

5th Bangladesh Olympiad on Astronomy and Astrophysics

Regional Round

March 11, 2022

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 ঘন্টা**, 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_{ζ}	\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	$3.826 \times 10^{26} \text{ W}$
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. What is the theoretical maximum number of eclipses that can occur in a calendar year? Note that the length of a synodic month is 29.5 days, and that the length of an eclipse cycle is approximately 31 to 37 days.

একটি ক্যালেন্ডার বছরে তাত্ত্বিক ভাবে সর্বোচ্চ কয়টি গ্রহণ হওয়া সম্ভব? খেয়াল কর যে, এক চান্দ্রমাস ২৯.৫ দিনে হয় এবং গ্রহণ চক্রের পর্যায়কাল প্রায় ৩১ থেকে ৩৭ দিন।

- i. 5
- ii. 6
- iii. 7
- iv. 11

- b. Barnard's star is one of the fastest moving stars as seen from the Earth. It has a tangential velocity of 89.7 km/s and a radial velocity of -108 km/s seen from the Earth. It has a distance of 1.83 pc from the Earth. If its motion remains approximately constant, how long will it take for Barnard's star to reach its closest approach to the Sun?

পৃথিবী থেকে পর্যবেক্ষণে দেখা যায় মহাকাশে অনেক দ্রুত চলনের তারার মধ্যে বার্নার্ডের তারা অন্যতম। পৃথিবী সাপেক্ষে এই তারার স্পর্শকাতর বেগ 89.7 km/s এবং অরীয় বেগ -108 km/s। তারাটি পৃথিবী থেকে 1.83 পারসেক দূরে অবস্থিত। যদি তারাটির বেগ প্রায় ধ্রুব থাকে তাহলে সূর্য সাপেক্ষে সবচেয়ে কাছে পৌছাতে তারাটির কত সময় লাগবে?

- i. 7060 years.
- ii. 7970 years.
- iii. 8880 years.
- iv. 9790 years.

It is known that a certain Seyfert galaxy, XHK1996, has an active galactic nucleus (AGN) so luminous that its core appears to be a star under telescope magnification. It was observed that the peak wavelength of the O III primary transition line of 5007 angstroms has been redshifted to 5089 angstroms.

XHK1996 নামের একটি Seyfert গ্যালাক্সির কেন্দ্রে একটি একটিভ গ্যালাক্টিক নিউক্লিয়াস আছে যে এত উজ্জ্বল যে টেলিস্কোপ দিয়ে বিবর্ধিত করে দেখলে মনে হয় যেন একটি তারা। পর্যবেক্ষণে দেখা গেছে যে O III এর সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের প্রধান লাইন 5007 আংস্ট্রম থেকে লোহিত সরণ হয়ে 5089 আংস্ট্রম এ পরিবর্তিত হয়েছে।

- c. How far does XHK1996 lie away from us?

XHK1996 আমাদের থেকে কত দূরে অবস্থিত?

- i. 56 Mpc.
- ii. 68 Mpc.
- iii. 72 Mpc.
- iv. 100 Mpc.

- d. What is an appropriate upper bound to the diameter of the galactic nucleus, given that XHK1996 appears to be an unresolved star even when observed by the 3.0m Arcillas Brian Space Telescope?

গ্যালাক্টিক নিউক্লিয়াসের ব্যাসের ঊর্ধ্বসীমা কত যদি XHK1996 কে একটি ক্ষীণ তারার মত মনে হয় ৩ মিটার Arcillas Brian Space টেলিস্কোপ দিয়ে পর্যবেক্ষণ করা হয়?

- i. 11.30 pc.
- ii. 12.81 pc.
- iii. 16.45 pc.
- iv. 25.62 pc.

- e. If the Earth suddenly lost all of its orbital velocity, how long would it take the Earth to fall into the Sun?

যদি পৃথিবী হঠাৎ তার বার্ষিক গতি হারিয়ে ফেলে তাহলে পৃথিবী সূর্যতে গিয়ে পতিত হতে কত সময় লাগবে?

- i. 35 days.
- ii. 45 days.
- iii. 55 days.
- iv. 65 days.

- f. It is the winter solstice, 22 December 2017. The sun is lowest in altitude at maximum during the winter solstice (at local noon), and the angle of tilt of the Earth is 23.5° from the ecliptic. ২২ ডিসেম্বর ২০১৭ সাল ছিল winter solstice যখন আকাশে সূর্যের উন্নতি সবচেয়ে কম থাকে (মধ্যাহ্নের সময়)। সৌরতল সাপেক্ষে পৃথিবী 23.5° কোণে হেলানো। বাংলাদেশে সূর্যাস্তের সময় কয়টা বাজবে?

- i. 00.00 h.
- ii. 06.00 h.
- iii. 18.00 h.
- iv. There is insufficient information to determine the local sidereal time.
আঞ্চলিক সময় বের করার জন্য যথেষ্ট তথ্য দেওয়া নেই।

- g. A planet orbits an unknown star with 2 times the mass of Sun. When it is at periapsis, it receives a flux of two times greater than the flux it receives at apoapsis. The orbit has semi minor axis of the length 1.3 AU. An asteroid with half the mass of the planet hits the planet when it is at the apoapsis and sticks to it. What is the minimum velocity of the asteroid so that the planet will escape the gravitational field of the star in sufficiently long time after the collision?

একটি গ্রহ একটি অজানা তারাকে আবর্তন করছে যার ভর সূর্যের দ্বিগুণ। গ্রহটি যখন অনুসূর অবস্থানে থাকে তখন অপসূর অবস্থানের দ্বিগুণ ফ্লাক্স পায়। কক্ষপথটির দৈর্ঘ্য 1.3 AU এর আধা ক্ষুদ্র অক্ষ রয়েছে। গ্রহের অর্ধেক ভরের একটি গ্রহাণু গ্রহটিকে আঘাত করে যখন এটি apoapsis এ থাকে এবং লেগে থাকে। গ্রহাণুর ন্যূনতম বেগ কত হবে যাতে সংঘর্ষের পর পর্যাপ্ত দীর্ঘ সময়ের মধ্যে গ্রহটি নক্ষত্রের মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র থেকে বেরিয়ে যায়?

- i. 82 km/s

ii. 70 km/s

iii. 58 km/s

iv. 76 km/s

- h. One fateful winter evening, Orion the Hunter was found to have just crossed the local meridian. Given that Alnilam, the middle star of the 3 along the “Belt of Orion” has RA/DEC: 5h 36 min/ $-1^{\circ}12'1''$, what is the local sidereal time at that instance?

একটি শীতের বিকালে দেখা গেল কালপুরুষ মণ্ডলের তারা অনিরুদ্ধ, কালপুরুষের কোমর বন্ধনীর মাঝের তারা, RA/DEC হচ্ছে 5h 36 min/ $-1^{\circ}12'1''$ । তাহলে এই সময় লোকাল সাইডেরিয়াল সময় (আঞ্চলিক সময়) কত?

i. 23h 56 min

ii. 13h 36 min

iii. 12h 36 min

iv. 5h 36 min

- i. On a different day at local midnight, Orion the Hunter was found to have just crossed the local meridian too. Which constellation is the Sun approximately found in? Hint: at local midnight, the hour angle of the sun is defined to be 12h if we were to set 0h to be at noon. আরেকটি দিনে আঞ্চলিক মধ্যরাতে কালপুরুষ মণ্ডলীকে লোকাল মিরিডিয়ান (দক্ষিণ দিক) পার করতে দেখা গেল। ঠিক এই সময় সূর্যকে কোন তারা মণ্ডলীর ওপরে দেখা যাবে? যদি আমরা মধ্যাহ্নের সময়ে hour Angle কে 0h হিসেবে সংজ্ঞায়িত করি তাহলে মধ্যরাতে hour angle হবে 12h।

i. Taurus the Bull

ii. Sirius the Dog

iii. Aquila the Eagle

iv. Scorpius the Scorpion

- j. In which of the following events is Mars best observed from the Earth?
নিচের কোন মহাজাগতিক ঘটনার সময় মঙ্গল গ্রহকে সবচেয়ে ভাল ভাবে পর্যবেক্ষণ করা যায়?

i. Western or eastern quadrature

ii. Conjunction

iii. Opposition

iv. Perihelion

২. Sun As a Cube

Like everything in Minecraft game, an Astronomer started thinking what will happen if our Sun would have been a square of similar luminosity.

একটি জ্যোতির্বিজ্ঞানী ভাবা শুরু করল, কি হত যদি মাইনক্রাফট গেমের মত আমাদের সূর্য আসলে বর্গাকার একটি একই দীপ্তির তারা হত?

- If the Sun was a cube, what would be its surface temperature?
যদি আমাদের সূর্য একটি বর্গাকার তারা হত তাহলে সূর্যের পৃষ্ঠ তাপমাত্রা কত হবে?
- In what interval, does its magnitude lie as seen from the Earth?
পৃথিবী থেকে পর্যবেক্ষণ করলে, এই নতুন সূর্যের ঔজ্জ্বল্য মানের সীমা কত হবে (সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন)।

Hint: The volume for Cube Sun remains the same as usual.

৩. Culmination - উদয়

N.B: Proper conditions and diagrams are necessary for solution of all the parts below.

লক্ষ্যনীয় এই সমস্যার সমাধানের জন্য উপযুক্ত শর্ত এবং চিত্র আঁকা আবশ্যকীয়।

- Calculate the height of the upper and lower culmination of the star El-Nat (β Tau) the city of Irpin, Kyiv region ($\phi = 50^\circ 31'$). The declination of the star $\delta = +28^\circ 37'$.
বৃষরাশির তারা অত্রিকে (β Tau) ইরপিন শহর (অক্ষাংশ $\phi = 50^\circ 31'$) থেকে দেখলে সর্বোচ্চ এবং সর্বোনিম্ন উন্নতি কত হবে? তারাটির বিষুবলম্ব $\delta = +28^\circ 37'$ ।
- Under what conditions will the star never rise in Genichesk ($\phi = 46^\circ 10'$)
কোন শর্তে তারাটিকে Genichesk শহরে ($\phi = 46^\circ 10'$) কখনও উদয় হতে দেখা যাবে না?
- What time is the star Aldebaran (α Tau, $\delta = 16^\circ 33'$) is located above the horizon in Kiev during the starry day?
কোন সময় হলদীবরণ তারাকে (α Tau, $\delta = 16^\circ 33'$) কিভ শহরের আকাশে দিগন্তের উপরে দেখা যাবে?