

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ – 23.02.2012 г.

КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – IX – X КЛАС

1 задача. Съдбата на Слънцето. В хода на своята еволюция звездите преминават през различни стадии и накрая завършват живота си като различни обекти – бели джуджета, неутронни звезди или черни дупки.

- В какво ще се превърне нашето Слънце в края на своята еволюция?
- Ще избухне ли някога нашето Слънце като свръхнова звезда?
- Свръхразвита галактична цивилизация открива Слънцето и мигновено го заменя с черна дупка. Черната дупка има маса, точно равна на масата на Слънцето. Какво ще се случи тогава със Земята по отношение на нейното движение и на условията за живот на повърхността ѝ?

Обяснете вашите отговори.

Решение:

Масата на Слънцето е недостатъчна, за да се превърне то в черна дупка или неутронна звезда. След фазата на червен гигант то ще се превърне в бяло джудже – много плътна малка звезда с маса близка до масата на Слънцето, но с размери малко по-големи от размерите на Земята. Като свръхнови избухват само масивните звезди – именно тези, които накрая се превръщат в неутронни звезди или черни дупки, *както и бели джуджета, които са част от тясна двойна система*. Превръщането на по-малко масивните звезди в бели джуджета става без те да избухват като свръхнови. Слънцето няма да избухне като свръхнова звезда.

Ако Слънцето бъде подменено с черна дупка със същата маса, движението на телата в Слънчевата система няма да се промени. Това е така, защото движението на телата зависи от масата на централното тяло, а не от неговото естество.

Не е така, обаче, с условията на живот на повърхността на Земята. Те почти изцяло се определят от слънчевото греене. Когато слънчевото греене престане, в случая поради подмяна на Слънцето с черна дупка, тогава температурите на Земята ще паднат много, океаните ще замръзнат, *а след тях и земната атмосфера*. Земята ще се превърне в ледено тяло *без атмосфера*, условията на което ще са несъвместими с биологичните форми на живот.

Критерии за оценяване (общо 8 т.)

За отговор в какво ще се превърне в края на живота си Слънцето – 2 т.

За отговор да ли то ще избухне като свръхнова звезда – 2 т.

За обяснение какво ще стане с движението на Земята – 2 т.

За обяснение как ще се променят условията за живота – 2 т.

2 задача. Лунна къща. Представете си, че сте жител на Луната и живеете в лунна къща, построена в центъра на видимата от Земята страна на Луната. В даден момент вие сте пред къщата и земен наблюдател с мощен телескоп ви вижда върху терминатора на Луната (границата между осветената и неосветената част на лунния диск).

- Къде в лунното небе ще се намира Земята за Вас? В каква посока и на каква височина над хоризонта ще виждате Слънцето в този момент?

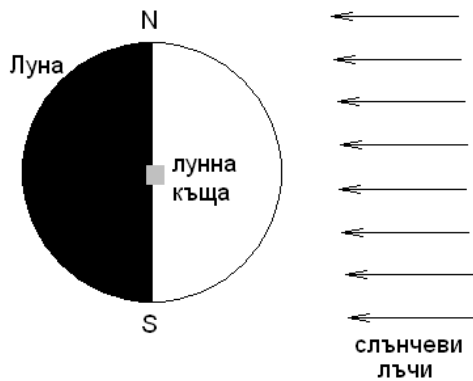
- Как ще се променят видимите положения на Земята и на Слънцето след едно земно денонощие?

- Ако не обичате никога да напускате лунната си къща, то как с астрономически наблюдения бихте доказали, че Луната се върти около Земята?

Обяснете вашите отговори. Синодичният лунен месец е равен на 29.5 денонощия.

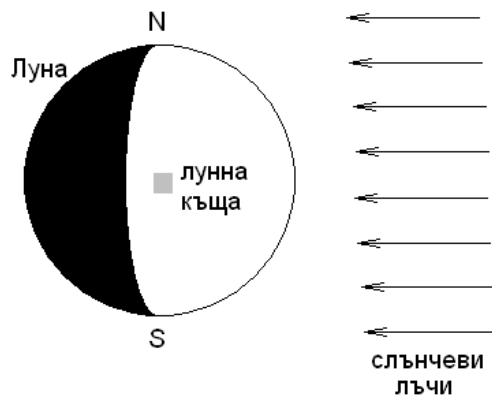
Решение:

Както знаем, Луната е обърната винаги с една и съща своя страна към Земята. Ако ние се намираме в центъра на видимата от Земята страна на Луната, то за нас Земята ще се вижда точно в зенита на лунното небе.



Що се отнася до терминатора, то имаме два случая – тъмната страна е на изток от нас или на запад от нас. Нека отначало приемем, че като стоим пред нашата лунна къща, тъмната страна на Луната е на запад от нас. Слънчевите лъчи идват от изток. Щом сме застанали на терминатора, то ще виждаме Слънцето на хоризонта. Всъщност линията на терминатора ще е размита, защото Слънцето не е точков обект. Можем да приемем, че половината от слънчевия диск ще е над хоризонта, а другата половина – под хоризонта.

На схемата Луната е представена така, както се вижда от Земята. Фазата на Луната е първа четвърт.



След едно земно денонощие терминаторът ще се отмести както е показано на следващата схема, защото Луната „расте” за земния наблюдател. За нас, лунните жители, Слънцето ще се издигне на известен ъгъл над хоризонта. Можем да оценим този ъгъл, като имаме предвид продължителността на лунния синодичен месец. Ъгълът е $360^\circ/29.5 \text{ дни} \approx 12^\circ$.

Земята ще си остане на същото място в зенита. (тук не отчитаме лунните либрации и наклона на лунната ос към еклиптиката.)

В случая, когато тъмната страна на Луната е източно от нас, Слънцето ще се вижда първоначално на западния лунен хоризонт. След едно земно денонощие терминаторът ще се премести малко на запад от нас (той винаги се движи на запад). Така ние ще се окажем в нощната половина от Луната. Слънцето ще се спусне на около 12° под хоризонта. Земята няма да променя положението си.

Движението на Луната около Земята можем да открием, ако наблюдаваме как видимото положение на Земята на фона на звездното небе се променя с времето. Поради елиптичността на лунната орбита ще виждаме периодично изменение на видимите ъглови размери на Земята, а поради орбиталното движение на Луната около Земята ще се променят и видимите ъглови размери на Слънцето. *Ще се променят и ъгловите размери на други тела в Слънчевата система, като най-силна ще е промяната във видимите размери на Марс в опозиция. Тогава той е почти три пъти по-близо до нас, отколкото е Слънцето. Могат да се използват и спектрални наблюдения на различни обекти, в това число и на Слънцето (но не и на Земята). При спектрални наблюдения на Слънцето, в подходящи фази на Луната - когато тя се движи по посока към или от Слънцето, от спектрите, с помощта на ефекта на Доплер, директно може да се получи линейната скорост на орбиталното движение на Луната около Земята.*

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За правилен отговор къде ще се вижда Земята на нашето лунно небе – 1 т.

За правилно посочване и обяснение къде ще се вижда Слънцето – 2 т.

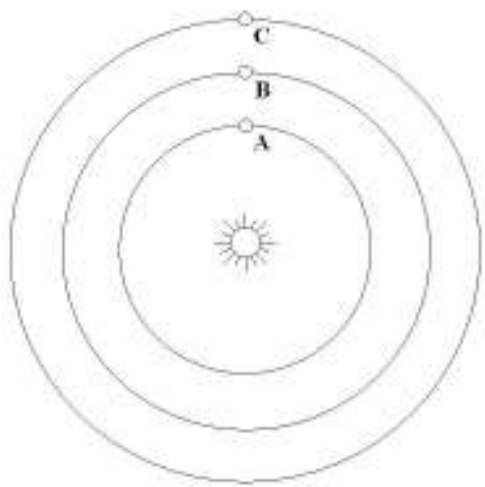
За правилен отговор къде ще бъде Земята след едно земно денонощие – 1 т.

За обяснение къде ще бъде Слънцето – 2 т.

За описание на другия възможен случай – 2 т.

За обяснение как ще открием движението си около Земята – 2 т

3 задача. Три планети. Около Блестящата звезда живее цивилизацията на Трите планети. Разгледайте схемата. Веднъж на определен интервал от време и трите планети се подреждат на една линия и тогава разстоянието от планетата **А** до планетата **В** е същото, както от планетата **В** до планетата **С**. Астроном от планетата **А** наблюдава планетата **В**, а астроном от планетата **В** гледа планетата **С**.



- Дали планетата **В** изглежда толкова ярка за наблюдателя от **А**, колкото планетата **С**, за наблюдателя от **В**? Планетите са с едни и същи размери и с една и съща отражателна способност на повърхността.

- Нека разглеждаме взаимните положения само на две от планетите. За коя двойка планети – **А** и **В**, **В** и **С**, или **А** и **С** – най-често се случва да застанат на една линия със звездата от едната ѝ страна?

Обяснете вашите отговори. Считайте, че орбитите на планетите не лежат съвсем точно в една равнина, и когато планетите застанат по показания начин, никоя от тях не засенчва слънчевата светлина към друга планета.

Решение:

Колкото едно светещо тяло е по-близо до нас, толкова по-ярко го виждаме. В момента, за който се говори в задачата, разстоянията от планетата **В** до **А** и от планетата **С** до **В** са еднакви. На пръв поглед би трябвало планетата **В** да се вижда от **А** също толкова ярка, колкото планетата **С** се вижда от **В**. Но нека си припомним, че планетите са тела, които не светят със собствена светлина. Те отразяват светлина от своето слънце, в случая Блестящата звезда. Планетата **С** е по-далеч от Блестящата звезда, отколкото планетата **В**. Следователно до планетата **С** достига по-малко светлина от звездата, отколкото до **В**. *(По-точно, осветеността от звездата върху планетата намалява обратно пропорционално на квадрата на разстоянието)*. Всички други условия са еднакви – размерите на планетите и тяхната отражателна способност. Оттук заключаваме, че планетата **В** ще изглежда по-ярко за наблюдател от **А**, отколкото планетата **С** за наблюдател от **В**.

Колкото по-голям е радиусът на орбитата на дадена планета около нейната звезда, толкова по-дълъг е нейният орбитален период. Следователно от трите планети най-кратък орбитален период има планетата **А**, а най-дълъг – планетата **С**. Колкото по-близки са орбиталните периоди на две планети, толкова по-рядко ще се случва те да застанат на една права със звездата от едната ѝ страна. Такива взаимни разположения ще се случват по-рядко за двойките съседни планети – **А** и **В**, **В** и **С**. Най-често такива взаимни конфигурации ще се повтарят за двойката планети **А** и **С**, при които разликата между орбиталните периоди е най-голяма. По друг начин това може да се обясни чрез ъгловите скорости на движение на планетите по техните орбити. Разликата между ъгловите скорости на планетите **А** и **С** е най-голяма. Но тази разлика е равна на относителната ъглова скорост на едната планета спрямо отправна система, свързана със звездата и другата планета. Следователно именно при планетите **А** и **С** най-често ще се случва вътрешната планета (в случая **А**) да «застига» и «задминава» другата планета, т.е. по-често ще се случва двете планети да застават на една линия със звездата от едната ѝ страна.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За разбиране на качествено ниво на зависимостта между разстоянието и видимия блясък / осветеност – 1.5 т.

За разбиране на зависимостта на блясъка на планетата от разстоянието ѝ до звездата – 1.5 т.

За правилен отговор и обяснение коя планета ще изглежда по-ярка – 1 т.

За обяснение по второто подусловие – 3 т.

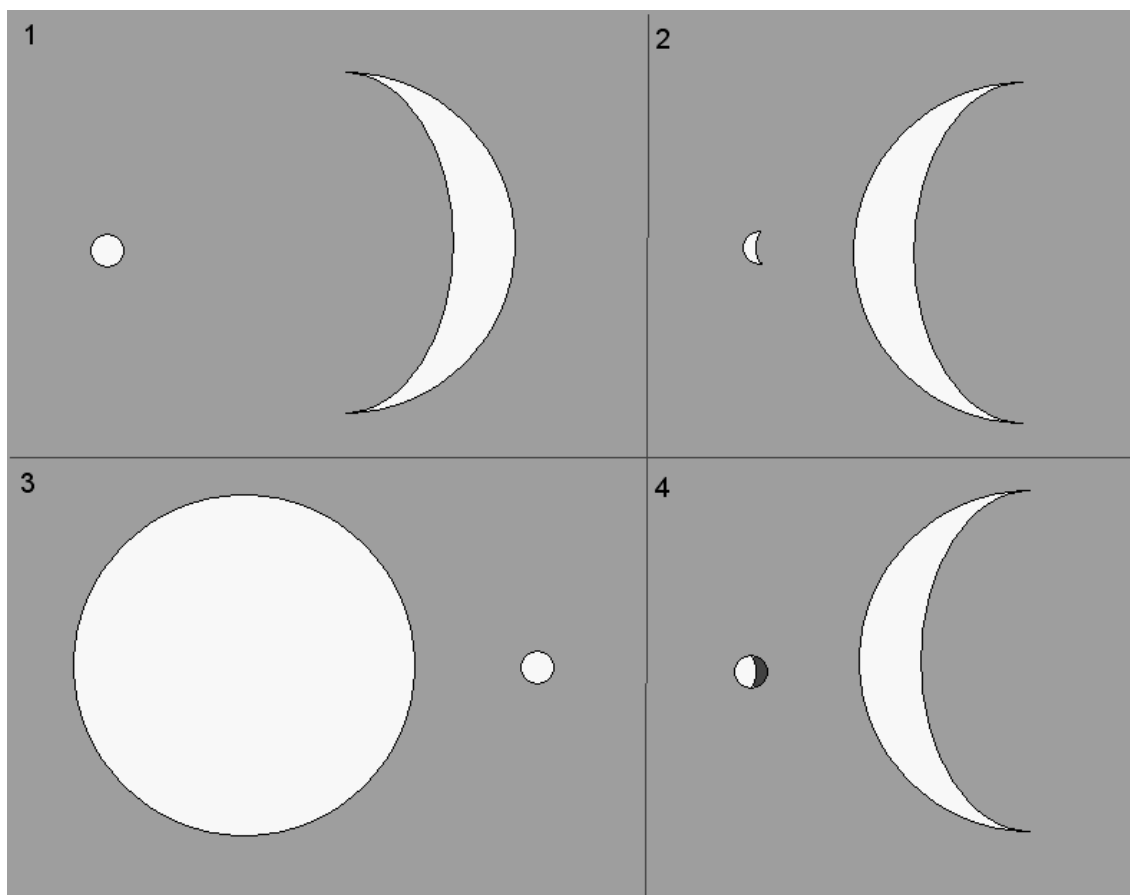
За правилно заключение – 1 т.

4 задача. Истински и фалшиви снимки. Редактор на астрономическо списание получава за публикуване четири снимки от някакъв човек, представящ се за астрофотограф. Редакторът обаче се съмнява, че някои от снимките вероятно са фалшиви – получени чрез фотомонтаж. На снимките се вижда Луната и до нея една планета.

- Кой от четирите снимки може да са истински и кои със сигурност са фалшификат, ако планетата е Венера?

- Кой от четирите снимки биха могли да са истински и кои – фалшиви, ако планетата е Юпитер?

Обяснете вашите отговори. Изображенията на Луната и планетата са представени схематично и техните размери не следва да се отчитат при решаването на задачата.

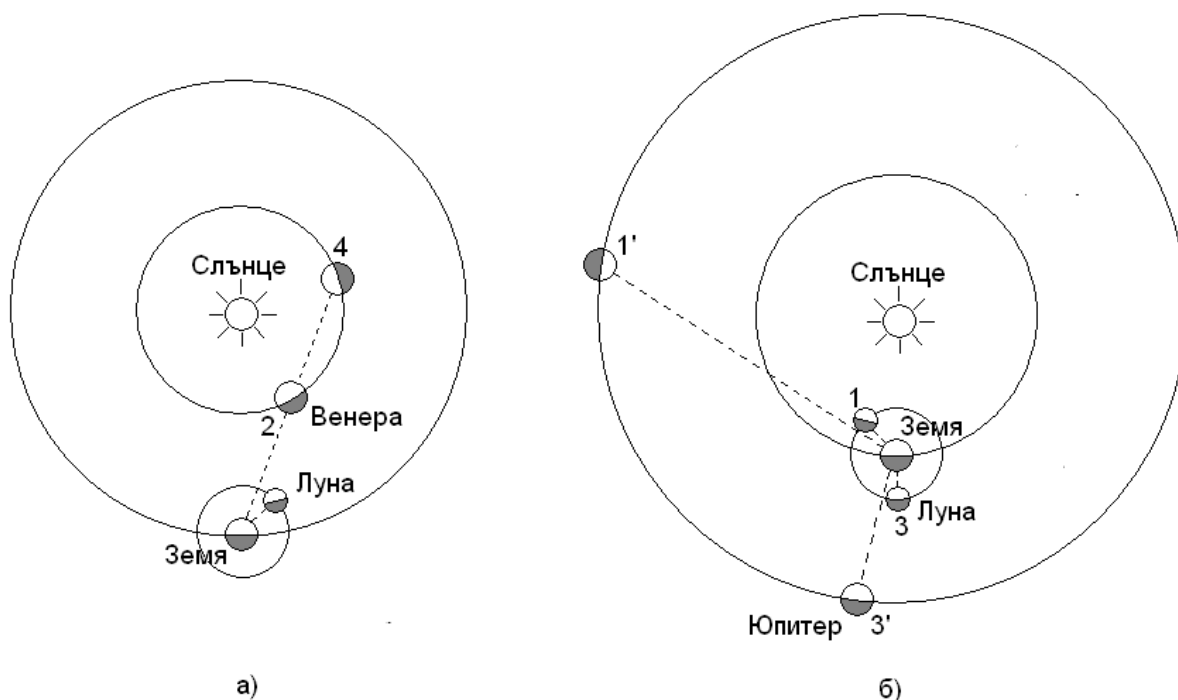


Решение:

Ако планетата е Венера, то снимки 1 и 3 са невъзможни.

На снимка 1 Луната е във фаза няколко дни след новолуние. Тя е в посока изток от Слънцето на няколко десетки градуса ъглово разстояние от него. Ако Венера се вижда близо до Луната, то тя е недалеч от максимална източна елонгация. Тогава Венера ще се вижда във фаза по-голяма или по-малка от четвърт, в зависимост от това дали е преди или след максимална елонгация. На снимка 1 дискът на планетата е цял и това не може да бъде Венера.

На снимка 3 планетата се вижда до Луната, която е в пълнолуние. Тогава Луната е на 180 градуса от Слънцето, а Венера не може да се отдалечава от него на такова ъглово разстояние. Следователно това не може да е Венера.



На снимки 2 и 4 Луната е във фаза няколко дни преди новолуние. Ако Венера се вижда близо до Луната, то тя е недалеч от максимална западна елонгация. Тогава Венера ще се вижда във фаза по-малка или по-голяма от четвърт, в зависимост от това дали е преди или след максимална западна елонгация – положения 2 и 4 на схема а).

Юпитер е няколко пъти по-далеч от Слънцето, отколкото Земята, поради което той не показва забележима фаза по цялата си орбита. Затова снимки 2 и 4 не може да са на Юпитер. Снимки 1 и 3 може да са на Луната и Юпитер, защото той изглежда като кръгъл диск независимо в каква посока от него е Слънцето. На схема б) положенията на Луната и Юпитер 1 и 1' съответстват на снимка 1, а положенията 3 и 3' съответстват на снимка 3.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За разсъждения защо ако планетата е Венера са невъзможни снимки 1 и 3 – 2 т.

За обяснение защо са възможни снимки 2 и 4 – 2 т.

За разсъждение защо ако е Юпитер са невъзможни снимки 2 и 4 – 2 т.

За обяснение защо са възможни снимки 1 и 3 – 2 т.

5 задача. Затъмнения. Специалистите от Националната астрономическа обсерватория – Рожен наблюдават пълно слънчево затъмнение. Известно е, че то ще се наблюдава и от Специалната астрофизическа обсерватория в Кавказ, Русия, намираща се от другата страна на Черно море, спрямо България.

- За коя от двете обсерватории началото на пълната фаза на затъмнението ще настъпи по-рано?

- Може ли в някакъв интервал от време и от двете обсерватории едновременно да се вижда пълно затъмнение?

- Ако в НАО – Рожен се наблюдава не слънчево, а пълно лунно затъмнение, може ли то да бъде наблюдавано и от обсерваторията Джеймс Кук в Нова Зеландия?

Обяснете вашите отговори.

Решение: Луната се движи по орбитата си от запад на изток и преминавайки между Слънцето и Земята, тя ще хвърля сянка върху земната повърхност, която също ще се движи от запад на изток (освен, понякога, в полярните области). Тъй като планината Кавказ е на изток от България, на източния бряг на Черно море, то първо пълната фаза на затъмнението ще настъпи в Роженската обсерватория. Размерът на пълната сянка на Луната е от порядъка на 200-300 км. Разстоянието между двете обсерватории е значително по-голямо от това.

Разстоянието до отсрещния бряг на Черно море е над 1000 км, а между двете обсерватории над 1500 км и не е възможно слънчево затъмнение да се наблюдава в тях едновременно.

За разлика от слънчевото затъмнение, което се наблюдава на много малка част от земната повърхност, лунното затъмнение се вижда от цялото земно полукълбо, обърнато в дадения момент към Луната. Нова Зеландия е почти от обратната страна на Земята. Затова почти във всички случаи, когато затъмнението се вижда от България, то няма да се вижда в същия момент от Нова Зеландия и обратно. Поради околоосното въртене на Земята, обаче, и поради значителната продължителност на лунното затъмнение, в много от случаите едно и също лунно затъмнение ще бъде видимо и от двете обсерватории, макар и в различни свои моменти. Но все пак разстоянието по географска дължина е по-малко от 180° . Нова Зеландия е на запад от 180-тия меридиан, а България е на изток от нулевия меридиан. Затова са възможни случаи, когато Луната е на западния хоризонт за Нова Зеландия, тя да се вижда малко над източния хоризонт в България. Ако в този момент има лунно затъмнение, то за кратко време ще може да бъде наблюдавано едновременно от двете обсерватории.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За правилен отговор къде първо ще започне пълната фаза на слънчевото затъмнение – 1 т.

За обяснение – 2 т.

За разсъждения относно възможността едновременно да се наблюдава пълно слънчево затъмнение и в България, и в Кавказ – 3 т.

За обяснение дали може да се наблюдава лунно затъмнение в България и Нова Зеландия – 2 т.