Regional Round - 2019

Total Marks: 40 **Time: 1 Hour 30 Minutes**

BDOAA 2019

BANGLADESH OLYMPIAD ON ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS

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.

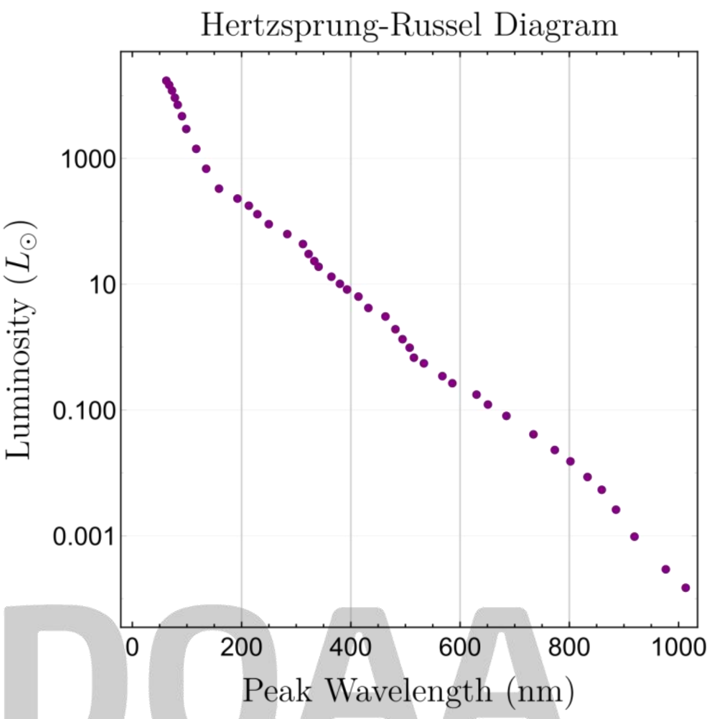
Table of Constants:	
▪ *Luminosity of Sun,* $L_\odot \approx 3.826\ \ 10^{26}\ W$ ▪ *Radius of the Earth,* $R_\oplus \approx 6.371 \times 10^{6}\ m$ ▪ *Gravitational Constant,* $G \approx 6.674\times 10^{-11}\ Nm^2/kg^{-2}$ ▪ *Stefan-Boltzmann Constant* , $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\ W/m^2$	▪ *Wien's Constant,* $T = 2.898 \times 10^{-3}\ m\ K$ ▪ $1\ pc = 3.086 \times 10^{16}\ m = 206265 AU$ ▪ *Pogson's law of magnitude and brightness,* $m_1 - m_2 = -2.5 \log (F_1/F_2)$ ▪ *Astronomical Unit,* $AU = 1.496 \times 10^{11}\ m$

Part A: Theory

১। H-R Diagram

নিকটবর্তী তারা থেকে আসা বর্ণালী থেকে, সেই তারার সম্পর্কে ২ টি বিশেষ তথ্য সহজেই মাপা যায়ঃ তারাটি যে আলোক তরঙ্গে সবচেয়ে বেশি বিকিরন করছে, Peak wavelength এবং তারাটির ক্ষমতা, Luminosity।

২০ শতকের দিকে, হার্টজপ্রাং ও রাসেল নামে ২ বিজ্ঞানী Pleiades Cluster এর তারাগুলোর তথ্য বিশ্লেষণ করে একটি তারার ক্ষমতা (Luminosity) বনাম সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিকিরন এর সম্পর্ক একটি গ্রাফে প্লট করে দেখতে পান যে তারা মোটামোটি একটি সরলরেখায় অবস্থান করে।



a) আমাদের পাশের একটা তারা 800 (আটশত) nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সর্বোচ্চ পরিমান শক্তি বিকিরন করলে তার **Luminosity** সূর্যের কতগুণ? [2]

b) যদি তারা থেকে আসা আলো তারার দূরত্বের বর্গের ব্যাস্তানুপাতিক হয়, তাহলে সূর্যের চেয়ে 1000 গুণ বেশি উজ্জ্বল তারার দুরত্ব কত AU? [সূর্য থেকে আমাদের দূরত্ব 1 AU এবং আমরা একি পরিমাণ আলো পৃথিবীতে পায়] [2]

c) আমাদের থেকে **120 pc** দূরে অবস্থিত একটা তারা **10^{11} L$_\odot$** ক্ষমতাসম্পন্ন সুপারনোভাতে পরিণত হলে, পৃথিবীতে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে একক সময়ে সেই তারা থেকে আসা আলোকশক্তি (Flux) কত? যদি সূর্যের আপাত উজ্জ্বলতা (magnitude) -26.8 হয় তাহলে সুপারনোভার আপাত উজ্জ্বলতা কত হবে? [4]

BDOAA

২। দিনের বেলায় আকাশে চাঁদ!

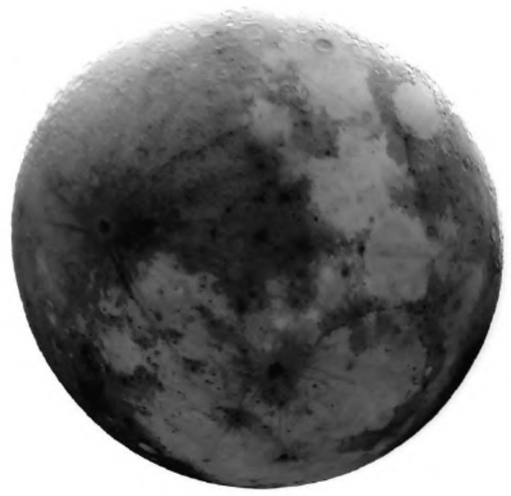


Photo Taken: 22 March, 2019, with 90/900 Bresser Telescope

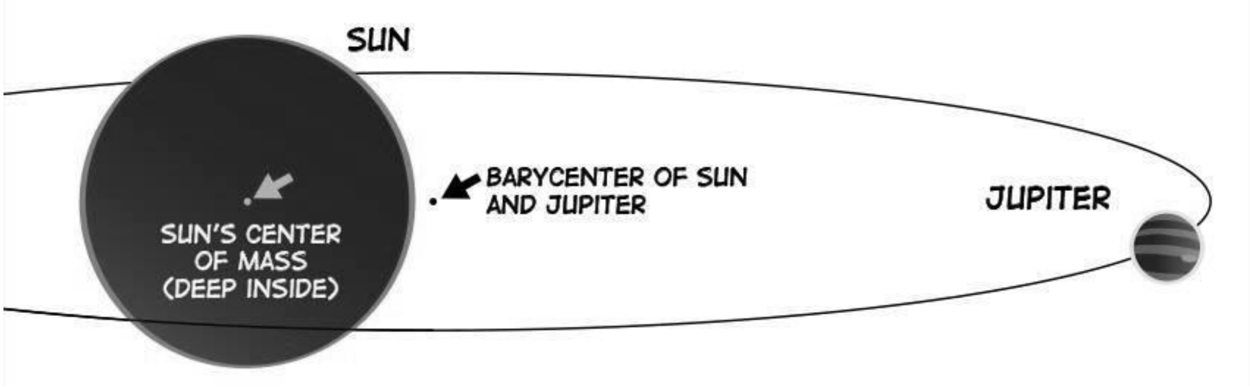
a) চাঁদ থেকে পৃথিবীর দূরত্ব d এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ r হলে চাঁদে অবস্থানকারী মহাকাশচারীর কাছে পৃথীবী পুরোপুরি উদয় হতে কতক্ষণ সময় লাগবে? [2]

b) সাধারণত দিনের আকাশের Surface Brightness থাকে **4 magnitude/arc second^2**. যদি পূর্ণিমা চাঁদের আপাত উজ্জলতা -12.6 এবং কৌনিক ব্যাস 31″ (″ = arc second) হয় তাহলে, দিনের আকাশে চাঁদ দেখা যাবে কিনা ? [3]

c) ধর একদিন বাংলাদেশ থেকে পূর্ণ সুর্যগ্রহণ দেখা গেল যখন সুর্য একদম আমাদের (23.5° N) মাথার উপরে ছিল । চাঁদ বিষুবরেখা (equator) বরাবর আকাশে চলে । এই অবস্থায় চাঁদের ছায়ার আমাদের Latitude বরাবর বেগ কত হতে হবে? [4]

BDOAA

৩। **Wibbly-wobbly**



আমাদের সূর্য এবং বৃহস্পতি গ্রহকে আসলে একটি বাইনারি সিস্টেম হিসেবে কল্পনা করা যায় । তারা একে অপরের ভরকেন্দ্র (Barycenter) কে কেন্দ্র করে আবর্তন করে । Jupiter এর ভর The mass of Jupiter, $\mathbf{M_J} = 1.898\times10^{27}$ kg এবং semi major axis = 5.2 AU. সূর্যের ভর, The mass of Sun, $\mathbf{M_\odot} = 2\times10^{30}$ kg.

The sun and Jupiter can be assumed as a binary system. They rotate each other around their barycenter (center of mass). The mass of Jupiter is, $\mathbf{M_J} = 1.898\times10^{27}$ kg and its' semi major axis, $a_J = 5.2$ AU. The mass of Sun is, $\mathbf{M_\odot} = 2\times10^{30}$ kg.

a) সূর্য এবং বৃহস্পতি এর ভরকেন্দ্র সূর্যের কেন্দ্র থেকে কত দূরে ? [2]
How far is the Sun-Jupiter systems' barycenter from the center of the Sun [2]

b) এই ভরকেন্দ্র কে ঘিরে সূর্যের আবর্তন বেগ, $v_\odot$ কত ? [3]
Find the orbital speed, $v_\odot$ of the Sun around the barycenter of the binary system Sun-Jupiter. [3]

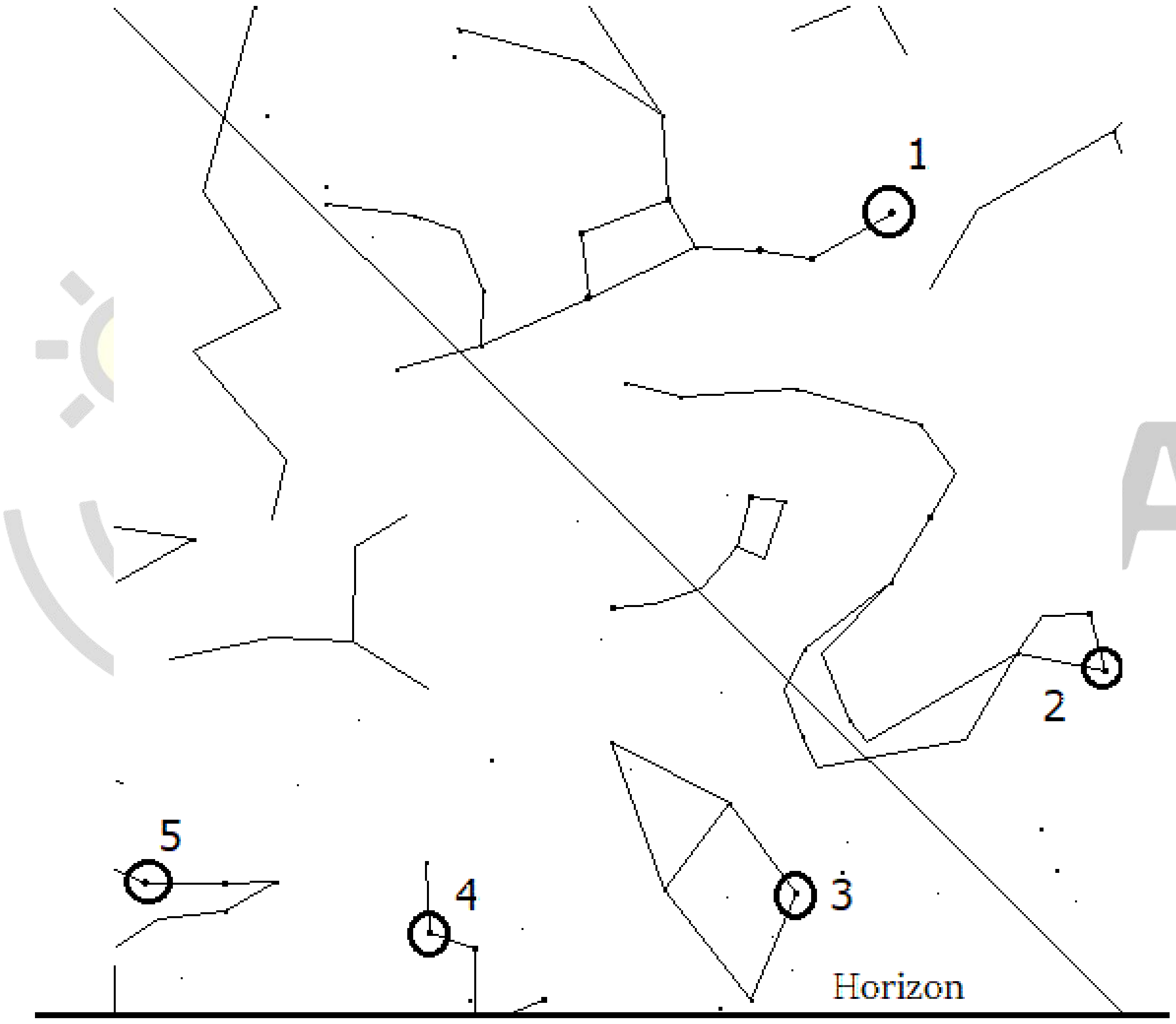
c) **2pc** দূরে একটা তারাতে থাকা পর্যবেক্ষক সুর্য কে দেখলে বুঝবে সুর্য যেন সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে দুলছে । এই দোলনের কারণে সূর্যের সর্বোচ্চ কৌনিক স্বরণ (angular amplitude) কত? কত সময় পর পর একটি পুর্ণ দোলন (period of oscillation) সম্পন্ন হয় ? [3]
What is the angular amplitude of the oscillatory motion of the Sun, due to the existence of Jupiter, as measured by an observer located **2pc** away from us? What is the period of this oscillation? [3]

BDOAA

Part B - Practical

Sky Map

২৩ মার্চ, ২০১৯ তারিখে মাহমুদ আর ফাহিম তাদের টেলিস্কোপ দিয়ে আকাশ পর্যবেক্ষন করছিল । তারা ২ জন আকাশে যেমনটি পর্যবেক্ষণ করল মাহমুদ, Your Sky ওয়েবসাইটের সাহায্যে একটি Sky map তৈরি করল । এখন এই ম্যাপের সাহায্যে কি তোমাকে কিছু জিনিস বের করতে হবে ।



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

২। পৃথিবীর ঘুর্ননের কারণে যে সকল নক্ষত্র কখনই দিগন্তের নিচে যায় না তাদের বলা হয় Circumpolar Star । Circumpolar Star যে জায়গা জুড়ে আছে তার জন্য ম্যাপে একটি বৃত্ত আঁক । [2]

৩। যদি ম্যাপের Field of View (FOV) 80° হয় তাহলে α Cassiopeia থেকে α Ursa Minor এর কৌনিক দুরত্ব (Angular distance) ম্যাপের সাহায্যে বের কর । [3]

৪। প্রমান কর, একটি নক্ষত্রের right ascension কোন স্থানের সাপেক্ষে তার Altitude এর সমান হলে, ঐ স্থানের সাপেক্ষে তার longitude তার declination এর সমান হবে। [5]

Stars	**Constellation**

BDOAA