

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

**Term-End Examination**

**June, 2022**

**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. The marks for each question are indicated against it.

---

---

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

(a) The apparent magnitudes of the stars Arcturus and Aldebaran are 0.06 and 0.86, respectively. Calculate the ratio of their brightness.

(b) Compare the resolving power of two telescopes of 1.3 m and 3.6 m diameters at  $\lambda = 457 \text{ nm}$ .

(c) Explain the granular structure of the photosphere.

- (d) What is an H-R diagram ? Show the location of main sequence, Supergiants, Red giants and White dwarf stars in H-R diagram.
- (e) Suppose the luminosity of a white dwarf star of mass  $1M_{\odot}$  is  $10^{-3} L_{\odot}$ . If the luminosity of the sun is  $L_{\odot} = 4 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$ , calculate the time for which the white dwarf will keep shining with its present luminosity. It is given that the thermal energy of a white dwarf is  $10^{48}$  ergs.
- (f) A galaxy of absolute magnitude  $M = -15$  is at a distance of 700 kpc. Would it be visible to the naked eye ?
- (g) Write the triple  $\alpha$ -reaction in the formation of heavy nuclei. In what way is triple  $\alpha$ -reaction related to the origin of life on Earth ?
- (h) State Hubble's law. Estimate the age of the universe given that Hubble's constant  $H = 70 \text{ km Mpc}^{-1}$ .

2. Attempt any **two** parts :  $2 \times 5 = 10$

- (a) How do you determine stellar radii using Stefan-Boltzmann law of radiation and stellar luminosity measurement ? Explain. 5

(b) With the help of a properly labelled diagram determine the declination ( $\delta$ ) of (i) Celestial North pole, (ii) Celestial South pole, and (iii) Zenith. 2+3

(c) Suppose a star of mass  $2M_{\odot}$  contracts at a uniform rate to half its present size of  $R_{\odot}$  in  $10^7$  years. Suppose that all its energy is radiated from its surface. Calculate the luminosity of the star in its contracting phase. Take  $G = 6.673 \times 10^{-8}$  cgs units,  $M_{\odot} = 2 \times 10^{33}$  g,  $R_{\odot} = 7 \times 10^{10}$  cm. 5

3. Explain how our solar system came into existence. Calculate the total angular momentum of the Sun-Jupiter system assuming that Jupiter has a circular orbit of radius  $1.2 \times 10^{12}$  m and its orbital period is 11.86 years. Assume that the Sun interacts only with Jupiter. Take  $M_{\odot} = 2 \times 10^{30}$  kg. 4+6

**OR**

Explain with the help of a diagram, the motion of sunspot along the observed solar disc. How does a sunspot survive for so long amidst the hotter regions of the sun ? What are Alfvén waves ? 4+3+3

4. Deduce an expression for free-fall time for a collapsing molecular cloud and calculate its value if its initial density is  $10^{-17} \text{ g cm}^{-3}$ .

Take  $G = 6.67 \times 10^{-8}$  cgs units.

6+4

**OR**

Describe the fragmentation of a collapsing isothermal cloud using a block diagram. Obtain the expression for Jean's mass when the collapse is adiabatic.

5+5

5. Derive the Friedmann equation, that governs the evolution of a homogeneous universe.

5

**OR**

Describe Hubble's classification of galaxies and give the main feature of each class of galaxy.

5

---

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2022

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 । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं ।

1. कोई पाँच भाग कीजिए :

$5 \times 3 = 15$

(क) स्वाति और रोहिणी तारों के दृष्ट कांतिमान क्रमशः 0.06 और 0.86 हैं । उनकी द्युतियों का अनुपात ज्ञात कीजिए ।

(ख)  $\lambda = 457 \text{ nm}$  पर 1.3 m और 3.6 m व्यासों वाली दो दूरबीनों की विभेदन क्षमताओं की तुलना कीजिए ।

(ग) प्रकाश-मंडल की कणिकामय संरचना समझाइए ।

- (घ) एच.-आर. आरेख क्या होता है ? एच.-आर. आरेख पर मुख्य अनुक्रम, महादानव, लाल दानव और श्वेत वामन तारों की स्थितियाँ दर्शाइए ।
- (ङ) मान लीजिए कि द्रव्यमान  $1M_{\odot}$  वाले एक श्वेत वामन तारे की ज्योति  $10^{-3} L_{\odot}$  है । यदि सूर्य की ज्योति  $L_{\odot} = 4 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$  हो, तो परिकलित कीजिए कि श्वेत वामन तारा अपनी वर्तमान ज्योति से कितने समय तक चमकता रहेगा । दिया गया है कि श्वेत वामन की ऊष्मीय ऊर्जा का मान  $10^{48} \text{ erg}$  है ।
- (च) निरपेक्ष कांतिमान  $M = -15$  वाली एक मंदाकिनी 700 kpc की दूरी पर है । क्या यह नग्न आँख से दिखाई देगी ?
- (छ) भारी नाभिकों के निर्माण के संदर्भ में त्रि ऐल्फा ( $\alpha$ )-अभिक्रिया लिखिए । पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति से त्रि ऐल्फा-अभिक्रिया का क्या संबंध है ?
- (ज) हबल नियम का कथन दीजिए । ब्रह्मांड की आयु का अनुमान लगाइए जबकि दिया गया है कि हबल स्थिरांक  $H = 70 \text{ km Mpc}^{-1}$  ।

2. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

- (क) विकिरण का स्टेफ़ान-बोल्ज़मान नियम और तारे की ज्योति के मापन से आप तारों की त्रिज्याओं का निर्धारण कैसे कर सकते हैं ? समझाइए ।

5

(ख) उचित रूप से नामांकित चित्र की सहायता से  
 (i) खगोलीय उत्तरी ध्रुव, (ii) खगोलीय दक्षिणी ध्रुव,  
 और (iii) शिरोबिन्दु के अपक्रम (δ) निर्धारित  
 कीजिए ।

2+3

(ग) मान लीजिए कि द्रव्यमान  $2M_{\odot}$  का एक तारा  
 एकसमान दर से सिकुड़ते हुए,  $10^7$  वर्षों में अपने  
 वर्तमान आमाप (जिसकी त्रिज्या  $R_{\odot}$  है) का आधा  
 रह जाता है । मान लीजिए कि इसकी कुल ऊर्जा  
 इसकी सतह से विकिरित होती है । सिकुड़ने के दौरान  
 तारे की ज्योति ज्ञात कीजिए ।

$$G = 6.673 \times 10^{-8} \text{ cgs इकाई, } M_{\odot} = 2 \times 10^{33} \text{ g,}$$

$$R_{\odot} = 7 \times 10^{10} \text{ cm लीजिए ।}$$

5

3. समझाइए कि हमारे सौर मंडल की उत्पत्ति कैसे हुई ।  
 सूर्य-बृहस्पति निकाय का कुल कोणीय संवेग परिकलित  
 कीजिए । दिया गया है कि बृहस्पति की कक्षा वृत्तीय है और  
 इसकी त्रिज्या  $1.2 \times 10^{12} \text{ m}$  है और इसका परिक्रमण काल  
 $11.86$  वर्ष है । मान लीजिए कि सूर्य केवल बृहस्पति के साथ  
 अन्योन्यक्रिया करता है ।  $M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$  लीजिए ।

4+6

### अथवा

प्रेक्षित सौर डिस्क के अनुदिश सूर्य कलंकों की गति को एक  
 चित्र की सहायता से समझाइए । सूर्य के आस-पास उच्च  
 तापमान होने के बावजूद सूर्य कलंक किस प्रकार बने रहते हैं ।  
 ऐल्फवेन तरंगें क्या होती हैं ?

4+3+3

4. एक निपाती आण्विक बादल के मुक्त-पतन समय का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए और आरंभिक घनत्व  $10^{-17} \text{ gcm}^{-3}$  के लिए इसका मान परिकलित कीजिए ।  $G = 6.67 \times 10^{-8} \text{ cgs}$  इकाई लीजिए । 6+4

**अथवा**

ब्लॉक आरेख की सहायता से निपाती समतापी बादल के विखंडन का वर्णन कीजिए । जीन्स द्रव्यमान का व्यंजक प्राप्त कीजिए जब निपात रुद्धोष्म हो । 5+5

5. समांगी ब्रह्माण्ड के विकास पर लागू होने वाली फ्राइडमेन समीकरण व्युत्पन्न कीजिए । 5

**अथवा**

हबल के मंदाकिनी वर्गीकरण का विवरण दीजिए और मंदाकिनी के प्रत्येक वर्ग का मुख्य लक्षण बताइए । 5

---