

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Областен кръг на олимпиадата по астрономия
13 февруари 2022 г.
Възрастова група IX-X клас

1 задача. Космически парк. Астроном любител, който е дизайнер по професия, получава задача да проектира скулптура, представляваща модел на земен глобус и изкуствени спътници около него. Скулптурата ще бъде разположена в градски парк. Глобусът ще има радиус 0.5 метра. Действителният радиус на Земята е 6371 километра. Орбитите на спътниците ще бъдат стоманени обръчи с различни радиуси и ориентации.

- **А)** Международната космическа станция се движи по орбита на височина 407 км над земната повърхност. Какво трябва да е разстоянието от повърхността на земния глобус до обръча, представящ нейната орбита в скулптурата?

- **Б)** На поляната около скулптурата е решено да се постави и макет на Луната. На какво разстояние от земния глобус трябва да е той в същия мащаб, ако Луната е отдалечена от Земята на 384 400 km?

- **В)** Разстоянието от Земята до Слънцето е 149.6 милиона километра. То се означава също и като една астрономическа единица – 1 аи. Ако някъде достатъчно далеч в същия парк, или град, поставим и Слънцето в този мащаб, дали ще можем да достигнем от земния глобус до него в рамките на кратка следобедна разходка?

- **Г)** Транснептуновите обекти са малки тела, намиращи се отвъд орбитата на Нептун. Един от тях е Лелеакухонуа. Той се движи по силно изтеглена елиптична орбита, като се отдалечава на максимално разстояние от Слънцето 2100 аи. Възможно ли е някъде по Земята да се постави камъче, което в мащаба на скулптурата да представлява Лелеакухонуа в такава позиция относно Слънцето?

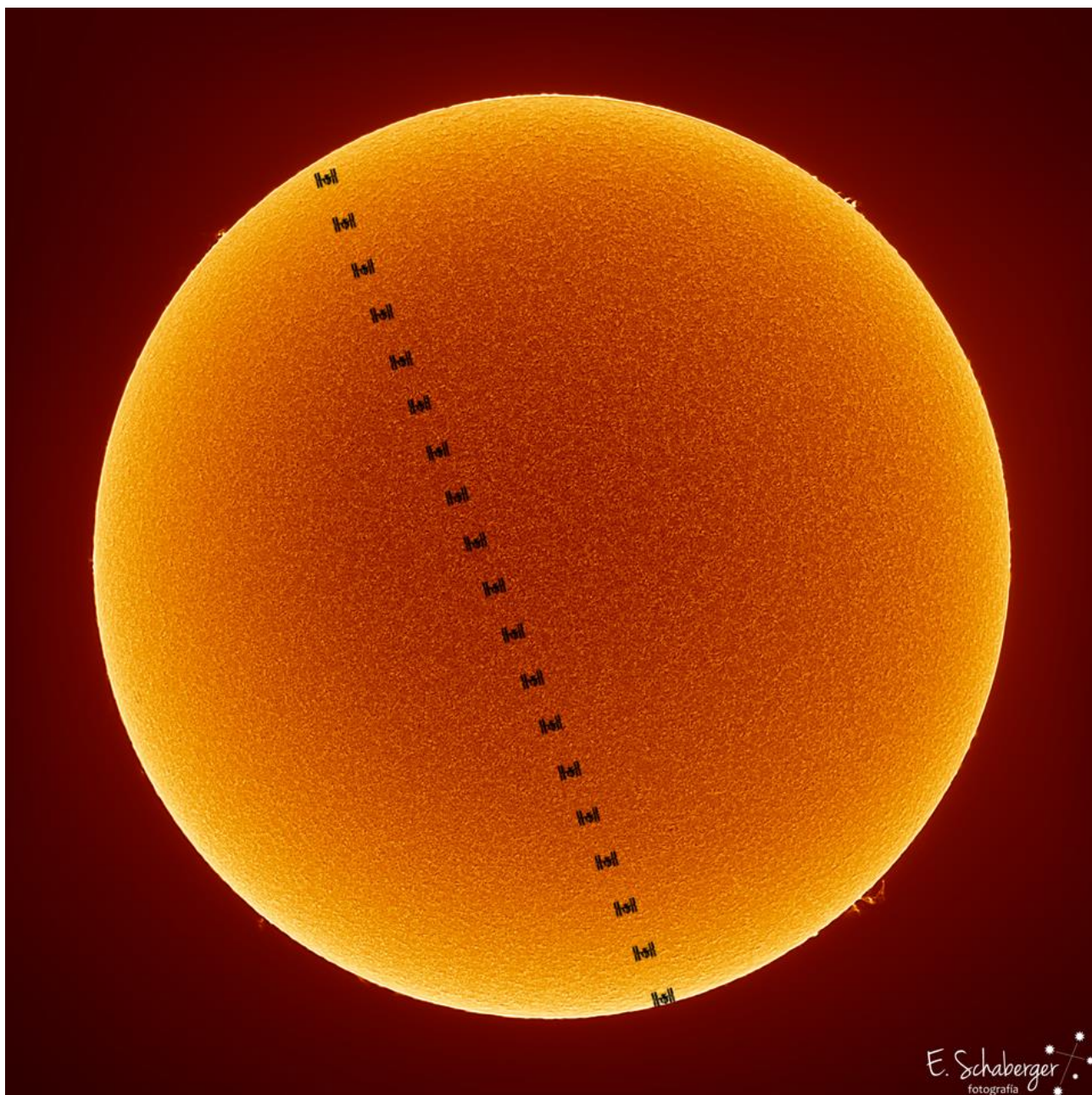
2 задача. Пасаж на МКС. На снимката на следващата страница виждате комбинирано изображение от кадри, заснети по време на преминаване на Международната космическа станция (МКС) пред диска на Слънцето. То е получено в края на месец септември от аржентинския град Санта Фе. Височината на МКС над земната повърхност в този момент е била 416 km.

Приемаме, че Слънцето е било в зенита. Видимият му ъглов диаметър е 0.53°

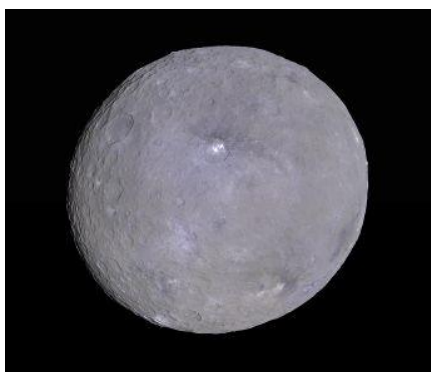


- **А)** Направете необходимите измервания по снимката на Слънцето и определете размера x на станцията. Предполагаме, че плоскостта на слънчевите панели на станцията е била перпендикулярна на слънчевите лъчи.

- **Б)** За колко време МКС е прекосила слънчевия диск, ако не отчитаме въртенето на Земята около нейната ос?



3 задача. Церера.



Вие възглавявате минно-геоложка космическа експедиция, проучваща залежите от натриев карбонат и воден лед в неотдавна откритото „бяло петно“ в кратера Оркатор и други полезни изкопаеми на планетата джудже Церера. Тя е най-големият обект в Главния астероиден пояс, разположен между орбитите на Марс и Юпитер. Церера е приблизително сферична, с диаметър 939 km и маса 0.016% от масата на Земята. Ето някои въпроси, на които трябва да намерите отговорите:

А) Скоростното ограничение по българските магистрали е 140 km/h. За какво време ще направим обиколка на Церера по екватора, движейки се с такава скорост?

Б) Площта на България е 110 994 km². Колко пъти по-голяма е площта на Церера?

В) Колко пъти теглото на космонавтите на повърхността на Церера ще бъде по-малко от теглото им на Земята? Пресметнете времето за свободно падане на миньорски чук от височина 10 метра над повърхността на Церера, при нулева начална скорост.

Упътване: Ускорението на силата на тежестта на повърхността на тяло с маса M и радиус R е:

$$a = \frac{GM}{R^2}$$

където G е гравитационната константа.

4 задача. Ослепителен блясък. Когато в топлите летни нощи се любиме на ярките звезди Вега, Денеб и Алтаир от летния триъгълник, може и да не предполагаме, че една от тях – Денеб от съзвездието Лебед – се намира над сто пъти по-далеч от нас в сравнение с останалите две. Денеб е на разстояние 2615 светлинни години. Светимостта му обаче е 196 000 пъти по-висока от тази на Слънцето. Денеб е бял свръхгигант с температура 8525 K и маса 19 слънчеви маси.

• А) На какво разстояние трябва да се намира звезда като Слънцето, за да има същия видим блясък в нашето небе, както Денеб?

• Б) Ако заменим Слънцето с Денеб, на какво разстояние трябва да поставим Земята, така че да получава същата лъчиста енергия, каквато сега получава от Слънцето?

• В) Определете радиуса на Денеб в единици слънчеви радиуси и пресметнете какъв би бил неговият видим ъглов диаметър за наблюдател на Земята, ако Денеб е на мястото на Слънцето, а Земята е в новото си положение, описано в подусловие Б). Температурата на Слънцето е 5778 K, а видимият му ъглов диаметър за нас сега е 0.53°. Светимостта на една звезда е пропорционална на четвъртата степен на нейната температура.

• Г) Каква ще бъде съдбата на така полученото ни ново слънце в края на неговия живот?

5 задача. Необикновено затъмнение. На 4 декември 2021г. в Антарктида се е наблюдавало пълно слънчево затъмнение. Дадена ви е карта на земното кълбо. На нея е показано как е преминала сянката на Луната по земната повърхност. Отбелязани са също и моментите на преминаване на сянката в Универсално време (UT).

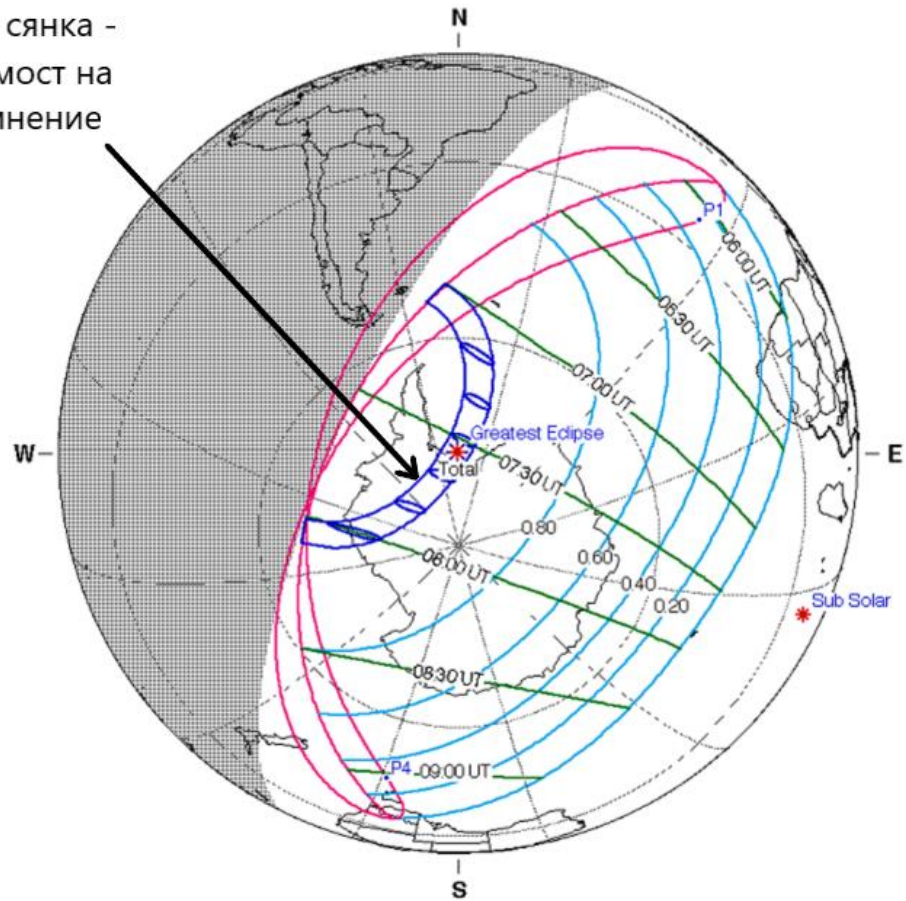
• А) Опишете само качествено как се изменя географската дължина на лунната сянка по земната повърхност с времето.

• Б) В колко часа приблизително сянката се движи право на юг?

• В) Това затъмнение в известен смисъл е необикновено. В каква посока се изменя географската дължина на лунната сянка по време на повечето слънчеви затъмнения, които се наблюдават на места, не толкова близки до земните полюси? Обяснете вашия отговор.

• Г) Отговорете качествено дали пълната фаза на това слънчево затъмнение е била по-продължителна или по-кратка от средната продължителност на пълната фаза на слънчево затъмнение, наблюдавана от екватора.

Път на лунната сянка -
ивица на видимост на
пълното затъмнение



Справочни данни, които могат да се използват за всички задачи:

Маса Земята 5.97×10^{24} kg

Радиус на Земята 6371 km

Гравитационна константа $G = 6.67 \times 10^{-11}$ m³/kg.s²