

QP Code:18UT88EPH11

স্নাতক পাঠক্রম শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা

(BDP Term End Examination)

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

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective Course)

পদার্থবিদ্যা (Physics)

একাদশ পত্র (11th Paper)

Relativity and Advanced Mechanics : EPH-11

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। 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 : $১০ \times ২ = ২০$

ক) জড়তা ভ্রামক সংক্রান্ত সমান্তরাল অক্ষের উপপাদ্যটি বিবৃত
করুন ও প্রতিষ্ঠা করুন। চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলতে কী
বোঝেন ? $৮ + ২$

B.Sc.-11651-P

[P.T.O.

QP Code:18UT88EPH11 2

খ) ধরুন একটি m ভরের কণা একমাত্রিক অসীম গভীর
বিভব কূপের মধ্যে চলমান যার বিভব

$$V(x) = 0 \quad \text{যখন } 0 < x < L$$

$$V(x) = \infty \quad \text{যখন } x < 0 \text{ এবং } x > L$$

এখন কণাটির তরঙ্গ অপেক্ষক ও শক্তির রাশিমালা প্রতিষ্ঠা
করুন। ১০

গ) বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্বের দ্বারা উপলার ক্রিয়ার সাধারণ
সমীকরণ নির্ণয় করুন। দেখান যে একটি কণা আলোর
বেগ নিয়ে চলমান হলে, তার স্থির ভর শূন্য হয়। $৮ + ২$

ঘ) আলোকতড়িৎক্রিয়ার ক্ষেত্রে আইনস্টাইনের স্বীকার্যগুলি
লিখুন। লেখচিত্রের মাধ্যমে আলোকতড়িৎক্রিয়ার ক্ষেত্রে
আইনস্টাইনের সমীকরণ প্রকাশ করুন। নিবৃতি বিভব বা
ছেদক বিভব বলতে কী বোঝেন? 127°C উষ্ণতায়
নিউটনের ডি-ব্রগলির তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করুন।
দেওয়া আছে, বোলজম্যান ধ্রুবক,

$$K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1} ;$$

$$\text{প্লাঙ্ক ধ্রুবক, } h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js} ;$$

$$\text{নিউটনের ভর, } m = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg.}$$

$২ + ৩ + ২ + ৩$

B.Sc.-11651-P

3 QP Code:18UT88EPH11

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

ক) একে অপরের দিকে গতিশীল, দুটি প্রোটন কণার আপেক্ষিক বেগ কত? m_0 স্থির ভরের একটি বস্তু স্বতঃস্ফূর্তভাবে m_{01} ও m_{02} স্থির ভরের দুটি টুকরোতে ভেঙ্গে গেল, টুকরো দুটির বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 , তাহলে দেখান যে $m_0 > (m_{01} + m_{02})$. ২ + ৪

খ) দেখান যে ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে গতিশক্তির রাশিমালা

$$T_{rot} = \frac{1}{2} (\vec{L} \cdot \vec{\omega})$$

যেখানে \vec{L} হল কৌণিক ভরবেগ ভেক্টর এবং $\vec{\omega}$ হল কৌণিক বেগ ভেক্টর। ৬

গ) উদাহরণসহ সঞ্জায়িত করুন : 4-ভেক্টর। মাইকেলসন-মরলি পরীক্ষার উদ্দেশ্যগুলি লিখুন। ৪ + ২

ঘ) হাইসেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতিটি লিখুন। একটি ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে অবস্থানের সর্বোচ্চ অনিশ্চয়তা হল 2×10^{-14} m, তাহলে সেটির ভরবেগের সর্বনিম্ন অনিশ্চয়তা নির্ণয় করুন। ২ + ৪

ঙ) একটি কণার তরঙ্গ অপেক্ষক হল

$\psi(x) = ce^{-\alpha^2 x^2}$, $-\infty < x < \infty$ যেখানে c এবং α হল ধ্রুবক। তাহলে কণাটির $0 < x < \infty$ এই অঞ্চলে খুঁজে পাওয়ার সম্ভাবনা বের করুন। ৬

QP Code:18UT88EPH11 4

চ) একটি রৈখিক দোলগতির ক্ষেত্রে ভৌমস্তরের শক্তি বের করুন। ৬

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

ক) দেখান যে $\left[\hat{L}_x, \hat{x} \right] = \left[\hat{L}_y, \hat{y} \right] = 0$. ৩

খ) আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্বের স্বীকার্য দুটি লিখুন। ৩

গ) 200 eV শক্তির একটি ইলেকট্রন 10^{-4} cm ব্যাসার্ধের ছিদ্র দিয়ে চালিত হলে তার নিগম কোণের অনিশ্চয়তা কত? ৩

ঘ) এরেনফেস্টের উপপাদ্যটি লিখুন। ৩

ঙ) একটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে ভৌমস্তর থেকে আয়নিত করার জন্য 13.58 eV শক্তির প্রয়োজন হয়। এখন ভৌমস্তর থেকে $n = 4$ স্তরে উত্তেজিত করার জন্য কত পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হবে? ৩

চ) হাইড্রোজেন পরমাণুর ক্ষেত্রে বোরের অঙ্গীকারগুলি লিখুন। ৩

ছ) দেখান যে $v_p v_g = c^2$, যেখানে v_p , v_g হল যথাক্রমে দশা গতিবেগ ও গোষ্ঠী গতিবেগ এবং c হল আলোর গতিবেগ। ৩

জ) হাইড্রোজেন পরমাণুর ক্ষেত্রে বিভিন্ন রেখা বর্ণালির শ্রেণিগুলির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রাশিমালা লিখুন। ৩

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$
- a) Write down the parallel axes theorem of moment of inertia and establish the equation. What do you mean by radius of gyration ? $8 + 2$
- b) Consider a particle of mass m moving in a one dimensional infinitely deep potential well of which potential is given by
- $$V(x) = 0 \quad \text{for } 0 < x < L$$
- $$V(x) = \infty \quad \text{for } x < 0 \text{ and } x > L$$
- then establish the wave function and energy of the particle. 10
- c) Determine the general formula for Doppler effect of light by special theory of relativity. Show that a particle travels with speed of light must have a zero mass. $8 + 2$

- d) Write down the postulates of Einstein for photoelectric effect. Graphically express the photoelectric effect as explained by Einstein. Define stopping potential. Find out the de Broglie wavelength of neutron at temperature 127°C . Given, Boltzmann constant $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$; Planck constant, $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$; Mass of neutron, $m = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$. $2 + 3 + 2 + 3$
2. Answer any *three* questions : $6 \times 3 = 18$
- a) What is the relative velocity of two protons approaching each other ? A body of mass m_0 at rest Spontaneously breaks into two parts, with rest masses m_{01} , m_{02} and speeds v_1 , v_2 respectively. Show that $m_0 > (m_{01} + m_{02})$. $2 + 4$
- b) Show that the expression for the kinetic energy of rotation T_{rot} is given by
- $$T_{rot} = \frac{1}{2} (\vec{L} \cdot \vec{\omega})$$
- where \vec{L} is the angular momentum vector and $\vec{\omega}$ is the angular velocity vector. 6

3 QP Code:18UT88EPH11

- c) Define 4-vector with example. What is the purpose of the Michelson-Morley experiment? 4 + 2
- d) Write down the Heisenberg's uncertainty principle. The maximum uncertainty in the position of an electron in a nucleus is 2×10^{-14} m. Find the minimum uncertainty in its momentum. 2 + 4
- e) The wave function of a particle is given by $\psi(x) = ce^{-\alpha^2 x^2}$, $-\infty < x < \infty$ where c and α are constants. Calculate the probability of finding the particle in the region $0 < x < \infty$. 6
- f) Calculate the ground state energy of a Linear Harmonic oscillator. 6
3. Answer any four questions : 3 × 4 = 12
- a) Show that $\left[\hat{L}_x, \hat{x} \right] = \left[\hat{L}_y, \hat{y} \right] = 0$. 3
- b) Write down Einstein's two postulates for special theory of relativity. 3
- c) If an electron of 200 eV is passing through a hole of radius 10^{-4} cm, find out the uncertainty of the emergence angle. 3

QP Code:18UT88EPH11 4

- d) Write down Ehrenfest's theorem. 3
- e) The amount of energy required to ionise a hydrogen atom in the ground state is 13.58 eV. How much energy is needed to excite it from the ground state to the $n = 4$ level? 3
- f) Write down the Bohr's postulates for the theory of hydrogen atom. 3
- g) Show that $v_p v_g = c^2$, where v_p and v_g are phase velocity and group velocity respectively and c is the velocity of light. 3
- h) Write down the expressions of wavelength of different series of line spectrum for hydrogen atom. 3