

2020

## PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-A-2

(Modern Physics)

Full Marks : 65

*Candidates are required to give their answers in their own words  
as far as practicable.*

*প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।*

Day 1

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) কৃষ্ণ বস্তু বিকিরণ সংক্রান্ত প্ল্যাঙ্কের সূত্রটি বিবৃত করো।
- (খ) যদি একটি ধাতুর আলোকতড়িৎ সূচনা তরঙ্গদৈর্ঘ্য 680 nm হয়, তাহলে ওই ধাতুটির কার্য অপেক্ষক eV-এ কত হবে?  
প্রদত্ত  $h = 6.67 \times 10^{-34}$  J-sec।
- (গ) একটি ইলেকট্রনের দ্য ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য গণনা করো যার ত্বরণ বিভব 300V। প্রদত্ত ইলেকট্রনের ভর =  $9.1 \times 10^{-31}$  kg।
- (ঘ) হাইসেনবার্গ-এর অনিশ্চয়তা তত্ত্বটি বিবৃত করো।
- (ঙ) তরঙ্গ অপেক্ষক  $\psi$ -এর ভৌত তাৎপর্য লেখো।
- (চ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের মৌলিক স্বীকার্যগুলি বিবৃত করো।
- (ছ) পরীক্ষাগারের সাপেক্ষে দুটি বস্তুকণা পরস্পরের দিকে 0.7C বেগে ধাবমান। তাদের আপেক্ষিক বেগ কত?
- (জ) অপটিক্যাল পাম্পিং কাকে বলে?

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (ক) দশা বেগ ও গুচ্ছ বেগ-এর সংজ্ঞা লেখো। এদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ২+৩
- (খ) আইনস্টাইনের আলোকতড়িৎ সমীকরণটি লেখো এবং আলোকতড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলি ব্যাখ্যা করো। ২+৩
- (গ) হাইসেনবার্গের অনিশ্চয়তা তত্ত্বের সাহায্যে নিউক্লিয়াসের ভিতরে ইলেকট্রনের অনুপস্থিতি ব্যাখ্যা করো। ৫
- (ঘ) বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্বে সময় দীর্ঘসূত্রতা বলতে কী বোঝা? সংশ্লিষ্ট সমীকরণটি নির্ণয় করো। ২+৩
- (ঙ) বিপরীত সংখ্যা-ঘনত্ব (population inversion) বলতে কী বোঝা? দেখাও যে লেসিং ক্রিয়ার জন্য বিপরীত সংখ্যা-ঘনত্ব একটি প্রয়োজনীয় শর্ত। ২+৩

Please Turn Over

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৩। (ক) দেখাও যে একটি মুক্ত ইলেকট্রন দ্বারা বিক্ষিপ্ত হওয়ার কারণে কোনো X-রশ্মি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\phi) \text{।}$$

(চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহন করে।)

(খ) উপরের ক্ষেত্রে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সর্বোচ্চ পরিবর্তন নির্ণয় করো। প্রদত্ত ইলেকট্রনের ভর =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ।

(গ) ডেভিসন-গার্মার পরীক্ষার তাৎপর্য কী?

৫+৩+২

৪। (ক) শ্রয়ডিসারের সময়-নিরপেক্ষ তরঙ্গ সমীকরণটি নির্ণয় করো।

(খ) 'L' দৈর্ঘ্যের একটি একমাত্রিক দৃঢ় বাস্তবের মধ্যে সীমাবদ্ধ একটি বস্তুর জন্য ওপরের সমীকরণটি সমাধান করো এবং এর আইগেন মান নির্ণয় করো।

৪+(৪+২)

৫। (ক) কণা-তরঙ্গের দ্বৈত সত্ত্বা ব্যাখ্যা করো। তরঙ্গ-প্যাকেট (wave-packet) কাকে বলে?

(খ) একটি ইলেকট্রন 10 nm রৈখিক মাত্রার একটি অঞ্চলের মধ্যে সীমাবদ্ধ। এর ভরবেগ অনিশ্চয়তা কত?

(গ) পরিমিত (Normalised) তরঙ্গ অপেক্ষক বলতে কী বোঝো?

(২+২)+৩+৩

৬। (ক) প্রমাণ করো যে,  $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$ ,

চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থবহন করে।

(খ) 0.6 C বেগে গতিশীল একটি নির্দেশতন্ত্রে একটি দণ্ড রাখা আছে। নির্দেশতন্ত্রটি দণ্ডের সমান্তরালে গতিশীল। দণ্ডটির দৈর্ঘ্য সঙ্কোচনের শতকরা পরিবর্তনটি নির্ণয় করো।

(গ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের বেগ-সংযোজন সূত্রটি নির্ণয় করো।

৪+৩+৩

৭। (ক) তরঙ্গ গতিবিদ্যার মূল স্বীকার্যগুলি কি কি?

(খ) তরঙ্গ অপেক্ষকের অর্থোগোনালিটি (orthogonality) ব্যাখ্যা করো।

(গ) দেখাও যে একটি হার্মিশিয়ান সংকারকের আইগেন মানগুলি প্রকৃত (real)।

৫+২+৩

৮। (ক) যথাযোগ্য চিত্রের সাহায্যে রুবি লেসারের বর্ণনা দাও।

(খ) আইনস্টাইনের 'A' ও 'B' প্রক্রিয়ার মধ্যে সম্পর্কটি নির্ণয় করো।

৫+৫

**[English Version]**

*The figures in the margin indicate full marks.*

1. Answer **any five** questions : 2×5
- State Planck's law of black body radiation.
  - Calculate the work function in eV for a metal, if the photoelectric threshold wavelength is = 680 nm.  
 $h = 6.67 \times 10^{-34}$  J.sec.
  - Calculate the de Broglie wavelength of an electron whose accelerating potential is 300 V. Mass of electron =  $9.1 \times 10^{-31}$  kg.
  - State Heisenberg uncertainty principle.
  - Write down the physical interpretation of wave function  $\psi$ .
  - State the basic postulates of the special theory of relativity.
  - Two particles are coming towards each other with a speed of  $0.7c$ , with respect to laboratory. What is their relative speed?
  - What is meant by optical pumping?

2. Answer **any three** questions :
- Define phase velocity and group velocity and deduce the relation between them. 2+3
  - Write down Einstein's photoelectric equation and explain the characteristics of photoelectric effect. 2+3
  - Using Heisenberg uncertainty principle, justify the absence of electron inside the nucleus. 5
  - In relativity what do you understand by time dilation. Deduce an expression for it. 2+3
  - What do you mean by population inversion? Show that, population inversion is a necessary condition for Lasing action. 2+3

Answer **any four** questions.

3. (a) Show that the shift in wavelength of a X-ray photon due to scattering by a free electron is given by

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos\phi)$$

where the symbols have their usual meanings.

- Calculate the maximum wavelength shift in above case. Given that the mass of electron is  $9.1 \times 10^{-31}$  kg.
  - What is the importance of Davisson-Germer experiment. 5+3+2
4. (a) Derive Schrödinger time independent wave equation.
- Solve the above equation for a particle enclosed in a one dimensional rigid box of side 'L' and obtain its eigenvalues. 4+(4+2)

**Please Turn Over**

5. (a) Explain wave-particle duality. What is wave-packet?  
(b) What is the uncertainty in the momentum of an electron, which is restricted to a region of linear dimension of 10 nm?  
(c) What do you mean by normalisation of a wave function? (2+2)+3+3
6. (a) Prove the relation :  $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$ , where the symbols have their usual meanings.  
(b) Calculate the percentage of contraction in the length of a rod in a frame of reference moving with a velocity of  $0.6c$  in a direction parallel to its length.  
(c) Deduce the relativistic velocity addition theorem. 4+3+3
7. (a) What are the basic postulates of wave mechanics?  
(b) Explain orthogonality of wave function.  
(c) Prove that the eigenvalues of a Hermitian operator are real. 5+2+3
8. (a) Describe Ruby laser with a suitable diagram.  
(b) Derive the relation between Einstein's 'A' and 'B' coefficients. 5+5
-