

স্নাতক পাঠ্যক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (Term End Examination) :

ডিসেম্বর, ২০১৪ ও জুন, ২০১৫

পদার্থবিদ্যা (Physics)

ঐচ্ছিক পাঠ্যক্রম (Elective)

চতুর্দশ পত্র (14th Paper : Nuclear Physics)

সময় : দুই ঘন্টা

পূর্ণমান : ৫০

Time : 2 Hours

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 accuracy and relevance in the answer. Marks will be deducted for incorrect spelling, untidy work and illegible handwriting.

The weightage for each question has been indicated in the margin.

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

ক) কেন্দ্রকীয় বলের বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন। কেন্দ্রকীয় বলের মেসন তত্ত্ব বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করুন। কেন্দ্রকের গঠনের ব্যাখ্যা হিসেবে প্রোটন-ইলেকট্রন তত্ত্বের ব্যর্থতার বিষয়ে সংক্ষেপে লিখুন।

 $8 + 3 + 3$

B.Sc.-419-G

[P.T.O.

খ) আলফা কণার পাল্লা বলতে কী বোঝায়? আলফা কণার পাল্লা সংক্রান্ত গাইগার-ন্যাটাল সূত্রটি ব্যাখ্যা করুন। যে সব তেজস্ক্রিয় কেন্দ্রক থেকে আলফা কণা নির্গত হয় সেগুলির বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত করতে সূত্রটি কীভাবে সাহায্য করে?

 $2 + 5 + 3$

গ) কেন্দ্রক সংযোজন প্রক্রিয়াটি উপযুক্ত উদাহরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করুন। কেন্দ্রক বিভাজন প্রক্রিয়ার সঙ্গে এর পার্থক্য কী? বিজ্ঞানীরা পৃথিবীতে এই কেন্দ্রক সংযোজন প্রক্রিয়ায় শক্তি আহরণ করতে কিছু অসুবিধার মুখোমুখি হচ্ছেন অথচ সূর্যপৃষ্ঠে এই বিক্রিয়া অবিরতভাবে চলেছে। এর কারণ ব্যাখ্যা করুন।

 $8 + 2 + 8$

ঘ) উপযুক্ত চিত্রের সাহায্যে একটি সাইক্লোট্রনের (cyclotron) কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করুন। ইলেকট্রনকে ত্বরান্বিত করার জন্য সাইক্লোট্রন কেন ব্যবহার করা যায় না? বিটাট্রন কাকে বলা হয়?

 $6 + 2 + 2$

ঙ) কোনো কেন্দ্রকের সমাবেশ ভগ্নাংশ (packing fraction) কাকে বলে? কেন এর মান ঋণাত্মক কিংবা ধনাত্মক এমনকি শূন্যও হতে পারে? ভরসংখ্যার সঙ্গে সমাবেশ ভগ্নাংশের পরিবর্তনের লেখচিত্র অঙ্কন করে এই লেখচিত্র থেকে আমরা কী গুরুত্বপূর্ণ তথ্য পেতে পারি, তা আলোচনা করুন।

 $2 + 3 + 5$ ২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $6 \times 3 = 18$

ক) বিটা রশ্মির বৈশিষ্ট্যগুলি বর্ণনা করুন। আপাত দৃষ্টিতে বিটা বিঘটনের ক্ষেত্রে শক্তি সংরক্ষণ নীতির যে বিচ্যুতি লক্ষ্য করা যায় তার কারণ ব্যাখ্যা করুন।

 $8 + 2$

B.Sc.-419-G

- খ) লেপ্টন ও হ্যাড্রনের পার্থক্যগুলি লিখুন। উভয় প্রকার কণার দুটি করে উদাহরণ দিন। $1 \text{ MeV}/c^2$ কে কিলোগ্রাম এককে প্রকাশ করুন। ৪ + ২
- গ) কেন্দ্রীয় বিক্রিয়া বলতে কি বোঝায়? কেন্দ্রীয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য সংরক্ষণ সূত্রগুলি লিখুন। ২ + ৪
- ঘ) প্রকৃতিতে যে চার প্রকারের মিথস্ক্রিয়া লক্ষ্য করা যায় তাদের নাম উল্লেখ করে সেগুলি সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখুন। ৬
- ঙ) রাসায়নিক সাম্য ও তেজস্ক্রিয় সাম্যের পার্থক্য নির্দেশ করুন। তেজস্ক্রিয় সাম্য কি প্রকৃত অর্থে একটি সাম্য? আপনার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দিন। ৩ + ৩
- চ) কোনো কেন্দ্রীয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে Q মান (Q value) বলতে কি বোঝায়? যৌগ কেন্দ্রকের ধারণার ওপর ভিত্তি করে কীভাবে কেন্দ্রক বিক্রিয়া সংক্রান্ত কতকগুলি পর্যবেক্ষণ ব্যাখ্যা করা যায়? ৩ + ৩
- ৩। যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিন : ৩ × ৪ = ১২
- ক) একটি তেজস্ক্রিয় কেন্দ্রকের অর্ধায়ু ২২ দিন। এই উপাদানের ১০ g এবং ২০ g ভরবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন নমুনা নিয়ে একটি বাস্কের একটি খোপের দুই কোণায় আলাদা ভাবে রাখা হল। ঐ বাস্কের আরেকটি খোপের মধ্যে এই তেজস্ক্রিয় উপাদানের ৩০ g রাখা হল। এই বাস্কটি ৪৪ দিন বাদে আবার খুললে দুটি খোপে কি পরিমাণ তেজস্ক্রিয় উপাদান পাওয়া যাবে? ৩

- খ) ইলেকট্রনের কোন্ কোন্ বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য তাকে ফার্মিয়ন (Fermion) বলা হয়? কোনো বোসন (boson) কণার থেকে তার পার্থক্যগুলি কি? ৩
- গ) কেন্দ্রক বিভাজন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করার জন্য কেন্দ্রকের তরল বিন্দু গঠনের মডেলটি ব্যাখ্যা করুন। ৩
- ঘ) গামা রশ্মির ধর্মগুলি লিখুন। এই রশ্মির দুটি প্রয়োগের উল্লেখ করুন। ৩
- ঙ) নিউট্রন ও প্রোটনের কোয়ার্কভিত্তিক গঠন লিখুন। একটি বিচ্ছিন্ন নিউট্রন কীরকম ভাঙন প্রক্রিয়ার মধ্যে দিয়ে যায়? ২ + ১
- চ) বিটা ভাঙনের ক্ষেত্রে K ইলেকট্রন অধিগ্রহণ বলতে কি বোঝায়? ৩
- ছ) তেজস্ক্রিয় ভাঙনের ফলে গামা রশ্মি নির্গত হয়। পরমাণুর অভ্যন্তরে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর পরিবর্তনের ফলে যে এক্স (X) রশ্মি পাওয়া যায় গামা রশ্মি তার তুলনায় অধিক শক্তিশালী। এই পর্যবেক্ষণ থেকে কেন্দ্রকের শক্তিস্তর সম্পর্কে কি সিদ্ধান্তে পৌঁছানো যায়? ৩
- জ) পারমাণবিক ভর একক (atomic mass unit বা amu) কী? আমরা যখন বলি যে ১ amu প্রায় ৯৩১ MeV-এর সমান, তখন কী বোঝায়? ২ + ১

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$
- a) Write down the characteristics of the nuclear force. Explain what is meant by the meson theory of nuclear forces. Write briefly about the failure of the proton-electron theory of the structure of the nucleus. $4 + 3 + 3$
- b) What is meant by the range of alpha particles ? Explain the Geiger-Nuttall law in connection with the range of alpha particles. How does this law help us to identify the characteristics of the different alpha emitting radioactive nuclei ? $2 + 5 + 3$
- c) Explain the process of nuclear fusion with suitable example. How does it differ from nuclear fission ? Explain why the scientists are still encountering difficulties in extracting the energy through the process of fusion on the surface of the earth while this is taking place on the sun without any break. $4 + 2 + 4$

- d) With a suitable diagram explain the working principle of a cyclotron. Why a cyclotron cannot be used for accelerating an electron ? What is a betatron ? $6 + 2 + 2$
- e) What is meant by packing fraction of a nucleus ? Why can its value be either negative or positive or even zero ? Draw the graph showing the variation of packing fraction with mass number and discuss what important information we can extract from the graph. $2 + 3 + 5$
2. Answer any *three* questions : $6 \times 3 = 18$
- a) Describe the characteristics of beta ray. Explain the reason for the observation of apparent violation of the principle of conservation of energy in the case of beta decay. $4 + 2$
- b) Write down the differences between the leptons and hadrons with two examples of each type of particles. Express $1 \text{ MeV}/c^2$ in kilogram. $4 + 2$
- c) What is meant by a nuclear reaction ? Write down the conservation principles with a nuclear reaction. $2 + 4$

- d) Mentioning the names, write briefly about the four types of interactions observed in nature. 6
- e) Distinguish between chemical equilibrium and radioactive equilibrium. Is radioactive equilibrium a real equilibrium ? Give arguments in favour of your answer. 3 + 3
- f) What is meant by the Q value of a nuclear reaction ? What is a compound nucleus and how does the idea help to explain some of the observations related to the nuclear reactions ? 3 + 3
3. Answer any *four* questions : $3 \times 4 = 12$
- a) The half-life of a radioactive nucleus is 22 days. Two samples of the nuclei weighing 10 g and 20 g kept separately in the two corners of a compartment of a box. Another sample of 30 g is kept in separate compartment. If the box is opened after 44 days, what amount of the radioactive nuclei will be found in the two compartments ? 3
- b) Which characteristics of an electron make it a fermion ? How does it differ from a boson particle ? 3

- c) Write down briefly about the liquid drop model of a nucleus for the explanation of the phenomenon of nuclear fission. 3
- d) Write down the properties of gamma rays and mention two of its applications. 3
- e) Write down the quark structure of a neutron and a proton. How does an isolated neutron decay ? 2 + 1
- f) What is meant by the K electron capture in beta decay ? 3
- g) Gamma rays come out during a radioactive decay and this ray is much more energetic than the X-ray that comes out of an electronic transition in an atom. What may be concluded about the nuclear energy levels from this observation ? 3
- h) What is atomic mass unit (amu) ? When we say that 1 amu is approximately equivalent to 931 MeV, what does that really mean ? 2 + 1
-