

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XIX НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Т Е М А

за областния кръг на олимпиадата по астрономия

26 февруари 2016 г.

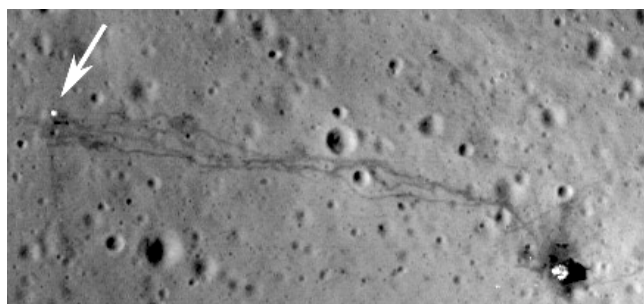
Възрастова група VII-VIII клас – решения

1 задача. Луната и Марс. В ясна звездна нощ с вашия най-добър приятел гледате небето и си мечтаете за космически пътешествия – до Луната и до Марс.

• А) След като кацнете на лунната повърхност и излезете от космическия кораб, ще можете ли да използвате нещата, посочени в таблицата? А ще може ли да ги използва вашият приятел на Марс? Отговорите с кратки обяснения напишете в таблицата.

<i>Ще можем ли да използваме:</i>	<i>На Луната</i>	<i>На Марс</i>
Електромобил със заредени батерии		
Хеликоптер за оглед на релефа отвисоко		
Газов котлон с кибрит за загряване на храна		
GPS за ориентиране		
Акордеон – за да свирим любимия си валс		

• Б) Неотдавна станцията Lunar Reconnaissance Orbiter засне от окололунна орбита стъпките, оставени от американските космонавти на лунната повърхност преди повече от 40 години. Защо са се съхранили тези стъпки? Дали първите човешки стъпки на Марс също ще се запазят дълго време? Обяснете вашите отговори.



Решение:

<i>Ще можем ли да използваме:</i>	<i>На Луната</i>	<i>На Марс</i>
Електромобил със заредени батерии	Да, щом се задвижва с електромотор. Бензиновият мотор на обикновен автомобил не би работил поради липса на кислород за горене на горивото.	
Хеликоптер за оглед на релефа отвисоко	Не, там няма атмосфера и няма как перките да държат въртолета във въздуха.	Не, атмосферата е толкова разрежена, че няма как въртолет да ни задържи (нас) във въздуха. Може би само много лек въртолет играчка, носещ единствено миниатюрна камера.
Газов котлон с кибрит за загаряване на храна	Не, няма кислород, за да гори газта, а и със скафандъра как ще ядем храната?	Не, атмосферата не съдържа кислород, а почти само въглероден диоксид.
GPS за ориентиране	Не, GPS ориентирането става чрез връзка с цяла система от изкуствени спътници в орбита около Земята, каквито около Луната и Марс все още няма.	
Акордеон – за да свирим любимия си валс	Не, няма въздух за напълване на акордеона, а и във вакуум звукът не се разпространява.	Да, но поради разреждания въздух звукът ще е слаб и ще се губи на малко разстояние

Стъпките на космонавтите на Луната остават за много дълго време, понеже там няма въздух, следователно няма и вятър, който да ги заличи. На Марс, обаче, има атмосфера и духат ветрове. Наистина атмосферата е много по-разредена от земната и ветровете ще имат доста по-слабо въздействие. Но първите стъпки на хора там постепенно ще бъдат заличени, макар и по-бавно, отколкото това би станало върху подобен терен на Земята.

Критерии за оценяване (общо 15 т.):

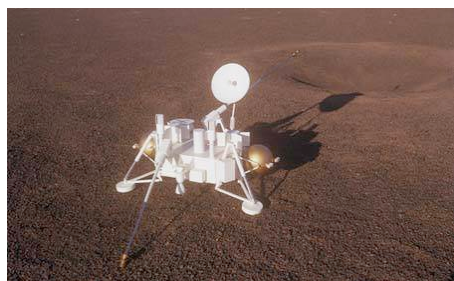
За отговор на всеки въпрос с да / не – по 0.5 т. за Луната и за Марс – общо 1 т.

За обяснение по всеки от въпросите – по 1 т. за Луната и за Марс – общо 1 т.

Общо за петте въпроса – $5 \times 2 = 10$ т.

За обяснение по въпроса за стъпките на космонавтите на Луната – 2.5 т.

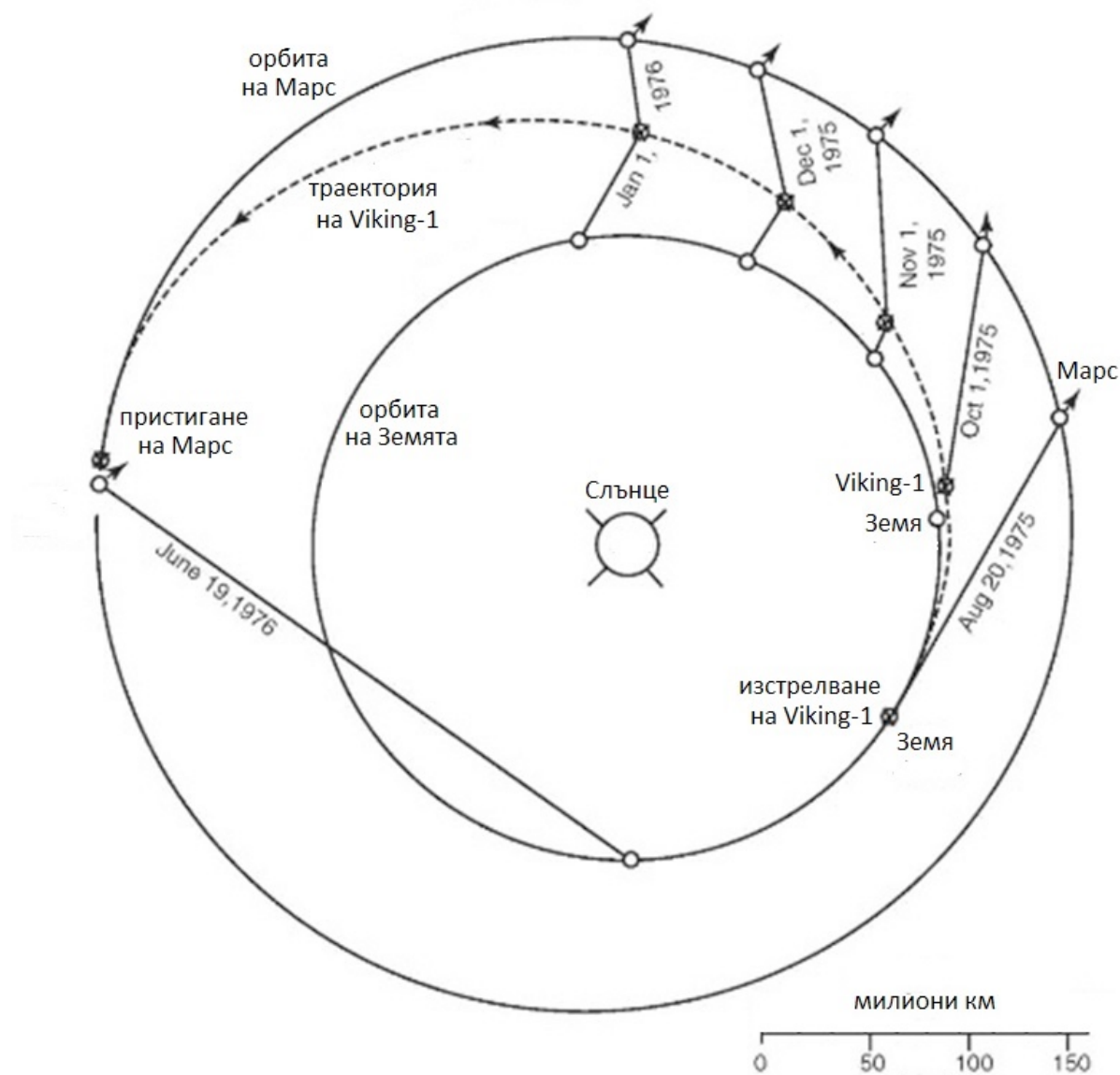
За стъпките на Марс – 2.5 т.

2 задача. „Викинг-1”.

Преди 40 години, през лятото на 1976 г., автоматичната станция „Викинг-1“ кацна на Марс и извърши различни експерименти, включително и с цел търсене на следи от биологическа активност. На дадената ви по-долу схема са представени орбитите на Земята и Марс около Слънцето и траекторията на станцията.

- А) Направете необходимите измервания по схемата и пресметнете колко време е пътувал радиосигнал от центъра за управление на Земята до „Викинг-1“ при пристигането му на Марс. Радиовълните се движат със скоростта на светлината – 300000 км/сек.

- Б) Като използвате схемата, определете в кое съзвездие се е намирал Марс за земен наблюдател в момента на изстрелването на станцията.
- В) В кое съзвездие се е наблюдавал Марс от Земята, когато „Викинг-1“ е пристигнал на червената планета?



Решение:

Използваме мащабната линейка, дадена в долния десен ъгъл на схемата. От нея определяме, че на 1 мм отговарят 3.49×10^6 км. Измерваме разстоянието между Марс и Земята за датата 19 юни 1976 г., когато станцията е пристигнала на Марс. То се оказва равно на 92 мм, или $92 \times 3.49 \times 10^6$ км $\approx 321 \times 10^6$ км. Радиосигналите изминават такова разстояние за време:

$$3.49 \times 10^6 \text{ км} / 300000 \text{ км/сек} \approx 1070 \text{ сек} \approx 17.8 \text{ мин}$$

Станцията „Викинг-1“ е изстреляна от Земята на 20 август 1975 г. По това време за земен наблюдател Слънцето трябва да е било в т.нар. зодиакален знак Лъв, близо до границата с Дева. Поради прецесията на земната ос, днес това видимо положение на Слънцето трябва да е някъде около границата между съзвездията Рак и Лъв. Както се вижда от схемата, в същия този момент направлението Земя – Марс е отклонено на

около 90° западно (вдясно) от направлението Земя – Слънце. Това означава, че трябва да се върнем с три съзвездия назад по зодиакалния кръг и Марс трябва да се наблюдавал някъде около границата на съзвездията Овен и Бик.

При пристигането на „Викинг-1“ до Марс на 19 юни 1976 г. забелязваме, че линията Земя – Марс е приблизително успоредна на линията Земя – Слънце, съответстваща на положението на Земята на 20 август 1975 г. Вече отбелязахме, че тогава Слънцето трябва да е било около границата между съзвездията Рак и Лъв. Оттук заключаваме, че Марс на 19 юни 1976 г. трябва да е бил приблизително в същата област – около границата между съзвездията Рак и Лъв.

Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За измервания и определяне на мащаба – 3 т.

За правилен метод за определяне на времето за пътуването на сигнала – 5 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За определяне на съзвездията, в което е бил Марс при тръгването – 3 т.

За определяне на съзвездията, в което е бил Марс при пристигането – 3 т.

3 задача. Пладне. Любители на ледените морски бури тръгват с кораб на обиколка около Антарктида. Пътешествието започва на 26 февруари 2016 г. от Гринуичкия меридиан в 12 ч. по Гринуичко време. Корабът потегля на изток по паралела с 60° южна географска ширина и се придвижва на 15° по географска дължина за 24 часа. Радиусът на Земята е 6370 км. Паралелът с географска ширина 60° е два пъти по-къс от екватора.

- Определете скоростта на кораба.
- Приблизително на какви географски дължини ще бъдат пътешествениците на 9 март 2016 г. в 10 ч. 01 сек., в 11 ч. 01 сек. и 12 ч. 01 сек. по пояското време на часовия пояс, където се намира в тези моменти корабът?

Решение:

Да означим с R радиуса на Земята. Обиколката на земното кълбо ще бъде:

$$L = 2\pi R \approx 40024 \text{ km}$$

Обиколката на паралела с 60° ширина е половината от L , или 20012 km. Корабът се придвижва на 15° по географска дължина за 24 часа. Като част от цялата обиколка на паралела, това е:

$$\Delta L = \frac{1}{2} L \cdot 15^\circ / 360^\circ = \frac{1}{2} L / 24 \approx 833.8 \text{ km/денонощие}$$

Скоростта на кораба е:

$$v = 833.8 \text{ km} / 24 \text{ h} = 34.74 \text{ km/h} \approx 35 \text{ km/h}$$

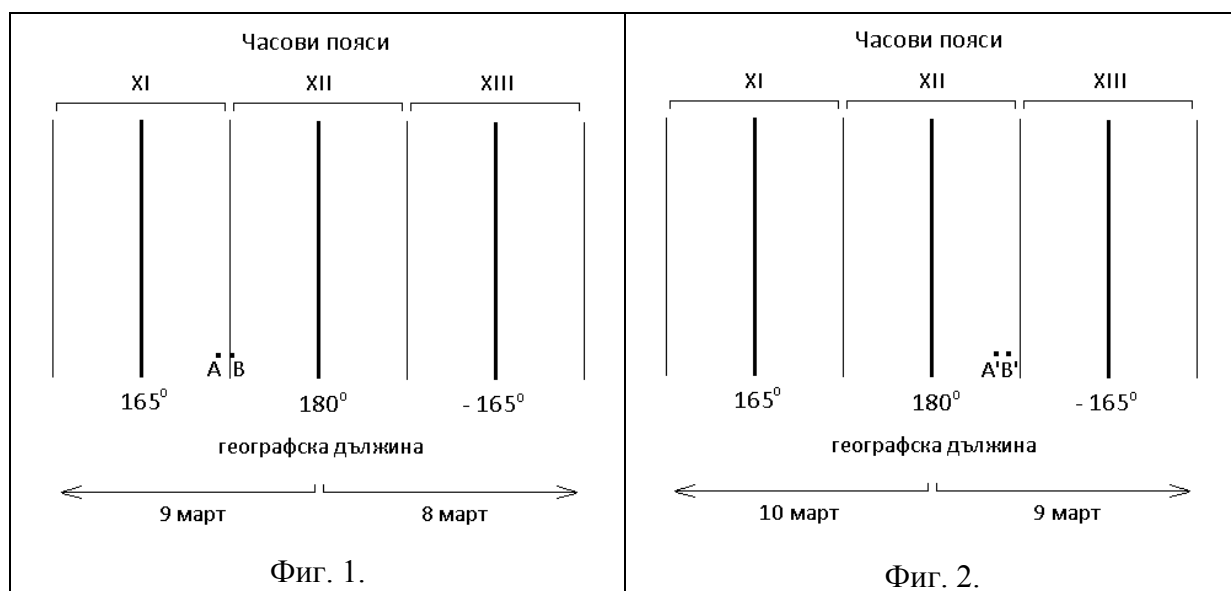
В 12 ч. по Гринуичко време на 9 март корабът ще е пътувал точно 12 денонощия по 24 часа и следователно ще се е придвижил на $15^\circ \times 12 = 180^\circ$ по географска дължина – така той ще е стигнал до 180-градусовия меридиан, който наричаме линия на смяна на датата. В този момент обаче, там няма да е 12 часа, поради часовата разлика с Гринуичкия меридиан. Тази разлика се равнява на 12 часа напред във времето. Примерно една секунда преди момента на пристигането на кораба, западно от 180-градусовия меридиан ще бъде 9 март, 23 ч. 59 мин. 59 сек., а от източната страна – 8 март, 23 ч. 59 мин. 59 сек. Ако считаме, че Гринуичкият меридиан е централният меридиан на нулевия часови пояс, то 180-градусовият меридиан е централният меридиан на XII часови пояс. Да се върнем назад по маршрута на кораба. На 9 март в 12 часа и 1 сек. по пояското време на XII часови пояс корабът тъкмо ще е пресякъл границата с XI часови пояс (точка В на Фиг.1). Часовите пояси разделят земната

повърхност на сектори по 15° , което означава, че тогава географската дължина на кораба трябва да е била приблизително (без да отчитаме едната секунда):

$$180^\circ - 15^\circ / 2 = 172.5^\circ \text{ и.д.}$$

Секунда по-рано корабът се е намирал на самата граница, а западно от нея, в XI часови пояс, в същия момент е било 11 ч. Следователно корабът е „пропуснал” момента 11 ч. 1 сек. Час по-рано за кораба е било 10 ч. 1 сек. (точка А на Фиг.1) по поясното време на XI часови пояс и неговата географска дължина е била:

$$172.5^\circ - 15^\circ / 24 \text{ ч.} = 171.875^\circ \text{ и.д.}$$



След като корабът пресече 180-градусовия меридиан в 24 часа, от западната му страна датата вече ще стане 10 март, а от източната му страна ще стане 9 март. За екипажа на кораба още веднъж ще се повтори датата 9 март и следва да се разгледа още един случай, отговарящ на условието на задачата. В 12 ч. на 9 март източно от линията на смяна на датите корабът ще се намира на границата на XII и XIII часови пояси. В 12 часа 1 сек. по поясното време на XII часови пояс, корабът ще се намира вече в XIII часови пояс, в точка (Фиг.2) с географска дължина:

$$180^\circ - 15^\circ / 2 = 172.5^\circ \text{ з.д. (или на дължина } -172.5^\circ)$$

Моментът 12 ч. 1 сек. ще бъде пропуснат (в следващия часови пояс вече е 13 ч. 1 сек.), а един час по-рано, в 11 ч. 1 сек., корабът ще бъде в точка В' на географска дължина:

$$172.5^\circ + 15^\circ / 24 \text{ ч.} = 173.125^\circ \text{ з.д. (или на дължина } -173.125^\circ)$$

Още 1 час преди това, отново в 10 ч. 1 сек. на 9 март корабът ще е в точка А' с географска дължина:

$$172.5^\circ + 2 \times (15^\circ / 24 \text{ ч.}) = 173.75^\circ \text{ з.д. (или на дължина } -173.75^\circ)$$

Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За правилен начин за определяне на скоростта на кораба – 4 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За правилни разсъждения относно определянето на дължините на кораба в посочените моменти за един от двата възможни случая на повторение на датата 9 март – 3 т.

За правилни числени стойности за дължините – 2 т.

За разглуждане на другия възможен случай – 5 т.

4 задача. Фази. Организирана е голяма изследователска експедиция до Юпитер и няколко негови спътници. Вие се разхождате по ледената повърхност на Европа и се любувате на невиджаните космически гледки. Намирате се точно в центъра на обрънатата към Юпитер страна на спътника. На хоризонта се наблюдава Ганимед – най-големият юпитериански спътник – непосредствено преди неговия залез. Ганимед е в пълнолуние за вас.

- А) Нарисувайте схема на разположението на Юпитер, Европа, Ганимед и посоката, от която идват лъчите на Слънцето.

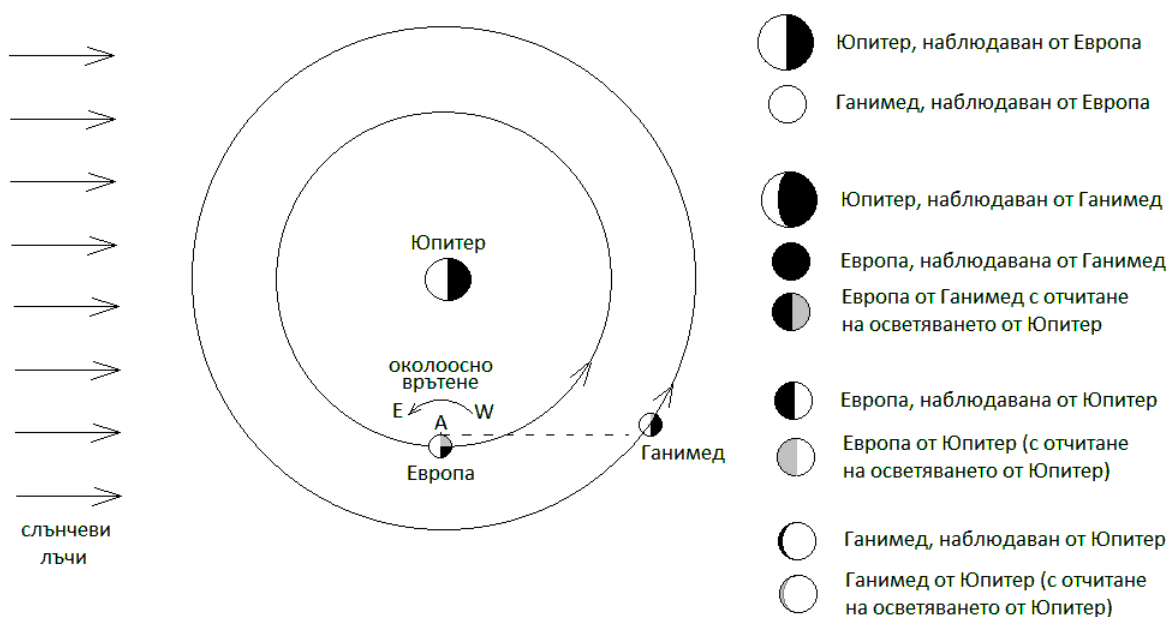
- Б) Къде в небето ще виждате планетата Юпитер? В каква фаза ще бъде тя?

- В) Други ваши колеги – членове на експедицията – са на Ганимед. Нарисувайте приблизително в какви фази те ще наблюдават Европа и Юпитер. Ако имат телескоп, ще могат ли да виждат детайли от повърхността на Европа?

Радиусите на орбитите на Европа и Ганимед около Юпитер са съответно 671 000 км и 1 070 000 км.

Решение:

На схемата са представени орбитите на Европа и Ганимед около Юпитер и взаимното разположение на планетата и двата спътника. С точка А е отбелязано положението на наблюдателя в центъра на обрънатата към Юпитер страна на Европа. Непосредствено над хоризонта за него е залязващият на запад Ганимед. Отбелязали сме посоките на орбитално движение на спътниците около Юпитер. Околоосното въртене на двата спътника става в същите посоки. Изток спрямо точка от повърхността на даден спътник дефинираме като посоката, в която той се върти около оста си.



Фактът, че от Европа Ганимед се вижда в пълнолуние, определя направлението, от което идват слънчевите лъчи. От повърхността на Европа Юпитер ще се вижда във фаза, аналогична на последна четвърт, защото след нея предстои Европа да се придвижи по орбитата си откъм неосветената страна на планетата. За наблюдател в т.А Юпитер ще се намира в зенита.

Наблюдателите на Ганимед ще виждат Европа в новолуние. Видимият диск на спътника ще е тъмен. Ако трябва да се съвсем точни, обаче, ще отчетем и осветяването

на повърхността на Европа от самия Юпитер, който отразява слънчевата светлина. Така че едната половина от видимия диск на Европа ще изглежда тъмна, а другата ще свети със слаба светлина, идваща от Юпитер. На Земята се вижда подобно явление с тъмната страна на Луната, която бива осветена от отразената от Земята слънчева светлина. Наблюдаваното слабо светене се нарича „пепелна светлина”. Осветяването на част от тъмната страна на Европа от Юпитер ще позволи да се наблюдават детайли от нейната повърхност с телескоп, поставен на спътника Ганимед.

На схемата е дадено и как ще изглеждат Европа и Ганимед за наблюдател на Юпитер, но това не се изисква в решението на задачата.

Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За правилно построяване на схемата – 5 т.

За правилно определяне на положението на Юпитер на небето и за описание на фазата на Юпитер, гледана от Европа и зарисовка – 4 т.

За описание на фазите Европа и Юпитер, гледани от Ганимед и схема – 4 т.

За отчитане на осветяването на Европа от Юпитер и обяснение по въпроса за видимостта на детайли от повърхността на Европа през телескоп за наблюдател на Ганимед – 2 т.