

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

Областен кръг, 6 март 2010 г.

Ученици от 5-6 клас – решения

1 задача. В празничната новогодишна вечер на 31 декември 2009 г. ентузиазирани любители астрономи се намират в астрономическата обсерватория и наблюдават лунното затъмнение, което се случи тогава. Този начин на празнуване им харесва толкова много, че решават и следващата Нова година да посрещнат до телескопите в обсерваторията.

- Близко до коя от четирите си основни фази ще бъде Луната на 31 декември 2010 г.?
- Би ли могло тогава да се наблюдава отново лунно затъмнение? Периодът на смяна на лунните фази е 29,5 денонощия.

Решение:

Лунно затъмнение може да стане, само когато Луната е във фаза пълнолуние. Следователно на 31 декември 2009 г. Луната е била в пълнолуние. Периодът от едно пълнолуние до следващото е 29.5 денонощия. В една година има малко повече от 12 такива периода:

$$12 \times 29.5 = 354 \text{ денонощия}$$

Годината 2010 не е високосна и има 365 дни.

$$365 - 354 = 11 \text{ дни}$$

На 354-тия ден от годината, или 20 декември, Луната е била в пълнолуние. Малко повече от 15 денонощия по-късно тя трябва да е била в новолуние. Следователно 11 дни след 20 декември, или на 31 декември, Луната трябва да е била между последна четвърт и новолуние.

Критерии за оценяване (10т.):

За определяне на фазата на Луната на 31 декември 2009 г. като пълнолуние – 2 т.

За пресмятане на възрастта на Луната на 31.12.2010 г. – 4 т.

За определяне до коя основна фаза е най-близко – 4 т.

2 задача. Млади обитатели на различни планети от Слънчевата система са се събрали на междупланетен лагер. Ето какъв разговор водят те при посрещането в лагера:

Представител на домакините: „Добре дошли на красивия спътник на нашата планета. Нека всеки от вас да каже нещо за света, от който идва.”

I гост: „Нашата планета е голяма. Най-много обичам облаците, буйните ветрове, вихрите и гръмотевичните бури, а също и полярните сияния. Понякога летя до някои от нашите спътници, на които има ледени вулкани. Но това, което прави планетата ни най-красива, са нейните ярки, широки ...”

II гост (прекъсва първия): „И на нашата планета има облаци и бури – и то какви! Ние имаме най-големия атмосферен вихър в цялата Слънчева система. А на един от спътниците ни е пълно с вулкани, изригващи сяра – повече от 100!”

III гост: „Нашата планета не е толкова голяма, но имаме един вулкан, който е най-високият планински връх в Слънчевата система. Нищо, че е изгаснал. И бури си имаме, макар и само прашни. През ваканциите ходим на снежни походи около полюсите.”

Представител на домакините: „Е, от нашия лагер, построен на единствения ни естествен спътник, нашата родна планета никога не се вижда, но ще ви заведем на космическа екскурзия, за да я разгледате.”

- От кои планети са гостите? Назовете някои от обектите, които те описват.
- Довършете прекъснатото изказване на I гост.
- От коя планета са домакините и защо тя не се вижда от лагера?

Прочетете внимателно всички детайли от условието, преди да отговорите и обяснете своите отговори.

Решение:

I гост е от планетата Сатурн. Тя е гигантска газова планета с облачни слоеве, много бързи ветрове и многобройни атмосферни вихри. Наблюдения в радиовълни показват, че в някои от вихрите има гръмотевична активност, а полярните сияния са често явление. В последно време на спътника Енцелад и някои други спътници, покрити с ледове, бяха открити изригвания на втечнени газове – подобни на ледени вулкани.

Това, което прави Сатурн особено красива планета, са нейните ярки, широки пръстени – за тях е цял да спомене гостът в прекъснатото си изказване.

II гост е от планетата Юпитер. Тя също е гигантска газова планета с облаци и гръмотевични бури. На нея се намира Голямото червено петно – най-големият атмосферен вихър в Слънчевата система. Спътникът на Юпитер с многобройни вулкани, от които изригва разтопена сяра, е Йо.

III гост е от Марс. Най-високият планински връх в Слънчевата система е изгасналият марсиански вулкан, наречен Олимп. На Марс прашните бури са доста чести. Около полюсите на планетата има ледени полярни шапки.

Домакините са от Земята. Тя е планетата, която има един единствен естествен спътник. Луната винаги е обърната с една и съща страна към Земята. От космическия лагер Земята не се вижда, защото е построен на обратната страна на Луната.

Критерии за оценяване (10т.):

За правилно определяне от коя планета е I гост и за довършване на прекъснатото му изказване – 2 т.

За правилно определяне от кои планети са II и III гост и обяснение – 3 т.

За назоваване на поне два от обектите – спътника Енцелад, Голямото червено петно, спътника Йо, вулканът Олимп – 2 т.

За правилно определяне от коя планета са домакините и обяснение защо тя не се вижда от лагера – 3 т.

3 задача. Косьо и Стефко са любители на далечните пътешествия. Косьо се намира на самотен остров на екватора в Тихия океан. Стефко лети в космически кораб около Земята по орбита точно над земния екватор в посока от запад на изток. Той прави една обиколка на Земята за 2 часа. Точно в 12 часа, когато Косьо обядва с един голям печен рак, Стефко прелита над него и му изпраща MMS със снимка на острова. При следващото прелитане на Стефко над острова, Косьо отново получава снимка и пак поглежда часовника си.

• Между кои две цифри от циферблата на часовника се намира малката (часовата) стрелка в този момент? Обосновете вашия отговор. Движението на кораба около Земята е независимо от околоосното въртене на нашата планета.

Решение:

След като космическият кораб на Стефко прелита над острова на Косьо в 12 часа, за два часа той прави още една пълна обиколка на Земята. Ако Земята не се въртеше около

своята ос, в този момент корабът на Стефко щеше пак да е над острова на Косьо. Но не е така, защото за тези два часа Земята е направила $2/24 = 1/12$ част от пълното си завъртане за едно денонощие. Островът на Косьо ще се окаже малко по на изток от точката, над която ще се озове корабът. Корабът се движи на изток и ще трябва да „догони” острова. Това той ще направи приблизително за още $1/12$ част от своя период на обикаляне около Земята. Следователно при получаването на втората снимка от Стефко, часовникът на Косьо ще показва малко след 2 часа, или часовата стрелка ще бъде между цифрите 2 и 3 на циферблата на часовника.

Критерии за оценяване (10т.):

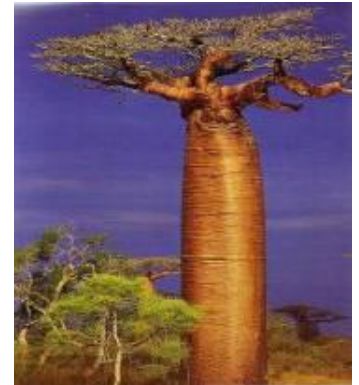
За качествено описание на относителното движение на космическия кораб и острова – 5 т.

За приблизителна оценка на интервала от време между двете прелитания на кораба над острова – 3 т.

За правилен отговор на въпроса за часовата стрелка – 2 т.

4 задача. Една нощ шестокласничката Юлия сънува, че се разхожда сама през полето, недалеч от родния си град Варна, и изведнъж вижда ... огромен, висок черноморски баобаб! В малката хралупа на дървото под един объл камък тя намира указание за търсене на съкровище. В него пише:

„На 20 март при изгрева на пълната Луна застанете до баобаба и с всички сили хвърлете облия камък към Луната. Идете там, където е паднал камъкът, и го приберете. Продължете в същата посока по права линия и вървете 3 часа. Спрете до гигантската тиква и намерете Полярната звезда. Вървете в посока към нея 3 часа. Покрай великанската зелка завийте на запад и вървете още 3 часа. След това обърнете гръб на Полярната звезда и вървете още 3 часа. Погледнете къде е сега Луната. Хвърлете към нея облия камък с всички сили. Отидете до камъка и се огледайте за най-близкия баобаб. Съкровището е в голямата хралупа.”



Спомнете си как са разположени Земята, Луната и Слънцето при фаза на Луната пълнолуние. Припомняме, че при пълнолуние Луната изгрява тогава, когато Слънцето залязва, и залязва тогава, когато Слънцето изгрява.

- Тръгвайте да търсите съкровището с Юлия. Начертайте карта на местността и нанесете гореспоменатите обекти. Отбележете на картата посоките на света и вашия маршрут.

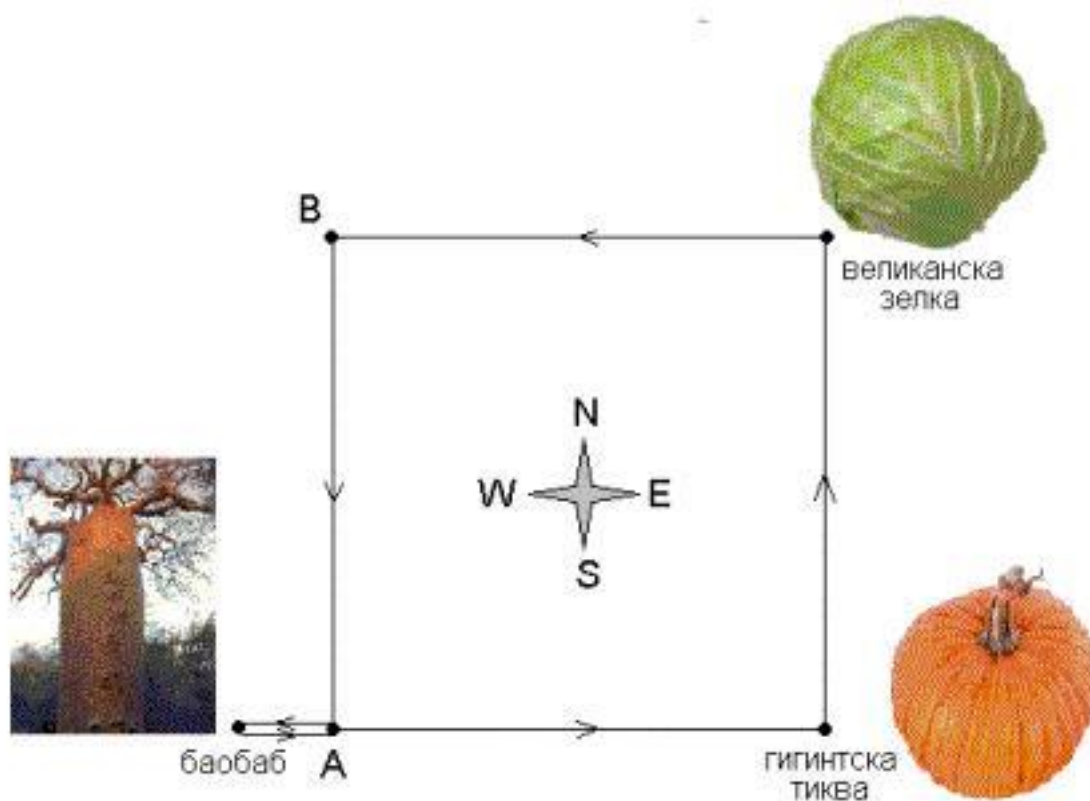
- Кое би било по-добре – първо да направите пътешествието и после да начертаете картата или първо да начертаете картата? Обосновете вашия отговор.

Решение:

Когато Луната е в пълнолуние, Земята е между Луната и Слънцето. Тогава на нашето небе ние виждаме Луната и Слънцето в две противоположни посоки. Затова Луната изгрява при залеза на Слънцето и залязва при изгрева му. Ние трябва да тръгнем при изгрева на Луната, т.е. тогава ще е и залезът на Слънцето и следователно ще е вечер. На 20 март, близо до пролетното равноденствие Слънцето залязва почти точно на запад и изгрява почти точно на изток. Ето защо тогава и Луната в пълнолуние ще изгрява приблизително на изток и ще залязва приблизително на запад. Оттук следва, че при изгрева си Луната ще бъде на изток и ние трябва да хвърлим към нея камъка, а като стигнем до него в точка А, да продължим да вървим на изток. От гигантската тиква ние тръгваме към Полярната звезда. Както знаем, тя

винаги ни показва посоката север и следователно, ще вървим на север. После, покрай великанската зелка тръгваме на запад и накрая от точка В с гръб към Полярната звезда ще вървим в посока, противоположна на севера, т.е. на юг. Така се оказва, че ние ще опишем един квадрат и ще се окажем близо до мястото, където трябва да е паднал камъкът след първото ни хвърляне. Вече са изминали $3 \times 4 = 12$ часа. Около равноденствието денят и нощта са равни на 12 часа – нощта за нас е изминала и е време да изгрее Слънцето от изток. Това означава, че Луната ще е на запад и ще клони към залез. Значи в края на пътешествието ни трябва да хвърлим камъка на запад. Така, ако правилно сме вървели, окончателно се връщаме в същата точка, от която сме тръгнали – стигаме до същия баобаба. А и да сме се отклонили малко, то едва ли ще открием наоколо друг баобаба по тези места, освен нашия.

Ако имаме късмет, в голямата хралупа намираме съкровището.



Нашите разсъждения показват, че определено е по-добре първо да начертаем картата. Ако я направим правилно, ще си спестим цялото 12-часово пътешествие и направо можем да проверим в голямата хралупа на баобаба. Но кой знае, така може пък и да не намерим съкровището. Може би, за да ни възнаградят, вълшебните сили ще го оставят там само след като ни проверят в изпитанието да вървим и да се ориентираме по небето цяла нощ...

Критерии за оценяване (10т.):

За правилно определяне на посоката, от която изгрива Луната – 2 т. Забележка: От учениците се иска само да съобразят, че Слънцето залезва ориентировъчно на запад и щом Луната е в посока диаметрално противоположна на Слънцето, то тя изгрива на изток. Не се иска да посочат, че при пролетното равнодествие Слънцето е точно на запад при залез. Въпросът е, че много от тях на тази възраст изобщо не разбират, че Луната изгрива от източната част на хоризонта, някои твърдят например, че тя изгрива от запад.

За правилноопределяне на посоката към Полярната звезда – 1 т.

За правилно определяне на посоката към Луната след 12-те часа поход – 2 т.

За картата на маршрута с обозначени обектите и посоките на света – 3 т.

За правилен отговор на второто подусловие – 2 т.

5 задача. В астероидния пояс е открит извънземен космически кораб-призрак. По неизвестни причини корабът е изоставен от своя екипаж и се носи неуправляем през космическото пространство. Не е известно откъде идва, но на борда му е намерен астрономически справочник с данни за планетната система на извънземните. В таблицата по-долу са цитирани данни от справочника. За всяка от планетите е дадено минималното и максималното разстояние, на което тя може да се намира от родната планета на непознатите космонавти. Разстоянията са дадени в единици, равни на разстоянието на планетата на извънземните до тяхната звезда (тяхното слънце). Орбитите на всички планети около звездата са кръгови.

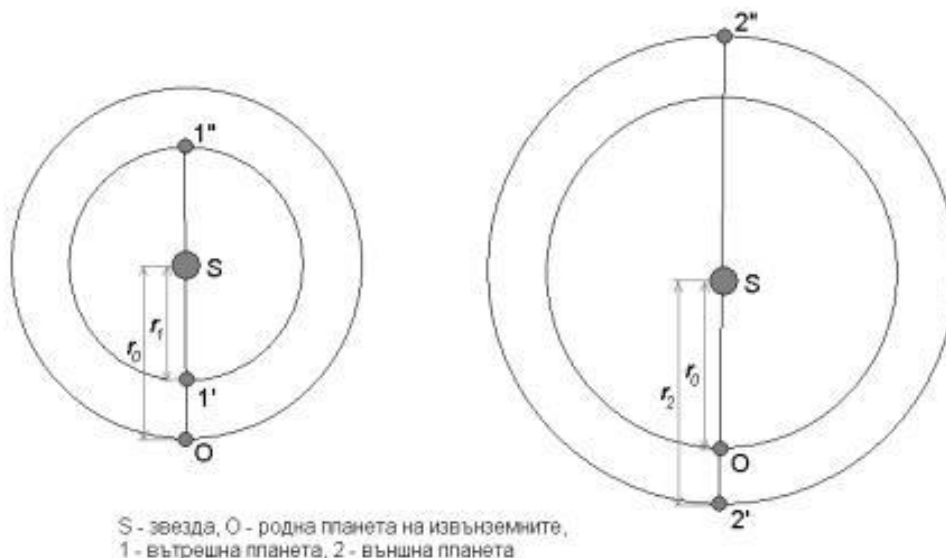
- Коя по ред на отдалечаване от звездата е планетата на извънземните?
- Какви са разстоянията на всяка от планетите до звездата?

Пояснете вашите отговори с подходяща схема.

Означение на планетата	Мин. разстояние от родната планета	Макс. разстояние от родната планета
A	0.75	1.25
B	0.53	1.47
C	0.34	1.66
D	2.42	4.42
E	5.27	7.27
F	11.6	13.6
G	18.8	20.8

Решение:

Виждаме, че в планетната система на извънземните космонавти освен родната им планета има още 7 други. Някои от планетите може би са по-близо до тяхната звезда, отколкото родната планета, а други – по-далеч. В първия случай планетите се наричат вътрешни, а във втория – външни.



Да отбележим разстоянието до централната звезда на родната планета на извънземните с r_0 , а разстоянията до звездата на една вътрешна и една външна планета съответно с r_1 и r_2 . От схемата се вижда, че ако планетата е вътрешна, то тя се намира на минимално разстояние от родната планета на извънземните, когато е в точка 1' по своята орбита, а на максимално разстояние, когато е в точка 1''. Виждаме, че максималното разстояние на такава планета до планетата на извънземните е по-голямо от минималното разстояние с $2r_1$ – т.е. с удвоеното разстояние на вътрешната планета до звездата.

Съответно една външната планета се намира на минимално разстояние от планетата на извънземните, когато е в точка 2', а на максимално разстояние, когато е в точка 2''. Тук виждаме, че максималното разстояние на такава планета до планетата на извънземните е по-голямо от минималното разстояние с $2r_0$, или с удвоеното разстояние на планетата на извънземните до звездата. От таблицата виждаме, че от планетата D нататък разликите между максимално и минималното разстояние са еднакви и равни на 2. В условието е казано, че разстоянията са дадени в единици, равни на разстоянието от родната планета на извънземните до тяхната звезда. Оттук можем да заключим, че родната планета на неизвестните космонавти е четвърта по ред на отдалечаване от звездата, или че тя се намира между планетите С и D.

Да означим максималното разстояние от планетата на извънземните до някоя друга планета с r_{max} . От схемите се вижда, че за вътрешна планета максималното разстояние до планетата на извънземните е в сила равенството:

$$r_{max} = r_0 + r_1$$

За външна планета:

$$r_{max} = r_0 + r_2$$

Тъй като $r_0 = 1$, то разстоянието на всяка от планетите до звездата ще получим, като от максималното разстояние за тази планета до планетата на извънземните извадим единица:

- За планетата А: $1.25 - 1 = 0.25$
- За планетата В: $1.47 - 1 = 0.47$
- За планетата С: $1.66 - 1 = 0.66$
- За планетата D: $4.42 - 1 = 3.42$
- За планетата Е: $7.27 - 1 = 6.27$
- За планетата F: $13.6 - 1 = 12.6$
- За планетата G: $20.8 - 1 = 19.8$

Критерии за оценяване (10т.):

За правилно обяснение и представяне чрез схема на случаите, когато разстоянието от дадена планета до планетата на извънземните е минимално / максимално – 3 т.

За определяне коя по ред е планетата на извънземните и обосновка - 3 т.

За определяне на разстоянията до вътрешните планети – 2 т.

За определяне на разстоянията до външните планети – 2 т.

Справочни данни:

Радиус на Земята	6370 км
Радиус на Луната	1740 км
Разстояние от Земята до Луната	384 000 км
Радиус на Юпитер	71 000 км
Разстояние от Юпитер до Слънцето	5.2 AU
Орбитален период на Юпитер	11.86 години.
Разстояние от Земята до Слънцето	150 000 000 км.