2022

PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-A-1 and DSE-A-2

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

Paper : DSE-A-1

(Analog Electronics)

Full Marks : 50

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১ নং প্রশ্ন ও অন্য ***যে-কোনো চারটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×৫

(ক) তড়িৎ বর্তনী সংক্রান্ত থেভেনিন উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(খ) P-টাইপ ও N-টাইপ অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য লেখো।

(গ) সৌরকোষের কার্যনীতি লেখো।

(ঘ) একমুখীকরণ বলতে কী বোঝো?

(ঙ) একটি CE-মোড ট্রানজিস্টারের আউটপুট বৈশিষ্ট্যটি আঁকো।

(চ) একটি ট্রানজিস্টার বিবর্ধকের Q-পয়েন্টের সংজ্ঞা লেখো।

(ছ) একটি ইনভার্টিং অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের (OPAMP) বর্তনী চিত্রটি অঙ্কন করো।

২। (ক) একটি ব্রিজ একমুখীকারকের বর্তনী চিত্র অঙ্কন করো এবং এর কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো।

(খ) সর্বোচ্চ ক্ষমতা স্থানান্তরের উপপাদ্যটি কী? এই উপপাদ্যটির সাহায্যে দেখাও যে ক্ষমতা স্থানান্তর দক্ষতা কখনোই ৫০ শতাংশের বেশি হতে পারে না।

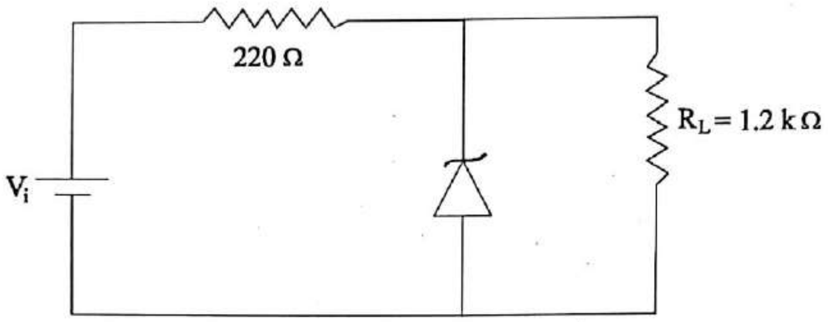
(গ) একটি ট্রানজিস্টারের ভূমি প্রবাহমাত্রা এবং সংগ্রাহক প্রবাহমাত্রা যথাক্রমে 80 μA এবং 2.56 mA হলে, 'α' ও 'β'-র মান নির্ণয় করো। ৩+(২+৩)+২

৩। (ক) একটি p–n সংযোগ-এর মধ্যে অবক্ষয় অঞ্চল কীভাবে তৈরি হয়?

(খ) জেনার ব্রেকডাউন ও অ্যাভালাঞ্চ ব্রেকডাউন-এর মধ্যে তুলনা করো।

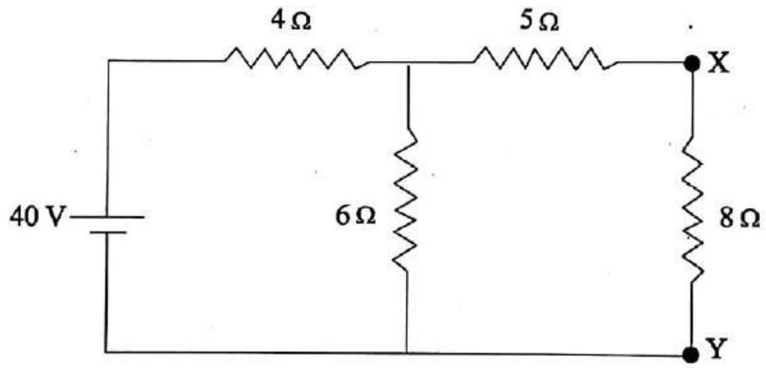
(গ) নিম্নপ্রদত্ত বর্তনীর ক্ষেত্রে V_i-এর মান নির্ণয় করো যার জন্য জেনার ডায়োডটি সবসময় 'ON' অবস্থায় থাকবে।

(প্রদত্ত : $V_Z = 6.2$ V, $I_{ZM} = 50$ mA)



(ঘ) উপযুক্ত বর্তনীর সাহায্যে একটি Light Emitting Diode (LED)-এর কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো। ২+২+৩+৩

৪। (ক) নর্টন সূত্রের সাহায্যে নিম্নে অঙ্কিত নেটওয়ার্কের 8 Ω রোধযুক্ত XY শাখায় তড়িৎপ্রবাহ নির্ণয় করো।



(খ) চিত্রসহ আদর্শ তড়িৎপ্রবাহ উৎস ও আদর্শ বিভব উৎস কাকে বলে ব্যাখ্যা করো।

(গ) বিশুদ্ধ এবং মিশ্রিত অর্ধপরিবাহী বলতে কী বোঝো? ৪+৪+২

৫। (ক) ক্লাস-A এবং ক্লাস-C পরিবর্ধকের মধ্যে মূল পার্থক্যগুলি লেখো।

(খ) একটি CE মোড ট্রানজিস্টারের কারেন্ট গেইন হল 135। যদি এর সংগ্রাহক প্রবাহমাত্রা 49.3 mA হয়, তাহলে নির্গত প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো।

(গ) অবক্ষয় প্রকার এবং বর্ধিতকরণ প্রকার MOSFET-এর মধ্যে পার্থক্য কী?

(ঘ) একটি JFET-এর V_{GS}-এর মান –3.1 V থেকে পরিবর্তিত হয়ে –3 V হলে এর ড্রেন প্রবাহমাত্রা 1 mA থেকে পরিবর্তিত হয়ে 1.3 mA হয় যখন V_{DS}-এর মান ধ্রুবক। এর ট্রান্সকন্ডাক্টেন্স-এর (g_m) মান নির্ণয় করো। ২+৩+২+৩

৬। (ক) একটি অপারেশনাল বিবর্ধক কীভাবে 'ডিফারেনসিয়াল অ্যামপ্লিফায়ার' হিসাবে কাজ করে সেটি বর্তনী চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

(খ) একটি আদর্শ OPAMP-র বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।

(গ) ঋণাত্মক ফিডব্যাক বলতে কী বোঝো? ৫+৩+২

৭। (ক) অনবরত স্পন্দন-এর বার্কহাউসেন শর্ত কী?

(খ) স্পন্দক থেকে আউটপুট পেতে, কোনো ইনপুট সংকেতের প্রয়োজন আছে কি না, আলোচনা করো।

(গ) ভিন-ব্রিজ স্পন্দকের বর্তনী চিত্র আঁকো এবং এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ২+২+(২+৪)

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer ***question no.*** **1** and ***any four*** questions from the rest.

1. Answer ***any five*** questions : 2×5

(a) State Thevenin's theorem on electrical circuits.

(b) Write the differences between P-type and N-type semiconductor.

(c) Write down the working principle of a Solar cell.

(d) What is meant by rectification?

(e) Draw the output characteristics of a CE-mode transistor.

(f) Define Q-point of a transistor amplifier.

(g) Draw the circuit diagram of an inverting OPAMP.

2. (a) Draw the circuit diagram of a Bridge rectifier and explain its working principle.

(b) What is Maximum Power Transfer theorem? Using this theorem, show that Power Transfer Efficiency cannot exceed 50%.

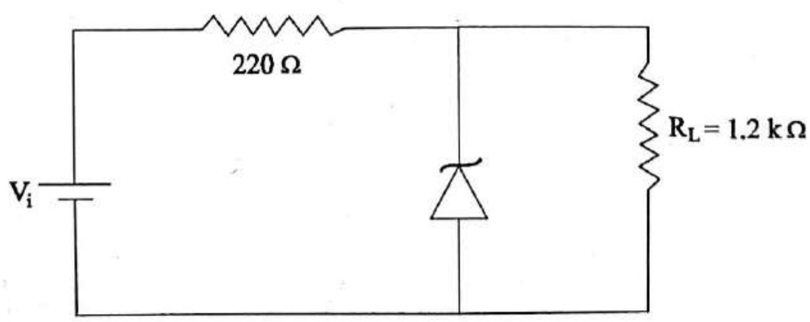
(c) The base current and collector current of a transistor are 80 μA and 2.56 mA respectively. Find the values of 'α' and 'β'. 3+(2+3)+2

3. (a) How is depletion region formed in a p–n junction?

(b) Compare between Zener Breakdown and Avalanche Breakdown.

(c) For the circuit given below, determine the value of V_i that will maintain the Zener diode in the 'ON' state.

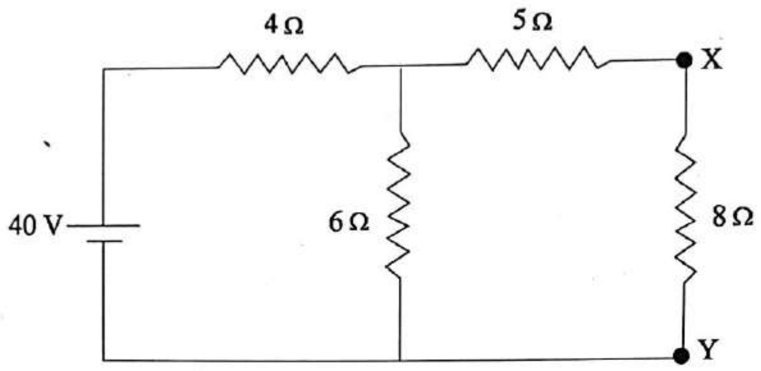
(Given, $V_Z = 6.2$ V, $I_{ZM} = 50$ mA)



(d) Describe the working principle of a Light Emitting Diode (LED) using a proper circuit diagram. 2+2+3+3

Please Turn Over

4. (a) Use Norton's theorem to calculate the current through the 8 Ω resistance connected across XY in the following circuit.



(b) Explain with diagram what do you mean by ideal current source and ideal voltage source.

(c) What do you mean by intrinsic and extrinsic semiconductors? 4+4+2

5. (a) What are the fundamental differences between Class-A and Class-C amplifiers?

(b) The current gain of a transistor in CE mode is 135. Calculate the emitter current if the collector current is 49.3 mA.

(c) What are the differences between depletion type and enhancement type MOSFET?

(d) When V_{GS} of a JFET changes from –3.1 V to –3 V, the drain current changes from 1 mA to 1.3 mA for a constant V_{DS}. Find the value of its transconductance (g_m). 2+3+2+3

6. (a) Explain the principle of operation of an OPAMP as a differential amplifier with a neat circuit diagram.

(b) Write down the basic characteristics of an ideal OPAMP.

(c) What do you mean by negative feedback? 5+3+2

7. (a) State the Barkhausen's criterion for sustained oscillation.

(b) Discuss whether any input signal is required to obtain an output from the oscillator.

(c) Draw the circuit diagram of Wien Bridge oscillator and determine the frequency of the oscillator. 2+2+(2+4)

———————

Paper : DSE-A-2

(Modern Physics)

Full Marks : 65

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১ ও ২নং প্রশ্ন, ও অন্য *যে-কোনো চারটি* প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×৫

(ক) দেখাও প্লাঙ্কের ধ্রুবকের মাত্রা কৌণিক ভরবেগের মাত্রার সাথে সমান।

(খ) একটি 1 keV ইলেকট্রনের ডি-ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

[দেওয়া আছে $h = 6.62 \times 10^{-34}$ J.sec, ইলেকট্রনের ভর = 9.1×10^{-31} kg.]

(গ) ডেভিসন জার্মার পরীক্ষা কী প্রমাণ করে?

(ঘ) কোন্ গতিবেগে ইলেকট্রন প্রবাহ হলে এর ভর স্থিরভরের দ্বিগুণ হবে?

(দেওয়া আছে শূন্য মাধ্যমে আলোর গতিবেগ $C = 3 \times 10^8$ m/sec.)

(ঙ) দেখাও যে অ-আপেক্ষিক মুক্ত কণার গ্রুপ বেগ কণার গতিবেগের সাথে সমান।

(চ) লেসার আলোর বৈশিষ্ট্য লেখো।

(ছ) উদ্দীপিত বিকিরণ নির্গমন বলতে কী বোঝো?

২। *যে-কোনো তিনটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ৫×৩

(ক) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা প্রিন্সিপাল ব্যবহার করে L দৈর্ঘ্যের একটি অনমনীয় একমাত্রিক বাক্সের মধ্যে সীমাবদ্ধ m ভরের একটি কণার গ্রাউন্ড স্টেটের শক্তি গণনা করো।

(খ) কোন ধ্রুবক A-এর জন্য $e^{-\alpha x^2}$, $\left(\frac{d^2}{dx^2} - Ax^2\right)$ অপারেটরের আইগেন ফাংশান হবে?

(গ) একটি রুবি লেজারের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) একটি ইলেকট্রনের গতিশক্তি 1.5 MeV, এর ভর m এবং বেগ v নির্ণয় করো।

[দেওয়া আছে ইলেকট্রনের স্থিত ভর $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, এবং আলোর গতিবেগ $C = 3 \times 10^8$ m/sec]

(ঙ) x-অক্ষ বরাবর গতিবেগ সংযোজন রাশিটি নির্ণয় করো।

৩। (ক) একটি কণা মূলবিন্দুতে স্থির আছে। $t = 0$ তে একটি বল F প্রযুক্ত হচ্ছে। দেখাও যে,

t সময় পরে কণার বেগ $\dfrac{F\,t\,c}{\sqrt{m_0^2 c^2 + F^2 t^2}}$

(খ) দৈর্ঘ্য সংকোচনের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(গ) $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$ সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। দেওয়া আছে কণাটির স্থিত ভর m_0, ভরবেগ p এবং শক্তি E ।

৩+৩+৪

৪। (ক) কোনো রাশির প্রত্যাশা মান বলতে কী বোঝো?

(খ) হার্মিশিয়ান সংকারকের সংজ্ঞা দাও। দেখাও যে $\hat{p}_x$ একটি হার্মিশিয়ান সংকারক।

(গ) এহরেনফাস্ট উপপাদ্যটি প্রমাণ করো। ২+৪+৪

৫। (ক) লেজারের কার্যনীতিতে 'পপুলেশন ইনভারসন' প্রয়োজনীয় কেনো?

(খ) একটি '2 ধাপ লেজার' তৈরি করা কি সম্ভব? ব্যাখ্যা করো।

(গ) একটি হিলিয়াম-নিয়ন লেসারের কার্যপ্রণালী আলোচনা করো। ৩+(১+২)+৪

৬। (ক) $\hat{B}\psi = \psi^2$ এই অপারেটরটি রৈখিক কি না পরীক্ষা করো।

(খ) স্থিত অবস্থায় (Ground State) একটি কণার ভর m। এটি একটি একমাত্রিক বাক্সের মধ্যে রয়েছে যেটা $x = 0$ এবং $x = L$-এর মধ্যে আবদ্ধ। $x = \dfrac{L}{4}$ এবং $x = \dfrac{L}{2}$-তে এর সম্ভাব্য ঘনত্বের অনুপাত নির্ণয় করো।

(গ) একটি নিউট্রনের দ্যা ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ, 27°C তাপমাত্রায়। 927°C তাপমাত্রায় এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? ৩+৪+৩

৭। (ক) বস্তু তরঙ্গের দশা বেগ ও গুচ্ছ বেগ বলতে কী বোঝো? আপেক্ষিকতার ক্ষেত্রে দশা বেগ কি আলোর গতিবেগের চেয়ে বেশি হতে পারে? মন্তব্য করো।

(খ) একটি কণা একটি একমাত্রিক দৃঢ় বাক্সের মধ্যে আবদ্ধ। এর শ্রোয়ডিংগার সমীকরণটি সমাধান করে নরমালাইজড্ তরঙ্গ অপেক্ষকটি নির্ণয় করো।

(২+৩)+৫

৮। (ক) কোয়ান্টাম বলবিদ্যার একমাত্রিক কনটিনুইটি সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো।

(খ) কোয়ান্টাম বলবিদ্যার বাউন্ডারি শর্তগুলি লেখো।

(গ) $\left(\hat{x} + \dfrac{\hat{d}}{dx}\right)$ সংকারকের আইগেন মান α। আইগেন অপেক্ষকের মান নির্ণয় করো। ৪+২+৪

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer ***question nos.*** 1 and 2, and ***any four*** questions from the rest.

1. Answer ***any five*** questions : 2×5

(a) Show that Planck's Constant has dimension of angular momentum.

(b) Calculate the de Broglie wavelength of 1 keV electron.

[Given h = (Planck's Constant) = 6.62×10^{-34} J.sec, Mass of electron = 9.1×10^{-31} kg.]

(c) What does Davision-Germar experiment prove?

(d) At what speed should an electron move to double its rest mass? Given that velocity of light in free space C = 3×10^{8} m/sec.

(e) Show that for a non-relativistic free particle group velocity is equal to the velocity of the particle.

(f) State the characteristics of LASER light.

(g) What do you mean by stimulated emission of radiation?

2. Answer ***any three*** questions : 5×3

(a) Using Heisenberg's uncertainty principle, calculate the ground state energy of a particle (mass m) confined within a rigid one-dimensional box of length L.

(b) Find the constant A which makes $e^{-\alpha x^2}$ is an Eigenfunction of the operator $\left(\frac{d^2}{dx^2} - Ax^2\right)$.

(c) Discuss the working principle of Ruby Laser.

(d) Compute the mass m and speed v of an electron having kinetic energy = 1.5 MeV.

[Given rest mass of electron $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, Velocity of light C = 3×10^{8} m/sec]

(e) Deduce the velocity addition law along x-direction.

3. (a) A particle is at rest at the origin. A force F starts acting on it as $t = 0$. Show that the speed of the particle at t is $\frac{F\,t\,c}{\sqrt{m_0^2 c^2 + F^2 t^2}}$.

(b) Deduce the formula of length contraction.

(c) Establish the relation $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$ for a particle of rest mass m_0, momentum p and total energy E. 3+3+4

4. (a) What do you mean by expectation value of a quantity?

(b) Define a Hermitian operator. Show that $\hat{p}_x$ is a Hermitian operator.

(c) Prove Ehrenfest theorem. 2+4+4

5. (a) Why is population inversion a necessary to obtain Lasing action?

(b) Can you build a 2-level LASER? Justify.

(c) Discuss the working principle of He-Ne Laser. 3+(1+2)+4

6. (a) Examine the operator $\hat{B}\psi = \psi^2$ is linear or not.

(b) For a particle of mass m in the ground state in a one-dimensional box which extends from $x = 0$ to $x = L$, what is the ratio of probability densities at $x = \frac{L}{4}$ and $x = \frac{L}{2}$?

(c) The de-Broglie wavelength of a neutron at 27°C is λ. What will be its wavelength at 927°C? 3+4+3

7. (a) What do you mean by phase velocity and group velocity of matter wave? Can the phase velocity in the relativistic case exceed the velocity of light? Comment.

(b) A particle is confined in a one-dimensional box. Solve its Schrödinger equation to find the normalised wave function. (2+3)+5

8. (a) Establish the continuity equation of quantum mechanics in one dimension.

(b) Write down the boundary conditions of quantum mechanics.

(c) $\left(\hat{x} + \frac{\hat{d}}{dx}\right)$ operation has an eigenvalue α. Determine the corresponding eigenfunction. 4+2+4

———————