

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2021

PHYSICS

PHE-15 : ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : Attempt *all* questions. Symbols have their usual meanings. You can use a calculator.

1. Attempt any *five* parts : *5×3=15*

(a) The apparent magnitude of Polaris is + 2.3 while that of the Sun is – 26.81. Which star is brighter and by what factor ?

(b) A satellite measures the parallax angle of a star as 0.005 arc-second. What is the distance of the star from the satellite ?

- (c) Find the magnitude of the faintest object that a 3.6 m telescope can detect.
- (d) The temperature inside a sunspot is 4000 K and that of the photosphere is 6000 K. Calculate the strength of the magnetic field which will keep the sunspot in equilibrium with its surroundings. (Given that $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$, the number density N of particles $\sim 10^{23}$)
- (e) A bright star has a surface temperature of 3500 K and is 10^5 times more luminous than the Sun. Calculate its radius in terms of solar radius (R_{\odot}). What kind of star could it be if its absolute magnitude is zero ?
- (f) Calculate the free-fall time for a molecular cloud whose initial density is $10^{-17} \text{ g cm}^{-3}$.
- (g) The luminosity of a white dwarf star of mass $1 M_{\odot}$ is $10^{-3} L_{\odot}$. Its total thermal energy is 10^{48} erg . If the luminosity of the Sun is $L_{\odot} = 4 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$, calculate the time for which white dwarf will keep shining with its present luminosity.
- (h) If the Hubble's constant $H = 70 \text{ km/s/Mpc}$, estimate the age of the Universe in years, given $1 \text{ pc} = 3.084 \times 10^{16} \text{ m}$.

2. (a) Using Virial theorem, how do you estimate the average temperature in the interior of a star ? 4
- (b) Calculate the energy density u_ν of radiation field at a point and hence write down specific intensity of black body radiation. Show that the pressure due to isotropic radiation is given by 1/3 of the energy density. 6

OR

- (a) With the help of a neat diagram, explain the diurnal motion of the stars. 4
- (b) What are circumpolar stars ? At what latitude is Procyon ($\delta = 05^\circ 18'S$) circumpolar ? 4
- (c) The difference between longitudes of two cities is about 20° . What is the difference in their local times ? 2
3. (a) What is a sunspot cycle ? Sketch and describe the butterfly diagram related to occurrence of sunspots. 7
- (b) The number density of particles (assume hydrogen) in the photosphere is 10^{20} particles per cm^{-3} and the strength of magnetic field of the Sun is 1 G. Calculate the velocity of Alfvén waves in the photosphere. 3

OR

- (a) Explain the granular structure of the photosphere. Describe briefly the chemical composition of the photosphere. 5
- (b) Describe the nebular model of the formation of the solar system. 5

4. (a) Explain the concept of Chandrasekhar limit and obtain its expression. 5
- (b) Calculate the gravitational red shift for the yellow lines ($\lambda = 5800 \text{ \AA}$) on the surface of Sirius-B when photon travels a distance of 1 m. Take the mass of Sirius-B as equal to $1 M_{\odot}$ and its radius 16000 km. 5

OR

- (a) With the help of a neat diagram, explain the emission of pulses from a neutron star. 5
- (b) Suppose the Sun shrinks to the size of a neutron star of radius 10^6 cm. Calculate the magnetic field strength at the surface of the neutron star. Take radius of the Sun as 10^{11} cm and the magnetic field at the Sun's surface as 1 G. 5
5. Derive the Friedmann equation and sketch its solution for $k > 0$. 5

OR

Describe the nature of activities near the active galactic nuclei. Distinguish between radio galaxies and quasars. 3+2=5

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2021

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-15 : खगोलिकी और खगोल भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट: सभी प्रश्न कीजिए। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।

1. कोई पाँच भाग कीजिए :

$5 \times 3 = 15$

(क) पोलेरिस का दृष्ट कांति-मान + 2.3 है और सूर्य का दृष्ट कांति-मान - 26.81 है। इनमें से कौन-से तारे की द्युति अधिक है और कितनी ?

(ख) एक उपग्रह द्वारा किसी तारे का लंबन कोण 0.005 arc-second मापा जाता है। उपग्रह से तारे की दूरी क्या है ?

- (ग) 3.6 m दूरबीन द्वारा संसूचित किए जा सकने वाले सबसे धुँधले पिंड का कांति-मान ज्ञात कीजिए ।
- (घ) सूर्य-कलंक के भीतर का तापमान 4000 K है और प्रकाश-मंडल का तापमान 6000 K है । चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का वह मान परिकलित कीजिए जिस पर सूर्य-कलंक अपने आसपास के क्षेत्र से साम्यावस्था में होगा । (दिया गया है कि $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$, कणों का संख्या घनत्व $N \sim 10^{23}$)
- (ङ) एक चमकीले तारे का पृष्ठीय तापमान 3500 K है और उसकी ज्योति सूर्य की अपेक्षा 10^5 गुनी अधिक है । सौर त्रिज्या (R_{\odot}) के पदों में उसकी त्रिज्या की गणना कीजिए । यदि उसका निरपेक्ष कांति-मान शून्य हो, तो वह किस प्रकार का तारा हो सकता है ?
- (च) एक आण्विक बादल का, जिसका आरंभिक घनत्व $10^{-17} \text{ g cm}^{-3}$ है, मुक्त-पतन समय परिकलित कीजिए ।
- (छ) $1 M_{\odot}$ द्रव्यमान वाले एक श्वेत वामन तारे की ज्योति $10^{-3} L_{\odot}$ है । इसकी कुल ऊष्मीय ऊर्जा 10^{48} erg है । यदि सूर्य की ज्योति $L_{\odot} = 4 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$ हो, तो वह समय परिकलित कीजिए जिसमें श्वेत वामन अपनी वर्तमान ज्योति से चमकता रहेगा ।
- (ज) यदि हबल नियतांक $H = 70 \text{ km/s/Mpc}$ हो, तो ब्रह्मांड की वर्षों में आयु ज्ञात कीजिए । दिया गया है $1 \text{ pc} = 3.084 \times 10^{16} \text{ m}$.

2. (क) विरियल प्रमेय का उपयोग कर आप एक तारे के भीतर के तापमान का औसत अनुमान कैसे लगाते हैं ? 4
- (ख) किसी बिंदु पर विकिरण क्षेत्र के ऊर्जा घनत्व u_r की गणना कीजिए । अतएव, कृष्णिका विकिरण के लिए विशिष्ट तीव्रता का व्यंजक लिखिए । सिद्ध कीजिए कि समदैशिक विकिरण के कारण दाब का मान ऊर्जा घनत्व का $1/3$ होता है । 6

अथवा

- (क) एक स्वच्छ आरेख की सहायता से तारों की दैनिक गति समझाइए । 4
- (ख) सदोदित तारे क्या होते हैं ? किस अक्षांश पर प्रोसिऑन तारा ($\delta = 05^\circ 18'S$) सदोदित होता है ? 4
- (ग) दो शहरों के रेखांशों के बीच 20° का अंतर है । उनके स्थानीय समयों में कितना अंतर होगा ? 2
3. (क) सूर्य-कलंक का आवर्तकाल क्या होता है ? तितली रेखाचित्र, जो सूर्य-कलंकों के होने से संबंधित है, खींचें और उसका वर्णन करें । 7
- (ख) प्रकाश-मंडल में कणों (मान लीजिए कि हाइड्रोजन) का संख्या घनत्व 10^{20} कण प्रति cm^{-3} है और सूर्य के चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता 1 G है । प्रकाश-मंडल में ऐल्फवेन तरंगों का वेग परिकलित कीजिए । 3

अथवा

- (क) प्रकाश-मंडल की कणिकामय संरचना की व्याख्या कीजिए । प्रकाश-मंडल के रासायनिक संघटन का संक्षेप में वर्णन कीजिए । 5
- (ख) सौर मंडल के निर्माण के नीहारिका मॉडल का वर्णन कीजिए । 5

4. (क) चंद्रशेखर सीमा की अवधारणा समझाइए और उसका व्यंजक प्राप्त कीजिए । 5
- (ख) सिरियस-B की सतह पर पीली रेखाओं ($\lambda = 5800 \text{ \AA}$) के लिए गुरुत्वीय अभिरक्त विस्थापन परिकलित कीजिए जब फ़ोटॉन 1 m दूरी तय करता है । सिरियस-B का द्रव्यमान $1 M_{\odot}$ है और उसकी त्रिज्या 16000 km है । 5

अथवा

- (क) एक स्वच्छ चित्र की सहायता से, न्यूट्रॉन तारे से स्पंदों का उत्सर्जन समझाइए । 5
- (ख) मान लीजिए कि सूर्य सिकुड़ कर 10^6 cm त्रिज्या वाले न्यूट्रॉन तारे के आमाप का हो जाता है । इस न्यूट्रॉन तारे की सतह पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता परिकलित कीजिए । सूर्य की त्रिज्या 10^{11} cm लीजिए और सूर्य की सतह पर चुम्बकीय क्षेत्र 1 G लीजिए । 5

5. फ्रीडमान समीकरण व्युत्पन्न कीजिए और $k > 0$ के लिए उसके हल का आरेख खींचिए । 5

अथवा

सक्रिय मंदाकिनीय नाभिकों के निकट सक्रियता की प्रकृति का वर्णन कीजिए । रेडियो मंदाकिनियों और क्वासरों में अंतर स्पष्ट कीजिए । 3+2=5