

**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2023**

**PHE-15 : ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS**

*Time : 2 Hours*

*Maximum Marks : 50*

---

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

---

1. Attempt any *five* parts :  $5 \times 3 = 15$
- (a) Calculate the ratio of the brightness of the sun and Betelgeuse given that their apparent magnitudes are  $-26.8$  and  $+0.8$ , respectively.
- (b) What are circumpolar stars ? At what latitude is the star for which  $\delta = 25^{\circ}18'S$  circumpolar ?

[ 2 ]

PHE-15

- (c) Draw a schematic diagram showing layers of solar atmosphere. The temperature of chromosphere and corona is very-very high in comparison to that of the photosphere. Still we observe that the photosphere is the brightest of the three. Why ?
- (d) The surface temperature of two stars 1 and 2 is the same and the luminosity of 1 is higher than that of 2. Which star is bigger ? Why ?
- (e) What is the importance of triple  $\alpha$ -reaction in the formation of heavy nuclei ? How is the reaction related to the origin of life ?
- (f) Suppose the sun shrinks to the size of a neutron star of radius  $10^5$  cm. Calculate the magnetic field strength of the surface of the neutron star. Take the radius of the sun to be  $10^{11}$  cm and the magnetic field at its surface equal to 1 G.

- (g) Using Kepler's law, estimate the distance that an emission cloud must have from the centre of a Sayfert galaxy (having a central compact object of mass  $10^7 M_{\odot}$ ) in order to produce a velocity of  $10^6 \text{ ms}^{-1}$ .
- (h) Explain briefly *two* evidences in support of an evolving universe.

2. Answer any *one* part :

- (a) With the help of an appropriate diagram, describe a Newtonian reflecting telescope. In what respect does it differ from a Gregorian reflecting telescope ? Find the magnitude of the faintest object that a 1.0 m telescope can detect. 5+2+3
- (b) What do you understand by (i) Sidereal time, (ii) Apparent solar time and (iii) Mean solar time ? If the local time of Mumbai is 8.00 p.m., what would be the local time of Kolkata at that time ? The longitude of Mumbai is  $72^{\circ}51' \text{ E}$  and that of Kolkata is  $88^{\circ}21' \text{ E}$ . 2+2+2+4

P. T. O.

3. Answer any *one* part :

- (a) Derive the expression for the tidal force due to the Moon on the Earth considering the Earth as a 2-dimensional object. 10
- (b) (i) State Kepler's third law and verify it using the following data : 5

Planet	Mean distance from the sun (km)	Revolution period (days)
Mercury	$5.8 \times 10^7$	88
Earth	$1.5 \times 10^8$	365.25

- (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 luminosity of the star. 5
4. Answer any *one* part :
- (a) Describe with the help of diagrams, the evolution of  $1 M_{\odot}$  star beyond the main

[5]

PHE-15

sequence. On the main sequence in the HR diagram, where would you find stars which have internal temperatures lower than that of sun ?

7+3

- (b) (i) The masses and radii of a typical neutron star (NS) and a typical main sequence star (MS) are given below :

	Mass	Radius
NS	$1 M_{\odot}$	10 km
MS	$1 M_{\odot}$	$10^6$ km

Calculate the rotation time periods for both cases and show that only neutron stars satisfy the pulse time periods observed for pulsars. 6

- (ii) The estimated life time of the sun on the main sequence is  $10^{10}$  yrs. Calculate the main sequence life time of a star of mass  $5 M_{\odot}$ . 4

P. T. O.

[6]

PHE-15

5. Answer any one part :

- (a) Write the Friedmann equation. Draw its solutions when the curvature of space is (i) less than zero, (ii) equal to zero and (iii) greater than zero. 1+4

- (b) Sketch the Milky Way Galaxy showing its features. What class is assigned to the Milky Way Galaxy in Hubble's classification of galaxies ? 4+1

## PHE-15

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2023

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। आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. कोई पाँच भाग कीजिए :  $5 \times 3 = 15$

- (क) सूर्य और आर्द्रा की द्युतियों की तुलना कीजिए जबकि दिया है कि इनके दृष्ट कातिमान क्रमशः  
- 26.8 और + 0.8 हैं।
- (ख) सदीदित तारे क्या होते हैं ? एक तारे का अपक्रम  $\delta = 25^\circ 18' S$  है। यह किस अभ्रंश पर सदीदित होगा ?

P. T. O.

- (ग) सूर्य के वायुमंडल की परतों को दर्शाते हुए एक व्यवस्था आरेख खींचिए। प्रकाशमंडल की तुलना में वर्णमंडल और किरिट का तापमान बहुत अधिक है। फिर भी प्रकाशमंडल सबसे चमकदार दिखता है। क्यों ?
- (घ) दो तारों 1 और 2 के पृष्ठ तापमान समान है और 1 की ज्योति 2 से अधिक है। इन दोनों तारों में से कौन-सा तारा बड़ा है ? क्यों ?
- (च) भारी तत्वों के निर्माण में त्रि-अल्फा अभिक्रिया का क्या महत्व है ? पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति से इस अभिक्रिया का क्या संबंध है ?
- (छ) मान लें कि सूर्य सिकुड़कर एक न्यूट्रॉन तारे के आमाप का हो जाता है जिसकी त्रिज्या  $10^5 \text{ cm}$  है। इस न्यूट्रॉन तारे की सतह पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता की गणना कीजिए। सूर्य की त्रिज्या का मान  $10^{11} \text{ cm}$  और इसकी सतह पर चुम्बकीय क्षेत्र परिमाण  $1 \text{ G}$  लें।

(ज) कैप्लर के नियम का उपयोग कर, एक सेफ्ट मंदाकिनी के केन्द्र से उस उत्सर्जक बादल की दूरी का अनुमान लगाए जिसके केन्द्रीय संहत पिंड का द्रव्यमान  $10^7 M_{\odot}$  है ताकि उसका वेग  $10^6 \text{ms}^{-1}$  हो।

(झ) विकास्रीय ब्रह्माण्ड के समर्थन में किन्हीं दो प्रमाणों को संक्षेप में समझाइए।

2. कोई एक भाग कीजिए :

(क) उपयुक्त चित्र की सहायता से न्यूटनी परावर्ती दूरबीन का वर्णन दीजिए। यह किस मायने में ग्रेगरी परावर्ती दूरबीन से भिन्न है ? 1.0 m दूरबीन द्वारा संसूचित सबसे धुंधले पिंड का क्रांतिमान ज्ञात कीजिए। 5+2+3

(ख) आप (i) नाक्षत्र समय, (ii) आभासी सौर समय और (iii) माध्य सौर समय से क्या समझते हैं ? यदि मुम्बई का स्थानीय समय 8 बजे रात का है, तो उस समय कोलकाता का स्थानीय समय क्या

P. T. O.

होगा ? दिया है कि मुम्बई का रेखांश  $72^{\circ}51' E$  है और कोलकाता का रेखांश  $88^{\circ}21' E$  है।

3. कोई एक भाग कीजिए :

(क) पृथ्वी को द्वितीय पिंड मानते हुए उस पर चंद्रमा द्वारा आरोपित ज्वारीय बल का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 10

(ख) (i) कैप्लर के तृतीय नियम का कथन दीजिए और निम्नलिखित आँकड़ों से उसकी पुष्टि कीजिए : 5

ग्रह	सूर्य से औसत दूरी (किमी.)	परिक्रमण काल (दिन)
बुध	$5.8 \times 10^7$	88
पृथ्वी	$1.5 \times 10^8$	365.25

(ii) एक तारे का निरपेक्ष दृश्य क्रांतिमान 8.7 है और इसके तापमान के लिए तेजमापीय संशुद्धि  $-0.5$  है। निरपेक्ष तेजमापीय क्रांतिमान और तारे की ज्योति परिकलित कीजिए। 5

4. कोई एक भाग कीजिए :

(क) चित्रों की सहायता से मुख्य अनुक्रम के बाद  $1 M_{\odot}$  वाले तारे के विकास का वर्णन कीजिए। सूर्य के तापमान से कम आंतरिक तापमान वाले तारे एच-आर आरेख के मुख्य अनुक्रम पर कहाँ स्थित होते हैं ?

7+3

(ख) (i) एक प्रतिरूपी न्यूट्रॉन तारे (NS) और एक प्रतिरूपी मुख्य प्रक्रम तारे (MS) के द्रव्यमान और त्रिज्याएँ निम्नवत् हैं :

	द्रव्यमान	त्रिज्या
NS	$1 M_{\odot}$	10 km
MS	$1 M_{\odot}$	$10^6$ km

दोनों स्थितियों के लिए पूर्ण आवर्त काल की गणना कीजिए और सिद्ध कीजिए कि केवल न्यूट्रॉन तारे पल्सार के लिए प्रेक्षित स्पंद आवर्त काल को संतुष्ट करते हैं।

6

(ii) मुख्य प्रक्रम पर सूर्य का अनुमानित जीवनकाल लगभग  $10^{10}$  वर्ष है। द्रव्यमान  $5 M_{\odot}$  वाले तारे का मुख्य अनुक्रम जीवनकाल परिकलित कीजिए।

4

5. कोई एक भाग कीजिए :

(क) प्रौढमान समीकरण लिखिए। इसके हलों के चित्र खींचिए जब आकाश की वक्रता (i) शून्य से कम, (ii) शून्य के बराबर और (iii) शून्य से अधिक हो।

1+4

(ख) आकाश गंगा मंदाकिनी की विशेषताएँ दिखाते हुए उसका चित्र खींचिए। हबल के मंदाकिनी वर्गीकरण में आकाश गंगा मंदाकिनी का क्या वर्ग है ?

4+1