

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ – 20.02.2015 г.

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

1 задача. Затъмнения.

Решение:

Слънчево затъмнение може да се случи, когато Луната е във фаза новолуние, а лунно – когато Луната е в пълнолуние. Следователно слънчевото затъмнение през март ще бъде тогава, когато през март Луната е в новолуние. След новолунието на 19 февруари, до края на месеца остават 9 дни. Прибавяме към тях първите 20 дни на март, за да станат общо 29, и получаваме, че първото слънчево затъмнение в 2015 г. ще бъде на 20 март. След това през април ще има лунно затъмнение. Пълнолунието през април ще бъде половината от синодичния лунен месец, или 15 дни след 20 март. До края на март остават 11 дни и трябва да се прибавят още 4 дни от април. Първото лунно затъмнение през 2015 г. ще е на 4 април.

За да определим датите на затъмненията през септември, пресмятаме броя на дните след новолунието на 20 март до 31 август:

$$11 (\text{март}) + 30 (\text{април}) + 31 (\text{май}) + 30 (\text{юни}) + 31 (\text{юли}) + 31 (\text{август}) = 164 \text{ дни}$$

В 164 дни се съдържат $5 \times 29.5 + 16.5$ дни.

До края на осмия лунен месец, т.е. до следващото новолуние, остават $29.5 - 16.5 = 13$ дни.

Това означава, че новолунието, а значи и слънчевото затъмнение ще бъде на 13 септември. Пълнолунието, а с него и лунното затъмнение трябва да е 15 дни по-късно, или на 28 септември.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За разбиране на факта, че затъмненията са възможни при съответните фази на Луната – 2 т.

За правилен начин на пресмятане на датата за всяко от затъмненията – $4 \times 2 = 8$ т.

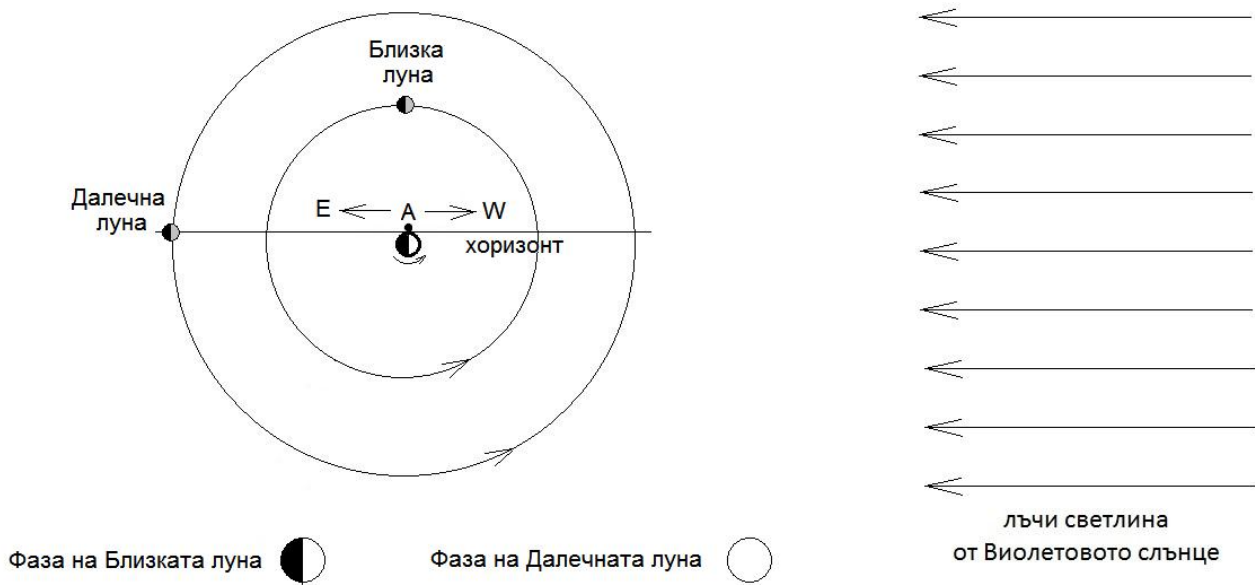
За верни крайни резултати за датите – $4 \times 0.5 = 2$ т.

2 задача. Спътниците на Мелмак.

Решение:

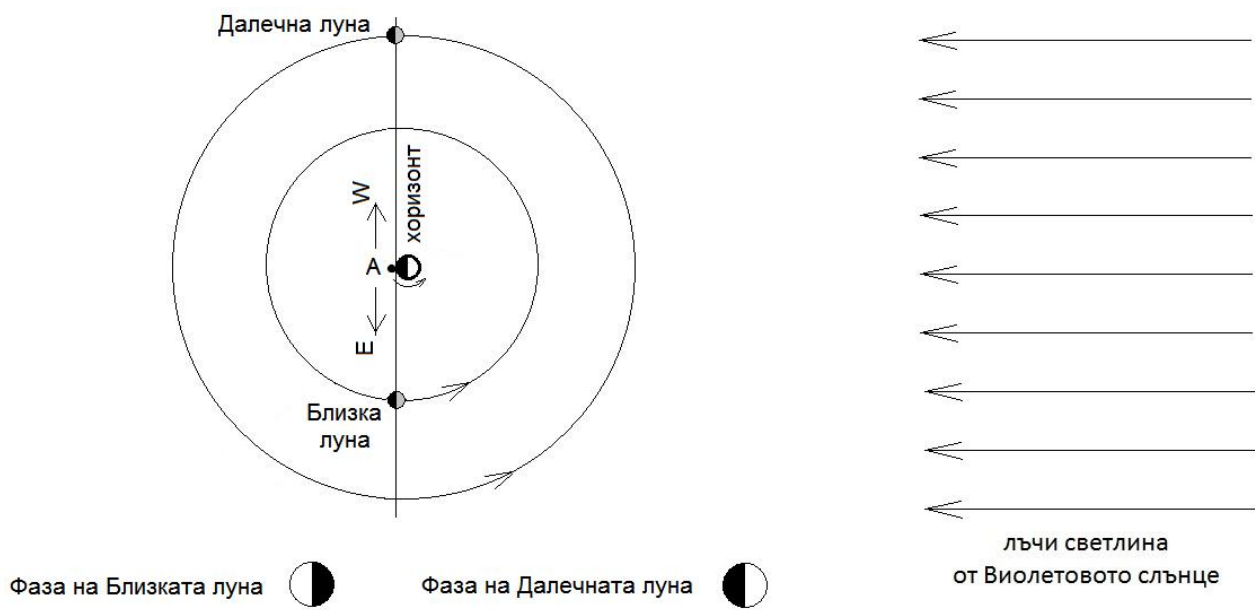
Както е показано на схемата, въртенето на планетата Мелмак около нейната ос и движението на двата спътника по орбитите им стават в една и съща посока. В условието е казано също, че периодите на орбитално движение на спътниците са по-дълги от периода на околоосно въртене на планетата. Следователно от гледна точка на наблюдател на повърхността на Мелмак двете луни изгряват от изток и залязват на запад, а фазите им се изменят в последователност, подобна на смяната на фазите на нашата Луна.

На Фиг. 1 е представена ситуацията в подусловие А. С точка А е означено положението на Алф на планетата. Показан е и хоризонтът за него като наблюдател. Планетата се върти от запад на изток и тези посоки са означени спрямо положението на Алф. Очевидно е било вечер, фазата на Близката луна е била първа четвърт, а на Далечната – пълнолуние. В долната част на фигурата са изобразени фазите на двата спътника, така както изглеждат за наблюдател от северното полукълбо на Мелмак.



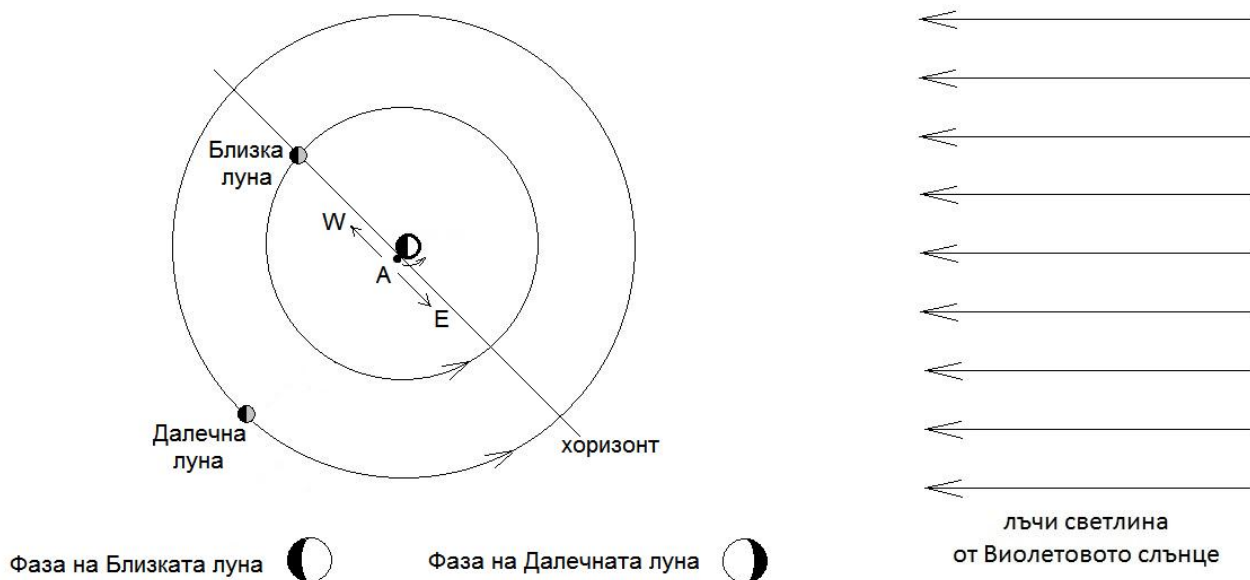
Фиг. 1.

На Фиг. 2 е дадена ситуацията, описана в подусловие Б. Отново с точка А е означено положението на Алф. Близката луна е била във фаза последна четвърт, а далечната – в първа четвърт.



Фиг. 2.

На Фиг. 3 е показана ситуацията в подусловие В. Близката луна е във фаза малко преди пълнолуние, а далечната – малко след пълнолуние.



Фиг. 3.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За построяване на схемите и обяснение за всеки от трите случая - $3 \times 3 = 9$ т.

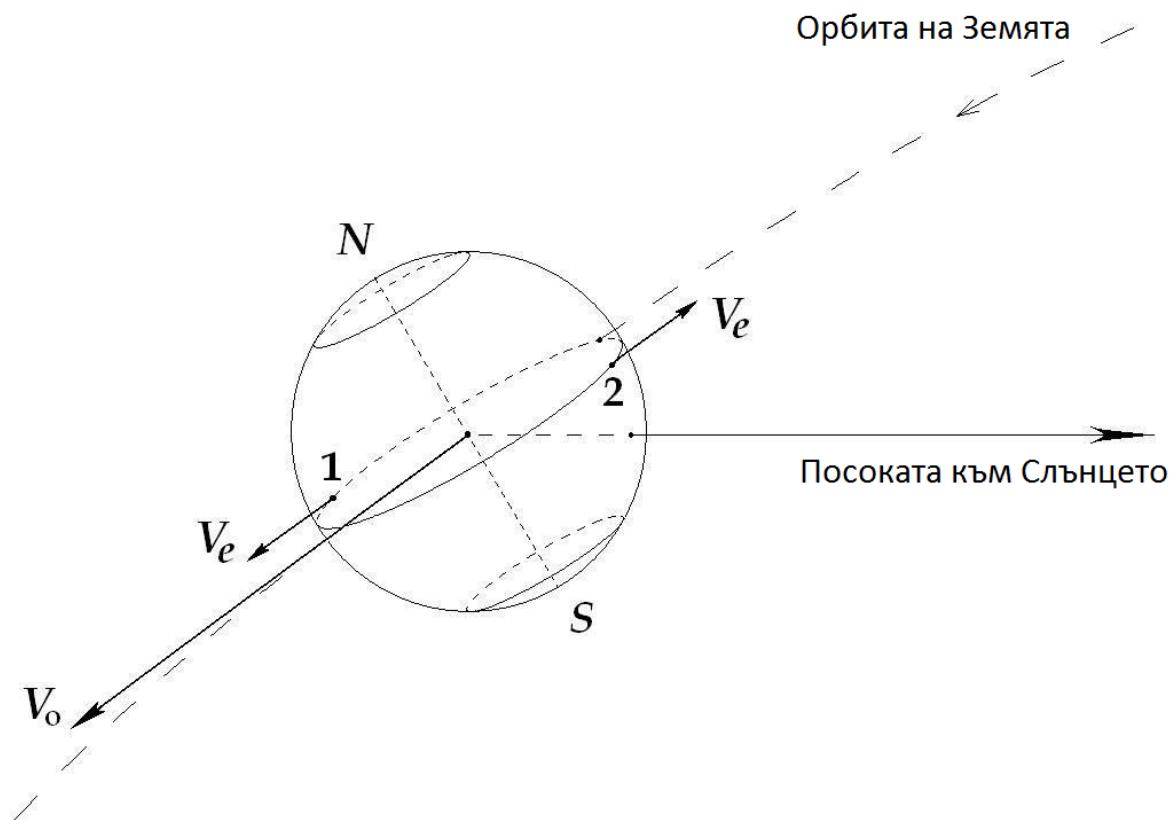
За определяне на фазите на спътниците - $3 \times 1 = 3$ т.

3 задача. Най-голямата скорост.

Решение: Земята се върти около оста си в същата посока, в която обикаля около Слънцето. Затова пространствената скорост на точки от нощната страна на Земята е приблизително по посока на пространствената скорост на Земята при движението ѝ по нейната орбита. Оста на Земята е наклонена и запазва ориентацията си при обикалянето около Слънцето (ако не отчитаме прецесията, разбира се, която е много бавна). Затова движението на точки от земната повърхност ще бъде точно успоредно на орбиталното движение само в два момента през годината – когато Земята е в точката на лятно слънцестоене и когато е в точката на зимно слънцестоене. Тогава оста на Земята е наклонена в посока перпендикулярна на орбитата (по-точно е перпендикулярна на допирателната към орбитата). Движението на точките от повърхността, за които е полунощ или пладне, става в направление успоредно на допирателната към земната орбита, и следователно успоредно на вектора на пространствената скорост на Земята. (Фиг.4)

Точка **1**, която се намира на екватора на Земята и за която е полунощ, ще се движи най-бързо от всички точки на земната повърхност, защото нейната линейна скорост относно Земята е максимална и съвпада по направление и посока с вектора на скоростта на орбиталното движение на Земята. Точка **2** има същата линейна скорост на въртене около оста на Земята, но тя е насочена в противоположна посока на скоростта на Земята, при движението ѝ по нейната орбита.

Съществува още едно явление, което следва да отчетем. При своето движение около Слънцето Земята се движи не по кръгова, а по елиптична орбита, макар и с малък ексцентрицитет. Най-бързо Земята се движи в перихелия на своята орбита. Земята преминава през перихелия в първите няколко дни на януари – *най-често в интервала 2-4 януари*. Това е 11-13 дни след зимното слънцестоене. Следователно в интервала от 22 декември до 4 януари, т.е. някъде около Нова година, може да очакваме точки от повърхността на Земята да се движат най-бързо относно Слънцето. За да се движим ние най-бързо, трябва в този интервал от време да се намираме на екватора и, когато сумата от двете скорости наистина е максимална, да сме от обратната, относно Слънцето, страна на Земята, на полунощната линия в точка **1** – т.е. за нас трябва да е полунощ по местно време.



Фиг.4

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За посочване на екватора като най-благоприятно местоположение и обяснение – 3 т.

За определяне на времето от денонощието и обяснение – 3 т.

За определяне на слънцестоянието като най-подходящ момент и обосновка – 3 т.

За съобразяване с най-голямата орбитална скорост на Земята в перихелий – 3 т.

4 задача. Носталгия по Земята.

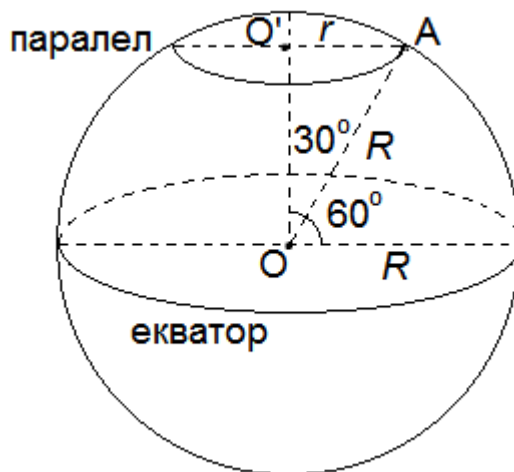
Решение:

Членовете на земната колония трябва да се движат на изток. Така скоростта на движението им относно оста на планетата ще бъде сбор от скоростта на въртене на точките от повърхността и скоростта на самолета. Смяната на деня и нощта за тях ще става по-бързо – все едно те ще правят едно завъртане около оста на планетата за по-кратък период от периода на денонощното ѝ въртене. Щом планетата прави едно завъртане около себе си за 48 часа и нейната обиколката по екватора е 48 000 км, то скоростта на точка от повърхността на планетата ще бъде $48\,000 / 48 = 1000$ км/ч. Скоростта на самолета относно оста на планетата ще бъде $1000 + 500 = 1500$ км/ч. Това означава, че за пътуващите в самолета денят и нощта ще се сменят 1.5 пъти по-бързо, отколкото ако стоят на повърхността. Денонощието за тях ще продължава $48 \text{ ч.} / 1.5 = 32 \text{ ч.}$ Това очевидно е повече от 24 часа и по тази причина те не са напълно доволни.

Нека обърнем внимание на факта, че земното денонощие от 24 часа е точно 2 пъти по-кратко, отколкото денонощието на планетата. Ако земните жители искат да имат на самолета денонощие с продължителност 24 часа, те трябва да отидат на паралел, по който да могат да обикалят със самолета за двойно по-кратко време в сравнение с времето на завъртане на планетата. Скоростта на движение на самолета относно оста на планетата трябва да е два пъти

по-голяма от скоростта на точките от повърхността по този паралел. Следователно скоростта на въртене на точките от повърхността трябва да е равна на 500 км/ч. и събрана със скоростта на самолета от 500 км/ч. ще даде двойно по-голяма скорост относно оста на планетата. За да е изпълнено това, необходимо е дължината на паралела да е 24 000 км – двойно по-малка от обиколката на планетата по екватора. Тогава скоростта на самолета относно оста на планетата ще бъде равна на $500 + 500 = 1000$ км/ч. и смяната на деня и нощта за пътниците в него ще бъде 24 часа. Щом обиколката на този паралел е двойно по-малка от обиколката на екватора, то и неговият радиус r ще бъде двойно по-малък от радиуса на планетата R .

Както се вижда от чертежа, в правоъгълния триъгълник $OO'A$ катетът $O'A$ е двойно по-малък от хипотенузата OA . Това означава, че ъгълът, лежащ срещу този катет, е равен на 30° . Следователно точките от паралела отстоят на 30° от полюса на планетата и тяхната планетографска ширина трябва да бъде $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$.



Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За определяне на посоката на летене на самолета и обяснение – 2 т.

За правилен метод на пресмятане на денонощието, когато земляните летят по екватора на планетата – 4 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За правилен начин на определяне на паралела, по който да лети самолетът – 4 т.

За верен отговор за планетографската ширина – 1 т.

5 задача. Голямата Мечка.

Решение: Понеже Голямата мечка е незалязващо съзвездие за нас, то в началото на пътуването ние се намираме в северното полукълбо и то някъде над 41° северна ширина, за да бъде незалязваща най-южната от седемте звезди. Тъй като постепенно в долна кулминация звездите започват да се “потопят” под хоризонта, то ние пътуваме на юг (или поне в преместването ни има съществена южна компонента).

Първата звезда, която ще започне да залязва около полунощ, е звездата с най-малка деклинация – η *UMa*, Алкаид (Бенетнаш). Деклинацията на звездата е $\delta = 49^\circ 19'$. Следователно това ще се случи на географска ширина $\varphi = 90^\circ - \delta = 40^\circ 41'$.

Най-северната звезда от черпака на Голямата мечка, α *UMa* или Дубхе, е доста по на север от останалите звезди. Затова може да приемем, че когато тя се скрива под хоризонта, то целият черпак на Голямата мечка е под хоризонта. Нейната деклинация е $\delta = 61^\circ 45'$. Следователно това ще се случи на географска ширина $\varphi = 90^\circ - \delta = 28^\circ 15'$.

След като двата кораба се намират на различни географски ширини, то за да е изпълнено условието на задачата, звездата да е на едно и също зенитно отстояние за двата кораба, е необходимо за единия кораб звездата да е на юг от зенита, а за другия – на север от

зенита. Звездата е в зенита за точка с географска ширина $\varphi = \delta$, следователно тя е на зенитно отстояние z за точки с координати $\varphi = \delta \pm z$. Корабът, за който звездата е на юг от зенита, ще има географска ширина $\varphi = \delta + z = 49^\circ 19' + 6^\circ 26' = 55^\circ 45'$, а корабът, за който звездата е на север от зенита, ще има географска ширина $\varphi = \delta - z = 49^\circ 19' - 6^\circ 26' = 42^\circ 53'$. (Фиг.5)



Фиг.5

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За Определяне на ширината, при която първата звезда от съзвездие то ще започне да се скрива – 4 т.

За определяне на ширината, при която цялата фигура ще започне да се скрива – 3 т.

За теоретична идея за решаване на последното подусловие 3 т.

За правилни числени отговори за ширините на двата кораба – 2 т.