

Total Marks: 25

Time: 1 Hour 30 Minutes



Name:
Class:
Registration no:

For Spot Registration

Institution:
Email:
Phone Number:
Alternate Phone Number:

Instruction for the Candidate:

- The candidate must write his/her personal information and registration number on the answer script.
- You will write your answer in the space provided. If you need more space, use asterisk (*) and Question No. in extra paper from the exam invigilator.
- 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.
- Be sure to calculate the final answer in the appropriate units asked in the question.
- Non-programmable scientific calculators are allowed.
- The mark distribution is shown in the [] at the right corner for every question.

Table of Constants and Formulas:

- Luminosity of Sun, $L_{\odot} \approx 3.826 \times 10^{26} \text{ W}$
- Radius of the Sun, $R_{\odot} = 7 \times 10^8 \text{ m}$
- Radius of the Earth, $R_{\oplus} \approx 6.371 \times 10^6 \text{ m}$
- Stefan-Boltzmann Constant, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$
- Mass of the Sun, $M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ Kg}$

- Gravitational Constant, $G \approx 6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^{-2}$
- The area of a Sphere = $4\pi R^2$
- Water Freezes at 100 degree Celsius
- Astronomical Unit, $\text{AU} = 1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
- Distance Earth-Moon = $3.8440 \times 10^8 \text{ m}$

1. Starlight

Welcome to Astronomy. Where we mostly talk about the sky and the stars. So how do we observe the stars? Star produces their own light and it reaches us travelling light years. Stars are like cosmic bulb. They emit a certain amount of light per second. In this question we'll try to learn how we observe the stars.

জ্যোতির্বিজ্ঞানের জগতে স্বাগতম। যেখানে আমরা বিশেষ ভাবে আকাশ এবং তারার আলো নিয়ে আলোচনা করি। তোমরা কি জান আমরা তারাগুলোকে কীভাবে পর্যবেক্ষণ করি? তারাগুলো নিজেদের আলো তৈরি করে এবং এই আলো অনেক আলোকবর্ষ অতিক্রম করে আমাদের কাছে এসে পৌঁছায়। তারাগুলি অনেকটা মহাজাগতিক বাল্ব এর মত। তারা প্রতি সেকেন্ডে নির্দিষ্ট পরিমাণ আলো বিকিরণ করে। এই প্রশ্নে আমরা তারা কে কীভাবে পর্যবেক্ষণ করা হয় তা শেখার চেষ্টা করব।

- a. Do you know why stars twinkle? Explain the main reason only. [1]

তুমি কি জানো তারা গুলো কেন ঝিকমিকি করে? মূল কারণটি শুধু ব্যাখ্যা কর। [১]

- b. The amount of light star produces per second is called Luminosity of a star. Where the luminosity of a star has a relation with its radius and effective temperature

একটি তারা প্রতি সেকেন্ডে যে আলো উৎপন্ন করে তাকে তারার ক্ষমতা বা আলোকক্ষমতা (Luminosity) বলে। তারার ব্যাসার্ধ (R) এবং কার্যকারী তাপমাত্রার (T) একটি সম্পর্ক রয়েছে

$$L \propto R^2 T^4$$

Suppose you've two stars where both have the same Radius and $L_1 < L_2$. Which star is hotter? [2]

ধর তোমার কাছে ২ টি তারার তথ্য আছে যেখানে তারা ২ টির ব্যাসার্ধ সমান এবং $L_1 < L_2$ । কোন তারার তাপমাত্রা বেশী? [২]

- c. The light emitted by a star always spreads spherically. Can you compute the amount of light we get in a unit surface area from a distance 1 km away? (This is actually called Flux and denoted by F.) [2]

একটি তারা যে আলো উৎপন্ন করে তা চারিদিকে গোলকীয় ভাবে ছড়িয়ে যায়। তুমি কি বের করতে পারবে ১ কিলোমিটার দূরে থেকে আমরা একটি তারা থেকে কি পরিমাণ আলোক তীব্রতা (একে জ্যোতির্বিজ্ঞানে Flux বলা হয়, যা F দ্বারা চিহ্নিত করা হয়) পাব? [২]

- d. Two stars with the same Luminosity has flux relation $F_1 = 10 F_2$. If the star S_1 is 200 AU away, then calculate the time needed to receive the light from each star. Stars light travels in speed of 3×10^8 m/s. [3]

২ টি তারার ক্ষমতা একই কিন্তু তাদের ফ্লাক্স এর সম্পর্ক $F_1 = 10 F_2$ । যদি S_1 তারাটি তোমার থেকে 200 AU দূরে অবস্থিত হলে তারা দুইটি থেকে তোমার কাছে আলো এসে পৌঁছার সময় বের কর। তারার আলো 3×10^8 m/s বেগে পরিভ্রমণ করে। [৩]

2. Space Travel

The Sun and another star are 60 light years apart and at rest relative to one another. At time $t = 0$ (both on the sun clock and the spaceship clock) a spaceship leaves the Sun at velocity $v = \frac{4}{5}c$ headed for the star. Just as the ship arrives, a light-signal from the Sun indicates the Sun has exploded. (Aliens have placed 3 clocks; one near the Sun, on in the spaceship and one near the star)

সূর্য এবং আরেকটি তারা ৬০ আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত এবং আপাত অবস্থায় একে অপরের তুলনায় স্থির রয়েছে। $t = 0$ সময়ে (সূর্য ঘড়ি এবং মহাকাশযান এর ঘড়িতে) একটি মহাকাশযান সূর্য থেকে $v = \frac{4}{5}c$ বেগে তারাটির উদ্দেশ্যে যাত্রা শুরু করল। ঠিক যখন মহাকাশযানটি পৌছালো, সূর্য থেকে একটি আলোক সিগন্যাল নির্দেশ করল যে সূর্য বিস্ফোরিত হয়েছে। (এলিয়েনরা ৩ টি ঘড়ি রেখেছে তাদের কাছে একটি সূর্য এর কাছে, একটি মহাকাশযানে এবং আরেকটি তারাটির কাছে)

- a. When the ship arrives, what does the star clock read? [2]

যখন মহাকাশযান টি পৌছাল তখন তারাটির ঘড়িতে কত সময় অতিক্রম হয়েছে নির্দেশ করবে? [২]

- b. From Relativity we know,

আপেক্ষিকতা এর সূত্র থেকে আমরা জানি,

$$T_{Sun\ Clock} = T_{rocket\ Clock} \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

So how slow the rocket clock runs compare to the sun clock? [2]

তাহলে মহাকাশ যানে উপস্থিত ঘড়িতে সময় কতগুন ধীরে চলবে সূর্যের কাছে থাকা ঘড়ির তুলনায়? [২]

- c. When the ship arrives, what does the ship clock read? [2]

যখন মহাকাশযান টি পৌছাল তখন মহাকাশযানের ঘড়িতে কত সময় অতিবাহিত হয়েছে দেখাবে? [২]

- d. When the ship arrives, what does the Sun clock read? [2]

যখন মহাকাশযান টি পৌছাল তখন সূর্য এর ঘড়িতে কত সময় অতিবাহিত হয়েছে দেখাবে? [২]

- e. When the Sun explodes what do the clocks on the Sun, the star, and the ship read? [2]

যখন সূর্য বিস্ফোরিত হয় তখন সূর্য ঘড়ি, তারাটির ঘড়ি এবং মহাকাশযান এর ঘড়িতে কত সময় অতিবাহিত হয়েছে নির্দেশ করবে? [২]

3. Moon Picture

Books of Class 9-10 have an amazing formula. The Arc length formula!

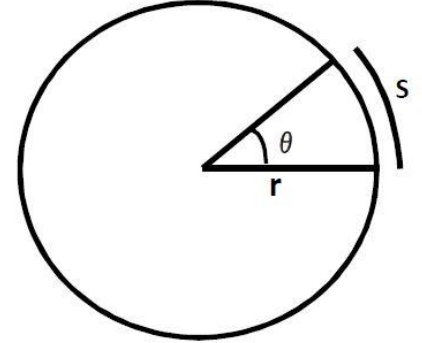
The formula states—

৯ম এবং ১০ম শ্রেণীর বই-এ একটি সুন্দর সূত্র আছে। আর্ক দৈর্ঘ্য এর সূত্র! সূত্রটি এরকম--

“ $s = r \theta$, [when θ is measured in radians, 1 radian = $(180/\pi)^\circ$]

[θ মাপা হয় রেডিয়ান একক এ, ১ রেডিয়ান = $(180/\pi)^\circ$]

Where s is the arc length and r is the radius of the circle. Recall that $2\pi r$ is equal to the circumference of the circle, so one can see the above equation as reducing the entire circumference by the ratio of the central angle θ to a full rotation of 360° .”

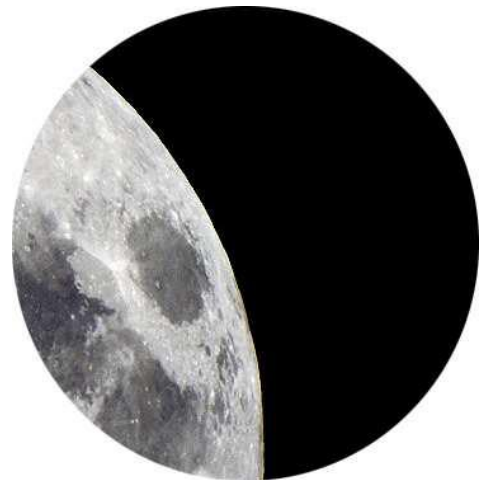


$$S = r \theta$$

যেখানে, s হচ্ছে কৌণিক দৈর্ঘ্য এবং r বৃত্তের ব্যাসার্ধ। আমরা জানি, বৃত্তের পরিধি $2\pi r$, তাহলে উপরের সূত্রের সাহায্যে আমরা θ কোণের জন্য 360° তে কতখানি পরিধির অংশ হয় তা বের করতে পারব।

Sadman is an aspiring Astronomer. He saw a lunar picture in Facebook and now he wants to measure the radius of the Moon from the picture. He googled that the distance from the earth to moon is 3.8440×10^8 m and the angular diameter of the telescope field of view in this image is about $16'$ [$'$ = arc minute; $1' = (1/60)^\circ$]

সাদমান জ্যোতির্বিজ্ঞানী হতে চায়। সে ফেসবুকে একটি চাঁদের ছবি দেখল এখন চাঁদের ছবি থেকে চাঁদের আসল ব্যাসার্ধ বের করতে চায়। সে গুগল থেকে জানতে পারল যে পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্ব 3.8440×10^8 m এবং এই ছবিতে টেলিস্কোপের মধ্যে দিয়ে আকাশের যে অংশটুকু দেখা যাচ্ছে (যাকে টেলিস্কোপের field of view বলে) তার কৌণিক ব্যাস $16'$ [$'$ = আর্ক মিনিট, $1' = (1/60)^\circ$]



Regional Round - 2020

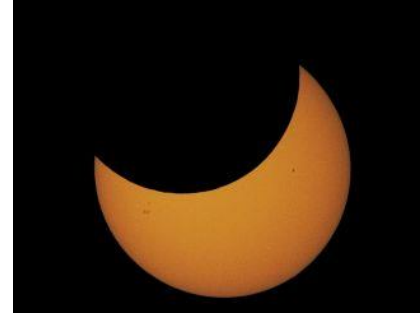
- a) Find the Actual radius of the Moon [You may use a compass or ruler] [3]

উপরের ছবি থেকে চাঁদের আসল ব্যাসার্ধ বের কর । (তুমি কম্পাস অথবা রুলার ব্যবহার করতে পার) [৩]

- b) This picture is taken during full Moon. Can you draw a diagram showing the orientation of the Earth, Moon and Sun? [2]

চাঁদের ছবিটি আসলে পূর্ণিমার দিনে তোলা হয়েছিল । তুমি কি পূর্ণিমা এর দিনে চাঁদ, পৃথিবী এবং সূর্য কেমন অবস্থানে থাকে তার একটি ডায়াগ্রাম একে দেখাতে পারবে ? [২]

- c) During Annular Eclipse which we recently observed from some parts of the world Sadman found another picture from Facebook. From your answer from previous question and using the values of the radius of the Sun and distances Sun-Earth, Moon-Earth can you find the percentage of Solar Disk that will cover by the moon when the center of the moon aligns with the center of the sun. [Hint: You may or may not need to use compass again] [4]



বলয়গ্রাস সূর্যগ্রহণ এর সময়, যা আমরা কিছুদিন আগেই পৃথিবীর কিছু প্রান্ত থেকে পর্যবেক্ষণ করলাম সাদমান ফেসবুকে আরেকটি ছবি খুঁজে পেল । বের কর যে সূর্যগ্রহণের সময় যখন চাঁদের মধ্যবিন্দু আর সূর্যের মধ্যবিন্দু এক লাইনে চলে আসবে তখন সূর্যের শতকরা কত অংশ চাঁদ ঢেকে ফেলবে ? এর আগের প্রশ্ন থেকে প্রাপ্ত চাঁদের ব্যাসার্ধ এবং প্রশ্নের প্রথম পৃষ্ঠায় দেওয়া সূর্যের ব্যাসার্ধ, সূর্য থেকে পৃথিবী এবং পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্ব ব্যবহার করতে পারো আর আগের প্রশ্ন এর মত এখানেও কম্পাস বা রুলার ব্যবহার করতে পারো । [৪]