No. of Printed Pages : 11 **PHE–15**

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2024

(Physics)

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 can use a calculator.*

---

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

   (a) Compare the brightness of the Sun and Sirius-A. Given that the apparent magnitude of the Sun is – 26.81 and the apparent magnitude of Sirius-A is – 1.47.

   (b) With the help of a neat diagram, locate the position of a pole star in horizon coordinate system.

(c) Calculate the diffraction limit of resolution of 1 m telescope at Manora Peak, Nainital for $\lambda = 457$ nm. Compare its light gathering power with a telescope of 3.8 m at Devasthal, Nainital.

(d) A globular cluster of stars has N stars each of mass m. The stars inside such a cluster of radius R can have velocities of the order of v. Find a relation between mass of star cluster and velocity v.

(e) Estimate the effective temperature of the Sun assuming that the Sun radiates as a black body. Given that Stephan constant,

$\sigma = 5.7 \times 10^{-8}\ \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$,

$L_{\odot} = 3.86 \times 10^{26}$ W and $R_{\odot} = 6.7 \times 10^{8}$ km.

(f) An astronomical strong X-rays source, is found to radiate like a black body with peak wavelength at 1.2 nm. Calculate its temperature. Assume that the constant for Wien's displacement law is equal to 2.9×10^{-3} mK.

(g) Draw a labelled diagram showing the emission of 21 cm as a result of flip of parallel spin state to antiparallel spin state of hydrogen atom.

(h) A galaxy of absolute magnitude M = – 20 is at a distance of 700 kpc. Would if be visible to naked eye ? Justify your answer.

2. Attempt any *one* part : 1×10=10

(a) (i) Explain with the help of diagrams, the classification of binary stars. 6

(ii) After about 5 billion years, the Sun is expended to swell to 200 times its present size. If its temperature becomes half of what it is today, find the change in its absolute magnitude. 4

(b) Write the equation of radiative transfer in terms of emission coefficient (J_ν) and absorption coefficient (α_ν). Obtain the solution in case of $J_\nu = 0$. Explain the terms optical depth (τ_ν) and source function (S_ν). Show that for optically thin object, specific intensity of radiation I_ν equals the product of source function (S_ν) and optical depth (τ_ν). 2+3+2+3

3. Attempt any *one* part : 1×10=10

(a) What is meant by a sunspot cycle ? Explain the migration of sunspot from higher to lower latitude in Sun. What is the basis to conclude that the Sun is rotating in space ? What is the difference between spicules and solar prominence ? 2+3+3+2

(b) Describe briefly with the help of a diagram the formation of solar nebular disk. Calculate the total angular momentum of the Sun-Jupiter system assuming that Jupiter has a circular orbit of radius 5.2 AU and its orbital period 11.86 year. Assume that the Sun interacts only with Jupiter. 4+6

4. Attempt any *one* part : 1×10=10

(a) Using a schematic diagram, describe the fragmentation of a collapsing gas cloud of mass M grater than M_J the Jeans mass. How does fragmentation of collapsing clouds leads to formation of protostars ? Why do we expect longer evolution time in the pre-main sequence stage for smaller mass protostars ? 5+2+3

(b) Obtain the mass-radius relation for white dwarf stars. Explain the idea of Chandrashekhar limiting mass. Suppose the luminosity of a white dwarf of mass $1 M_{\odot}$ is $10^{-3} L_{\odot}$. If the luminosity of the Sun $L_{\odot}$ is $4 \times 10^{26} \, Js^{-1}$, calculate the time for which the white dwarf will keep shining with its present luminosity. 3+2+5

5. Attempt any *one* part : 1×5=5

(a) State and explain de Vaucouleur's law and define effective radius of an elliptical galaxy. 3+2

(b) How do you distinguish a quasor from radio galaxy ? Explain why older galaxies should be redder. 2+3

PHE–15

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2024

(भौतिक विज्ञान)

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) सूर्य और लुब्धक के कांतिमानों की तुलना कीजिए। दिया गया है कि सूर्य का दृष्ट कांतिमान – 26.81 है और लुब्धक का दृष्ट कांतिमान – 1.47 है।

(ख) एक आलेख की सहायता से क्षितिज निर्देशांक प्रणाली में ध्रुव तारे का स्थान निर्धारित कीजिए।

(ग) $\lambda = 457$ nm के लिए मनोरा शीर्ष, नैनीताल में 1 m दूरबीन के लिए विभेदन की विवर्तन सीमा परिकलित कीजिए। इस दूरबीन की प्रकाश संग्रह क्षमता की तुलना देवस्थल, नैनीताल में स्थित 3.8 m दूरबीन की प्रकाश संग्रह क्षमता से कीजिए।

(घ) एक तारा गुच्छ में N तारे हैं जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान m है। त्रिज्या R वाले इस गुच्छ में स्थित प्रत्येक तारे का वेग v कोटि का हो सकता है। तारा गुच्छ के द्रव्यमान और वेग v में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

(ङ) कल्पना कीजिए कि सूर्य एक कृष्णिका की तरह विकिरण उत्सर्जित करता है। सूर्य के तापमान का अनुमानित मान परिकलित कीजिए। दिया गया है कि स्टीफन नियतांक, $\sigma = 5.7 \times 10^{-8}\, \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$, $L_{\odot} = 3.86 \times 10^{26}\, \text{W}$ तथा $R_{\odot} = 6.7 \times 10^{8}\, \text{km}$ है।

(च) एक खगोलीय पिंड X–किरणों का एक प्रबल स्रोत है। यह एक कृष्णिका की तरह विकिरण उत्सर्जित करता है। जिसका शिखर तरंगदैर्घ्य 1.2 nm है। इसके तापमान का मान परिकलित कीजिए। मान लीजिए कि वीन के विस्थापन नियम में स्थिरांक का मान 2.9×10^{-3}mK है।

(छ) हाइड्रोजन परमाणु में समांतर प्रचक्रण अवस्था से प्रतिसमांतर अवस्था में संक्रमण के कारण 21 cm विकिरण के उत्सर्जन को प्रदर्शित करने वाला एक लेबलित आलेख आरेखित कीजिए।

(ज) निरपेक्ष कांतिमान M = – 20 वाली एक मंदाकिनी 700 kpc की दूरी पर है। क्या यह नग्न आँख को दिखाई देगी ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

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

(क) (i) आलेखों की सहायता से युग्मतारों के वर्गीकरण को समझाइए। 6

(ii) कोई 5 अरब वर्ष बाद सूर्य फैलकर अपने वर्तमान आकार से 200 गुना बड़ा हो जाएगा। यदि इसका तापमान घटकर आज के तापमान से आधा हो जाए, तो इसका निरपेक्ष कांतिमान परिकलित कीजिए। 4

(ख) उत्सर्जन गुणांक (J_v) और अवशोषण गुणांक (α_v) के पदों में विकिरणी स्थानांतरण समीकरण लिखिये। $J_v = 0$ के लिए हल प्राप्त कीजिए। प्रकाशिक गंभीरता (τ_v) और स्रोत फलन (S_v) को समझाइए। दर्शाइए कि प्रकाशतः पतले पिंड के लिए विकिरण की विशिष्ट तीव्रता I_v, स्रोत फलन (S_v) और प्रकाशिक गंभीरता (τ_v) के गुणनफल के बराबर होता है। 2+3+3+2

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

(क) सूर्य कलंक आवर्तकाल से आप क्या समझते हैं ? सूर्य कलंकों का उच्चतर अक्षांशों से निम्नतर अक्षांशों की ओर विस्थापन प्रक्रिया समझाइए। सूर्य अपने अक्ष पर घूमता है; इस

निष्कर्ष का आधार क्या है ? लघु स्पाइकों और सौर ज्वाला में क्या अंतर है ? 2+3+3+2

(ख) आलेखों की सहायता से सौर निहारिका निर्माण प्रक्रिया को समझाइए। सूर्य-बृहस्पति निकाय का कुल कोणीय संवेग परिकलित कीजिए। मान लीजिए कि बृहस्पति की कक्षा वृत्तीय है जिसकी त्रिज्या 5.2 AU है और इसका परिक्रमण काल 11.86 वर्ष है तथा सूर्य केवल बृहस्पति के साथ अन्योन्यक्रिया करता है। 4+6

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

(क) एक व्यवस्था आलेख की सहायता से द्रव्यमान M जो जीन्स द्रव्यमान M_J से अधिक है, वाले निपाती बादल के विखंडन को समझाइए। निपाती बादलों का विखंडन किस प्रकार प्रोटोतारा का निर्माण करता है ? लघु द्रव्यमान वाले प्रोटोतारा को पूर्व-मुख्य अनुक्रम चरण में अधिक विकास समय क्यों लगता है ? 5+2+3

(ख) श्वेत वामन तारों के लिए द्रव्यमान-त्रिज्या सम्बन्ध प्राप्त कीजिए। द्रव्यमान की चंद्रशेखर सीमा को

समझाइए। कल्पना कीजिए कि $1M_{\odot}$ द्रव्यमान वाले श्वेत वामन की ज्योति का मान $10^{-3}\,L_{\odot}$ है। यदि सूर्य की ज्योति $4 \times 10^{26}\,Js^{-1}$ हो, तो कितने समय तक श्वेत वामन इस ज्योति से चमकता रह सकता है ? 3+2+5

5. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : 1×5=5

(क) दे वॉकूलियर के नियम का कथन दीजिए और उसे समझाइए तथा एक दीर्घवृत्तीय मंदाकिनी की प्रभावी त्रिज्या को परिभाषित कीजिए। 3+2

(ख) क्वासर और रेडियो मंदाकिनी में आप किस प्रकार अंतर स्पष्ट करेंगे ? समझाइए कि पुरातन मंदाकिनियाँ ज्यादा लाल क्यों होती हैं। 2+3

× × × × × × ×