

Total number of printed pages-47

**3 (Sem-6/CBCS) PHY RE 1/2/3/4/5
2022**

PHYSICS

(Regular Elective)

Answer the Questions from any one Option.

OPTION - A

(Communication Electronics)

Paper : PHY-RE-6016

Full Marks : 60

Time : Three hours

OPTION - B

(Digital Signal Processing)

Paper : PHY-RE-6026

Full Marks : 60

Time : Three hours

OPTION - C

(Advanced Mathematical Physics-II)

Paper : PHY-RE-6036

Full Marks : 80

Time : Three hours

OPTION - D

(Astronomy and Astrophysics)

Paper : PHY-RE-6046

Full Marks : 80

Time : Three hours

OPTION - E

(Classical Dynamics)

Paper : PHY-RE-6056

Full Marks : 80

Time : Three hours

**The figures in the margin indicate
full marks for the questions.**

Answer either in English or in Assamese.

Contd.

OPTION - A

(Communication Electronics)

Paper : PHY-RE-6016

1. Answer the following : (any seven) $1 \times 7 = 7$

তলৰ প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ কৰা : (যিকোনো সাতটা)

(a) What do you mean by electromagnetic wave ?

বিদ্যুৎচুম্বকীয় তৰংগ মানে কি ?

(b) When amplitude modulation is said to be 100% ?

100% বিস্তাৰ কলন কেতিয়া হোৱা বুলি কোৱা হয় ?

(c) What is demodulation ?

বিকলন প্ৰক্ৰিয়াটো কি ?

(d) Write the full form of PSK.

PSK-ৰ অৰ্থটো সম্পূৰ্ণকৈ লিখা ?

(e) What is known as the transmitter-receiver combination in the Satellite ?

কৃত্ৰিম উপগ্ৰহৰ প্ৰেৰক আৰু গ্ৰাহক সংযুতিটোক কি বুলি জনা যায় ?

(f) Write the full form of GPS.

GPS-ৰ অৰ্থটো সম্পূৰ্ণকৈ লিখা।

(g) What changes in frequency modulation ?

কম্পনাংক কলনত কি পৰিবৰ্তন কৰা হয় ?

(h) What do you mean by multiplexing ?

মাল্টিপ্লেক্সিঙ বুলিলে কি বুজা ?

(i) What is the difference between GSM and CDMA ?

GSM আৰু CDMA ৰ মাজৰ ব্যবধান কি ?

(j) What is a repeater ?

ৰিপিটাৰ কি হয় ?

2. Answer **any four** of the following : $2 \times 4 = 8$

তলৰ যিকোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ কৰা :

(a) What is carrier wave ? Why frequency of the carrier wave is always more ?

বাহক তৰংগ কি ? বাহক তৰংগৰ কম্পনাংক সদায় বেছি কিয় হব লাগে ?

(b) What do you mean by base band signal ? Explain.

ভূমি পঠি (base-band) সংকেত মানে কি বুজা ?
বৰ্ণনা কৰা।

(c) What is diode detector ? Draw a circuit diagram of a diode detector.

ডায়'ড ডিটেক্টৰ কি ? ডায়'ড ডিটেক্টৰৰ বৰ্ত্তনী চিত্ৰ
আকা।

(d) What is channel capacity ?

চেনেল ধাৰণ ক্ষমতা কি ?

(e) Define signal to noise ratio.

সংকেত আৰাও (signal to noise) অনুপাতৰ
সংজ্ঞা দিয়া।

(f) Write about the Geo-Stationary Satellite.

ভূস্থৈতিক উপগ্ৰহৰ বিষয়ে লিখা।

(g) What is modulation index of an FM carrier having a carrier swing 100 kHz and a modulating signal of 5 kHz ?

কম্পনাংক কলন (FM) বাহক তৰংগৰ কলন মাত্ৰা মান
নিৰ্ণয় কৰা যাৰ বাহক দোলন (carrier swing)
100 kHz আৰ বার্তা সংকেত 5 kHz।

(h) Give the idea about GSM.

GSM-ৰ বিষয়ে আভাস দিয়া।

3. Answer **any three** of the following :

5×3=15

তলৰ যিকোনো তিনিটাৰ উত্তৰ কৰা :

(a) What do you mean by communication systems ? Give some typical example of communication systems.

যোগাযোগ ব্যৱস্থা মানে কি বুজা ? কিছুমান আদৰ্শ যোগাযোগ ব্যৱস্থাৰ উদাহৰণ দিয়া।

(b) Write about the advantages and disadvantages of amplitude modulation.

বিস্তাৰ কলনৰ সুবিধা আৰু অসুবিধাৰ বিষয়ে লিখা।

(c) What is the power developed by an amplitude modulated wave in a load of 100Ω when the peak voltage of the carrier is 100 Volts and the modulation factor is 0.4 ?

100Ω ভাৰ যুক্ত বিস্তাৰ কলিত তৰংগত সৃষ্টি হোৱা ক্ষমতা নিৰ্ণয় কৰা যেতিয়া বাহক তৰংগৰ শীৰ্ষ বিভব 100 ভ'ল্ট আৰু কলন মাত্ৰা 0.4 ?

- (d) What do you mean by MODEM ? What is its function ?

মডেম (MODEM) বুলিলে কি বুজা ? ইয়াৰ কাৰ্য কি ?

- (e) Write short note on Amplitude Shift Keying (ASK).

এমপ্লিটিউড ছিফ্ট কেয়িং (ASK) ৰ চমু টোকা লিখা ।

- (f) What is Frequency modulation ? Find an expression for frequency modulation index.

কম্পনাংক কলন কি ? কম্পনাংক কলন মাত্ৰাৰ প্ৰকাশ ৰাশি নিৰ্ণয় কৰা ।

- (g) What is the basic difference between analog communication and digital communication ? Mention the advantages of digital communication.

অনুক্ৰম (analog) যোগাযোগ আৰু অংকীয় (digital) যোগাযোগ ব্যবস্থাৰ মূলপার্থক্য কি ? অংকীয় যোগাযোগৰ সুবিধাসমূহ উল্লেখ কৰা ।

- (h) Give the basic concept of mobile communication.

মোবাইল যোগাযোগৰ সাধাৰণ ধাৰণা দিয়া ।

4. Answer **any three** of the following :

10×3=30

তলৰ যিকোনো তিনিটাৰ উত্তৰ কৰা :

(a) With the help of a block diagram of an electronic communication system describe the working of the main elements. 2+8=10

ব্লক ছিট্ৰৰ সহায়ত ইলেকট্ৰনিক যোগাযোগ ব্যৱস্থা এটাৰ মূল উপাংশ কেইটাৰ কাৰ্য্য বৰ্ণনা কৰা।

(b) Define modulating index for amplitude modulated waves ? Draw the waveform of an AM carrier modulated by a single frequency modulating signal. What are side frequencies. 3+5+2=10

বিস্তাৰ কলনৰ কলন মাত্ৰাৰ সংজ্ঞা দিয়া ? এক কম্পনাংকৰ বাৰ্তা সংকেতেৰে কলিত বিস্তাৰ কলনৰ তৰংগৰ আকাৰ চিত্ৰ আৰু বুজোৱা ? পাৰ্শ্ব-কম্পনাংক কি ?

(c) Define phase modulation and phase modulation index. Find an expression for phase modulated carrier with sinusoidal modulation. 2+2+6=10

দশা কলন আৰু দশা কলন মাত্ৰাৰ সংজ্ঞা দিয়া। চাইনোচাইডেল (Sinusoidal) তৰংগৰ সহায়ত দশা কলিও বাহক তৰংগৰ প্ৰকাশ বাশি উলিওৱা।

- (d) Write short notes on pulse width modulation (PWM) and pulse position modulation (PPM). $5+5=10$

স্পন্দবেধ কলন ((PWM)) আৰু স্পন্দ অবস্থান কলন (PPM) ৰ চমু টোকা লিখা।

- (e) Describe the main components of the satellite communication. What are uplink and downlink ? $8+2=10$

উপগ্রহ যোগাযোগ ব্যবস্থাৰ মূল উপাদান সমূহৰ বৰ্ণনা কৰা। উৰ্ধ সংযোগ (uplink) আৰু নিম্ন সংযোগ (downlink) কি ?

- (f) Compare the TDMA, CDMA and FDMA technology.

TDMA, CDMA আৰু FDMA প্রযুক্তিৰ তুলনা কৰা।

- (g) What do you mean by time division multiplexing (TDM) ? Draw the simple block diagram of a TDM system and explain each block. $3+7=10$

টাইম ডিভিজন মাল্টিপ্লেকচিং (TDM) মানে কি বুজা ? (TDM) প্রণালী এটাৰ সাধাৰণ ব্লক চিত্ৰ আৰু প্রতিটো ব্লকৰ বৰ্ণনা কৰা।

(h) Draw a block diagram of a superheterodyne receiver ? Explain shortly the function of each block.

3+7=10

চুপাৰহেটাৰোডাইন গ্ৰাহক যন্ত্ৰৰ ব্লক চিত্ৰ আকা ? ইয়াৰ প্ৰতিটো ব্লকৰ কাৰ্য্য চমুকৈ বৰ্ণনা কৰা।

OPTION - B

(Digital Signal Processing)

Paper : PHY-RE-6026

1. Give short answer of the following questions (*any seven*): 1×7=7
- (a) Mention whether the following statement is true **or** false. "All sinusoidal discrete time signals are periodic signals."
 - (b) What do you mean by discrete convolution ?
 - (c) Write down the expression for Discrete Time Fourier Transform (DTFT) of a discrete time sequence $x(n)$.
 - (d) Why Fourier Transform of a discrete time signal is known as signal spectrum ?
 - (e) Mention whether the following statement is true **or** false.
"The frequency response of LTI system is periodic function of ω with period of 2π ".
 - (f) The unit impulse response is _____ state response.
(Fill in the blank)

- (g) Auto co-relation exhibits in which symmetry ?
- (h) For what purpose Z-transformation can be used ?
- (i) For the two polynomials $P(z)$ and $D(z)$, at what condition $P(z)/D(z)$ will be called a proper function ?
- (j) What is twiddle factor ?

2. Briefly answer the following questions :

(any four)

$2 \times 4 = 8$

- (a) Define even signal with an example.
- (b) What is convolution sum ?
- (c) What do you mean by LTI system ?
- (d) Discuss about the linearity of discrete time Fourier transformation.
- (e) How does circular convolution is different from linear convolution ?
- (f) Mention *two* commonly used Z-transformation pair.
- (g) Define linear phase filter.

(h) What is IIR digital filter, describe with block diagram ?

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

5×3=15

- (a) Discuss about commutative property and distributive property of linear time invariant system.
- (b) Discuss the basic operations of input sequence with schematic diagram.
- (c) Show that the DTFT of $x = 1, -\alpha < n < \alpha$ is given by $X(e^{j\omega}) = \sum_{k=-\alpha}^{\alpha} 2\pi\delta(\omega + 2\pi k)$.
- (d) Let $X(e^{j\omega})$ denote the DTFT of a complex sequence $x[n]$. Express the DTFT of $\text{Re}\{x[n]\}$ in terms of $X(e^{j\omega})$.
- (e) For the sequence $x[n] = (-0.6)^n \mu[n]$, determine ROC of the z-transformation.
- (f) Establish the relationship between DFT and Fourier series.
- (g) Mention the use of Twiddle factor. Describe the cyclic property of Twiddle factor for an 8-point DFT and draw the diagram.

(h) Differentiate FIR and IIR filters. Which one is better for discrete time signal and why?

4. Answer the following questions (**any three**):

10×3=30

(i) Define energy and power signals. Find out whether the following signals are energy signals or power signals.

4+3+3

(a) $\left(\frac{1}{2}\right)^n u(n)$

(b) $e^{j[(\pi/3)n+(\pi/2)]}$

(ii) The impulse response of two LTI systems are $h_1(n)$ and $h_2(n)$. Find out their resultant impulse response, if the two systems are connected in

5+5

(a) Parallel connection

(b) Cascade connection.

(iii) Establish the relationship between the Discrete Time Fourier Transform (DTFT) and Z-transform. Find out the DTFT of the following sequences.

5+5

$$-a^n u(-n-1)$$

(iv) Write short notes on the following systems:

(a) Zero Phase Filter

- (b) Simple FIR Digital Filter 5+5
- (v) Establish the relationship between the Discrete Fourier Transform (DFT) and Z-transform. Find out the four-point DFT of $x(n) = \{1, -1, 2, -2\}$ directly. 5+5
- (vi) Explain how IDFT can be determined using the FFT technique. Briefly explain the advantage of FFT over direct computation of DFT. What is the meaning of Radix-2 FFT? 4+4+2
- (vii) Write *two* advantages and disadvantages of digital filter over analog filter. Explain the design of IIR filter using approximation of derivatives. 4+6
- (viii) What do you mean by Transfer Function of a LTI system? Establish the relationship between the Transfer Function and the Difference Equation of an n th order LTI system. Find out the difference equation of the following LTI system. 2+5+3
-

OPTION - C

(Advanced Mathematical Physics-II)

Paper : PHY-RE-6036

1. Answer the following questions/choose the correct answer from the given options :
(any ten) 1×10=10

তলত দিয়া প্রশ্নবোৰৰ উত্তৰ দিয়া/প্রদত্ত বিকল্পসমূহৰ পৰা সঠিক উত্তৰ নিৰ্ণয় কৰা : (যিকোনো দহটা)

- (a) For a particle moving on a sphere, the number of degrees of freedom is

গোলকৰ ওপৰত ঘূৰি থকা পদার্থকণিকাৰ বাবে স্বাধীনতাৰ মাত্ৰা হ'ব

(i) 3

(ii) 6

(iii) 2

(iv) 1

- (b) Which of the following relation for Poisson's brackets is correct ?

পয়চ বন্ধনীৰ বাবে নিম্নলিখিত কোনটো সম্বন্ধ সঁচা ?

(i) $[\alpha + \gamma, \beta] = [\alpha, \beta + \gamma]$

(ii) $[\alpha, \beta\gamma] = [\alpha\gamma, \beta]$

$$(iii) [\alpha, q_i] = \frac{\partial \alpha}{\partial p_i}$$

$$(iv) [\alpha, \beta + \gamma] = [\alpha, \beta] + [\alpha, \gamma]$$

(c) Lagrange bracket for $\{q_i, p_j\}$ q, p for $i=j$ is

লাগ্ৰাঞ্জ বন্ধনী $\{q_i, p_j\}$ q, p [য'ত $i=j$] ৰ মান হ'ব

(i) 2

(ii) 0

(iii) -1

(iv) 1

(d) Write True **or** False :

সত্য বা অসত্য লিখা :

For Poisson distribution,
mean = standard deviation

পয়চ বণ্টনৰ বাবে গড় = প্ৰামাণিক বিচলন

(e) Fill in the blank :

খালী ঠাই পূৰ্ণ কৰা :

When $p = q$, binomial distribution will be _____.

যেতিয়া $p = q$, দ্বিপদ বণ্টন _____ হয়।

(f) What is the order of the identity element of a group ?

এটা সংঘৰ নিৰপেক্ষ মৌলিটোৰ মৌলাংক কিমান ?

(g) The order of w in the multiplicative group $G = \{1, w, w^2\}$, where w is the cube root of unity, is

গুণাধীনৰ সংঘ $G = \{1, w, w^2\}$ ত w -ৰ মৌলাংক (য'ত w হ'ল ঘনকীয় একক মূল) হ'ব

(i) 1

(ii) -3

(iii) 3

(iv) -1

(h) Which of the following relations is not an equivalent relation on set Z ?

তলত দিয়া কোনটো সম্বন্ধ সংহতি Z ৰ ওপৰত সমতুল্য সম্বন্ধ নহয়?

(i) $xRy \Leftrightarrow x = y$

(ii) $xRy \Leftrightarrow x < y$

(iii) $xRy \Leftrightarrow (x + y)$ is an even integer
($x + y$) এটা যুগ্ম অখণ্ড সংখ্যা

(iv) $xRy \Leftrightarrow (x - y)$ is an even integer.
($x - y$) এটা যুগ্ম অখণ্ড সংখ্যা

(i) For $f^{-1} : B \rightarrow A$ to be a mapping, f must be

$f^{-1} : B \rightarrow A$ ফলন মানচিত্রন হরলে, ফলন f হ'ব লাগিব

(i) one-one onto

(ii) many-one into

(iii) one-one into

(iv) one-many onto

(i) একৈকী আচ্ছাদক

(ii) অনৈকী অন্তৰক

(iii) একৈকী অন্তৰক

(iv) একানেক আচ্ছাদক

(j) If A is a certain event, then $P(A) = ?$

যদি A এটা নিশ্চিত ঘটনা হয়, তেন্তে $P(A) = ?$

(k) If A and B are mutually exclusive events then $P(A \cap B) = ?$

যদি A আৰু B দুটা পৰস্পৰান্তৰ্ঘাত ঘটনা হয় তেন্তে $P(A \cap B) = ?$

(l) Define independent event.

স্বতন্ত্ৰ ঘটনাৰ সংজ্ঞা লিখা।

(m) What are generalized co-ordinates ?

ব্যাপকীকৃত স্থানাংকবোৰ কি ?

(n) Define Center of a group.

সংঘ এটাৰ কেন্দ্ৰৰ সংজ্ঞা লিখা।

(o) Hamilton's equations are —

হেমিল্টনৰ সমীকৰণবোৰ হ'ল —

$$(i) \quad \dot{q}_i = \partial H / \partial p_i, \quad \dot{p}_i = -\partial H / \partial q_i$$

$$(ii) \quad \dot{q}_i = -\partial H / \partial p_i, \quad \dot{p}_i = \partial H / \partial q_i$$

$$(iii) \quad \dot{q}_i = \partial H / \partial p_i, \quad \dot{p}_i = -\partial H / \partial q_i$$

$$(iv) \quad \dot{q}_i = \partial H / \partial q_i, \quad \dot{p}_i = -\partial H / \partial p_i$$

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

2×5=10

তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ যিকোনো পাঁচটাৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) Define a group. When a group is said to be Abelian ?

সংঘৰ সংজ্ঞা লিখা। সংঘ এটাক কেতিয়া এবেলীয় কোৱা হয় ?

(b) Define a homomorphism and isomorphism from a group to another group.

এটা সংঘৰ পৰা আন এটা সংঘলৈ অনুৰূপতা আৰু সমৰূপতাৰ সংজ্ঞা লিখা।

(c) What is a binomial distribution ? Give an example.

দ্বিপদ বণ্টন কি ? এটা উদাহৰণ দিয়া।

(d) Explain in brief variational principle in Calculus.

কলন গণিতত পৰিবৰ্তনশীল নীতিটো ব্যাখ্যা কৰা।

(e) Mention the use of Legendre transformation equation for a function of two variables with example.

দুটা পৰিবৰ্তনশীল ৰাশিৰ ফলনৰ বাবে লিজেণ্ড্ৰীয় ৰূপান্তৰ সমীকৰণৰ ব্যবহাৰ উদাহৰণৰ সৈতে উল্লেখ কৰা।

(f) If G is a group, then prove that

G এটা সংঘ হ'লে, প্রমাণ কৰা যে

$$(ab)^{-1} = b^{-1} a^{-1} \quad \forall a, b, \in G$$

(g) Explain in brief what do you mean by geodesic on sphere.

গোলকৰ ওপৰত বৃহৎবৃত্তীয় পথ বুলিলে কি বুজায় সংক্ষিপ্তভাৱে ব্যাখ্যা কৰা।

(h) What do you mean by continuous and discrete random variable ?

অবিচ্ছিন্ন আৰু বিচ্ছিন্ন যাদৃচ্ছিক চলক মানে কি বুজা ?

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

5×4=20

তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ যিকোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) State and prove Baye's theorem of probability.

সম্ভাৱিতাৰ বেইজৰ উপপাদ্য উল্লেখ কৰি প্রমাণ কৰা।

(b) Show that if f is a function of y' alone,

then the extremals of $\int_{x_1}^{x_2} f(x, y, y') dx$ are straight lines.

যদি f কেবলমাত্র y' ৰ ফলন হয়, তেন্তে প্রমাণ কৰা যে

$\int_{x_1}^{x_2} f(x, y, y') dx$ ৰ চৰমবোৰ সৰলৰেখা ভাল হয়।

(c) The Lagrangian of a particle of mass m moving in a plane is given by

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + a(xy + yx)$$

Find out canonical momenta and the Hamiltonian.

3+2=5

সমতলত চলি-থকা m ভৰৰ বস্তু এটাৰ বাবে লাগ্ৰেঞ্জীয় হ'ল

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + a(xy + yx)$$

বিহিত ভৰবেগবিলাক আৰু হেমিল্টনিয়ান উলিয়াই দিয়া।

(d) If a random variable X has a Poisson distribution such that

$$P(X = 2) = P(X = 3), \text{ find } P(X = 4).$$

$$[\text{Given } e^{-3} = 0.0498]$$

যাদৃচ্ছিক চলক X ৰ বাবে প্ৰদত্ত পয়ণ্ট বণ্টনৰ
 $P(X = 2) = P(X = 3)$, তেন্তে $P(X = 4)$ ৰ মান
উলিওৱা।

$$[\text{দিয়া আছে } e^{-3} = 0.0498]$$

(e) Define binary operation on a set. When a binary operation is said to be commutative ? Let $*$ be a binary operation on N defined by $a * b = a^b + b^a$, find $4 * 3$ and $3 * 4$. $2+1+1+1=5$

দ্বৈত প্ৰক্ৰিয়াৰ সংজ্ঞা লিখা। এটা দ্বৈত প্ৰক্ৰিয়া কেতিয়া
ক্ৰমবিনিমেয় হ'ব? N সংহতিৰ সাপেক্ষে $*$ এটা দ্বৈত
প্ৰক্ৰিয়া যাৰ সংজ্ঞা হ'ল $a * b = a^b + b^a$ তেন্তে
 $4 * 3$ আৰু $3 * 4$ ৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

- (f) Define a cyclic group. Prove that every cyclic group is Abelian. Show that the multiplicative group $\{1, -1, i, -i\}$ is cyclic, write the generators of this group.

$$1+2+1+1=5$$

চক্রিয় সংঘৰ সংজ্ঞা লিখা। প্রমাণ কৰা যে প্রতিটো

চক্রিয় সংঘ এবেলিয়ান। প্রমাণ কৰা যে

$\{1, -1, i, -i\}$ গুণাত্মক সংঘটো চক্রিয়। এই সংঘৰ জেনেৰেটৰসমূহ লিখা।

- (g) Define Bernoulli trials. For a binomial distribution (X) given that mean = 8, variance = 4, find

$$Pr(0 \leq X \leq 1), Pr(X \geq 2). \quad 1+2+2=5$$

বাৰ্ণলি অভিপ্রয়োগৰ সংজ্ঞা লিখা। দ্বিপদ বণ্টন

(X) ৰ ক্ষেত্ৰত, দিয়া আছে গড় = 8 আৰু

প্রসৰণ = 4, তেন্তে $Pr(0 \leq X \leq 1)$ আৰু

$Pr(X \geq 2)$ ৰ মান উলিওৱা।

- (h) Prove that intersection of two subgroups of a group is a subgroup of the group. Give an example to show that the union of two subgroups is not a subgroup.

$$3+2=5$$

প্রমাণ কৰা যে কোনো সংঘৰ দুটা উপসংঘৰ ছেদন সেই সংঘটোৰ এটা উপসংঘ। এটা উদাহৰণৰ সহায়ত দেখুওৱা যে দুটা উপসংঘৰ মিলন আন এটা উপসংঘ নহয়।

4. Answer **any four** of the following questions : 10×4=40

তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ যিকোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ দিয়া :

- (a) (i) Derive Euler-Lagrange's equation of motion. 6

অয়লাৰ-লাগ্ৰাঞ্জৰ গতিৰ সমীকৰণ উলিওৱা।

- (ii) Discuss the motion of a simple pendulum in Lagrangian formulation. 4

লাগ্ৰেঞ্জীয় পদ্ধতিত সৰল দোলকৰ গতিৰ আলোচনা কৰা।

- (b) (i) Explain Hamilton's principle.

- (ii) Define Canonical pair of variables.

- (iii) Write down the expression for Lagrangian function in the case of a mass m attached to a spring lying along x -axis.

- (iv) Determine the Hamiltonian of a free particle in spherical co-ordinate system. 3+2+2+3=10

- (i) হেমল্টিনৰ নীতি ব্যাখ্যা কৰা।

- (ii) বিহিত যুগ্ম চলবাশিৰ সংজ্ঞা লিখা।

(iii) x অক্ষত থকা স্প্রিং এডালৰ লগত যুক্ত m ভৰৰ ক্ষেত্ৰত লাগ্ৰেঞ্জীয় ফলনৰ বাৰ্শি লিখা।

(iv) গোলকীয় স্থানাংকত মুক্ত পদাৰ্থ কণিকা এটাৰ বাবে হেমিল্টনীয়ান নিৰ্দ্ধাৰণ কৰা।

(c) Define equivalent relation. Give an example. Show that the relation

$R = \{(a, b) | a, b \in A, a - b = \text{positive even integer}\}$ where

$A = \{x | x \text{ is odd positive integer}\}$ is not an equivalent relation. $1+1+8=10$

সমতুল্য সম্বন্ধৰ সংজ্ঞা লিখা। এটা উদাহৰণ দিয়া।

দেখুওৱা যে $R = \{(a, b) | a, b \in A, a - b = \text{ধনাত্মক যুগ্ম অখণ্ড সংখ্যা}\}$ সম্বন্ধটো য'ত

$A = \{x | x \text{ এটা অযুগ্ম ধনাত্মক অখণ্ড সংখ্যা}\}$, সমতুল্য নহয়।

(d) Define Gaussian distribution.

If X follows Gaussian distribution with mean = μ and s.d. = σ , then find the median and mode of Gaussian distribution. $2+8=10$

গাউছিয়ান বণ্টনৰ সংজ্ঞা লিখা। যদি যাদৃচ্ছিক চলক X য়ে গাউছিয়ান বণ্টন এটা মানি চলে যাৰ গড় = μ আৰু মানক বিচলন = σ তেন্তে বণ্টনটোৰ মধ্যমা আৰু বহুলক নিৰ্ণয়ক কৰা।

- (e) (i) Prove that $E(X^2) \geq \{E(X)\}^2$ where X is a random variable. 3

যাদৃচ্ছিক চলক X -র বারে প্রমাণ করা যে

$$E(X^2) \geq \{E(X)\}^2$$

- (ii) The distribution of a random variable X is given by

যাদৃচ্ছিক চলক X র বণ্টনটো তলত উল্লেখ করা হ'ল

X	:	-3	-2	-1	0	1	2	3
$P(X=2)$:	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	C	0	$2C$	$2C$	$\frac{1}{8}$

Find (উলিওরা)

(a) C

(b) $E(X)$

(c) $P(X \leq -2)$

(d) $P(X \geq 2)$ $1+2+2+2=7$

- (f) Define permutation in group theory. Find out the product of permutations given below :

$$p = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{pmatrix}, \quad q = \begin{pmatrix} a & c & b \\ k & l & m \end{pmatrix}$$

Write the identity permutation for p .
Prove that product of two permutations is not commutative.

$$1+2+2+5=10$$

সংঘনীতিত বিন্যাসৰ সংজ্ঞা লিখা। তলত দিয়া
বিন্যাসদুটাৰ পূৰণফল উলিওৱা

$$p = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{pmatrix}, \quad q = \begin{pmatrix} a & c & b \\ k & l & m \end{pmatrix}$$

p বিন্যাসৰ নিৰপেক্ষ বিন্যাসটো লিখা। প্রমাণ কৰা যে
দুটা বিন্যাসৰ পূৰণফল ক্রমবিনিময় নহয়।

- (g) Mention the merits and demerits of least square method.

Use the method of least squares to fit a line to the data in the table mentioned below using X as independent variable.

$$1+1+8=10$$

ন্যূনতম বৰ্গ পদ্ধতিৰ সুবিধা আৰু অসুবিধা উল্লেখ কৰা।
তলত প্রদত্ত তথ্য ব্যবহাৰ কৰি ন্যূনতম বৰ্গাধি প্রয়োগ
কৰি এডাল সবলৰেখা আসঞ্জন কৰা, ইয়াত X এটা
স্বতন্ত্ৰ ৰাশি।

X	3	5	6	8	9	11
Y	2	3	4	6	5	8

(h) Define Poisson bracket of two variables. Show that Poisson brackets are anti-symmetric.

Prove that if α, β are two constants of motion, their Poisson bracket is likewise an integral of motion.

$$2+2+6=10$$

দুটা চলৰাশিৰ পয়ঁচ বন্ধনীৰ সংজ্ঞা লিখা। দেখুওৱা হৈ পয়ঁচ বন্ধনীবিলাক অসাদৃশ।

প্রমাণ কৰা যে যদি α, β দুটাই গতিৰ ধ্ৰুবক হয়, তেন্তে সিহঁতৰ পয়ঁচ বন্ধনীও গতিৰ ধ্ৰুবক হ'ব।

(i) Under what condition Binomial distribution tends to Poisson distribution ? State the probability function and application of Poisson distribution. Find the total probability of getting a total of 11 (i) once (ii) twice in two tosses of a pair of fair dice.

$$2+4+2+2=10$$

কি চৰ্ত সাপেক্ষে দ্বিপদ বণ্টন, পয়ঁচ বণ্টনৰ কাষ চাপে ? পয়ঁচ বণ্টনৰ সম্ভাৱিতা ফলন আৰু ব্যবহাৰ উল্লেখ কৰা। এযোৰ নিখুত মুদ্ৰা 2 বাৰ টছ কৰিলে সামগ্ৰিকৰূপত 11 (i) এবাৰ (ii) দুবাৰ পাৰলৈ সামগ্ৰিক সম্ভাৱিতা উলিওৱা।

- (j) (i) "Do the integers with respect to multiplicative binary operation form a group ?
- (ii) Under what conditions binomial distribution tends to normal distribution ?
- (iii) Show that H is a constant of motion if Lagrangian L is not an explicit function of time.

$$5+2+3=10$$

- (i) অখণ্ড সংখ্যাবিলাক গুণাত্মক দ্বৈত প্রক্রিয়া সাপেক্ষে সংঘ গঠন কৰে নেকি ? যুক্তি দেখুওৱা।
- (ii) কি চৰ্ত সাপেক্ষে দ্বি-পদ বণ্টন প্ৰসামান্য বণ্টনৰ কাৰ চাপে ?
- (iii) দেখুওৱা যে যদি লাগ্ৰেঞ্জীয় L সময়ৰ স্পষ্ট ফলন নহয় তেন্তে H গতিৰ ধ্ৰুৱক হয়।

OPTION - D

(Astronomy and Astrophysics)

Paper : PHY-RE-6046

1. Answer **any ten** questions from the following : 1×10=10

তলৰ যিকোনো দহটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) Define one light year.

এক আলোকবৰ্ষৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(b) Write the relation between radiant flux and luminosity.

‘ৰেডিয়েন্ট ফ্লাক্স’ আৰু ‘লুমিনচিটি’ৰ মাজৰ সম্পৰ্কটো লিখা।

(c) What is quasar ?

‘কোৱাজাৰ’ কি ?

(d) Where does the star formation take place in our galaxy ?

আমাৰ তাৰকাৰাজ্যত তাৰাৰ সৃষ্টি ক’ত হয় ?

(e) Mention one example of Nebulae.

‘নেবুলা’ৰ এটা উদাহৰণ দিয়া।

- (f) What is 'Chandrashekhar Limit' ?
 'চন্দ্ৰশেখৰ সীমা' কি ?
- (g) What is the shape of Kuiper belt ?
 'কুইপাৰ বেল্ট'ৰ আকৃতি কেনেকুৱা ?
- (h) Name the dark central region of a developed sunspot.
 সৌৰকলংকৰ মাজৰ ক'লা অংশৰ নাম লিখা।
- (i) In which part of the spectrum, the limb darkening effect of photosphere is more prominent ?
 বৰ্ণালীৰ কোনটো অংশত ফট'স্ফি়েৰৰ 'লিম্ব ডাৰ্কেনিং পৰিঘটনা' বেছি স্পষ্ট ?
- (j) Write the basic difference between asteroid and meteoroids.
 গ্ৰহাণু আৰু উল্কাপিণ্ডৰ মাজৰ মূল পাৰ্থক্য লিখা।
- (k) What does "f/number" represent in a telescope ?
 দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰত "f/নম্বৰ" এ কি বুজায় ?
- (l) What is Zenith point ?
 'শিৰো বিন্দু' কি ?

(m) How many constellations are there in the celestial sphere ?

নভোগোলকত কিমান তাৰকা প্ৰণালী আছে ?

(n) On what date does summer solstice starts ?

'কৰ্কট সংক্ৰান্তি' কোনটো দিনত আৰম্ভ হয় ?

(o) Which element occurs most abundantly in our universe ?

আমাৰ বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ডত সকলোতকৈ বেছিকৈ উপলব্ধ মৌল কোনটো ?

2. Answer **any five** questions from the following : 2×5=10

তলৰ যিকোনো পাঁচটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) The apparent magnitude of full moon is -12.5 and that of Venus is -4.00 . Which one is brighter and how much ?

পূৰ্ণচন্দ্ৰ আৰু শুক্ৰগ্ৰহৰ আপাতমান ক্ৰমে -12.5 আৰু -4.00 কোনটো বেছি উজ্বল আৰু কিমান উজ্বল ?

(b) Calculate the frequency of the infrared photon of wavelength 1mm .

1mm তৰংগ দৈৰ্ঘ্যৰ অৱলোহিত ফটনৰ কম্পনাংক উলিওৱা।

- (c) What is right ascension and declination of the point at Vernal Equinox ?

‘ভাৰ্ণেল ইকুইনক্স’ বিন্দুত সোঁ আৰোহন আৰু অৱনতি কিমান ?

- (d) When the time is $9h\ 40m\ 20s$ in Greenwich, it is $15h\ 47m\ 32s$ in Guwahati. Find longitude of Guwahati.

যেতিয়া গ্ৰীণউইচত সময় 9 ঘণ্টা 40 মিনিট 20 সেকেণ্ড, গুৱাহাটীৰ সময় 15 ঘণ্টা 47 মিনিট 32 সেকেণ্ড, গুৱাহাটীৰ দ্ৰাঘিমাংশ উলিওৱা।

- (e) How does pixel size affect the image quality of an astronomical object ?

নভোমণ্ডলীয় বস্তুৰ প্ৰতিবিম্বৰ গুণমানক ‘পিক্সেল’ৰ আকাৰে কেনেকৈ প্ৰভাৱিত কৰে ?

- (f) Find the solar constant if temperature of the sun is $6000K$.

যদি সূৰ্য্যৰ তাপমান $6000K$ হয়, সৌৰ ধ্ৰুৱকৰ মান উলিওৱা।

- (g) Obtain Julian Date for 15 August, 1947.

1947 চনৰ 15 আগষ্ট দিনটো জুলিয়ান দিনত প্ৰকাশ কৰা।

(h) What is 21cm radiation and how does it originate ?

21 ছেঃ মিঃ বিকিৰণ কি আৰু ইয়াৰ উৎপত্তি কেনেদৰে হয়?

3. Answer **any four** questions from the following : 5×4=20

তলৰ যিকোনো চাৰিটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) Explain why life of a massive star is shorter.

গধুৰ তৰা এটাৰ আয়ুসকাল চুটি কিয় ব্যাখ্যা কৰা।

(b) Define apparent and absolute magnitude of a star and establish a relationship between them.

তৰা এটাৰ আপাত আৰু পৰম মানৰ সংজ্ঞা দিয়া আৰু এই দুটাৰ মাজৰ সম্বন্ধ ঠাৱৰ কৰা।

(c) Explain trigonometric parallax method of distance measurement.

দূৰত্ব নিৰূপণ কৰিবলৈ ব্যৱহৃত ত্ৰিকোণমিতীয় পেৰেলেক্স পদ্ধতিটো ব্যাখ্যা কৰা।

(d) Why short waves are used for radio transmission at far-off place ? Explain.

বহু দূৰত্বত ৰেডিঅ' প্ৰসাৰণত হ্ৰস্ব তৰংগ কিয় ব্যৱহাৰ কৰা হয় ? ব্যাখ্যা কৰা।

- (e) The luminosity of a star of apparent magnitude +3.00 is 100 times that of the sun ($M_v = +5.00$) and its proper motion is $0''.05$. Find tangential velocity of the star. If the star's distance doubles in one million years. Find the space velocity of the star.

আপাত মাপ +3.0 থকা তৰা এটাৰ লুমিন'চিটি সূৰ্য ($M_v = +5.00$) তকৈ 100 গুণ বেছি আৰু ইয়াৰ যথার্থ বেগ $0''.05$ । তৰাটোৰ স্পৰ্শকীয় বেগ উলিওৱা। যদি তৰাটোৰ দূৰত্ব এক নিযুত বছৰত দুগুণ হয়, তৰাটোৰ মহাকাশীয় বেগ নিৰ্ণয় কৰা।

- (f) How does a supernova explosion lead to the production of a neutron star ?

এটা চুপাৰনভা বিস্ফোৰণৰ পৰা নিউট্ৰন তৰাৰ সৃষ্টি কেনেকৈ হয় ?

- (g) State advantages and disadvantages of reflecting and refracting telescopes.

প্ৰতিফলন আৰু প্ৰতিসৰন দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰৰ সুবিধা আৰু অসুবিধা সমূহ বৰ্ণনা কৰা।

- (h) The parallax of Proxima Centauri is $0''.785$. Find its distance in *per sec*, light year, astronomical unit, mile and kilometer.

প্রক্সিমা চেণ্টাউৰিৰ পেৰেলেক্স $0''.785$ । ইয়াৰ দূৰত্ব পাৰচেৰ, আলোকবৰ্ষ, নভোমণ্ডলীয় পৰিমাণ, মাইল আৰু কিল'মিটাৰত প্ৰকাশ কৰা।

4. Answer **any four** questions from the following : $10 \times 4 = 40$

তলৰ যিকোনো চাৰিটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিয়া।

- (a) Draw a neat diagram of Hubble space telescope and explain its working principle.

হাবল মহাকাশ দূৰবীক্ষণৰ এটি পৰিষ্কাৰ চিত্ৰ অংকন কৰা আৰু ইয়াৰ কাৰ্য্যনীতি ব্যাখ্যা কৰা।

- (b) Draw Hertzsprung–Russel diagram and explain classification of stars.

$5 + 5 = 10$

হাৰ্টজস্প্ৰাংগ-ৰাছেল চিত্ৰটো অংকন কৰা আৰু তাৰ শ্ৰেণী বিভাজনৰ বিষয়ে ব্যাখ্যা কৰা।

- (c) Write an essay on the evolution of stars.

তাৰ ক্ৰমবিবৰ্ত্তনৰ ওপৰত এখন বহুনা লিখা।

- (d) Draw a schematic diagram showing the variation of density and temperature in the layers of the Sun's atmosphere starting from photosphere. Describe all the layers of the sun in details. $6+4=10$

ফট'স্ফি়েৰৰ পৰা আৰম্ভ কৰি সূৰ্য্যৰ বায়ুমণ্ডলৰ তৰপসমূহত ঘনত্ব আৰু উষ্ণতাৰ পৰিবৰ্ত্তন দেখুৱাই এটি চিত্ৰ অংকন কৰা। সূৰ্য্যৰ বায়ুমণ্ডলৰ বিভিন্ন তৰপসমূহ বৰ্ণনা কৰা।

- (e) Draw a celestial sphere. Explain the terms ecliptic, North and South Celestial pole, horizon, Celestial equator, the latitude, longitude, declination, right ascension and hour angle and show their position in the celestial sphere.

নভোগোলকৰ এটি চিত্ৰ অংকন কৰা। সূৰ্য্যৰ বাৰ্ষিক পথ, উত্তৰ নভোগোলকীয় মেৰু, দক্ষিণ নভোগোলকীয় মেৰু, দিগন্ত, নভোবিষুৱ, অক্ষ্যাংশ, দ্ৰাঘিমাংশ, সৌঁ আৰোহন, অৱনতি আৰু আৱাৰ এংগলৰ বিষয়ে লিখা আৰু নভোগোলকত সকলোৰে স্থান নিৰ্ণয় কৰা।

- (f) Describe Hubble's morphological classification of galaxies. What are the principal observable features that form the basis for this classification? What features distinguish the sub classes ? $3+5+2=10$

হাবলৰ তাৰকা ৰাজ্যসমূহৰ শ্ৰেণী বিভাজনৰ বিষয়ে বৰ্ণনা কৰা। এই শ্ৰেণী বিভাজনৰ মূল লক্ষ্যণীয় বৈশিষ্ট্যসমূহ কি ? কোনবোৰ বৈশিষ্ট্যই উপশ্ৰেণীসমূহক পৃথক কৰে ?

- (g) Obtain the fundamental equation of cosmology based on Newtonian mechanics and discuss fundamental weakness of this equation. $8+2=10$

নিউটনৰ গতিসূত্রসমূহৰ ভিত্তিত কছম'লজীৰ মৌলিক সমীকৰণটো উলিওৱা আৰু এই সমীকৰণৰ মূল আসোঁৱাহসমূহ আলোচনা কৰা।

- (h) Establish the conditions of radiative equilibrium of stars.

তৰাৰ বিকিৰণ সাম্যতাৰ চৰ্তসমূহ উপস্থাপন কৰা।

- (i) Derive the Virial theorem for an object in orbit around a massive object. Mention how this theorem plays a vital role in the evolution of a star.

$6+4=10$

এটা গধুৰ বস্তুৰ চাৰিওফালে থকা কক্ষপথত ঘূৰি থকা এটা বস্তুৰ বাবে ভিৰিয়েল উপপাদ্যটো প্ৰতিষ্ঠা কৰা। তৰাৰ ক্ৰমবিৱৰ্ত্তনত এই উপপাদ্যটোৰ অৰিহনাৰ বিষয়ে উল্লেখ কৰা।

(j) Write short notes on : **(any two)**

5+5=10

চমু টোকা লিখা :

(i) SIMBAD

চিমবাদ

(ii) Asteroid Belt

গ্রহাণুবল্ট

(iii) Big Bang theory

মহানাদ তত্ত্ব

(iv) Oort Cloud

উৰ্ট ক্লাউড

OPTION - E

(Classical Dynamics)

Paper : PHY-RE-6056

1. Give short answer to **any ten** the following questions : 1×10=10
- (a) An electron is subjected in a magnetic field of 1 Tesla. Find its Larmor frequency:
 - (b) What is scleronomous constrain ?
 - (c) What kind of system the principle of virtual work deals with ?
 - (d) Write the Lagrange's equation of motion for conservative systems.
 - (e) What is canonical or conjugate momentum ?
 - (f) Define generalized coordinates.
 - (g) What do you means by dispersion relation ?
 - (h) Draw potential energy *vs* displacement curve tor stable equilibrium.

- (i) What do you mean by inertial frames of reference ?
- (j) Write the dimensional formula of coefficient of viscosity for a fluid.
- (k) What do you mean by proper time ?
- (l) What is the angle made by the world line of light wave with the spatial axis ?
- (m) Write the Navier-Stokes equation for an incompressible fluid.
- (n) What do you mean by world point in a Minkowski space ?
- (o) Define central force.

2. Briefly answer **any five** of the following questions : 2×5=10

- (a) Show that if the Lagrangian of a system does not contain a coordinate q_k explicitly the conjugate momentum is a constant of motion.
- (b) What are holonomic and non-holonomic constraints ?
- (c) What is Hamilton's principle ?

- (d) What are stable and unstable equilibrium?
- (e) What do you understand by normal modes of vibration?
- (f) State the postulates of special theory of relativity.
- (g) What do you mean by laminar and turbulent flow of fluids?
- (h) Draw the world line of a particle with velocity v when (i) $v < c$ and (ii) $v > c$ in two-dimensional space-time diagram.

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

5×4= 20

(a) What is virtual displacement? State and explain the principle of virtual work.

1 +4=5

(b) Find the Hamiltonian and the equation of motion of a harmonic oscillator by using Hamiltonian formulation.

- (c) A charged particle is placed in a constant uniform magnetic field. Find the expression of the Larmor radius and Larmor frequency. Draw and explain the motion of a charged particle in a cross electric and magnetic field. $3+2=5$
- (d) Deduce Lagrange's equations of motion for small oscillations of a system in the neighbourhood of the stable equilibrium.
- (e) What is Reynold's number" On what factors does Reynold's number depend? What is its dimensional formula? $2+2+1=5$
- (f) Define four-vector. Show that the scalar product of two four-vectors is an invariant quantity. $1+4=5$
- (g) What do you mean by length contraction in special relativity? Discuss the concept using space-time diagram. $1+4=5$
- (h) Prove that space-time interval is invariant under Lorentz transformation equation.

4. Answer **any four** of the following questions :

$$10 \times 4 = 40$$

- (a) Two equal masses m are connected by springs having equal spring constant c so that the masses are free to oscillate on a frictionless table. The ends of the springs are attached with the fixed walls. Find out the Lagrangian and the equations of motion of the system.

$$3 + 7 = 10$$

- (b) What is Hamiltonian function ? Write the physical significance of the Hamiltonian function. Derive the Hamilton's equations of motion for a system of particles.

$$1 + 2 + 7 = 10$$

- (c) Find out the Lagrange's equations of motion for the following systems :

$$5 + 5 = 10$$

- (i) one dimensional harmonic oscillator

- (ii) a body of mass m falling freely under gravity near the surface of earth

- (d) Derive the Lagrange's equation of motion for a conservative system.

$$10$$

- (e) Discuss the vibration of linear triatomic molecules and obtain eigenvectors for different modes of vibrations.
- (f) Obtain the general solution for the displacement of the n^{th} particle in case of transverse oscillations of n -coupled masses.
- (g) What is four-dimensional space-time? Using Minkowski's space-time diagram, discuss space-like, time-like and light-like events. What is a light cone?
 $2+2+2+2+2=10$
- (h) What do you mean by an ideal fluid? How is it different from a real fluid? Obtain the continuity equation for steady one-dimensional flow of fluids.
 $2+2+6=10$
- (i) Obtain Lorentz transformation equation. Show that for classical limit when $v \ll c$, Lorentz transformation reduces to Galilean one.
 $7+3=10$

- (j) What is the difference between classical and relativistic Doppler effect? What do you mean by transverse Doppler effect? Can it be found in classical relativity? Using the concept of four-vector, obtain an expression for relativistic Doppler effect. 2+2+1+5=10