

6th Bangladesh Olympiad on Astronomy and Astrophysics

Regional Round 2023 – Sample Question

২৬ ডিসেম্বর ২০২২

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।
- The mark distribution is shown in the [] at the right corner for every question.
প্রতিটি প্রশ্নের শেষে [] বন্ধনীতে নম্বর বন্টন দেয়া আছে।
- The exam duration is **1 hour** and you'll have extra **15 minutes** to compile the answers and submit the PDF into the designated portal.
পরীক্ষার সময় **১ ঘণ্টা**, উত্তরপত্র পিডিএফ বানানো এবং জমা দেয়ার সময়কাল **১৫ মিনিট**।

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_{C}	\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	$2.99 \times 10^8 \text{ m}$
Astronomical Unit(AU)	a_{\oplus}	\approx	$1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
Solar Luminosity	L_{\odot}	\approx	$3.826 \times 10^{26} \text{ W}$
Sun's apparent magnitude	m_{\odot}	$=$	-26.74
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	$=$	$5.670 \times 10^{-8} \text{ Wm}^2\text{K}^{-4}$



১. MCQ

Answer the following multiple choice questions. Each question contains 1 mark.

a. Which one of the following is Kochab? Ans: (c)

b. Contrary to what one might expect, the latest sunrise of the year does not occur during the respective hemispheres' winter solstices. Why is this so? You may assume this location does not lie within equatorial latitudes.

বছরের সবথেকে বিলম্বিত সূর্যোদয় কোন গোলার্ধের Winter Solstice এ হয় না। কেন? মনে কর স্থানটি বিষুবরেখার আশেপাশে অবস্থিত নয়।

i. The Earth is significantly oblate. This leads to variations in the time of sunrise due to horizon effects.

পৃথিবী অনেকটাই ডিম্বাকার। যার জন্য দিগন্তরেখা প্রভাবের কারণে সূর্যোদয়ের সময়ে হেরফের হয়।

ii. As the Earth's orbit is elliptical, the Sun appears to drift across the night sky at different rates, over the year.

পৃথিবীর কক্ষপথ উপবৃত্তাকার হওয়ার কারণে বছরের একেকসময় সূর্য একেক হারে রাতের আকাশে নিজের জায়গা হতে সরে যাচ্ছে বলে মনে হয়।

iii. The question statement is false. The latest sunrise of the year does in fact occur during the respective hemispheres' winter solstices.

প্রশ্নের বিবৃতি ভুল। বছরের সবথেকে বিলম্বিত সূর্যোদয় কোন গোলার্ধের Winter Solstice এই হয়।

iv. The Sun is significantly oblate. This leads to variations in the time of sunrise as our perspective of the Sun's shape changes across time.

সূর্য ডিম্বাকার বলে সূর্যোদয়ের সময়ের হেরফের হয় কারণ সময়ের সাথে সাথে সূর্যের আকার আমাদের কাছে ভিন্ন মনে হয়।

- c. The orbital radius of Venus and Mars are 0.723 AU and 1.524 AU Assuming circular and coplanar orbits, what is the angle of maximum elongation for Venus from Mars?

শুক্রে ও মঙ্গল গ্রহের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 0.723 AU ও 1.524 AU। ধরে নাও এদের কক্ষপথ একতলীয় ও বৃত্তাকার। মঙ্গল গ্রহ থেকে দেখলে, শুক্র গ্রহের সর্বোচ্চ দ্রাঘন* (Elongation) কোণ কত? (*বাংলা সংকলন- জ্যোতির্বিজ্ঞান শব্দকোষ)

- i. 19°
- ii. 28°
- iii. 31°
- iv. 22.5°

- d. The Moon moves eastward on the sky at an angular distance of about 12 degree per day. Adib is waiting for the Ramadan crescent moon to show up to decide the starting of the month of Ramadan. The first day he checked he couldn't find the Moon. At what time the next day he expect to observe the moon compared to the evening before?

চাঁদ প্রতিদিন আকাশে পূর্ব দিকে 12 ডিগ্রী কৌণিক দূরত্ব পরিভ্রমণ করে। আদিব রমযান মাসের নতুন চাঁদের জন্য অপেক্ষা করছে আগামী দিন থেকে রমযান শুরু হচ্ছে কিনা সিদ্ধান্ত নিতে। প্রথমদিনে সে চাঁদ দেখতে পেল না। পরের দিন কোন সময়ে সে চাঁদ দেখতে পাবে বলে আশা করতে পারে আগের সন্ধ্যার তুলনায়?

- i. 48^m
- ii. 20^m
- iii. 1^h
- iv. 0.5^h

- e. A Synodic period is the time it takes for an astro-body to return to the same angular position from the Sun as seen from the Earth. The term is usually used for the Moon and the planets. Whereas, Sidereal period, the time required for a celestial body within the solar system to complete one revolution with respect to the fixed stars—i.e., as observed from some fixed point outside the system. Suppose a new superior planet is discovered and found to have a synodic period of 6.85 years. What is its sidereal period?

যুতিকাল* হচ্ছে একটি জ্যোতিষ্ক এর পৃথিবী হতে সূর্যের সাপেক্ষে একই কৌণিক অবস্থানে ফেরত আসতে প্রয়োজনীয় সময়। এটি সাধারণত চন্দ্র এবং অন্যান্য গ্রহের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। এবং নাক্ষত্রিক কাল হচ্ছে কোনো সৌরজগতে, মহাকাশের বস্তুর কোনো এক নির্দিষ্ট নক্ষত্র (অর্থাৎ সৌরজগতের বাহ্যিক কোনো বিন্দু) এর সাপেক্ষে একবার পরিভ্রমণের(revolution) সময়। ধরো একটি সুপেরিয়র গ্রহ (পৃথিবীর কক্ষপথের বাইরে) আবিষ্কার হয়েছে যার যুতিকাল 6.85 বছর। তার নাক্ষত্রিক কাল কত?

- i. 1.17 years
- ii. 0.85 years
- iii. 0.14 years
- iv. 1.2 years

২. Saturn and Jupiter

A great conjunction is an orientation of the planets, when they appear closest together in the sky. On 21st December of 2020, we saw the great conjunction of Saturn and Jupiter when they had a minimum angular distance of 6 arc minute in the sky. At the time of the event, both of the objects had an approximate angular distance of 30 degree from the Sun. The distance of Jupiter and Saturn is 5.2 and 9.5 AU respectively from the center of the Sun.

বৃহস্পতি এবং শনি গ্রহ আকাশে খ-গোলকের দেওয়ালে বিশেষ কিছু সময় অনেক কাছে দেখতে পাওয়া যায়। জ্যোতির্বিজ্ঞানে এই ঘটনাকে বলে গ্রহ-সংযোগ। গত ২১ শে ডিসেম্বর, ২০২০ সালে এরকমই এক ঘটনা দেখতে পাওয়া যায় যখন ২টি গ্রহের মধ্যে কৌণিক দূরত্ব ছিল ৬ আর্কমিনিট। সূর্য থেকে ২ টি গ্রহের দূরত্ব যথাক্রমে 5.2 AU এবং 9.5 AU।

- a. What was the minimum diameter of the aperture of a telescope through which it was possible to observe both of the planets separately? Was it possible to observe them through naked eye? [1+1]
সর্বনিম্ন কত ব্যাসের অভিলক্ষ্য বিশিষ্ট টেলিস্কোপ দ্বারা দুটি গ্রহকে আলাদাভাবে শনাক্ত করা যাবে? খালি চোখে গ্রহ দুটিকে আলাদাভাবে শনাক্ত করা যাবে কি?
- b. What was the distance between the planets (Saturn and Jupiter) on 21st Dec 2020? Assume the orbits of all the planets are circular. [3]
২১ ডিসেম্বর ২০২০ শনি আর বৃহস্পতি গ্রহের মধ্যে দূরত্ব কত ছিল? সমাধানের সুবিধার্থে সৌরজগতের গ্রহগুলোর কক্ষপথ বৃত্তাকার ধরে নেওয়া।
- c. After what time from now they will have the minimum angular distance again? [3]
কত সময় পর তারা আবার এইরকম সর্বনিম্ন দূরত্বে অবস্থান করবে?

৩. Early Solar System

In this problem, we will do some rough calculation about the early solar system. The radius of the planetary system of a sunlike star is about 1.5×10^5 AU. We can assume that in the early solar system, there were some spherical gas clouds of the same density strictly within the radius of the planetary system which later collapsed under its own gravity to form planets. Density of the gas clouds were 5.44 kg/m^3 . The inner and outer radius of the habitable zone is 0.9 AU and 1.5 AU. (consider that all the gas clouds were in a certain plane)

এই সমস্যায় আমরা আদি সৌরজগত নিয়ে কিছু আনুমানিক হিসাব নিকাশ করব। সূর্যের মত কোন তারার সৌরজগতের ব্যাসার্ধ প্রায় 1.5×10^5 AU। আমরা ধরে নিচ্ছি আদি সৌরজগতে সূর্যের সৌরজগতের সীমানার মধ্যে সমান ঘনত্বের কিছু বর্তুলাকৃতির গ্যাসের মেঘ ছিল যারা পরবর্তীতে নিজেরা সংকুচিত হয়ে গ্রহ তৈরি করে। গ্যাসের মেঘগুলোর ঘনত্ব ছিল 5.44 kg/m^3 । Habitable Zone এর অন্তঃস্থ ও বহিঃস্থ ব্যাসার্ধ 0.9 AU এবং 1.5 AU (ধরে নাও সকল গ্যাসের মেঘ একই তলে আছে)

- If the density of the gas cloud after contraction is 5510 kg/m^3 , what is the ratio of initial and final radius? [1] সংকুচিত হওয়ার পর যদি গ্যাসের মেঘের ঘনত্ব 5510 kg/m^3 হয় তবে গ্যাসের মেঘের প্রথম ও শেষ ব্যাসার্ধের অনুপাত কত?
- If the cloud orbits around its own center of mass in 400 days before contracting, how much time would it take to face the same distant stars after contracting? [2] সংকোচনের আগে যদি মেঘটি নিজের ভরকেন্দ্রের চারদিকে ৪০০ দিনে ঘুরে আসে তাহলে সংকোচনের পর দূরের একই তারার দিকে মুখ করতে কত সময় লাগবে?
- The gas cloud needs to have a mass of $2.74 \times 10^{24} \text{ kg}$ to contract. (Why? More on that when you guys make it to the national camp) What is the probability that after contracting, the contracted gas cloud will strictly be within the area of the habitable zone? [4] সংকুচিত হওয়ার জন্য গ্যাসের মেঘের ভর $2.74 \times 10^{24} \text{ kg}$ হতে হবে। (কেন? সে ব্যাপারে ন্যাশনাল ক্যাম্প এ বিস্তারিত আলোচনা হবে)। সংকুচিত হওয়ার পর গ্যাস মেঘ পুরোপুরি Habitable Zone এর মধ্যে থাকবে তার সম্ভাবনা কত।
- How close does the cloud need to be to the sun before contracting so that all the gas molecules scatter away? Assume that all the gas particles are hydrogen atom [4] সংকোচনের আগে গ্যাসের মেঘ হতে সব গ্যাস চারদিকে ছড়িয়ে পড়তে হলে মেঘটিকে সূর্যের কত কাছে থাকতে হবে? ধরে নাও সকল গ্যাসই হাইড্রোজেন পরমাণু।