

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

II кръг, 3 февруари 2014 г.
Ученици от 5-6 клас – решения

1 задача. Планета гигант. Около далечна звезда е открита газова планета гигант, подобна на Юпитер. Тя се върти около оста си с период 8 часа. Голямото виолетово петно е огромен вихър в бурната атмосфера на планетата, който се намира на екватора. Един от спътниците на планетата – Скалистият спътник – се движи около нея с период 16 часа. А Леденият спътник се движи на по-далечна орбита с период 24 часа. Двата спътника имат кръгови екваториални орбити и обикалят около планетата в същата посока, в която тя се върти около оста си.

- През какъв интервал от време Скалистият спътник прелита над Голямото виолетово петно? А Леденият спътник?

- През какъв интервал от време при движението си около планетата спътниците се сближават на минимално разстояние един от друг?

Обяснете вашите отговори, като нарисувате схема на планетата с орбитите на спътниците и посочите различни характерни положения на спътниците и на Голямото виолетово петно.

Решение:

Лесно се вижда, че периодът на околоосно въртене на планетата и периодите на орбитално движение на нейните спътници са кратни на 8 часа. Нека в някакъв момент от време Скалистият спътник прелита над Голямото виолетово петно (Схема 1а).

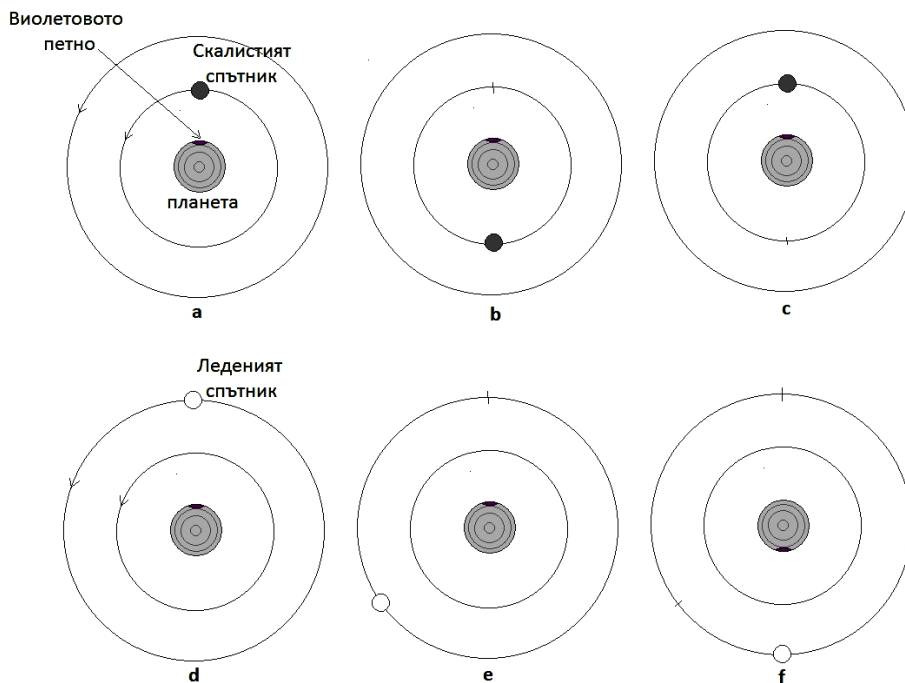


Схема 1.

Осем часа по-късно планетата ще е направила едно пълно завъртане около оста си и Голямото виолетово петно ще е в същото положение, а спътникът ще е изминал половината от пътя си около планетата (Схема 1б). След още осем часа – след още едно завъртане на планетата – атмосферният вихър пак ще е на същото място, а спътникът

отново ще преминава над него (Схема 1с). Следователно Скалистият спътник прелита над Виолетовото петно през интервал от 16 часа.

Да разгледаме движението на Ледения спътник. В даден момент той прелита над Голямото виолетово петно (Схема 1d). Ако нарисуваме последователните положения на този спътник и на атмосферния вихър на планетата през интервали от 8 часа, можем да стигнем до заключението, че Леденият спътник прелита над Виолетовото петно през период, равен на неговия орбитален период, т.е. 24 часа. Но нека да бъдем повнимателни. Осем часа след момента, отразен на (Схема 1d), петното е отново в същото положение, а спътникът е изминал $1/3$ от обиколката около планетата (Схема 1e). Да видим, обаче, какво ще стане само 4 часа по-късно (Схема 1f). За това време спътникът ще измине още $1/6$ от обиколката си, а планетата ще направи половин завъртане около себе си – и отново Леденият спътник ще преминава над Голямото виолетово петно. Само че Виолетовото петно този път ще е разположено диаметрално противоположно на предишното си положение. Така че, от първото преминаване на Ледения спътник над атмосферния вихър до второто ще са изминали общо 12 часа. След още 12 часа Леденият спътник пак ще прелети над Виолетовото петно, но тогава тяхното разположение ще е от другата страна на планетата, същото, както на Схема 1d. Следователно Леденият спътник прелита над Голямото виолетово петно през интервал от 12 часа.

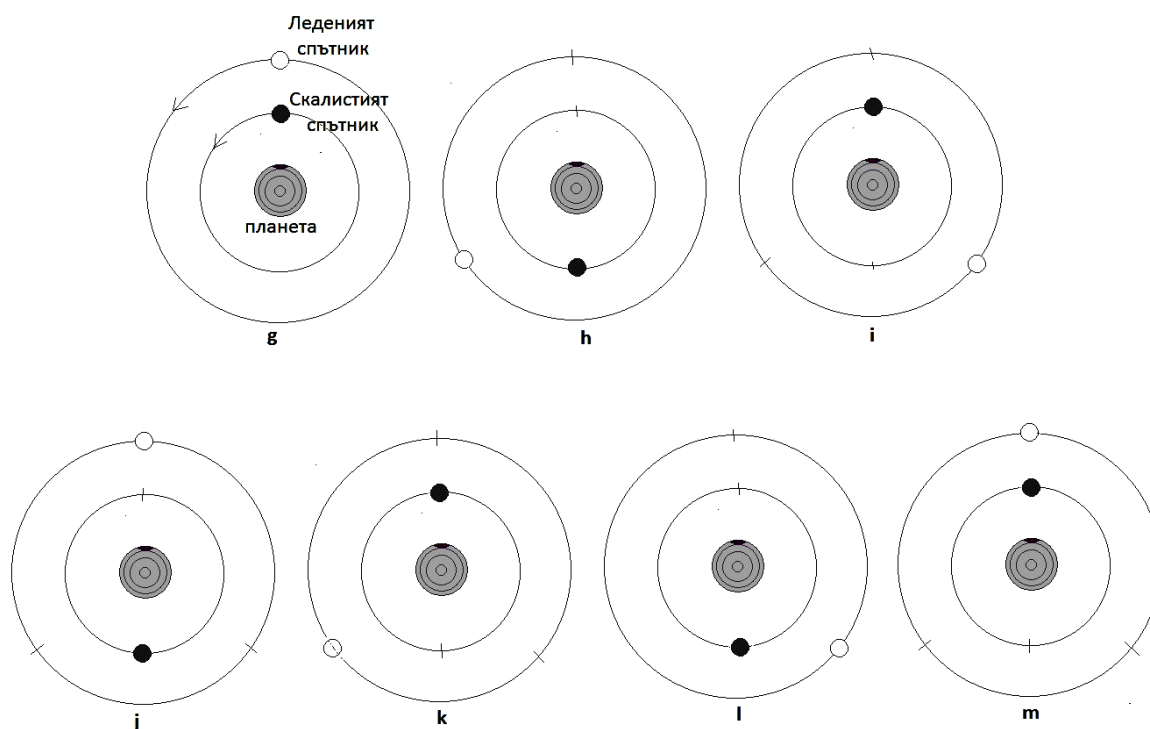


Схема 2.

На Схема 2g е изобразен момент на максимално сближаване на Скалистия и Ледения спътник. Чрез подобни разсъждения, като нарисуваме последователните им положения през 8-часови интервали, можем да установим, че сближаването на спътниците става през период, равен на времето за две обиколки на Ледения спътник около планетата, или 48 часа.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За начертаване на схеми и определяне на интервала, през който Скалистият спътник минава над Виолетовото петно – 4 т.

За начертаване на схеми и определяне на интервала, през който Леденият спътник минава над петното – 4 т. (Ако са направени схеми и разсъждения, но

участникът е стигнал до неправилния извод, че спътникът прелита над петното през интервал от 24 часа, да се дават 2 т.)

За начертаване на схеми и определяне на интервала, през който стават максималните сближавания на двата спътника – 4 т.

2 задача. Космически рекорди. През 1994-95 г. руският космонавт Валерий Поляков е извършил най-продължителния полет на човек в космоса – 438 денонощия на борда на орбиталната станция „Мир”. Това обаче, не е първият му дълъг космически полет. През 1988-89 г. той лети на същата станция 241 денонощия.

- Станцията „Мир” е обикаляла около Земята с период 92 минути. Приемаме, че всеки път, когато космическата станция навлезе в сянката на Земята, Слънцето за нея залязва, а когато станцията излезе от сянката на нашата планета, Слънцето за нея изгрява. Колко изгреви и залези на Слънцето е могъл да види руският космонавт общо за двата си полета от борда на станцията?

- За колко години живот на земната повърхност човек би видял същия брой изгреви и залези на Слънцето?

Решение:

По време на всяка обиколка на орбиталната станция около Земята космонавтите могат да видят един изгрев и един залез на Слънцето. Следователно едно „космическо” денонощие за екипажа на станцията продължава колкото един неин орбитален период, или 92 минути. Космонавтът Валерий Поляков е летял на борда на „Мир” общо:

$$438 + 241 = 679 \text{ земни денонощия}$$

В тях се съдържат:

$$679 \times 24 \text{ часа} \times 60 \text{ минути} = 977760 \text{ минути.}$$

За това време станцията е направила:

$$977760 : 92 \text{ минути} \approx 10628 \text{ обиколки около Земята.}$$

Следователно космонавтът е могъл да види 10628 изгрева и още толкова залеза на Слънцето. В действителност няма как той да ги е видял всичките, понеже през част от времето, естествено, му се е налагало и да спи.

Така космонавтът е преживял 10628 „космически” денонощия. Ако би се намирал на земната повърхност, той би видял същото число изгреви и залези на Слънцето за 10628 земни денонощия. Те биха се равнявали на:

$$10628 : 365.25 \approx 29 \text{ години.}$$

Накрая трябва да отбележим, че космонавтът е преживял на борда на станцията близо две години и за тези две години Земята е направила почти две обиколки около Слънцето. Тъй като направлението на земната сянка се определя от посоката Земя-Слънце, при орбиталното движение на нашата планета, това направление бавно се завърта. За две години станцията ще пресече земната сянка не 10628 пъти, а $10628 - 2 = 10626$ пъти и толкова ще бъдат изгревите и залезите, които биха могли да се наблюдават от космонавта. Но това уточнение не следва да се изисква от участниците в олимпиадата, които с във възрастовата група 5-6 клас.

Критерии за оценяване (общо 9 т.):

За намиране на общия брой дни, прекарани в полет от Валерий Поляков – 1 т.

За извода, че по време на една обиколка на станцията могат да се видят един изгрев и един залез на Слънцето – 1 т.

За верен начин на пресмятане на броя на обиколките на станцията и намиране на броя на изгревите и залезите – 2 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

За правилен метод за определяне на периода от време, за който на земната повърхност бихме видели толкова изгреви и залези – 3 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

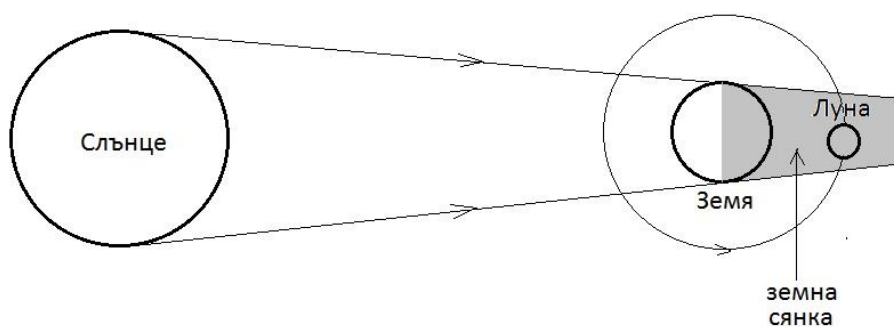
3 задача. Затъмнения. Нарисувайте как са разположени Слъцето, Земята и Луната при слънчево и лунно затъмнение и обяснете как се получават те.

За една година на Земята се случват от 2 до 5 слънчеви затъмнения и от 0 до 3 лунни затъмнения.

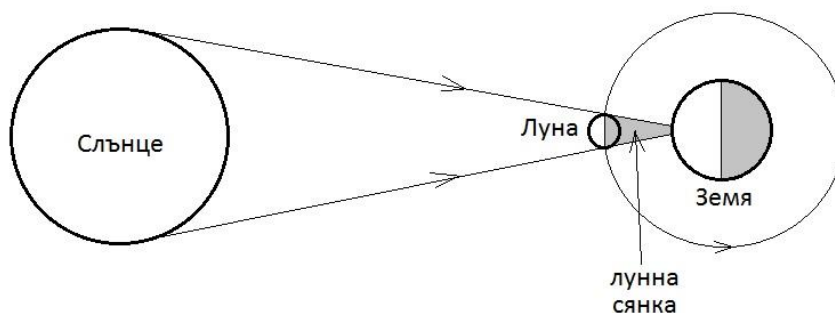
- Колко слънчеви затъмнения биха могли да се наблюдават за една година от лунната повърхност?
 - Наблюдават ли се от Луната земни затъмнения?
- Обяснете вашите отговори.

Решение:

Първо начертаваме схеми, чрез които да обясним как стават затъмненията. Както се вижда на схемите, лунно затъмнение става, когато Луната премине през сянката, хвърляна от Земята, а слънчево затъмнение става, когато върху Земята попадне лунната сянка.



Лунно затъмнение



Слънчево затъмнение

Използвайки тези схеми, можем да си представим какво би се виждало от Луната в същите моменти от време. Когато на Земята се наблюдава лунно затъмнение, за един лунен наблюдател Земята ще закрива Слънцето и всъщност той ще вижда слънчево затъмнение. Следователно когато на Земята се вижда лунно затъмнение, на Луната става слънчево затъмнение. Щом на Земята се наблюдават от 0 до 3 лунни затъмнения, значи на Луната ще се наблюдават годишно от 0 до 3 слънчеви затъмнения.

При слънчево затъмнение, наблюдавано от Земята, сянката, която хвърля Луната върху нашата планета, е много малка. Тя е с размер само около 100 – 200 км. Пълното слънчево затъмнение може да се наблюдава само от малка област върху земното кълбо. Какво би видял тогава един лунен наблюдател? Пълно земно затъмнение за него никога не би имало. Той би трябвало да вижда само едно малко тъмно петънце на лунната сянка някъде върху огряната от Слънцето Земя. Но то ще е толкова малко, че за да го различи наистина, на наблюдателя ще е необходим телескоп.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За представяне на схеми на затъмненията и обяснение – 3 т.

За правилни разсъждения при какви условия на Луната се наблюдава слънчево затъмнение – 2 т.

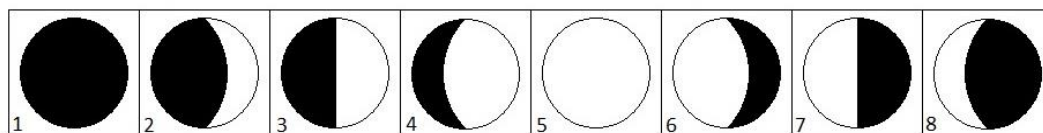
За верен извод колко слънчеви затъмнения се виждат от Луната годишно – 2 т.

За правилни разсъждения относно земните затъмнения, наблюдавани от Луната и извод – 3 т.

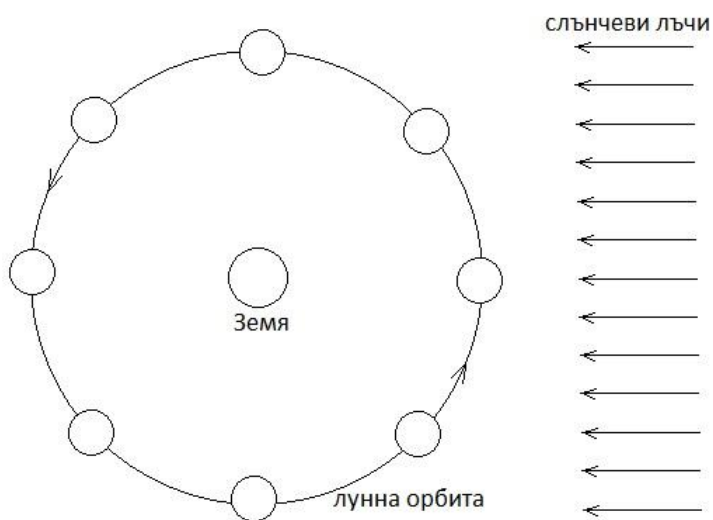
4 задача. Луна в небето. На Фиг.1 виждате поредица от изображения на различни лунни фази.

- На Фиг.2 е дадена схема със Земята, лунната орбита около нея и слънчевите лъчи. Поставете се на мястото на земен наблюдател и помислете в какви фази ще виждате Луната при различните положения, нанесени по нейната орбита. До всяко от тези положения поставете номера на съответната фаза от поредицата на Фиг.1.

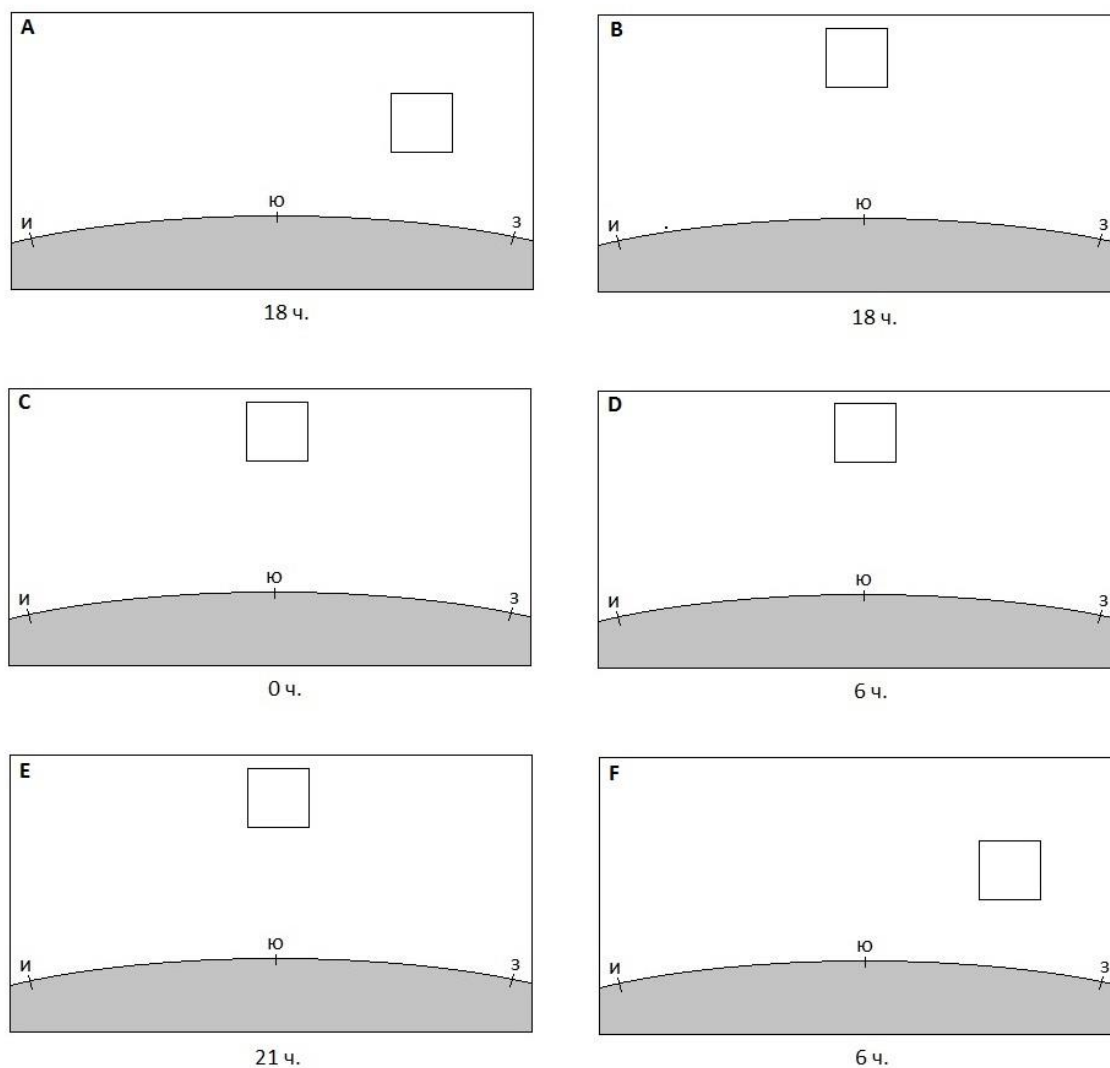
- На Фиг.3 са дадени шест картинки, показващи земната повърхност, хоризонта с посоките на света и небето. Обърнете внимание на моментите от време, отбелязани под картинките. В празните квадратчета нарисуйте Луната в подходящата фаза, избрана от поредицата на Фиг.1. За всеки от случаите обяснете вашето решение.



Фиг. 1



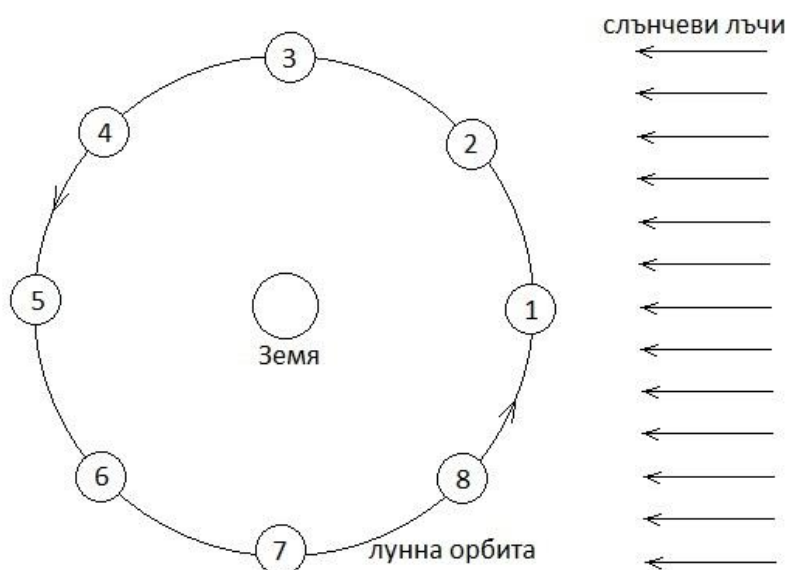
Фиг. 2



Фиг. 3

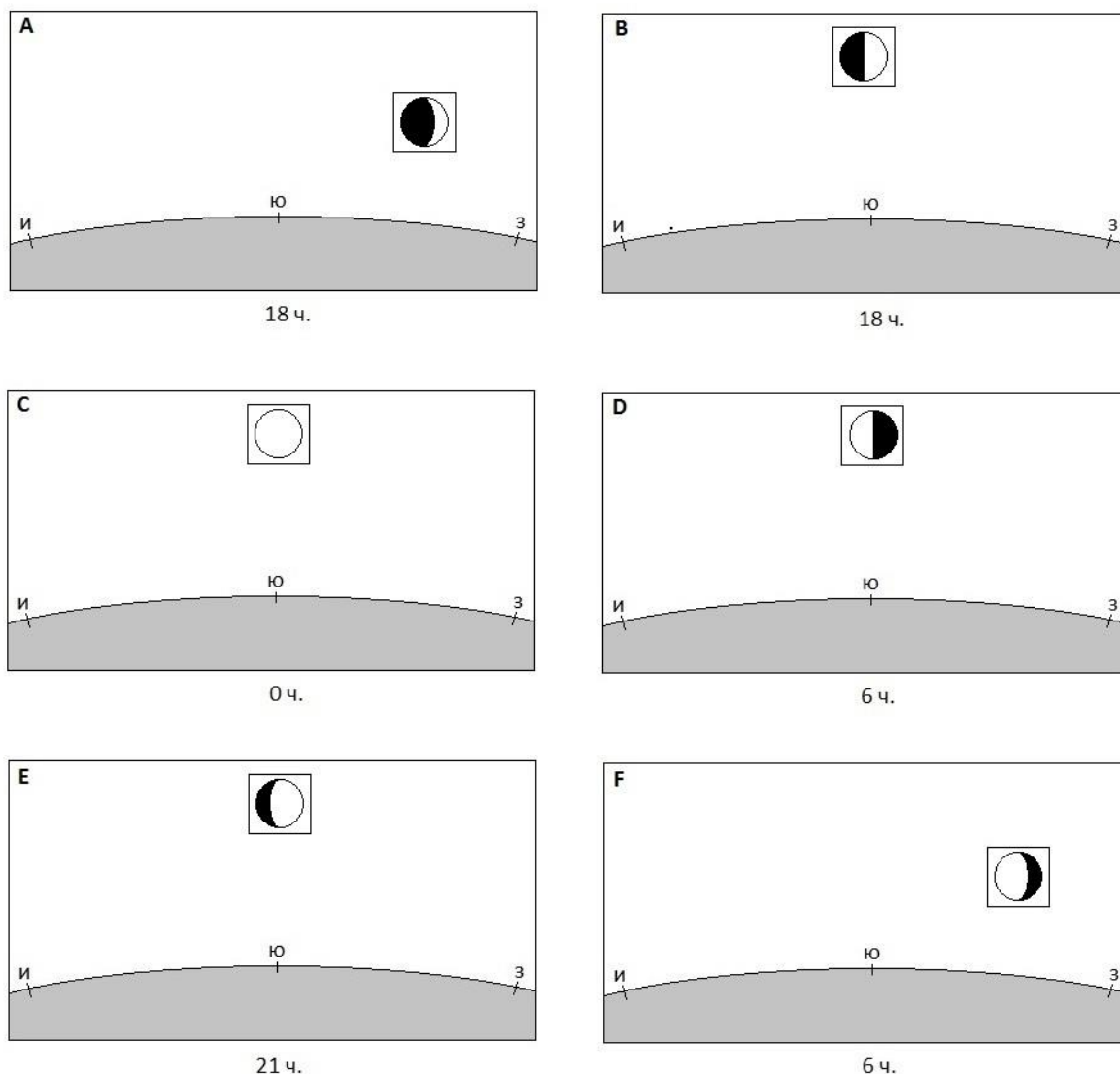
Решение:

На Фиг.1 първата картинка показва Луната в новолуние, картинка 3 представлява Луната в първа четвърт, картинка 5 – в пълнолуние, и картинка 7 – в последна четвърт. На останалите картинки са дадени междинни лунни фази.



Положенията на Луната спрямо Земята и Слънцето при различните фази отбелязваме със съответните номера на картинките върху Фиг.2. При новолуние Луната се намира на небето приблизително в същата посока, в която е Слънцето и е обърната към нас с неосветената си страна. При пълнолуние тя е обърната към Земята с цялата си осветена половина.

Фиг.3А съответства на ранна вечер – 18 ч. Слънцето наскоро е залязло и следователно е някъде не много под хоризонта на запад. Луната е на югозапад. Тя трябва да изглежда като сърп, обърнат с изпъкналата си страна на запад, защото тази страна на Луната се огрява от Слънцето. Лунният сърп е сравнително тънък, понеже Луната не е много отдалечена по видимо ъглово разстояние от Слънцето. Следователно в празното квадратче трябва да поставим картинка 2 от Фиг.1.



Фиг.3В също показва ранна вечер, но Луната е на юг. Тя е на 90° от Слънцето. Това отговаря на фаза първа четвърт. Лунният сърп е обърнат с изпъкналата си страна на запад, откъдето идват слънчевите лъчи. В квадратчето поставяме картинка 3 от Фиг.1.

На Фиг.3С е полунощ. Тогава Слънцето е най-дълбоко под хоризонта и то, под точката север на хоризонта. Луната е на юг, най-високо над хоризонта. Следователно Луната е в противоположната на Слънцето точка от небето. Това означава, че Луната е в пълнолуние и в квадратчето трябва да поставим картинка 5 от Фиг.1.

Фиг.3D изобразява ранна сутрин, 6 ч. Слънцето скоро ще изгрее и следователно се намира малко под хоризонта на изток. Луната е на юг, на 90° от Слънцето. Тя трябва

да е във фаза последна четвърт. Лунният сърп трябва да е обърнат с изпъкналата си страна на изток. В квадратчето трябва да поставим картинка 7 от Фиг.1.

На Фиг.3Е е вечер, 21 часа. Луната е най-високо над хоризонта на юг. Това значи, че нейна фаза е малко след първа четвърт и в квадратчето следва да се постави картинка 4 от Фиг.1.

На Фиг.3F е 6 часа сутринта, Слънцето скоро ще изгрее от изток, а Луната е на югозапад. Нейната фаза е между пълнолуние и последна четвърт. В квадратчето поставяме картинка 6 от Фиг.1.

Критерии за оценяване (12 т.):

За правилно отбелязване на номерата на картинките според лунните фази върху лунната орбита на Фиг.2 и кратко обяснение – 3 т.

За правилно изобразяване на вида на Луната върху всяка от картинките на Фиг.3 и кратко обяснение – $6 \times 1.5 = 9$ т.

5 задача. Бързоходци. В първия кръг на олимпиадата вие се срещнахте с митични древногръцки бързоходци, които имат крилати сандали, когато се налага, летят и могат да обиколят земното кълбо за 24 часа. Сега един такъв бързоходец отново е застанал на екватора, на индонезийския остров Калимантан. Приятелката му бързоходка също се намира на екватора, но на 15° западно от него, на съседния остров Суматра. В един ден бързоходецът се събужда рано сутринта и при изгрева на Слънцето тръгва на изток. Бързоходката също дочаква изгрева на Слънцето и тръгва на запад. След време те се срещат.

- Колко време ще е пътувал от тръгването си до срещата бързоходецът? А бързоходката?

- Ако при тази среща бързоходците не се спрат, а се разминат, продължавайки да се движат всеки в своята посока, къде по земното кълбо ще бъде следващата им среща?

Решение:

Щом бързоходката е на 15° западно по географска дължина от бързоходеца, то за нея Слънцето ще изгрее малко по-късно, отколкото за бързоходеца. Земята прави едно завъртане около себе си на 360° за 24 часа (относно посоката Земя-Слънце). За един час тя се завърта на 15° :

$$360^\circ / 24 = 15^\circ$$

Следователно за бързоходката на остров Суматра Слънцето ще изгрее с 1 час по-късно, отколкото за бързоходеца на остров Калимантан. Бързоходката ще тръгне да пътешества 1 час по-късно, отколкото бързоходеца. Бързоходецът може да обиколи цялото земно кълбо за 24 часа. За 12 часа той ще направи половин обиколка и ще достигне до някаква точка А от земния екватор, която е противоположна на отправната точка на неговото пътешествие. През това време бързоходката ще се е движила в продължение на 11 часа, с 1 час по-малко от бързоходеца, понеже тя тръгва с 1 час по-късно от него. Но до точката А, до която е стигнал бързоходецът, тя има да измине по-малко път, защото се намира на 15° западно от него. Разстоянието от 15° по географска дължина представлява $1/24$ част от обиколката на Земята. Бързоходката би го изминала за 1 час. Следователно до точка А на нея ѝ остава да измине $11/12$ части от обиколката на земното кълбо, за което ѝ е необходимо време точно 11 часа. Следователно бързоходецът и бързоходката ще се срещнат в точка А, като той ще е пътувал в продължение на 12 часа, а тя – в продължение на 11 часа.



Когато се разминат и продължат пътешествието си в същите посоки, бързоходецът и бързоходката ще се срещнат отново след 12 часа и това ще стане в точката на остров Калимантан, откъдето е тръгнал първоначално бързоходецът.

Критерии за оценяване (общо 9 т.):

За съобразяване, че Слънцето ще изгрее с 1 час по-късно за бързоходката – 2 т.

За правилен начин на определяне къде и колко време двамата ще пътуват до първата си среща – 3 т.

За верни числени отговори – 1 т.

За правилни разсъждения по въпроса къде ще бъде втората среща – 2 т.

За правилен краен отговор къде ще е втората среща – 1 т.