

6th Bangladesh Olympiad on Astronomy and Astrophysics

Regional Round 2023 – Set α

Instructions for the Candidate - পরীক্ষার্থীদের জন্য নির্দেশনা:

- For all questions, the process involved in arriving at the solution is more important than the answer itself. Valid assumptions / approximations are perfectly acceptable. Please write your method clearly, explicitly stating all reasoning.
প্রতিটি প্রশ্নের জন্যই উত্তরের চেয়ে সমাধানের প্রক্রিয়া বেশি গুরুত্বপূর্ণ। যুক্তিপূর্ণ অনুমান/অ্যাপ্রক্সিমেশন পুরোপুরিভাবে গ্রহণযোগ্য। সমাধানের বিশদ ও স্পষ্ট ব্যাখ্যা আমাদের প্রত্যাশিত।
- Be sure to calculate the final answer in the appropriate units asked in the question.
চূড়ান্ত উত্তর প্রশ্ন অনুযায়ী সঠিক এককে গ্রহণযোগ্য।
- Non-programmable scientific calculators are allowed.
নন প্রোগ্রামেবল সায়েন্টিফিক ক্যালকুলেটর গ্রহণযোগ্য।

নাম (বাংলায়):

রেজিস্ট্রেশন নং:

নাম (In English):

শ্রেণি (২০২৩ সাল):

প্রতিষ্ঠান:

Useful Constants and Formulas

Mass of the Sun	M_{\odot}	$\approx 1.989 \times 10^{30}$ kg
Mass of the Earth	M_{\oplus}	$\approx 5.972 \times 10^{24}$ kg
Mass of the Moon	M_{C}	$\approx 7.347 \times 10^{22}$ kg
Radius of the Earth	R_{\oplus}	$\approx 6.371 \times 10^6$ m
Radius of the Sun	R_{\odot}	$\approx 6.955 \times 10^8$ m
Speed of light	c	$\approx 2.99 \times 10^8$ m
Astronomical Unit(AU)	a_{\oplus}	$\approx 1.496 \times 10^{11}$ m
Solar Luminosity	L_{\odot}	$\approx 3.826 \times 10^{26}$ W
Sun's apparent magnitude	m_{\odot}	$= -26.74$
Gravitational Constant	G	$\approx 6.674 \times 10^{-11}$ Nm ² kg ⁻²
1 parsec	$1 pc$	$= 3.986 \times 10^{16}$ m
Stefan's constant	σ	$= 5.670 \times 10^{-8}$ Wm ² K ⁻⁴
Pogson's law	$m_1 - m_2$	$= -2.5 \log \frac{F_1}{F_2}$
Spherical law of cosine	$\cos c$	$= \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$

১. MCQ

Answer the following multiple choice questions with a tick [✓]. Each question contains **1 mark**.

১. The radiation of the Sun peaks at the wavelengths of visible light. The Sun has a total luminosity of $L_{\odot} = 3.86 \times 10^{26} W$. Assume half of this energy is emitted as visible light whose photons have a wavelength of $\lambda = 550 nm$. What is the number of visible photons emitted from the Sun each second?
সূর্য দৃশ্যমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যে সর্বোচ্চ তীব্রতায় বিকিরণ করে। সূর্যের মোট ঔজ্জ্বল্য ক্ষমতা $L_{\odot} = 3.86 \times 10^{26} W$ । ধরে নাও, মোট শক্তির অর্ধেক দৃশ্যমান আলো হিসেবে নির্গত হয় যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 550 nm$ । প্রতি সেকেন্ডে সূর্য থেকে দৃশ্যমান আলোর কতগুলো ফোটন নির্গত হয়?

- 5.34×10^{45}
- 1.07×10^{45}
- 5.34×10^{44}
- 1.07×10^{44}
- 5.34×10^{43}

২. Which of the following is a Jovian satellite?
এদের মধ্যে কোনটি বৃহস্পতির গ্রহ?

- Titan
- Mirinda
- Phobos
- Ganymede

৩. An Alien civilization built a 100% efficient Dyson sphere around their own red dwarf star with a surface temperature at $T = 2500 K$ and radius $R = 7.656 \times 10^7 m$. They plan using the energy collected to accelerate their plant of mass $m = 6 \times 10^{24} kg$ to 1% of the speed of light. This requires at least $E = 2.7 \times 10^{33} J$. Estimate the duration required for the aliens to collect the necessary energy.

একটি এলিয়েন সভ্যতা তাদের লোহিত বামন তারার চারপাশে 100% দক্ষ একটি ডাইসন গোলক তৈরি করলো। তারটির পৃষ্ঠদেশের তাপমাত্রা $T = 2500 K$; এবং ব্যাসার্ধ $R = 7.656 \times 10^7 m$ । তারা সংগৃহীত এই শক্তি ব্যবহার করে তাদের $m = 6 \times 10^{24} kg$ ভরের গ্রহকে আলোর বেগের 1% ত্বরান্বিত করতে চায়। এটা করতে প্রায় $E = 2.7 \times 10^{33} J$ শক্তির প্রয়োজন। এই পরিমাণ শক্তি সংগ্রহ করতে এলিয়েনদের কত সময় লাগবে।

- 72.8 seconds
- 504 days
- 524 years
- 286 years
- 420 days

৪. Which one is the brightest star in the night sky? নিচের কোনটি রাতের আকাশের সবচেয়ে উজ্জ্বল তারা?

- Sirius – লুব্ধক
- Betelgeuse – আর্দ্রা
- Polaris – ধ্রুবতারা
- Spica – চিত্রা

৫. With respect to a hypothetical observer on the Sun, the phases of the Moon as seen by the observer repeat once and only once approximately every ...? (Exclude eclipses/occultations from consideration)
সূর্যের উপর অবস্থিত একজন কাল্পনিক পর্যবেক্ষকের কাছে চাঁদের দশার পুনরাবৃত্তি হয় প্রতি ... (ধরে নাও কোনো প্রকার গ্রহন ঘটছে না।)

- 24 hours
- 27.3 days
- 29.5 days
- None of the above

২. α Men photometry

α Mensae is a star similar to our Sun i.e. its surface temperature and radius is analogous to that of our Sun's. Apparent magnitude of α Men observed from Earth is 5.09.

α Mensae সূর্যের অনুরূপ একটি তারা অর্থাৎ এর পৃষ্ঠের তাপমাত্রা ও ব্যাসার্ধ সূর্যের মতোই। পৃথিবী থেকে α Men এর আপাত ঔজ্জ্বল্য 5.09।

a. What is the distance of α Men from Earth?

পৃথিবী থেকে α Men এর দূরত্ব কত?

b. Absolute magnitude is the magnitude measured when the object is placed at a distance of 10 pc. α Men is 10.2 pc away, what is its absolute magnitude?

10 pc দূরত্বে কোনো বস্তু রাখলে সেটার যে ঔজ্জ্বল্য হবে তাকে বলা হয় পরম ঔজ্জ্বল্য (Absolute Magnitude)। α Men এর প্রকৃত দূরত্ব 10.2 pc হলে এর পরম ঔজ্জ্বল্য কত?

c. The intrinsic V-magnitude of α Men, $M_V = 5.03$; and its $B - V$ color index 0.72. Find its absolute B-band magnitude.

V band এ α Men এর পরম ঔজ্জ্বল্য, $M_V = 5.03$ এর $B - V$ বর্ণসূচক 0.72। B band এর পরম ঔজ্জ্বল্য M_B হিসাব কর।

৩. Two friends down to the round earth

Two friends, Rafi and Turja live in two different locations in northern hemisphere and the distance between them is 2540 nautical miles. The latitude and longitude of Turja's location are $35^\circ N$ and $20^\circ E$. Rafi lives more eastward than Turja. From Rafi's location, the sun is visible 24 hours a day for 90 days.

দুই বন্ধু রাফি এবং তূর্ষ উত্তর গোলার্ধের দুটি ভিন্ন অঞ্চলে থাকে, এবং তাদের মধ্যকার দূরত্ব 2540 নটিক্যাল মাইল। তূর্ষের অক্ষাংশ $35^\circ N$ এবং দ্রাঘিমাংশ $20^\circ E$ । রাফির অবস্থান তূর্ষের থেকে আরো পূর্বে। রাফি যেখানে থাকে সেখান থেকে বছরের 90 দিন পুরো 24 ঘন্টার জন্য সূর্য দেখা যায়।

- One day at noon, Turja observed the altitude of the Sun is 75° . What is the declination of the sun on that day? Make an educated guess on what season it is.
কোনো এক দুপুরে তূর্ষ সূর্যের উচ্চতা 75° পরিমাপ করলো; ওই দিন সূর্যের বিষুবলম্ব (declination) কত? এ সময় কোন ঋতু চলছে?
- Find the latitude at Rafi's location.
রাফির অক্ষাংশ নির্ণয় কর।
- Using the previous answer, find the longitude of Rafi's location.
আগের প্রশ্নের উত্তর ব্যবহার করে রাফির দ্রাঘিমাংশ বের কর।

8. Copernicus' Method

Jupiter is at opposition on a certain day (i.e. the Sun-Earth-Jupiter angle is 180°). After 87.5 days, Jupiter is at quadrature (i.e. the Sun-Earth-Jupiter angle is 90°). Jupiter is observed to be back at opposition 311.5 days after quadrature. The sidereal orbital period of the Earth is 365.26 days. Don't use Kepler's laws for this problem.

কোন একদিন বৃহস্পতিকে অপোজিশনে (opposition; যখন সূর্য-পৃথিবী-বৃহস্পতি কোণ 180° হয়) দেখা গেল। এর ঠিক 87.5 দিন পর একে কোয়াদ্রেচারে (quadrature; যখন সূর্য-পৃথিবী-বৃহস্পতির মধ্যকার কোণটি 90°) পাওয়া গেল। এ ঘটনার 311.5 দিন পর বৃহস্পতিকে আরেকটি কোয়াদ্রেচারে দেখা গেল। পৃথিবীর প্রদক্ষিণকাল 365.26 দিন। এ সমস্যা সমাধানের জন্য কেপলারের সূত্রসমূহ কোনোভাবেই ব্যবহার করবে না!

- What is the synodic period of Jupiter i.e the time between two consecutive similar configurations of Sun-Earth-Jupiter?
বৃহস্পতির যুতিকাল (Synodic Period)– তথা, সূর্য-পৃথিবী-বৃহস্পতির পারস্পরিক অবস্থানের পরপর দুটি সদৃশ বিন্যাসের মধ্যে সময় ব্যবধান কত?
- Compute the sidereal orbital period of Jupiter.
বৃহস্পতির সূর্যের চারপাশে প্রদক্ষিণকাল নির্ণয় কর।
- Compute the distance to Jupiter (in units of AU) using only the information given in this problem.
শুধুমাত্র এই সমস্যায় প্রাপ্ত তথ্য না করে বৃহস্পতির দূরত্ব (AU তে) নির্ণয় কর।

Observation

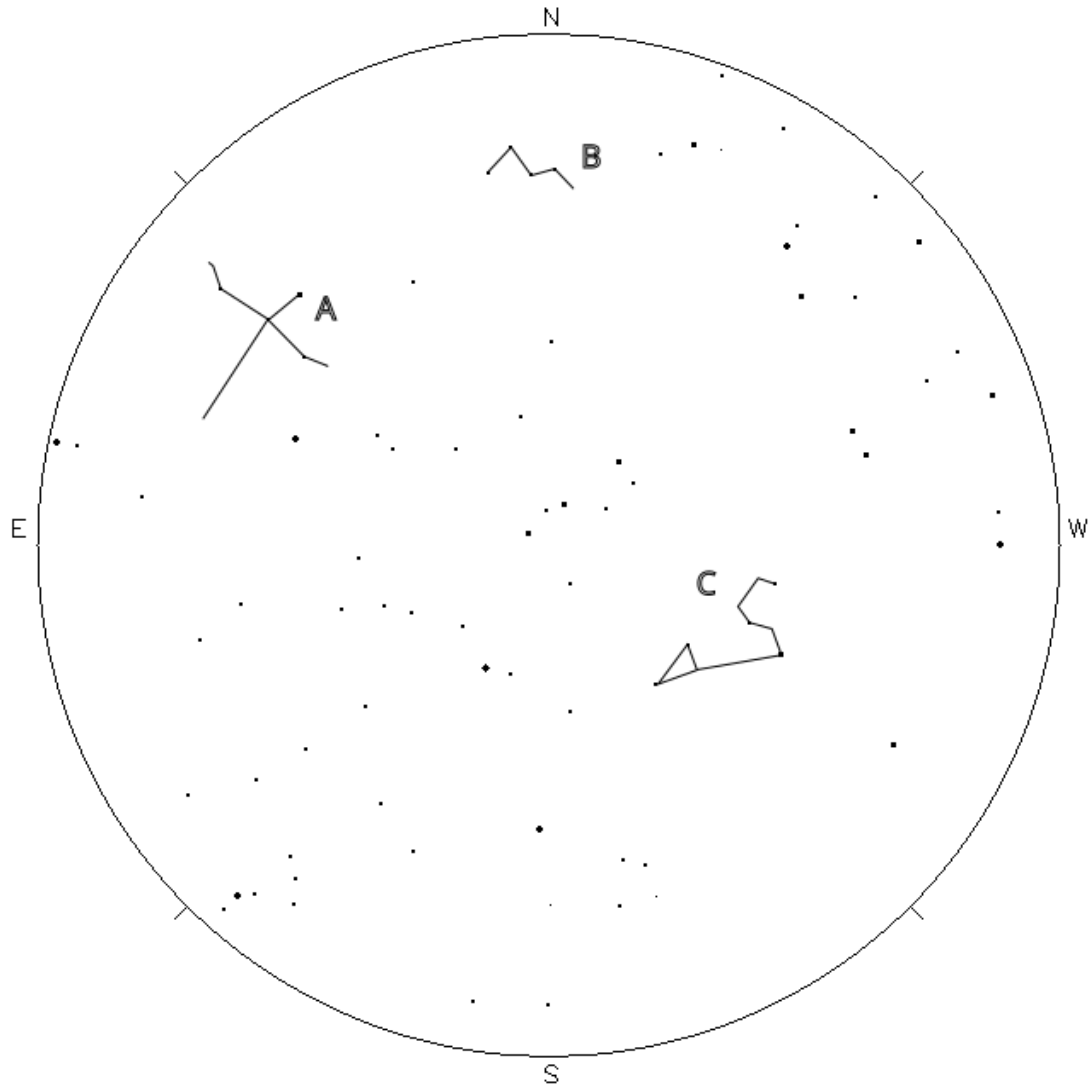
1. Identify the constellation in the following image. নিচের তারামণ্ডলটি শনাক্ত কর–



- (a) Ursa major – সপ্তর্ষিমণ্ডল
- (b) Canis major – মৃগব্যাধ
- (c) Orion – কালপুরুষ
- (d) Leo – সিংহ রাশি

2. On a winter evening, Aquila the Eagle is found to be setting. You are given that Altair has a right ascension of 19^h52^m and a declination of $+8^\circ55'25''$. Assuming that you are on the equator, what is the local sidereal time? এক শীতের বিকেলে Aquila তারামণ্ডলকে অস্ত যেতে দেখা গেল। এই মণ্ডলের তারা Altair এর বিষুবংশ হচ্ছে 19^h52^m এবং বিষুবলম্ব হচ্ছে $+8^\circ55'25''$ । যদি তুমি বিষুবরেখার কাছে থাকো তাহলে সেখানে এখন আঞ্চলিক নামকত্রিক সময়ে কয়টা বাজে?

3. Name the following constellations labeled as A, B, and C. [নিচের তারামন্ডল গুলো চিহ্নিত কর।]



A	
B	
C	