

স্নাতক পাঠক্রম শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা

(BDP Term End Examination)

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

সহায়ক পাঠক্রম (Subsidiary Course)

পদার্থবিদ্যা (Physics)

প্রথম পত্র (1st Paper)

Physics-I : SPH-I

সময় : তিন ঘণ্টা (Time : 3 Hours)

পূর্ণমান : ১০০ (Full Marks : 100)

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 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 : $২০ \times ২ = ৪০$

- ক) i) দেখান যে নিম্নলিখিত বিন্দুগুলি একটি বৃত্তের
উপর অবস্থান করে যার কেন্দ্রবিন্দু হ'ল
 $P(1, -3)$.
 $A(4, 1)$, $B(-3, -6)$ এবং
 $C(-2, 1)$. 8

- ii) নিম্নের ভেক্টরগুলির সঙ্গে লম্বভাবে আছে এমন
একক ভেক্টরটি নির্ণয় করুন :

$$\vec{a} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k} \text{ এবং}$$

$$\vec{b} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k} . \quad 8$$

- iii) প্রমাণ করুন :

$$(\vec{b} \times \vec{c}) \cdot (\vec{a} \times \vec{d}) + (\vec{c} \times \vec{a}) \cdot (\vec{b} \times \vec{d}) + (\vec{a} \times \vec{b}) \cdot (\vec{c} \times \vec{d}) = 0 \quad 8$$

- iv) যদি $\vec{P} = \vec{A} \cos kt + \vec{B} \sin kt$ হয় তবে

$$\text{দেখান যে } \frac{d^2 \vec{p}}{dt^2} + k^2 \vec{p} = \vec{0} \text{ । ধরে নিন } \vec{A}$$

এবং \vec{B} ধ্রুবক ভেক্টর এবং k স্কেলার ধ্রুবক । ৫

- v) দেখান যে $\vec{A} \cdot \frac{d\vec{A}}{dt} = A \frac{dA}{dt}$. ৩

- খ) i) $\hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টরের অভিমুখে $f = xyz^2$ -এর
অভিমুখী অবকল সহগের মান $(1, 0, 3)$ বিন্দুতে
কত হবে নির্ণয় করুন । f -এর সর্বোচ্চ
পরিবর্তনের হার এবং দিক নির্ণয় করুন । ৫

- ii) যদি $\vec{A} = xz^2 \hat{i} + 2y \hat{j} - 3xz \hat{k}$ এবং

$$\vec{B} = 3xz \hat{i} + 2yz \hat{j} - z^2 \hat{k},$$

তবে $(1, -1, 2)$ বিন্দুতে $\vec{A} \times (\vec{\nabla} \times \vec{B})$

এবং $(\vec{A} \times \vec{\nabla}) \times \vec{B}$ -এর মান নির্ণয় করুন । ৫

- iii) কোন অক্ষের সাপেক্ষে একটি বস্তুর জড়তা ভ্রামকের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করুন। এটি কি বস্তুর ভরের বন্টনের দ্বারা প্রভাবিত হয়? কোন অক্ষকে বেঙ্কন করে ঘূর্ণায়মান কোন বস্তুর গতিশক্তির রাশিমালা নির্ধারণ করুন। ৭
- iv) 'রৈখিক গতির ক্ষেত্রে বস্তুর ভর এবং ঘূর্ণ গতির ক্ষেত্রে বস্তুর জড়তা ভ্রামক পরস্পরের সদৃশ' — ব্যাখ্যা করুন। ৩
- গ) i) ফার্মার নীতি বিবৃত করুন ও তা থেকে আলোর প্রতিসরণের সূত্রগুলি প্রতিষ্ঠা করুন। ৬
- ii) হাইগেনস্ অভিনেত্রের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করুন। রামস্‌ডেনের অভিনেত্রের সঙ্গে এর পার্থক্য কি? ৬
- iii) টান দেওয়া তারে তির্যক তরঙ্গের বেগ এবং তাতে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বেগের রাশিমালাগুলি লিখুন। তারে কোন্ তরঙ্গের বেগ বেশী হবে ব্যাখ্যা করুন। ৪
- iv) দেখান যে শ্রোতা উৎসের দিকে অগ্রসর হবার সময় কম্পাঙ্কের যে পরিবর্তন হয়, একই বেগে উৎস শ্রোতার দিকে অগ্রসর হলে কম্পাঙ্কের পরিবর্তন তা অপেক্ষা বেশী হয়। ৪

- ঘ) i) তাপ-গতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত করুন এবং ব্যাখ্যা দিন। এর তাৎপর্য আলোচনা করুন। ৫
- ii) কার্নো উপপাদ্য কি? প্রমাণ করুন যে কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা সর্বাধিক। ৫
- iii) আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে চাপ ও আয়তন সাপেক্ষে এনট্রপির পরিবর্তনের রাশিমালা নির্ণয় করুন। ৫
- iv) কৃষ্ণবস্তু বিকিরণ সম্পর্কিত স্টীফান সূত্রটি বিবৃত করুন ও ব্যাখ্যা করুন। ৫

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $১২ \times ৩ = ৩৬$

- ক) i) $\vec{A} + \vec{B} = \vec{A} - \vec{B}$ হলে প্রমাণ করুন যে \vec{A} এবং \vec{B} সমকোণে থাকবে। যদি \hat{n} যে কোন একক ভেক্টর এবং \vec{A} যে কোন ভেক্টর হয়, তবে প্রমাণ করুন যে
- $$\vec{A} = \hat{n} (\vec{A} \cdot \hat{n}) + \hat{n} \times (\vec{A} \times \hat{n}) \quad ৬$$
- ii) $\vec{r} = \hat{i} a \cos \omega t + \hat{j} a \sin \omega t$ সমীকরণ কি প্রকার গতি বোঝায়? এখানে a এবং ω কে স্থির ধরবেন। $\frac{d\vec{r}}{dt}$ এবং $\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ -এর মান নির্ণয় করুন। ৬

- খ) i) সংরক্ষী বলের ক্ষেত্রে গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির যোগফল স্থির থাকে তা প্রমাণ করুন। কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? একে ভেক্টর রাশি মনে করা হয় কেন? ৬
- ii) প্রমাণ করুন যে বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘূর্ণমান উপগ্রহের বেগ $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$; চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ধরে নিন। গ্রহগুলির গতি সম্পর্কিত কেপলারের সূত্রগুলি উল্লেখ করুন। ৬
- গ) i) দেখান যে একটি তারের প্রতি একক পাকে মোচড় দ্বন্দের ভ্রামক $= \frac{\pi n R^4}{2l}$, যেখানে সংকেতগুলি প্রচলিত অর্থবহ। ৬
- ii) r cm ব্যাসার্ধের অনেকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলবিন্দু একসঙ্গে মিলে যদি R cm ব্যাসার্ধের একটি বড় জলবিন্দু গঠন করে, তবে প্রমাণ করুন যে জলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি হবে $\frac{3T}{J} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$; এখানে $T =$ জলের পৃষ্ঠটান এবং $J =$ তাপের জুল তুল্যাক্ষ। ৬

- ঘ) i) তরলের সান্দ্রতাক কাকে বলে? তরলের ধারারেখ প্রবাহ এবং অবিন্যস্ত প্রবাহের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করুন। রেনল্ডস সংখ্যা কি? এর প্রয়োজনীয়তা কি? ৬
- ii) তাপমাত্রার সাথে তরলের সান্দ্রতাকের সম্পর্ক কি? নিউটনীয় ও অনিউটনীয় তরলের মধ্যে পার্থক্য কি? ৬
- ঙ) i) গ্যাসের সংকট ধ্রুবকগুলির সংজ্ঞা লিখুন এবং এদের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করুন। গ্যাস ও বাষ্পের পার্থক্য কি? ৬
- ii) ভ্যান ডার ওয়ালস সমীকরণ মেনে চলা কোন গ্যাসের সংকট তাপমাত্রা T_C এবং বয়েল তাপমাত্রা T_B হলে প্রমাণ করুন $T_B = \frac{27}{8} T_C$ । অনুরূপ (Corresponding) অবস্থার সূত্রটি কি? ৬
- চ) i) গ্যাসের তাপমাত্রার গতীয় তাড়িতিক ব্যাখ্যা কি? স্বাধীনতার মাত্রা কি? ত্রিপরমাণুক গ্যাসের বেলায় সঙ্ঘাত্য স্বাধীনতার মাত্রা কি কি? ৬
- ii) তাপ রোধ এবং তাপ রোধাক্ষ বলতে কি বোঝায়? গ্রীণহাউস কাকে বলে? দুঃপ্রাপ্য উদ্ভিদকে গ্রীণহাউসে রাখা হয় কেন? ৬

- ৩। যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $৬ \times ৪ = ২৪$
- ক) i) টর্ক ও কৌণিক ভরবেগ বলতে কি বোঝেন ? এই দুটি রাশির মধ্যে সম্পর্ক কি ? ৩
- ii) দৃঢ়তা গুণাঙ্কের মাত্রা নির্ণয় করুন । ৩
- খ) i) \vec{r} স্থান ভেক্টর হলে প্রমাণ করুন যে $(\vec{A} \cdot \vec{\nabla}) \vec{r} = \vec{A}$. ৩
- ii) একটি কণার উপর $\vec{F} = -a \hat{i} x$ বল ক্রিয়া করে । দেখান যে $\vec{\nabla} \times \vec{F} = \vec{0}$ । এই বলটির স্বরূপ কি ? ৩
- গ) i) নিউটনের মহাকর্ষীয় সূত্রে G -এর মাত্রা ও একক নির্ণয় করুন । ৩
- ii) সূর্যের চতুর্দিকে বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণরত একটি গ্রহের প্রদক্ষিণ কালের বর্গ সূর্য থেকে তার দূরত্বের ত্রিঘাতের সমানুপাতিক । — ব্যাখ্যা করুন । ৩
- ঘ) i) একক দৈর্ঘ্যের কোন তারের ব্যবর্ত দৃঢ়তা এবং নমন দৃঢ়তার তুলনা করুন । ৩
- ii) পয়সন্ অনুপাত কাকে বলে ? এর সীমান্ত মান কি ? ৩

- ঙ) i) টান দেওয়া তারে তির্যক কম্পনের সূত্রগুলি বিবৃত করুন । ৩
- ii) একটি কম্পমান সুরশলাকার নিস্পন্দ এবং সুস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান চিত্র সহযোগে দেখান । ৩
- চ) i) শব্দের স্বরকম্প এবং ব্যতিচারের তুলনা করুন । ৩
- ii) কোন প্রিজম থেকে আলোক রশ্মি নির্গত না হবার শর্ত কি ? ৩
- ছ) i) গোলাপেরণ ত্রুটি কি ? এরূপ নামকরণের কারণ কি ? ৩
- ii) ক্রসড লেন্স কি ? এর ব্যবহার উল্লেখ করুন । ৩
- জ) i) কার্নো চক্রকে প্রত্যাবর্তক বলা হয় কেন ? ৩
- ii) এন্ট্রপির ভৌত তাৎপর্য কি ? ৩

(English Version)

1. Answer any two questions : $20 \times 2 = 40$

a) i) Show that the following points lie on a circle whose centre is at $P(1, -3)$.

$A : (4, 1)$, $B : (-3, -6)$ and

$C : (-2, 1)$. 4

ii) Find a unit vector perpendicular to the following vectors :

$\vec{a} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$ and

$\vec{b} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$. 4

iii) Prove :

$$(\vec{b} \times \vec{c}) \cdot (\vec{a} \times \vec{d}) + (\vec{c} \times \vec{a}) \cdot (\vec{b} \times \vec{d}) + (\vec{a} \times \vec{b}) \cdot (\vec{c} \times \vec{d}) = 0$$

4

iv) If $\vec{P} = \vec{A} \cos kt + \vec{B} \sin kt$ show that

$$\frac{d^2 \vec{p}}{dt^2} + k^2 \vec{p} = \vec{0}. \text{ Assume } \vec{A} \text{ and } \vec{B}$$

are constant vectors and k is scalar constant. 5

v) Show that $\vec{A} \cdot \frac{d\vec{A}}{dt} = A \frac{dA}{dt}$. 3

b) i) Find the directional derivative of $f = xyz^2$ at $(1, 0, 3)$ in the direction of $\hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$. Also find the greatest rate of change and the direction. 5

ii) If $\vec{A} = xz^2 \hat{i} + 2yz \hat{j} - 3xz \hat{k}$ and $\vec{B} = 3xz \hat{i} + 2yz \hat{j} - z^2 \hat{k}$, find the values of $\vec{A} \times (\vec{\nabla} \times \vec{B})$ and $(\vec{A} \times \vec{\nabla}) \times \vec{B}$ at $(1, -1, 2)$. 5

iii) Explain the significance of moment of inertia of a body about an axis. Is it influenced by distribution of mass? Find the kinetic energy of a body rotating about an axis. 7

iv) Explain the similarity between mass in the case of linear motion and moment of inertia in the case of rotational motion. 3

c) i) State Fermat's principle and establish laws of refraction of light from this principle. 6

- ii) Explain the principle of Huygens' eye-piece. What are the differences between Huygens' eye-piece and Ramsden's eye-piece ? 6
- iii) Write down the expressions of velocity of transverse and longitudinal waves in stretched string. Which wave has greater velocity ? Explain 4
- iv) Show that the change of frequency when the observer approaching the source is less than the change of frequency when the source is approaching the observer with the same velocity. 4
- d) i) State and explain second law of Thermodynamics. Discuss its significance. 5
- ii) What is Carnot's theorem ? Prove that the efficiency of Carnot engine is maximum. 5

- iii) Find the expression for the change of entropy in terms of pressure and volume in the case of ideal gas. 5
- iv) State and explain Stefan's law in case of black body radiation. 5
2. Answer any *three* questions : $12 \times 3 = 36$
- a) i) If $\vec{A} + \vec{B} = \vec{A} - \vec{B}$, Prove that \vec{A} and \vec{B} are mutually perpendicular. Prove, $\vec{A} = \hat{n} (\vec{A} \cdot \hat{n}) + \hat{n} \times (\vec{A} \times \hat{n})$ where \hat{n} is any unit vector and \vec{A} is any vector. 6
- ii) What is the nature of the equation $\vec{r} = \hat{i} a \cos \omega t + \hat{j} a \sin \omega t$, where a and ω are constants ? Find $\frac{d\vec{r}}{dt}$ and $\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$. 6
- b) i) Show that the sum of potential and kinetic energy in the case of conservative force is constant. What is angular momentum ? Why is it called a vector quantity ? 6

- ii) Prove that the velocity of a satellite moving round a circular path is $v = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)}}$, symbols have usual meanings. In the case of planetary motion write down Kepler's laws. 6
- c) i) Show that torsional rigidity of a wire per unit turn is $\frac{\pi n R^4}{2l}$, where the symbols have usual meanings. 6
- ii) If a number of droplets of water, all of the same radius r cm combine to form a single drop of radius R cm, show that the rise of temperature of water would be $\frac{3T}{J} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$, where T is the surface tension of water and J the joule equivalent of heat. 6
- d) i) What is coefficient of viscosity of liquid? Mention the differences between streamline and turbulent motions. What is Reynolds number? What is the necessity of this number? 6

- ii) What is the relation between the coefficient of viscosity and temperature of liquid? What are the differences between Newtonian and non-Newtonian liquid? 6
- e) i) Define critical constants in the case of gas and explain their importances. What are the differences between gas and vapour? 6
- ii) In the van der Waals gas prove that $T_B = \frac{27}{8} T_C$, where T_B = Boyle temperature and T_C = critical temperature. What is the law of corresponding states? 6
- f) i) What is the interpretation of temperature according to kinetic theory of gas? What is degree of freedom? What are the probable degrees of freedom of triatomic gas? 6
- ii) What do you mean by thermal resistance and thermal resistivity? What is greenhouse? Why are the rare plants preserved in greenhouse? 6

3. Answer any *four* questions : $6 \times 4 = 24$
- a) i) What do you mean by torque and angular momentum ? What is the relation between these two quantities ? 3
- ii) Find the dimensional formula of Rigidity Modulus. 3
- b) i) If \vec{r} is position vector, prove that $(\vec{A} \cdot \vec{\nabla}) \vec{r} = \vec{A}$. 3
- ii) If a force $\vec{F} = -a \hat{i} x$ acts on a particle, show that $\vec{\nabla} \times \vec{F} = \vec{0}$. What is the nature of this force ? 3
- c) i) Find the dimensional formula and unit of G in Newton's gravitational law. 3
- ii) In the case of a planet moving in a circular path round the sun the square of time period is proportional to the cube of its distance from the sun. — Explain. 3

- d) i) Compare torsional rigidity with flexural rigidity for a wire of unit length. 3
- ii) What is Poisson's ratio ? What are its limiting values ? 3
- e) i) State the laws of transverse vibration in stretched string. 3
- ii) Graphically represent the positions of node and anti-node of a vibrating tuning fork. 3
- f) i) Compare beats with interference of sound. 3
- ii) What is the condition of no emergence of light from a prism ? 3
- g) i) What is spherical aberration ? Why is it so called ? 3
- ii) What is crossed lens ? Mention its uses. 3
- h) i) Why is Carnot cycle called reversible ? 3
- ii) What is the physical significance of entropy ? 3
-