

স্নাতক পাঠক্রম শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা

(BDP Term End Examination)

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

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective Course)

পদার্থবিদ্যা (Physics)

সপ্তম পত্র (7th Paper)

Electrostatics : EPH-7

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) কুলম্ব সূত্রটি বিবৃত করুন। ভেদন ক্ষমতা কি? আপেক্ষিক ভেদন ক্ষমতা কাকে বলে? R ব্যাসার্ধের একটি ধাতুর পরিবাহী রিংকে সুষমভাবে q আধান দেওয়া হল। রিং-এর কেন্দ্র থেকে অক্ষ বরাবর x দূরত্বে ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করুন। $২ + ১ + ১ + ৬$

B.Sc.-11602-P

[P.T.O.

খ) কোন সুষম তড়িৎক্ষেত্রে একটি অন্তরিত পরিবাহী গোলক রাখা আছে। গোলকটির বাইরে যে পরিবর্তিত তড়িৎক্ষেত্র উৎপন্ন হবে, প্রতিবিশ্ব পদ্ধতির সাহায্যে তার মান নির্ণয় করুন। গোলকটির উপর আবিষ্ট আধানের তল ঘনত্ব কত হবে? একটি ফাঁপা গোলকের উপর $\sigma_0 \cos \theta$ মানের তল ঘনত্বের আধান থাকলে, গোলকের ভিতরে কি ধরনের তড়িৎক্ষেত্র উৎপন্ন হয়? $৬ + ২ + ২$

গ) লাপ্লাসের সূত্র কি? ত্রিমাত্রিক সমকোণী নির্দেশাঙ্কে লাপ্লাস সমীকরণটি লিখুন।

ধরা যাক দুটি অসীম, ভূসংযুক্ত ধাতব পাত $x-z$ তলের সমান্তরালে $y=0$ এবং $y=\pi$ অবস্থানে আছে। $x=0$ তলে অন্য একটি অসীম দৈর্ঘ্যের পাত V_0 বিভবে আছে। তিনটি পাত দ্বারা আবদ্ধ অঞ্চলের যে কোনো বিন্দুতে বিভবের মান নির্ণয় করুন। $২ + ২ + ৬$

ঘ) কোনো অন্তরক পদার্থের মেরুভবন কি? কোন মেরুভূত অন্তরক সন্নিহিত অঞ্চলে যে তড়িৎ বিভব উৎপন্ন করে তার রাশিমালাটি নির্ণয় করুন এবং সেটির পদগুলির তাৎপর্য ব্যাখ্যা করুন। অন্তরকের আবদ্ধ আধান কি এবং এগুলিকে আবদ্ধ বলা হয় কেন? $২ + ৬ + ২$

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $৬ \times ৩ = ১৮$

ক) অন্তরকের উপস্থিতিতে গাউসের উপপাদ্যটি লিখুন এবং এর তাৎপর্য বুঝিয়ে বলুন। তড়িৎ বিচ্যুতি ও তড়িৎ প্রবণতা কাকে বলে? $৩ + ৩$

B.Sc.-11602-P

- খ) কোন স্থির তড়িৎক্ষেত্রে উপরিপাতের নীতি কি? চারটি সমান আধান Q একটি বর্গক্ষেত্র $ABCD$ -র চারটি কোণ A, B, C ও D তে রাখা আছে। A কোণে অবস্থিত আধানের উপর বাকি তিনটি আধানের জন্য লস্কি বল কত কাজ করবে? এই বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে কত আধান রাখলে, এই A বিন্দুর আধানের উপর লস্কি বল শূন্য হবে?

১ + ৩ + ২

- গ) কোন পরিবাহীর ধারকত্বের সংজ্ঞা দিন। একটি বায়ুপূর্ণ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করুন। আপনার গণনায় যে অঙ্গীকারটি স্বীকার করে নেওয়া হয়েছে সেটির উল্লেখ করুন।

১ + ৪ + ১

- ঘ) অন্তরিত তড়িতাহিত পরিবাহীর পৃষ্ঠে উদ্ভূত চাপ কেন তৈরী হয় বুঝিয়ে বলুন এবং এই বৈদ্যুতিক চাপের রাশিমালা নির্ণয় করুন।

৬

- ঙ) দুটি পরস্পর সংলগ্ন অন্তরক মাধ্যমের আপেক্ষিক আবেশ্যতা k_1 ও k_2 হলে, তাদের সীমান্ততলে প্রযোজ্য সীমার্শতগুলি নির্ণয় করুন। এই শর্তগুলি থেকে তড়িৎ বলরেখার প্রতিলিপনের সূত্রটি বার করুন।

৪ + ২

- চ) একটি তড়িৎ দ্বিমেরু যদি একটি সুসম তড়িৎক্ষেত্রে রাখা হয়, তাহলে প্রমাণ করুন যে যখন এটি তড়িৎক্ষেত্রের সাপেক্ষে θ কোণে অবস্থান করে তখন এটির স্থিতিশক্তি $U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E}$, যেখানে \vec{p} তড়িৎ দ্বিমেরুটির দ্বিমেরু ভ্রামক ও \vec{E} ঐ ক্ষেত্রের প্রাবল্য। U -এর মান কখন সর্বাপেক্ষা বেশি বা কম হবে?

৪ + ২

- ৩। যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $৩ \times ৪ = ১২$

- ক) দুটি কণার আধান যথাক্রমে Q_1 ও Q_2 ($Q_1 \neq Q_2$)। কণা দুটিকে পরস্পর থেকে d দূরত্বে রাখা হলে তাদের উপর F মানের আকর্ষণী বল কাজ করে। কণা দুটিকে কাছে এনে পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত করে আবার d দূরত্বে নিয়ে গেলে, তাদের মধ্যে পারস্পরিক বল এখন কত হবে? বলটি আকর্ষণী না বিকর্ষণী হবে তা বলুন।

৩

- খ) দেখান যে কোন তড়িৎক্ষেত্রে একটি বন্ধপথে তড়িৎ প্রাবল্য \vec{E} -এর লাইন সমাকলের মান শূন্য হবে।

৩

- গ) Q সমান আধান সম্পন্ন তিনটি কণাকে অসীম দূরত্ব থেকে এনে a বাহুবিশিষ্ট সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি কোণে রাখতে মোট কৃতকার্যের মান নির্ণয় করুন।

৩

- ঘ) একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল A , দুই পাতের মধ্যে ব্যবধান d এবং তাদের মধ্যে t ($t < d$) বেধের একটি অন্তরক ফলক রাখা আছে। ধারকটিকে V বিভবে আহিত করে তার পাতগুলি অন্তরিত করা হল। এখন অন্তরক ফলকটিকে টেনে বার করতে কি পরিমাণ কার্য করতে হবে? অন্তরকটির আপেক্ষিক বিদ্যুৎশীলতা ϵ_r . ৩
- ঙ) কোন স্থির তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভবের মান $V = x^2y + y^2z + z^2x$ ভোল্ট। এই ক্ষেত্রের $(1, 1, -1)$ বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় করুন যেখানে x, y, z -এর একক মিটার। ৩
- চ) পোয়াঁসো সমীকরণ কি? পোয়াঁসো সমীকরণ ও লাপ্লাসের সমীকরণের মধ্যে কি সম্পর্ক তা আলোচনা করুন। ৩
- ছ) কোন একটি তলের আধানের তল ঘনত্ব কাকে বলে? একটি অসীম দৈর্ঘ্যের পরিবাহী পাতের আধানের তল ঘনত্ব σ । দুটি সমবিভব তলের বিভবপ্রভেদ V ভোল্ট হলে, তাদের মধ্যের ব্যবধান d কত হবে? ১ + ২
- জ) a বাহুবিশিষ্ট একটি ঘনকের কেন্দ্রে q আধান রাখা আছে। ঘনকটির প্রতিটি তলের তড়িৎ ফ্লাক্স নির্ণয় করুন। ৩

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$
- a) State Coulomb's law. What is permeability? What is meant by relative permeability? A metallic ring has radius R . Charge q is uniformly distributed over the ring. Find the intensity of the field at a point on the axis of the ring at a distance x from the centre. $2 + 1 + 1 + 6$
- b) An insulated conducting sphere is kept in a uniform electric field. Use the method of images to find an expression for the altered electric field produced at a point outside the sphere. What will be the surface charge density of the charge induced on the sphere? If charge of surface density $\sigma_0 \cos \theta$ is placed on a hollow sphere, then what will be the type of field produced within the sphere? $6 + 2 + 2$

- c) What is Laplace's equation ? Write down Laplace's equation in three dimensional rectangular coordinates.

Consider two infinitely long, grounded metallic plates kept parallel to the $x - z$ plane at $y = 0$ and $y = \pi$. Another infinitely long plate is kept along the $x = 0$ plane and is maintained at a potential of V_0 . Find the potential at any point in the region bounded by the three plates. 2 + 2 + 6

- d) Explain what is meant by Polarization of an insulator. Find an expression for the potential developed at any point in the field produced by a polarized insulator, explaining the significance of the terms present. What are bound charges of insulator and why are they called so ?

2 + 6 + 2

2. Answer any *three* questions : 6 × 3 = 18

- a) Write down Gauss's law in a dielectric medium and explain its significance. What are electric displacement and electric susceptibility ? 3 + 3

- b) What is the principle of superposition in an electrostatic field ?

Four equal charges Q are kept at the four vertices A, B, C and D of a square $ABCD$. What will be the resultant force acting on the charge at A due to the other three charges at the three vertices ? What charge will have to be placed at the centre of this square such that the net force on this charge at A will be zero ? 1 + 3 + 2

- c) Define capacitance of a conductor. Find the capacitance of an air-filled parallel plate capacitor. Mention clearly the assumption made in your deduction. 1 + 4 + 1

- d) Explain why pressure is developed on the surface of a charged conductor and find an expression for this electric pressure for an insulated charged conductor. 6

- e) Two dielectric media of dielectric constants κ_1 and κ_2 are adjoining each other. Find the boundary conditions applicable at the interface of the two media. Hence find the law of refraction obeyed by the electric lines of force. 4 + 2

- f) Prove that the potential energy of an electric dipole when placed in an external uniform electric field is given by

$$U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E}, \text{ where } \vec{p} \text{ is the electric dipole moment of the dipole, } \theta \text{ the angle it makes with the field and } \vec{E} \text{ the intensity of the applied field. When will the value of } U \text{ be maximum or minimum?} \quad 4 + 2$$

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

- a) Two electrically charged particles, having charges Q_1 and Q_2 ($Q_1 \neq Q_2$), when placed at a distance d from each other experience an attractive force F . These particles are put in contact with each other and again placed at the same distance apart. Find the force of interaction between them. What will be the nature of this force? 3
- b) Show that the line integral of the electric field intensity \vec{E} around a closed path in an electric field will be zero. 3

- c) Three identical point charges of magnitude Q are brought from infinity to the three vertices of an equilateral triangle of side a . Find the total work done in the process. 3
- d) The two plates of a parallel plate capacitor of area A each are kept separated by a distance d and a dielectric slab of thickness t ($t < d$) and relative permittivity ϵ_r is inserted in the space between the plates. If the capacitor is first charged to a potential V and then disconnected from the source, find the amount of work to be done to pull out the dielectric slab completely from the capacitor. 3
- e) The potential at a point in an electrostatic field is given by $V = x^2y + y^2z + z^2x$ volt. Find the field at a point $(1, 1, -1)$ within the field where distance is measured in metres. 3
- f) What is Poisson's equation? Discuss the relation between Poisson's equation and Laplace's equation. 3

- g) What is surface density of charge for any surface ? An infinitely long conducting sheet has surface charge density σ . Find the distance of separation d between two equipotential surfaces which have a potential difference of V volt between them.

1 + 2

- h) A charge q is placed at the centre of a cube of side a . Find the quantity of flux emerging through each surface of the cube. 3
