



বিদ্যাসাগর বিশ্ববিদ্যালয়

VIDYASAGAR UNIVERSITY

B.Sc. Honours Examination 2021

(CBCS)

4th Semester

PHYSICS

PAPER—GE4T & GE4P

Full Marks : 60

Time : 3 Hours

The figures in the right-hand margin indicate full marks.

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

GE4T : ELECTRICITY AND MAGNETISM

Answer any *two* questions.

2×15

1. (a) Two identical charged particles are placed at rest at a separation of 1m. What is the charge on them if the magnitude of the electrostatic force exerted on each particle is 1N ?
(b) What is electric flux? State and establish the differential form of Gauss's theorem of electrostatics.

- (c) Two concentric thin spherical shells of radii R_1 and R_2 (with $R_2 > R_1$) carry uniformly distributed charges q_1 and q_2 respectively. Use Gauss's law to determine the electric fields at the points
- $r < R_1$
 - $R_1 < r < R_2$ and
 - $r \geq R_2$.
- (d) Establish the relation between electric potential and electric field. 2+(2+5)+4+2
- 2.** (a) Derive the expression for electric field and electric potential due to an electric dipole (broad side on position).
- (b) Define electric displacement vector D . Deduce the relation between D and electric field E .
- (c) Derive the expression for capacitance of a parallel plate capacitor when a dielectric material is inserted in the capacitor.
- (d) Write the expression for the energy stored per unit volume in a dielectric medium. 5+(2+3)+4+1
- 3.** (a) State Biot-Savart's law for magnetostatics. Derive an expression for magnetic field at the axis of a solenoid (length l and radius r) carrying current I .
- (b) State and explain Ampere's circuital law. Derive its differential form.
- (c) Define the following terms :
- intensity of magnetisation,
 - magnetic susceptibility,
 - magnetic permeability and
 - magnetic induction. (2+4)+(2+3)+4

4. (a) State and explain Faraday's and Lenz's laws of electromagnetic induction. Is Lenz' law consistent with the law of conservation of energy ?
- (b) A long solenoid of length L , cross section A , having N_1 turns has another short coil of N_2 turns wound around its centre. Find the expression for the mutual inductance of the system.
- (c) Obtain the expression for the magnetic energy stored in a solenoid in terms of magnetic field B , area A and length l of the solenoid. How does this magnetic energy be compared with the electrostatic energy stored in a capacitor ?
- (d) The magnetic flux linked with a coil changes from $12 \times 10^{-3} \text{Wb}$ to $6 \times 10^{-3} \text{Wb}$ in 0.01 second. Calculate the induced emf.

(3+1)+5+4+2

Answer any *one* question.

1×10

5. (a) Write down the Maxwell's equations for electromagnetics. Deduce the Maxwell's modification of Ampere's law.
- (b) Show that time averaged Poynting vector for electromagnetic time varying fields is given by $\langle \vec{S} \rangle = \frac{1}{2} \text{Re}(\vec{E} \times \overline{H^*})$,
- where $\overline{H^*}$ is the complex conjugate of \vec{H} .

(2+3)+5

6. (a) Establish, $\vec{E} = -\vec{\nabla}\phi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$

where, \vec{A} is the magnetic vector potential and ϕ is the scalar potential.

- (b) Derive the wave equations for electric field \vec{E} and magnetic induction \vec{B} in vacuum.
- (c) Define linear, circular and elliptical polarization. 2+5+3

PRACTICAL : GE4P

Answer any *one* question. 1×20

1. How will you use Multimeter for the following cases?
- (a) Resistance measurement
 - (b) AC and DC Voltage measurement
 - (c) DC Current measurement
 - (d) Checking electrical fuses. 4+8+4+4
2. How will you determine a low resistance by Carey Foster's bridge. Following points should be addressed :
- (a) Circuit diagram
 - (b) Theory
 - (c) Procedure in brief
 - (d) Tables for recording data
 - (e) Precautions. 3+4+5+5+3

3. How will you verify the Thevenin and Norton theorems? Following points should be addressed :

(a) Circuit diagram

(b) Theory (Thevenin and Norton theorems)

(c) Tables for recording data and verification (separate table for each).

4+(5+5)+(3+3)

[Internal assessment - 10]

[Attendance - 5]

বঙ্গানুবাদ

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি প্রশ্নমান নির্দেশক।

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দেওয়া প্রয়োজন।

যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

২×১৫

১। (ক) স্থিরাবস্থায় দুটো অনুরূপ তড়িতাহিত কণা 1m ব্যাবধানে অবস্থিত আছে। যদি প্রত্যেকটি কণার উপর 1N স্থিরতড়িৎ বল প্রয়োগ করা হয় তাহলে তাঁদের উপর আধান কত?

(খ) তড়িৎ ফ্লাক্স কী? স্থিরতড়িৎ ক্ষেত্রে গাউসের উপপাদ্যের অবকলন গঠন বিবৃত কর ও প্রতিষ্ঠা কর।

(গ) R_1 ও R_2 ব্যাসার্ধের ($R_2 > R_1$) দুটো এককেন্দ্রীয় পাতলা গোলীয় খোলক যথাক্রমে সুষ্মভাবে বণ্ডিত তড়িতাধান q_1 ও q_2 বহন করে। গাউসের সূত্র ব্যাবহার করে কতকগুলি বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় কর :

(i) $r < R_1$

(ii) $R_1 < r < R_2$ এবং

(iii) $r \geq R_2$

(ঘ) তড়িৎ-বিভব এবং তড়িৎ ক্ষেত্র মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

২+(২+৫)+৪+২

২। (ক) একটি তড়িৎ-দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎ ক্ষেত্র এবং তড়িৎ বিভব-এর রাশিমালি বাহির কর (দ্বিমেরুটি প্রশস্ত পার্শ্ব অবস্থানে আছে)।

(খ) তড়িৎ সরণ ভেক্টর D-কে সংজ্ঞায়িত কর। D এবং তড়িৎ ক্ষেত্র E-এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

(গ) যখন একটি পরাবৈদ্যুতিক উপাদানকে ধারকের মধ্যে সন্নিবিষ্ট করা হয় তখন একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্বের জন্য রাশিমালা বাহির কর।

(ঘ) একটি পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির জন্য রাশিমালা লিখ।

৫+(২+৩)+৪+১

৩। (ক) চৌম্বক-বিজ্ঞান ক্ষেত্রের জন্য বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রের বিবৃত দাও। প্রবাহ I বহন করছে এমন একটি সলিনয়েডের অক্ষতে চৌম্বক ক্ষেত্র-এর রাশিমালা বাহির কর (সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য l ও ব্যাসার্ধ r)।

(খ) অ্যাম্পীয়ারের পরিক্রমণ সূত্রটির বিবৃত কর এবং ব্যাখ্যা কর। ইহার অবকলন গঠন বাহির কর।

(গ) নিম্নলিখিত পদগুলি সংজ্ঞায়িত কর :

(i) চুম্বককরণের প্রাবল্য,

(ii) চৌম্বক গ্রাহিতা,

(iii) চৌম্বক ভেদ্যতা এবং

(iv) চৌম্বক আবেশ।

(২+৪)+(২+৩)+৪

৪। (ক) তড়িৎ-চুম্বক আবেশের ফ্যারাডে ও লেঞ্জ-এর সূত্রগুলি বিবৃত কর ও ব্যাখ্যা কর। শক্তির সংরক্ষণ সূত্রের সহিত কি লেঞ্জের সূত্র সংগতিপূর্ণ?

(খ) দৈর্ঘ্য L , প্রস্থচ্ছেদ A ও N_1 পাকসংখ্যা বিশিষ্ট একটি দীর্ঘ সলিনয়েডের কেন্দ্রে একটি N_2 পাকসংখ্যা বিশিষ্ট ছোট কুণ্ডলী আছে। তন্ত্রটির পারস্পরিক আবেশের জন্য রাশিমালা বাহির কর।

(গ) একটি সলিনয়েডের চৌম্বকক্ষেত্র B , ক্ষেত্র A এবং দৈর্ঘ্য l -এর পরিপ্রেক্ষিতে সলিনয়েডটিতে সঞ্চিত চৌম্বক শক্তির জন্য রাশিমালা প্রাপ্ত কর। এই চৌম্বক শক্তিকে কীভাবে একটি ধারকের মধ্যে সঞ্চিত স্থিরতড়িৎ শক্তির সহিত তুলনা করবে?

(ঘ) চৌম্বক প্রবাহ একটি কুণ্ডলীর সহিত সংযুক্ত হতেই 0.01 সেকেন্ডে কুণ্ডলীটি 12×10^{-3} wb থেকে 6×10^{-3} wb পরিবর্তন হয়। আবেশিত emf হিসাব কর।

(৩+১)+৫+৪+২

যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১×১০

৫। (ক) তড়িৎ চুম্বকের জন্য ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লিখ। অ্যাম্পিয়ার সূত্রের ম্যাক্সওয়েলের পরিবর্তন স্থাপন কর।

(খ) দেখাও যে তড়িৎ-চুম্বক সময় পরিবর্তিত ক্ষেত্রগুলির জন্য সময় গড় পয়েন্টিং ভেক্টর হয়

$$\langle \vec{S} \rangle = \frac{1}{2} \text{Re}(\vec{E} \times \vec{H}^*)$$

যেখানে, \vec{H}^* হয় \vec{H} -এর জটিল অনুবন্ধী।

(২+৩)+৫

৬। (ক) প্রতিষ্ঠা কর, $\vec{E} = -\vec{\nabla}\phi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$

যেখানে, \vec{A} হয় চৌম্বক ভেক্টর বিভব এবং ϕ হল স্কেলার বিভব।

(খ) শূন্যস্থানে তড়িৎক্ষেত্র \vec{E} ও চৌম্বক আবেশ \vec{B} -এর জন্য তরঙ্গ সমীকরণগুলি বাহির কর।

(গ) রৈখিক, বৃত্তীয় ও উপবৃত্তীয় সমবর্তনকে সংজ্ঞায়িত কর।

২+৫+৩

যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১×২০

১। নিম্নলিখিত ঘটনাগুলির জন্য মাল্টিমিটারের ব্যবহার তুমি কীভাবে করবে?

(ক) রোধ পরিমাপণ

(খ) AC ও DC ভোল্টেজ পরিমাপণ

(গ) DC প্রবাহ পরিমাপণ

(ঘ) তড়িৎ ফিউজ যাচাই করা।

৪+৮+৪+৪

২। ক্যারী-ফস্টার এর ব্রীজের দ্বারা একটি নিম্ন রোধ নির্ণয় কীভাবে তুমি করবে? নিম্নলিখিত দফাগুলি সম্বোধন করা উচিত :

(ক) বর্তনী চিত্র

(খ) তত্ত্ব

(গ) সংক্ষিপ্ত পদ্ধতি

(ঘ) নথীকরণ তথ্যের জন্য সারণী

(ঙ) সতর্কতা।

৩+৪+৫+৫+৩

৩। থেভেনিন ও নরটন উপপাদ্যগুলিকে কীভাবে তুমি প্রতিপাদন করবে? নিম্নলিখিত দফাগুলি সম্বোধন করা উচিতঃ

(ক) বর্তনী চিত্র

(খ) তত্ত্ব (থেভেনিন ও নরটন উপপাদ্য)

(গ) নথীকরণ তথ্য ও প্রতিপাদন এর জন্য সারণী (প্রত্যেকের জন্য আলাদা সারণী)।

৪+(৫+৫)+(৩+৩)

GE4T : DIGITAL, ANALOG CIRCUITS AND INSTRUMENTATIONAnswer any *two* questions.

2×15

1. (a) State and prove De Morgan's theorems for two Boolean variables.

(b) Why are NAND and NOR gates called universal logic gates?

(c) Verify the following Boolean identities :

$$(i) \overline{\overline{A+B} + \overline{A+B}} = A$$

$$(ii) \overline{\overline{(A.AB)}(B.AB)} = A \oplus B \quad 5+5+(2+3)$$

2. (a) For an unbiased p-n junction diode, sketch and explain the space charge, barrier field and barrier potential.

(b) Explain the current-voltage characteristics of a p-n junction diode using diode equation and characteristic curves.

(c) What is the source of the reverse saturation current in a p-n junction diode? Does the reverse saturation current change with the applied reverse bias and the diode temperature? Explain.

5+6+4

3. (a) Explain the mechanism of amplification obtained in a bipolar junction transistor.

(b) Show the different current components of a p-n-p transistor when the emitter junction is forward biased and the collector junction is reverse biased.

(c) Draw the circuit diagram for a fixed bias n-p-n transistor in the common-emitter (CE) configuration and derive the expression for its stability factors.

4+4+7

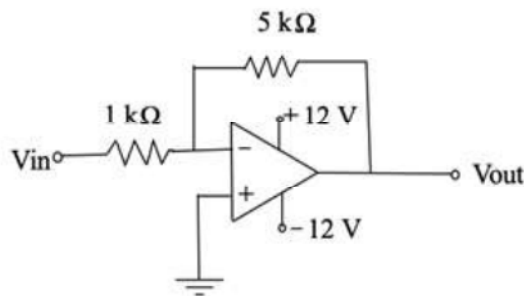
4. (a) Write down the characteristic of ideal OPAMP.
- (b) Establish the output expression of voltage for non-inverting OPAMP in terms of input voltage.
- (c) Design a circuit using one or more OPAMPs whose output is given as $V_0 = 2V_1 + 5V_2$, where V_1 and V_2 are two inputs.

3+5+7

Answer any *one* question.

1×10

5. (a) Explain the input characteristics of a transistor in the common-base (CB) configuration. What is the Early effect?
- (b) Find voltage gain for the amplifier shown in the figure below. Also, calculate the output voltage (V_{out}) for the input voltage $V_{in} = 5 \sin(10\pi t)$ volt. Plot the output voltage (V_{out}).



5+5

6. (a) Draw the circuit diagram of a full-wave rectifier and explain its principle of operation.
- (b) Write a brief note on photodiodes and solar cells.

5+5

PRACTICAL : GE4PAnswer any *one* question.

1×20

1. To design a half-adder and a full-adder circuits using basic gates and to verify the respective truth tables :
 - (a) Write down the corresponding theory and truth tables.
 - (b) Draw the circuits for half-adder and full-adder using basic gates.
2. To study the static output characteristics of a transistor in common-emitter (CE) configuration :
 - (a) Write down the necessary theory with graphical representation for the CE output characteristics.
 - (b) Draw the required circuit diagram using basic components.
3. Write down theory to construct an astable multivibrator using IC-555 timer. Draw Circuit diagram of astable multivibrator using IC-555 timer. Calculate the circuit components (Resistor and Capacitor) to generate symmetrical square wave of frequencies 1KHz, 5KHz, 10KHz, 15KHz.

7+5+8

[Internal assessment - 10]**[Attendance - 5]**

বঙ্গানুবাদ

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি প্রশ্নমান নির্দেশক।

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দেওয়া প্রয়োজন।

যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

২×১৫

১। (ক) দুটো বুলীয়ান চলরাশির জন্য ডি মরগান উপপাদ্য বিবৃত কর ও প্রমাণ কর।

(খ) NAND এবং NOR গেটকে সর্বজনীন লজিক গেট বলা হয় কেন?

(গ) নিম্নলিখিত বুলীয়ান অভেদগুলিকে প্রতিপাদন কর :

$$(i) \overline{\overline{A+B} + \overline{A+B}} = A$$

$$(ii) \overline{\overline{A \cdot AB} \cdot \overline{B \cdot AB}} = A \oplus B$$

৫+৫)+(২+৩)

২। (ক) একটি নিরপেক্ষ p-n সংযোগ ডায়োডের জন্য স্থান তড়িতাধান, প্রতিবন্ধক ক্ষেত্র এবং প্রতিবন্ধক বিভবকে নকশায়িত ও ব্যাখ্যা কর।

(খ) ডায়োড সমীকরণ ও বৈশিষ্ট্যমূলক লেখনী ব্যবহার করে একটি p-n সংযোগ ডায়োডের প্রবাহ-ভোল্টেজ বৈশিষ্ট্যগুলি ব্যাখ্যা কর।

(গ) একটি p-n সংযোগ ডায়োডের বিপরীত সম্প্রীক্ত প্রবাহ -এর উৎসটি কী? প্রযুক্ত বিপরীত বায়াস ও ডায়োড তাপমাত্রার সহিত বিপরীত সম্প্রীক্ত প্রবাহ কী পরিবর্তন হয়? ব্যাখ্যা কর।

৫+৬+৪

- ৩। (ক) একটি দ্বিমেরু সংযোগ ট্রানজিস্টারে প্রাপ্ত বিবর্ধনের পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা কর।
- (খ) যখন নিঃসারক সংযোগ সম্মুখবর্তী বায়াস এবং সংগ্রাহক সংযোগ বিপরীত বায়াস তখন একটি p-n-p ট্রানজিস্টারের বিভিন্ন প্রবাহ উপাদানগুলি দেখাও।
- (গ) সাধারণ নিঃসারক (CE) বিন্যাসে একটি স্থির বায়াস n-p-n ট্রানজিস্টারের জন্য বর্তনী চিত্র অঙ্কন কর এবং ইহার জন্য স্থায়িত্ব গুণকগুলির রাশিমালা বাহির কর। 8+8+9

- ৪। (ক) আদর্শ OPAMP-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

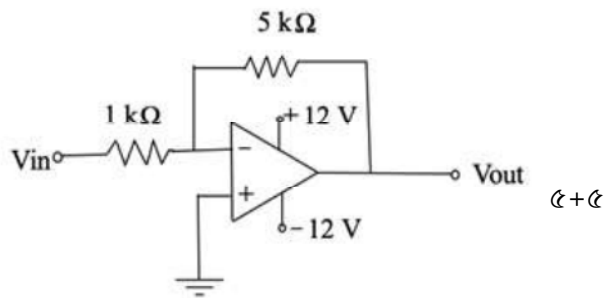
- (খ) ইনপুট ভোল্টেজের পরিপ্রেক্ষিতে নন-ইনভার্টিং OPAMP -এর জন্য ভোল্টেজের আউটপুট রাশিমালা প্রতিষ্ঠা কর।
- (গ) এক বা একাধিক OPAMP যার আউটপুট হয় $V_o = 2V_1 + 5V_2$, যেখানে V_1 ও V_2 হল দুটো ইনপুট, ব্যবহার করে একটি বর্তনীকে নকশায়িত কর। ৩+৫+৭

যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

1 × 10

- ৫। (ক) সাধারণ-ভূমি (CB) বিন্যাসে একটি ট্রানজিস্টারের ইনপুট বৈশিষ্ট্যগুলি ব্যাখ্যা কর।

- (খ) নিম্নচিত্রে দর্শিত বিবর্ধকের জন্য ভোল্টেজ অর্জন বাহির কর। আরও হিসাব কর ইনপুট ভোল্টেজ $V_{in} = 5 \sin(10\pi t)$ volt -এর জন্য আউটপুট ভোল্টেজ (V_{out})।



৬। (ক) একটি পূর্ণ-তরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী চিত্র অঙ্কন কর এবং ইহার কার্যের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

(খ) ফোটোডায়োড ও সোলার সেলের উপর একটি সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ।

৫+৫

প্র্যাকটিকাল

যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১×২০

১। মৌলিক গেটগুলি ব্যবহার করে একটি অর্ধ-যোজক ও একটি পূর্ণ-যোজক-এর বর্তনী নকশায়িত করতে এবং সংশ্লিষ্ট সত্য সারণী প্রতিপন্ন করতে :

(ক) অনুরূপ তত্ত্ব ও সত্য সারণীগুলি লিখ।

(খ) মৌলিক গেটগুলি ব্যবহার করে অর্ধ-যোজক ও পূর্ণ-যোজক-এর জন্য বর্তনীগুলি অঙ্কন কর।

২। সাধারণ নিঃসারক (CE) বিন্যাসে একটি ট্রানজিস্টারের স্থির আউটপুট বৈশিষ্ট্যগুলি অধ্যয়ন করতে :

(ক) CE আউটপুট বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য লেখচিত্রায়িত উপস্থাপনার সহিত প্রয়োজনীয় তত্ত্ব লিখ।

(খ) মৌলিক গেটগুলি ব্যবহার করে প্রয়োজনীয় বর্তনীচিত্র অঙ্কন কর।

৩। IC-555 টাইমার ব্যবহার করে একটি অস্থির মাল্টিভাইব্রেটের নির্মাণ করতে তত্ত্ব লেখ। IC-555 টাইমার ব্যবহার করে অস্থির মাল্টিভাইব্রেটের বর্তনীচিত্র অঙ্কন কর। প্রতিসম স্কোয়ার তরঙ্গ যার কম্পাঙ্কগুলি হল 1KHz, 5KHz, 10KHz, 15KHz উৎপাদন করতে বর্তনী উপাদানগুলি (রোধক ও ধারক) হিসেব কর।

৭+৫+৮