ্টা (Time : 2 Hours)

পূর্ণমান : ৫০ (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 precise and correct answer. Marks will be deducted for spelling mistakes, untidiness and illegible handwriting. The figures in the margin indicate full marks.

১। যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $10 \times 2 = 20$

ক) i) কোনো বস্তু x -অক্ষ বরাবর সরলরেখায় গতিশীল এবং তার উপর x -অক্ষ বরাবর F বল কাজ করে। এছাড়া মাধ্যমের রোধের জন্য বল বেগের সমানুপাতিক। বস্তুটির অবস্থানের রাশিমালা নির্ণয় করুন। ৫

ii) কার্টেজিয় ও গোলীয় নির্দেশতন্ত্রের ত্বরণ (acceleration) উপাংশদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করুন। ৫

খ) i) মহাশূন্যে কোনো রকেটের উপর বাইরে থেকে কোনো বল কাজ করছে না। রকেটটি u বেগে পিছন দিকে গ্যাস নিঃসরণ করে। দেখান যে

$$M \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{u} \frac{dM}{dt}$$

যেখানে \vec{v} রকেটের বেগ এবং M ভর। \vec{u} কে ধ্রুবক ধরে দেখান

$$\vec{v}_f - \vec{v}_0 = -u \ln \frac{M_0}{M_f}$$

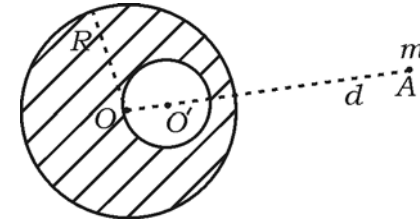
যেখানে 0 দ্বারা প্রাথমিক ও f দ্বারা অন্তিম রাশিকে বোঝানো হয়েছে। ৩ + ২

ii) একটি L দৈর্ঘ্যের রডের প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর রডটির একটি প্রান্তের থেকে দূরত্বের সঙ্গে সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়। ঐ প্রান্ত থেকে রডটির ভরকেন্দ্র কত দূরে অবস্থান করছে? ঐ প্রান্তের সাপেক্ষে রডটির জ্যাড্য ভ্রামক নির্ণয় করুন। রডের ভর M । ৩ + ২

গ) i) একটি M ভরের ও R ব্যাসার্ধের গোলাকৃতি খোলকের বাইরে, ভিতরে ও উপরে মহাকর্ষীয় বিভব ও প্রাবল্য নির্ণয় করুন। খোলকের বেধ উপেক্ষা করুন। ৬

- ii) একটি L দৈর্ঘ্যের হালকা ক্যান্টিলিভার বীমের এক প্রান্তে W ওজন ঝোলানা আছে। প্রান্ত বিন্দুর নমনের রাশিমালা নির্ণয় করুন। ৪
- ঘ) i) প্রবাহীর (তরলের) ক্ষেত্রে অবিচ্ছিন্নতা সূত্রটি নির্ণয় করুন। অসংনম্য প্রবাহীর ক্ষেত্রে সূত্রটির কি পরিবর্তন হবে? ৩ + ১
- ii) নিউটনীয় তরলের শান্ত প্রবাহের জন্য পৌয়াসেইর সমীকরণটি লিখুন ও ব্যাখ্যা করুন। গতিশক্তি জনিত ত্রুটির জন্য এই সমীকরণটিকে কেমনভাবে শুদ্ধ করা হয় আলোচনা করুন। ২ + ৪
- ২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন : ৬ × ৩ = ১৮
- ক) i) আয়নোস্ফিয়ারের মধ্যে দিয়ে রেডিও তরঙ্গ পাঠানো হলে তা ইলেকট্রনের স্তরের উপর কাজ করে। তড়িৎ প্রাবল্য $E_x = E_0 \sin \omega t$ ধরে নিয়ে দেখান যে x -অক্ষ বরাবর ইলেকট্রনের বেগ
- $$v(t) = v_0 + \frac{eE_0}{m\omega} (\cos \omega t - 1) \text{ এবং}$$
- $$x(t) = x_0 + \left(v_0 - \frac{eE_0}{m\omega} \right) t + \frac{eE_0}{m\omega^2} \sin \omega t$$
- ইলেকট্রনের আধান $-e$, ভর m , v_0 এবং x_0 যথাক্রমে x -দিকে প্রাথমিক বেগ ও অবস্থান। ৪
- ii) কয়েকটি কণার মধ্যে কেবল পারস্পরিক বল ক্রিয়া করে। দেখান যে কণা সমষ্টির মোট রৈখিক ভরবেগ ধ্রুবক হবে। ২

- খ) i) একটি কণা একটি বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরছে। যদি কণাটির দ্রুতি v এবং কক্ষপথের ব্যাসার্ধ a হয়, দেখান যে কণাটির ত্বরণ
- $$\vec{f} = -\frac{v^2}{a} \hat{r}. \quad ৩$$
- ii) একরেখীয় পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে মোট গতিশক্তির পরিমাণ ধ্রুবক। প্রমাণ করুন। ৩
- গ) i) একটি L দৈর্ঘ্য ও M ভর বিশিষ্ট ঘনকের দেহের কর্ণকে অক্ষ ধরলে জ্যাডের ভ্রামক নির্ণয় করুন। ৪
- ii) রাফারফোর্ডের পরীক্ষায় যদি সীসার ($Z = 82$) নিউক্লিয়াস ব্যবহার করা হয়, তাহলে 75 MeV শক্তির α -কণার সংঘাত প্রাচল কত হবে? ২
- ঘ) i) একটি R ব্যাসার্ধের গোলকের ভর M । গোলকটির মধ্যে একটি $R/2$ ব্যাসার্ধের গোলকার গহ্বর চিত্রের মতো করে খোঁড়া হল। চিত্রে A বিন্দুতে m ভরের উপর মহাকর্ষ বল নির্ণয় করুন। A বিন্দু OO' সরলরেখার উপর অবস্থান করে। O গোলকের এবং O' গহ্বরের কেন্দ্র। ৩



- ii) গ্র্যাভিমিটারের সাহায্যে কেমনভাবে খনিজ অনুসন্ধান চালানো হয় ? ৩
- ৬) i) একটি 4 mm ব্যাসের স্টিলের তারকে 25°C তাপমাত্রার দুটি দৃঢ় বিন্দুর মধ্যে টানটানভাবে বাঁধা আছে। 15°C তাপমাত্রাতে তারের টান নির্ণয় করুন। স্টিলের জন্য $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ এবং $Y = 2 \times 10^{12} \text{ dynes/cm}^2$ । ৩
- ii) গ্যাসের মধ্যে শব্দের বেগ গ্যাসের ঘনত্ব ও চাপের উপর নির্ভর করে। মাত্রা সমীকরণ থেকে বেগ কেমনভাবে চাপ ও ঘনত্বের সঙ্গে পরিবর্তিত হয় তার রাশিমালা নির্ণয় করুন। ৩
- চ) একটি ব্যাপন পাম্পের বর্ণনা দিন ও কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করুন। ৬
- ৩। যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিন : ৩ × ৪ = ১২
- ক) সময় t -র সাপেক্ষে কোন কণার অবস্থান
- $$\vec{r} = 3t^3 \hat{i} + (2t^2 - 1) \hat{j} + \sin 2\pi t \hat{k}$$
- হলে $t = 3$ সেকেন্ডে কণাটির ত্বরণ নির্ণয় করুন। ৩
- খ) একটি ওয়াগনের উপর থেকে $\frac{du}{dt}$ হারে বালি ওয়াগনের উপর ফেলা হচ্ছে। ওয়াগনটি যদি v সমবেগে গতিশীল থাকে তাহলে ইঞ্জিন ঐ ওয়াগনের উপর কত বল প্রয়োগ করছে? ঘর্ষণ বল উপেক্ষা করুন। ৩

- গ) একটি 20 গ্রাম ভরের বুলেট অনুভূমিকভাবে 100 m/sec বেগে গিয়ে একটি 1 kg ভরের কাঠের ব্লকে প্রবেশ করল। ব্লকটি একটি 1 m লম্বা সুতা দ্বারা ঝুলানো আছে। সুতাটির সর্বোচ্চ কৌণিক বিচ্যুতি কত হবে? ৩
- ঘ) কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখুন। দৃঢ় বস্তুর ক্ষেত্রে তা প্রমাণ করুন। ৩
- ঙ) মুক্তিবৈগ কাকে বলে? মুক্তিবৈগের রাশিমালা নির্ণয় করুন। ৩
- চ) পোয়াসঁর অনুপাত কী? একটি রবারের দন্ডকে টেনে লম্বা করা হল। যদি আয়তনের কোন পরিবর্তন না হয় তাহলে পোয়াসঁর অনুপাতের মান নির্ণয় করুন। ৩
- ছ) ঘূর্ণী পাম্পে চাপ কতদূর পর্যন্ত কমানো যায়? এই সীমাবদ্ধতার কারণ কী? ৩
- জ) মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G -এর মাত্রা নির্ণয় করুন। ৩

(English Version)

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

- a) i) A body is moving along x -axis. A force F is acting along x -axis on it. If the force due to the resistance of the medium is proportional to its velocity, find an expression for its position. 5
- ii) Find the relation between the components of acceleration in Cartesian and Spherical polar co-ordinates. 5
- b) i) In space, no force is acting on a rocket. The rocket is emitting gas with a velocity u towards its back. Show that

$$M \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{u} \frac{dM}{dt}$$

when \vec{v} is the velocity of the rocket and M its mass. Assuming \vec{u} to be constant, show that

$$\vec{v}_f - \vec{v}_o = -u \ln \frac{M_o}{M_f}$$

where o and f refer to initial and final quantities. 3 + 2

- ii) A rod of length L has a mass per unit length which is proportional to its distance from one end. How far is the centre of mass of the rod from that end? Find out the moment of inertia of the rod of mass M from that end. 3 + 2
- c) i) Find out the gravitational potential and intensity for a spherical shell of mass M and radius R inside, outside and on the shell. Neglect the thickness of the shell. 6
- ii) A weight W is suspended at the end of a light cantilever of length L . Find out the depression at that end. 4
- d) i) Establish the equation of continuity for a fluid. What will be its form for an incompressible fluid. 3 + 1
- ii) Write down and explain Poiseuille's equation for a Newtonian fluid. Discuss how this equation is corrected for error due to kinetic energy. 2 + 4

QP Code:18UT81EPH2

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

- a) i) A radio wave sent through ionosphere acts on electrons. Assuming the electric field intensity to be $E_x = E_0 \sin \omega t$ show that the velocity of electron along the x -axis is

$$v(t) = v_0 + \frac{eE_0}{m\omega} (\cos \omega t - 1) \text{ and}$$

$$x(t) = x_0 + \left(v_0 - \frac{eE_0}{m\omega} \right) t + \frac{eE_0}{m\omega^2} \sin \omega t$$

The electron has charge $-e$, mass m . The initial position and velocity in the x -direction are x_0 and v_0 respectively. 4

- ii) Show that if the force acting on a number of particles is only due to mutual interaction between them, the total linear momentum of the system of particles is conserved. 2

- b) i) A particle is moving in a circular orbit. If its speed is v and the radius of the path is a , show that the acceleration of the particle is

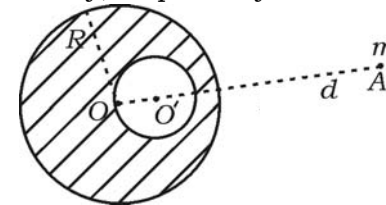
$$\vec{f} = -\frac{v^2}{a} \hat{r}. \quad 3$$

- ii) Show that the total kinetic energy is conserved in fully elastic collision. 3

QP Code:18UT81EPH2 2

- c) i) Find out the moment of inertia of a cube of mass M and length L about its body diagonally. 4
 ii) Find out the impact parameters in Rutherford's experiment for α -particles of energy 75 MeV if Pb ($Z = 82$) is used as target. 2

- d) i) A spherical cavity of radius $\frac{R}{2}$ is made in a sphere of mass M and radius R as shown in the figure. Find out the gravitational force on mass m at the point A. A is situated on the line connecting OO' where O and O' are the centres of the sphere and the cavity, respectively. 3



- ii) How does one use gravimeter to search for minerals? 3
 e) i) A steel wire of diameter 4 mm is just stretched between two rigid supports at 25°C. Find out the tension in the wire at 15°C. Given that for steel, $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ and $Y = 2 \times 10^{12} \text{ dynes/cm}^2$. 3

- ii) Velocity of sound in gas depends on its density and pressure. From dimensional analysis obtain an expression showing how the velocity changes with pressure and density. 3
- f) Describe a diffusion pump and explain its working. 6
3. Answer any *four* questions : $3 \times 4 = 12$
- a) The position of a particle with respect to time t is given by

$$\vec{r} = 3t^3 \hat{i} + (2t^2 - 1) \hat{j} + \sin 2\pi t \hat{k}$$
 Find out the acceleration of the particle at $t = 3$ second. 3
- b) Sand is being loaded on a wagon from above at the rate of $\frac{du}{dt}$. If the wagon is moving with a constant velocity v then what is the force that the engine applies on the wagon ? Neglect friction. 3
- c) A bullet of mass 20 gm hits a wooden block of mass 1 kg after travelling horizontally at a velocity 100 m/sec. and is embedded in it. The block is hung by a string 1 m long. Find out the maximum angular displacement of the string. 3

- d) Write down the law of conservation of angular momentum and prove it for a rigid body. 3
- e) What is escape velocity ? Find an expression for it. 3
- f) What is Poisson's ratio ? A rubber rod is stretched. Find out the value of Poisson's ratio if the volume remains unchanged. 3
- g) What is the limit to which pressure can be reduced in a rotary pump ? What is the reason for this limit ? 3
- h) Find out the dimension of gravitational constant G . 3
-