

U.G. 3rd Semester Examination - 2019

PHYSICS

[PROGRAMME]

Course Code : PHYS(G)CC-03-T(A),(B)&(C)

Full Marks : 40

Time : $2\frac{1}{2}$ Hours

The figures in the right-hand margin indicate marks.

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

Answer all the questions from Selected Option.

OPTION-A

PHYS(G)CC-03-T(A)

(Analog Systems and Applications)

GROUP-A

1. Answer any **five** of the following questions:

$2 \times 5 = 10$

- a) Define accuracy and resolution for a D/A converter.
- b) What is the difference between differential and common mode inputs for an op-amp?
- c) Define ripple factor and rectification efficiency of a rectifier.
- d) The energy gap of the semiconducting material of an LED is 1.37 eV. What is the wavelength of the emitted light?

[Turn over]

- e) Show that, $I_C = \beta I_B + (\beta + 1) I_{CBO}$.
- f) What is a Zener diode? Draw its volt-ampere characteristic.
- g) State the advantages of negative feedback.
- h) What do you understand by biasing of a transistor? Why there is a necessity of biasing?

GROUP-B

2. Answer any **two** of the following questions:

5×2=10

- a) What is a rectifier? Explain the use of a *p-n* junction diode as a half-wave and a center tap full-wave rectifier. 1+4
- b) Draw the circuit diagram of a single stage common emitter (CE) transistor amplifier using *n-p-n* transistor and explain the working of a CE amplifier. 5
- c) What is the difference between positive and negative feedback? An amplifier has a gain of 100 without feedback. This gain is reduced to 50 with negative feedback. Find the feedback fraction of the amplifier. 3+2
- d) What is an OP-AMP? What are the characteristics of an OP-AMP? Give its circuit symbol and state its application. 1+2+2

GROUP-C

3. Answer any **two** of the following questions:

$$10 \times 2 = 20$$

- a) Why and which type of feedback is necessary in oscillator circuits? Explain the condition under which a feedback amplifier works as an oscillator. State and explain Barkhausen criterion for sustained oscillations. How do oscillations get steady?

$$2+3+3+2$$

- b) Explain with the help of appropriate circuit diagram the working of

- i) Adder (or summing amplifier)
- ii) Subtractor
- iii) Integrator
- iv) Differentiator amplifier using OP-AMP.

$$2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$$

- c) What is a $p-n$ junction diode? What are diffusion and drift currents for a $p-n$ junction diode? Draw the energy level diagram for an unbiased, forward and reverse biased $p-n$ junction and explain the mechanism of current flow under forward and reverse bias. Draw the full $I-V$ characteristic for such a diode.

$$1+2+5+2$$

- d) What is the use of coupling in amplifiers? Draw a diagram of RC coupled transistor amplifier. Explain its frequency response graph. What are its advantages? In the three stages of a multistage amplifier the voltage gains are 10, 20 and 30 respectively. Calculate the overall voltage gain of the amplifier.

$$2+4+2+2$$

OPTION-B

PHYS(G)CC-03-T(B)

(Elements of Modern Physics)

1. Answer any five questions: $2 \times 5 = 10$

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- a) Why Compton effect cannot be observed with visible light?

সাধারণ আলোতে কম্পটন ক্রিয়া পরিলক্ষিত হয় না কেন?

- b) A particle of mass 10^{-6} gm has a speed of 1 m/sec. If the speed is uncertain by 0.01%, what is the minimum uncertainty in the position of the particle?

10^{-6} গ্রাম ভরের একটি বস্তুকণার দ্রুতি ১ মিটার/সেকেন্ড।
যদি তার দ্রুতির অনিশ্চয়তা ০.০১% হয় তবে তার অবস্থানের
ন্যূনতম অনিশ্চয়তা কত?

- c) What is the wavelength associated with the electron accelerated through 1000 volts?

১০০০ ভোল্ট বিভব দ্বারা ত্বরান্বিত ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য
কত?

- d) The minimum energy for a particle entrapped in a one-dimensional box is 3.2×10^{-18} Joule. What are the next energy in eV, the particle can have?

একমাত্রিক বাক্সের মধ্যে আবদ্ধ একটি বস্তুকণার ন্যূনতম শক্তি
 3.2×10^{-18} জুল। বস্তুকণাটির পরবর্তী শক্তির মান 'eV'
এককে প্রকাশ কর।

- e) Define half-life of a radioactive element and write down its expression.

তেজস্ক্রিয় বস্তুর অর্ধায়ুর সংজ্ঞা দাও। ইহার গাণিতিক রূপটি লেখ।

- f) What is mass defect? How is it related to binding energy?

‘ভর-ত্রুটি’ কি? বন্ধনশক্তির সহিত ইহার সম্পর্ক কি?

- g) What is the source of fission energy?— explain.

নিউক্লিয় বিয়োজনে নির্গত শক্তির উৎস কি?

- h) What do you mean by the term 'population inversion'?

‘পপুলেশন ইনভারশন’— কথাটির অর্থ তুমি কি বোঝ?

2. Answer any **two** questions: $5 \times 2 = 10$

যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- a) i) What is nuclear reactor? What is its main purpose?

নিউক্লিয় চুল্লি বলতে কি বোঝ? এর মূল উদ্দেশ্য কি?

- ii) Write down the fission reaction when U^{235} is bombarded by slow neutrons.

স্লো নিউট্রন দ্বারা আঘাতপ্রাপ্ত U^{235} -এর নিউক্লিয় বিয়োজনের বিক্রিয়াটি লেখ।

- iii) Give an example of a moderator.

$$(1+2)+1+1=5$$

একটি মডারেটরের উদাহরণ দাও।

- b) Discuss the importance of
- Surface energy and
 - Coulomb energy terms for the stability of a nucleus in the ground state.

$$2\frac{1}{2} \times 2 = 5$$

“পৃষ্ঠশক্তি ও কুলম্বশক্তির গুরুত্ব নিউক্লিয়াসের ভূমিস্থরের স্থায়ীত্বের ক্ষেত্রে কতটা আলোচনা কর।

- c) Define metastable state. Explain the terms spontaneous emission and stimulated emission. What are Einstein co-efficients?

$$1 + (1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2}) + 1$$

মেটা স্টেবল স্তরের সংজ্ঞা দাও। স্বতঃস্ফূর্ত নিঃসরণ ও উদ্দীপিত নিঃসরণ বলতে কি বোঝ? আইনস্টাইনের গুণাংকগুলি কি?

- d) i) Show that operator $\frac{\partial}{\partial x}$ and $\frac{\partial}{\partial t}$ commute with each other.

দেখাও $\frac{\partial}{\partial x}$ ও $\frac{\partial}{\partial t}$ অপারেটর দুটি পরস্পরকে কমুট করে।

- ii) Calculate the commutator for position and linear momentum operator.

$$2\frac{1}{2} \times 2 = 5$$

অবস্থান ও রৈখিক ভরবেগের অপারেটরের মধ্যে কম্যুটেটর নির্ণয় কর।

3. Answer any two questions:

10×2=20

যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- a) i) What is Compton effect? Derive an expression for Compton shift and wavelength of scattered photon.

কম্পটন ক্রিয়া কি? কম্পটন সরণ ও বিক্ষেপিত ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রাশিমালা নির্ণয় কর।

- ii) Find the de-Broglie wavelength of an electron in the first Bohr orbit of hydrogen atom.

হাইড্রোজেনের প্রথম বোর কক্ষের ইলেকট্রনের ডি-ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

- iii) Define work function. (2+5)+2+1=10

কার্য-অপেক্ষকের সংজ্ঞা দাও।

- b) i) State Heisenberg's uncertainty principle. Using this principle explain the existence of finite zero point energy.

হাইসেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্রটি লেখ। ইহার দ্বারা 'zero point energy'-র অস্তিত্ব ব্যাখ্যা কর।

- ii) What do you mean by wave packet? Explain how a localized particle is represented by wave packet.

'Wave packet' বলতে কি বোঝ? ইহার দ্বারা কিরূপে 'localized particle'-কে নির্দেশিত করা হয় ব্যাখ্যা কর।

- iii) Write down the wave function of a free particle. (2+3)+(2+2)+1=10

মুক্ত বস্তুকণার তরঙ্গ অপেক্ষক (wave function)টি লেখ।

- c) State Schrödinger's wave equation for a free particle in one-dimensional closed box with infinitely hard walls. Show that in this box linear momentum and energy of an entrapped particle is quantized. Also derive the expression for wave function and probability density of the particle. In all case the length of box is l .

$$2+2+2+2+2=10$$

অসীম দৃঢ় প্রাচীর যুক্ত একমাত্রিক বাক্সে আবদ্ধ বস্তুকণার ক্ষেত্রে শ্রোডিঞ্জারের তরঙ্গ সমীকরণটি লেখ। এই ক্ষেত্রে দেখাও বস্তুটির রৈখিক ভরবেগ ও শক্তি কোয়ান্টাইজড। একই সাথে বস্তুটির wave function ও probability density নির্ণয় কর। বাক্সটির দৈর্ঘ্য $=l$ ।

- d) i) Define the terms 'disintegration constant' and 'activity' of a radioactive substance. What does the unit 'curie' represent?

তেজস্ক্রিয় মৌলের ক্ষেত্রে বিঘটন ধ্রুবক ও সক্রিয়তার সংজ্ঞা দাও। 'কুরী' এককটি কি বোঝায়?

- ii) Obtain the expression of radioactive decay law. Using this relation derive mean life.

তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্রটি নির্ণয় কর। ইহার সাহায্যে গড় আয়ুর রাশিমালা নির্ণয় কর।

- iii) The half life of radon is 3.82 days. What fraction of freshly prepared sample of radon will disintegrate in 10 days?

$$(1+1+1)+(2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2})+2=10$$

রেডনের অর্ধায়ু ৩.৮২ দিন। ১০ দিন পর সদ্য তৈরী রেডনের কোনো স্যাম্পলের কত অংশ বিঘটিত হবে?

OPTION-C

PHYS(G)CC-03-T(C)

(Mathematical Physics-III)

1. Answer any five questions: $2 \times 5 = 10$

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- a) Write down De Moivre's theorem.

De Moivre's-এর উপপাদ্যটি লেখ।

- b) Write down Euler's formula in connection with complex numbers.

জটিল রাশির সাথে সম্পর্কিত Euler-এর সূত্রটি লেখ।

- c) Write down Cauchy's integral formula.

কচির ইন্টিগাল সূত্রটি লেখ।

- d) Prove that $f(z)=\ln(z)$ has a branch point at $z=0$.

প্রমাণ কর যে $f(z)=\ln(z)$ অপেক্ষকের $z=0$ বিন্দু একটি শাখা বিন্দু।

- e) State and prove the first shifting property of Laplace Transforms.

ল্যাপলাস রূপান্তরগুলির প্রথম স্থানান্তর ধর্মের বর্ণনা দিয়ে সেটি প্রমাণ কর।

- f) Write down the three dimensional Fourier transform of a function $f(\vec{r})$ where

$$\vec{r}=(x, y, z).$$

অপেক্ষক $f(\vec{r})$ -এর ত্রি-মাত্রিক ফুরিয়ার রূপান্তরটি লেখ যেখানে $\vec{r}=(x, y, z)$ ।

- g) State convolution theorem in connection with Fourier transforms.

ফুরিয়ার রূপান্তরগুলির সাথে সম্পর্কিত কনভোলিউশন উপপাদ্যটি লেখ।

- h) Show that

$$\sin(x + iy) = \sin x \cosh y + i \cos x \sinh y.$$

দেখাও যে $\sin(x + iy) = \sin x \cosh y + i \cos x \sinh y$ ।

2. Answer any **two** questions:

5×2=10

যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- a) Given a complex number (vector) z , interpret geometrically $ze^{i\alpha}$, where α is real. 5

একটি জটিল রাশি (ভেক্টর) z দেওয়া হয়েছে, জ্যামিতিকভাবে $ze^{i\alpha}$ -এর ব্যাখ্যা কর, যেখানে α একটি বাস্তব সংখ্যা।

- b) Define the Dirac delta function. Write down the expression for the Fourier transform of a function $f(x)$. Determine the Fourier transform of $\delta(x)$. 1+2+2

ডিরাক ডেল্টা অপেক্ষকের সংজ্ঞা দাও। $f(x)$ অপেক্ষকের ফুরিয়ার রূপান্তরের ব্যঞ্জক লেখ। $\delta(x)$ -এর ফুরিয়ার রূপান্তরটি নির্ণয় কর।

- c) Prove that $\mathcal{L}\{e^{at}\} = \frac{1}{s-a}$, $s > a$, where \mathcal{L} denotes Laplace transform. Explain change of scale property of Laplace Transforms. 3+2

প্রমাণ কর যে $\mathcal{L}\{e^{at}\} = \frac{1}{s-a}$, $s > a$ যেখানে \mathcal{L} -এর
অর্থ ল্যাপলাস রূপান্তর। ল্যাপলাস রূপান্তরগুলির স্কেল
পরিবর্তন ধর্মের ব্যাখ্যা দাও।

d) Expand $f(z) = \frac{1}{(z-1)(z-2)}$ in the region

$f(z) = \frac{1}{(z-1)(z-2)}$ কে দেওয়া অঞ্চলে বিস্তারিত কর

i) $|z| < 1$

ii) $1 < |z| < 2$

$$2\frac{1}{2} + 2\frac{1}{2}$$

$$10 \times 2 = 20$$

3. Answer any two questions:

যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

a) i) Prove that a necessary condition for
 $w = f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ to be
analytic in a region is that the Cauchy-
Riemann equations $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$
be satisfied in the region. 5

প্রমাণ কর যে কোনও অঞ্চলে
 $w = f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ বৈশ্লেষিক
হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শর্তটি হল কচি-রিমান
সমীকরণ $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$ সেই অঞ্চলে সিদ্ধ
হইবে।

ii) Using residue theorem show that

$$\int_0^{2\pi} \frac{\cos 3\theta}{5-4\cos\theta} d\theta = \frac{\pi}{12} \quad 5$$

রেসিডিউ (Residue) উপপাদ্য ব্যবহার করে দেখাও

$$\text{যে } \int_0^{2\pi} \frac{\cos 3\theta}{5-4\cos\theta} d\theta = \frac{\pi}{12} \text{।}$$

b) i) Use finite Fourier transforms to solve

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad U(0, t) = 0, \quad U(4, t) = 0,$$

$$U(x, 0) = 2x \text{ where } 0 < x < 4, t > 0. \quad 5$$

সমাধানের জন্য সসীম ফুরিয়ার রূপান্তর ব্যবহার কর

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad U(0, t) = 0, \quad U(4, t) = 0,$$

$$U(x, 0) = 2x \text{ যেখানে } 0 < x < 4, t > 0 \text{।}$$

ii) Find the Fourier transform of

$$\begin{cases} 1 & \text{for } |x| < 1 \\ \text{and } 0 & \text{for } |x| > 1 \end{cases} \text{. Hence evaluate}$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx. \quad 2\frac{1}{2} + 2\frac{1}{2}$$

$$\begin{cases} 1 & \text{for } |x| < 1 \\ \text{and } 0 & \text{for } |x| > 1 \end{cases} \text{-এর ফুরিয়ার রূপান্তর নির্ণয়}$$

কর। সুতরাং $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx$ -এর মূল্যায়ন কর।

- c) i) Determine the residues of each function at the indicated poles. 2+2

নির্দেশিত মেরুতে (pole) প্রতিটি অপেক্ষকের অবশিষ্টাংশ (Residue) নির্ধারণ কর।

A) $\frac{z^2}{(z-2)(z^2+1)}$ at $z=2, i, -i$

B) $\frac{1}{z(z+2)^3}$ at $z=0, -2$

- ii) Given a function $f(x)$, assume that the Taylor series for $f(x)$,

$$f(x) = a_0 + a_1(x-a) + a_2(x-a)^2 + a_3(x-a)^3 + \dots + a_n(x-a)^n + \dots$$

Calculate $f(a)$, $f'(a)$, $f''(a)$, ..., $f^n(a)$, where $f^n(x)$ is the n -th derivative of $f(x)$ at x . Write the Taylor series of $f(x)$ about $x=a$. Hence define an analytic function in terms of expansion in Taylor series.

2+2+2

অপেক্ষক $f(x)$ -এর টেলর শ্রেণী :

$$f(x) = a_0 + a_1(x-a) + a_2(x-a)^2 + a_3(x-a)^3 + \dots + a_n(x-a)^n + \dots$$

$f(a), f'(a), f''(a), \dots, f^n(a)$ বাহির কর। x বিন্দুতে $f(x)$ -এর n -তম অবকল হইল $f^n(x)$ । $x=a$ বিন্দুর সাপেক্ষে $f(x)$ টেলর শ্রেণীটি লেখ। টেলর শ্রেণীর বিস্তারের সাপেক্ষে একটি বৈশ্লেষিক অপেক্ষকের সংজ্ঞা দাও।

d) i) Use Laplace Transform method to solve

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dx}{dt} + x = e^t \text{ with } x=2, \frac{dx}{dt} = -1 \text{ at } t=0.$$

ল্যাপলাস রূপান্তর পদ্ধতি ব্যবহার করে

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dx}{dt} + x = e^t \text{ সমীকরণটি সমাধান কর,}$$

$$\text{যেখানে } t=0 \text{ সময়ে } x=2, \frac{dx}{dt} = -1$$

ii) An inductor of 2 henrys, a resistor of 16 ohms and a capacitor of 0.02 farads are connected in series with an emf of E volts. At $t=0$ the charge on the capacitor and current in the circuit are zero. Find the charge and current at any $t>0$ if $E=300$ volts. 5+5

2 হেনরির একটি আবেশক, 16 ওহমের রোধ এবং 0.02 ফ্যারাডের একটি ধারক, E ভোল্টের একটি তড়িৎচালক বলের সঙ্গে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত রয়েছে। $t=0$ সময়ে ধারকের আধান এবং বর্তনীর প্রবাহমাত্রা

শূন্য। যদি $E=300$ ভোল্ট হয় তবে যে কোনও সময়ে $t>0$ আধান এবং প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

