

6th Bangladesh Olympiad on Astronomy and Astrophysics

Regional Round 2023 – Set γ

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:

মোবাইল নং:

Useful Constants and Formulas

Mass of the Sun	M_{\odot}	\approx	$1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$
Mass of the Earth	M_{\oplus}	\approx	$5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$
Mass of the Moon	M_{M}	\approx	$7.347 \times 10^{22} \text{ kg}$
Radius of the Earth	R_{\oplus}	\approx	$6.371 \times 10^6 \text{ m}$
Radius of the Sun	R_{\odot}	\approx	$6.955 \times 10^8 \text{ m}$
Speed of light	c	\approx	$2.99 \times 10^8 \text{ m/s}$
Astronomical Unit(AU)	a_{\oplus}	\approx	$1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
Solar Luminosity	L_{\odot}	\approx	$3.826 \times 10^{26} \text{ W}$
Moon's apparent magnitude	m_{M}	$=$	-12.6
Gravitational Constant	G	\approx	$6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
1 parsec	1 pc	$=$	$3.986 \times 10^{16} \text{ m}$
Stefan's constant	σ	$=$	$5.670 \times 10^{-8} \text{ Wm}^2\text{K}^{-4}$
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. Which of the following statements is true?

নিচের কোন উক্তিটি সঠিক?

- a. Stars rise 4 minutes earlier each day
- b. Stars rise 10 minutes earlier each day
- c. Stars rise 4 minutes later each day
- d. Stars rise the same time each day.

২. One day, Jibon observed the full moon using a refracting telescope. Suddenly, a small fly stepped its foot on the objective lens. What will happen to the full moon image observed by Jibon?

একদিন জীবন তার প্রতিসরক টেলিস্কোপ দিয়ে পূর্ণিমা চাঁদ পর্যবেক্ষণ করছিল। একমই একটি মাছি তার টেলিস্কোপের অভিলক্ষ্যের সামনে চলে আসলো। এখন চাঁদের বিশ্বের কি হবে?

- a. The moon image will have a foot in the middle
- b. The brightness of the moon decreases
- c. John can observe both the y (magnified immensely) and the moon
- d. John cannot observe the moon at all

৩. If two stars have the same size but different temperatures, the cooler star has which of the following characteristics?

২ টি তারার আকার একই কিন্তু পৃষ্ঠের তাপমাত্রা আলাদা। তুলনামূলক শীতল তারাটির বৈশিষ্ট্য কি হবে?

- a. Bluer, brighter
- b. Redder, brighter
- c. Bluer, fainter
- d. Redder, fainter

৪. What is the minimum energy required to launch a geostationary satellite with a mass of 1000 kg from equator?

১০০০ কেজি ভরের একটি স্যাটেলাইটকে বিষুব থেকে মহাকাশে প্রেরণ করতে কি পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন?

- a. 4.59×10^9 J
- b. 4.70×10^9 J
- c. 4.85×10^9 J
- d. 5.77×10^9 J

৫. A star of absolute magnitude 0.5 is observed to have an apparent magnitude of 5. How far is the star away from Earth?

একটি তারার পরম ঔজ্জ্বল্য 0.5 এবং আপাত ঔজ্জ্বল্য 5। তারাটি পৃথিবী থেকে কত দূরে অবস্থিত?

- a. 1.25 pc
- b. 10.0 pc
- c. 79.4 pc
- d. 126 pc

২. পিঁপড়ার আকাশ পর্যবেক্ষণ

An ant is observing the night sky on its way to home. A nearby mango tree is 10 m tall, has about 50 leaves per m^3 each of surface area $30 cm^2$.

একটি পিঁপড়া তার বাড়ির পথে আকাশ পর্যবেক্ষণ করতে করতে যাচ্ছিল। পাশেরই ১০ মিটার উঁচু একটি আম গাছের প্রতি ঘনমিটারে প্রায় ৫০ টি পাতা আছে যাদের প্রত্যেকের ক্ষেত্রফল ৩০ বর্গসেন্টিমিটার।

- a. If all the leaves of a tree fall to the ground, about how many leaves thick would the layer on the ground be?

যদি গাছ থেকে সব পাতা ঝরে যায় তাহলে মাটিতে পাতার পুরুত্ব কয়টি করে হবে?

- b. During the observation of Full moon the ant noticed that due to the layer of leaf the moon's brightness seemed to be dimmed. What is the apparent magnitude of moon as seen by the ant?

পূর্ণিমার চাঁদ দেখতে গিয়ে পিঁপড়া খেয়াল করল পাতার তল থেকেও চাঁদ দেখা গেলেও কিছুটা ক্ষীণ হয়ে গেছে। পাতাগুলির তল থেকে চাঁদের আপাত ওজ্জ্বল্য কত হবে?

Hint: আলো তার রাস্তায় কোনো বাধা পেলে বিয়ার ল্যাম্বার্টের সূত্রানুসারে তীব্রতা পরিবর্তন করে।

৩. Orbital Resonance

Consider two particles orbiting a central body with sidereal period P_1 and P_2 (where $P_1 < P_2$). We say that the orbits are in a resonance whenever their mutual periodic synodic period P_{syn} satisfies $P_{\text{syn}} = nP_1$, where n is an integer. Assuming that the pairs of orbits of Ganymede with Europa and Europa with Io, respectively, are both resonant with the same value $n = 2$, find the ratios of sidereal periods for all three orbits.

ধরা যাক ২ টি কণা একটা কেন্দ্রীয় বস্তুকে আবর্তন করছে যেখানে তাদের আবর্তনকাল P_1 ও P_2 (যেখানে $P_1 < P_2$)। বলা হয় তাদের কক্ষপথ একই অনুরণনে (Resonance) আছে যদি তাদের উভয়ের যুতিকাল P_{syn} বিশেষ সম্পর্ক মেনে চলে, $P_{\text{syn}} = nP_1$ এখানে n একটি পূর্ণসংখ্যা। যদি আমাদের সৌরজগতে গ্যানিমিডের সাথে ইউরোপা এবং ইউরোপার সাথে আইও একই Resonant এ থাকে $n = 2$ তাহলে ৩ টি উপগ্রহের আবর্তনকালের অনুপাত বের কর।

8. High Altitude Projectile

An object is thrown at a certain angle from the surface of earth with a velocity of $\sqrt{\frac{4}{3} \frac{GM}{R}}$, its highest altitude is $3R$ above the surface of Earth; where M is the mass of earth and R is the radius of earth.

একটি বস্তুকে পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে $\sqrt{\frac{4}{3} \frac{GM}{R}}$ বেগে একটি নির্দিষ্ট কোণে নিক্ষেপ করা হলো। বস্তুটির সর্বোচ্চ উচ্চতা পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে $3R$; M পৃথিবীর ভর এবং R ব্যাসার্ধ।

- What is the shape of the path of that object?
বস্তুটির পথের আকৃতি কেমন হবে?
- What is the velocity of the object at highest altitude?
সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির বেগ কতো হবে?
- Find out the angle at which it was thrown.
বস্তুটিকে কত কোণে নিক্ষেপ করা হয়েছিলো?

Observation

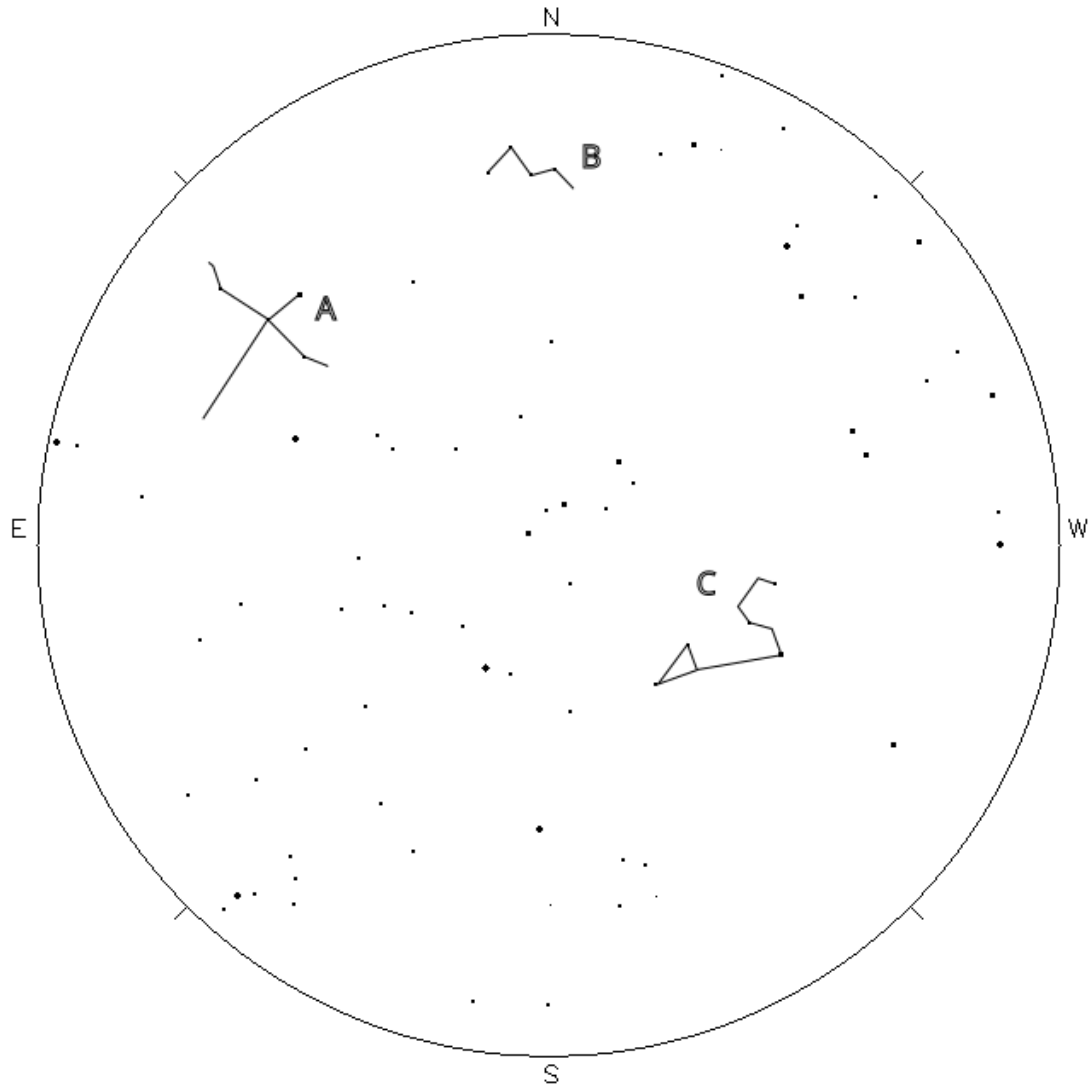
1. Identify the constellation in the following image. নিচের তারামণ্ডলটি শনাক্ত কর–



- (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 নাক্ষত্রিক সময়ে কয়টা বাজে?

3. Name any stars from the following constellations labeled as A, B, and C. [নিচের তারামন্ডল গুলো থেকে যেকোনো তারার নাম লিখ]



A	
B	
C	