

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 7-8 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).

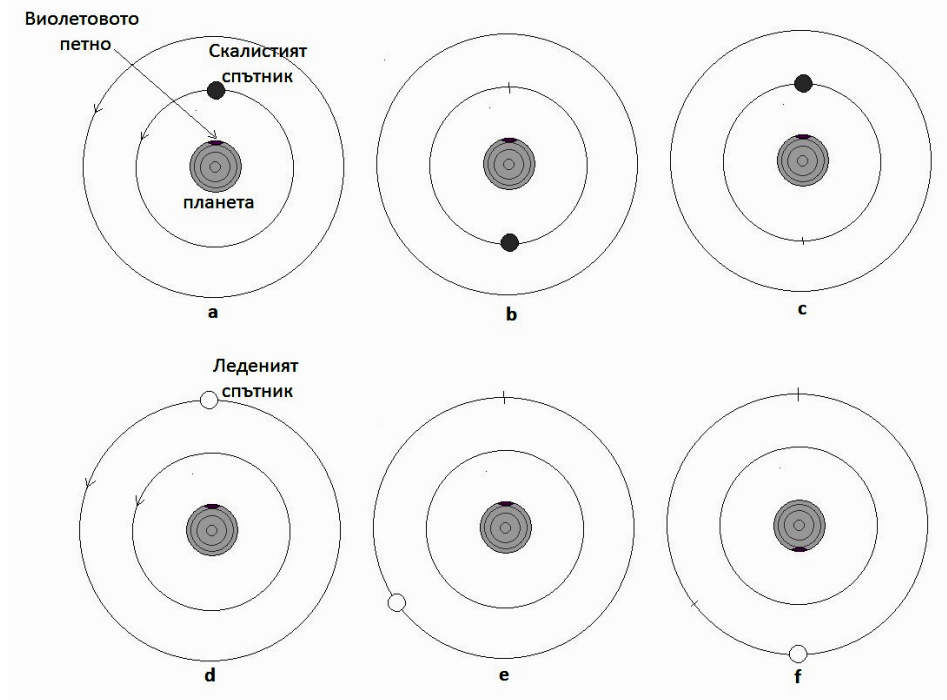


Схема 1.

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 от другата страна на планетата, същото, както на Схема 1d. Следователно Леденият спътник прелита над Голямото виолетово петно през интервал от 12 часа.

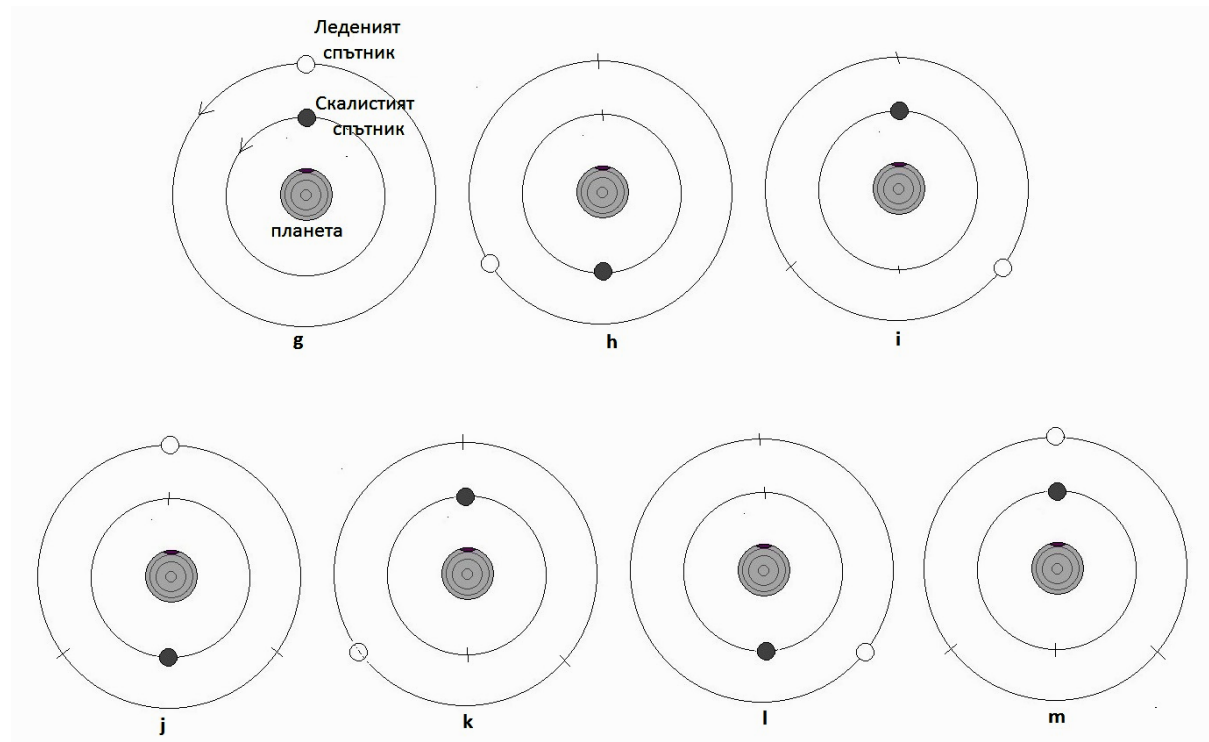


Схема 2.

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

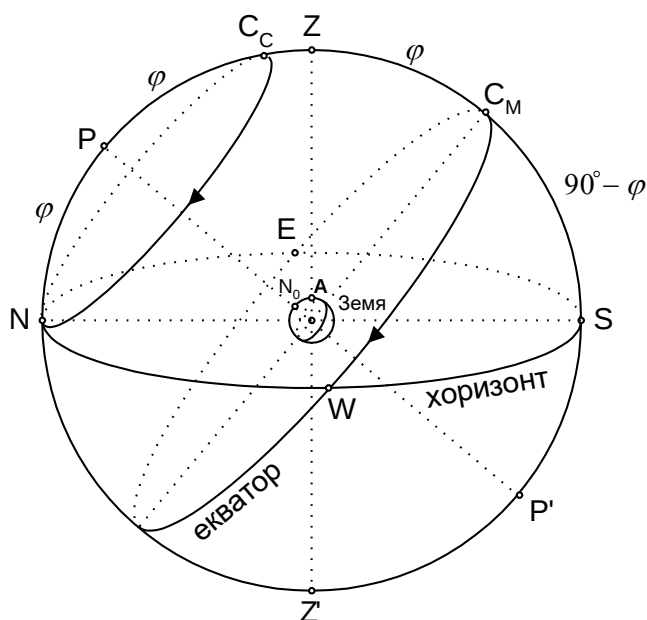
участникът е стигнал до неправилния извод, че спътникът прелита над петното през интервал от 24 часа, да се дават 2 т.)

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

2 задача. Капела и Минтака. Астроном любител от град Видин ($\varphi = 44^\circ$ с.ш.) е определил, че звездата Минтака от съзвездие Орион изгрява точно от изток. Любимата му звезда, обаче, е ярката Капела от съзвездие Колар. Странното при нея е, че в град Видин тя изгрява от север.

- В каква посока на хоризонта залязва Минтака? В каква посока залязва Капела?
 - Каква е максималната височина над хоризонта, на която се издига звездата Минтака за видинския астроном? А звездата Капела?
 - В продължение на колко време звездата Минтака се намира непрекъснато над хоризонта от момента на своя изгрев до залеза си? А Капела?
- Рефракцията да не се отчита.

Решение:



На чертежа с точка А е отбелязано мястото, където се намира наблюдателят, по-точно видинският астроном, върху земното кълбо, N_0 е северният полюс на Земята, N, E, S, W са точките север, изток, юг и запад на хоризонта, Z и Z' са зенитът и надирът, P и P' са северният и южният небесни полюси. Както е известно, небесният екватор пресича хоризонта в точките изток и запад. Щом звездата Минтака изгрява от изток, то тя лежи на небесния екватор. Нейният залез, съответно, ще бъде в точката запад. В горна кулминация звездата е в точка C_M .

Тя отстои тогава от зенита на същото ъглово разстояние, на което точката А върху земното кълбо отстои от земния екватор, а това е географската ширина на наблюдателя φ . Оттук намираме, че височината на звездата над хоризонта в този момент е:

$$h_M = 90^\circ - \varphi = 46^\circ$$

От изгрева до залеза си звездата Минтака ще измине половината от своя денонощен паралел. Следователно тя ще е над хоризонта в продължение на време:

$$t_M = T^* / 2 = 11^h 58^m,$$

където $T^* = 23^h 56^m$ е звездното денонощие.

Звездата Капела изгрява от север. Както се вижда от чертежа, тя описва целия си денонощен паралел над хоризонта и точката на изгрева ѝ съвпада с точката на залеза – Капела залязва също на север. Тя се намира над хоризонта непрекъснато, ако не считаме докосването на хоризонта на север за залез. Ако решим, че тогава имаме миг на залез и веднага изгрев, то Капела се намира над хоризонта без прекъсване в продължение на време:

$$t_C = T^* = 23^h 56^m$$

След като разстоянието от зенита Z до небесния екватор е равно на φ , то разстоянието от зенита до северния небесен полюс P ще е $90^\circ - \varphi$. Това означава, че височината на

северния небесен полюс над хоризонта е равна на φ , както е добре известно от астрономията. В случая можем да заключим, че звездата Капела отстои на ъглово разстояние φ от северния небесен полюс Р и описвайки своя денонощен паралел около него, в горна кулминация се издига до точка С_С на височина над хоризонта:

$$h_C = 2\varphi = 88^\circ$$

Критерии за оценяване (общо 12 т.)

За правилно определяне къде залязват Минтака и Капела – $2 \times 1.5 = 3$ т.

За правилен метод за определяне на височината на двете звезди в горна кулминация – 2×2 т. = 4 т.

За верни числени отговори – 2 т.

За правилно определяне колко време всяка от звездите е над хоризонта – $2 \times 1.5 = 3$ т.

Да се отнема 1 т., ако е използвано слънчевото денонощие вместо звездното

3 задача. Бързоходци. Двама бързоходци с крилати сандали, подобни на тези, които имат някои герои от гръцката митология, могат да обиколят земното кълбо за 24 часа. Единият от тях се намира в София ($\varphi = 42^\circ 42'$ с.ш., $\lambda = 23^\circ 20'$ и.д.), а другият – във Варна ($\varphi = 43^\circ 13'$ с.ш., $\lambda = 27^\circ 55'$ и.д.). В слънчевия ден на 3-ти февруари всеки от бързоходците наблюдава своята сянка. В момента, когато сянката му стане най-къса, всеки от тях начертава на земята стрелка в посоката, в която е насочена сянката. Веднага след това всеки от бързоходците тръгва натам, накъдето е насочена стрелката и обикаля цялото земно кълбо, докато се върне в точката, от която е тръгнал.

- Къде по Земята пътищата на двамата бързоходци се пресичат?
- Ще се срещнат ли бързоходците в първата пресечна точка от пътищата си? Ако не, пресметнете интервала от време между преминаването на единия и на другия бързоходец през тази точка.
- Какво ще бъде при преминаването на бързоходците през всяка една от пресечните точки на пътищата им – ден или нощ?
- Къде по Земята разстоянието между пътищата на двамата бързоходци ще е най-голямо?

Решение:

Сянката на всеки бързоходец става най-къса, когато Слънцето е най-високо над хоризонта. Това се случва по пладне, когато Слънцето се намира на юг. Тогава сянката е насочена на север. Следователно всеки от бързоходците тръгва на север. Техните пътища се пресичат в две точки – северния и южния полюси на Земята.

Тъй като бързоходците са на много близки географски ширини, но на леко различни дължини, моментът пладне ще настъпи малко по-късно за този, който е в София, в сравнение с онзи, който е във Варна. Разликата в географските дължини на двамата е:

$$\Delta\lambda = 27^\circ 55' - 23^\circ 20' = 4^\circ 33' = 4.55^\circ$$

Това съответства на закъснение в момента на изгрева за бързоходеца в София:

$$\Delta t_1 = (24^h \times 4.55^\circ / 360^\circ) \times 60^{\text{min}} = 18.2^{\text{min}}$$

Бързоходецът, който е в София, ще тръгне с 18.2 минути по-късно от бързоходеца във Варна. Освен това, бързоходецът от Варна има да измине до първата пресечна точка на пътищата – северния полюс – малко по-малко път, понеже се намира на по-висока географска ширина. Разликата между географските ширини на двамата е:

$$\Delta\varphi = 43^\circ 13' - 42^\circ 42' = 31' \approx 0.517^\circ$$

Тъй като бързоходците могат да обиколят цялото земно кълбо за 24 часа, то това дава допълнителна преднина на бързоходеца от Варна:

$$\Delta t_2 = (24^h \times 0.517^\circ / 360^\circ) \times 60^{\text{min}} \approx 2.07^{\text{min}}$$

В заключение можем да кажем, че бързоходците няма да пристигнат едновременно в първата пресечна точка от пътищата си – те няма да се срещнат там. В сравнение с бързоходеца от Варна, бързоходецът от София ще премине през тази точка със закъснение:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \approx 20.3^{\text{min}}$$

Тъй като бързоходците започват своето пътешествие на 3 февруари и могат да обиколят цялото земно кълбо само за 24 часа, то когато минават през първата пресечна точка от пътищата си – северния полюс – там ще бъде полярна нощ. Във втората пресечна точка – южния полюс – ще бъде полярен ден.

Понеже двамата бързоходци се движат по земни меридиани, разстоянието между пътищата им ще бъде най-голямо там, където те пресичат екватора.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За определяне на посоките, в които тръгват бързоходците – 2 т.

За определяне на пресечните точки на пътищата им – 2 т.

За отговор дали ще се срещнат на северния полюс и обяснение – 1 т.

За правилен начин на пресмятане с колко ще закъснее бързоходецът от София спрямо този от Варна – 2 т.

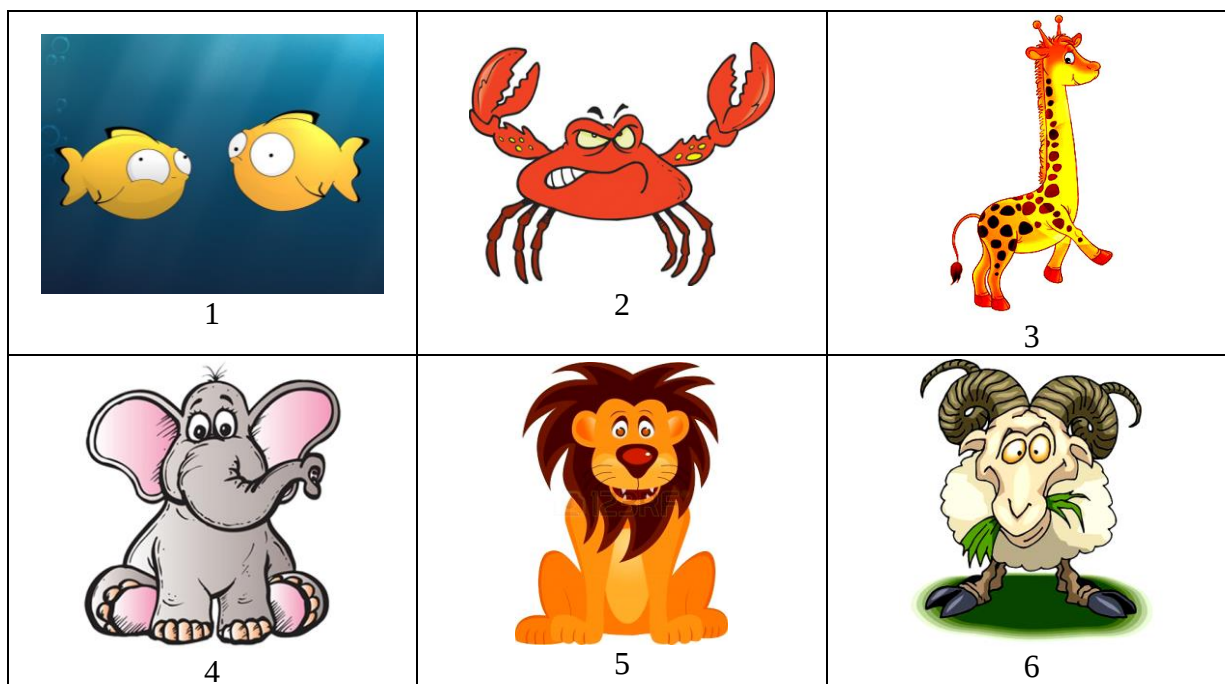
За верен числен отговор – 1 т.

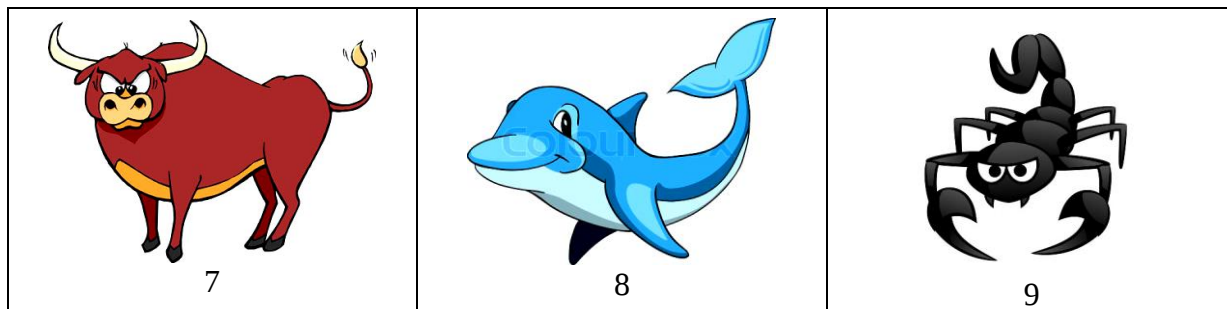
За определяне дали ще бъде ден или нощ в пресечните точки – 2 т.

За отговор къде разстоянието между пътищата им ще е най-голямо – 2 т.

4 задача. Зоопарк. Дадена ви е поредица от картинки на животни. Направете списък с названията на тези животни. Опитните астрономи любители сред вас веднага ще забележат, че полученият списък е свързан с астрономията, но от една страна, той не е пълен, а от друга страна, в него има някои излишни названия.

- Посочете кои са излишните животни в списъка.
- Допълнете списъка с названията, които липсват.
- Подредете названията в необходимата последователност според техния астрономически смисъл.





Решение:

Съставяме списък с названията на животните, изобразени на картинките:

1. Риби; 2. Рак; 3. Жираф; 4. Слон; 5. Лъв; 6. Овен; 7. Бик; 8. Делфин; 9. Скорпион.

Виждаме, че всички тези животни, с изключение на слона, могат да се намерят като съзвездия на небето. Първият елемент, който трябва да изключим от списъка – това е слонът. Явно е бил доста тежък, за да се озове сред съзвездията...

Повечето от останалите животни в списъка присъстват на небето като зодиакални съзвездия. Те именно образуват последователност, защото бележат видимия път на Слънцето на фона на звездното небе през годината. Има съзвездия Жираф и Делфин, но те не са зодиакални. Изключваме от списъка и тях.

Остават шест названия на зодиакални съзвездия, към които трябва да прибавим и липсващите в списъка още шест зодиакални съзвездия. Подреждаме ги в последователността, в която Слънцето преминава през тях, и получаваме:

Овен, Бик, Близнаци, Рак, Лъв, Дева, Везни, Скорпион, Стрелец, Козирог, Водолей, Риби.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За досещането, че повечето от тях са съзвездия и изключване на слона – 3 т.

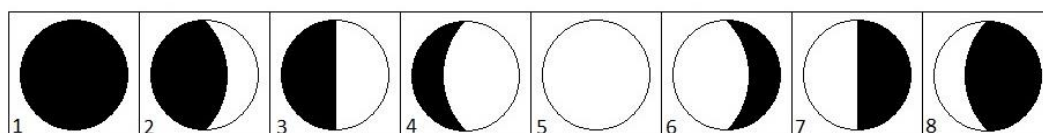
За тредположението, че повечето са зодиакални съзвездия и изключването на жирафа и делфина – 3 т.

За добавяне на липсващите зодиакални съзвездия и подреждане в правилната последователност – 6 т

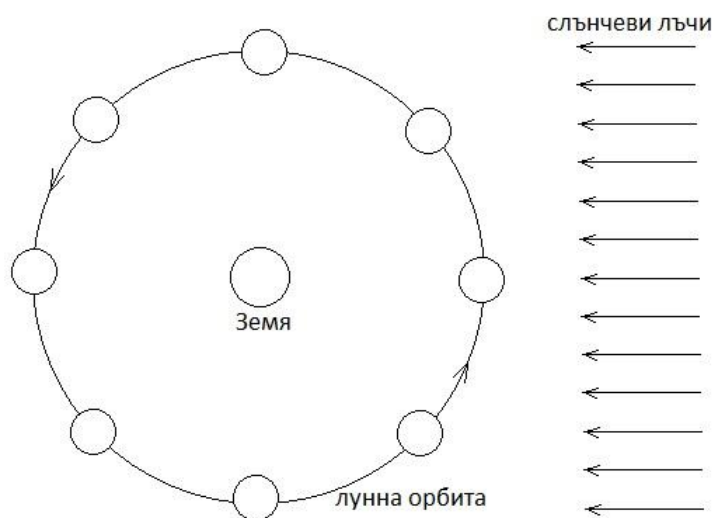
5 задача. Луна в небето. На Фиг.1 виждате поредица от изображения на различни лунни фази.

- 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.

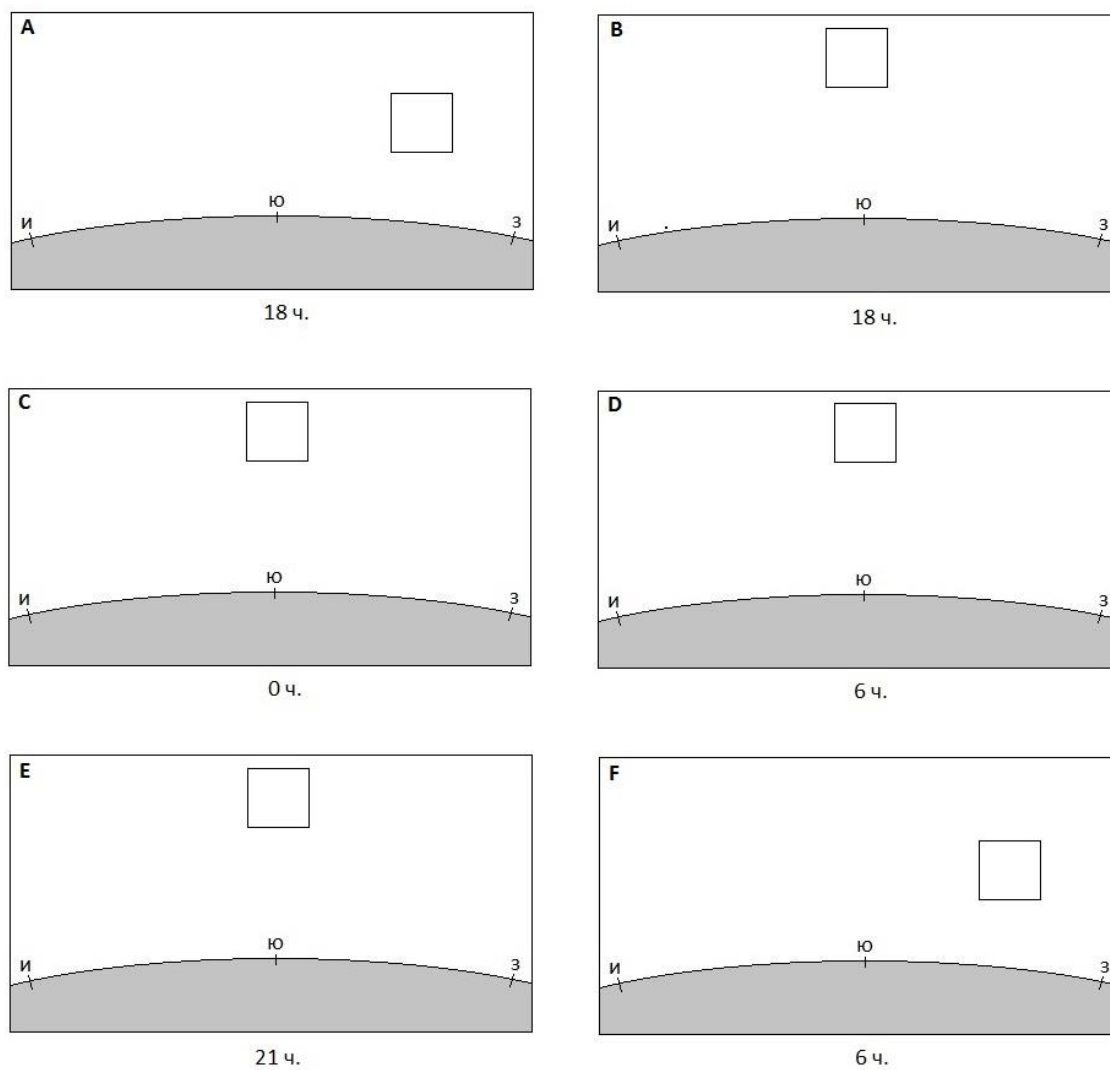
- На Фиг.3 са дадени шест картинки, показващи земната повърхност, хоризонта с посоките на света и небето. Обърнете внимание на моментите от време, отбелязани под картинките. В празните квадратчета нарисуйте Луната в подходящата фаза, избрана от поредицата на Фиг.1. За всеки от случаите обяснете вашето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



Фиг. 1



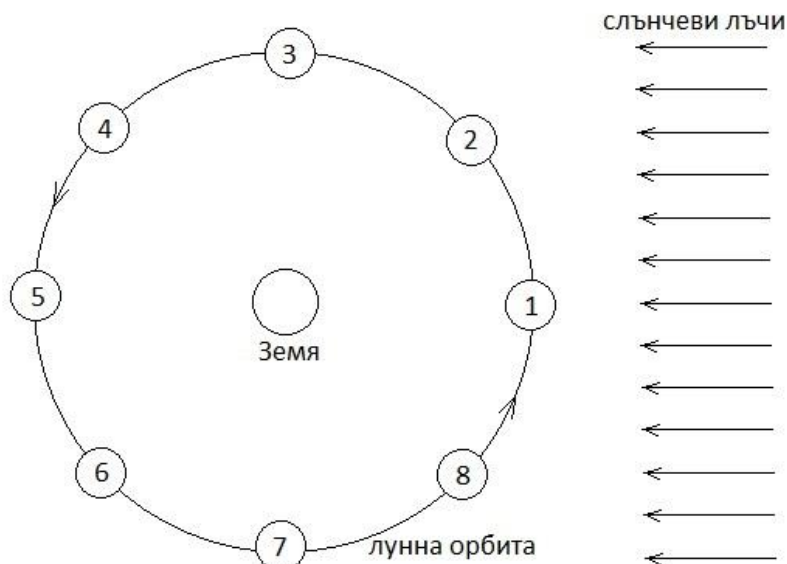
Фиг. 2



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.

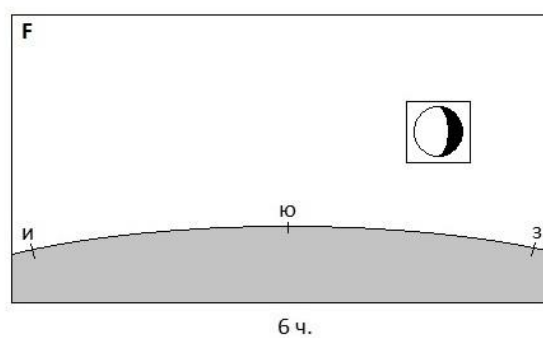
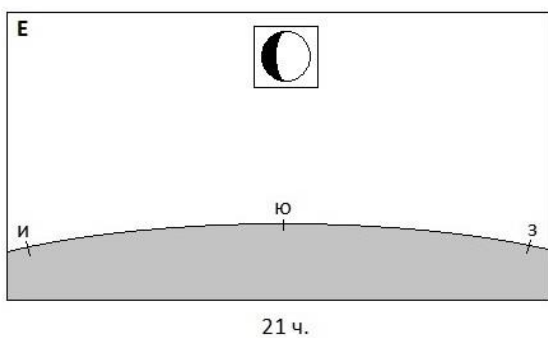
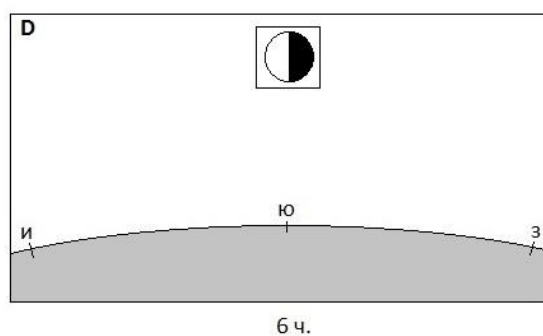
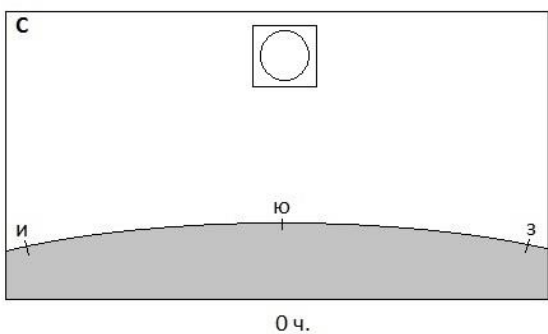
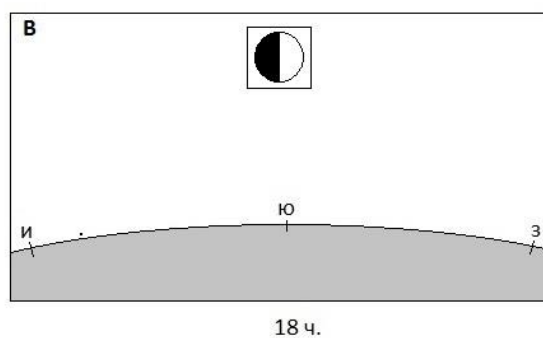
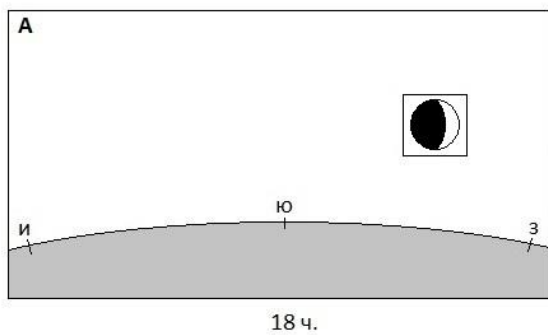
Фиг.3В също показва ранна вечер, но Луната е на юг. Тя е на 90° от Слънцето. Това отговаря на фаза първа четвърт. Лунният сърп е обърнат с изпъкналата си страна на запад, откъдето идват слънчевите лъчи. В квадратчето поставяме картинка 3 от Фиг.1.

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.3Д 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.