

Regional Round - 2019

Total Marks: 42

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.
- The Star map part has 4 questions. Draw any letter and line in the Map provided for necessary answers.
- 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.
- Non-programmable scientific calculators are allowed.
- The mark distribution is shown in the [] at the right corner for every question.

Table of Constants:

- Luminosity of Sun, $L_{\odot} \approx 3.826 \times 10^{26} \text{ W}$
- Radius of the Earth, $R_{\oplus} \approx 6.371 \times 10^6 \text{ m}$
- Gravitational Constant, $G \approx 6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^{-2}$
- Stefan-Boltzmann Constant, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$

- Local Sidereal Time, $\text{LST} = \text{RA} + \text{HA}$
- $1\text{pc} = 3.086 \times 10^{16} \text{ m} = 206265\text{AU}$
- Pogson's law of magnitude and brightness,
 $m_1 - m_2 = -2.5 \log (F_1/F_2)$
- Astronomical Unit, $\text{AU} = 1.496 \times 10^{11} \text{ m}$

Part A: Theory

১ | Eratosthenes' Experiment

আজ থেকে অনেকদিন আগেই Eratosthenes নামে একজন ব্যক্তি পৃথিবীর ব্যাসার্ধ মাপতে সক্ষম হয়েছিলেন কিছু সামান্য পর্যবেক্ষণ এর সাহায্যে। তার পরীক্ষার ভিত্তি ছিল যে একটি নির্দিষ্ট দিনে, নির্দিষ্ট জায়গায় পর্যবেক্ষক এর ঠিক মাথার উপরে সূর্য থাকলে পর্যবেক্ষক ঐ সময় কোন লাঠির ছায়া থাকবে না। ধর এই পরীক্ষাটি আমরা নির্দিষ্ট দিনে না করে ২ টা এক মিটার এর লাঠি ২ টি স্থানে লম্বালম্বি ভাবে স্থাপন করলাম। একটি গ্রিনীচ এ আরেকটি গ্রিনীচ থেকে 950 km দক্ষিণে। Local noon (যখন সূর্য local meridian এ আসে) এ এই ২ স্থানে স্কেল ২ টির ছায়ার দৈর্ঘ্য পাওয়া গেল যথাক্রমে 0.795 ও 0.577 m.

Long ago a person named Eratosthenes calculated the radius of earth with simple approximations. The point of his experiment was that, an observer wouldn't see his shadow when the sun is overhead in a chosen date and time. Suppose instead in a chosen day we measure length of two **meter** sticks one placed vertically in Greenwich and one placed vertically in a place 950km due south. During local noon the measured length of shadows are 0.795 and 0.577 m.

- লাঠি এর ছায়া দেখে পর্যবেক্ষক কীভাবে বুঝবে যে local noon হয়েছে? [2]
How will the observer know when is local noon from monitoring the shadow?
- উপরের তথ্য গুলো দিয়ে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ বের কর। [4]
Calculate the radius of earth using provided information.
- নিহাল 5895m উচু একটা পাহাড়ের নিচে সেই লাঠি এর ছায়ার দৈর্ঘ্য পেল 42 cm. তাহলে সে পাহাড়ের ছায়ার দৈর্ঘ্য কত পাবে। [4]
Nihal found the length of shadow of the stick 42 cm at the base of a mountain with height of 5895 km. What would be the length of Mountain shadow?

(Hint: The height of the mount is not negligible as compared to radius of the earth. It is obviously assumed that base of Mountain is small enough for the shadow to fall on the earth itself.)

২। Magnitude System

খ্রিষ্টপূর্ব ২য় শতাব্দীতে, সর্বপ্রথম গ্রীক গণিতবিদ ও এস্ট্রোনোমার, হিপার্কাস, নক্ষত্রগুলোকে তাদের উচ্চতার ক্রমানুসারে শ্রেণিবদ্ধ করেছিলেন। হিপার্কাসের Classification অনুসারে তারকারাজির উজ্জলতা (Brightness) প্রকাশে যেই রাশি ব্যবহার করা হয় তার নাম magnitude. কিন্তু উজ্জলতার সাথে magnitude এর সম্পর্কটা একটু ভিন্ন। উজ্জলতা যত বাড়ে magnitude তত কমতে থাকে। যেমন সূর্যের magnitude -26.7। অপরদিকে চাঁদের magnitude -12.6। যেখানে চাঁদের উজ্জলতা সূর্যের চাইতে অনেক অনেক কম।

দুইটি নক্ষত্রের উজ্জলতা বা Brightness এর সাথে তাদের Magnitude এর সম্পর্ক –

In 200 BC, a German mathematician and astronomer

Hippocrates, first categorized the stars according to their brightness. According to his classification the term used for this cause is named **magnitude**. But the relation between magnitude and stellar brightness is a little different. As the brightness grows the magnitude value decreases. For example, Sun's apparent magnitude is -26.7. Again for Full moon it is -12.6 where Full moon's brightness is very less than that of the Sun. The relation of brightness and magnitude of two star is given -

$$\frac{B_1}{B_2} = 2.512^{m_2 - m_1} \quad B = \frac{L}{4\pi R^2}$$

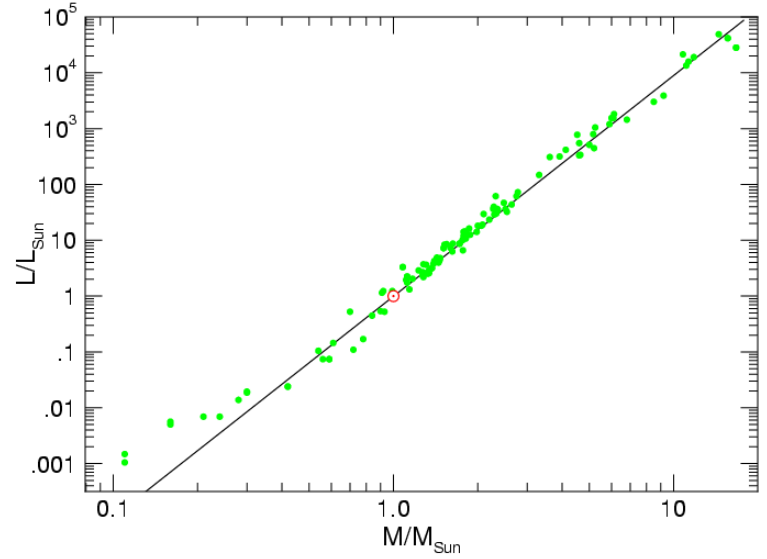
- a) সূর্যের Luminosity এবং Mass যথাক্রমে $1 L_{\odot} = 3.828 \times 10^{26} \text{ W}$ ও $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ হলে $2 M_{\odot}$ এর একটি নক্ষত্রের **Luminosity** কত? [2]

If the luminosity of the Sun and mass is respectively $1 L_{\odot} = 3.828 \times 10^{26} \text{ W}$ and $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ what is the **Luminosity** of a star with $2 M_{\odot}$? [2]

- b) যদি আমরা তারাটি থেকে সূর্যের সমান ফ্লাক্স পায় তাহলে আমাদের থেকে **a** তে প্রাপ্ত তারকার দূরত্ব কত? [3]
Assuming that we receive same amount of flux from the star, what is the distance of star from question **a**? [3]

- c) নক্ষত্রের Magnitude system কখনই linear সম্পর্ক অনুসরণ করে না। বরং তাদের মাঝে logarithmic সম্পর্ক রয়েছে। দুইটি নক্ষত্রের magnitude যথাক্রমে m_1 এবং m_2 হলে, নক্ষত্র দুইটির মিলিত magnitude $m_1 + m_2$ হবে না। একটি ত্রি-তারা সিস্টেমের তিনটি নক্ষত্রের magnitude যথাক্রমে 1, 2 এবং 3 হলে এদের মিলিত **magnitude** কত? [4]

The magnitude system of a star never follows a linear relation. Actually they have a logarithmic relation. That's why the combined magnitude of two star m_1 and m_2 will not be $m_1 + m_2$. What is the **combined magnitude** of a triple star system with magnitude of 1, 2 and 3 respectively? [4]



নক্ষত্রের mass ও Luminosity এর সম্পর্ক
Mass-luminosity relation

৩। Kilonova : A collision course!

১ম অবস্থাঃ M_1, M_2 ভরের দুইটি নিউট্রন স্টার ($M_1 > M_2$) একটি অপরটি থেকে a দূরত্বে অবস্থান করে একে অপরকে কেন্দ্র করে ঘুরছে।

1st Case: Two neutron stars with masses M_1, M_2 ($M_1 > M_2$) are orbiting each other with a distance a between them.

- a) তারা ২ টির ভরকেন্দ্র কে ঘিরে তাদের বেগ (velocities) \mathbf{v}_1 ও \mathbf{v}_2 কে $\mathbf{M}_1, \mathbf{M}_2$ ও \mathbf{a} এর মাধ্যমে প্রকাশ কর। [3]

Write down the expression for their orbital velocity, \mathbf{v}_1 and \mathbf{v}_2 in terms of $\mathbf{M}_1, \mathbf{M}_2$ and \mathbf{a} . [3]

- b) যদি পৃথিবীর দর্শকের সাপেক্ষে এদের **inclination**= 90° হয় তাহলে তারা দুইটির বেগ বনাম সময় এর গ্রাফ আঁক। (তোমার কোন গ্রাফ পেপার ব্যবহার করতে হবেনা, কিন্তু একটা গ্রাফে দরকারী যা যা উপাদান থাকে সবকিছু আকার চেষ্টা কর) [4]

If the inclination of the orbital plane is **inclination**= 90° , draw a velocity vs time graph as recorded by an observer on Earth. [4]

২য় অবস্থাঃ M ভরের এবং R ব্যাসার্ধের দুইটি নিউট্রন স্টার একটি অপরটি থেকে a দূরত্বে অবস্থান করছে। মহাকর্ষ বলের কারণে যদি তারা একটি অপরটি দিকে ধাবিত হচ্ছে।

2nd Case: Two star with the mass of M and radius R , are orbiting each other in a distance of a . Due to gravitational attraction they are bound for collision course.

- c) মিলিত হওয়ার পূর্বে তাদের প্রত্যেকের বেগ কত হবে? [2]

What is the **velocity** before their imminent collision?

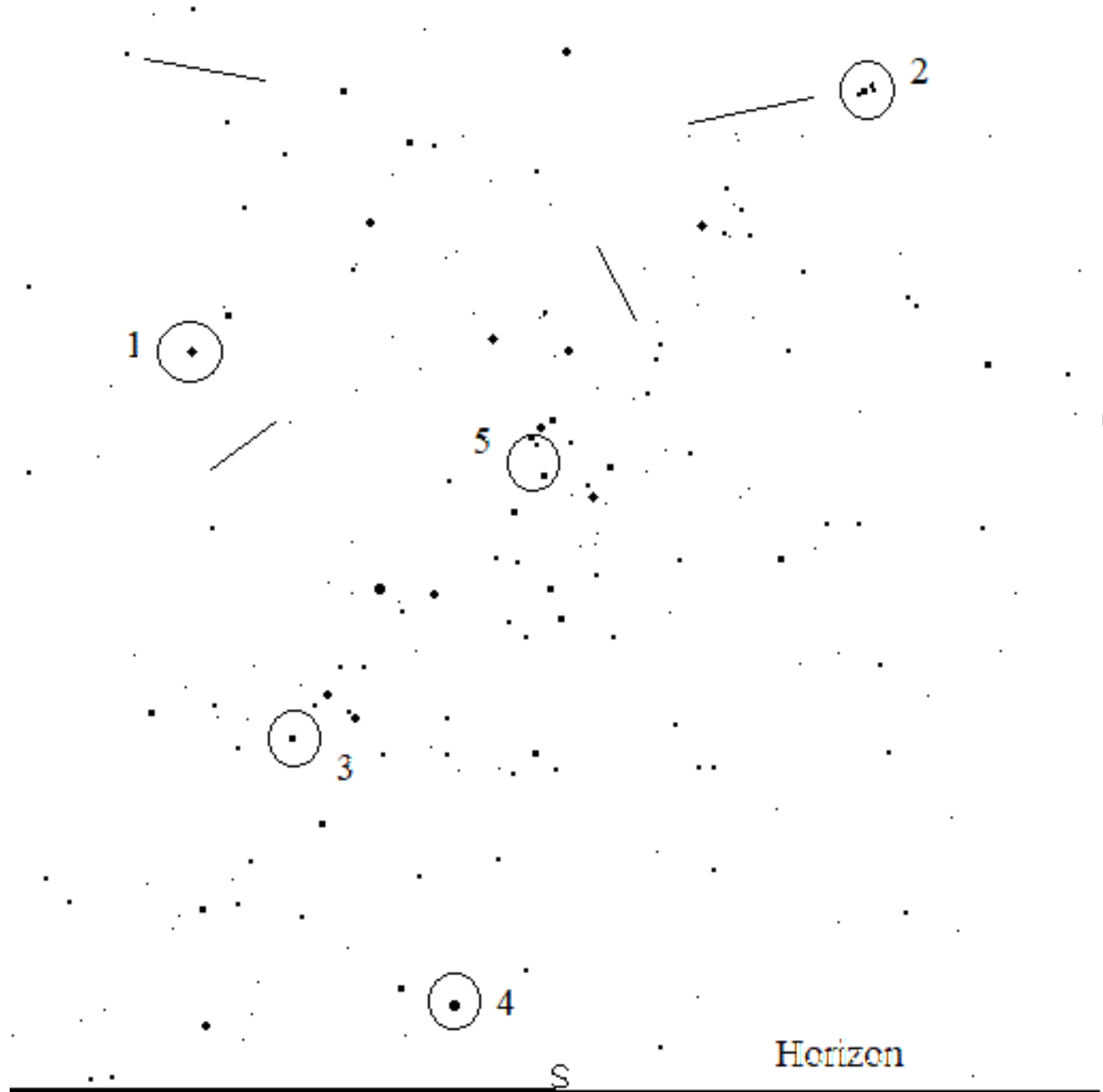
- d) কত সময় পর তারা মিলিত হবে? [4]

What is the time it would take for their collision to be occurred?

Part B - Practical

Sky Map

গত কালকে মাঠে দাড়িয়ে আর্মান এবং রাফি আকাশে তারা দেখছিল। তারা ২ জন আকাশে যেমনটি পর্যবেক্ষণ করল রাফি Your Sky ওয়েবসাইটের সাহায্যে একটি Sky map তৈরি করল। এখন এই ম্যাপের সাহায্যে কি তোমাকে কিছু জিনিস বের করতে হবে। [Yesterday Arman and Rafi were observing their local sky in a field. Rafi made a sky map using Your Sky website according to their observations. Now you've to find few things according to their map]-



Regional Round - 2019

১। সবচেয়ে সহজ উপায় একটি তারামণ্ডল বের করার হচ্ছে সেই তারামণ্ডলের বিখ্যাত জ্যোতিষ্ক গুলি চিনে রাখা ।
ম্যাপে ৫ টি জ্যোতিষ্ক (Celestial Object) চিহ্নিত করা আছে । জ্যোতিষ্ক ৫ টির এবং তাদের তারামণ্ডল
(Constellation) গুলোর নাম কি ? [5]

An easy way to remember a constellation is by remembering their famous feature objects. In the map provided 5 stars are marked. What is the name of the celestial object and the constellations they belong to?

২। ম্যাপে Celestial Equator আঁক এবং **CE** দিয়ে চিহ্নিত কর । [2]

Draw the celestial equator in the map and mark it with **CE**. [2]

৩। ম্যাপে একটি উল্কা বৃষ্টি দেখা যাচ্ছে । এই উল্কা বৃষ্টি (meteor shower) এর উৎস (radiant point) ম্যাপে **R** চিহ্নিত করে দেখাও । বাংলাদেশে সাধারণত কখন এই উল্কা বৃষ্টি দেখা যায় ? [2]

A meteor shower can be noticed in the map provided. Find the radiant point of the meteor shower and mark it with **R**. State the usual timing of this shower in Bangladesh. [2]

৪। ম্যাপে চিহ্নিত ৫ নম্বর বস্তুটির celestial coordinate RA 05^h35^m , DEC $-05^\circ23'$. মে মাসের ১ তারিখে এই ম্যাপের মত এই Celestial Object টি local meridian cross করবে প্রায় কয়টার সময় ? ২০১৯ সালে summer solstice ২১ শে জুন । [3]

The celestial coordinate of 5 marked celestial object are RA 05^h35^m , DEC $-05^\circ23'$. What is the approximate time of this object crossing the local meridian like shown in the map on May 1st? The summer solstice of 2019 will be on 21st June. [3]

Celestial Object	Constellation