Total No. of Printed Pages—4

5 SEM FYUGP ZOOC5A

2025

(November)

ZOOLOGY

(Core)

Paper : ZOOC5A

(Developmental Biology)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. খালী ঠাই পূৰ কৰা : 1×4=4

Fill in the blanks :

(a) পক্ষীৰ ডিম্ব _____ প্ৰকাৰৰ।

Avian egg is _____ type.

(b) পুং আৰু স্ত্ৰী প্ৰনিউক্লিয়াইৰ সংযোজনক _____ বুলি কোৱা হয়।

The fusion of male and female pronuclei is known as _____.

(c) ভ্ৰূণ বিকাশত বৰ্জনীয় পদাৰ্থ সংগৃহীত ভ্ৰূণীয় আৱৰণ হ'ল _____।

_____ is the fetal membrane to store the waste products during embryonic development.

(d) _____ হৰম'নে পতঙ্গৰ নিৰ্মোচন বঢ়ায়।

_____ hormone promotes molting process in insects.

2. চমু টোকা লিখা (যি কোনো দুটা) : 3×2=6

Write short notes on (any *two*) :

(a) বহুশুক্ৰাণুৰ অৱৰোধ

Blocks of polyspermy

(b) ডিম্বৰ গঠন

Structure of egg

(c) কৃত্ৰিম চিহ্নিতকৰণৰ সহায়ত ফেট মেপৰ নিৰ্মাণ

Construction of fate map by artificial markings

(d) বিদলনৰ সমতল

Planes of cleavage

3. পাৰ্থক্য লিখা (যি কোনো দুটা) : 2×2=4

Distinguish between (any *two*) :

(a) অন্তঃশল্যতা আৰু অধ্যাৰোহণ

Emboly and epiboly

(b) অংগ পুনৰ্জন্ম আৰু অংগাতৰণ

Epimorphosis and morphallaxis

(c) পূৰ্ণভঞ্জী বিদলন আৰু আংশিক বিদলন

Holoblastic cleavage and meroblastic cleavage

(d) মাইক্ৰ'লিচাইঠেল ডিম্ব আৰু মেক্ৰ'লিচাইঠেল ডিম্ব

Microlecithal egg and macrolecithal egg

4. (a) অৱকলনৰ সংজ্ঞা দিয়া। বিকাশৰ বিভিন্ন স্তৰসমূহ চমুকৈ আলোচনা কৰা। 2+5=7

Define differentiation. Discuss briefly the different phases of development.

অথবা / Or

(b) কোষপ্ৰৰসীয় নিৰ্ণায়ক কি? অসমতাপূৰ্ণ পৃথকীকৰণৰ গুৰুত্ব উল্লেখ কৰা। 3+4=7

What is cytoplasmic determinant? Mention the importance of asymmetric segregation.

5. (a) গেমেট'জেনেছিছৰ সংজ্ঞা দিয়া। অণ্ডজননৰ প্ৰক্ৰিয়া চিহ্নিত চিত্ৰৰে আলোচনা কৰা। 2+6=8

Define gametogenesis. Discuss the process of oogenesis with labelled diagram.

অথবা / Or

(b) পুৰুষৰ শুক্ৰাণুৰ এটি চিহ্নিত চিত্ৰ আঁকা। নিষেচনৰ সময়ত ফাৰটিলাইজিন-এণ্টিফাৰটিলাইজিনৰ বিক্ৰিয়া আলোচনা কৰা। 2+6=8

Draw a labelled diagram of human sperm. Discuss the mechanism of fertilizin-antifertilizin reaction during fertilization.

6. (a) মুৰ্গী পোৱালিৰ বিভিন্ন বহিঃভ্ৰূণীয় আৱৰণৰ গঠন আৰু কাম বৰ্ণনা কৰা। 8

Describe the structure and functions of different extraembryonic membranes in chick.

অথবা / *Or*

(b) গৰ্ভফুল কি? গৰ্ভফুলৰ দেহতত্ত্বীয় গঠন আৰু কাম আলোচনা কৰা। 1+(5+2)=8

What is placenta? Discuss the histological structure and functions of placenta.

7. (a) কায়ান্তৰ কি? উভচৰ প্ৰাণীৰ কায়ান্তৰত হৰম'নৰ নিয়ন্ত্ৰণ লিখা। 2+6=8

What is metamorphosis? Write the hormonal regulation of amphibian metamorphosis.

অথবা / *Or*

(b) টেৰাট'জেন কি? ভ্ৰূণীয় বিকাশত বিভিন্ন টেৰাট'জেন আৰু সেইবিলাকৰ প্ৰভাৱ আলোচনা কৰা। 2+6=8

What is teratogen? Discuss the different teratogens and their effects on embryonic development.

★★★

Total No. of Printed Pages—4

5 SEM FYUGP ZOOC5B

2025

(November)

ZOOLOGY

(Core)

Paper : ZOOC5B

(Animal Behaviour and Chronobiology)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. খালী ঠাই পূৰ কৰা : 1×4=4

Fill in the blanks :

(a) ____ক ইথ'লজিৰ পিতৃ বুলি কোৱা হয়।

____ is called as the father of Ethology.

(b) পৰাৰ্থবাদ প্ৰাণী-সমাজৰ এক আত্ম- ____ প্ৰকৃতিৰ আচৰণ।

Altruism is a self- ____ form of behaviour among animals.

(c) জীৱনৰ আৰম্ভণী চোৱাত ঘটা এক তাৎক্ষণিক আৰু গভীৰ অভিজ্ঞতালব্ধ শিক্ষাক ____ বুলি কোৱা হয়।

The sudden and intense learning experience in early life is called ____.

(d) এটা চাৰ্কানোৱেল চক্ৰ প্ৰায় _____ দিন দৈৰ্ঘ্যৰ হয়।

A circannual cycle is about _____ days long.

2. চমু টোকা লিখা (যি কোনো দুটা) : 3×2=6

Write short notes on (any *two*) :

(a) নিকো টিনবাৰজেনৰ অৱদান

Contributions of Niko Tinbergen

(b) যোগাযোগৰ গুৰুত্ব

Importance of communication

(c) চাৰ্কাডিয়ান ছন্দ

Circadian rhythm

3. পাৰ্থক্য লিখা (যি কোনো দুটা) : 2×2=4

Differentiate between (any *two*) :

(a) অভ্যস্তকৰণ আৰু খোদিতকৰণ

Habituation and Imprinting

(b) ক্ৰন'মেডিচিন আৰু ক্ৰন'থেৰাপী

Chronomedicine and Chronotherapy

(c) লিংগীয় সংঘাত আৰু উগ্ৰ আচৰণ

Sexual conflict and Aggressive behaviour

(d) দিক্‌বিন্যাসী আচৰণ আৰু প্ৰতিক্ৰিয়া

Orientation behaviour and Reflexes

4. আৰ্হিত আচৰণ মানে কি? প্ৰাণী সমাজত দেখিবলৈ পোৱা বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ আৰ্হিত আচৰণৰ বিষয়ে লিখা। 1+6=7

What is learned behaviour? Discuss various forms of learned behaviours observed among animals.

নাইবা/ Or

জন্মগত আচৰণ বুলিলে কি বুজা? জন্মগত আচৰণৰ বিভিন্ন প্ৰকাৰসমূহ উদাহৰণসহ বিতংকৈ আলোচনা কৰা। 1+6=7

What is an innate behaviour? Explain in detail about the different innate behaviour forms with suitable examples.

5. ক্লাছিকেল কণ্ডিশ্বনিং মানে কি? ক্লাছিকেল কণ্ডিশ্বনিংৰ সপক্ষে ইভান পাভলভৰ বিখ্যাত পৰীক্ষাটো বৰ্ণনা কৰা। 2+6=8

What is classical conditioning? Describe the famous experiment of Ivan Pavlov in support of classical conditioning.

নাইবা/ Or

মৌ-মাখিয়ে প্ৰদৰ্শন কৰা বিভিন্ন ধৰণৰ নৃত্যৰ উল্লেখেৰে সিহঁতৰ খাদ্য অনুসন্ধান পদ্ধতিৰ বিষয়ে এটি বিতংকৈ লিখা। 8

Write in detail about the foraging of honey-bees with a special note on various dances performed by them.

6. পৰাৰ্থবাদ কি? প্ৰাণী সমাজত সামাজিক জীৱনৰ সুবিধাসমূহ আলোচনা কৰা। 2+6=8

What is altruism? Discuss the advantages of social life in animals.

নাইবা/Or

যৌন দ্বিৰূপতাৰ সংজ্ঞা দিয়া। অন্তঃযৌন নিৰ্বাচন আৰু আন্তঃযৌন নিৰ্বাচনৰ বিষয়ে চমুকৈ আলোচনা কৰা। 2+(3+3)=8

Define sexual dimorphism. Discuss briefly about intra-sexual selection and inter-sexual selection.

7. জৈৱিক ঘড়ী মানে কি? প্ৰাণীৰ অভিযোজনাত্মক কাৰ্যত জৈৱিক ঘড়ীৰ গুৰুত্বৰ বিষয়ে বৰ্ণনা কৰা। 2+6=8

What is biological clock? Explain the adaptive significance of biological clocks among animals.

নাইবা/Or

"চাৰ্কাডিয়ান আৰু চাৰ্কানোৱেল ছন্দ প্ৰায় সকলো জীৱতেই দেখিবলৈ পোৱা যায়।" জীৱ জীয়াই থাকিবৰ বাবে এনেধৰণৰ ছন্দৰ প্ৰয়োজনীয়তাৰ বিষয়ে সূক্ষ্মভাৱে পৰ্যালোচনা কৰা। 8

"Circadian and circannual rhythms are found in almost all organisms." Critically explain why they are important to the survival of them.

★★★

Total No. of Printed Pages—4

5 SEM FYUGP ZOOC5C

2025

(November)

ZOOLOGY

(Core)

Paper : ZOOC5C

(Basic Microbiology and Vector Borne Disease)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. খালী ঠাইবোৰ পূৰ কৰা : 1×4=4

Fill in the blanks :

(a) প্লেগ ____ বেক্টেৰিয়াৰ দ্বাৰা হয়।

Plague is caused by the bacterium ____.

(b) পখিলাৰ ____ প্ৰকাৰৰ মুখৰ অংগ থাকে।

Butterflies have ____ types of mouthparts.

(c) মাখিয়ে বেমাৰ সোঁচৰাত ____ হিচাপে কাম কৰে।

Housefly acts as ____ for transmitting diseases.

(d) পৰিচিত ৰাসায়নিক গঠন থকা কৰ্ষণ মাধ্যমক ____ মাধ্যম বুলি কোৱা হয়।

Culture media containing known chemical composition is known as ____ media.

2. পাৰ্থক্য লিখা (যি কোনো দুটা) : 2×2=4

Differentiate between (any *two*) :

(a) সংবাহক আৰু বাহক

Carrier and Vector

(b) ডিপ্টেৰা আৰু হেমিপ্টেৰা

Diptera and Hemiptera

(c) ডি. এন. এ. আৰু আৰ. এন. এ. ভাইৰাছ

DNA and RNA virus

3. চমু টোকা লিখা (যি কোনো দুটা) : 3×2=6

Write short notes on (any *two*) :

(a) পতংগ শ্ৰেণীৰ সাধাৰণ লক্ষণসমূহ

General characters of the class Insecta

(b) ডেংগু

Dengue

(c) কোকৰ সূত্ৰসমূহ

Koch's postulates

(d) ট্ৰেঞ্চ ফিভাৰ

Trench fever

4. (a) অণুজীৱৰ সংজ্ঞা দিয়া। অণুজীৱসমূহৰ সাধাৰণ বৈশিষ্ট্যসমূহ লিখা আৰু উপযুক্ত উদাহৰণসহ শ্ৰেণীবিভাজন কৰা। 1+6=7

Define microbes. Write the general characters of microbes and classify them with suitable examples.

নাইবা/Or

(b) ভাইৰাছৰ গঠন আৰু শ্ৰেণীবিভাজন বৰ্ণনা কৰা। 7

Describe the structure and classification of viruses.

5. (a) পোষক-বাহকৰ সম্পৰ্ক কি? বাহক নিয়ন্ত্ৰণৰ মূলনীতিসমূহ আলোচনা কৰা। 1+6=7

What is host-vector relationship? Discuss the principles of vector control.

নাইবা/Or

(b) পতঙ্গৰ খাদ্যাভ্যাসৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি মুখাঙ্গৰ বৰ্ণনা কৰা। 7

Describe the mouthparts of insects with respect to feeding habit.

6. লিছমেনিয়েছিছ কি? লিছমেনিয়েছিছৰ লক্ষণসমূহ আৰু সংক্ৰমণৰ প্ৰকাৰসমূহ আলোচনা কৰা। 1+8=9

What is leishmaniasis? Discuss the symptoms and patterns of transmission of leishmaniasis.

নাইবা/Or

টাইফাছ জ্বৰ সৃষ্টিকাৰী এটা জীৱৰ নাম লিখা। টাইফাছ জ্বৰৰ লক্ষণসমূহ, সংক্ৰমণ আৰু নিয়ন্ত্ৰণৰ উপায়সমূহ বৰ্ণনা কৰা। 1+8=9

Name one causative agent of typhus fever. Describe the symptoms, transmission and control measures of typhus fever.

7. কৰ্ষণ মাধ্যম কি? বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ কৰ্ষণ মাধ্যমৰ বিষয়ে বৰ্ণনা কৰা। 1+7=8

What is culture media? Describe various types of culture media.

নাইবা/Or

অণুজীৱ বৃদ্ধিৰ বক্ৰৰেখাৰ বিভিন্ন পৰ্যায়সমূহ কি? ৰোগ সৃষ্টি কৰাত অণুজীৱৰ ভূমিকাৰ বিষয়ে চমুকৈ আলোচনা কৰা। 4+4=8

What are the different phases of microbial growth curve? Briefly discuss the role of microbes in disease causation.

★★★

Total No. of Printed Pages—8

5 SEM FYUGP PHYC5A

2025

(November)

PHYSICS

(Core)

Paper : PHYC5A

(Mathematical Physics—II)

Full Marks : 60

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি উলিওৱা : 1×6=6

Choose the correct answer :

(a) এটা যুগ্ম ফলনৰ বাবে ফুৰিয়েৰ সহগসমূহ হ'ল

For an even function, the Fourier coefficients are

(i) $a_0 = 0, a_n \neq 0, b_n = 0$

(ii) $a_0 = 0, a_n \neq 0, b_n \neq 0$

(iii) $a_0 \neq 0, a_n \neq 0, b_n = 0$

(iv) $a_0 \neq 0, a_n = 0, b_n \neq 0$

(b) $1+\frac{1}{3^2}+\frac{1}{5^2}+\cdots$ শৃংখলাটোৰ যোগফল হৈছে

The sum of the series $1+\frac{1}{3^2}+\frac{1}{5^2}+\cdots$ is

(i) $\frac{\pi^2}{8}$

(ii) $\frac{\pi^2}{12}$

(iii) $\frac{\pi^2}{6}$

(iv) $\frac{\pi^2}{10}$

(c) শক্তি শৃংখলা সমাধান সেইবোৰ অৱকলন সমীকৰণৰ বাবে প্ৰযোজ্য যিবোৰ হ'ল

The power series solution is applicable to those differential equations which are

(i) দ্বিতীয় ক্ৰম আৰু n ডিগ্ৰীৰ
second order of degree n

(ii) আংশিক অৱকলন সমীকৰণ
partial differential equation

(iii) ৰৈখিক সমগোত্ৰীয় সমীকৰণ
linear homogeneous equation

(iv) ওপৰৰ কোনোটোৱেই নহয়
None of the above

(d) $\frac{d^2y}{dx^2}-2x\frac{dy}{dx}+2ny=0$ অৱকলন সমীকৰণটোক তলৰ কোনটো নামেৰে জনা যায়?

The differential equation

$$\frac{d^2y}{dx^2}-2x\frac{dy}{dx}+2ny=0$$

is known as

(i) লিজেণ্ডাৰ সমীকৰণ/Legendre equation

(ii) বেচেল সমীকৰণ/Bessel equation

(iii) হাৰমাইট সমীকৰণ/Hermite equation

(iv) লেগুৰি সমীকৰণ/Laguerre equation

(e) যদি $P_n(x)$ লিজেণ্ডাৰ বহুপদ হয়, তেন্তে $\int_{-1}^{+1}P_n^2(x)\,dx$ৰ মান হ'ব

If $P_n(x)$ represents the Legendre polynomials, then the value of $\int_{-1}^{+1}P_n^2(x)\,dx$ is

(i) 0

(ii) 1

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

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

(f) তলৰ কোনটো আংশিক অৱকলন সমীকৰণ নহয়?

Which of the following is not a partial differential equation?

(i) লেপ্লাচ সমীকৰণ

Laplace equation

(ii) লেগুৰি সমীকৰণ

Laguerre equation

(iii) প্ৰসাৰণ সমীকৰণ

Diffusion equation

(iv) ওপৰৰ কোনোটোৱেই নহয়

None of the above

2. চমুকৈ উত্তৰ দিয়া (যি কোনো ছয়টা) : 2×6=12

Answer briefly (any *six*) :

(a) ফলন এটাৰ ফুৰিয়েৰ শৃংখলাটো সমভাৱে কেন্দ্ৰমুখী হ'বলৈ হলে ফলনটোৱে কি কি চৰ্ত পূৰণ কৰিব লাগিব?

What are the conditions that a function must satisfy so that the Fourier series of the function converges uniformly?

(b) পাৰ্চেভালৰ উপপাদ্যটো প্ৰমাণ কৰা।

Prove Parseval's theorem.

(c) অৱকলন সমীকৰণৰ একক বিন্দু (singular points) বুলিলে কি বুজা? $x=-1$ বিন্দুটো $x^2(x+1)\dfrac{d^2y}{dx^2}+(x^2-1)\dfrac{dy}{dx}+2y=0$ অৱকলন সমীকৰণৰ একক বিন্দু হয়নে? 1+1=2

What do you mean by singular points of a differential equation? Find, if $x=-1$ is a singular point of the differential equation

$$x^2(x+1)\frac{d^2y}{dx^2}+(x^2-1)\frac{dy}{dx}+2y=0$$

(d) দেখুওৱা যে

Show that

$$P_n(-x)=(-1)^n P_n(x)$$

(e) $2-3x+4x^2$ ৰাশিক লিজেণ্ডাৰ বহুপদৰ ৰূপত প্ৰকাশ কৰা।

Express $2-3x+4x^2$ in terms of Legendre polynomials.

(f) $I=\int_0^\infty \dfrac{x^3}{(1+x)^5}\,dx$ অখণ্ডটোক বিটা ফলনৰ ৰূপত প্ৰকাশ কৰা আৰু ইয়াৰ মান উলিওৱা।

Express the integral $I=\int_0^\infty \dfrac{x^3}{(1+x)^5}\,dx$ in terms of beta function and hence evaluate it.

(g) কাৰ্টেছিয়ান স্থানাংক আৰু গোলাকাৰ স্থানাংকৰ মাজৰ সম্পৰ্ক উল্লেখ কৰা।

State the relation between Cartesian coordinates and spherical coordinates.

3. ফুৰিয়েৰ শৃংখলাটো জটিল ৰূপত লিখা। জটিল ৰূপটোৰ সহগসমূহ a_0, a_n আৰু b_nৰ সৈতে সম্পৰ্ক স্থাপন কৰা। 4

Write down the Fourier series in complex form. Establish the relationship of the coefficients of the complex form with a_0, a_n and b_n.

4. প্ৰমাণ কৰা যে/Prove that $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$. 4

অথবা/Or

$m > 0,\ n > 0$ হ'লে প্ৰমাণ কৰা যে $\beta(m, n) = \frac{\Gamma(m)\Gamma(n)}{\Gamma(m+n)}$.

Prove that $\beta(m, n) = \frac{\Gamma(m)\Gamma(n)}{\Gamma(m+n)}$ for $m > 0,\ n > 0$.

5. $-\pi < x < \pi$ ব্যৱধানত $f(x) = x + x^2$ ফলনৰ বাবে xৰ বহুগুণৰ চাইন আৰু কচাইনৰ শৃংখলা বিচাৰা। দেখুওৱা যে

$$\frac{\pi^2}{6} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \cdots$$ 5

Find a series of sines and cosines of multiples of x for the function $f(x) = x + x^2$ in the interval $-\pi < x < \pi$. Deduce that

$$\frac{\pi^2}{6} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \cdots$$

অথবা/Or

অযুগ্ম আৰু যুগ্ম ফলন কাক বোলে? ফুৰিয়েৰ শৃংখলা ব্যৱহাৰ কৰি $y = \cos 2x$ ফলনটো $(0, \pi)$ ব্যৱধানত চাইন শৃংখলাত প্ৰসাৰিত কৰা।

What are odd and even functions? By using Fourier series, expand the function $y = \cos 2x$ in a series of sines in the interval $(0, \pi)$.

6. প্ৰমাণ কৰা যে/Prove that

$$\int_{-1}^{+1} P_m(x) P_n(x)\, dx = \frac{2}{2n+1}\delta_{mn}$$ 5

অথবা/Or

প্ৰমাণ কৰা যে/Prove that

$$\int_0^1 x J_n(\alpha x) J_n(\beta x)\, dx = 0$$

7. প্ৰমাণ কৰা যে $P_n(x) = \frac{1}{2^n n!}\frac{d^n}{dx^n}(x^2-1)^n$ আৰু তাৰপৰা $P_2(x)$ৰ মান উলিওৱা। 5

Prove that $P_n(x) = \frac{1}{2^n n!}\frac{d^n}{dx^n}(x^2-1)^n$ and then find the value of $P_2(x)$.

8. কাৰ্টেছিয়ান স্থানাংকত একমাত্ৰিক তৰংগ সমীকৰণৰ সমাধান উলিওৱা। 5

Find the solution of one-dimensional wave equation in Cartesian coordinates.

অথবা/Or

নলাকাৰ স্থানাংকত দ্বিমাত্ৰিক লেপ্লাচৰ সমীকৰণৰ সমাধান উলিওৱা।

Find the solution of two-dimensional Laplace's equation in cylindrical coordinates.

9. ফ্ৰবেনিয়াছ পদ্ধতিৰে তলৰ অৱকলন সমীকৰণটো সমাধান কৰা : 6

Solve the following differential equation by Frobenius method :

$$2x^2\frac{d^2y}{dx^2} - x\frac{dy}{dx} + (1-x^2)y = 0$$

অথবা/Or

বেচেলৰ অৱকলন সমীকৰণটো সমাধান কৰা :

Solve the Bessel's differential equation :

$$x^2\frac{d^2y}{dx^2} + x\frac{dy}{dx} + (x^2 - n^2)y = 0$$

10. চলকসমূহৰ পৃথকীকৰণ পদ্ধতিৰে তলত দিয়া আংশিক অৱকলন সমীকৰণসমূহ সমাধান কৰা : 4+4=8

Solve the following partial differential equations by the method of separation of variables :

(i) $\frac{\partial u}{\partial x} = 4\frac{\partial u}{\partial t}$, দিয়া আছে যে $u(0, y) = 8e^{-3y}$

$\frac{\partial u}{\partial x} = 4\frac{\partial u}{\partial t}$, under the condition $u(0, y) = 8e^{-3y}$

(ii) $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} = e^{-t}\cos x$, দিয়া আছে যে $t = 0$ হ'লে $u = 0$; $x = 0$ হ'লে $\frac{\partial u}{\partial t} = 0$

$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} = e^{-t}\cos x$, under the condition $u = 0$ at $t = 0$; $\frac{\partial u}{\partial t} = 0$ at $x = 0$

★★★

5 SEM FYUGP PHYC5B

2025

(November)

PHYSICS

(Core)

Paper : PHYC5B

(Quantum Mechanics—I)

Full Marks : 60

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. নিম্নলিখিতবোৰৰ পৰা সঠিক উত্তৰটো বাছি উলিওৱা : 1×6=6

Choose the correct answer from the following :

(a) হামিল্টনিয়ান অপাৰেটৰৰ আইগেনমান হৈছে

Eigenvalue of Hamiltonian operator is

(i) গতিশক্তি / kinetic energy

(ii) স্থিতিশক্তি / potential energy

(iii) (i) আৰু (ii) দুয়োটা / Both (i) and (ii)

(iv) মুঠ শক্তি / total energy

(b) যদি $\hat{A} = \frac{d^2}{dx^2}$ আৰু $\psi(x) = ae^{-2x}$ হয়, তেন্তে $\psi(x)$ৰ আইগেনমান হৈছে

If $\hat{A} = \frac{d^2}{dx^2}$ and $\psi(x) = ae^{-2x}$, then the eigenvalue of $\psi(x)$ is

(i) 2 (ii) 4

(iii) 1 (iv) 3

(c) এটা হাৰ্মনিক দোলকৰ শূন্য বিন্দু শক্তি হৈছে

The zero-point energy of a harmonic oscillator is

(i) $\frac{5}{2}\hbar\omega$ (ii) $\frac{3}{2}\hbar\omega$

(iii) $\frac{1}{2}\hbar\omega$ (iv) zero

(d) স্পিন কৌণিক ভৰবেগৰ z-উপাংশই ল'ব পৰা মানসমূহ হৈছে

The z-component of spin angular momentum can take the values

(i) $\pm h$

(ii) $\pm\frac{\hbar}{2}$

(iii) $\pm\hbar$

(iv) $\pm 2\hbar$

(e) এটা ব'ৰ মেগ্নেটনক সংজ্ঞায়িত কৰা হয় কেনেকৈ ?

One Bohr magneton is defined as

(i) $\mu_B = \frac{2e\hbar}{m_e}$

(ii) $\mu_B = \frac{\hbar}{2m_e}$

(iii) $\mu_B = \frac{2e\hbar}{2m_e}$

(iv) $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$

(f) স্পিন-অৰ্বিট অন্তঃকাৰ্যৰ কোনো প্ৰভাৱ নাথাকে

The spin-orbit interaction has no effect on

(i) f স্টেটৰ ওপৰত / f state

(ii) s স্টেটৰ ওপৰত / s state

(iii) d স্টেটৰ ওপৰত / d state

(iv) p স্টেটৰ ওপৰত / p state

2. তলত দিয়া প্ৰশ্নসমূহৰ উত্তৰ দিয়া : 2×6=12

Answer the following questions :

(a) দেখুওৱা যে, $[\hat{x}, \hat{P}_x] = i\hbar$.

Show that, $[\hat{x}, \hat{P}_x] = i\hbar$.

(b) ৱেভ পেকেটৰ সংজ্ঞা দিয়া। এটা ৱেভ পেকেট কিমান বেগত গতি কৰে?

Define wave packet. With what velocity does a wave packet move?

(c) এটা বিভৱৰ সীমাত এখন তৰংগ ফলন আৰু তাৰ অৱকলজে পূৰণ কৰিবলগীয়া সীমাৰ চৰ্তসমূহ কি কি?

What are the boundary conditions which should be satisfied by a wave function and its derivative at the boundary of a potential?

(d) 10^{-14} m আকাৰৰ এটা নিউক্লিয়াছত সীমাবদ্ধ হোৱা এটা নিউট্ৰনৰ সৰ্বনিম্ন শক্তিৰ মান গণনা কৰা। [নিউট্ৰনৰ ভৰ = $1{\cdot}67\times10^{-27}$ kg]

Calculate the value of lowest energy of a neutron confined to a nucleus of size 10^{-14} m. [Mass of the neutron = $1{\cdot}67\times10^{-27}$ kg]

(e) এটা ইলেক্ট্ৰনৰ মুঠ কৌণিক ভৰবেগ কিমান? d-কক্ষপথত থকা এটা ইলেক্ট্ৰনৰ বাবে ইয়াৰ মান গণনা কৰা।

What is the total angular momentum of an electron? Calculate its value for an electron in the d-orbital.

(f) জাইৰোমেগনেটিক অনুপাত বুলিলে কি বুজা? এটা ইলেক্ট্ৰনৰ অৰ্বিটাল আৰু স্পিন জাইৰোমেগনেটিক অনুপাতৰ মানসমূহ কি কি?

What do you mean by gyromagnetic ratio? What are the values of orbital and spin gyromagnetic ratios of an electron?

3. (a) এটা গতিশীল চলকৰ এক্সপেক্টেশ্বন মানৰ সংজ্ঞা দিয়া। তলত উল্লেখ কৰা তৰংগ ফলনৰ বাবে কৌণিক ভৰবেগৰ এক্সপেক্টেশ্বন মান গণনা কৰা :

$$\psi(x) = \left(\frac{2}{L}\right)^{\frac{1}{2}} \sin\frac{\pi x}{L}$$

$0 < x < L$ অংশত। 1+3=4

Define expectation value of a dynamical variable. Calculate the expectation value of momentum for the wave function

$$\psi(x) = \left(\frac{2}{L}\right)^{\frac{1}{2}} \sin\frac{\pi x}{L}$$

in the region $0 < x < L$.

(b) কক্ষীয় কোৱাণ্টাম সংখ্যা আৰু চুম্বকীয় কোৱাণ্টাম সংখ্যা কি? p আৰু d শ্বেলৰ বাবে এই কোৱাণ্টাম সংখ্যাবোৰৰ মান লিখা। 1+1+1+1=4

What are orbital quantum number and magnetic quantum number? Write down the value of these quantum numbers for p and d shells.

(c) হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ নিম্নতম অৱস্থাৰ বাবে তৰংগ ফলন (ψ_{100}) লিখা। s, p আৰু d শ্বেলৰ প্ৰবাবিলিটি ঘনত্বৰ ধ্ৰুৱীয় উপস্থাপন চিত্ৰৰ সহায়ত দেখুওৱা। 1+3=4

Write down the wave function for ground state (ψ_{100}) of hydrogen atom. Show diagrammatically the polar representation of probability densities for s, p and d shells.

(d) অৱস্থান কোৱাণ্টাইজেচনৰ ধাৰণাটো চমুকৈ ব্যাখ্যা কৰা। 3

Briefly explain the concept of space quantization.

(e) একেই ধৰণৰ কণিকাবোৰ কি কি? সমমিত আৰু অসমমিত তৰংগ ফলনৰ ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰি কেনেকৈ পাউলিৰ এক্সক্লুচনৰ নীতি প্ৰমাণ কৰিব পাৰি? 1+3=4

What are identical particles? How can Pauli's exclusion principle be proved using the concept of symmetric and anti-symmetric wave functions?

4. (a) স্থিৰ অৱস্থাৰ সংজ্ঞা দিয়া। সময় নিৰ্ভৰ শ্ৰ'ডিঙাৰ সমীকৰণৰ সাধাৰণ সমাধানৰ বাবে স্থিৰ অৱস্থাসমূহৰ ৰৈখিক সংযোজনৰ ৰূপত এটা সমীকৰণ উলিওৱা। 1+6=7

Define stationary state. Obtain an expression for the general solution of the time-dependent Schrödinger equation in terms of linear combinations of stationary states.

অথবা / Or

ভৰবেগ স্পেচ তৰংগ ফলনবোৰ কি কি? দেখুওৱা যে ভৰবেগ স্পেচ তৰংগ ফলন হৈছে অৱস্থান স্পেচ তৰংগ ফলনৰ ফুৰিয়েৰ ৰূপান্তৰণ। 1+6=7

What are momentum space wave functions? Show that the momentum space wave function is Fourier transform of the position space wave function.

(b) একমাত্ৰিক স্কুৱেয়াৰ ৱেল বিভৱত সীমাবদ্ধ হোৱা কণিকাৰ শক্তিৰ আইগেন মানসমূহ উলিওৱা। 7

Obtain the energy eigenvalues for a particle confined in a one-dimensional square well potential.

অথবা / Or

এটা সৰল হাৰ্মনিক দোলকৰ শক্তিৰ আইগেনফাংচনৰ বাবে এটা সমীকৰণ উলিওৱা আৰু হাৰ্মাইট প'লিন'মিয়েল ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰি নিম্নতম অৱস্থিত আইগেনফাংচন প্ৰকাশ কৰা।

Obtain an expression for the energy eigenfunction of a simple harmonic oscillator and hence express the ground state eigenfunction using the concept of Hermite polynomials.

(c) হুণ্ডৰ নিয়ম ব্যৱহাৰ কৰি $3p3d$-বিন্যাসৰ বাবে বিভিন্ন সম্ভাব্য পদসমূহৰ ক্ৰম দেখুওৱা। 5

Show the ordering of various possible terms for $3p3d$-configuration using Hund's rule.

5. তলত দিয়া বিষয়সমূহৰ যি কোনো এটাৰ ওপৰত চমু টোকা লিখা : 4

Write a short note on any *one* of the following :

(a) পাছেন-বেক প্ৰভাৱ

Paschen-Back effect

(b) বিষম জিমান প্ৰভাৱ

Anomalous Zeeman effect

★★★

5 SEM FYUGP PHYC5C

2025

(November)

PHYSICS

(Core)

Paper : PHYC5C

(Statistical Mechanics—I)

Full Marks : 60

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions

1. শুদ্ধ উত্তৰটো বাছি লিখক : 1×5=5

Choose and write the correct answer :

(a) B-E পৰিসংখ্যা অনুসৰি নিৰপেক্ষ শূন্যত থকা শক্তিটো হ'ল

According to B-E statistics, the energy at absolute zero is

(i) শূন্য

zero

(ii) শূন্য নহোৱা

non-zero

(iii) সৰ্বোচ্চ
maximum

(iv) ওপৰৰ কোনোটোৱেই নহয়
None of the above

(b) ফাৰ্মিয়নৰ স্পিন মান থাকে
Fermions have spin value

(i) 0

(ii) 1

(iii) 1/2

(iv) 0 অথবা 1
0 or 1

(c) নিউট্ৰিন'সমূহ হ'ল
Neutrinos are

(i) ফাৰ্মিয়ন
Fermions

(ii) ব'ছনছ
Bosons

(iii) ধ্ৰুপদী কণা
Classical particles

(iv) ওপৰৰ কোনোটোৱেই নহয়
None of the above

(d) B-E পৰিসংখ্যাত কিমান কণাই এটা শক্তি অৱস্থা দখল কৰিব পাৰে?

In B-E statistics, how many particles can occupy a single energy state?

(i) মাত্ৰ এটা কণা
Only one particle

(ii) সৰ্বাধিক দুটা কণা
A maximum of two particles

(iii) যি কোনো সংখ্যক কণা
Any number of particles

(iv) কেৱল একে স্পিন থকা কণা
Only particles with the same spin

(e) উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে বিভাজন ফলন কেনেকৈ সলনি হয় ?

How does the partition function change with increasing temperature?

(i) কমি যায়

Decreases

(ii) বৃদ্ধি পায়

Increases

(iii) স্থিৰ হৈ থাকে

Remains constant

(iv) যাদৃচ্ছিকভাৱে উঠা-নমা কৰে

Fluctuates randomly

2. *(a)* তৰল হিলিয়ামৰ ধৰ্ম কি কি? ধ্ৰুপদী বলবিজ্ঞানে কিয় ইয়াৰ আচৰণৰ ব্যাখ্যা দিব নোৱাৰে সেই বিষয়ে উল্লেখ কৰা। 2+1=3

What are the properties of liquid helium? State why classical mechanics is unable to explain its behavior.

(b) চন্দ্ৰশেখৰৰ ভৰসীমাৰ ওপৰত এটা চমু টোকা লিখা। 3

Write a short note on Chandrasekhar mass limit.

(c) ফেজ স্থান আৰু সমষ্টি সংজ্ঞায়িত কৰক। ফেজ স্থানৰ প্ৰতি একক আয়তনত অৱস্থাৰ সংখ্যা গণনা কৰা। ½+½+2=3

Define phase space and ensemble. Calculate the number of states per unit volume of the phase space.

3. *(a)* মাইক্ৰ'কেন'নিকেল আৰু কেন'নিকেল এনচেম্বলৰ মাজত তুলনা কৰক। 4

Compare between Microcanonical and Canonical ensembles.

(b) ফাৰ্মি-ডিৰাক বিতৰণ ফলন লিখা। ফাৰ্মি শক্তি কি? ইয়াৰ ভৌতিক তাৎপৰ্য দিয়ক। 1+1+2=4

Write down Fermi-Dirac distribution function. What is Fermi energy? Give its physical significance.

(c) ব'স-আইনষ্টাইন ঘনীভূতকৰণৰ পৰিসংখ্যাগত ব্যাখ্যা দিয়া। 4

Give the statistical interpretation of Bose-Einstein condensation.

(d) বিভাজন ফলনৰ ক্ষেত্ৰত এন্ট্ৰপি আৰু হেল্মহ'ল্টজৰ মুক্ত শক্তিৰ বাবে অভিব্যক্তি উলিয়াওক। 2+2=4

Derive the expression for entropy and Helmholtz's free energy in terms of partition function.

4. *(a)* লিউভিলৰ উপপাদ্যটো কোৱা আৰু ব্যাখ্যা কৰা। 6

State and explain the Liouville's theorem.

(b) গিবছৰ বিৰোধ কি? সাকুৰ-টেট্ৰোড সমীকৰণৰ বাবে অভিব্যক্তিটো লাভ কৰক। 2+4=6

What is Gibbs' paradox? Obtain the expression for the Sackur-Tetrode equation.

(c) এটা ৰৈখিক হাৰমনিক দোলকৰ বিভাজন ফলন গণনা কৰা। 6

Calculate the partition function of a linear harmonic oscillator.

(d) শক্তিশালীভাৱে অৱক্ষয়ী ব'স গেছৰ শক্তিৰ বাবে অভিব্যক্তি উলিয়াওক। 6

Derive the expression for energy of a strongly degenerate Bose gas.

(e) বগা বামন তৰাত ফাৰ্মি গেছে প্ৰয়োগ কৰা চাপৰ বাবে এটা অভিব্যক্তি উলিয়াওক। 6

Derive an expression for the pressure exerted by the Fermi gas in white dwarf stars.

★★★