

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЦЕНТРАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
X НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

II кръг – решения
4 март 2007 г.

Ученици от 7-8 клас

1 задача. Разглеждаме с телескоп лунния кратер Птолемей, който има диаметър 153 км.

■ Какво трябва да бъде увеличението на телескопа, за да наблюдаваме кратера със същия видим ъглов размер, с какъвто виждаме цялата Луна при наблюдение с невъоръжено око?

■ Вие имате нов, голям и мощен телескоп. Поставили сте го на бургаския плаж и се опитвате да видите през него ваш приятел, който е застанал на отсрещния бряг на Черно море (в Грузия). Какво трябва да е увеличението на телескопа, така че да наблюдавате приятеля си със същия ъглов размер, както Луната с невъоръжено око?

Решение: Като използваме видимия ъглов диаметър на Луната δ и разстоянието до нея r , дадени в справочните данни, можем да пресметнем линейния диаметър на Луната $D = r\delta$. В тази формула ъгловият диаметър на Луната трябва да е в радиани, а той ни е даден в градуси. Превръщаме го в радиани, като го умножаваме на π и делим на 180° и получаваме:

$$D = r\delta \cdot \frac{\pi}{180^\circ}$$

$$D \approx 3350 \text{ km}$$

За да наблюдаваме лунния кратер Птолемей със същия видим ъглов диаметър, както видимия ъглов диаметър на Луната при наблюдение с невъоръжено око, трябва да използваме телескоп с увеличение:

$$W = \frac{D}{d} \approx 22 \text{ пъти},$$

където $d = 153 \text{ km}$ е линейният диаметър на кратера Птолемей.

Бихме могли да решим задачата и по друг начин, като изчислим видимия ъглов диаметър на кратера при наблюдение с невъоръжено око:

$$\delta_k = \frac{d}{r}$$

По тази формула получаваме δ_k в радиани. Превръщаме го в градуси и го сравняваме с видимия ъглов диаметър на Луната. Така пресмятаме необходимото увеличение:

$$W = \frac{\delta}{\delta_k \cdot 180^\circ / \pi} \approx 22 \text{ пъти}.$$

Отсрещният бряг на Черно море (грузинското крайбрежие) е твърде далеч от нас. Не бихме могли да видим някакъв обект там с какъвто и да било телескоп, разположен на бургаския плаж. Причината е, че поради кръглата форма на Земята за нас обектът би бил под хоризонта.

2 задача.



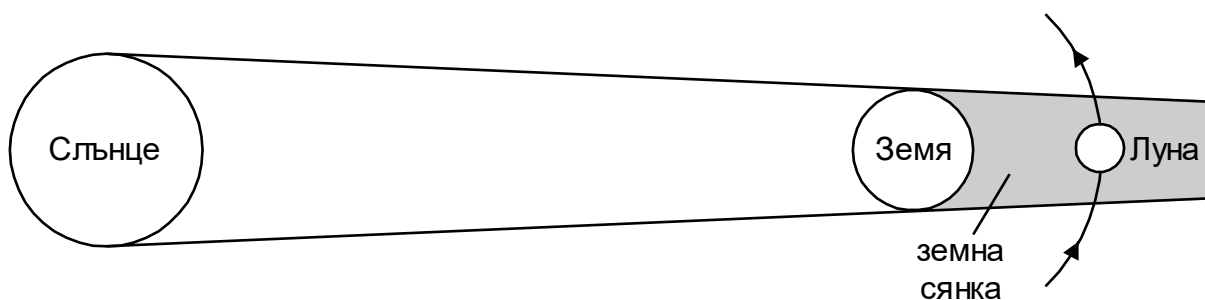
Участничка в астрономическата олимпиада от VII клас тежи 48 килограма. Тя вече знае, че на Луната би тежала само 8 килограма. Седмокласничката си мечтае да бъде като Пипи Дългото чорапче и да може да вдигне кон. Е, ако не на Земята, то поне на Луната. Конят тежи 240 килограма. Пресметнете колко би тежал конят на Луната. Как мислите, ще можете ли вие наистина да го повдигнете там?

Решение: Седмокласничката би тежала на Луната $48 \text{ кг} : 6 = 8 \text{ кг}$ по-малко, отколкото на Земята. Това означава, че Луната създава на своята повърхност 6 пъти по-слабо гравитационно притегляне, отколкото притеглянето на повърхността на Земята. Следователно на Луната конят би тежал $240 \text{ кг} : 6 = 40 \text{ кг}$. Колко тежък предмет можем да вдигнем, зависи от нашите сили. Можем да допуснем, че макар и трудно, на Земята петокласничката е способна поне леко да повдигне своя съученичка с малко по-малко тегло – 40 кг. Тогава вероятно тя би могла да се справи и с повдигането на коня на Луната, който там ще има тегло 40 кг. Затруднения биха й създали нейният скафандър и разбира се, скафандърът на коня. Но тези затруднения могат да се елиминират, ако си представим, че момичето и конят се намират в изолирана лунна база, където има въздух за дишане. По-сериозна пречка би се оказало това, че момичето трудно ще намери начин да обхване с ръцете си коня, за да го повдигне.

3 задачи.

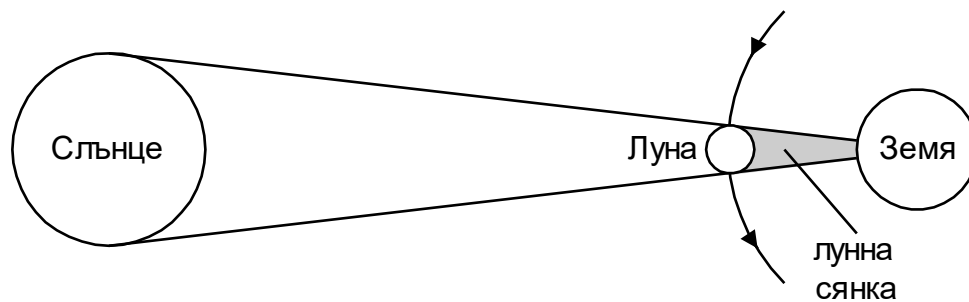
- Защо пълната фаза на лунно затъмнение може да трае повече от час, а пълната фаза на слънчево затъмнение – само няколко минути?
- Лунно затъмнение можем да наблюдаваме по различно време на нощта. А можем ли да видим лунно затъмнение през деня? Обяснете своя отговор.

Решение: Лунно затъмнение се получава, когато Луната попадне в сянката на Земята.



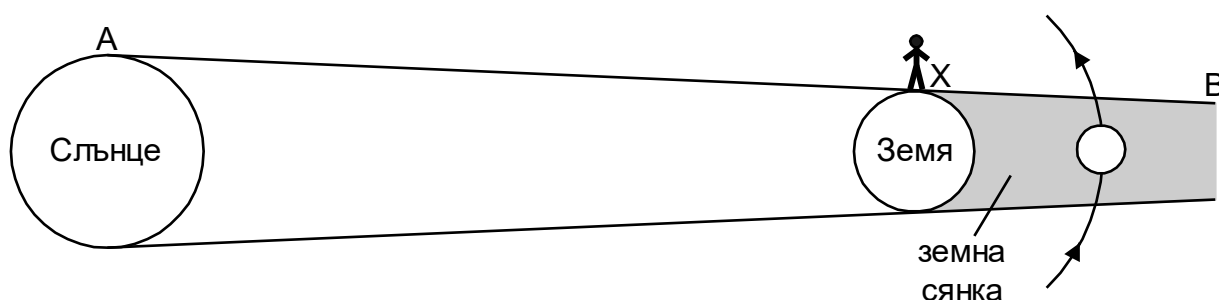
На разстоянието от Земята до Луната земната сянка е около два и половина пъти по-голяма по диаметър от самата Луна. На Луната е необходимо значително време, за да премине през земната сянка. Затова пълната фаза на лунното затъмнение е продължителна.

Слънчево затъмнение се получава, когато лунната сянка попадне върху Земята.



Лунната сянка е с диаметър около 200 км. Движението ѝ по земната повърхност се определя от движението на Луната по нейната орбита около Земята и въртенето на Земята около нейната ос. Необходимо е много малко време, за да премине цялата лунна сянка през даден наблюдателен пункт на Земята. Затова пълната фаза на слънчевото затъмнение е много кратка.

Да си представим наблюдател в точка X на Земята. За него линията АВ е математическият хоризонт.



Тази линия е на границата между областта от земната повърхност, където Слънцето е изцяло под хоризонта, и областта от земната повърхност, където поне част от Слънцето е над хоризонта. Условно казано, точката X е на границата между деня и нощта. Същевременно линията АВ е на границата на земната сянка. Вижда се, че както Слънцето, така и земната сянка, в която трябва да е Луната при затъмнение, за наблюдателя X са под хоризонта. Следователно няма точка на Земята, от която едновременно в някакъв момент да виждаме и Слънцето, и Луната по време на затъмнение, т.е. да виждаме лунно затъмнение през деня. Това, обаче, е теоретично твърдение. Поради рефракцията, например, ние виждаме небесните обекти на по-голяма височина над хоризонта от действителната. На самия хоризонт рефракцията е над 0.5° . Видимите ъглови диаметри на Слънцето и Луната са по 0.5° , следователно рефракцията може да доведе до това, че да е възможно едновременното наблюдение и на Слънцето, и на Луната когато е близо до пълнолуние, над хоризонта, включително и тогава, когато има лунно затъмнение. Можем да увеличим още повече тази възможност, ако се качим на планински връх, така че физическият хоризонт за нас да бъде под математическия хоризонт.

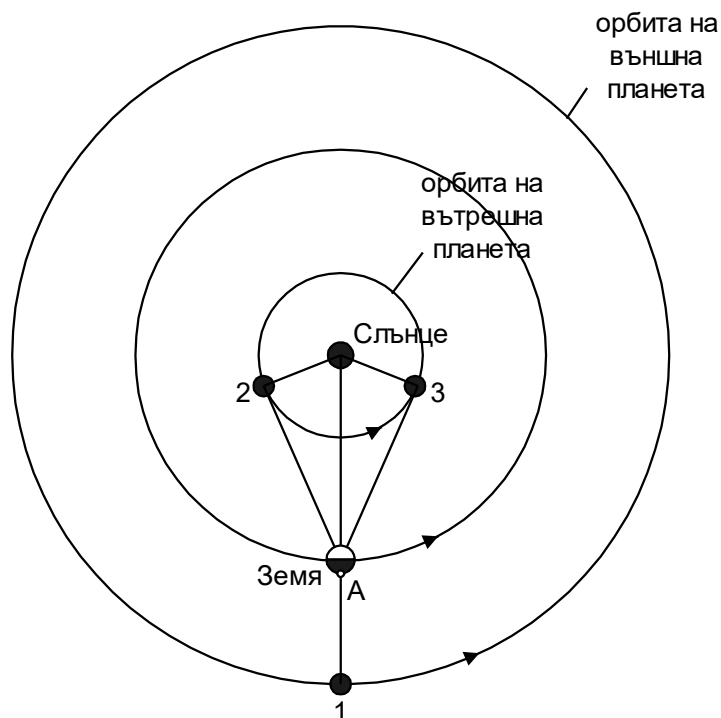
4 задача.

- Кои от планетите могат да се видят от Земята през цялата нощ – от вечерта до сутринта? Как трябва да е разположена планетата относно Земята и Слънцето, за да бъде възможно това? Нарисувайте подходящи схеми и обяснете своя отговор.

- “Настъпва вечерният здрач. В тъмнеещото небе първа заблестява на изток Вечерницата, а след нея – и другите звезди.” След като прочетете внимателно това описание, открийте грешките в него и дайте обяснение за тях.

- Когато виждаме Вечерницата в най-благоприятен за наблюдението ѝ период, дали тя се приближава или се отдалечава по отношение на Земята? Обяснете своя отговор.

Решение:



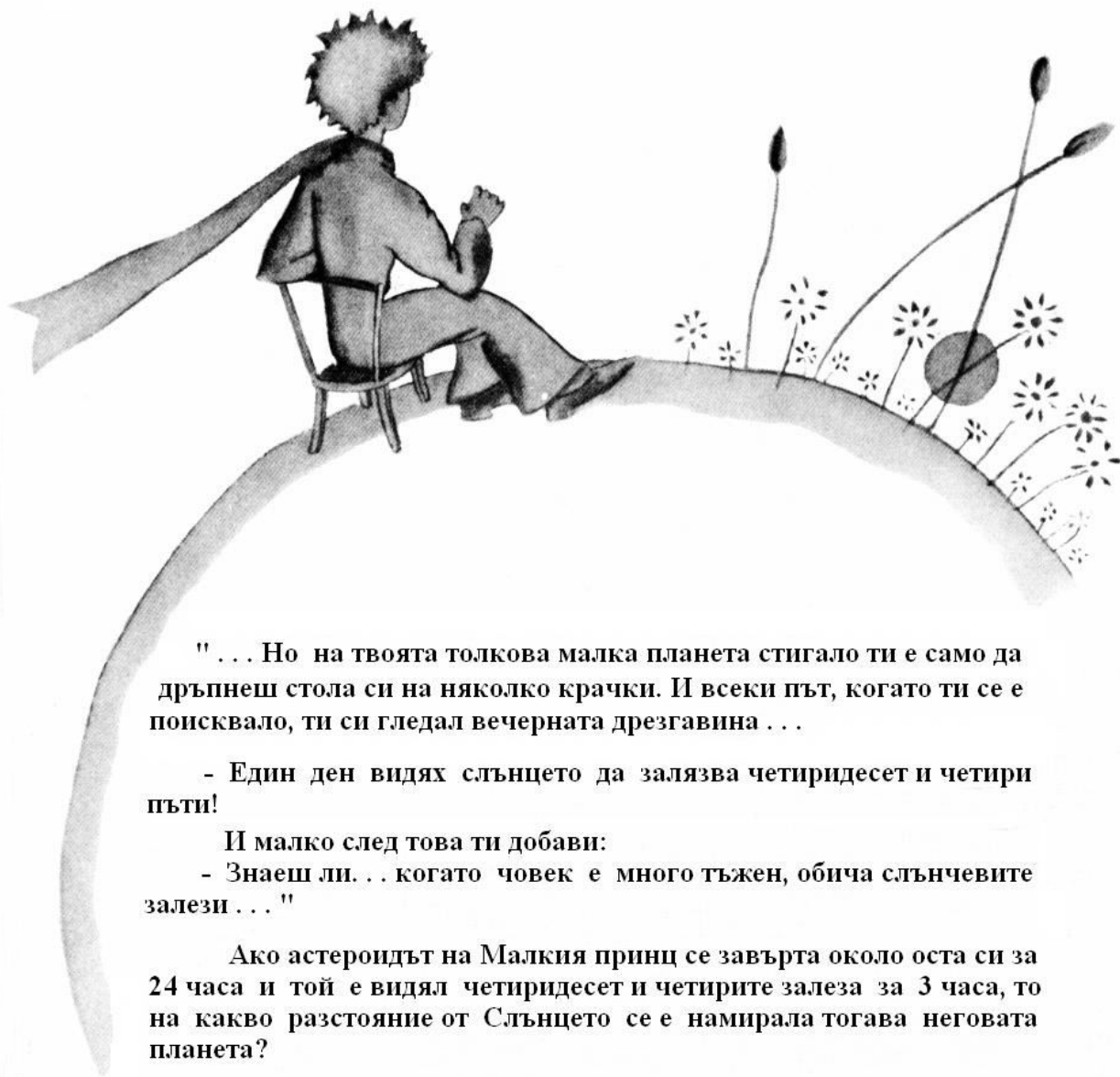
През цялата нощ могат да се виждат външните планети – Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, т.е. тези, които са по-далеч от Слънцето, отколкото Земята. За да се вижда през цялата нощ, една външна планета трябва да е в опозиция – положение 1 на схемата. С други думи планетата трябва да е разположена приблизително на една права линия със Земята и Слънцето, така че Земята да е между планетата и Слънцето. Тогава за земния наблюдател планетата ще се намира по небето приблизително на 180° от Слънцето, ще изгрява със слънчевия залез, в полунощ (когато наблюдателят е в точка А) планетата ще бъде най-високо над хоризонта (горна кулминация) и ще залязва с изгрева на Слънцето.

По принцип вътрешната планета Венера би могла също да се вижда през цялата нощ, от полярните райони (без полюсите) през лятото, в периоди, когато е с голямо отстояние по деклинация от Слънцето. Тогава през нощта Слънцето се спуска на малка дълбочина под хоризонта, а Венера може да остане незалязваща и да се вижда, макар и в светлеещото небе близо до хоризонта.

В дадения текст има две грешки. Първата е, че Вечерницата заблестява на изток. Втората е, че от текста се подразбира, макар и не съвсем явно, че Вечерницата е звезда: “... заблестява на изток Вечерницата, а след нея – и другите звезди.” Както вече отбелязахме, Вечерницата не звезда, а е едно от имената, с които наричаме планетата Венера.

Най-благоприятният период, в който можем да наблюдаваме Венера като Вечерница, е около максималната ѝ източна елонгация – положение 2 на фигурата. Тогава тя е на най-голямото възможно ъглово отстояние от Слънцето, видимо за земния наблюдател. Намира се на изток от Слънцето, така че залязва вечер определено време след неговия залез. Затова се вижда на запад. (Когато планетата е в максимална западна елонгация – положение 3 на фигурата – имаме период на най-добра видимост на Венера като Зорница. Тя изгрява сутрин преди изгрева на Слънцето.) Като имаме предвид, че планетите обикалят около Слънцето в същата посока, в която се движи и Земята, от фигурата виждаме, че в периода на най-благоприятната си видимост като Вечерница Венера се приближава към Земята.

5 задача.



"... Но на своята толкова малка планета стигало ти е само да дръпнеш стола си на няколко крачки. И всеки път, когато ти се е поисквало, ти си гледал вечерната дрезгавина ...

- Един ден видях слънцето да залязва четиридесет и четири пъти!

И малко след това ти добави:

- Знаеш ли... когато човек е много тъжен, обича слънчевите залези..."

Ако астероидът на Малкия принц се завърта около оста си за 24 часа и той е видял четиридесет и четирите залеза за 3 часа, то на какво разстояние от Слънцето се е намирала тогава неговата планета?

Решение: За да направим пресмятанията, приемаме че Малкият принц наблюдава залезите от екватора на своя астероид. Нека залезът на Слънцето започва, когато най-долната точка на видимия слънчев диск докосне хоризонта, и завършва, когато Слънцето изцяло се скрие под хоризонта.. Това означава, че за интервала от време, докато трае залезът, Слънцето изминава един свой ъглов диаметър при видимото си денонощно движение по небесната сфера. Астероидът на Малкия принц се завърта около оста си за 24 часа. Следователно за три часа Слънцето ще измине ъглово разстояние, равно на $360^\circ \times 3^h / 24^h = 45^\circ$. През тези три часа Малкият принц е видял 44 слънчеви залеза, което означава, че Слънцето се е преместило на 44 свои ъглови диаметъра по небето. Следователно видимият от астероида ъглов диаметър на Слънцето е $45^\circ / 44 \approx 1^\circ$. Видимият от Земята ъглов диаметър на Слънцето е 0.5° . Оттук следва, че астероидът на Малкия принц се намира приблизително на двойно по-близко разстояние до Слънцето, отколкото нашата планета, или на $150\,000\,000 / 2 = 75\,000\,000$ км.

Справочни данни:

Разстояние до Луната – 384 000 км

Видим ъглов размер на Луната и на Слънцето – 0.5°

Разстояние от Земята до Слънцето – 150 000 000 км