স্নাতক পাঠক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (Term End Examination) :

ডিসেম্বর, ২০১৫ ও জুন, ২০১৬

পদার্থবিদ্যা (Physics)

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective)

চর্তুদশ 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। উপান্তে 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 ঃ ১০ × ২ = ২০

ক) কেন্দ্রকের কক্ষ প্রতিরূপটি আলোচনা করুন । এই সংক্রান্ত প্রোটন-ইলেকট্রন তত্ত্বের ব্যর্থতার কারণগুলি ব্যাখ্যা করুন । ৭ + ৩

খ) কেন্দ্রকের বন্ধন শক্তি এবং বন্ধন ভগ্নাংশ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করুন । একটি লেখচিত্রের সাহায্যে ভর সংখ্যার সঙ্গে বন্ধন ভগ্নাংশের পরিবর্তনের ইঙ্গিত দিন । এই লেখচিত্রের তাৎপর্য আলোচনা করুন । একটি ${}_3Li^7$ কেন্দ্রকের নিউট্রনের বন্ধন শক্তি নির্ণয় করুন যদি

${}_3Li^7$ = 7·01816 a.m.u.,

${}_3Li^6$ = 6·01692 a.m.u. এবং

${}_0n^1$ = 1·00893 a.m.u. হয় । ৫ + ১ + ১ + ৩

গ) বেথে-ভাইজ্যাকার ভরসূত্রটি লিখুন এবং প্রতিটি পদের উৎস ব্যাখ্যা করুন । উপযুক্ত চিত্রের সাহায্যে একটি সাইক্লোট্রনের কার্যপ্রণালী আলোচনা করুন । ৫ + ৫

ঘ) প্রকৃতিতে যে চার প্রকার মিথস্ক্রিয়া লক্ষ্য করা যায় সেগুলির নাম উল্লেখ করে তাদের সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা করুন । লেপ্টন ও হ্যাড্রনের মূল পার্থক্যগুলি উল্লেখ করে উভয় শ্রেণির কণিকার দুটি করে উদাহরণ দিন । ৬ + ৪

ঙ) কেন্দ্রকীয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে যে সংরক্ষণ সূত্রগুলি প্রযোজ্য হয় সেগুলি সম্পর্কে আলোচনা করুন । কেন্দ্রকীয় বিক্রিয়ার Q মান বলতে কী বোঝায় ? পৃথিবীতে কেন্দ্রক সংযোজন প্রক্রিয়াটি যথেষ্ট অসুবিধাজনক অথচ সূর্যে অবিরত সেই প্রক্রিয়া চলছে । এর কারণ ব্যাখ্যা করুন । ৫ + ২ + ৩

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

ক) কেন্দ্রকের তরল বিন্দু প্রতিরূপটি আলোচনা করে, দেখান যে কেন্দ্রকের অনেকগুলি বৈশিষ্ট্য এই প্রতিরূপের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় ।

খ) আলফা কণার পাল্লা বিষয়ক গাইগার-নাটাল সূত্রটি ব্যাখ্যা করুন ।

গ) বিটাট্রন যন্ত্রের গঠন ও কার্যনীতি আলোচনা করুন ।

ঘ) কেন্দ্রক বিক্রিয়া বলতে কী বোঝায় উদাহরণ সহযোগে আলোচনা করুন । কেন্দ্রক বিক্রিয়ার সঙ্গে কেন্দ্রক বিভাজনের পার্থক্য চিহ্নিত করুন । ৩ + ৩

ঙ) কেন্দ্রক বিভাজনে প্রাপ্ত শক্তির উৎস ব্যাখ্যা করুন । ভারতের পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনের কর্মসূচী সংক্ষেপে লিখুন । ৩ + ৩

চ) কোয়ার্ক কী ? কোয়ার্কের বৈশিষ্ট্যগুলি আলোচনা সহকারে বিবৃত করুন । ৩ + ৩

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

ক) যুগল কণিকা উৎপাদন কাকে বলে ? এই পরিঘটনাটি কি সংরক্ষণ নীতির সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ ? ১ + ২

খ) তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু ও গড় আয়ুর মধ্যে পার্থক্য নির্দেশ করুন ।

গ) বিটা বর্ণালীর ব্যাখ্যায় নিউট্রিনোর ভূমিকা আলোচনা করুন ।

ঘ) নিউট্রন আধানহীন কণিকা হলেও এর একটি চৌম্বক ভ্রামক আছে — ব্যাখ্যা করুন ।

ঙ) নীচের কেন্দ্রক বিক্রিয়াগুলি সম্পূর্ণ করুন ঃ ১ + ১ + ১

i) ${}_7N^{14} + {}_2He^4 \rightarrow {}_8O^{17} + ?$

ii) ${}_3Li^6 + ? \rightarrow {}_3Li^7 + {}_1H^1$

iii) ${}_{13}Al^{27} + ? \rightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_1H^1$.

চ) রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1500 বছর । এক গ্রাম রেডিয়াম কত বছরে 10 mg ভর হারাবে ?

ছ) কেন্দ্রক বিভাজন প্রক্রিয়ায় 1 kg ${}_{92}U^{235}$ কত শক্তি মুক্ত করবে যদি প্রতি বিভাজনে 200 MeV শক্তি মুক্ত হয় ($N_0 = 6{\cdot}023 \times 10^{23}$) ?

জ) একটি সাইক্লোট্রনে D-এর ব্যাসার্ধ 15 cm এবং প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্র 15000 গাউস্ । নির্গত প্রোটনের শক্তি কত হবে যদি প্রোটনের e/m = 9600 e.m.u./g ?

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$

   a) Discuss the shell model of the nucleus. Explain the reasons for failure of the proton-electron theory in this respect. 7 + 3

   b) Explain what are meant by binding energy and binding fraction of the nucleus. With the help of a graph indicate the change in binding fraction with mass number. Discuss the significance of this graph. Compute the binding energy of a neutron of a $_3Li^7$ nucleus, if $_3Li^7$ = 7·01816 a.m.u., $_3Li^6$ = 6·01692 a.m.u. and $_0n^1$ = 1·00893 a.m.u. 5 + 1 + 1 + 3

   c) Write down the Bethe-Weizacker mass formula and explain the origin of each term in it. Discuss the working principle of a cyclotron with the help of an appropriate diagram. 5 + 5

   d) Mention the names of the four types of interactions found in nature and discuss briefly about them. Mention the main differences between hadrons and leptons and name two particles each from these two categories. 6 + 4

   e) Discuss about the conservation rules applied to nuclear reactions. What is meant by the *Q*-value of a nuclear reaction ? The nuclear fusion process is very difficult on the Earth whereas it is going on continuously in the Sun. Explain. 5 + 2 + 3

2. Answer any *three* questions : $6 \times 3 = 18$

   a) Discuss the liquid drop model of the nucleus and hence show that many characteristics of the nucleus can be explained by this model.

   b) Explain the Geiger-Nuttal law related to the range of alpha particles.

   c) Discuss the construction and working principle of a betatron.

   d) Discuss with examples what is nuclear reaction. Identify the differences between nuclear reaction and nuclear fission. 3 + 3

e) Explain the source of energy in a nuclear fission. Briefly write down the nuclear power production programme of India. 3 + 3

f) What is a quark ? State and discuss the characteristics of quark. 3 + 3

3. Answer any *four* questions : $3 \times 4 = 12$

a) What is pair production of particles ? Is this phenomenon consistent with the conservation principles ? 1 + 2

b) Identify the difference between the half-life and average life of a radioactive element.

c) Discuss the role of neutrino in the explanation of the beta-spectrum.

d) Despite of being a chargeless particle, the neutron has a magnetic moment. Explain.

e) Complete the following nuclear reactions :

i) $_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{8}O^{17} + ?$

ii) $_{3}Li^{6} + ? \rightarrow {}_{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1}$

iii) $_{13}Al^{27} + ? \rightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{1}H^{1}$.

1 + 1 + 1

f) Half-life of Radium is 1500 years. In how many years 1 g Radium will lose 10 mg mass ?

g) In the nuclear fission process how much energy is liberated from 1 kg $_{92}U^{235}$ if 200 MeV energy is liberated per fission ($N_0 = 6{\cdot}023 \times 10^{23}$) ?

h) The radius of the *D* of a cyclotron is 15 cm and the applied magnetic field is 15000 gauss. If e/m = 9600 e.m.u./g for the proton, compute the energy of the emerging proton.