

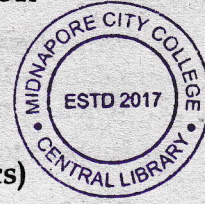
2022

1st Semester Examination

PHYSICS (Honours)

Paper : GE 1-T

(Elements of Modern Physics)



[CBCS]

Full Marks : 40

Time : Two Hours

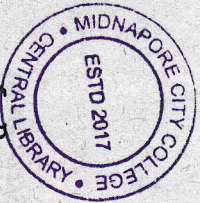
*The figures in the margin indicate full marks.
Candidates are required to give their answers
in their own words as far as practicable.*

Group - A

Answer any *five* of the following questions : $2 \times 5 = 10$

1. What is Compton effect? Write down the expression for Compton shift.
2. The wave length of the first Balmer line in Hydrogen spectrum is 6563\AA . Find the wave length of the first line of the Lyman series.
3. What do you mean by matter wave? What is the expression of its wave length?
4. State the Heisenberg's uncertainty principle. State the energy-time uncertainty principle.

P.T.O.



(2)

5. Prove that the wave function $\psi(x) = Ae^{ikx}$ is an eigen function of the momentum operator. $K =$ Propagation constant.

6. Write down the properties of nuclear forces.

7. When a nucleus emits a gamma ray photon, what happens to its atomic number, mass number and actual mass?

8. Describe the function of moderator and control rods in a nuclear reactor.

Group - B

Answer any *four* of the following questions : $5 \times 4 = 20$

9. Give an account of Einstein's explanation of Photoelectric effect on the basis of quantum theory. 5

10. Write down the basic postulates of Bohr's theory for hydrogen atom. Using Bohr's quantization principle, find the velocity of revolution of an electron in the 2nd orbit of a Hydrogen-like atom. 2+3

11. What do you mean by wave-particle duality? Calculate the de Broglie wavelength of an electron of kinetic energy 500 eV in Å unit. [$h = 6.626 \times 10^{-34}$ J s, $1eV = 1.602 \times 10^{-19}$ J, $m_e c^2 = 0.5$ MeV]. 2+3

12. Derive the Schrödinger's time independent equation in one dimension. Normalize the wave function given below to find out the Constant 'A' for the Gaussian wave packet given as :



(3)

$\psi(x) = Ae^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}} e^{ikx}$ given that $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha^2 x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$.

3+2

13. Derive the expression for average life of a radioactive substance in terms of decay constant. 1.0 gm of a radioactive substance takes 91 days to lose 0.9 gm. Calculate the half-life and mean life of the substance. 3+2

14. Write down the differences between nuclear fission and fusion. What is the source of energy in the sun? How is it generated? Illustrate with an example. 2+1+2

Group - C

Answer any *one* of the following questions :

$10 \times 1 = 10$

15. Consider a particle of energy $E < V_0$ moving from left to right towards a region having a rectangular potential barrier of height V_0 represented by the equations

$V = 0$ for $-\infty < x < 0$
 $V = V_0$ for $0 < x < L$
 $V = 0$ for $L < x < \infty$

(i) Write down the Schrödinger wave equations and its physically acceptable solution in the three regions and also mention the boundary conditions of the problem.

P.T.O.

(4)

(ii) Use the equation to work out the transmission coefficient for $E < V_0$.

(iii) What is quantum mechanical tunnelling? 3+5+2

16. (i) Derive the semi-empirical mass formula of a nucleus of mass number 'A', containing 'Z' protons and 'N' neutrons explain each term used in the expression.

(ii) How does the uncertainty principle rule out the possibility of electron being inside of nucleus?

(iii) Write down the value of the mass of a photon.

5+4+1

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

নিচের যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও। 2×5=10

1. কম্পটন ক্রিয়া কি? কম্পটন ক্রিয়ায় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য পরিবর্তনের রাশিমালাটি লেখো।

2. হাইড্রোজেন বর্ণালীতে প্রথম বালমার রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 6563 Å। লাইম্যান শ্রেণীর প্রথম রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

3. পদার্থ তরঙ্গ বলতে কি বোঝো? এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রাশিমালাটি লেখো।

4. হাইড্রোজেনবর্গের অনিশ্চয়তা নীতি বর্ণনা করো। শক্তি-সময় অনিশ্চয়তার নীতিটি বর্ণনা করো।

(5)

5. প্রমাণ করো যে তরঙ্গ অপেক্ষক $\psi(x) = Ae^{ikx}$ হলে ভরবেগ অপারেটরের একটি আইগেন অপেক্ষক $K =$ বিস্তার ধ্রুবক।

6. নিউক্লিও বলের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।

7. যখন একটি নিউক্লিয়াস একটি গামা রশ্মি ফোটন নির্গত করে, তখন তার পারমাণবিক সংখ্যা, ভর সংখ্যা এবং প্রকৃত ভরের কী ঘটে?

8. পারমাণবিক মুল্লিতে মডারেটর এবং কন্ট্রোল রডের কাজ বর্ণনা করো।

বিভাগ - খ

নিচের যেকোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও। 5×4=20

9. কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্যে আইনস্টাইনের আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার ব্যাখ্যা আলোচনা করো। 5

10. হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য বোরের তত্ত্বের মৌলিক অনুমানগুলি লেখো। বোরের কোয়ান্টাইজেশন নীতি ব্যবহার করে, হাইড্রোজেন-সদৃশ পরমাণুর দ্বিতীয় কক্ষপথে একটি ইলেকট্রনের পরিক্রমণ বেগ নির্ণয় করো। 2+3

11. তরঙ্গ-কণা ত্বিততা বলতে কী বোঝো? 500 eV গতিশক্তির একটি ইলেকট্রনের ডি ব্রোগলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ এককে নির্ণয় করো। $[h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}, 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}, m_e c^2 = 0.5 \text{ MeV}]$. 2+3

12. জোড়স্বরের এক মাত্রিক সময় নিরপেক্ষ সমীকরণটি নির্ণয়

P.T.O.

(6)

করো। নিম্নলিখিত তরঙ্গ অপেক্ষকটি নরমালাইজ করে গাউসিয়ান তরঙ্গ প্যাকেটের জন্য 'A' ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো :

$$\psi(x) = Ae^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}} \text{ given that } \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha^2 x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

3+2

13. ক্ষয় ধ্রুবকের পরিপ্রেক্ষিতে একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় জীবনের জন্য অভিব্যক্তিটি বের করে। 1.0 gm একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের 0.9 gm হারাতে 91 দিন সময় নেয়। পদার্থের অর্ধ-জীবন এবং গড়-জীবন নির্ণয় করে। 3+2

14. নিউক্লিও সংযোজন এবং বিয়োজনের মধ্যে পার্থক্য লেখ। সূর্যের শক্তির উৎস কি? এটা কীভাবে উৎপন্ন হয়? একটি উদাহরণ দিয়ে ব্যাখ্যা করে। 2+1+2

বিভাগ - গ

নিচের যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও। $10 \times 1 = 10$

15. ধরা, $E < V_0$ শক্তি সম্পন্ন একটি কণা একটি V_0 উচ্চতা যুক্ত আয়তাকার বিভব প্রাচীরের বাম দিক থেকে ডান দিকে গতিশীল। আয়তাকার বিভব প্রাচীরটি নিম্নলিখিত সমীকরণগুলির সাহায্যে বর্ণিত :

$$V = 0 \text{ for } -\infty < x < 0$$

$$V = V_0 \text{ for } 0 < x < L$$

$$V = 0 \text{ for } L < x < \infty$$

(7)

(ক) প্রোডিসার তরঙ্গ সমীকরণ এবং তিনটি অঞ্চলের গ্রহণযোগ্য সমাধান লেখো এবং সমস্যার সীমানা শর্তগুলিও উল্লেখ করো।

(খ) $E < V_0$ -এর জন্য ট্রান্সমিশন সহগ নির্ধারণ করতে সমীকরণগুলি ব্যবহার করো।

(গ) কোয়ান্টাম মেকানিক্যাল টানেলিং কি? 3+5+2

16. (ক) 'A' ভর সংখ্যার একটি নিউক্লিয়াসের অর্ধ-অনুমেয় ভর সূত্রটি বের করে, যার মধ্যে 'Z' প্রোটন এবং 'N' নিউট্রন রয়েছে। অভিব্যক্তিতে ব্যবহৃত প্রতিটি শব্দকে ব্যাখ্যা করে।

(খ) অনিশ্চয়তা নীতি কীভাবে নিউক্লিয়াসের ভিতরে ইলেকট্রন থাকার সম্ভাবনাকে বাতিল করে?

(গ) ফেটনের ভরের মান লেখো। 5+4+1