2024 BDOAA

Bangladesh Olympiad on Astronomy and Astrophysics

National Round

22 March 2024

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 **2 hour**.
  পরীক্ষার সময় ২ ঘন্টা।

নাম (বাংলায়) :

নাম (In English) :

শ্রেণি (২০২৪ সাল) : মোবাইল নং:

প্রতিষ্ঠান (Institution) :

জন্মতারিখ (dd/mm/yy) :

Constants and Formulae

Mass of the Sun	$M_\odot$	$\approx$	$1.989 \times 10^{30}\,\text{kg}$
Mass of the Earth	$M_\oplus$	$\approx$	$5.972 \times 10^{24}\,\text{kg}$
Radius of the Moon	$R_\leftmoon$	$\approx$	$1.7374 \times 10^{6}\,\text{m}$
Radius of the Earth	$R_\oplus$	$\approx$	$6.371 \times 10^{6}\,\text{m}$
Radius of the Sun	$R_\odot$	$\approx$	$6.955 \times 10^{8}\,\text{m}$
Radius of Jupiter	R_J	$\approx$	$6.991 \times 10^{7}\,\text{m}$
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	$L_\odot$	$\approx$	$3.826 \times 10^{26}\,\text{W}$
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	$=$	$5.670 \times 10^{-8}\,\text{Wm}^2\text{K}^{-4}$
Boltzmann constant	k_B	$\approx$	$1.38 \times 10^{-23}\ \text{J/K}$
Angle conversion	$1\ \text{rad}$	$=$	$\dfrac{180^\circ}{\pi}$
	1°	$=$	$60'$

Formulae for Problem 3:

$$m - M = 5\log_{10}\left(\frac{d}{10}\right)$$

$$M - M_\odot = -2.5\log_{10}\left(\frac{L}{L_\odot}\right)$$

$$\Delta m = 2.5\log_{10}\left(\frac{f_{star}}{f_{planet}}\right)$$

$$\Delta m = 2.5\log_{10} CR$$

$$CR = \frac{f_{star}}{f_{planet}}.$$

$$F = \frac{L}{4\pi r^2}$$

Here, m is the apparent magnitude, M is the absolute magnitude, L is the luminosity, d is the distance in parsecs, and F is flux. The contrast ration (CR) is defined as the ratio of fluxes from the star to that from the planet. In the equations, $M_\odot$ and $L_\odot$ represent Sun's absolute magnitude and luminosity respectively.
যেখানে m হলো আপাত ঔজ্জ্বল্য, M হলো পরম ঔজ্জ্বল্য, L হলো দীপ্তি, d হলো পারসেকে দূরত্ব, এবং F হলো ফ্লাক্স। বৈসাদৃশ্য অনুপাত (CR) কে নক্ষত্র ও গ্রহের ফ্লাক্সের অনুপাত হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়। সমীকরণগুলোয় $M_\odot$ ও $L_\odot$ যথাক্রমে সূর্যের পরম ঔজ্জ্বল্য ও সূর্যের দীপ্তি নির্দেশ করে।

1 Around a Lot of Places in 80 Days [11.5]

Adnan, while reading a Jules Verne novel peacefully sitting at his balcony overlooking the river Rhine on a lovely autumn afternoon, suddenly gets the idea (why?!!) to test whether it would be possible to travel around the Earth, along the equator, in 80 days on a sailboat. But before he can begin his voyage, he calls you up to help him with some calculations.
এক রৌদ্রোজ্জ্বল শরৎ এর বিকেলে, জুল ভার্নের বই হাতে, আদনানের হঠাৎ খেয়াল হলো পরীক্ষা করে দেখতে একটি পালতোলা জাহাজে চড়ে অক্ষাংশ বরাবর পৃথিবীকে আশি দিনে ঘুরে আসা সম্ভব কিনা। তার এই যাত্রা শুরুর পূর্বে, তোমার সাহায্য প্রয়োজন যাত্রার হিসাব নিকাশের খুটিনাটিতে।

(a) A nautical mile is the length extended by 1' (one arcminute) on the surface of the Earth, and 1 knot = $\frac{1 \text{ nautical mile}}{\text{hour}}$. At what speed (in knots) do you need to travel around the world in 80 days? [1.5]
এক নটিক্যাল মাইল (Nautical Mile) হল পৃথিবীর কেন্দ্রে ১' (এক আর্কমিনিট) কোণ পৃথিবীপৃষ্ঠে যে দৈর্ঘ্য তৈরি করে। এবং 1 knot = $\frac{1 \text{ nautical mile}}{\text{hour}}$। knot এককে কত বেগে চললে তুমি পৃথিবীর চারপাশে ৮০ দিনে ঘুরে আসতে পারবে?

(b) Let us define similar units of a planet n times the size of Earth. Does the result in (a) change for this planet? Explain your answer. [2]
আমরা অপর একটি গ্রহে, যা পৃথিবীর তুলনায় n গুন বড়, এরূপ একক সংজ্ঞায়িত করি। এখন বেগ কি (a) এ প্রাপ্ত ফলাফল থেকে ভিন্ন হবে? ব্যাখ্যা কর।

But he is worried whether he is going too fast and might escape the Earth and fly off into space. Now it's your job to tell him whether or not his fears are valid.
কিন্তু খুব দ্রুত যাবার কারণে পৃথিবী থেকে বের হয়ে মহাশূণ্যে ছিটকে যাবে কিনা এটি নিয়ে সে চিন্তিত। এখন তোমার কাজ তার ভয়ের কোনো কারণ আছে কিনা তা বলা।

For this part, let us shift our focus to energy conservation. We know, for a system that is under the influence of gravity only, the mechanical energy of the system is conserved. Mathematically,
এই অংশের জন্য আমরা যাব শক্তির সংরক্ষণ সূত্রের দিকে। আমরা জানি, কোন একটি বস্তু যেটা শুধুমাত্র মাধ্যাকর্ষণের প্রভাবে রয়েছে, সেখানে বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে। গাণিতিকভাবে,

$$E_{initial} = E_{final}$$
$$U_{initial} + K_{initial} = U_{final} + K_{final}$$

Here U denotes gravitational potential energy and K denotes kinetic energy, and are given by:
যেখানে U মহাকর্ষীয় বিভব শক্তি এবং K গতিশক্তি, এবং এদের নিম্নোক্ত উপায়ে প্রকাশ করা হয়:

$$U = -\frac{GMm}{(R+h)} \qquad \text{and} \qquad K = \frac{mv^2}{2}$$

Here, R is the radius of the Earth and h is distance between surface and the object. Escape velocity from a body is defined as the initial velocity required such that the final energy, $E_{final} = 0$ when it is very far away.
এখানে, R হলো পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং h হলো বস্তু থেকে পৃথিবীপৃষ্ঠের দূরত্ব। মুক্তিবেগ হলো যে বেগে চলা শুরু করলে পৃথিবী হতে অনেক দূরে বস্তুটির মোট শক্তি শূন্য হবে $E_{final} = 0$।

(c) Find the expression for the escape velocity of an object when it is launched from the Earth's surface ($h = 0$). [2]
পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে নিক্ষিপ্ত কোনো একটি বস্তুর জন্য মুক্তিবেগের রাশিমালা নির্ণয় কর। ($h = 0$)

(d) From the equation you found in part (c), find the radius of the planet from which he will fly off if he is travelling around that planet in 80 days. Let the planet have a similar mass to Earth. [2]
প্রাপ্ত সমীকরণ হতে এমন একটি গ্রহের ব্যাসার্ধ বের কর যাকে ৮০ দিনে ঘুরতে চাইলে সে পৃষ্ঠ থেকে ছিটকে যাবে। গ্রহটির ভর পৃথিবীর ভরের সমান।

Assured by your result, Adnan continues with his voyage. But soon he gets bored of the slow journey and slow life, and now feels like flying off the planet isn't such a bad idea after all.
তোমার ফলাফলে আশ্বস্ত হয়ে আদনান তার যাত্রা শুরু করল। কিন্তু শীঘ্রই সে তার ধীর যাত্রা ও ধীর জীবনে একঘেয়ে অনুভব করা শুরু করল, এবং ভাবতে শুরু করল এই গ্রহটি থেকে উড়ে যাওয়ার বুদ্ধিটা খুব একটা মন্দ নয়।

(If you couldn't find an expression in B1, use the relationship $v_{esc} = \sqrt{2} \cdot v_{orbital,R}$ to answer the following section.)
(যদি পূর্বে তুমি মুক্তি বেগ নির্ণয় করতে না পারো, তাহলে এই সমীকরণটি ব্যবহার করে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও, $v_{esc} = \sqrt{2} \cdot v_{orbital,R}$।)

(e) He flies off the Earth at just the escape speed. At this speed, can he circle the sun's surface in 80 days? What about Jupiter? [2.5]
ধরো সে ঠিক পৃথিবীর মুক্তি বেগে পৃথিবীর থেকে বেরিয়ে গেল। এই গতিতে সে কি সূর্যপৃষ্ঠকে ৮০ দিনে ঘুরে আসতে পারবে? বৃহস্পতির পৃষ্ঠকে পারবে?

(f) He doesn't want to be limited by celestial objects either, so now wants to circle the solar system in 80 days. Is it physically possible? The radius of the solar system is estimated to be $2 \times 10^5 \mathrm{AU}$. [1.5]
সে এখন গ্রহ ছেড়ে সৌরজগৎকে প্রদক্ষিণের চিন্তা করছে। পুরো সৌরজগৎ ৮০ দিনে প্রদক্ষিণ করা কি সম্ভব? সৌরজগতের ব্যাসার্ধ $2 \times 10^5 \mathrm{AU}$।

2 Photograph [5.5]

A solar day is defined as the time between two successive transits of the Sun over the same meridian. Length of a (mean) solar day is 24 hours. A sidereal day is defined as the time difference between two successive transits of a star over the same meridian. Length of a sidereal day is 23 hours and 56 minutes. Suppose you live in an area where light pollution is too high. You are a photographer and you want to take a photo of a star when it is at the zenith. But because of light pollution your photo quality is very poor. Everyday only at 9:32 pm, there happens a load-shedding in your area for a couple of minutes. You decided to take the photo at the time of power cut. You noticed that the star was at zenith at 8 pm at one night.
সূর্য পরপর ২ বার একই মধ্যরেখা অতিক্রমের মধ্যবর্তী সময়কে সৌরদিন বলা হয়। এর (গড়) দৈর্ঘ্য 24 ঘণ্টা। একটি তারা পরপর ২ বার একই মধ্যরেখা অতিক্রমের মধ্যবর্তী সময়কে নাক্ষত্র দিন বলা হয়। এর দৈর্ঘ্য 23 ঘণ্টা 56 মিনিট। মনে কর, তুমি এমন একটি এলাকায় থাক যেখানে আলোকদূষণ অনেক বেশি। তুমি একজন ফটোগ্রাফার এবং তুমি একটি তারার ছবি তুলতে চাও যখন এটি সুবিন্দুতে অবস্থান করে। কিন্তু আলোকদূষণের কারণে তোমার ছবির মান খুবই খারাপ। প্রতিদিন শুধুমাত্র 9:32 pm এ তোমার এলাকায় কয়েক মিনিটের জন্য বিদ্যুতবিভ্রাট হয়। তুমি ঐ সময়েই ছবিটি তুলবে বলে ঠিক করলে। তুমি খেয়াল করে দেখলে, তারাটি একদিন 8pm এ সুবিন্দুতে ছিল।

(a) How many days do you have to wait to take the perfect photo? [1.5]
নিখুঁত ছবি তুলতে তোমাকে কতদিন অপেক্ষা করতে হবে?

(b) As the sidereal day is shorter than the solar day, the beginning of sidereal day will move around the clock during the course of year. Calculate the number of days passed before the solar day and sidereal day are in phase again. [1.5]
যেহেতু নাক্ষত্র দিন সৌর দিনের চেয়ে ছোট, নাক্ষত্র দিনের শুরুটা সারা বছর জুড়ে একই সময়ে হয় না। সৌরদিন এবং নাক্ষত্র দান আবার কতদিন পরে একই দশায় থাকবে তা বের কর।

(c) Now you want to take 2 photos of sunset from 2 different place A and B separated by a distance of 320 km on one single day. A is situated 320 km east of B along the equator. To do it, first you will capture sunset from A. Then travel very fast to reach B before the sunset is visible from B. Calculate the minimum speed you need to travel to capture two successful photographs. [2.5]
এখন তুমি ২টি ভিন্ন জায়গা A এবং B থেকে একই দিনে সূর্যাস্তের ২টি ছবি তুলতে চাও। A এবং B এর দূরত্ব 320 km. বিষুবরেখা বরাবর A B এর চেয়ে 320 km পূর্বে অবস্থিত। তুমি প্রথমে A স্থান থেকে সূর্যাস্তের ছবি তুলবে। তারপর খুব দ্রুত ভ্রমণ করে B স্থানে যাবে সেখানে সূর্যাস্ত দৃশ্যমান হওয়ার আগেই। তুমি সর্বনিম্ন যে গতিতে ভ্রমণ করলে ২টি ছবি তুলতে পারবে, তা বের কর।

3 A Glimpse of the Gliese Planet [9]

Scientists found a planet like Earth near the star Gliese 667 C. They wonder if we can see it using telescopes. But it's hard because the planet is so dim compared to the bright star. Data about the star and the planet are summarised below:
বিজ্ঞানীরা Gliese 667 C নামক নক্ষত্রের কাছে পৃথিবীর মতো একটি গ্রহ খুঁজে পেয়েছেন। তারা ভাবছেন যে আমরা টেলিস্কোপ ব্যবহার করে এটি দেখতে পারব কিনা। কিন্তু তা কঠিন কারণ গ্রহটি পাশের উজ্জ্বল নক্ষত্রের তুলনায় খুবই ক্ষীণ। সেই নক্ষত্র এবং গ্রহ সম্পর্কিত তথ্য নিম্নরূপ:

Gliese 667 C (star)		Gliese 667 Cc (planet)	
Distance	7.24 pc	Orbital period	28.16 days
Mass	$0.31M_\odot$	Mass (min)	$\approx 3.71M_\oplus$
Radius	$0.42R_\odot$	Radius (min)	$\approx 1.54R_\oplus$
Apparent magnitude	10.25		

Check the Constants and Formulae page for the necessary formulae for this problem.
প্রয়োজনীয় সূত্রাবলীর জন্য Constants and Formulae পৃষ্ঠা দেখ।

(a) Calculate the distance between the star and the panet assuming a circular orbit. From keplers law we know that for a planet revolving around a star:
কক্ষপথ বৃত্তাকার ধরে নক্ষত্র এবং গ্রহের মধ্যকার দূরত্ব নির্ণয় কর। কেপলারের তৃতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি, কোনো নক্ষত্রের চারপাশে ঘূর্ণায়মান গ্রহের জন্যঃ

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}a^3$$

Where T is the orbital period or the planet, M is the mass of the star and a is the orbital radius of the planet [1.5]
যেখানে T হল গ্রহের পর্যায়কাল, M হল নক্ষত্রের ভর এবং a হল গ্রহের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ

(b) Find the maximum angular separation between the star and the planet. Give your answer in arcseconds (3600 arcseconds $= 1^\circ$). [1]
নক্ষত্র এবং গ্রহের মধ্যকার সর্বাধিক কৌণিক ব্যবধান বের করো। উত্তর আর্কসেকেন্ডে প্রকাশ করো (3600 আর্কসেকেন্ড $= 1^\circ$)।

(c) Luminosity is the rate at which a star, or any other body, radiates its energy. SI unit for luminosity is Watt. Determine the luminosity of the star. The absolute magnitude of sun is $M_\odot = 4.83$ [1.5]
যে হারে কোনো নক্ষত্র, বা অন্য কোনো বস্তু, শক্তি বিকিরণ করে তাই তার দীপ্তি। এর SI একক হলো Watt. নক্ষত্রটির দীপ্তি বের করো (in Watt)। সূর্যের পরম ঔজ্জ্বল্য $M_\odot = 4.83$

(d) Flux is defined as the total flow of light energy perpendicularly crossing a unit area per unit of time. Calculate the flux received on Earth (in Wm^{-2}) from the star. [1]
ফ্লাক্স হলো একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে শক্তি প্রবাহের হার। নক্ষত্র থেকে পৃথিবীতে প্রাপ্ত ফ্লাক্স (Wm^{-2} এককে) বের করো।

(e) Now Calculate the flux received on Earth (in Wm^{-2}) from the planet. Assume the planet reflects half of the incident light. [2.5]
এখন গ্রহ থেকে পৃথিবীতে প্রাপ্ত ফ্লাক্স (Wm^{-2} এককে) বের করো। ধরে নাও, গ্রহটি তার ওপর আপতিত আলোর অর্ধেক প্রতিফলন করে।

(f) Use previous answer to work out the contrast ratio CR and thus the apparent magnitude of the planet. [1.5]
পূর্ববর্তী উত্তর ব্যবহার করে বৈসাদৃশ্য অনুপাত CR এবং এইভাবে গ্রহের আপাত ঔজ্জ্বল্য বের করো।

The resolving power of a diffraction limited telescope is given by
একটি অপবর্তন সীমিত (diffraction limited) টেলিস্কোপের বিশ্লেষণ ক্ষমতা পাওয়া যায় এভাবে-

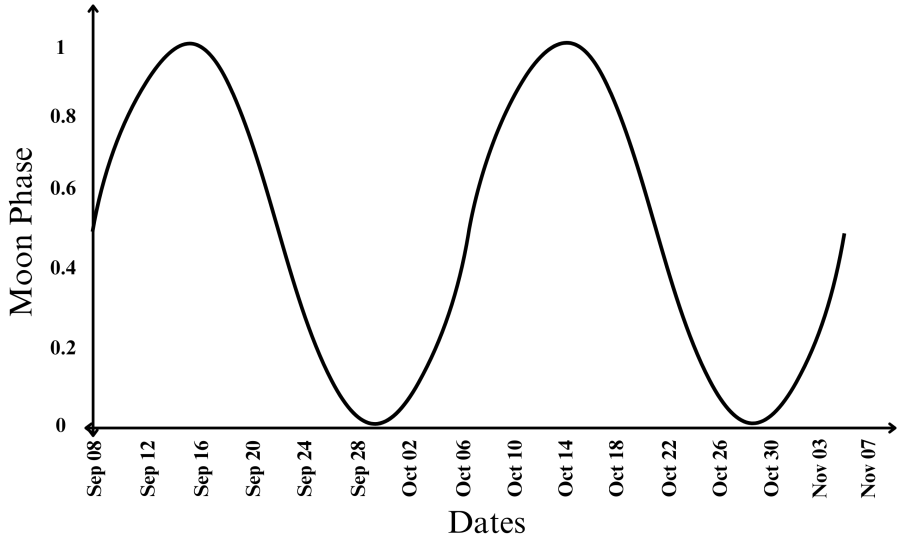
$$\theta_{min} = 1.22\frac{\lambda}{D}$$

where λ is the wavelength being observed at, D is the diameter of the telescope aperture, and θ_{min} is the smallest angular separation (in radians) the telescope can distinguish.
যেখানে λ পর্যবেক্ষণকৃত তরঙ্গদৈর্ঘ্য, D টেলিস্কোপের অ্যাপারচারের ব্যাস, এবং θ_{min} হলো টেলিস্কোপ পার্থক্য করতে পারে এমন ক্ষুদ্রতম কৌণিক ব্যবধান (রেডিয়ানে)।
The Hubble Space Telescope (HST) has a diameter of 2.4 m and its faintest detectable magnitude is 31.
হাবল স্পেস টেলিস্কোপ (HST) এর ব্যাস 2.4 m এবং এটি দ্বারা সর্বোচ্চ ৩১ মাত্রার ঔজ্জ্বল্যের কোনো বস্তু সনাক্ত করা সম্ভব।

(g) Verify if the HST (which is diffraction limited since it's in space) would be sensitive enough to image the planet in the visible. Also verify if it is able to resolve the planet from its host star (take $\lambda = 550$ nm). [1.5]
যাচাই করো যে HST (যা মহাকাশে থাকার কারণে অপবর্তন সীমিত) দৃশ্যমান গ্রহটির ছবি তোলার জন্য যথেষ্ট কিনা। আরও যাচাই করো গ্রহটিকে মাতৃ তারকা থেকে আলাদা করে দেখা সম্ভব কিনা (ধরো $\lambda = 550$ nm)।

4 Moon Phase! [3.5]

Luna, the Earth's only moon, follows some phases, from the new moon to the full moon. If we plot phases vs their dates, scaled from 0 to 1 (the higher the phase the higher we get light from the moon), we get a sinusoidal light curve. A sinusoidal curve is one like the curve of the trigonometric ratio sine. Such a light curve of the moon phase is given below.
লুনা, পৃথিবীর একমাত্র চাঁদ, অমাবস্যা থেকে পূর্ণিমা পর্যন্ত কিছু পর্যায়ের মধ্য দিয়ে যায়। যদি আমরা পর্যায়গুলিকে তাদের তারিখগুলোর বিপরীতে গ্রাফে 0 থেকে 1 পর্যন্ত স্কেলে প্লট করি (পর্যায় যত বেশি হয় আমরা চাঁদ থেকে আলো পেতে পারি), আমরা একটি সাইনোসয়েডাল আলোক বক্ররেখা পাই। সাইনোসয়েডাল বক্ররেখা হল ত্রিকোণমিতিক অনুপাত সাইনের বক্ররেখার মতো। চন্দ্র পর্বের এমন একটি আলোক বক্ররেখার ছবি নিচে দেওয়া হল।



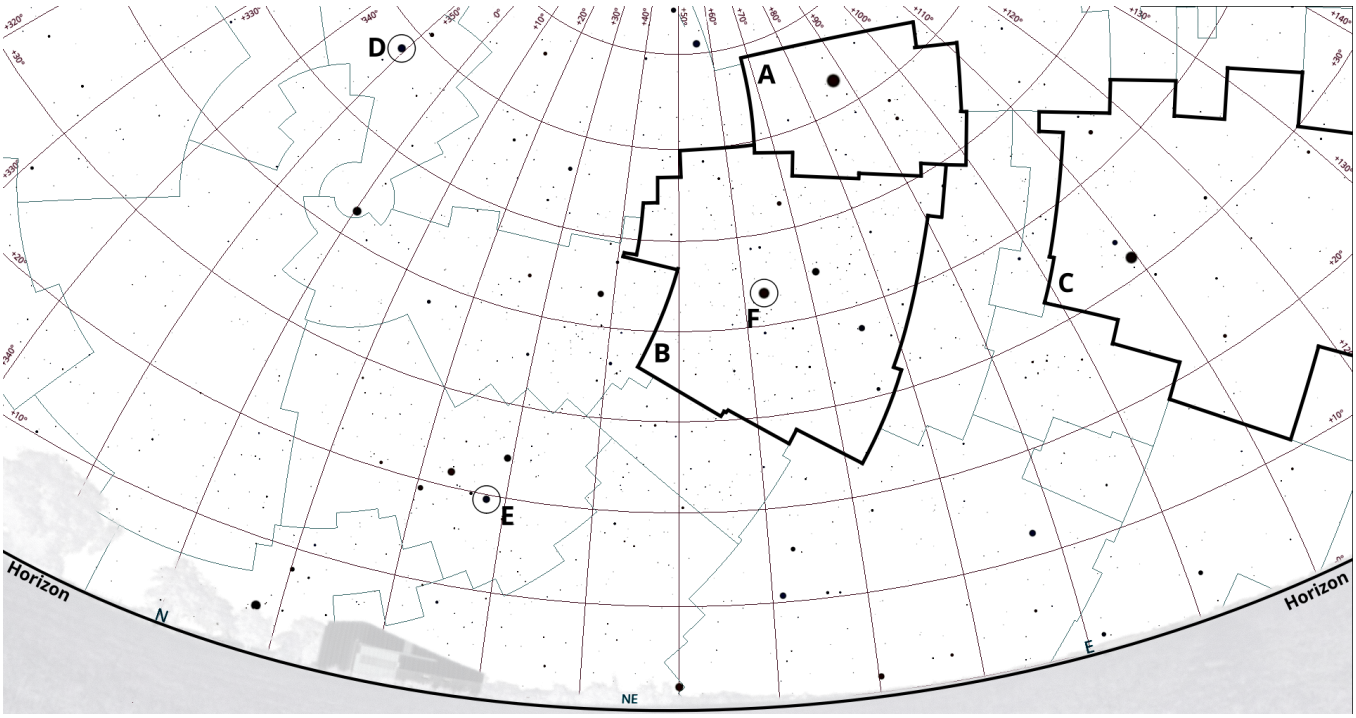
(a) From the light curve, determine the full moon date in October. [0.5]
ছবিটি থেকে অক্টোবর মাসের পূর্ণিমার তারিখ নির্ণয় কর।

(b) As you have already found the full moon date (a) and enjoyed it, you are planning a moon night party with your friends on the next full moon night. For this, you have to find the period of the moon, which is the number of days after it gets back to its initial position. Find the period of the moon from the phase curve, and predict the next full moon date, in November. [2]
যেহেতু তুমি ইতোমধ্যেই (a) তে পূর্ণিমার তারিখ বের করেছ এবং এটি উপভোগ করেছ, পরবর্তী পূর্ণিমার রাতে তোমার বন্ধুদের সাথে একটি চাঁদ রাত পার্টির পরিকল্পনা করার জন্য, তোমাকে চাঁদের পর্যায়কাল খুঁজে বের করতে হবে, যে সময়ে চাঁদ কোনো নির্দিষ্ট অবস্থান থেকে পুনরায় সেই অবস্থায় ফিরে আসে। আলোর বক্ররেখাটি থেকে চাঁদের পর্যায়কাল গণনা করে নভেম্বরে পূর্ণিমার তারিখটি খুঁজে বের কর।

(c) The actual period of the moon is 29.5 days. Calculate the error percentage in your answer using your answer in b. [1]
চাঁদের প্রকৃত পর্যায়কাল 29.5 দিন। (b) এ প্রাপ্ত তোমার উত্তর ব্যবহার করে শতকরা ত্রুটি বের কর।

5 Sky Observation [8]

Radh wants to learn stargazing and to observe the night sky. He has a sky map. But since he is very bad at observation, he can't figure out anything from the map. Can you help him solve the map and explore the night sky? In the sky map, the near-rectangular tiled grid represents the horizontal coordinate system, i.e Altitude (a) and Azimuth (A). Instead of constellation outlines, the constellation boundaries have been drawn on the map. The measurement of every square grid is 10° horizontally and vertically.
রাদ তারা দেখা শিখতে চায় এবং রাতের আকাশ দেখতে চায়। তার কাছে একটি তারাচিত্র আছে। কিন্তু যেহেতু সে তারা দেখায় খুবই অপটু, সে তার তারাচিত্রের কিছুই বুঝতে পারছে না। তুমি কি তাকে তারাচিত্রটি সমাধান করতে এবং আকাশ দেখতে সাহায্য করতে পারবে? তারাচিত্রে প্রায়-আয়তাকার ছক ঘরটি দিগন্তভিত্তিক স্থানাংক ব্যবস্থা, তথা উন্নতি (a) ও দিগংশ (A) নির্দেশ করে। তারাচিত্রটিতে নক্ষত্রমণ্ডলীসমূহের পরিবর্তে তাদের সীমানা এঁকে দেয়া আছে। প্রতিটি বর্গ ছকের আনুভূমিক ও উল্লম্ব বাহুর পরিমাপ 10°।



(a) Estimate the latitude (φ) of the observer. [1]
পর্যবেক্ষকের স্থানের অক্ষাংশ (φ) নির্ণয় কর।

(b) Three of the constellation boundaries (labelled as A, B, and C) are marked with thick lines. Draw the constellations within these boundaries and write their names. [3]
তিনটি নক্ষত্রমণ্ডলীর সীমানা (A, B, ও C চিহ্নিত) গাঢ় দাগে আঁকা হয়েছে। সীমানাগুলোর মধ্যে নক্ষত্রমণ্ডলীগুলো অংকন কর এবং তাদের নাম লিখ।

(c) On the map, a famous asterism is visible. The asterism is best observed during the summer. Mark it on the map and write its name. [1]
তারাচিত্রে একটি সুপরিচিত নক্ষত্রসজ্জা দেখা যাচ্ছে। এই নক্ষত্রসজ্জাটি গ্রীষ্মকালে সর্বোত্তম পর্যবেক্ষিত হয়। তারাচিত্রের উপর সেটি অংকন কর এবং তার নাম লিখ।

(d) Measure the altitude and azimuth (a, A) of the circled stars (labelled as D, E, and F). [3]
বৃত্তাকারে চিহ্নিত (D, E, ও F) তারাগুলোর উন্নতি ও দিগংশ (a, A) পরিমাপ কর।