

2021

PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-A-1

(Analog Electronics)

Full Marks : 50

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

প্রাপ্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

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

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) সর্বোচ্চ ক্ষমতা স্থানান্তরের উপপাদ্যটি লেখো।
- (খ) একটি P-N সংযোগ ডায়োডের গতিশীল রোধ কী?
- (গ) নিয়ন্ত্রিত পাওয়ার সাপ্লাই-এর লোড রেগুলেশন ও লাইন রেগুলেশনের পার্থক্য লেখো।
- (ঘ) JFET-এ পিঞ্চ-অফ ক্রিয়া কী?
- (ঙ) OPAMP-এর CMRR বলতে কী বোঝো?
- (চ) ট্রানজিস্টরের α ও β -র সম্পর্ক নির্ণয় করো।
- (ছ) সৌরকোষের মাধ্যমে সৌরশক্তি তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরের দুটি সুবিধা লেখো।

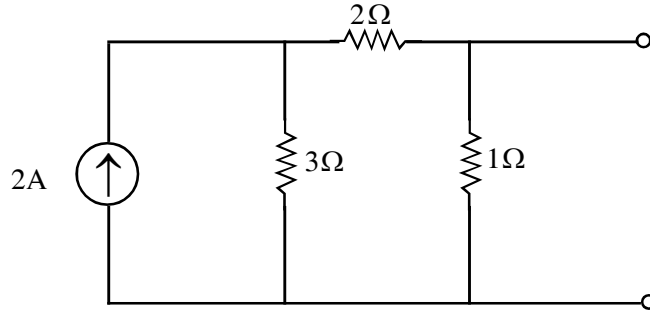
২। (ক) আদর্শ স্থিত তড়িৎপ্রবাহ উৎসের সংজ্ঞা লেখো।

(খ) তড়িৎ বর্তনী সংক্রান্ত নটনের উপপাদ্যটি লেখো ও ব্যাখ্যা করো।

(গ) একটি তড়িৎ উৎস, সংলগ্ন বর্তনীর রোধে সর্বোচ্চ ক্ষমতা স্থানান্তর করছে। এই ক্ষমতা স্থানান্তর ও উৎস থেকে নির্গত ক্ষমতার অনুপাত নির্ণয় করো।

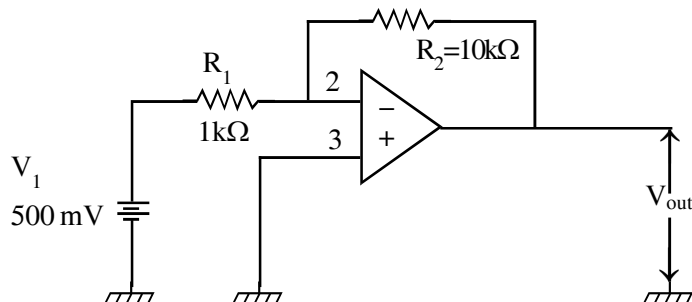
(ঘ) প্রদত্ত বর্তনীটির থেভেনিন তুল্য বর্তনী নির্ণয় করো।

২+৩+২+৩



Please Turn Over

- ৩। (ক) PN সংযোগের তৈরি হওয়া বিভব বাধার পরিমাণ ভোল্ট মিটারের সাহায্যে মাপা যায় না কেন ব্যাখ্যা করো।
 (খ) বর্তনীর সাহায্যে ফটো ডায়োডের কার্যপ্রণালী বিবৃত করো।
 (গ) ডায়োডের সাহায্যে অর্ধতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী আঁকো এবং এই ক্ষেত্রে রিপল গুণক নির্ণয় করো। ২+৩+(২+৩)
- ৪। (ক) ট্রানজিস্টরের CB সংযোগ পদ্ধতিতে আউটপুট বৈশিষ্ট্য আঁকো এবং সেই চিত্রে কাট-অফ অঞ্চল, কার্যক্ষম অঞ্চল এবং সম্পৃক্ত অঞ্চল নির্দেশ করো।
 (খ) জেনার ডায়োড কী?
 (গ) সমদশা সম্পন্ন OP-AMP কাকে বলে? নীচের বর্তনীর আউটপুট ভোল্টেজের মান নির্ণয় করো। ৫+২+(১+২)



- ৫। (ক) JFET-এর μ , r_d এবং g_m -এর সংজ্ঞা দাও। তাদের সম্পর্কটি লেখো।
 (খ) MOSFET-এর প্রারম্ভ বিভবের উৎস কী?
 (গ) JFET ও MOSFET-এর কার্যকারিতা ও গঠনের তুলনা করো। ৪+২+৪
- ৬। (ক) একটি অপারেশনাল বিবর্ধক কীভাবে যোজক হিসাবে কাজ করে সেটি বর্তনী চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।
 (খ) নিয়ন্ত্রিত ও অনিয়ন্ত্রিত উৎস বলতে কী বোঝো?
 (গ) ফীডব্যাক বলতে কী বোঝায়? ৫+৩+২
- ৭। (ক) রোধ ও ধারক ব্যবহার করে লিড-ল্যাগ বর্তনী চিত্র অঙ্কন করো। কেন একে লিড-ল্যাগ বলা হয়?
 (খ) ভীন ব্রিজ স্পন্দকের ফিডব্যাকের ধরন সম্বন্ধে আলোচনা করো।
 (গ) পুনর্নিবেশ প্রক্রিয়ার অনুপস্থিতিতে একটি পরিবর্ধকের ভোল্টেজ বিবর্ধনের মান 60 dB থেকে পুনর্নিবেশ প্রক্রিয়ার উপস্থিতিতে কমে 40 dB হয়। এর ফিডব্যাক ফ্যাক্টরের মান নির্ণয় করো। (১+২)+৪+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

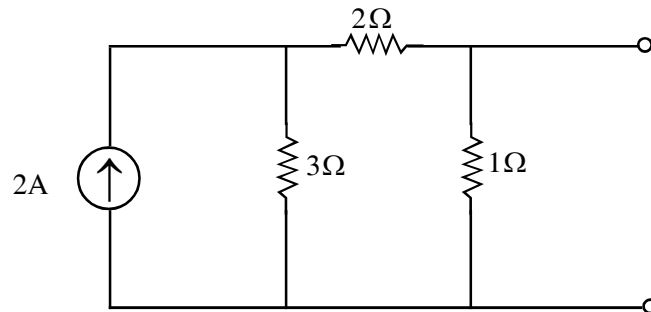
Answer **question no. 1** and **any four** questions from the rest.

1. Answer **any five** questions:

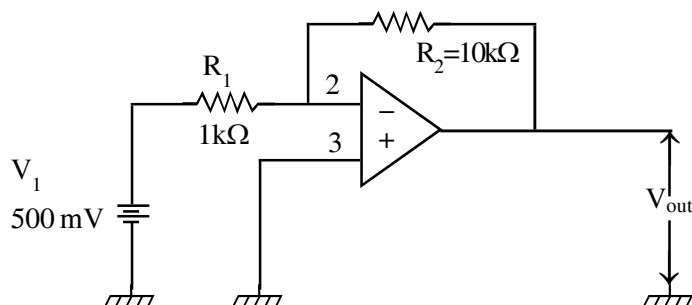
2×5

- (a) Write the maximum power transfer theorem.
 (b) What is the dynamic resistance of P–N junction diode?
 (c) State the difference between load regulation and line regulation in a regulated power supply.

- (d) What is pinch-off effect in a JFET?
- (e) What is CMRR in OPAMP?
- (f) Find the relation between ' α ' and ' β ' of a transistor.
- (g) Write down two advantages of Solar Photovoltaic Cell in converting solar energy into electricity.
2. (a) Define ideal constant current source.
- (b) State and explain Norton's network theorem.
- (c) A source is delivering maximum power to a resistance through a network. Find out the ratio of power delivered to the resistance with respect to the source power.
- (d) Find out the Thevenin's equivalent circuit of the following circuit: 2+3+2+3



3. (a) Explain why the potential barrier in a p-n junction cannot be measured using voltmeter.
- (b) Describe the working principle of a photo diode using a circuit diagram.
- (c) Draw the circuit diagram of a half-wave rectifier using diode and also calculate the ripple factor for it. 2+3+(2+3)
4. (a) Draw the output characteristics of a transistor in CB-mode and mention the cut-off, active and saturation region.
- (b) What is Zener diode?
- (c) What is non-inverting OPAMP? Find the output voltage of the OP-AMP circuit given below: 5+2+(1+2)



Please Turn Over

5. (a) Define μ , r_d and g_m of a JFET and write down the relationship between them.
(b) What is the origin of threshold voltage in MOSFET?
(c) Compare the performance and structure between a JFET and a MOSFET. 4+2+4
6. (a) Explain the principle of operation of an OPAMP as an adder with neat circuit diagram.
(b) Distinguish between regulated and unregulated power supply.
(c) What do you mean by feedback? 5+3+2
7. (a) Sketch the diagram of a lead-lag network using Resistance and Capacitor. Why is it called so?
(b) Explain the type of feedback mechanism involved in a Wien Bridge Oscillator.
(c) Voltage gain of an amplifier without feedback is 60 dB. It decrease to 40 dB with feedback. Calculate the feedback factor. (1+2)+4+3
-

2021

PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-A-2

(Modern Physics)

Full Marks : 65

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

প্রাস্তলিখিত 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) র‍্যালে-জীন ও ভীনের বিকিরণ সূত্রের তুলনায় প্ল্যাঙ্কের সূত্রের সুবিধা কি?
- (খ) একটি ইলেকট্রন 100V বিভব-পার্থক্যের ভিতর দিয়ে যাত্রা করে। ইলেকট্রনের ডি-ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।
- (গ) একটি ইলেকট্রন কত গতিতে চললে এটির ভর স্থির ভরের দ্বিগুণ হবে? (শূন্য মাধ্যমে আলোর গতিবেগ $c = 3 \times 10^8$ m/sec)
- (ঘ) লরেঞ্জ ফিটজেরাল্ড দৈর্ঘ্য সংকোচন বলতে কী বোঝো?
- (ঙ) কোয়ান্টাম বলবিদ্যায় তরঙ্গ প্যাকেট কী? একে কি নর্মালাইজ করা যায়?
- (চ) নর্মালাইজ করো : $\psi(x) = Ae^{-\alpha x^2}$, $-\infty < x < \infty$; A এবং α দুটি ধ্রুবক।
- (ছ) স্বল্প সুস্থিত অবস্থা কী?

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৫×৩

- (ক) কোয়ান্টাম বলবিদ্যায় প্রোবাবিলিটি কারেন্ট ঘনত্বের মান নির্ণয় করো।
- (খ) হার্মিশিয়ান সংকারকের সংজ্ঞা দাও। দেখাও যে $\hat{x}\hat{p}_x$ হার্মিশিয়ান সংকারক নয়।
- (গ) একটি $V(x, t)$ বিভব সম্পন্ন অঞ্চলে শ্রোয়েডিংগার তরঙ্গ সমীকরণের দুটি সমাধান $\psi_1(x, t)$ ও $\psi_2(x, t)$ । দেখাও যে, $\psi = a_1\psi_1 + a_2\psi_2$ ওই সমীকরণের একটি সমাধান যেখানে a_1 ও a_2 যে-কোনো দুটি ধ্রুবক।
- (ঘ) চিত্রসহ একটি হিলিয়াম-নিওন লেসারের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো।
- (ঙ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের তত্ত্বের স্বীকার্যগুলি বিবৃত করো। $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$ রাশিমালাটি প্রতিষ্ঠা করো যেখানে প্রতীকগুলি স্বাভাবিক অর্থ বহন করে।

৩। (ক) দেখাও যে মুক্ত ইলেকট্রন দ্বারা বিক্ষিপ্ত হওয়ার কারণে কোনো ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনের মান $\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$ যেখানে $\lambda_c =$ ক্রম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও $\theta =$ বিক্ষেপণ কোণ।

(খ) ডেভিসন-গার্মার পরীক্ষাটি বর্ণনা করো। এর গুরুত্ব কী?

৬+৪

Please Turn Over

- ৪। (ক) একমাত্রিক বিভব $V(x)$ -এর বিচরণশীল একটি কণার শ্রোয়েডিংগার সমীকরণটি লেখো।
 (খ) বস্তুতরঙ্গের দশাবেগ ও গুচ্ছ বেগের মধ্যে সম্পর্কটি নির্ণয় করো। দেখাও যে বস্তু তরঙ্গের দশা বেগ $= \frac{c^2}{v}$ যেখানে $c =$ আলোর গতিবেগ ও $v =$ কণার গতিবেগ।
 (গ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্র ব্যবহার করে দেখাও যে একটি পরমাণুর কেন্দ্রকের ভিতরে ইলেকট্রন উপস্থিত থাকতে পারে না। ২+(২+২)+৪
- ৫। (ক) আইনস্টাইনের A ও B গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।
 (খ) লেসার আলোর বৈশিষ্ট্য লেখো।
 (গ) রুবি লেসারের কার্যনীতি লেখো। ৪+২+৪
- ৬। (ক) $V(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ V_0, & x \geq 0 \end{cases}$ এই স্টেপ বিভবের জন্য শ্রোয়েডিংগার সমীকরণটি সমাধান করো এবং এর সাহায্যে প্রতিফলন ও সংবহন-এর মান নির্ণয় করো।
 (খ) একটি কণা একটি একমাত্রিক শক্ত বাস্তবের মধ্যে আবদ্ধ। এর শ্রোয়েডিংগার সমীকরণটি সমাধান করে নর্মালাইজড তরঙ্গ-অপেক্ষকের ব্যঞ্জক নির্ণয় করো। ৬+৪
- ৭। (ক) দেখাও যে শূন্য মাধ্যমে আলোর গতিবেগের সঙ্গে যে-কোনো গতিবেগ যোগ দিলে পুনরায় আলোর গতিবেগই পাওয়া যায়।
 (খ) ৭ 'ক'-তে ব্যবহৃত ফর্মুলাটি প্রমাণ করো।
 (গ) লরেঞ্জ রূপান্তর সমীকরণগুলি ব্যবহার করে দৈর্ঘ্য সংকোচন ও সময় প্রসারণের রাশিমালা নির্ণয় করো। ৩+৩+(২+২)
- ৮। (ক) একটি পর্যবেক্ষণযোগ্য রাশির প্রত্যাশামান $\langle \alpha \rangle = \int \psi^* \hat{\alpha} \psi d\tau$ । এটা থেকে দেখাও যে $\hat{\alpha}$ একটি হার্মিশিয়ান সংকারক।
 (খ) কৌণিক ভরবেগ সংকারকের রাশি হল $\hat{L} = \hat{r} \times \hat{p}$ । এটা থেকে গোলাীয় পোলার স্থানাঙ্কের $\hat{L}_x, \hat{L}_y, \hat{L}_z$ উপাংশের মান নির্ণয় করো।
 (গ) প্রমাণ করো যে, একটি হার্মিশিয়ান সংকারকের আইগেন মান বাস্তব হয়। ২+৫+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

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

1. Answer **any five** questions :

2×5

- (a) What is the advantage of Planck's law over Rayleigh–Jean and Wien's radiation law?
 (b) An electron falls through a potential difference of 100V. Calculate the de Broglie wavelength of the electron.

- (c) At what speed should an electron move to double its rest mass? Given that velocity of light in free spaces $c = 3 \times 10^8$ m/s.
- (d) What is meant by Lorentz–Fitzgerald length contraction?
- (e) In quantum mechanics, what is wave packet? Can it be normalised?
- (f) Normalise $\psi(x) = Ae^{-\alpha x^2}$, $-\infty < x < \infty$; where A and α are constants.
- (g) What is metastable state?

2. Answer **any three** questions :

5×3

- (a) Obtain an expression for probability current density in quantum mechanics.
- (b) Define Hermitian operator. Show that the operator $\hat{x}\hat{p}_x$ is not an Hermitian operator.
- (c) If $\psi_1(x, t)$ and $\psi_2(x, t)$ are both solutions of Schrödinger wave equation for a given potential $V(x, t)$. Then show that $\psi = a_1\psi_1 + a_2\psi_2$ in which a_1 and a_2 are arbitrary constants is also a solution.
- (d) With the diagram, explain the working principle of He–Ne Laser.
- (e) State the basic postulates of special theory of relativity. Prove that $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$, where the symbols have their usual meaning.

3. (a) Show that the amount of wavelength shift of a photon scattered by a free electron given by, $\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$, where λ_c is Compton wavelength and θ is the angle of scattering.

(b) Describe Davison–Germer experiment. What is its significance?

6+4

4. (a) Write the Schrödinger equation of a particle moving in a one-dimensional potential $V(x)$.

(b) Deduce the relation between phase velocity and group velocity of matter wave. Show that the phase velocity of matter wave $= \frac{c^2}{v}$, where c is the velocity of light in free spaces, v is particle velocity.

(c) Using Heisenberg's uncertainty principle, show that an electron cannot reside inside the nucleus of an atom.

2+(2+2)+4

5. (a) Deduce the relation between Einstein's A and B coefficient.

(b) Write the properties of LASER.

(c) Write down the working principle of Ruby Laser.

4+2+4

6. (a) $V(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ V_0, & x \geq 0 \end{cases}$. Solve the Schrödinger equation for the step potential and use it to find the expression for reflectance and transmittance.

(b) A particle is in a one-dimensional rigid box. Solve its Schrödinger equation and normalise the wave function.

6+4

Please Turn Over

7. (a) Prove that if any velocity is added to velocity of light in free space the result is same as the velocity of light in free space.
- (b) Deduce the formula used in part 7(a).
- (c) Using Lorentz transformation equation, deduce the expression for Length contraction and Time dilation. 3+3+(2+2)
8. (a) The expectation value of observable is $\langle \alpha \rangle = \int \psi^* \hat{\alpha} \psi d\tau$. From this expression, show that $\hat{\alpha}$ is an Hermitian operator.
- (b) Angular momentum operator is given by $\hat{L} = \hat{r} \times \hat{p}$. In spherical polar coordinate, find the components $\hat{L}_x, \hat{L}_y, \hat{L}_z$.
- (c) Prove that the eigenvalues of an Hermitian operator are real. 2+5+3
-