U.G. 5th Semester Examination - 2020

PHYSICS

Course Code : BPHSDSRT1 & 2 (DSE 1 & 2)

Full Marks : 40 Time : 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.

This question papers contains both DSE 1 & 2. Students are thereby instructed to answer DSE paper out of these two (DSE 1 & DSE 2) as he/she opted for.

এই প্রশ্নপত্রটিতে ২টি (DSE) প্রশ্নপত্র রয়েছে (DSE 1 এবং DSE 2)। ছাত্র/ছাত্রীদের নির্দেশ দেওয়া হচ্ছে তারা যেন এই দুটির মধ্যে তাদের নির্বাচিত প্রশ্নপত্রটির উত্তর করে।

Course Title : Classical Dynamics

Course Code : BPHSDSRT 1 (DSE 1)

1. Answer any **ten** questions: $1\times10=10$

   নিম্নলিখিত যে-কোনো **দশটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

   a) State the principle of conservation of linear momentum.

   রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতিটি লেখ।

   b) Which force is used to accelerate a charged particle?

   আহিত কণাকে ত্বরান্বিত করতে কি বল প্রয়োগ করা হয়?

   c) Write down the total force on a moving charged particle under both electric and magnetic field.

   তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল একটি আহিত কণার উপর যে বল কাজ করে তার রাশিমালা লেখ।

   d) What is a non-holonomic constraint?

   নন্-হলনমিক সীমাবদ্ধতা কি?

   e) What do you mean by Lagrangian of a system?

   কোন কণা-সমষ্টির লাগ্রাঞ্জিয়ান বলতে কি বোঝ?

   f) What do you mean by cyclic coordinate?

   বৃত্তিয় স্থানাঙ্ক (cyclic coordinate) বলতে কি বোঝ?

   g) Write down Hamilton's equation of motion.

   হ্যামিল্টনের গতীয় সমাকরণগুলি লেখ।

   h) Under which condition Hamiltonian becomes the total energy of the system?

   কোন্ শর্তে কোন বস্তু-সমষ্টির হ্যামিল্টনিয়ান তার মোট শক্তির সমান হয়?

   i) When a space-time interval is called time-like?

   কখন একটি স্থান-কাল (space-time) অবকাশ (interval) -কে সময়-সম (time-like) বলা হয়?

j) What is stream-lined motion of a fluid?

কোন প্রবাহীর ধারারেখ গতি বলতে কি বোঝ?

k) Write down the expression of total energy of a relativistic particle.

কোন উচ্চ-গতিসম্পন্ন কণার মোট শক্তির রাশিমালা লেখ।

l) Write down the Lorentz transformation formula of a 4-vector.

4-ভেক্টরের লরেঞ্জ-রূপান্তর (Lorentz transformation) সূত্রগুলি লেখ।

m) What is the relation between equilibrium and potential energy of an object?

কোন বস্তুর বিভব শক্তি বা স্থিতিশক্তি-র সাথে তার সাম্য-র (equilibrium) কি সম্পর্ক?

n) What is the maximum limiting velocity of a relativistic particle or wave?

কোন গতিশীল কণা বা তরঙ্গের বেগের সর্বোচ্চ সীমাস্থ মান কত?

o) What is represented by a point in a Minkowski space?

মিনকউস্কি লেখচিত্রে একটি বিন্দু কি নির্দেশ করে?

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

নিম্নলিখিত যে-কোনো **পাঁচটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) Calculate the approximate reduced mass of electron (m_e) in Hydrogen atom. Take mass of proton as $m_p \approx 2000m_e$.

হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন-এর হ্রাস-ভর (reduced mass) বের কর। ধরে নাও যে, প্রোটন ভর $m_p \approx 2000m_e$।

b) Show that space-time interval is Lorentz invariant.

দেখাও যে স্থান-কাল অবকাশ (space-time interval) একটি লরেঞ্জ ধ্রুবক।

c) What is the significance of Reynold's number of a fluid?

রেনল্ডের সংখ্যা-র তাৎপর্য কি?

d) State the equation of continuity of an ideal fluid.

আদর্শ প্রবাহীর অবিচ্ছিন্নতার (continuity) সমীকরণটি লেখ।

e) Show that angular momentum of a particle under central force is conserved.

দেখাও যে কেন্দ্রীয় বলক্ষেত্রে কোন বস্তুর কৌণিক ভরবেগের মান ধ্রুবক থাকে।

f) State mathematically Navier-Stokes equation explaining the terms.

নেবিয়ার-স্টোক্স সমীকরণের গাণিতিক রূপটি লেখ।

g) What do you mean by normal frequency of vibration of a coupled system?

একটি সংযুক্ত কম্পনশীল ব্যবস্থার (coupled system) সাধারণ কম্পাঙ্ক (normal frequency) বলতে কি বোঝ?

h) Draw a space-time diagram of the motion of a particle, whose velocity $v < c$, in Minkowski space using lightcone.

আলোক-শঙ্কু (lightcone) ব্যবহার করে একটি কণার, যার বেগ $v < c$, গতিপথ স্থান-সময় চিত্রে (space-time diagram) দেখাও।

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

নিম্নলিখিত যে-কোনো **দুটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) Write down the Lagrangian of a particle under central force field. Derive the expression of total energy of a particle under central force. Hence, show that part which represents effective potential. 1+3+1

কেন্দ্রীয় বলক্ষেত্রে গতিশীল কোন বস্তুর লাগ্রাঞ্জিয়ান-টি লেখ। ওই বস্তুর মোট শক্তির রাশিমালা বের কর। এই রাশিমালা-তে কার্যকর বিভব শক্তি-টি (effective potential) চিহ্নিত কর।

b) Write down the Lorentz transformation formula of relativistic proper velocity 4-vector. Hence, obtain the expressions of momentum 4-vector. Show that the temporal component of 4-momentum is related to the total energy of the particle. 1+2+2

প্রকৃত (proper) বেগ 4-ভেক্টরের লরেঞ্জ-রূপান্তর (Lorentz transformation) সূত্রগুলি লেখ। এগুলির সাহায্যে ভরবেগ 4-ভেক্টরগুলি বের কর। কোন বস্তুর ভরবেগ 4-ভেক্টর-এর সময় উপাংশের সাথে তার শক্তির কি সম্পর্ক?

c) In the Poiseuille experiment the following observations were made. Volume of water collected in 5 minutes=40 c.c.; Head of water=0.4 m; length of capillary tube=0.602 m; Radius of capillary tube=0.52×10^{-3} m. Calculate the coefficient of viscosity of water. 5

পোয়াজুলি (Poiseuille) পরীক্ষার নিম্নলিখিত পর্যবেক্ষণগুলি থেকে জলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বের কর। 5 মিনিট-এ সংগৃহীত জলের আয়তন=40 c.c.; জলের উচ্চতা=0.4 m; কৈশিক নলের দৈর্ঘ্য=0.602 m; কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ=0.52×10^{-3} m।

4. Answer any **one** question: 10×1=10

নিম্নলিখিত যে-কোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) i) Show that a charged particle moves in a straight line in a constant electric field.

দেখাও যে তড়িৎ ক্ষেত্রে গতিশীল কোন আহিত কণার গতিপথ সরলরৈখিক।

ii) Show that the motion of a charged particle in constant magnetic field is spiral.

দেখাও যে চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল কোন আহিত কণার গতিপথ পেঁচানো (spiral)।

iii) Derive the expression of cyclotron frequency. 3+5+2

সাইক্লোট্রন কম্পাঙ্কের রাশিমালা বের কর।

b) i) Show that, for small oscillations, any potential function $V(r)$ around an equilibrium position r_0 can be approximated as a harmonic oscillator. Hint: Taylor expand the potential around r_0.

দেখাও যে স্বল্প কম্পনের জন্য, সাম্য বিন্দু r_0-এর সাপেক্ষে যে কোন দোলক-এর স্থিতিশক্তি $V(r)$-কে সরল দোলকের স্থিতিশক্তি রূপে প্রকাশ করা যায়।

সমাধান-সূত্র ঃ $V(r)$-কে r_0-এর সাপেক্ষে Taylor সম্প্রসারণ কর।

ii) What do you mean by conservative force field? Show that if a particle moves in a force field $\vec{F} = f(r)\hat{r}$, then it is a conservative force field. 5+(2+3)

সংরক্ষী বলক্ষেত্র বলতে কি বোঝ? দেখাও যে $\vec{F} = f(r)\hat{r}$ একটি সংরক্ষী বলক্ষেত্র।

c) i) Derive the Hamilton's equations of motion of a particle in a potential $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$. Show that the motion is simple harmonic.

কোন বস্তুর বিভব $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$ হলে তার হ্যামিল্টনের গতীয় সমীকরণগুলি বের কর। দেখাও যে এটি সরল দোলগতি।

ii) A 1 m long rod is moving along its length with a velocity 0.6c. Calculate its length as it appears to an observer moving with the rod itself.

একটি 1 m দৈর্ঘ্যের দন্ড 0.6c বেগে গতিশীল। ওই দন্ডের সাথে সমবেগে গতিশীল কোন ব্যাক্তির কাছে ওই দন্ডের দৈর্ঘ্য কর হবে?

iii) In the laboratory, the life-time of a particle moving with speed 2×10^{8} m/s is found to be 2×10^{-7} s. Calculate the proper life-time of the particle.

(3+2)+2+3

পরীক্ষাগারে 2×10^{8} m/s বেগে গতিশীল কোন কণার আয়ু 2×10^{-7} s হলে ওর প্রকৃত আয়ু (proper life-time) কত হবে?

Course Title : Astronomy & Astrophysics

Course Code : BPHSDSRT 2 (DSE 2)

1. Answer any **ten** questions: 1×10=10

যে-কোনো **দশটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) Name some of the ancient Greek astronomers.

কয়েকজন প্রাচীন গ্রীক জ্যোতির্বিদের নাম লেখ।

b) What are the units used for measuring distances in astronomy?

জ্যোতির্বিজ্ঞানে ব্যবহৃত দূরত্বের এককগুলি কি কি?

c) Why reflecting telescopes are better than refracting telescopes?

প্রতিফলক দূরবীন প্রতিসারক দূরবীনের চাইতে ভালো কেন?

d) What is the average mass of the sun?

Sun-এর গড় ভর কতো?

e) What is a nebula?

Nebula কি?

f) What are two types of planets in solar system?

সৌরজগতে দু-ধরনের গ্রহ কি কি?

g) What are solar flares?

সৌর শিখা কি?

h) What is Inter Stellar Medium?

মহাজাগতিক মাধ্যম কি?

i) What is H-R diagrams?

H-R diagram কি?

j) What is blue shift of spectral lines?

বর্ণালি রেখার নীল সরণ কি?

k) What are the modes of energy transport?

শক্তি স্থানান্তরের মাধ্যম কি কি?

l) Which is the nearest galaxy beyond Milky Way?

আকাশ গঙ্গার নিকটতম নীহারিকা কোন্‌টি?

m) What is fusion reaction?

সংযোজন বিক্রিয়া কি?

n) What are supergiant stars?

অতি-দানবীয় নক্ষত্র কি?

o) How average binding energy per nucleon varies with mass number?

ভরসংখ্যার সাথে গড় বন্ধনশক্তি প্রতি নিউক্লিয়ন কিভাবে পরিবর্তিত হয়?

2. Answer any **five** questions: $2\times5=10$

যে-কোনো **পাঁচটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) What is latitude and longitude?

অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশ কি?

b) Why equatorial system is better than horizon system?

Horizon system অপেক্ষা equatorial system ভালো কেন?

c) What is black body approximation?

Black body approximation কি?

d) Write down Lane-Emden equation.

Lane-Emden সমীকরণটি লেখ।

e) What is Chandrasekhar limit?

চন্দ্রশেখর সীমা কি?

f) What are population I and population II stars?

Population I এবং population II নক্ষত্র কি?

g) Why are three α-particles needed to initiate helium reactions?

হিলিয়াম বিক্রিয়া শুরু করতে তিনটি আলফা কণা প্রয়োজন কেন?

h) What is stellar nucleosynthesis?

Stellar nucleosynthesis কি?

3. Answer any **two** questions: 5×2=10

যে-কোনো **দুটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) What is Bolometric correction related with H-R diagram? Discuss about equatorial system. 2+3=5

H-R diagram সংক্রান্ত Bolometric সংশোধন কি? equatorial system নিয়ে আলোচনা কর।

b) What happens after all the nuclear reactions have stopped and the stellar core consists of iron only? Discuss briefly about supernova. Write down mass continuity equation. 2+2+1=5

সৌর কেন্দ্রে নিউক্লিয় বিক্রিয়া শেষ হয়ে গেলে এবং শুধু লৌহতে পরিণত হলে কি ঘটে? Supernova নিয়ে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। Mass continuity সমীকরণটি লেখ।

c) Discuss briefly about the basic structure of Milky Way. What are dark matter and dark energy? 3+2=5

আকাশগঙ্গার মূল গঠন সংক্ষেপে আলোচনা কর। Dark matter এবং dark energy কি?

4. Answer any **one** question: 10×1=10

যে-কোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

a) i) Why do the spectra of different elements have different sets of lines? What do you understand by a continuous spectrum? Under what condition do we observe it?

বিভিন্ন মৌলের বর্ণালীতে বিভিন্ন সংখ্যক রেখা থাকে কেন? নিরবচ্ছিন্ন বর্ণালী বলতে কি বোঝ? কি শর্তে এটি পরিলক্ষিত হয়?

ii) The absolute visual magnitude of a star is 8.7 and for its temperature, the bolometric correction is –0.5. Calculate the absolute bolometric magnitude and the luminosity of the star.

একটি তারার চরম চাক্ষুষ স্তর 8.7 এবং এর তাপমাত্রার জন্য বোলোম্যাট্রিক সংশোধন –0.5 হয়। নক্ষত্রের পরম বোলোম্যাট্রিক মাত্রা এবং উজ্জ্বলতা গণনা কর।

iii) What is principle of hydrostatic equilibrium in stellar structure? (2+2+1)+3+2=10

নক্ষত্র গঠনে হাইড্রোস্ট্যাটিক ভারসাম্যের নীতি কি?

b) i) What is interstellar dust? Discuss shortly about Jeans creation? What are Hayashi Lines?

ইন্টারস্টেলার ডাস্ট কি? জিন্স তৈরি নিয়ে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। হায়াশি রেখা কি?

ii) Assume that the sun consists of hydrogen and oxygen and the proportion of these elements is such that the entire solar material could be burned and transformed to water vapour. Show that the total energy available from this process would last only for $\sim 10^4$ years given that 10 eV is liberated in the formation of each water molecule.

(2+2+2)+4=10

ধরে নাও যে সূর্য হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন নিয়ে গঠিত এবং এই উপাদানগুলির অনুপাত এমন যে সমগ্র সৌর উপাদান পুড়িয়ে জলীয় বাষ্পে রূপান্তরিত হতে পারে। দেখাও যে এই প্রক্রিয়া থেকে উপলব্ধ মোট শক্তি শুধুমাত্র $\sim 10^4$ বছরের জন্য স্থায়ী হবে যখন 10 ইভি প্রতি অণু জলগঠনে মুক্ত করা হয়।

c) i) How many times would the sun have revolved aroung the center of the galaxy if it is rotating with a velocity of 250 km/s at a distance of 8.5 kpc from the galactic center? Assume the age of the sun to be 4.6×10^9 years. This age is different from the age of the galaxy, since the sun is relatively younger.

সূর্য কতবার ছায়াপথের কেন্দ্রে আবর্তিত হত, যদি এটি ছায়াপথ কেন্দ্র থেকে 8.5 কিলোপারসেক দূরত্বে 250 কিলোমিটার/সে বেগে আবর্তিত হয়? ধরে নাও সূর্যের বয়স 4.6×10^9 বছর। এই বয়স ছায়াপথের থেকে আলাদা, যেহেতু সূর্য অপেক্ষাকৃত কমবয়সী।

ii) The estimated lifetime of the sun on the main sequence is $\sim 10^{10}$ years. Calculate the main sequence lifetime of a star of mass (i) $10 M_\theta$ and (ii) $0.5 M_\theta$.

(3+3)+(2+2)=10

মূল অনুক্রমে সূর্যের আনুমানিক আয় $\sim 10^{10}$ বছর। একটি তারার প্রধান ক্রম জীবন গণনা কর যখন এর ভর (i) $10 M_\theta$ এবং (ii) $0.5 M_\theta$।

———————