No. of Printed Pages : 10 **PHE–15**

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

June, 2025

PHE-15 : ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

Note : *Attempt all questions. Marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You may use a calculator.*

---

1. Attempt any *five* parts : 5×3=15

(a) The apparent magnitude of the star α-centauri and the planet Jupiter are -0.10 and -2.60, respectively. Calculate the ratio of their brightness.

(b) Draw a labelled diagram marking the position of vernal equinox (τ) and autumnal equinox (Ω).

(c) Find the magnitude of faintest object that 3.8 m telescope at Devasthal, Nainital can detect.

(d) Determine the size to which the earth must shrink so that the use of Einstein's theory of general relativity becomes necessary.

(e) Draw a schematic diagram showing the layers of solar atmosphere.

(f) Suppose that two nuclei have charges $z_1 e$ and $z_2 e$ and in order to interact, they must be separated by a distance 10^{-13} m. Calculate their mutual potential energy. If their relative kinetic energy is 3 k_BT, calculate the temperature required by two hydrogen nuclei to overcome this potential barrier. Given that :

$$k_B = 1.4 \times 10^{-16} \text{ erg} \cdot \text{K}^{-1}$$

and $e = 4.8 \times 10^{-10}$ e.s.u.

(g) Draw a labelled diagram describing the light curve of supernova of Type I and Type II.

(h) Explain why synchroton radiation is largely linearly polarized.

2. Attempt any *one* part : 1×10=10

(a) Explain with the help of ray diagrams, the working of Gregorian, Newtonian and Cassegrain reflecting telescope. What do you understand by diffraction limit of resolution of an optical telescope ? 8+2

(b) Deduce the Virial theorem for a planet going around the sun. A sun like star has a mass 10^{33} gm and a radius 10^{11} cm. Make an order of magnitude estimate of the average temperature in the interior of the star. 5+5

3. Attempt any *one* part : 1×10=10

(a) Explain the increase of temperature with height in solar chromosphere. Calculate the temperature at which a

particle will have sufficient energy to ionize a hydrogen atom. The temperature of chromosphere and corona is very high, in comparison to that of the photosphere. Still, we observe that the photosphere is the brightest of the three. Explain. 5+2+3

(b) Describe the different modes of energy transport in a star. Obtain the condition for which convection becomes the dominant mode of energy transport. Show that when four protons combine to form helium, the energy released is 26.7 MeV. 3+4+3

4. Attempt any *one* part : 1×10=10

(a) Describe the evolution of main sequence star. How long does a star live on the main sequence ? The estimated life of the sun on the main sequence is $\sim 10^{10}$ yrs. Calculate the main sequence life time of a $10 M_{\odot}$ star. 2+3+5

(b) What is a neutron star ? Is there any limiting mass of neutron star similar to the Chandrasekhar limit of white dwarf ? Outline the formation of a black hole. Calculate the Schwarzschild radius for the earth. 3+2+2+3

5. Attempt any *one* part : 1×5=5

(a) Define an active galaxy. What is the source of its activity ? 2+3

(b) Explain how Cepheid variables have been used to measure astronomical distance. Explain the concept of distance ladder. 3+2

PHE–15

विज्ञान स्नातक (बी. एस.–सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2025

पी.एच.ई.–15 : खगोलिकी और खगोल भौतिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : *सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।*

1. किन्हीं **पाँच** भागों के उत्तर दीजिए : 5×3=15

(क) अल्फा–सैन्टॉरी तारा और बृहस्पति ग्रह का दृष्ट कांतिमान क्रमशः – 0.10 और – 2.60 है। इनकी द्युतियों का अनुपात परिकलित कीजिए।

(ख) एक लेबलित आलेख में वसंत विषुव (τ) और शरद विषुव (Ω) को चिन्हित कीजिए।

(ग) देवस्थल, नैनीताल में स्थित 3.8 m दूरबीन द्वारा खोजे जा सकने वाले सबसे धुँधले पिंड का कांतिमान परिकलित कीजिए।

(घ) पृथ्वी के उस आमाप की गणना कीजिए जिस पर सिकुड़ने के बाद आइन्स्टीन का व्यापक सापेक्षवाद सिद्धान्त लागू करना अनिवार्य हो जाता है।

(ङ) एक व्यवस्था आरेख आलेखित कर सौर वायुमंडल की विभिन्न परतों को दिखाइए।

(च) कल्पना कीजिए कि दो नाभिकों पर क्रमशः $z_1 e$ और $z_2 e$ आवेश हैं और इनके बीच परस्परक्रिया हो सके इसके लिए उनके बीच की दूरी लगभग 10^{-13} m होनी चाहिए। नाभिकों की परस्पर स्थितिज ऊर्जा परिकलित कीजिए। यदि उनकी सापेक्ष गतिज ऊर्जा 3 $k_B T$ हो, तो तापमान का वह मान परिकलित कीजिए जिस मान के कारण हाइड्रोजन के दो नाभिक इस विभव बाधा को पार कर सकेंगे। दिया गया है :

$$k_B = 1.4 \times 10^{-16}\, \text{erg} \cdot \text{K}^{-1}$$

और $$e = 4.8 \times 10^{-10}\, \text{e.s.u.}$$

(छ) एक लेबलित आलेख की सहायता से टाइप I और टाइप II अधिनवतारों का वर्णन कीजिए।

(ज) समझाइए कि सिन्क्रोट्रॉन विकिरण अधिकांशतः रैखिकतः ध्रुवित क्यों होते हैं।

2. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : 1×10=10

(क) किरण आरेखों की सहायता से ग्रेगरी, न्यूटनी और कैसेग्रेन परावर्ती दूरबीनों की कार्यप्रणाली को समझाइए। किसी प्रकाशिक दूरबीन के लिए विभेदन की विवर्तन सीमा से आप क्या समझते हैं ? 8+2

(ख) सूर्य की परिक्रमा कर रहे एक ग्रह के लिए विरियल प्रमेय व्युत्पन्न कीजिए। सूर्य जैसे एक तारे का द्रव्यमान 10^{33} gm है और उसकी त्रिज्या 10^{11} cm है। तारे के भीतर के औसत तापमान के परिमाण की कोटि का अनुमानित मान परिकलित कीजिए। 5+5

3. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : 1×10=10

(क) वर्ण मंडल में ऊँचाई के साथ तापमान बढ़ने का कारण समझाइए। वह तापमान परिकलित कीजिए जिस तापमान पर एक कण में इतनी ऊर्जा होगी कि वह

हाइड्रोजन के एक परमाणु को आयनित कर दे। प्रकाश मंडल की तुलना में वर्ण मंडल और किरीट का तापमान काफी अधिक होता है फिर भी हम देखते हैं कि प्रकाश मंडल सबसे चमकदार है। समझाइए कि ऐसा क्यों है ? 5+2+3

(ख) किसी तारे में ऊर्जा अभिगमन की विभिन्न विधियों का वर्णन कीजिए। वह शर्त प्राप्त कीजिए जब संवहन, ऊर्जा अभिगमन की मुख्य विधि होती है। सिद्ध कीजिए कि जब चार प्रोटॉन संगलित होकर हीलियम का निर्माण करते हैं, तो लगभग 26.7 MeV ऊर्जा उत्पन्न होती है। 3+4+3

4. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : $1\times10=10$

(क) मुख्य अनुक्रम तारों के विकास का वर्णन कीजिए। मुख्य अनुक्रम पर किसी तारे का जीवनकाल कितना होता है ? मुख्य अनुक्रम पर सूर्य का जीवनकाल $\sim 10^{10}$ वर्ष है। $10 M_\odot$ द्रव्यमान वाले तारे का मुख्य अनुक्रम जीवनकाल परिकलित कीजिए। 2+3+5

(ख) न्यूट्रॉन तारा क्या होता है ? क्या श्वेत वामन के द्रव्यमान के लिए चंद्रशेखर सीमा की तरह न्यूट्रॉन तारों के लिए भी कोई द्रव्यमान सीमा होती है ? कृष्ण विवर के निर्माण को समझाइए। पृथ्वी के लिए श्वार्जचाइल्ड त्रिज्या परिकलित कीजिए। 3+2+2+3

5. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : $1\times5=5$

(क) सक्रिय मंदाकिनी को परिभाषित कीजिए। इनकी सक्रियता का स्रोत क्या है ? 2+3

(ख) समझाइए कि सेफीड चरकांति का उपयोग कर खगोलिय दूरियों का मापन किस प्रकार किया जाता है। दूरी सोपान की अवधारणा की व्याख्या कीजिए। 3+2

× × × × ×