

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

**Term-End Examination**

**June, 2018**

03146

**PHYSICS**

**PHE-15 : ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS**

*Time : 2 hours*

*Maximum Marks : 50*

---

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

---

1. Attempt any *five* parts :

$5 \times 3 = 15$

- (a) The apparent magnitude of the full Moon is  $-12.73$  and that of Venus is  $-4.22$ . Calculate their brightness ratio.
- (b) Sketch the celestial sphere and depict the universal equatorial coordinates of a star on it in a well-labelled diagram.

- (c) Estimate the radius of a typical star in terms of the radius of the Sun. It is given that the star's temperature is two-thirds that of the Sun and its luminosity is 100 times the Sun's luminosity.
- (d) What are Solar Flares ? What is the source of energy in solar flares ?
- (e) Calculate the Schwarzschild radius for the Sun. Take

$$G = 6.67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ s}^{-2},$$

$$c = 3 \times 10^{10} \text{ cm s}^{-1} \text{ and } M_{\odot} = 1.99 \times 10^{33} \text{ g}$$

- (f) Name two phenomena that arise due to the presence of dust in interstellar matter. Explain briefly any one of them. 1+2
- (g) A galaxy has absolute magnitude  $M = -21$  and is situated at a distance of  $10^6$  pc. Will it be visible to the human eye ? Explain.
- (h) Explain why gas in elliptical galaxies is expected to be hot.

2. What is a Circumpolar star ? Explain when the Sun would be a circumpolar star for observers located at the North pole. Give an appropriate diagram. At what latitude is the star having  $\delta = 06^{\circ} 28' \text{ S}$  circumpolar ? 2+3+3+2

**OR**

Derive the condition for trapping of light by an object of mass  $M$  and radius  $r$ . When would general relativity be needed for describing such objects and when would Newtonian mechanics be adequate? If the radius of the Sun shrinks to 2900 m, will the Newtonian theory adequately describe the phenomena related to it? Explain.

Take  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$  and

$$M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg.} \quad 5+2+3$$

3. Derive the following expression for the tidal force of the Moon on the Earth :

$$\Delta \vec{F} \approx \frac{G M m R}{r^3} (2 \cos \phi \hat{i} - \sin \phi \hat{j})$$

Assume that the Earth is a two-dimensional object and the Moon lies along the x-axis. Hence, explain why there is a tidal bulge around the equator. 8+2

**OR**

Sketch the H - R diagram showing all groups of stars. Show the location of the Sun on the diagram. What information does the H - R diagram provide about stars? 5+2+3

4. Derive the expression for the mass - radius relation of white dwarf stars. Plot their mass - radius relation. Explain the significance of Chandrasekhar limit. 5+3+2

**OR**

Using the Virial theorem, derive the expression for Jeans mass. The temperature and number density of a collapsing cloud made up of neutral hydrogen are 100 K and  $10^5 \text{ m}^{-3}$ , respectively. Calculate its Jeans mass.

Take  $\mu = 1$  for neutral hydrogen,

$$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1},$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \text{ and}$$

$$m_H = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg.}$$

5+5

5. Assuming that the decrease in surface brightness of the disk in a spiral galaxy follows an exponential law, show that the total light emitted by the disk is given by  $2\pi r_d^2 I_d(0)$ , where  $r_d$  is the scale length and  $I_d(0)$  is the surface brightness at  $r = 0$ .

5

**OR**

Explain two observations that support the existence of a hot and dense phase in the early universe.

5

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2018

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-15 : खगोलिकी और खगोल भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट: सभी प्रश्न कीजिए। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप लॉग सारणी या कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।

1. कोई पाँच भाग कीजिए :

5×3=15

(क) पूर्ण चंद्रमा का दृष्ट कांतिमान - 12.73 और शुक्र का - 4.22 है। उनकी द्युतियों का अनुपात परिकल्पित कीजिए।

(ख) खगोल का आरेख बनाइए और उस पर एक तारे के समुचित रूप से नामांकित सार्वत्रिक विषुवतीय निर्देशांक दिखाइए।

- (ग) एक प्रारूपी तारे की त्रिज्या का सूर्य की त्रिज्या के पदों में अनुमानित मान प्राप्त कीजिए। यह दिया है कि तारे का तापमान सूर्य के तापमान का दो-तिहाई है और उसकी ज्योति सूर्य की ज्योति की 100 गुनी है।
- (घ) सौर प्रज्वाल क्या होते हैं ? सौर प्रज्वालों में ऊर्जा का स्रोत क्या होता है ?
- (ङ) सूर्य के लिए श्वार्जचाइल्ड त्रिज्या की गणना कीजिए।  
 $G = 6.67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ,  
 $c = 3 \times 10^{10} \text{ cm s}^{-1}$  और  $M_{\odot} = 1.99 \times 10^{33} \text{ g}$   
 लीजिए।
- (च) अंतरातारकीय पदार्थ में धूल की उपस्थिति के कारण होने वाली दो परिघटनाओं के नाम लिखिए। इनमें से किसी एक की संक्षेप में व्याख्या कीजिए। 1+2
- (छ) एक मंदाकिनी का निरपेक्ष कांतिमान  $M = -21$  है और यह  $10^6 \text{ pc}$  की दूरी पर स्थित है। क्या यह मानव नेत्र को दिखाई देगी ? समझाइए।
- (ज) समझाइए कि दीर्घवृत्तीय मंदाकिनियों में गैस के तप्त होने की अपेक्षा क्यों की जाती है।

2. सदोदित तारा क्या होता है ? उत्तरी ध्रुव पर स्थित प्रेक्षक के लिए समझाइए कि सूर्य कब सदोदित तारा होगा। समुचित आरेख खींचिए। एक तारा जिसके लिए  $\delta = 06^\circ 28' \text{ S}$  है, किस अक्षांश पर सदोदित होगा ? 2+3+3+2

अथवा

द्रव्यमान  $M$  और त्रिज्या  $r$  वाले एक पिंड में प्रकाश के फँसने के लिए प्रतिबंध व्युत्पन्न कीजिए। ऐसे पिंडों के वर्णन के लिए व्यापक सापेक्षवाद की ज़रूरत कब होगी और कब न्यूटनी यांत्रिकी पर्याप्त होगा? यदि सूर्य की त्रिज्या घट कर 2900 m रह जाए, तो क्या उससे जुड़ी परिघटनाओं के वर्णन के लिए न्यूटनी सिद्धांत पर्याप्त होगा? समझाइए।

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \text{ और}$$

$$M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg लीजिए।}$$

5+2+3

3. पृथ्वी पर चंद्रमा द्वारा आरोपित ज्वारीय बल का निम्नलिखित व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए :

$$\Delta \vec{F} \approx \frac{G M m R}{r^3} (2 \cos \phi \hat{i} - \sin \phi \hat{j})$$

मान लीजिए कि पृथ्वी एक द्वि-विमीय पिंड है और चंद्रमा x-अक्ष पर स्थित है। अतएव, समझाइए कि विषुवत पर ज्वारीय उभार क्यों होता है।

8+2

अथवा

तारों के सभी वर्गों को दिखाने वाला H-R आरेख बनाइए। इस आरेख पर सूर्य की स्थिति दिखाइए। तारों के बारे में H-R आरेख से क्या जानकारी मिलती है?

5+2+3

4. श्वेत वामन तारों के लिए द्रव्यमान - त्रिज्या संबंधों के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। इस द्रव्यमान - त्रिज्या संबंध का आरेख खींचिए। चंद्रशेखर सीमा की सार्थकता समझाइए।

5+3+2

अथवा

विरियल प्रमेय का उपयोग कर जीन्स द्रव्यमान का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। उदासीन हाइड्रोजन से बने एक निपाती बादल के तापमान और संख्या घनत्व क्रमशः 100 K और  $10^5 \text{ m}^{-3}$  हैं। इसका जीन्स द्रव्यमान परिकलित कीजिए।

उदासीन हाइड्रोजन के लिए  $\mu = 1$ ,

$$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1},$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \text{ और}$$

$$m_H = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg लीजिए।} \quad 5+5$$

5. यह मान कर कि एक सर्पिल मंदाकिनी में चकती की पृष्ठ-द्युति में हास एक चरघातांकी नियम का पालन करती है, सिद्ध कीजिए कि चकती द्वारा उत्पन्न कुल प्रकाश  $2\pi r_d^2 I_d(0)$  होता है, जहाँ  $r_d$  स्केल लंबाई है और  $I_d(0)$ ,  $r = 0$  पर पृष्ठ-द्युति है। 5

अथवा

प्रारंभिक ब्रह्मांड की उच्च तापमान और उच्च घनत्व वाली अवस्था के अस्तित्व के पक्ष में दो प्रेक्षणों की व्याख्या कीजिए। 5