

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

**Областен кръг на олимпиадата по астрономия
23 февруари 2019 г.
Възрастова група V-VI клас – решения**

1 задача. Зимна Луна.

Празничната нощ на Коледа е красива когато има много сняг, но още по-красива я прави тънкият сърп на Луната.

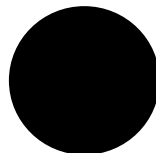
- А) В коя от четирите основни лунни фази предстои скоро да бъде Луната? Нарисувайте я в тази фаза.

- Как ще изглежда фазата на Луната 15 дни след коледната нощ, изобразена на картичката? Нарисувайте Луната в такава фаза и обяснете вашето решение.

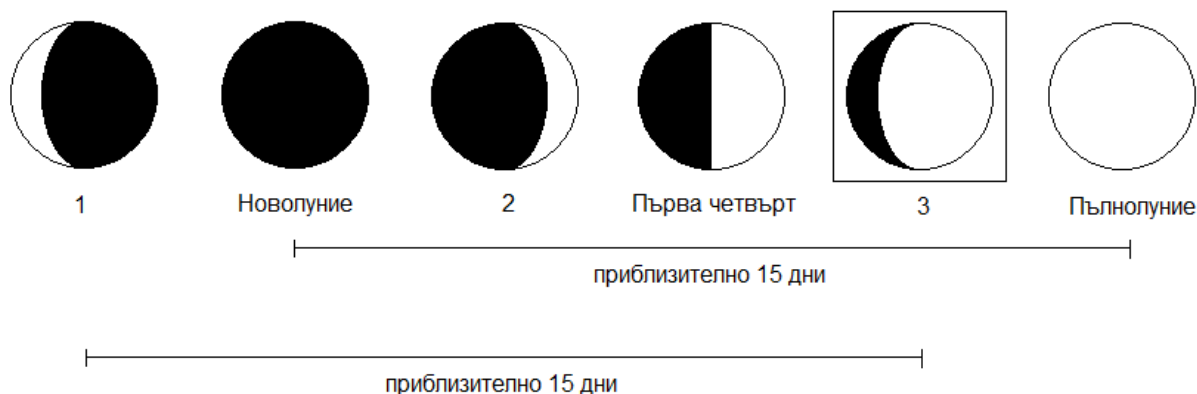


Решение:

Сърпът на Луната е с изпъкналата си страна наляво, т.е. на изток. Това е старееща Луна. Основната фаза, която предстои да настъпи след няколко дни, е новолуние. В новолуние страната на Луната, която е обърната към нас, е тъмна – неосветена от Слънцето и по принцип не може да се види в небето. Ако искаме да я изобразим някак, трябва да нарисуваме черен кръг:



Лунните фази се сменят с период 29.5 дни, следователно 15 дни са около половината от този период. Да нарисуваме няколко последователни фази на Луната, като започнем от тази, която е изобразена на снимката. Означаваме я с 1. После следват новолуние, междинната фаза 2, първа четвърт, междинната фаза 3 и пълнолуние. Ясно е, че от новолуние до пълнолуние изминават около 15 дни. Но оттук можем да направим извода, че и между фазите 1 и 3 също изминават около 15 дни. Следователно 15 дни след коледната нощ, изобразена на картичката, Луната ще бъде във фазата, означена с 3 на нашата схема и заградена в квадрат. Тя ще представлява нещо като „негативно изображение“ на началната фаза 1. Луната ще изглежда като почти пълен светъл кръг и само отляво ще има тънък сърп неосветена тъмна повърхност



Критерии за оценяване (общо 12 точки):

За посочване на основната фаза, в която ще бъде Луната и обяснение – 4 т.

За рисунка на тази фаза – 1 т.

За правилни разсъждения относно фазата на Луната след 15 дни – 5 т.

За рисунка на фазата на Луната след 15 дни – 2 т.

Забележка: Някои ученици при изобразяване на фазите на Луната рисуват светлата част като я оцветяват в тъмно с химикал или молив. Получават се негативни изображения на дадените тук схематични картинки. Такъв метод на рисуване на лунните фази не следва да се счита за грешка. Важно е какво ученикът всъщност има предвид и дали разсъжденията му са принципно правилни.

2 задача. Междупланетна олимпиада. През 2119 г. на Земята се събират ученици от различни космически колонии, за да участват в олимпиада по астрономия. Представителите на Земята са на възраст 15 земни години. Учениците, долетели с редовния космобус от Марс твърдят, че са на 7.5 марсиански години. Покъсно се приземява корабът с жителите на Меркурий, които казват, че са на 60 меркуриански години. Последни пристигат обитателите на летящия град в облаците на Юпитер и настояват, че са само на 1 година и 3 месеца по юпитерианско време.

Периодите на обикаляне на планетите около Слънцето са следните:

Меркурий – 3 земни месеца

Марс – 2 земни години

Юпитер – 12 земни години

• Определете възрастта на участниците в олимпиадата от различните планети в земни години. Трябва ли те да се разпределят в различни възрастови групи?

Решение:

Участниците в олимпиадата, идващи от Марс, са на 7.5 марсиански години. Една марсианска година се равнява на 2 земни, следователно дошлите от Марс ученици са на $7.5 \times 2 = 15$ земни години.

Меркурий обикаля около Слънцето веднъж за 3 месеца, което се равнява на $\frac{1}{4}$ част от земната година. Можем да си помислим, че 60 години са доста солидна възраст за ученици. Но всъщност:

$$60 \text{ меркуриански години} \times \frac{1}{4} = 15 \text{ земни години}$$

А за участниците, долетелите от Юпитер може да ни се стори, че на 1 година и 3 месеца те трябва да са в детските ясли. Но 1 година и 3 месеца се равняват на $1 \frac{1}{4}$ юпитериански години, или:

$$1 \frac{1}{4} \text{ юпитериански години} = 12 \text{ земни години} + 12 \times \frac{1}{4} = 12 + 3 = 15 \text{ земни години}$$

Оттук следва, че реално погледнато, възрастта на всички ученици е еднаква и няма защо да ги разпределяме в различни възрастови групи.

Критерии за оценяване (общо 12 точки):

За пресмятане на възрастта на учениците от Меркурий – 4 т.

За пресмятане на възрастта на учениците от Марс – 3 т.

За пресмятане на възрастта на учениците от Юпитер – 4 т.

За заключението относно възрастовите групи – 1 т.

3 задача. Февруарска нощ. На 22 февруари вечерта петокласничка наблюдава звездното небе и се готви за областния кръг на астрономическата олимпиада. В 21^h30^m ниско над хоризонта могат да се наблюдават (вижте Карта 1 и Карта 2):

- на юг – съзвездието Голямо куче с ярката звезда Сириус;
- на запад – планетата Марс;
- на север – съзвездието Малка мечка
- на изток – Луната

Петокласничката влиза в къщи да се стопли, но не може да заспи от безпокойство и излиза отново навън в 03^h30^m.

• Кои от изброените обекти и съзвездия все още ще бъдат над хоризонта и кои вече няма да се виждат тогава? Обяснете вашия отговор.

Решение:

От момента, когато петокласничката поглежда небето в 21^h30^m вечерта, до 03^h30^m, когато отново излиза навън да гледа звездите, са изминали 6 часа, или една четвърт от денонощието. Съзвездието Голямо куче, в което е звездата Сириус, в началото е на юг. По-точно, то вече се е отклонило леко към запад от посоката юг на хоризонта. Следователно, откакто е изгряло, то е изминало повече от половината от пътя си над хоризонта при видимото денонощно въртене на звездното небе от изток на запад. След 6 часа то ще е залязло вече. Всъщност това ще се случи дори доста по-рано, като се има предвид, че съзвездието е на малка височина на юг и пътят, който то описва над хоризонта, също е малък.

Планетата Марс на запад ще залезе и то скоро, много преди да изминат шестте часа.

Съзвездието Малка мечка се вижда на север. Най-ярката звезда в него е Полярната звезда. Видимото денонощното въртене на звездното небе става от изток на запад и звездите описват кръгове около Полярната звезда в посока обратна на часовниковата стрелка. Следователно след 6 часа останалите звезди от Малката мечка ще се издигнат дори още по-високо над хоризонта. Всъщност Малката мечка е незалязващо съзвездие.

Щом при първото наблюдение Луната е била на изток, то след 6 часа тя все още ще е над хоризонта, при това значително по-високо, отколкото в началото на нощта.

Критерии за оценяване (общо 12 точки):

За обяснение и правилно заключение относно обектите, видими в четирите посоки на света – 4 × 3 т. = 12 т.

4 задача. Радиоуправляем марсоход.



През 1997 г. станцията Pathfinder достави на Марс роботизиран марсоход, наречен Sojourner. Той се придвижваше на колела и беше управляван чрез радиосигнали от Земята. Представете си, че вие сте оператор на марсохода Sojourner. Трябва да го водите през неравния терен, осяян с камъни и скали. Но марсоходът реагира на вашите команди от Земята с голямо закъснение.

Радиосигналите се движат със скоростта на светлината. Известно е, че светлината от Слънцето достига до Земята за 8 минути.

- А) Разгледайте схемата на Фиг.1. Направете необходимите измервания и пресмятания и определете за колко време радиовълните изминават разстоянието между Земята и Марс при дадените положения на двете планети.

- Б) Колко време ще минава от момента, когато вие подавате сигнал към марсохода, до момента, когато на вашия екран се появява картина от видеокамерата на марсохода, показваща как той изпълнява вашата команда?

- С) Марс прави една обиколка около Слънцето за 2 земни години. Определете какви ще са положенията на двете планети след 9 месеца и ги нанесете на схемата. Дали тогава комуникацията между вас и Sojourner ще стане по-бърза или по-бавна? Не правете допълнителни пресмятания, само обяснете вашия отговор.

Решение:

Върху схемата с орбитите на планетите измерваме разстоянието Земя – Слънце. То се оказва равно на 36 mm. Измерваме разстоянието Земя – Марс, което е 84.5 mm. Да означим с t времето, за което радиосигналите от Земята достигат до Марс. Щом със скоростта на светлината разстоянието от Слънцето до Земята се изминава за 8 минути, то можем да съставим следната пропорция, чрез която да намерим времето t :

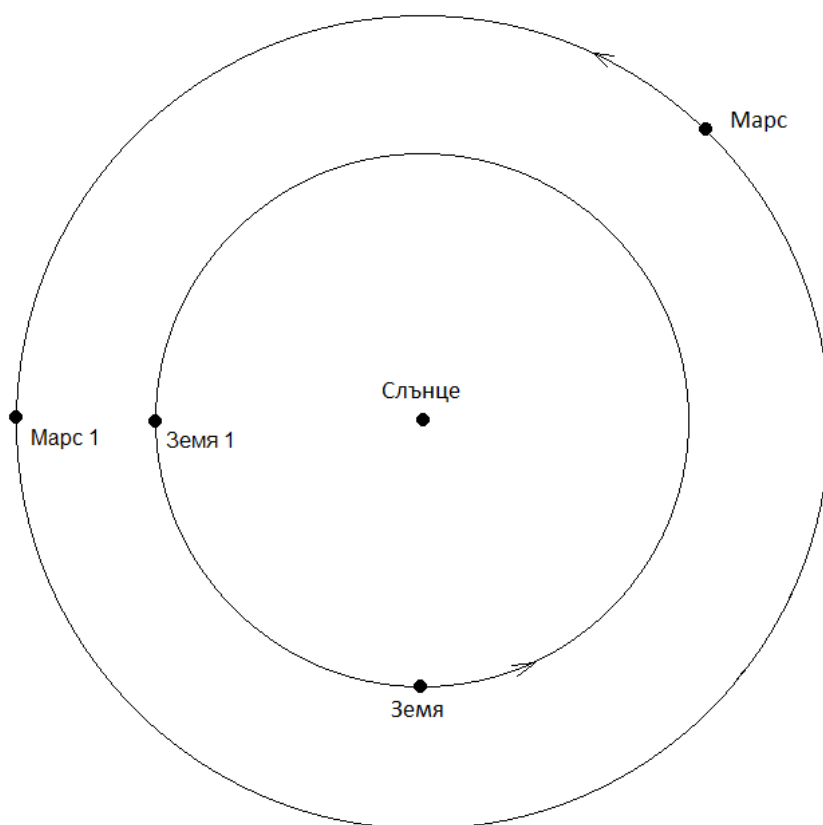
$$t = \frac{84.5 \text{ mm}}{36 \text{ mm}} \cdot 8 \text{ мин.} \approx 19 \text{ минути}$$

Ако в даден момент операторът изпрати сигнал към марсохода, сигналът ще пътува до Марс 19 минути. Щом получи командата, марсоходът ще започне да я изпълнява – примерно ще направи завой. Неговите видеокамери ще заснемат това и радиопредавателят на марсохода ще излъчи изображението обратно към Земята. То ще се появи на екрана на оператора след още 19 минути. От момента, когато подава командата към марсохода, операторът трябва да изчака $2 \times 19 = 38$ минути, за да види реакцията на марсохода.

Да разделим периода от 9 месеца на три интервала по три месеца. Три месеца са една четвърт от земната година и за това време Земята прави една четвърт завъртане по своята орбита, което съответства на ъгъл, равен на 90° . Оттук следва, че

за 9 месеца Земята ще направи три четвърти завъртане по орбитата си и ще се окаже в положение Земя 1 на схемата по-долу.

Марс се движи около Слънцето два пъти по-бавно от Земята. За три месеца той ще се завърти на ъгъл 45° по своята орбита, а за девет месеца – на ъгъл $3 \times 45^\circ = 135^\circ$. Тогава той ще се окаже в положение Марс 1 и ще бъде на една права линия със Земята и Слънцето. Това положение на Марс относно Земята се нарича противостояние. При него двете планети са максимално близо една до друга. Разстоянието Земя – Марс е значително по-малко, отколкото в първия случай. Това означава, че комуникацията между оператора и марсохода ще се ускори съществено. Но отново ще са необходими минути време от момента, когато операторът подава команда от Земята, до момента, когато той може да види как реагира марсоходът.



Критерии за оценяване (общо 12 точки):

За правилен метод за определяне на времето за пътуване на радиосигнала от Земята до Марс – 2 т.

За измервания и пресмятания – 2 т.

За верен краен резултат – 1 т.

За правилно определяне на времето от подаването на командата до появата на реакцията на марсохода на екрана на оператора – 2 т.

За верни разсъждения относно положението на Земята и Марс след 9 месеца – 3 т.

За правилно отбелязване на положението на схемата – 1 т.

За краен извод относно промяната на времевата задръжка в комуникацията между оператора и марсохода – 1 т.

5 задача. Тайно пътешествие. Вие сте разузнавач със секретна мисия. Трябва да тръгнете от място с указани координати и да пътувате по точно определен маршрут. Със специален хидроплан излитате в посока юг от Точка 1 (това е кодово

название) на река Потомак в САЩ. Стигате до Точка 2 и фотографирате от въздуха тайния обект в Еквадор. По най-краткия път летите до Точка 3 и изпращате шифровано съобщение в гр. Понтианак, Индонезия. Самолетът завива на север и вие скачате с парашут в Точка 4 в гр. Северобайкалск, Русия. Скривате парашута в парка на града и се срещате с таен агент.

- А) Дадена ви е таблица с описание на маршрута. От съображения за секретност тя е непълна. Напишете липсващите координати на четирите пункта. Знакът „+“ пред географската дължина означава, че тя се отчита на изток от Гринуичкия меридиан, а знакът „-“ означава, че се отчита на запад.

- Б) Пресметнете на колко километра отговаря един градус по земната повърхност, ако обиколката на Земята е 40032 км.

- В) В коя посока трябва да тръгнете, когато стигнете до Точка 2 в Еквадор, така че пътят до следващата Точка 3 да е най-кратък – на изток или на запад? Начертайте маршрута си по екватора на приложената карта.

- Г) Колко километра ще измине самолетът от излитането до момента на вашето скачане с парашут? Смятайте много точно, с точност до 1 километър. Полученото число е паролата, с която ще се свържете с тайния агент в кафе „Пекин“, Северобайкалск.

Решение:

Нашето пътуване от Точка 1 до Точка 2 е в посока юг. Това означава, че се движим по един и същ земен меридиан и нашата географска дължина не се променя. До този извод можем да стигнем и като разгледаме дадената ни карта – точките 1 и 2 лежат на един и същ меридиан. Следователно тези две точки имат една и съща географска дължина.

Подобна е ситуацията и с точките 3 и 4. Те също имат еднаква географска дължина.

Географската ширина на Точка 3 е 0°, понеже ние стигаме до нея като се движим само по екватора.

Като имаме предвид тези съображения, лесно можем да допълним липсващите координати в таблицата.

Точка №	Местоназначение	Географска ширина	Географска дължина
1	Река Потомак, Западна Вирджиния – Мериленд, САЩ	+ 39°.55	- 78°.45
2	“Monumento Mitad del Mundo”, San Antonio de Puchincha, Еквадор	0°	- 78°.45
3	“Tugu Khatulistiwa”, гр. Понтианак, на остров Калимантан (Борнео), Индонезия	0°	+ 109°.35
4	Кафе „Пекин“, градски парк, гр. Северобайкалск, Русия	55°.65	+ 109°.35

На 1° по земната повърхност отговарят $40032 \text{ km} / 360^\circ = 111.2 \text{ km}$.

Гринуичкият меридиан съответства на географска дължина 0°. Той е началният меридиан, от който се отчита географската дължина и е изобразен почти по средата на дадената ни карта (съвсем малко отместен наляво). Ако тръгнем от Точка 2 на изток, първо ще изминем 78°.45 по географска дължина до Гринуичкия меридиан, а после още 109°.35 до точка 3, или общо:

$$78^\circ.45 + 109^\circ.35 = 187^\circ.8$$

Но това е повече от 180° , т.е. повече от половината обиколка на Земята. За да стигнем по-бързо от Точка 2 до Точка 3, трябва да тръгнем на запад и да изминем другата част от земната обиколка, която отговаря на преместване по географска дължина:

$$360^\circ - 187^\circ.8 = 172^\circ.2$$

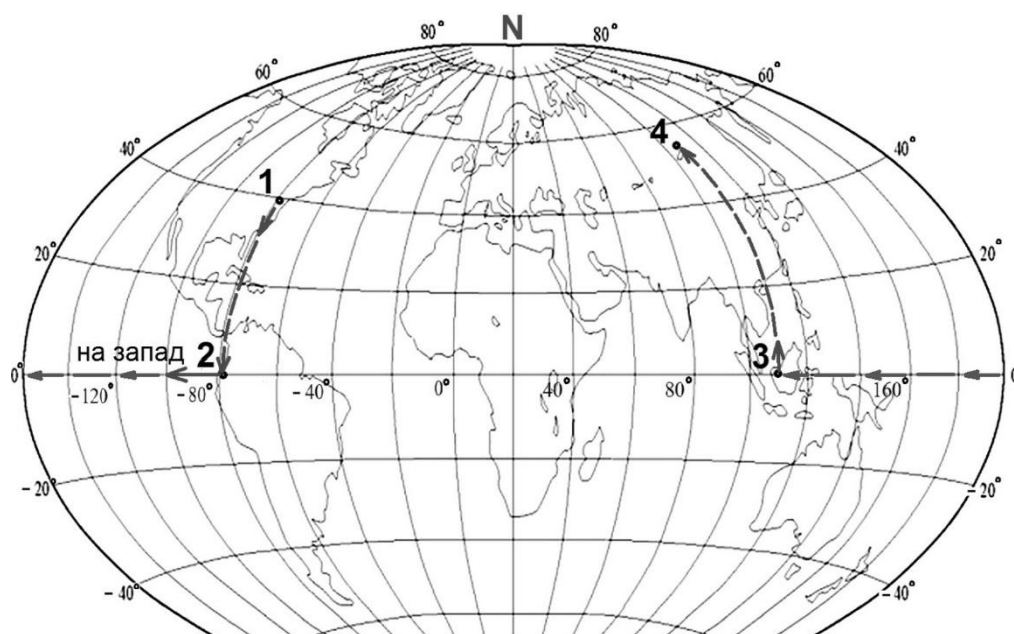
Дадената ни карта представлява проекция на земната повърхност върху равнината на листа, при която земното кълбо е „разрязано“ по меридиана с географска дължина -160° или, което е все едно, $+200^\circ$. Така че на картата нашият път по екватора от Точка 2 до точка 3 ще се изобрази в две части – като две отсечки по екватора. Това е защото пътят ни също е бил „разрязан“ по въпросния меридиан при проектирането на земната повърхност върху картата.

Общата дължина на нашия маршрут, изразена в градуси, ще бъде:

$$39^\circ.55 \text{ (от Точка 1 до 2)} + 172.2^\circ \text{ (от Точка 2 до 3)} + 55^\circ.65 \text{ (от Точка 3 до 4)} = 267^\circ.4$$

В километри по земната повърхност това отговаря на $267^\circ.4 \times 111.2 \text{ km} = 29734.88 \text{ km}$.

Като закръглим това число до цели километри, получаваме 29735 km , което е и паролата за връзка с тайния агент. Така ние ще изпълним успешно нашата трудна и рискована разузнавателна мисия.



Карта, на която са обозначени двете части на нашия път по екватора от Точка 2 на запад към Точка 3.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За попълване на липсващите координати и обяснение – 2 т.

За пресмятане колко километра съответстват на 1° – 2 т.

За правилни разсъждения относно посоката, в която трябва да тръгнем от Точка 2 към Точка 3 – 2 т.

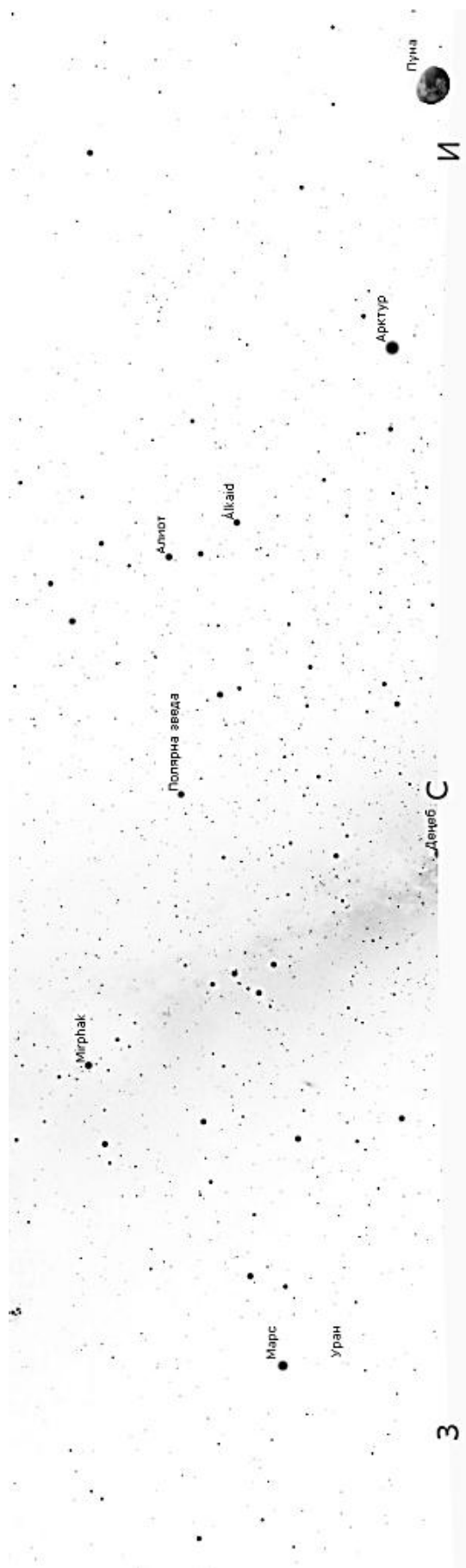
За правилно заключение – 1 т.

За намиране на дължината на пътя между точките 2 и 3 в градуси – 1 т.

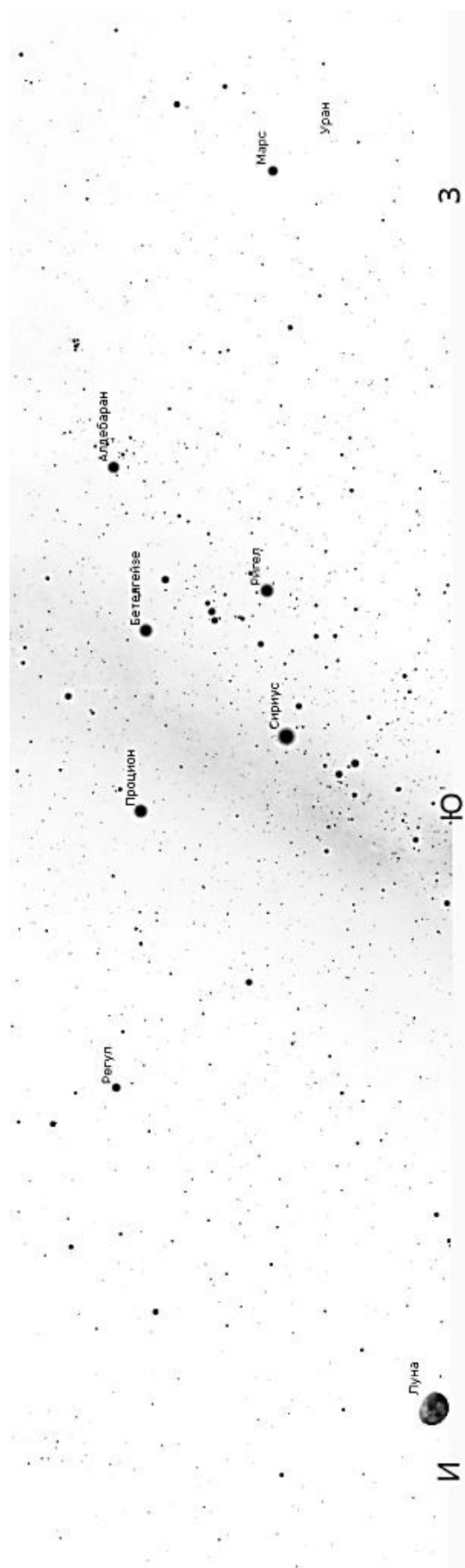
За означаване на пътя по екватора върху картата – 1 т.

За правилен начин за определяне на дължината на общия маршрут – 2 т.

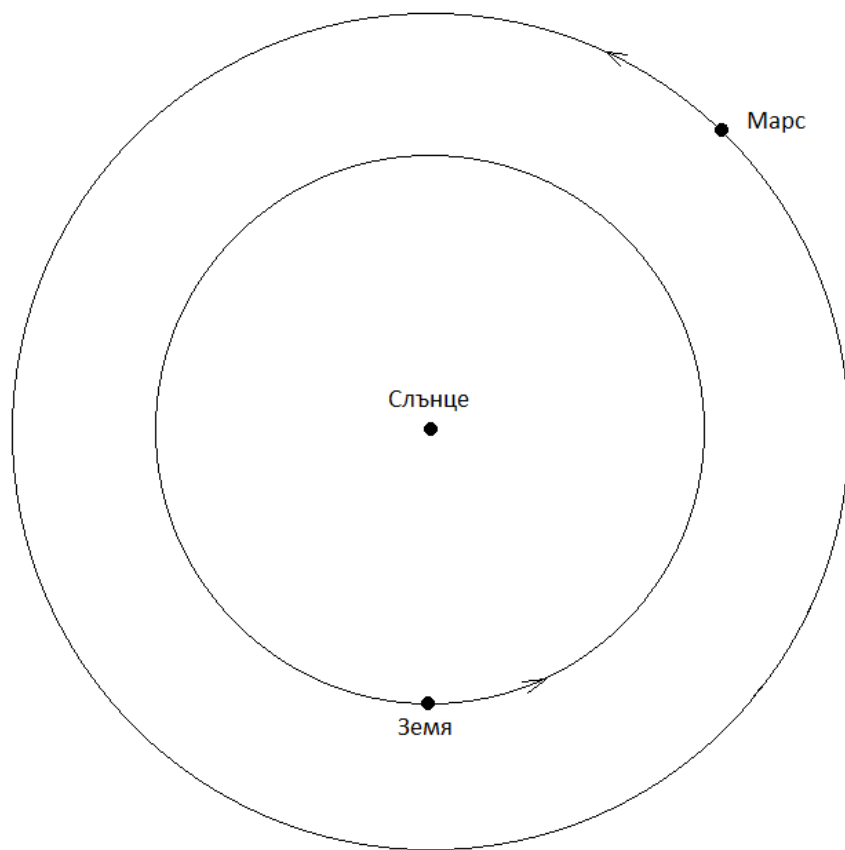
За верен числен резултат – 1 т.



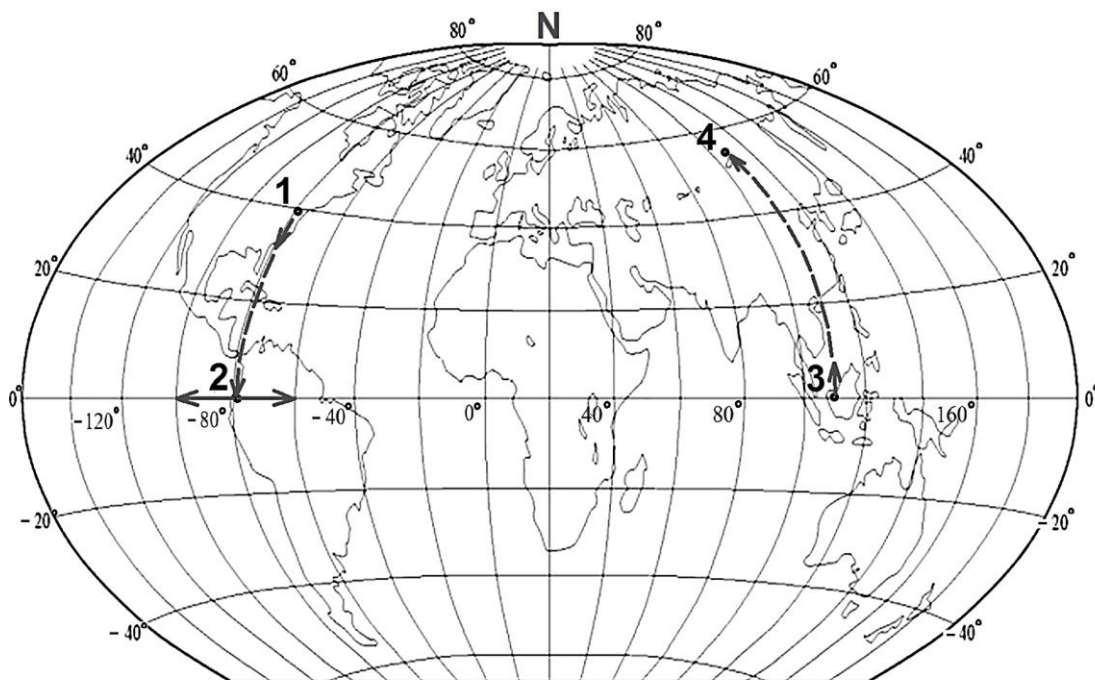
Карта 1. Звездното небе на 22 февруари в 21^h30^m, север – към 3 задача



Карта 2. Звездното небе на 22 февруари в 21^h30^m, юг – към 3 задача



Фиг. 1. Орбити на Земята и Марс – към 4 задача.



Маршрут на тайната мисия – към 5 задача

От Точка 2 в коя посока трябва да тръгнете за да бъде пътят ви по-кратък – на изток или на запад? Начертайте пътя си от Точка 2 до Точка 3.

Таблица към 5 задача – попълнете липсващите координати. Координатите са дадени в градуси и части от градуса. (Например в записа $39^{\circ}.55$ цифрите „55“ не са дъгови минути, а стотни от градуса)

Точка №	Местоназначение	Географска ширина	Географска дължина
1	Река Потомак, Западна Вирджиния – Мериленд, САЩ	$+ 39^{\circ}.55$	$- 78^{\circ}.45$
2	“Monumento Mitad del Mundo”, San Antonio de Puchincha, Еквадор	0°	
3	“Tugu Khatulistiwa”, гр. Понтианак, на остров Калимантан (Борнео), Индонезия		$+ 109^{\circ}.35$
4	Кафе „Пекин“, градски парк, гр. Северобайкалск, Русия	$55^{\circ}.65$	