

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

**Критерии за оценяване на темата
за общинския кръг на олимпиадата по астрономия
2014-2015 учебна година
Възрастова група XI-XII клас**

1 задача. Луната и Земята. Снимката на Луната и Земята, която ви е дадена, е направена от китайската космическа станция Chang'e 5-T1. Измерете диаметрите на изображенията на Луната и Земята. Намерете информация за действителните им диаметри в километри.

• А. Колко сантиметра щеше да е изображението на Земята върху снимката, ако нашата планета беше на същото разстояние от станцията, на което е Луната? Приблизително колко пъти Земята е по-далеч от станцията в сравнение с Луната?

• Б. Нарисувайте приблизително как е изглеждала фазата на Луната за земния наблюдател в момента на снимката.

• В. Означете върху изображението на Луната Море Москва и кратера Циолковски.

• Г. Коя космическа станция е направила първите снимки на обратната страна на Луната? Кога е било това?



Решение:

Диаметрите на Земята и Луната върху снимката са съответно 7.5 мм и 52.5 мм. Действителните им диаметри са 12742 км и 3475 км. Следователно диаметърът на Земята е $12742 / 3475 \approx 3.67$ пъти по-голям от този на Луната. Ако Земята беше също толкова близо до космическата станция, колкото и Луната, то нейното изображение върху снимката щеше да е с диаметър $52.5 \times 3.67 \approx 192.7$ мм. Това означава, че в действителност Земята е $192.7 / 7.5 \approx 25.69$ пъти по-далеч от станцията, отколкото Луната.

Видимото ъглово разстояние между Земята и Луната на снимката не е много голямо и следователно в момента на снимката земните наблюдатели биха виждали Луната във фаза, приблизително обратна на фазата, която е видима от гледна точка на космическата станция. Т.е, ако приемем, че северният полюс на Земята е нагоре върху снимката, то от Земята Луната би изглеждала като сърп, изпъкнал на запад:



Към космическата станция е обрната главно обратната страна на Луната, която никога не се вижда от Земята. Сравняваме с карти или снимки на обратната страна на Луната и означаваме Море Москва и кратера Циолковски.



За първи път обратната страна на Луната е била фотографизирана от съветската космическа станция „Луна-3” на 7 октомври 1959 г.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За измерване на диаметрите на Земята и Луната на снимката – 1 т.

За определяне размера на земното изображение в случай, че Земята беше на същото разстояние като Луната – 3 т.

За рисунка на фазата на Луната, видима от Земята, и обяснение – 2 т.

За означаване на Море Москва и кратера Циолковски – 2 т.

За отговор коя станция е заснела обратната страна на Луната и кога – 2 т.

2 задача. Изчезващи пръстени. Планетата Сатурн е най-известна със своите красиви пръстени. Понякога обаче, те престават да се виждат от Земята. Причината е, че пръстените застават обрнати към нас ребром – зрителният лъч от Земята към Сатурн лежи в тяхната равнина. Пръстените са много тънки и в такива моменти не могат да се забележат от Земята дори и с телескоп.

• А. Поради наклона на оста на Сатурн, би трябвало да има смяна на сезоните на тази планета. В кои сезони на годината за Сатурн се случва пръстените му да не се виждат от Земята?

Намерете информация за размерите на орбитите на Земята и на Сатурн, а също и за скоростта на орбитално движение на Сатурн около Слънцето.

- Б. Пресметнете какво разстояние изминава Сатурн по орбитата си за една земна година. Сравнете това разстояние с размерите на земната орбита.

- В. Нека в даден момент за земен наблюдател пръстените на Сатурн са разположени съвсем точно ребром. Може ли в рамките на една земна година това да се повтори още веднъж? Пояснете вашите разсъждения със схема. Приемете, че при движението на Сатурн около Слънцето равнината на неговите пръстени остава строго успоредна сама на себе си.

Решение: Пръстените на Сатурн лежат в екваториалната равнина на планетата, т.е. те са перпендикулярни на оста ѝ на въртене. Това, че виждаме ребром пръстените на планетата, означава, че оста на Сатурн е наклонена в равнина перпендикулярна на направлението Сатурн – Земя. Понеже размерите на орбитата на Земята са почти десет пъти по-малки от размерите на орбитата на Сатурн, то може да приемем, че направлението Сатурн – Земя почти съвпада с направлението Сатурн – Слънце. Оста на една планета е наклонена в равнина перпендикулярна на посоката към Слънцето, когато е момент на равноденствие за съответната планета. Следователно това се случва около моментите на пролетно или есенно равноденствие за Сатурн, т.е. в началото на пролетта или в началото на есента за тази планета.

Голямата полуос на земната орбита е около 149.6 милиона километра или приблизително една астрономическа единица. Голямата полуос на орбитата на Сатурн е приблизително 1.433 милиарда километра или 9.582 астрономически единици. Средната скорост на движението на Сатурн по неговата орбита е 9.638 km/s.

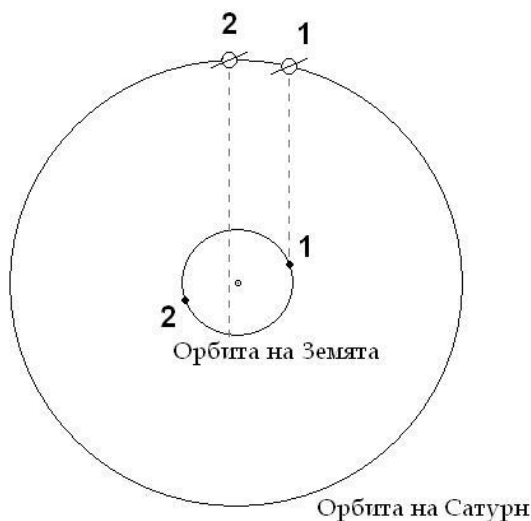
В една година има $365.25 \times 24 \times 3600 = 31557600$ секунди. Следователно за една година Сатурн изминава по орбитата си $31557600 \times 9.638 \approx 304.15$ милиона километра. Получава се любопитен резултат – за една година Сатурн изминава разстояние, което е много близко до диаметъра на земната орбита, или по-точно, съвсем леко го надвишава.

До същото заключение можем да стигнем и по друг начин. Радиусът на орбитата на Сатурн е около 9.6 пъти по-голям от радиуса на земната орбита. Орбиталният период на Сатурн е около 29.5 години или 29.5 пъти по-дълъг от земния орбитален период. Следователно скоростта, с която Сатурн се движи по своята орбита, е $29.5 / 9.6 \approx 3$ пъти по-ниска от скоростта на Земята. Това означава, че за една земна година Сатурн изминава около 3 пъти по-малко разстояние в сравнение със Земята. За една година Земята изминава разстояние, равно на дължината на своята орбита, която можем да получим, като умножим диаметъра на орбитата по числото $\pi = 3.14$. Следователно разстоянието, което Сатурн изминава за една година, е малко по-голямо от диаметъра на земната орбита.

На Фиг.1 са показани орбитите на Сатурн и на Земята, наблюдавани откъм северния еклиптичен полюс. Орбитата на Земята е с леко преувеличени размери. Нека първоначално Земята и Сатурн се намират в положение **1** на своите орбити. С пунктирна линия е означена пресечната права между равнината на пръстените на Сатурн и равнината на земната орбита. В този момент пръстените на Сатурн ще бъдат точно ребром към Земята. След половин година Сатурн ще е изминал по своята орбита приблизително 152 милиона километра, т.е. малко повече от радиуса на земната орбита. *Той изминава това разстояние по дъга, но предвид много малката разлика в дължината на дъгата и съответстващата ѝ хорда ние може да приемем, че те са приблизително равни по дължина.* Положенията на Сатурн и Земята, след като е изминала половин година, са означени с **2**. Виждаме, че Земята е изпреварила в движението си Сатурн. В следващите моменти от време пресечната линия на равнината на пръстените и еклиптиката ще се движи наляво (на фигурата), а Земята вече ще се движи надясно по своята орбита. След

известно време, съществено по-малко от половин година, Земята ще се срещне с пресечната линия и от нея отново ще може да се наблюдават пръстените на Сатурн ребром.

Следователно в рамките на една година е възможно пръстените на Сатурн да се видят от Земята точно ребром два пъти.



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За отговор и обяснение в кои сезони за Сатурн не виждаме пръстените му – 3 т.

За пресмятане на разстоянието, изминавано от Сатурн за 1 година и сравняването му със земната орбита – 3 т.

За обяснение и отговор дали може да се наблюдават два пъти пръстените на Сатурн точно ребром към нас за една година – 4 т.

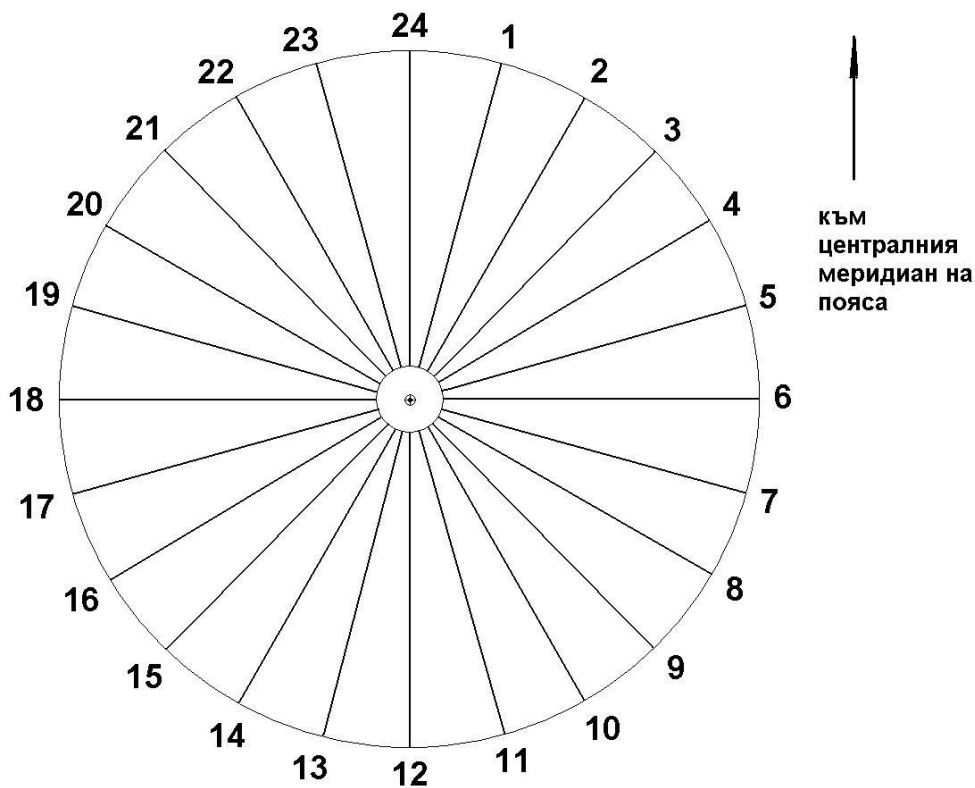
3 задача. Полярен ден. Любител на приключенията прекарва целия шестмесечен полярен ден на северния полюс. Там той решава да си направи слънчев часовник. За гномон на слънчевия часовник, който да хвърля сянка, му служи скиорска щек, забита в леда. От щеката над леда остава дължина 1 метър.

- А. Под какъв ъгъл към повърхността е най-удобно да бъде забита щеката и защо?
- Б. Нарисувайте скалата на слънчевия часовник – разграфете я в часове и обяснете вашето решение. (не отчитайте уравнението на времето).
- В. Полярният турист е начертал още една скала, която му служи за календар. Опишете качествено как би могла да изглежда тази скала. В кои периоди слънчевият „календар” ще работи най-точно и кога – най-неточно?
- Г. Намерете необходимите данни за положението на Слънцето и разграфете календарната скала. Първото деление да съответства на четвъртия ден след изгрева на Слънцето, а последното – на четвъртия ден преди залеза му. Останалите деления да са през 20 дни. Рефракцията да не се отчита.

Решение: На северния географски полюс на Земята през лятното полугодие височината на Слънцето над хоризонта, в продължение на едно обикновено денонощие от 24 часа, не се променя съществено. Причината за това е, че северният небесен полюс се намира в зенита. Гномонът на слънчевия часовник, в типичния случай, сочи към северния небесен полюс, когато часовникът е в Северното полукълбо. Затова гномонът на един слънчев часовник, който се намира на северния полюс, трябва да бъде поставен вертикално и да сочи към зенита.

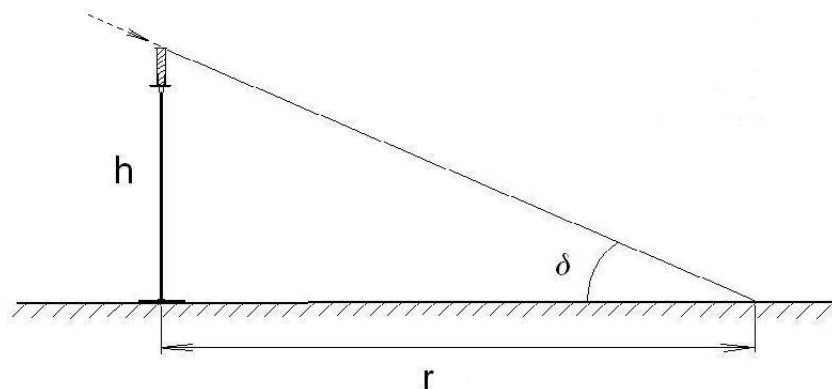
Скалата на един слънчев часовник е “схема” на положенията на края на сянката на гномона за всеки един час от обикновения ден (не полярния). В умерените ширини скалата се строи само за часовете, в които Слънцето е над хоризонта. Това е 12 часов интервал от време, имайки предвид, че през лятото светлата част на денонощието е над 14 часа, но, когато Слънцето е много ниско над хоризонта, края на сянката на гномона е много далеч от слънчевия часовник или дървета и постройки възпрепятстват достигането на слънчевата светлина до часовника. Следователно часовникът се разграфява за не повече от половин денонощие. По време на полярния ден на Северния полюс Слънцето е над хоризонта 24 часа. Затова скалата на часовника ще обхваща цялото денонощие (в обикновения смисъл на думата) от 24 часа, т.е. ще е разграфена за 24 часа. Понеже не отчитаме неравномерностите в движението на Слънцето, то скалата ще представлява пълен кръг от 360 градуса, разграфен равномерно на 24 интервала, т.е. по 15 градуса за всеки час. Освен това, за разлика от един слънчев часовник в умерените ширини, където отсечките, маркиращи часовете, са разположени на различно разстояние от гномона, поради това че Слънцето мени своята височина над хоризонта, на Северния полюс маркираните часове ще са на еднакво разстояние от гномона, понеже, в рамките на едно обикновено денонощие от 24 часа, Слънцето не променя съществено своята височина над хоризонта. Разбира се отсечките, маркиращи часовете, трябва да са много дълги като лъчи, отдалечаващи се от гномона, за да може часовникът да се използва и когато Слънцето е ниско над хоризонта, в началото и в края на полярния ден.

Ако искаме времето да е свързано с официалното време на някой часови пояс, отсечката, която отговаря на 12 часа, трябва да е насочена противоположно на централния меридиан на пояса. Тогава, когато Слънцето е в местно пладне за централния меридиан на пояса и следователно поясното време е 12 часа (разбира се тук не отчитаме уравнието на времето), сянката на Слънцето ще лежи на отсечката, която е продължение на централния меридиан на съответния часови пояс, от обратната страна на северния полюс. Тогава разграфеният часовник ще изглежда примерно така:



Слънцето се движи по еклиптиката. На северния полюс през лятното полугодие (за северното полукълбо), то е непрекъснато над хоризонта, като височината му е равна на неговата деклинация. *Максималната деклинация на Слънцето е равна на наклона на равнината на екватора към равнината на еклиптиката – $\varepsilon = 23^\circ.5$.* Дължината на сянката на гномона се определя от височината на Слънцето над хоризонта, т.е. от неговата деклинация. Дължината ще бъде:

$$r = h \cdot \operatorname{ctg} \delta$$

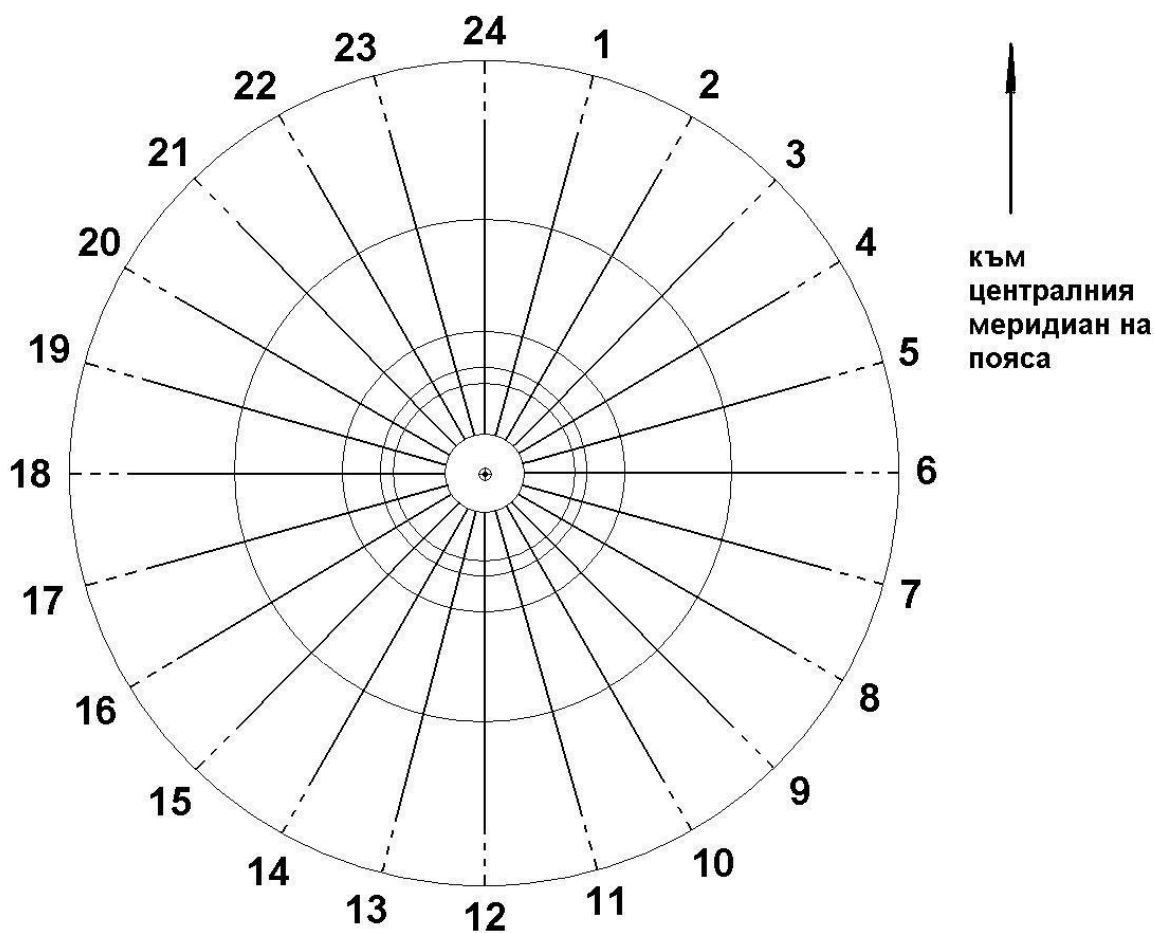


Изменението на тази дължина ще послужи за съставянето на нашата календарна скала. По дължината на сянката на гномона може да съдим приблизително за времето, изминало след пролетното равноденствие. Достатъчно е да начертаем на скалата на часовника концентрични кръгове, съответстващи на положението на края на сянката на гномона за определени дати. Известен брой такива кръгове, фиксиращи дължината на сянката на гномона през равни интервали от време, могат да ни служат за ориентируващ “календар” на северния полюс. В дните около лятното слънцестоене деклинацията на Слънцето се променя много слабо. Радиусите на кръговете, съответстващи на дължината на сянката, също ще се променят много малко. Затова около лятното слънцестоене календарът ще работи най-неточно. В дните около равноденствията деклинацията на Слънцето се променя много бързо и тогава календарът ще работи най-точно.

От астрономически справочници (астрономически календар, астрономически алманах или програма, даваща координатите на Слънцето за всеки ден) намираме за определена година деклинацията на Слънцето за исканите дати, т.е. 4 дни след пролетното равноденствие, след още 20 дни и т.н. Последният момент е 4 дни преди есенното равноденствие. Виждаме, че датите са приблизително симетрични относно лятното слънцестоене и може да очакваме Слънцето да има, за една двойка симетрични дати, близки по стойност деклинации. *Малките разлики зависят от това в коя година от четиригодишния цикъл след високосната година се намираме и данните за кой часови пояс използваме, както и това, че в действителност Земята се движи по елиптична орбита и следователно реалното движение на Слънцето по еклиптиката е неравномерно.* Резултатите са дадени в таблицата по-долу.

Нека на нашата схема най-вътрешният кръг има радиус 1 m. Тогава начертаваме, в съответния мащаб, кръговете с радиуси равни на дължината на сянката на гномона през 20 дена. Последният кръг не е даден в мащаб, за да може да бъде изобразен на листа. Той ще има радиус 47.74 метра. Слънчевият часовник ще изглежда както е показано на схемата след таблицата.

Ден след пролетно равноденствие	Деклинация	Дължина на сянката [m]
4	1°12'	47.74
+20	8°56'	6.36
+20	15°35'	3.59
+20	20°31'	2.67
+20	23°08'	2.34
+20	23°03'	2.35
+20	20°20'	2.70
+20	15°21'	3.64
+20	8°45'	6.50
+20	1°12'	47.74



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За определяне на подходящия ъгъл на гномона и обяснение – 2 т.

За разграфяване на скалата в часове и обяснение – 3 т.

За правилна идея за календарна скала – 1 т.

За обяснение кога календарът е най-точен и кога най-неточен – 1 т.

За пресмятания по календарната скала – 2 т.

За разчертаване на календарната скала – 1 т.

4 задача. Лазерни отражатели. Първите космонавти, стъпили на Луната, са разположили на лунната повърхност специални огледала. Впоследствие от Земята са били изпращани лазерни импулси към Луната и се е измервало времето за пристигане на отразените сигнали. Така е било определяно много точно разстоянието Земя – Луна.



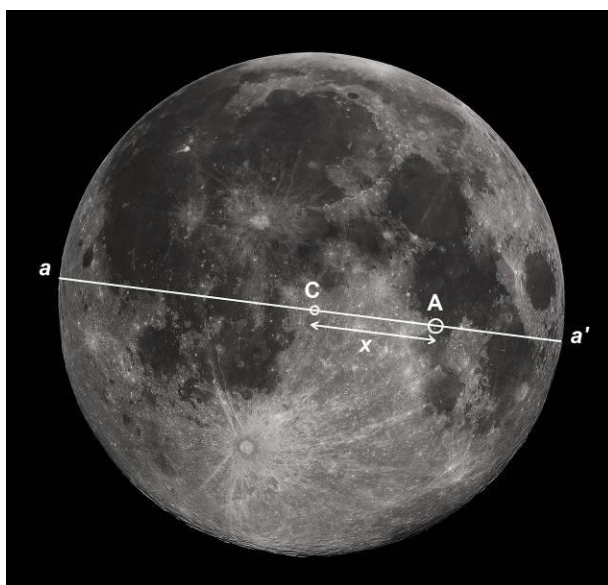
- На снимката с кръгче е отбелязано мястото на кацане при мисията „Аполо-11”. Направете необходимите измервания върху нея и определете приблизително под какъв ъгъл трябва да са били наклонени лазерните отражатели към лунната повърхност там, така че при изпращане от Земята на лазерен импулс, отразената светлина да се получи обратно на нашата планета. Считайте, че разстоянието Земя-Луна е много по-голямо от размерите на Земята и Луната. Либрацииите на Луната да не се взимат предвид.

Решение:

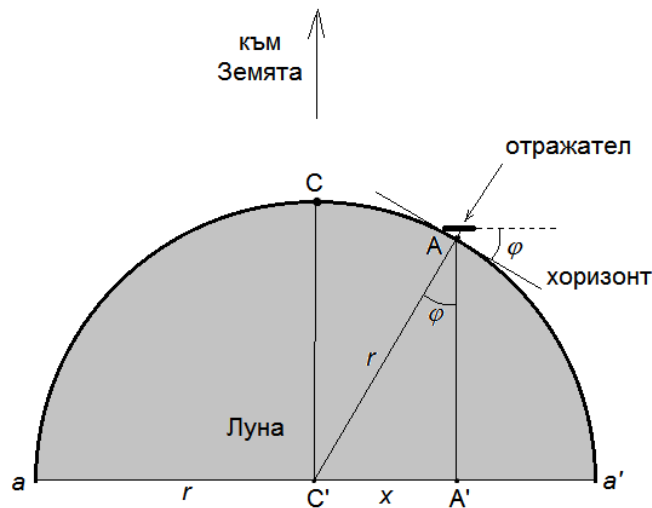
Да отбележим мястото на кацане като точка А. Определяме приблизително къде е центърът С на видимия лунен диск на снимката. Прекарваме диаметъра aa' , минаващ през точка А. Измерваме върху снимката диаметъра aa' и отсечката $CA = x$. Получаваме:

$$aa' = 56 \text{ мм}$$

$$x = 14 \text{ мм}$$



Сега нека си представим Луната и разположението на точките С и А от друга гледна точка, както е показано на следващата фигура:



На фигурата с $r = aa' / 2$ е означен радиусът на Луната. Точките А и С се проектират върху лунния диаметър aa' съответно в точките A' и C' . Виждаме, че ъгълът φ , който представлява търсеният наклон на лазерния отражател към лунната повърхност, е равен на ъгъла $C'AA'$, като ъгли с взаимно перпендикулярни рамене. За триъгълника $C'AA'$ можем да напишем:

$$\sin \varphi = x / r$$

Отгук получаваме $\varphi \approx 30^\circ$.

В действителност лазерният отражател не представлява плоско огледало, а матрица от специално конструирани комбинации от малки огледалца, които са ориентирани така, че да отразяват светлинния лъч обратно точно в посоката, от която той идва, независимо от ъгъла на падане на светлината към отражателя. Така че при монтирането на отражателите на лунната повърхност не е било необходимо те да бъдат много прецизно насочвани.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилна обща теоретична идея на решението – 4 т.

За построения и измервания върху снимката – 3 т.

За математически пресмятания – 2 т.

За верен числен отговор – 1 т.

5 задача. Галактики спътници. Ако можехме да виждаме цялата небесна сфера (без да ни пречи земният хоризонт), щяхме да наблюдаваме Млечния път като пълен затворен кръг около нас. Така ни изглежда дискът на нашата Галактика, понеже го гледаме, намирайки се вътре в него. На Фиг. 1 е представено разгънато панорамно изображение на целия Млечен път, видим от Земята. Изображението е съставено от снимки на звездното небе, направени от различни места по нашата планета. Виждат се и нашите галактики спътници – Големият и Малкият магеланов облак. На Фиг. 2 е дадена рисунка – схема на нашата Галактика, нарисувана според съвременните представи за нейния строеж и за положението на Слънцето в нея.

- А. Намерете информация за диаметъра на Галактиката и разстоянията от нас до Големия и Малкия магеланов облак. Нанесете на Фиг. 2 приблизително как са разположени двете галактики спътници относно нашата Галактика.

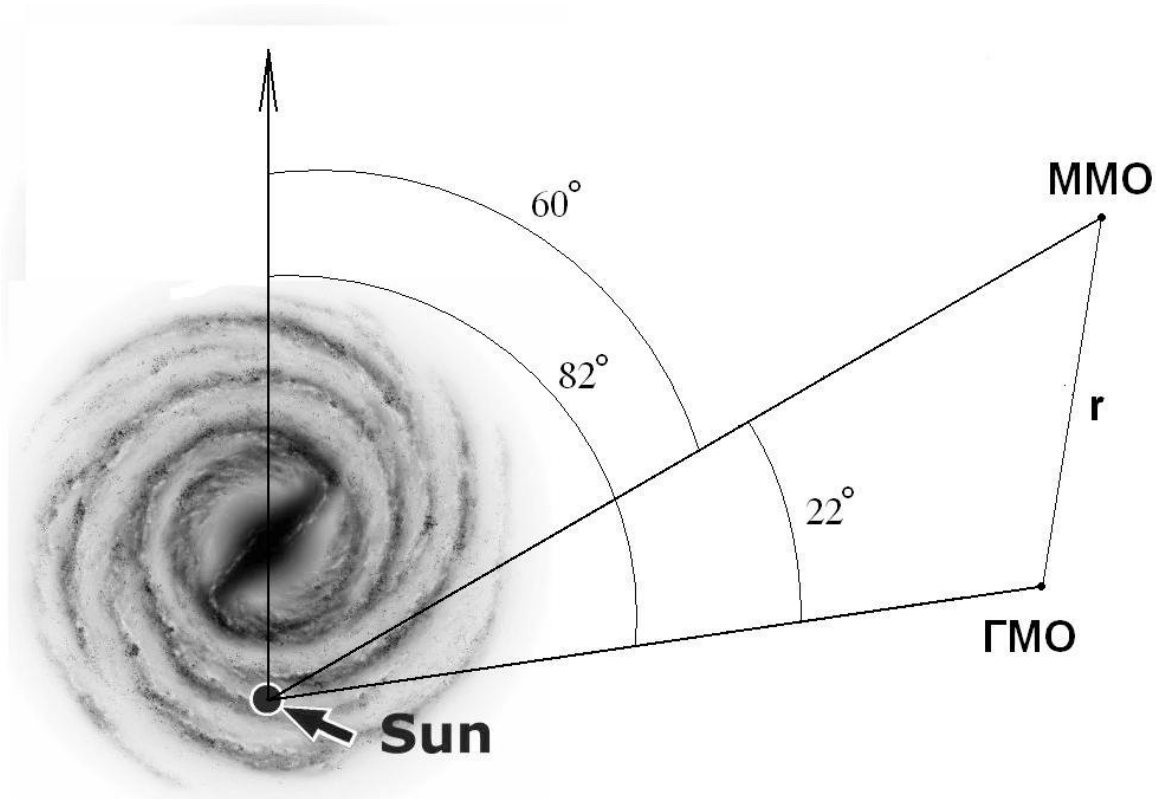
- Б. Оценете приблизително разстоянието между Големия магеланов облак и Малкия магеланов облак.

Решение: Диаметърът на Млечния път е около 100000 светлинни години. Разстоянието до Големия Магеланов облак е около 160000 светлинни години, а до Малкия Магеланов облак е около 200000 светлинни години. *Възможно е да бъдат намерени други оценки за разстоянията, в това число такива, при които разстоянията до двете галактики да са еднакви. Примерно по 160000 св. год. до всеки от Магелановите облаци.*

Снимката на Фиг.1 представя пълна разгъната панорама на Млечния път. Следователно на дължината на снимката съответстват 360° . Оттук може да определим мащаба на изображението в градуси на милиметър. Дължината на цялото изображение е 160 мм. Следователно мащабът на изображението е $360^\circ / 160 \text{ мм} \approx 2.25$ градуса на милиметър.

Виждаме, че центърът на Галактиката е в центъра на изображението на Млечния път, дадено на Фиг.1. Определяйки разстоянието от този център до изображенията на Големия и Малкия магеланов облак в милиметри, може да пресметнем какъв ъгъл сключват направленията от нас към тях с направлението от нас към центъра на Галактиката. Правим измерванията и получаваме за ГМО 36.5 мм и за ММО 26.5 мм. Превръщаме в ъглови единици, като използваме мащаба на изображението и за ГМО получаваме 82° , а за ММО – 60° .

За да нанесем на Фиг.2 положенията на двата спътника на нашата Галактика, трябва да определим линейния мащаб на изображението. Използваме това, че знаем диаметъра на Галактиката – 100000 св.год. Измерваме диаметъра на изображението. Измерванията правим по няколко различни ориентации на диаметъра и усредняваме. Получаваме, че диаметърът на изображението на Галактиката е около 36 милиметра. Следователно линейният мащаб на изображението е $100000 / 36 \approx 2780$ светлинни години на милиметър. Тогава разстоянието до ГМО на фигурата е 57.6 мм, а до ММО е 72 мм. Начертаваме лъчите към всеки от Магелановите облаци, използвайки получените ъгли от направлението към центъра на Галактиката и нанасяме положенията на ГМО и ММО, използвайки получените разстояния в милиметри. Получаваме следната схема:



Разстоянието между Магелановите облаци може да определим по два начина. Единият е да го измерим от фигурата, на която сме нанесли положенията на двете галактики, при условие че сме работили точно и с правилните линейни и ъглови мащаби. Измерваме разстоянието в милиметри и получаваме $r = 28.5$ мм. Използваме линейния мащаб на изображението и за разстоянието между ГМО и ММО получаваме 79000 св. години.

Вторият начин е да пресметнем разстоянието, използвайки получения ъгъл от 22° между направленията към галактиките, намерените разстояния до тях и прилагайки косинусовата теорема:

$$r = \sqrt{r_{ГМО}^2 + r_{ММО}^2 - 2r_{ГМО} \cdot r_{ММО} \cdot \cos \Delta\alpha} = 79000 \text{ св.год.}$$

Разстоянието между Големия магеланов облак и Малкия магеланов облак е 79000 светлинни години или 24.2 килопарсека.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информация за разстоянията от нас до двете галактики – 1 т.

За правилни теоретични съображения по начертаването на схемата – 2 т.

За измервания и пресмятания на мащаби – 2 т.

За нанасяне на положенията на двете галактики на схемата – 2 т.

За правилен метод за определяне на разстоянието между двете галактики – 2 т.

За верен числен резултат – 1 т.

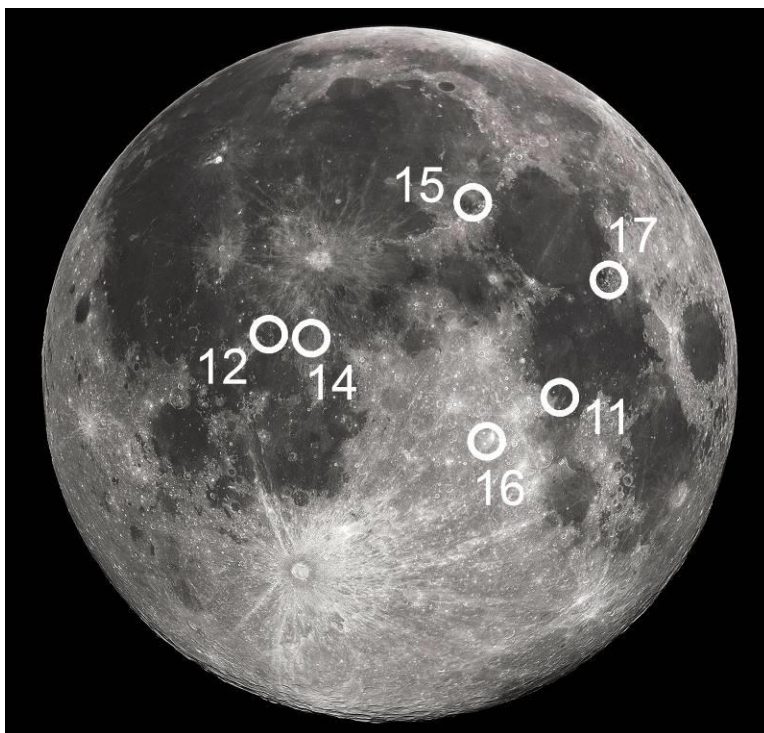
6 задача. Пътешествия до Луната. В периода от 1969 до 1972 г. са осъществени шест успешни мисии с корабите „Аполо”, при които на Луната са стъпили 12 космонавти.

• А. Намерете изображение на Луната, на което са нанесени местата на кацане на шестте лунни модула. Използвайте някой от лунните календари в Интернет, за да определите в каква фаза е била Луната при всяко кацане. Нарисувайте схематично как е изглеждала Луната при всеки от случаите. Каква закономерност забелязвате?

• Б. Защо са били избирани такива моменти за кацане на Луната? *Упътване:* При навлизането си в орбита около Луната космическият кораб се движи в посока обратна на нейното околоосното въртене. От него се отделя спускаемият апарат – лунният модул, който постепенно се снижава и каца на повърхността. Предварително районът на кацане се задава само ориентировъчно. Космонавтите управляват ръчно лунния модул, за да изберат подходящото равно място за безопасно кацане. При тази маневра те трябва да имат оптимално слънчево осветление на лунния релеф.


Решение:

Кацане на Луната е осъществено при шест от пилотираните мисии от серията „Аполо”. Това са „Аполо”-11, 12, 14, 15, 16 и 17. На нашия спътник са стъпили общо 12 космонавти. Лесно можем да намерим изображение на Луната с местата на кацане.



Намираме и информация за датите на кацане, а също така, за лунните фази на тези дати. Данните са представени в следващата таблица заедно със схематични изображения на Луната в съответните фази.

Мисия	Дата на кацане	Лунна фаза	Вид на Луната
Аполо-11	20 юли 1969 г.	1 ден преди първа четвърт	

Аполо -12	19 ноември 1969 г.	3 дни след първа четвърт	
Аполо-14	5 февруари 1971 г.	3 дни след първа четвърт	
Аполо-15	30 юли 1971 г.	1 ден след първа четвърт	
Аполо -16	21 април 1972 г.	1 ден след първа четвърт	
Аполо-17	11 декември 1972 г.	1 ден преди първа четвърт	

Както виждаме, всички кацания на Луната са осъществени при фаза около първа четвърт. Съпоставяме изгледа на Луната при всяко кацане с мястото на кацането. Веднага можем да забележим, че моментите на кацане на Луната са били избирани така, че лунният терминатор (линията, разделяща осветената от неосветената част от лунната повърхност) да минава много близо и винаги леко вляво от мястото на кацане. От гледна точка на наблюдател, намиращ се в съответното място на лунната повърхност, моментът на кацане е бил винаги в началото на лунния ден, когато Слънцето е било ниско над източния лунен хоризонт. В упътването се казва, че при навлизането си в орбита около Луната, космическите кораби са се движили в посока обратна на околоосното въртене на Луната. За лунния наблюдател въртенето на Луната става от запад на изток. Следователно при всяка мисия космическият кораб се е движил в посока от изток на запад спрямо лунната повърхност. В същата посока се е движил и отделящият се от него спускаем апарат – лунният модул. Това означава, че при спускането на лунния модул, той се е движил на запад, а Слънцето е било ниско на хоризонта на изток. Така при търсене на подходящо равно място за кацане членовете на екипажа на лунния модул са получавали две предимства. Първо, Слънцето е оставало зад тях спрямо курса на движение и слънчевите лъчи не са ги заслепявали, и второ, при такава височина на Слънцето над хоризонта лунните релефни форми са хвърляли сенки, които са ги правили много добре различими. Всеки, който е наблюдавал Луната в телескоп, знае, че при пълнолуние тя е „най-безинтересна”. Не се виждат сенките на планиските възвишения и кратерните валове и лунните релефни образувания стават неразличими. Със същия проблем биха се срещнали космонавтите, ако кацането се извършва около средата на лунния ден например, когато Слънцето за тях би било високо над лунния хоризонт.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информация за местата и датите на кацане на пилотираните спускаеми апарати на Луната – 2 т.

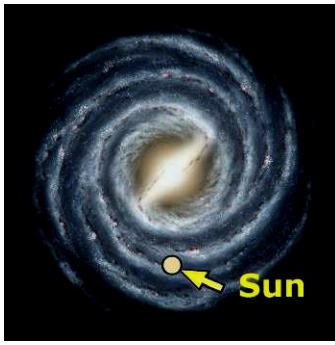
За определяне на лунните фази в моментите на кацане – 3 т.

За заключението, че кацанията са ставали близо до терминатора в началото на лунния ден – 2 т.

За обяснение защо са били избирани такива моменти за кацане – 3 т.



Фиг. 1. Разгънато панорамно изображение на Млечния път с Магелановите облаци



Фиг. 2. Схематична рисунка на нашата Галактика

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Критерии за оценяване на темата
за общинския кръг на олимпиадата по астрономия
2014-2015 учебна година
Възрастова група V-VI клас

1 задача. Между Земята и Луната. Потърсете информация за размерите на планетите от Слънчевата система и разстоянието от Земята до Луната. Напишете тези данни в решението на задачата.

• Представете си, че подреждате останалите седем планети, допрени една до друга, по правата линия между Земята и Луната. Ще се съберат ли тези планети по линията между Земята и Луната? Обяснете вашето решение и напишете пресмятанията, които сте направили.

Решение:

Данните за размерите на планетите можем да подредим в таблица:

Планета	Меркурий	Венера	Земя	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Диаметър, км	4879	12104	12742	6779	139822	116464	50724	49244

Диаметърът на Луната е 3476 км. Средното разстояние между Земята и Луната е 384403 км. Да си представим, че разполагаме Земята и Луната в двата края на линия с дължина 384403 км. Това е разстоянието между центровете на тези две тела. Започваме да подреждаме останалите планети. Те трябва да се поберат на свободната дължина от линията между Земята и Луната, която е:

$$384403 \text{ км} - \text{радиуса на Земята} - \text{радиуса на Луната} = 384403 - 12742 / 2 - 3476 / 2 = \\ = 376294 \text{ км}$$

Поставяме Меркурий така, че да се допира до Земята. После Венера, Марс и т.н. до Нептун. Дължината на редицата от планети ще бъде:

$$4879 \text{ км (Меркурий)} + 12104 \text{ км (Венера)} + 6779 \text{ км (Марс)} + 139822 \text{ км (Юпитер)} + \\ 116464 \text{ км (Сатурн)} + 50724 \text{ км (Уран)} + 49244 \text{ км (Нептун)} = 380016 \text{ км}$$

Виждаме, че съвсем малко не достига на разстоянието между Земята и Луната, за да се поберат в него останалите планети, поставени една до друга. Недостигашата дължина е само:

$$380016 \text{ км} - 376294 \text{ км} = 3722 \text{ км}$$

Това е по-малко от една стотна от цялото разстояние между Земята и Луната.

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За намиране на информация за диаметрите на планетите и Луната и за разстоянието от Земята до Луната – 4 т.

За правилен начин на пресмятане – 4 т.

За правилен числен резултат (в различни източници участниците ще намерят леко различни данни за планетите, така че крайният резултат може да се различава от дадения в настоящото решение, но важното е пресмятанията да са верни) – 1 т.

За окончателно заключение – 1 т.

2 задача. Хартиени модели. Както знаете, Луната винаги е обърната към нас с една и съща своя страна. Изрежете и залепете хартиените модели на Земята и Луната.

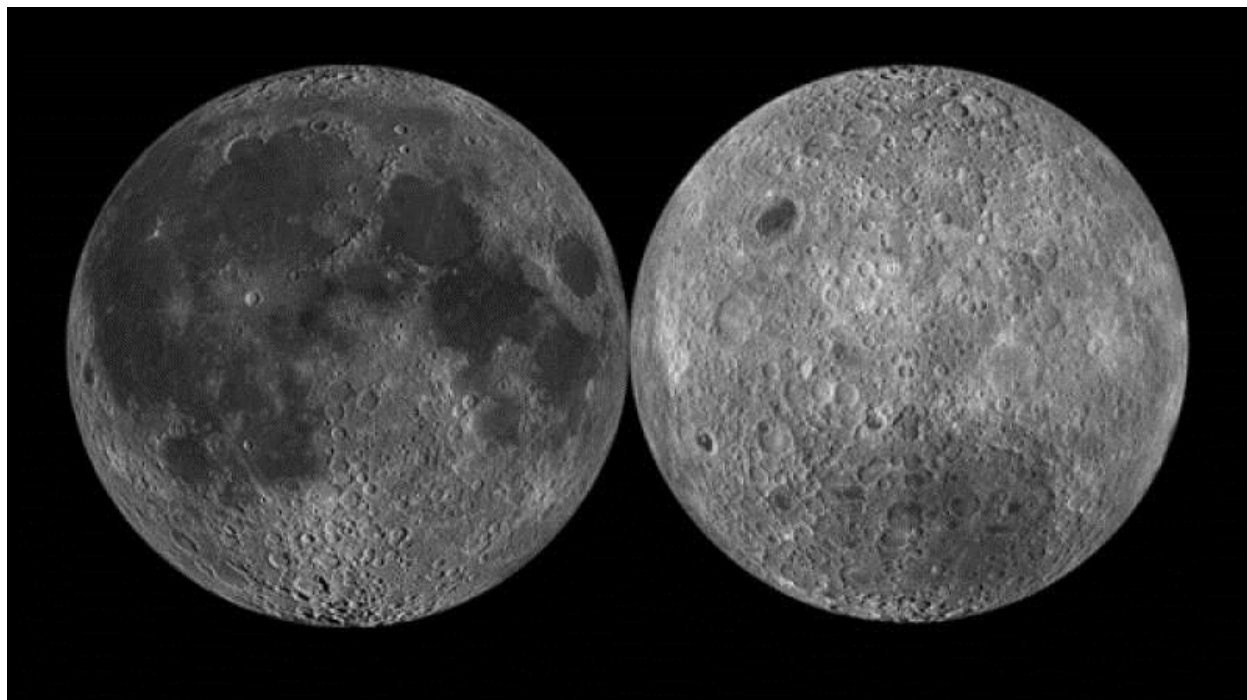
Поставете ги на масата. Сравнете със снимки на Луната и определете коя е видимата от Земята страна на нашия спътник. Обърнете го с нея към модела на Земята.

• А. Коя космическа станция е направила първите снимки на обратната страна на Луната? По какво се различават видимата от невидимата страна на Луната?

• Б. Колко пъти разстоянието от Земята до Луната е по-голямо от диаметъра на Земята? Ако вземем за мярка размера на земния хартиен модел, на какво разстояние трябва да отдалечим от него лунния модел в същия мащаб?

Решение:

Както знаем, при своето движение около Земята, Луната е винаги обърната с една и съща своя страна към Земята. Другата ѝ страна е невидима за земните жители. Никой не е знаел какво има там до 7 октомври 1959 г., когато обратната страна е била заснета за първи път от автоматичната станция „Луна-3“, изстреляна от бившия Съветски съюз. На страната на Луната, която е обърната към нас, се виждат големи тъмни области, наречени лунни морета и океани (лявото изображение). Те представляват огромни падини, покрити с тъмни вулканични скали. За разлика от видимата страна на нашия спътник, на обратната му страна практически липсват лунни морета (дясното изображение), с изключение на един не много обширен по-тъмен район, наречен Море Москва.



Диаметърът на Земята е 12742 км, а разстоянието Земя – Луна е 384403 км. Следователно разстоянието до Луната е $384403 : 12742 \approx 30$ пъти по-голямо от диаметъра на Земята. Измерваме приблизително диаметъра на хартиения модел на Земята, който сме направили. Ако той е около 6.5 см, то ние трябва да отдалечим модела на Луната от модела на Земята на разстояние $6.5 \times 30 = 195$ см, за да бъде разстоянието до Луната в същия мащаб.

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За посочване на наименованието на станцията, заснела обратната страна на Луната и годината, когато се е случило това – 2 т.

Описание на разликата между видимата и невидимата страна на Луната – 2 т.

За определяне на размера на хартиения модел на Земята (в резултат на различните начини на отпечатване или копиране на условията на задачите, различни участници могат да получат модели с различни размери) – 2 т.

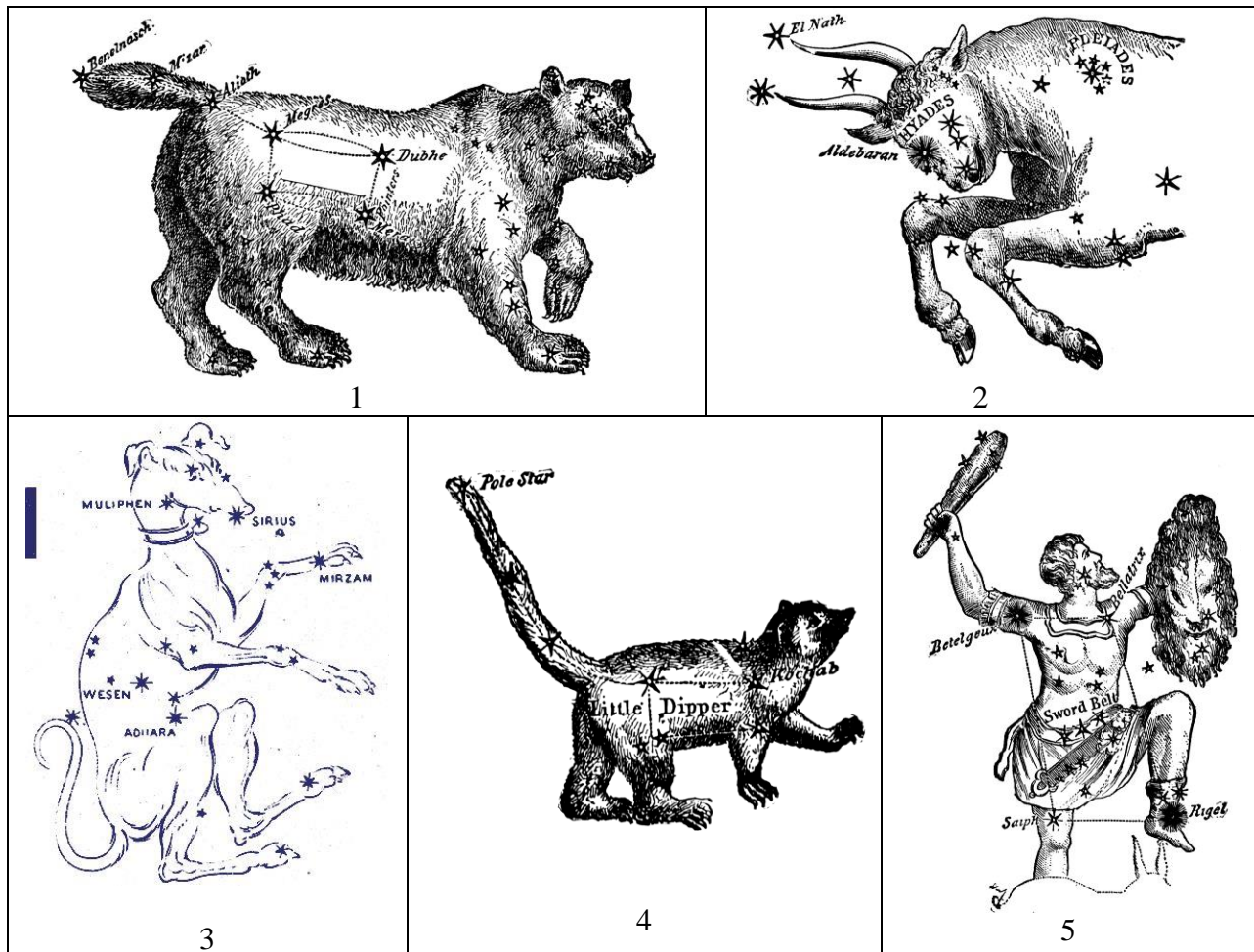
За намиране на информация за разстоянието Земя-Луна и за диаметъра на Земята в километри – 1 т.

За правилен начин на определяне на разстоянието между хартиените модели в мащаб – 2 т.

За правилен краен отговор за разстоянието – 1 т.

3 задача. Съзвездия.

- А. Кои съзвездия са изобразени на картинките?
- Б. Коя е най-ярката звезда на небето? В кое от тези съзвездия се намира?
- В. Какво е астрономическото название на звездния куп, наричан „Квачката с пиленцата“? В кое от тези съзвездия се намира? Още кой известен и видим с невъоръжено око звезден куп се намира в същото съзвездие?
- Г. Коя е звездата, по която можем да се ориентираме за посоките на света? В кое от съзвездията се намира?
- Д. В кое от дадените съзвездия е прочутата космическа мъглявина М42?



Решение:

Пръстени имат четирите планети гиганти – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Планетите без нито един естествен спътник са Меркурий и Венера. Ледени полярни шапки имат нашата Земя и планетата Марс. Планетата, която няма почти никаква атмосфера, е Меркурий. Твърде разреждана е атмосферата и на Марс в сравнение с атмосферата на Земята, но все пак е съществена, там духат ветрове, образуват се и облаци. Всички планети се въртят около своите оси в една и съща посока, с изключение на Венера и Уран. Тези две планети се въртят обратно на другите планети.

Таблицата с отговорите трябва да изглежда така:

Описание	Меркурий	Венера	Земя	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Планети, които имат пръстени					×	×	×	×
Планети, които <u>нямат</u> спътници	×	×						
Планети с ледени полярни шапки			×	×				
Планети, които нямат почти никаква атмосфера	×							
Планети, въртящи се около осите си обратно на другите планети		×					×	

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За планетите с пръстени – $4 \times 0.5 = 2$ т.

За планетите без спътници – 2 т.

За планетите с полярни шапки – 2 т.

За планетата без атмосфера – 2 т.

За планети, въртящи се в обратна посока – 2 т.

5 задача. Летателни средства. На снимките виждате различни летателни средства.

• А. С кои от тези летателни средства може да се лети в космоса? Какво представляват останалите, с които не се лети в космоса?

• Б. С помощта на кое от летателните средства може да се изстреля космически кораб от Земята и да се изведе в космоса?

• В. Кое от летателните средства е космически кораб за многократна употреба, който може да каца на Земята като самолет?

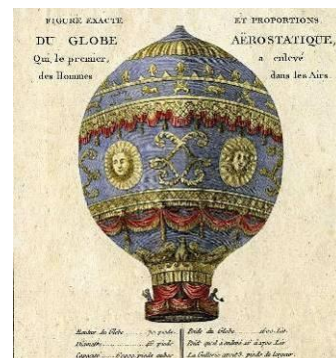
• Г. Кое от летателните средства е орбитална станция, на която постоянно има космонавти, извършващи изследователска работа?



1



2



3



4



5



6



7



8



9

Решение:

На картинките са изобразени, както следва: 1 – хвърчило във вид на морски платноход, 2 – космическа ракета-носител (*ракетата Сатурн-5, с която е изстрелян корабът Аполо-11, достигнал до Луната с космонавтите Армстронг, Олдрин и Колинз*), 3 – балон с горещ въздух, 4 – самолет (*американски военен самолет*), 5 – въртолет (*американски военен хеликоптер АН-64*), 6 – Международната космическа станция, 7 – космически кораб (*русият космически кораб Союз ТМА-7*), 8 – дирижабъл или цепелин (*немски транспортен дирижабъл Zeppelin NT, пълен с хелий*), 9 – космическа совалка (*Atlantis*). Посочените в курсив детайли не се изискват от участниците в олимпиадата.

В космоса може да се лети с ракета (2), орбитална станция (6), космически кораб (7) и с космическата совалка (9).

Космически кораб може да се изстреля в космоса с помощта на ракета (2). Ракетата е снабдена с мощни реактивни двигатели и огромни резервоари с гориво, разпределени в няколко степени. Те са предназначени за преодоляване на земното притегляне и извеждане на кораба на необходимата орбита. При излитане в космоса тези степени последователно се отделят, след като се изчерпи горивото в тях, падат в плътните слоеве на атмосферата и изгарят. Накрая остава само космическият кораб, който носи на борда си апаратурата и екипажа, ако има такъв. Той също е снабден с ракетни двигатели, но далеч не толкова мощни.

За разлика от повечето космически кораби, които се използват само веднъж, космическата совалка (9) може да стартира от Земята многократно, разбира се, с помощта на мощни ракетни ускорители, които после се отделят от нея и се връщат на повърхността на нашата планета с помощта на парашути. След изпълнението на мисията си, космическата совалка може да планира и да каца като самолет.

Постоянно в орбита около Земята е Международната космическа станция (6). Екипажите от космонавти, които работят в нея, периодично се сменят, като се транспортират от Земята дотам и обратно чрез космически кораби.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За изброяване с кои средства може да се лети в космоса – 2 т.

За посочване какво представляват останалите летателни средства – 2 т.

За посочване на ракетата като средство за изстрелване на кораб в космоса – 2 т.

За посочване на совалката като кораб за многократна употреба – 2 т.

За посочване на Международната космическа станция като орбитална станция с космонавти на борда – 2 т.

6 задача. Измерване на учебната година.

• А. Петокласник не обича да ходи на училище и мечтае учебната година да е по-кратка. Той си представя как на 15 септември Земята започва да прави едно завъртане около оста си само за една минута. Колко минути би продължавала тогава учебната година? Колко часове и минути са това?

• Б. Нека сега Земята да се върти отново с нормалната си скорост. Шестокласник твърди, че при пълнолуние най-добре се справя с трудните задачи по-математика. Един лунен месец продължава 29.5 денонощия. Това е времето примерно от едно пълнолуние до следващото. Колко най-много пълнолуния може да има в една учебна година – колко най-много математически прозрения може да получи шестокласникът?

Решение:

За учениците от 5 и 6 клас учебната година започва на 15 септември и завършва на 15 юни. Пресмятаме броя дни в учебната година:

16 (до края на септември) + 31 (октомври) + 30 (ноември) + 31 (декември) + 31 (януари) + 28 (февруари) + 31 (март) + 30 (април) + 31 (май) + 15 (юни) = 274 дни

В мечтите на не много ученолюбивия петокласник учебната година продължава само 274 минути.

В един час има 60 минути. $274 \text{ минути} = 240 + 34 = 4 \times 60 + 34 = 4 \text{ часа } 34 \text{ минути}$.

Сега да обърнем внимание на шестокласника математик:

$$274 : 29.5 \approx 9.288 \text{ лунни месеца}$$

Като имаме предвид, че $9 \times 29.5 = 265.5$ дни, а $274 - 265.5 = 8.5$ дни, този резултат можем да представим и така: $274 = 9$ лунни месеца и 8.5 дни. Следователно в течение на учебната година може да има 9 пълнолуния. Но ако първото новолуние в една учебна година се случи още отначало – преди да изминат първите 8.5 дни от нея – тогава до края на годината ще има още цели 9 лунни месеца с по едно пълнолуние в края на всеки, или общо 10 пълнолуния. Вероятно това ще е първата знаменита математическа идея, която би трябвало да се появи в главата на шестокласника, озаряван от светлината на пълната Луна.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

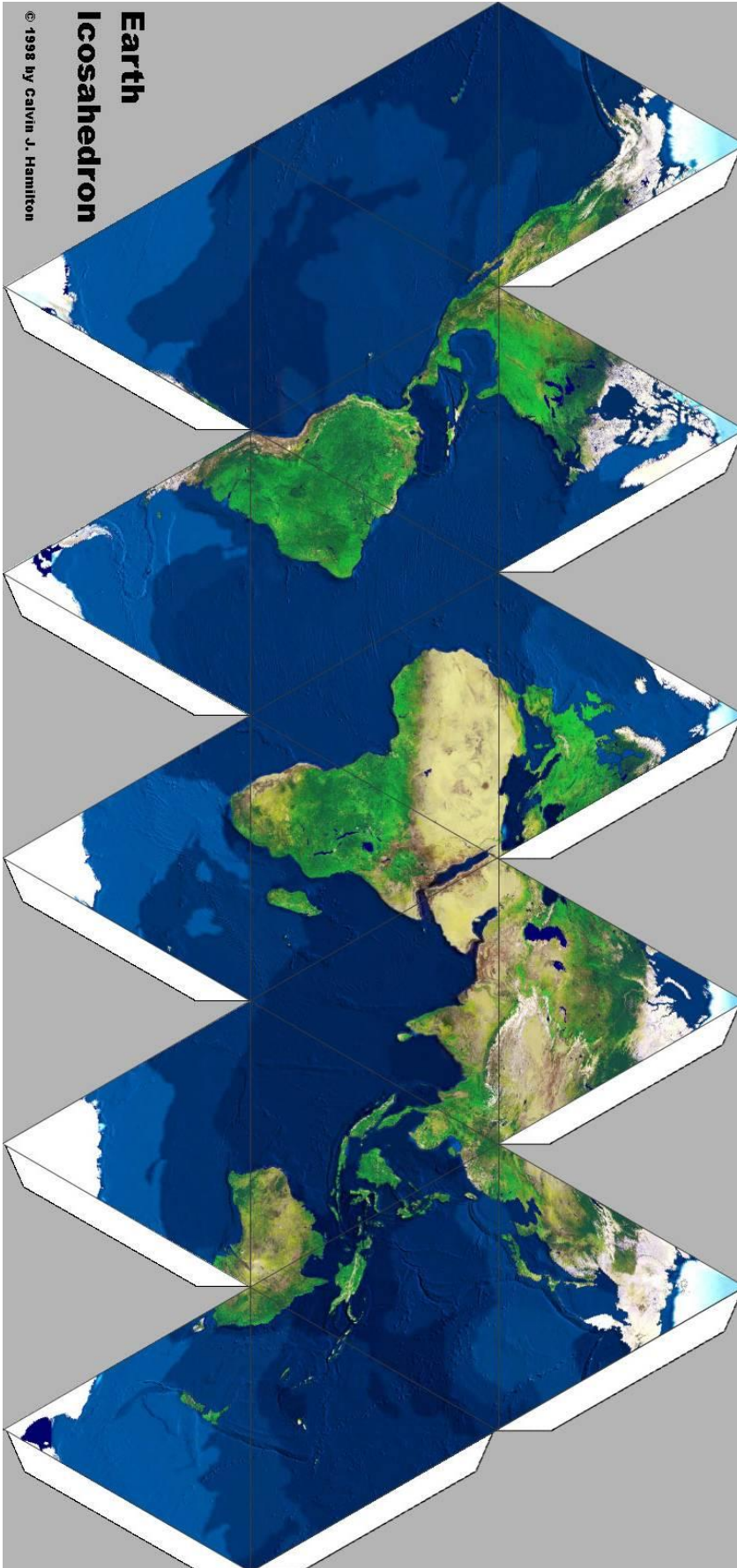
За пресмятане на броя дни в учебната година и отговор колко минути ще продължава учебната година за петокласника – 3 т.

За превръщането на продължителността на годината в часове и минути – 2 т.

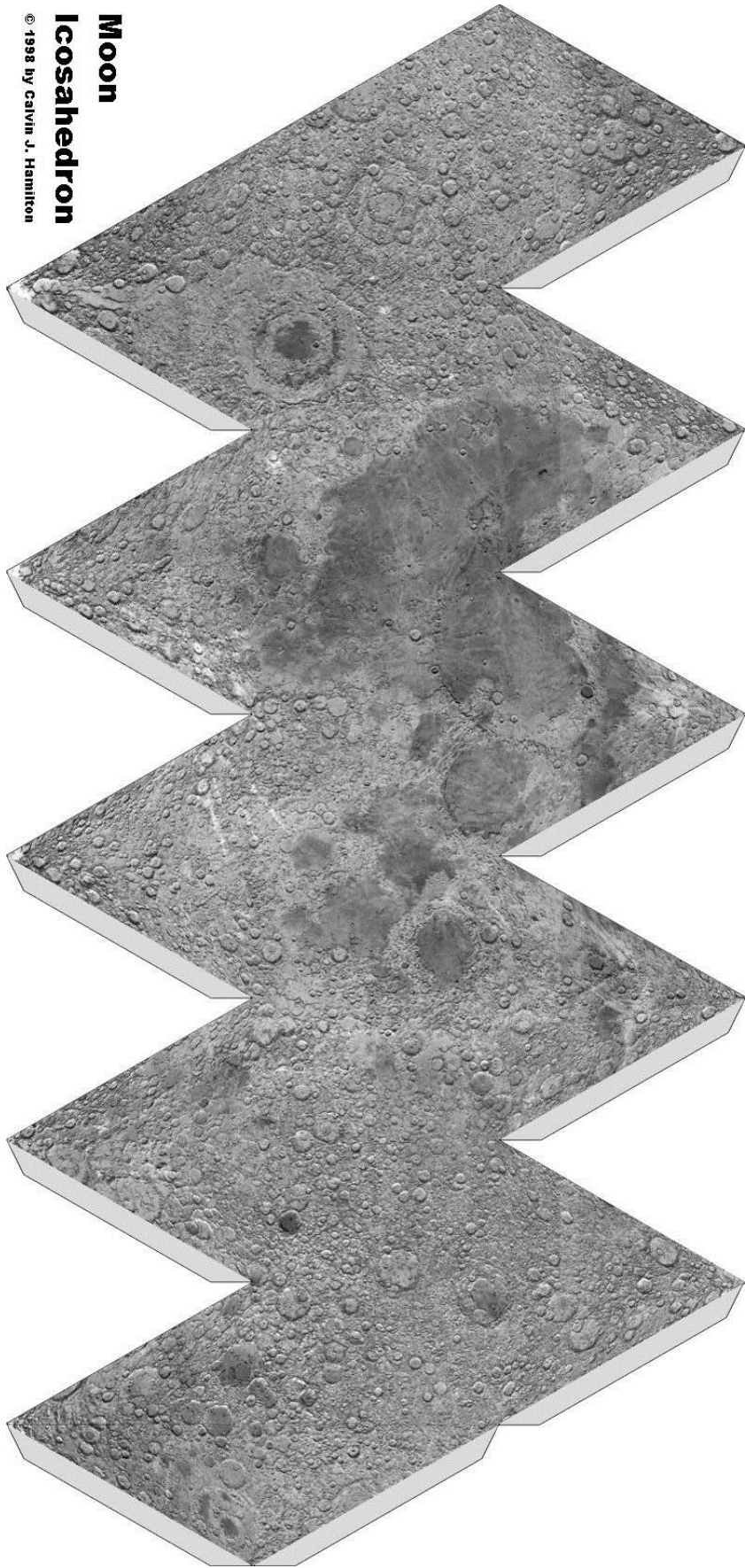
За правилен начин на пресмятане на броя на пълнолунията – 4 т.

За верен краен отговор – 1 т.

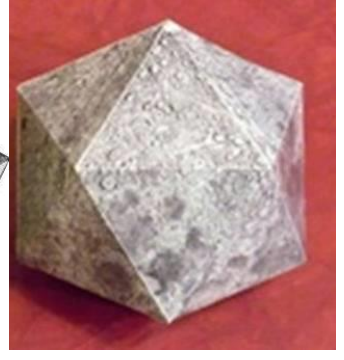
За отчитане на случая, когато първото пълнолуние се пада още в началото на годината, може да се даде 1 т. от допълнителните точки за награда.



Готовият модел на Земята трябва да изглежда така.



**Moon
Icosahedron**
© 1998 by Calvin J. Hamilton



**Готовият модел на
Луната трябва да
изглежда така.**

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

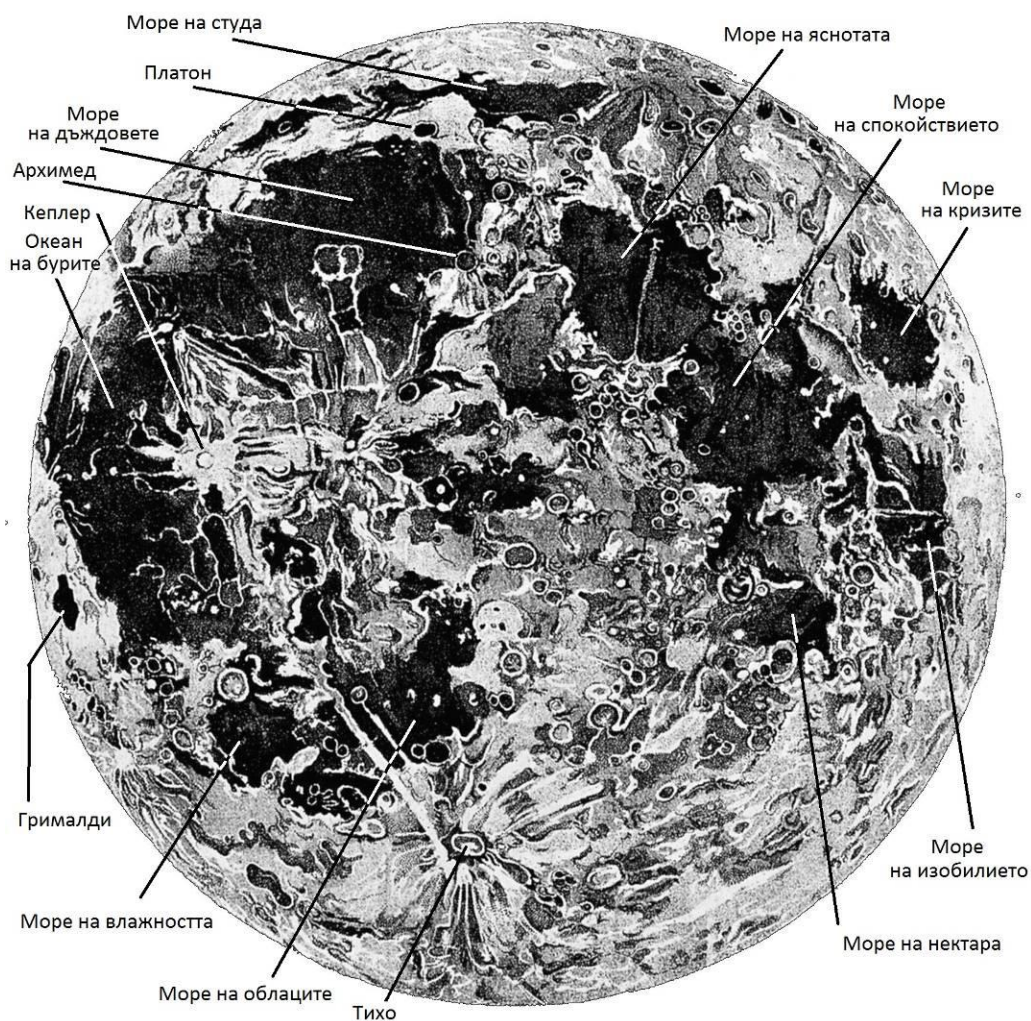
**Критерии за оценяване на темата
за общинския кръг на олимпиадата по астрономия
2014-2015 учебна година
Възрастова група VII-VIII клас**

1 задача. Лунна карта. Уилям Парсънс, известен още като лорд Рос, е прочут английски астроном, живял през XIX в. и конструирал едни от най-големите телескопи на своето време. Лунната карта, която ви е дадена, е направена по наблюдения с най-големия телескоп на лорд Рос, с диаметър на огледалото 180 см. Потърсете и други лунни карти с означени названия на морета и кратери.

• А. Отбележете със стрелки върху дадената лунна карта лунните морета и океани с техните названия.

• Б. Открийте и означете също кратерите Тихо (Tycho), Кеплер (Kepler), Грималди (Grimaldi), Платон (Plato) и Архимед (Archimedes).

Решение:



Отбелязваме на картата Морето на влажността, Морето на облаците, Океана на бурите, Морето на студа, Морето на дъждовете, Морето на яснотата, Морето на спокойствието, Морето на изобилието, Морето на нектара и Морето на кризите. После обозначаваме и кратерите.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За всяко от 9-те морета и за Океана на бурите по 0.5 т. = 5 т.

За всеки от 5-те кратера по 1 т. = 5 т.

За допълнително посочени, правилно означени и правилно назовани морета и кратери могат да се дават до 2 точки за награда.

2 задача. Варна – Владивосток. Източният български град Варна и източният руски град Владивосток се намират почти на една и съща географска ширина. Намерете информация за географските дължини на двата града.

• А. Общата обиколка на географския паралел, на който се намират двата града, е приблизително 29170 км. Пресметнете разстоянието от Варна до Владивосток по този паралел. Как мислите, дали един пътнически самолет при полета си между двата града ще следва такъв път?

• Б. Вземете земен глобус и конец. Опънете част от конца между двата града по повърхността на глобуса. Направете необходимите измервания с помощта на конца и определете най-краткото разстояние между Варна и Владивосток по земната повърхност.

Решение:

Географската дължина на гр. Варна е $27^{\circ}55'$, а на Владивосток $131^{\circ}54'$. Разликата между географските дължини на двата града е:

$$\Delta\lambda = 131^{\circ}54' - 27^{\circ}55' = 103^{\circ}59' \approx 103^{\circ}.98$$

Чрез пропорция намираме дължината на дъгата от паралела между двата града:

$$d = 29170 \times 103^{\circ}.98 / 360^{\circ}$$

$$d \approx 8425.3 \text{ км}$$

Самолет не би летял по такъв път, защото дъгата от географския паралел не е най-краткото разстояние между градовете. Най-краткото разстояние, което свързва две точки от повърхността на една сфера, е дъга от голям кръг, или кръг, който лежи в равнина, минаваща през центъра на сферата. Географските паралели не са такива кръгове, с изключение на екватора, който единствено представлява голям кръг. За да определим най-краткото разстояние между Варна и Владивосток, опъваме конец по повърхността на земен глобус между двата града. Измерваме неговата дължина. При използване на някакъв глобус получаваме примерно 199 мм. Това вече е дъга от голям кръг върху глобуса.

Трябва да определим мащаба. За целта можем да опънем конец по екватора на земния глобус и да го измерим – за нашия глобус получаваме 1012 мм. От практическа гледна точка по-лесно е да се измери дължината на половината от екватора – това става по-лесно върху глобуса. После умножаваме резултата по две. Намираме информация за дължината на земния екватор – тя е 40 075 км. Следователно на 1 мм от повърхността на глобуса отговарят $40\,075 \text{ км} / 1012 \text{ мм} \approx 39.6 \text{ км}$ по земното кълбо. Накрая за най-краткото разстояние между Варна и Владивосток намираме:

$$199 \text{ мм} \times 39.6 \text{ км} \approx 7880 \text{ км}$$

Както можем да се убедим, това е по-малко от дължината на дъгата между двата града по паралела d с над 500 км.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилен метод за определяне на дължината на дъгата от паралела между двата града – 2 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За правилна идейна постановка на решението за определяне на най-краткото разстояние - 2 т.

За измервания и пресмятания – 4 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

Забележка – числените стойности могат да се отличават в различните решения поради това, че участниците ще използват различни глобуси и могат да намерят в различни източници леко различаващи се данни за координатите на градовете и размерите на земното кълбо. Някои могат да направят други измервания – например да измерят разстоянието между двата града по дължината на опънатия конец между тях и после да се опитат да наложат конца точно по дъгата от паралела между двата града и да измерят неговата дължина; или пък да намерят информация не направо за дължината на земния екватор, а за радиуса на Земята и оттам да изчислят дължината на голям кръг. При правилна логика на разсъжденията и прецизност на измерванията такива решения следва да се считат за правилни.

3 задача. Астро-тест шегга. Отговорете и много кратко обяснете:

- А. Вали ли дъжд от Магелановите облаци?
- Б. При разходка на спътника Титан, ще ни послужат ли добре лодка и весла?
- В. Къде има повече бури – в Океана на бурите или в Тихия океан?
- Г. Можем ли да хванем една комета за опашката?
- Д. Приятно ли бихме си живели на континента Афродита?
- Е. Можем ли да стъпим от двете страни на меридиана на Керингтън (Carrington)?

Решение:

А. Магелановите облаци са малки галактики спътници на нашата Галактика – Млечния път. Намират се на огромно разстояние и се състоят от милиарди звезди. Няма как от тях да вали дъжд.

Б. Титан е спътник на Сатурн, на чиято повърхност има езера от течен метан. Ако сме космически туристи – любители на необикновени приключения, наистина можем да си направим разходка с лодка в някое такова езеро.

В. Океанът на бурите се намира на Луната. На Луната няма въздух, а в т.нар. лунни морета и океани няма вода. Следователно не съществуват никакви условия за бури в Океана на бурите. Тихият океан е най-големият океан на Земята и въпреки названието му, в него стават много бури.

Г. Кометните опашки са съставени от изключително разредени газове и пращинки. Няма начин да хванем такава опашка.

Д. Континентът Афродита се намира на Венера, където почти всички релефни образувания носят женски имена. Условията на повърхността на тази планета никак не съответстват на красивото ѝ име. При температура над 460°C и налягане около 93 пъти по-високо от земното едва ли бихме се чувствали добре.

Е. Меридианът, носещ името на английския астроном Р. Керингтън, е дефиниран като началния меридиан, от който се измерват хелиографските дължини на различни

активни образувания на Слънцето – например слънчеви петна. Няма как да се стъпи на него.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За подусловия А, В, Г, Д – по 1.5 т. = 6 т.

За подусловия Б, Е – по 2 т. = 4 т.

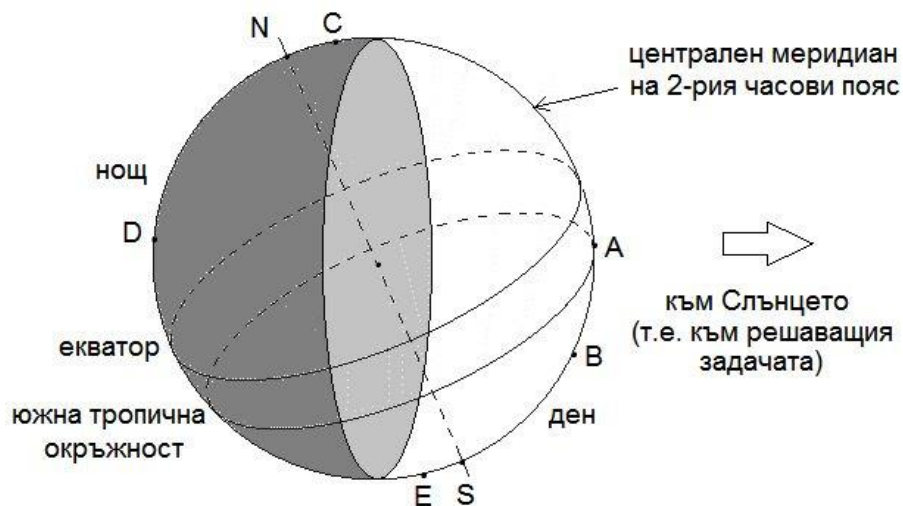
4 задача. Отново глобус. Вземете в ръце земен глобус, представете си, че вие сте Слънцето и огрявате Земята. Разположете спрямо вас земното кълбо така, както то ще бъде на 22 декември – началото на нашата астрономическа зима. Обърнете внимание на наклона на земната ос. Завъртете глобуса така, че за България да е 12 часа – пладне.

- А. Коя част от земната повърхност (държава, море, океан) е най-близо до вас? Посочете място по земното кълбо – държава, море, океан, където в същия момент:
- Б. Да бъде 12 часа по поясно време, но да започва астрономическото лято.
- В. Да бъде 12 часа по поясно време, но да е нощ – вашите лъчи да не достигат дотам.
- Г. Да бъде 0 ч. по поясно време и да е нощ.
- Д. Да бъде 0 ч. по поясно време, но въпреки това да е ден – вашите лъчи да огряват мястото.

Пояснете вашите отговори със схема.

Решение:

В началото на астрономическата зима – деня на зимното слънцестояние – земното кълбо е ориентирано спрямо Слънцето така, както е показано на схемата. На северния полюс е средата на полярната нощ.



България се намира във втория часови пояс. Централният меридиан на този часови пояс е 30-градусовият меридиан и минава на изток от нашата страна, близо до град Одеса в Украйна. В 12 ч. по поясно време за България, централният меридиан на втория часови пояс е обрнат към Слънцето (т.е. към вас, решаващите задачата). Най-близо до вас е точка А от този меридиан, лежаща на южната тропична окръжност. Точка А се намира в Южноафриканската република. Ако не отчитаме факта, че към Слънцето трябва да е обрнат централният меридиан на часовия пояс, а приемем, че е обрнат меридиан,

минаващ през България, например през родното ни място, то точката А би могла да се намира и в Ботсвана. Това важи за по-западните части на страната ни.

Астрономическото лято започва на същия ден за всички точки от въпросния меридиан, които лежат южно от екватора – в южното полукълбо на Земята, например в точка В, или в същата тази точка А. Някои държави, за които това се отнася, са например Демократична Република Конго, Замбия, Зимбабве, Танзания, Уганда, Руанда, Бурунди, както и Южноафриканската република.

Нощ ще бъде в точките по същия меридиан, които се намират северно от северната полярна окръжност, например в точка С. Тя би могла да се намира в Северния ледовит океан, в най-северната част на Норвегия или в границите на архипелага Шпицберген. Поради наклона на земната ос, там слънчевите лъчи не достигат и макар да е пладне, Слънцето се намира под хоризонта. В интерес на точността трябва да отбележим все пак, че ако се намираме твърде близо до самата северна полярна окръжност, Слънцето няма да е достатъчно дълбоко под хоризонта и ще бъде не истинска тъмна нощ, а полумрак.

Нощ и 0 ч. по поясно време ще бъде по целия меридиан, противоположен на централния меридиан на втория часови пояс – 210-градусовият меридиан, с изключение на точките от него, които са на юг от южната полярна окръжност. Така е например в точка D. Тя може да лежи в Тихия океан, може да е близо до Хавайските острови или до островите на Френска Полинезия. По принцип същият меридиан минава и през Аляска, но по закон този американски щат е причислен към предния часови пояс и там няма да е 0 ч. по поясно време.

Ден и 0 ч. по поясно време ще бъде в точките от 210-градусовия меридиан, намиращи се на юг от южната полярна окръжност, например в точка E. Там в този ден Слънцето няма да залязва. Точка E би могла да се намира в Антарктида или в най-южните части на Тихия океан.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилна схема, показваща разположението на земната ос спрямо Слънцето и положението на България, както и обяснение – 2.5 т.

За всяко от петте подусловия по 1.5 т. = 7.5 т.

Повечето участници ще решат задачата, като приемат, че в 12 часа към Слънцето е обърнат меридиан, минаващ през България, най-вероятно през родното им място. За такова решение, ако по-нататък разсъжденията са правилни, те следва да получат пълния брой от 10 точки. Ако е съобразено, че в 12 ч. по поясно време за България, към Слънцето трябва да е обърнат централният меридиан на нашия часови пояс, който не минава през България, да се дава 1 т. допълнително за награда.

Забележка: В продължение на половин денонощие от момента на публикуването на задачите в сайта на МОН, в подусловие Б на тази задача се съдържаеше грешка по вина на съставителите. След това грешката беше поправена. Първоначално условието гласеше: Да бъде 12 часа по поясно време, но да започва астрономическата зима. Правилният отговор тогава би бил, че това са точките на север от екватора (а не на юг). Ако има участници в олимпиадата, решавали задачата с такъв текст на подусловието, които са дали правилния за случая отговор, то следва решенията им да се приемат за верни.

5 задача. Луната и Юпитер. Понякога се случва ярка планета да се наблюдава на малко ъглово разстояние от Луната и се получава красива гледка. На снимките са представени три случая на видимо сближаване на Луната в различни фази и Юпитер.

• А. На схемата на Земята, лунната орбита около нея и слънчевите лъчи отбележете приблизително в какви положения трябва да е била Луната при трите фази, изобразени на снимките 1, 2 и 3.

• Б. В трите случая Юпитер се е виждал от Земята почти в същата посока, както Луната, но е бил много по-далеч от нас. На схемата на Слънцето, Земята и орбитата на Юпитер отбележете приблизително трите различни положения на Юпитер. В кой от трите случая Юпитер е бил най-близо до Земята? А най-далеч?

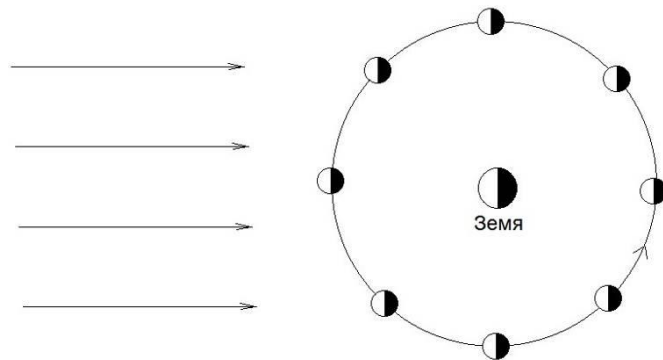
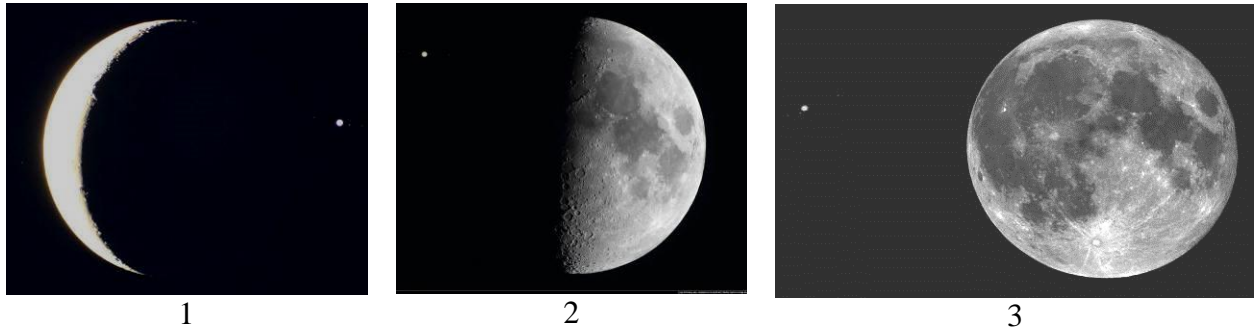
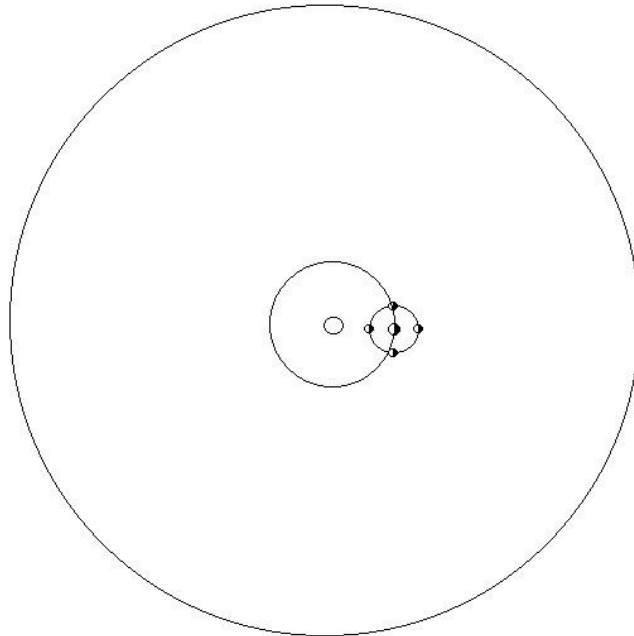


Схема на Земята, лунната орбита и слънчевите лъчи

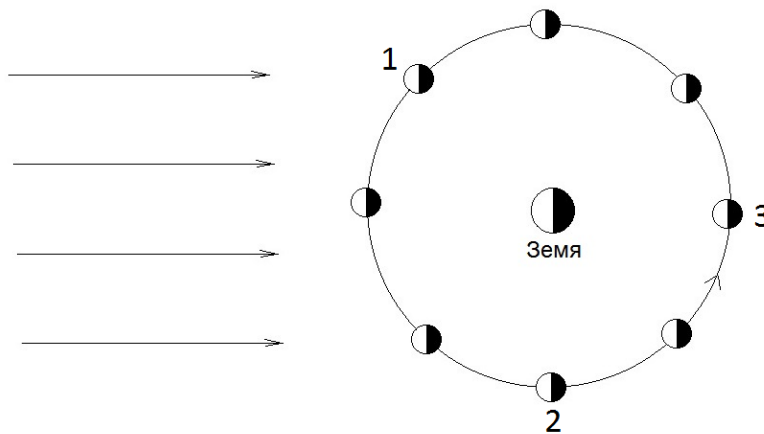


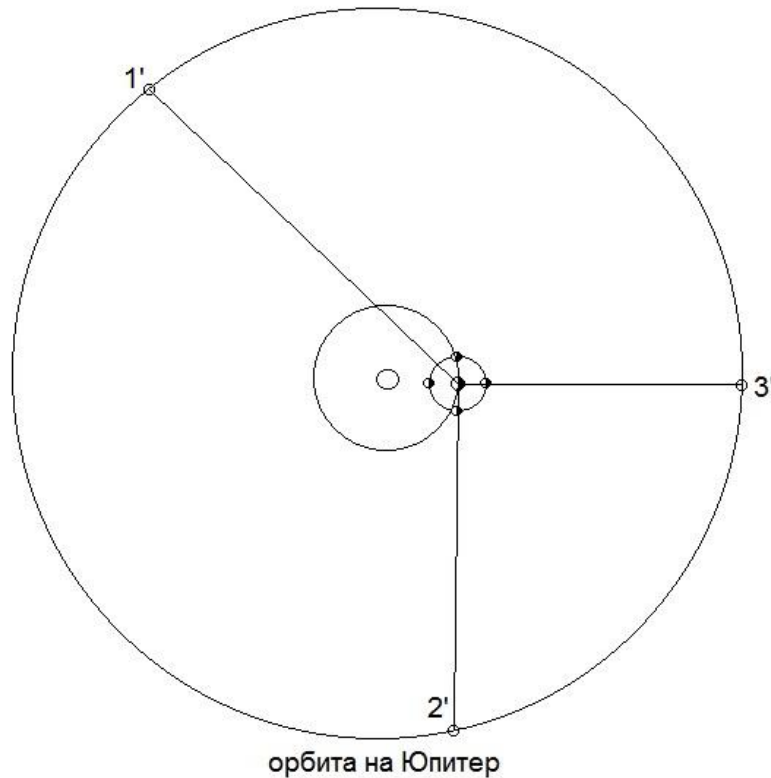
орбита на Юпитер

Схема на Слънцето, Земята с лунната орбита около нея, и орбитата на Юпитер

Решение:

По разположението на лунните морета заключаваме, че на снимките Луната е изобразена така, както я вижда наблюдател от северното полукълбо на Земята. Следователно на снимка 1 Луната е във фаза между последна четвърт и новолуние. Това съответства на положение 1 на схемата с лунните фази. На снимка 2 Луната е в първа четвърт, т.е. в положение 2 на схемата. На снимка 3 Луната е в пълнолуние – положение 3 на схемата.





Тъй като очевидно планетата Юпитер на трите снимки е на сравнително малко ъглово отстояние от Луната, то можем да считаме, че планетата се е намирала почти в същото направление от нас, земните наблюдатели, както и Луната. На втората схема за всяка снимка можем да построим съответното положение на Юпитер, като отбележим положението на Луната по нейната орбита и продължим правата линия Земя-Луна до пресичането ѝ с орбитата на Юпитер. Така получаваме точките 1', 2' и 3', в които се е намирал Юпитер в трите случая. Най-близо до Земята планетата Юпитер се е намирала в положение 3', съответстващо на снимка 3, а най-далеч – в положение 1', съответстващо на снимка 1.

Критерии за оценяване (10 т.):

За правилно определяне на всяко от трите положения на Луната на първата схема по 1.5 т. = 4.5 т.

За правилно отбелязване на всяко от положенията на Юпитер на втората схема по 1.5 т. = 4.5 т.

За верен отговор в кои случаи Юпитер е бил най-близо и най-далеч от нас – 1 т.

За съобразяване на факта, че наблюдателят се намира в северното полукълбо по разположението на лунните морета може да се даде допълнителна точка за награда.

6 задача. Звездно небе. На снимката, с която разполагате, се вижда почти цялото нощно небе в даден момент. Снимката е негативно изображение. На нея е очертана главната фигура на съзвездието Лебед. Звездата Денеб от Лебед е почти в зенита – в центъра на изображението. Сравнете снимката със звездна карта или пък използвайте някои от безплатните компютърни програми от Интернет, показващи звездното небе, като например Stellarium.

- А. Намерете и означете на снимката Полярната звезда и съзвездието, в което тя се намира.
- Б. Опитайте се да разпознаете още 8 съзвездия. Отбележете ги на снимката.

Решение:

Полярната звезда се намира в съзвездието Малка мечка. Известно затруднение в откриването на тази звезда може да се окаже липсата на съзвездието Голяма мечка, което служи като ориентир. На снимката са очертани основните фигури и още на значителен брой други съзвездия, но от решавещите задачата се иска да отбележат само осем.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

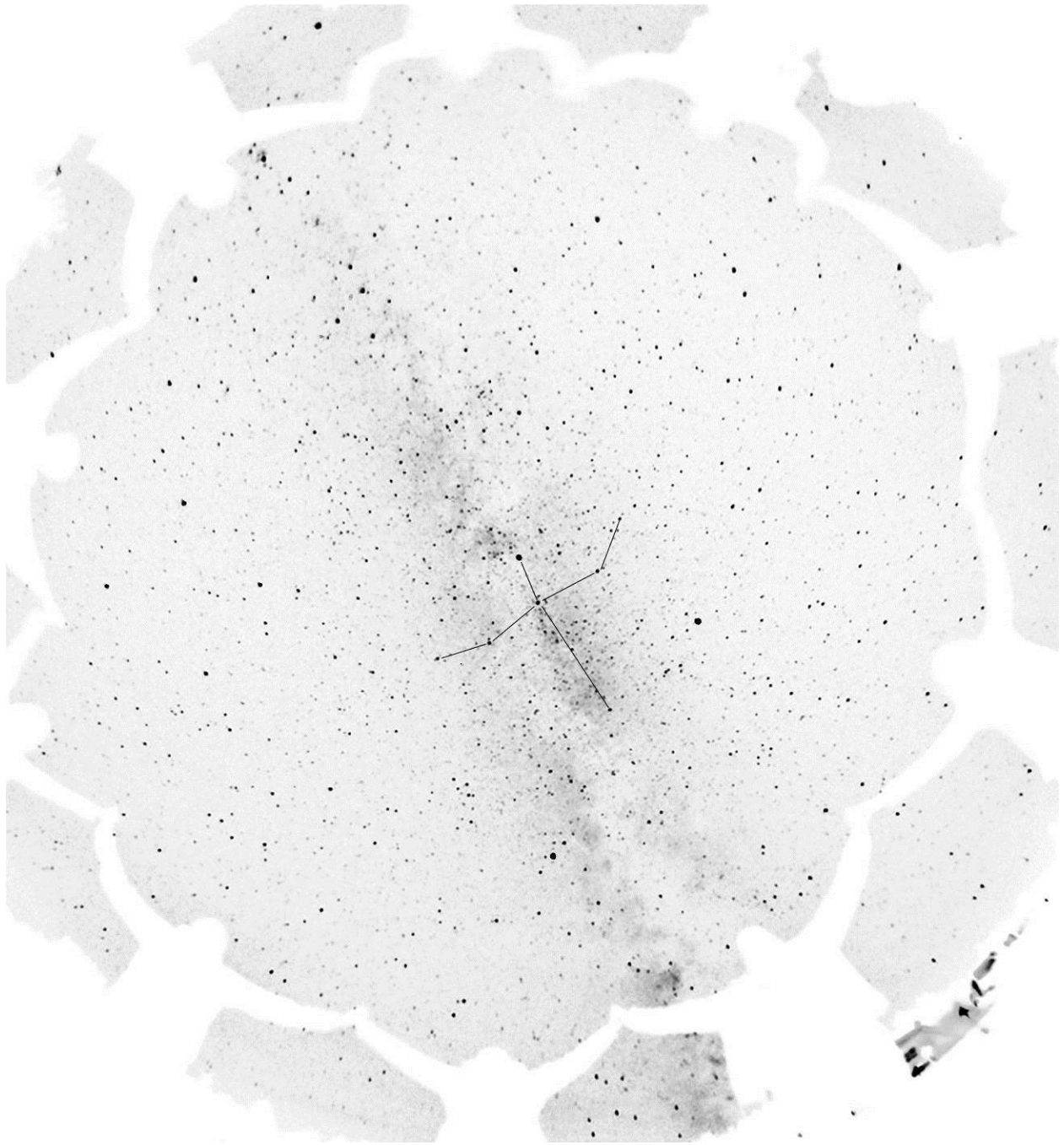
За определяне на положението на Полярната звезда и посочване в кое съзвездие се намира – 2 т.

За отбелязване на осем съзвездия – 8 т.

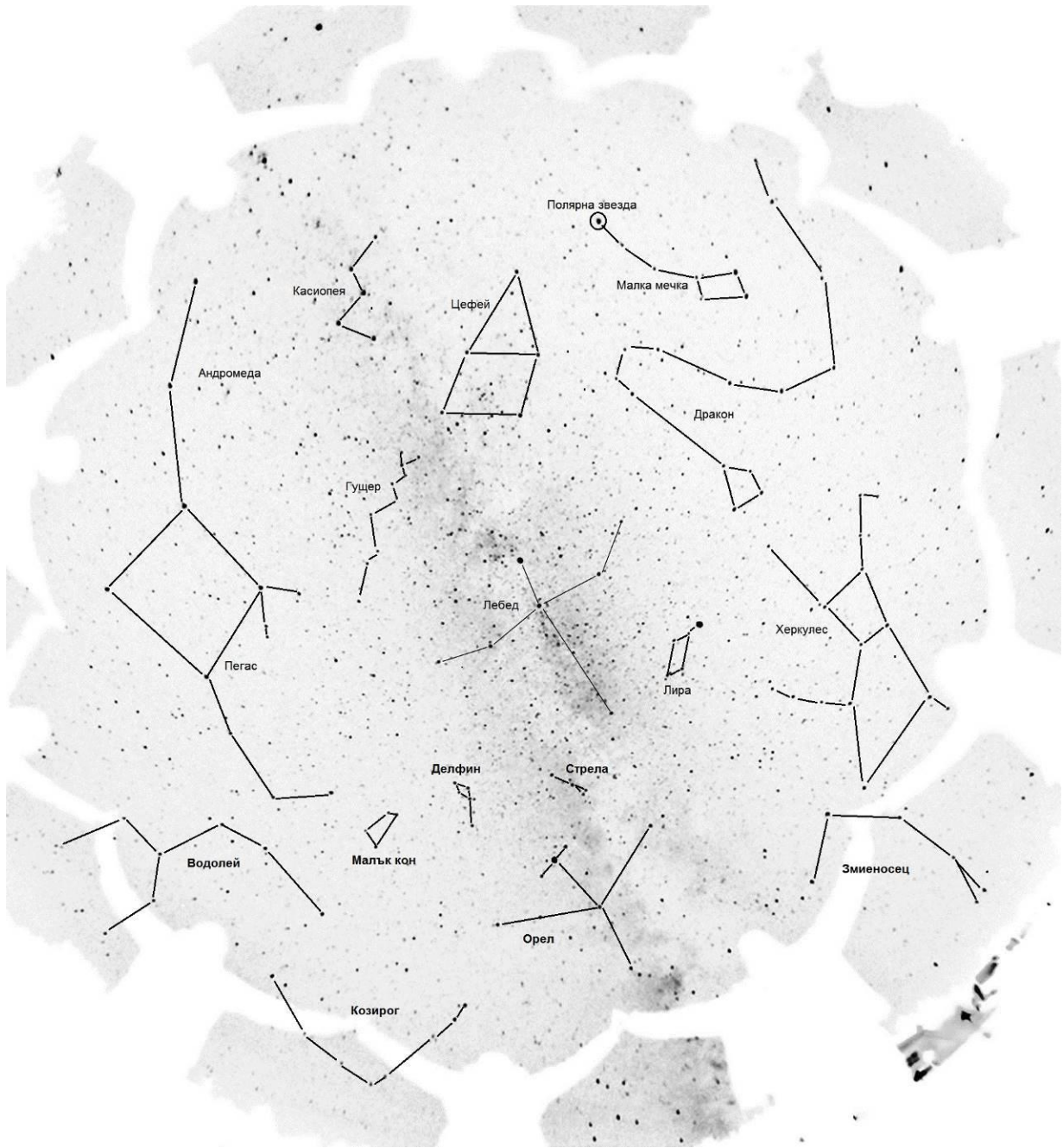


Старинна лунна карта

Предайте тази карта с вашите означения заедно с решението на задачата!



Снимка на звездното небе – негативно изображение (тъмното небе се изобразява като светъл фон, а светещите звезди изглеждат като тъмни точки)



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

**Критерии за оценяване на темата
за общинския кръг на олимпиадата по астрономия
2014-2015 учебна година
Възрастова група IX-X клас**

1 задача. Луната и Земята. Снимката на Луната и Земята, която ви е дадена, е направена от китайската космическа станция Chang'e 5-T1. Измерете диаметрите на изображенията на Луната и Земята. Намерете информация за действителните им диаметри в километри.

• А. Колко сантиметра щеше да е изображението на Земята върху снимката, ако нашата планета беше на същото разстояние от станцията, на което е Луната? Приблизително колко пъти Земята е по-далеч от станцията в сравнение с Луната?

• Б. Нарисувайте приблизително как е изглеждала фазата на Луната за земния наблюдател в момента на снимката.

• В. Означете върху изображението на Луната Море Москва и кратера Циолковски.

• Г. Коя космическа станция е направила първите снимки на обратната страна на Луната? Кога е било това?



Решение:

Диаметрите на Земята и Луната върху снимката са съответно 7.5 мм и 52.5 мм. Действителните им диаметри са 12742 км и 3475 км. Следователно диаметърът на Земята е $12742 / 3475 \approx 3.67$ пъти по-голям от този на Луната. Ако Земята беше също толкова близо до космическата станция, колкото и Луната, то нейното изображение върху снимката щеше да е с диаметър $52.5 \times 3.67 \approx 192.7$ мм. Това означава, че в действителност Земята е $192.7 / 7.5 \approx 25.69$ пъти по-далеч от станцията, отколкото Луната.

Видимото ъглово разстояние между Земята и Луната на снимката не е много голямо и следователно в момента на снимката земните наблюдатели биха виждали Луната във фаза, приблизително обратна на фазата, която е видима от гледна точка на космическата станция. Т.е, ако приемем, че северният полюс на Земята е нагоре върху снимката, то от Земята Луната би изглеждала като сърп, изпъкнал на запад:



Към космическата станция е обрната главно обратната страна на Луната, която никога не се вижда от Земята. Сравняваме с карти или снимки на обратната страна на Луната и означаваме Море Москва и кратера Циолковски.



За първи път обратната страна на Луната е била фотографирана от съветската космическа станция „Луна-3” на 7 октомври 1959 г.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За измерване на диаметрите на Земята и Луната на снимката – 1 т.

За определяне размера на земното изображение в случай, че Земята беше на същото разстояние като Луната – 3 т.

За рисунка на фазата на Луната, видима от Земята, и обяснение – 2 т.

За означаване на Море Москва и кратера Циолковски – 2 т.

За отговор коя станция е заснела обратната страна на Луната и кога – 2 т.

2 задача. Варна – Владивосток. Източният български град Варна и източният руски град Владивосток се намират почти на една и съща географска ширина. Намерете информация за географските дължини на двата града.

• А. Общата обиколка на географския паралел, на който се намират двата града, е приблизително 29170 км. Пресметнете разстоянието от Варна до Владивосток по този паралел. Как мислите, дали един пътнически самолет при полета си между двата града ще следва такъв път?

• Б. Вземете земен глобус и конец. Опънете част от конца между двата града по повърхността на глобуса. Направете необходимите измервания с помощта на конца и определете най-краткото разстояние между Варна и Владивосток по земната повърхност.

Решение:

Географската дължина на гр. Варна е $27^{\circ}55'$, а на Владивосток $131^{\circ}54'$. Разликата между географските дължини на двата града е:

$$\Delta\lambda = 131^{\circ}54' - 27^{\circ}55' = 103^{\circ}59' \approx 103^{\circ}.98$$

Чрез пропорция намираме дължината на дъгата от паралела между двата града:

$$d = 29170 \times 103^{\circ}.98 / 360^{\circ}$$
$$d \approx 8425.3 \text{ км}$$

Самолет не би летял по такъв път, защото дъгата от географския паралел не е най-краткото разстояние между градовете. Най-краткото разстояние, което свързва две точки от повърхността на една сфера, е дъга от голям кръг, или кръг, който лежи в равнина, минаваща през центъра на сферата. Географските паралели не са такива кръгове, с изключение на екватора, който единствено представлява голям кръг. За да определим най-краткото разстояние между Варна и Владивосток, опъваме конец по повърхността на земен глобус между двата града. Измерваме неговата дължина. При използване на някакъв глобус получаваме примерно 199 мм. Това вече е дъга от голям кръг върху глобуса.

Трябва да определим мащаба. За целта можем да опънем конец по екватора на земния глобус и да го измерим – за нашия глобус получаваме 1012 мм. От практическа гледна точка по-лесно е да се измери дължината на половината от екватора – това става по-лесно върху глобуса. После умножаваме резултата по две. Намираме информация за дължината на земния екватор – тя е 40 075 км. Следователно на 1 мм от повърхността на глобуса отговарят $40\,075 \text{ км} / 1012 \text{ мм} \approx 39.6 \text{ км}$ по земното кълбо. Накрая за най-краткото разстояние между Варна и Владивосток намираме:

$$199 \text{ мм} \times 39.6 \text{ км} \approx 7880 \text{ км}$$

Както можем да се убедим, това е по-малко от дължината на дъгата между двата града по паралела d с над 500 км.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилен метод за определяне на дължината на дъгата от паралела между двата града – 2 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За правилна идейна постановка на решението за определяне на най-краткото разстояние - 2 т.

За измервания и пресмятания – 4 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

Забележка – числените стойности могат да се отличават в различните решения поради това, че участниците ще използват различни глобуси и могат да намерят в различни източници леко различаващи се данни за координатите на градовете и размерите на земното кълбо. Някои могат да направят други измервания – например да измерят разстоянието между двата града по дължината на опънатия конец между тях и после да се опитат да наложат конца точно по дъгата от паралела между двата града и да измерят неговата дължина; или пък да намерят информация не направо за дължината на земния екватор, а за радиуса на Земята и оттам да изчислят дължината на голям кръг. При правилна логика на разсъжденията и прецизност на измерванията такива решения следва да се считат за правилни.

3 задача. Космическа хидростатика.

• А. Намерете информация за атмосферното налягане на повърхността на Венера. Приблизително на колко метра дълбочина трябва да се спуснем в някой земен океан, за да сме подложени на същото налягане?

• Б. Вие проектирате космическа сонда амфибия, представляваща широк цилиндър с вертикална ос и височина 2 м. Тя ще бъде изпратена на спътника на Сатурн Титан, където ще изследва езерата от течен метан. При изпитания във воден басейн на Земята сондата потъва на дълбочина 50 см. На каква дълбочина ще потъва сондата в метановите езера на Титан? Плътноста на течния метан, в условията на Титан, е 422 kg/m^3 .

Решение:

На повърхността на Венера атмосферното налягане е над 90 пъти по-високо, отколкото на земната повърхност. То се равнява на 93 bar или 9 300 000 Pa. На дълбочина H в океана налягането ще бъде $p = \rho g H + p_a$, където $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ е плътността на водата, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ е земното ускорение, а $p_a \approx 100\,000 \text{ Pa}$ е атмосферното налягане при морско ниво на Земята. Да означим атмосферното налягане на Венера с p_v . Трябва да е изпълнено условието:

$$p_v = \rho g H + p_a$$

Оттук намираме:

$$H = (p_v - p_a) / \rho g$$
$$H \approx 940 \text{ m}$$

Атмосферното налягане на повърхността на Венера се равнява на налягането на дълбочина почти един километър в земен океан. Това е дълбочина, на която не може да се потопи човек дори и в тежководолазен костюм. Единственият начин да оцелеят хора на такава дълбочина е да се намират в специална много здрава барокамера, която се нарича батискаф.

Когато космическата станция, предназначена да изследва Титан, плава във воден басейн на Земята, нейното тегло се уравновесява от архимедовата сила, която е равна на теглото на изместената от станцията вода:

$$\rho h S g = M g$$

където $h = 50 \text{ cm}$ е дълбочината, до която потъва станцията, S е площта на нейното сечение, M е нейната маса. Да означим с h_T дълбочината, до която потъва станцията, когато плава в метаново езеро на Титан. Тогава е в сила също законът на Архимед:

$$\rho_T h_T S g_T = M g_T$$

където ρ_T е плътността на метана, а g_T е ускорението на силата на тежестта на повърхността на Титан. От последните две уравнения получаваме:

$$\rho h S = M$$

$$\rho_T h_T S = M$$

Следователно:

$$\rho h S = \rho_T h_T S$$

$$h_T = h \rho / \rho_T$$

$$h_T \approx 1.18 \text{ m}$$

Интересният резултат тук е, че дълбочината, до която потъва станцията, не зависи от ускорението на силата на тежестта на космическото тяло, където тя се намира, а само от

плътността на течността, в която е потопена. Т.е., ако на Земята потопим станцията в течен метан, тя също би потънала на дълбочина 1.18 м., както и в езерата на Титан.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информация за атмосферното налягане на Венера, плътността на водата и земното атмосферно налягане – 1 т.

За правилен метод за определяне на дълбочината в земния океан, до която трябва да се потопим по първото подусловие – 3 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За правилен теоретичен подход при намиране на дълбочината, до която ще се потопи станцията на Титан – 4 т.

За верен числен отговор – 1 т.

4 задача. Миранда. Спътникът на Уран Миранда е известен с необикновените си релефни образувания, сред които се откроява огромната ледена стена Verona Rupes. Представете си, че се намирате на ръба на тази стена на височина около 10 км над околната повърхност и възнамерявате да скочите оттам.

• А. Намерете необходимата информация за спътника Миранда и определете приблизително колко време ще трае вашият полет в пропастта.

• Б. Пресметнете скоростта, която ще имате при падането на повърхността. Как мислите, ще оцелеете ли при този скок?

Решение:

Ускорението на силата на тежестта на повърхността на Миранда е $g_M = 0.079 \text{ m/s}^2$. Да означим с H височината, от която скачаме, и с t времето на падане. Тогава:

$$H = g_M \cdot t^2 / 2$$
$$t = (2H / g_M)^{1/2}$$
$$t \approx 503 \text{ s} = 8 \text{ min } 23 \text{ s}$$

Скоростта, която ще имаме при падането на повърхността, пресмятаме по формулата:

$$v = g_M \cdot t$$
$$v \approx 40 \text{ m/s} \approx 143 \text{ km/h}$$

Въпреки много слабата гравитация на Миранда, при удар в повърхността с такава скорост трудно бихме оцелели, а дори и да оцелеем по чудо, сериозно бихме пострадали.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информация за ускорението на силата на тежестта на Миранда или за пресмятането му по данни за радиуса и масата на спътника – 1 т.

За правилен начин на пресмятане на времето за падане – 3 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

За правилен начин на пресмятане на скоростта – 3 т.

За верен числен отговор за скоростта – 1 т.

За правилен извод относно това дали бихме оцелели при удара – 1 т.

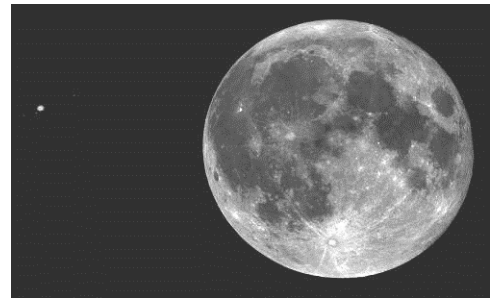
5 задача. Луната и Юпитер. Понякога се случва ярка планета да се наблюдава на малко ъглово разстояние от Луната и се получава красива гледка. На снимките са представени три случая на видимо сближаване на Луната в различни фази и Юпитер.



1

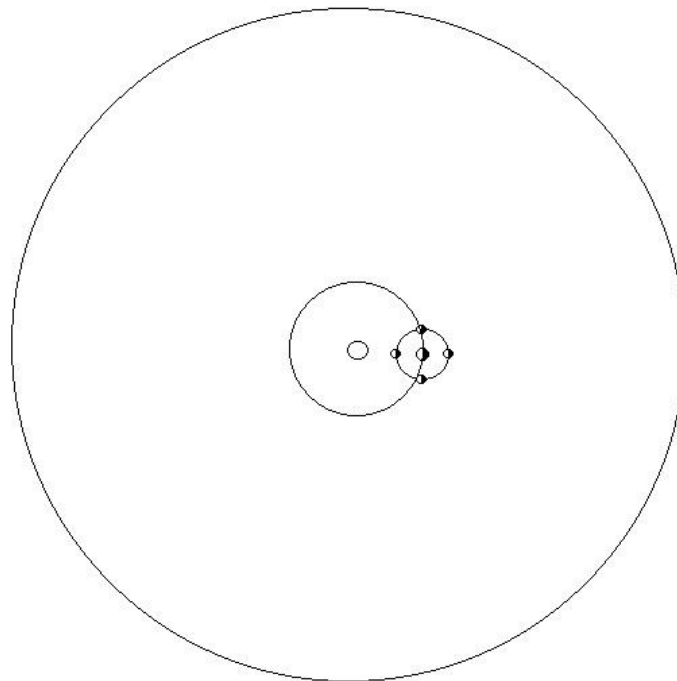


2



3

- А. Приблизително в каква фаза е била Луната на всяка от снимките?
- Б. В трите случая Юпитер се е виждал от Земята почти в същата посока, както Луната, но е бил много по-далеч от нас. На схемата на Слънцето, Земята и орбитата на Юпитер отбележете приблизително трите различни положения на Юпитер. В кой от трите случая Юпитер е бил най-близо до Земята? А най-далеч?

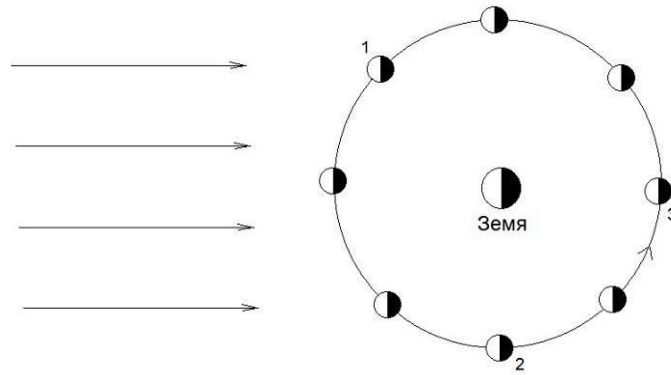


орбита на Юпитер

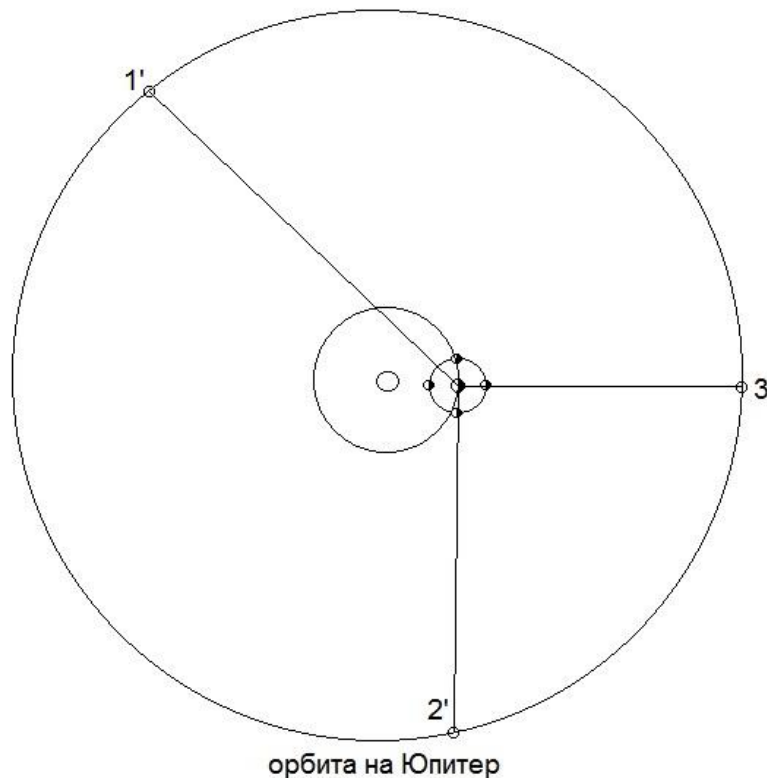
Схема на Слънцето, Земята с лунната орбита около нея, и орбитата на Юпитер

Решение:

По разположението на лунните морета заключаваме, че на снимките Луната е изобразена така, както я вижда наблюдател от северното полукълбо на Земята. Следователно на снимка 1 Луната е във фаза между последна четвърт и новолуние. На снимка 2 Луната е в първа четвърт, а на снимка 3 в пълнолуние. За да улесним решаването на второто подусловие, можем да направим схема на Земята, лунната орбита и посоката, от която идват слънчевите лъчи. На тази схема с 1, 2 и 3 са отбелязани положенията на Луната, приблизително съответстващи на снимките 1, 2 и 3.



Тъй като очевидно планетата Юпитер на трите снимки е на сравнително малко ъглово отстояние от Луната, то можем да считаме, че планетата се е намирала почти в същото направление от нас, земните наблюдатели, както и Луната. На втората схема за всяка снимка можем да построим съответното положение на Юпитер, като отбележим положението на Луната по нейната орбита и продължим правата линия Земя-Луна до пресичането ѝ с орбитата на Юпитер. Така получаваме точките 1', 2' и 3', в които се е намирал Юпитер в трите случая. Най-близо до Земята планетата Юпитер се е намирала в положение 3', съответстващо на снимка 3, а най-далеч – в положение 1', съответстващо на снимка 1.



Критерии за оценяване (10 т.):

За определяне на лунните фаза за всяка снимка и обяснение по 1.5 т. = 4.5 т.

За правилно отбелязване на всяко от положенията на Юпитер на втората схема по 1.5 т. = 4.5 т.

За верен отговор в кои случаи Юпитер е бил най-близо и най-далеч от нас – 1 т.

За съобразяване на факта, че наблюдателят се намира в северното полукълбо по разположението на лунните морета може да се даде допълнителна точка за награда.

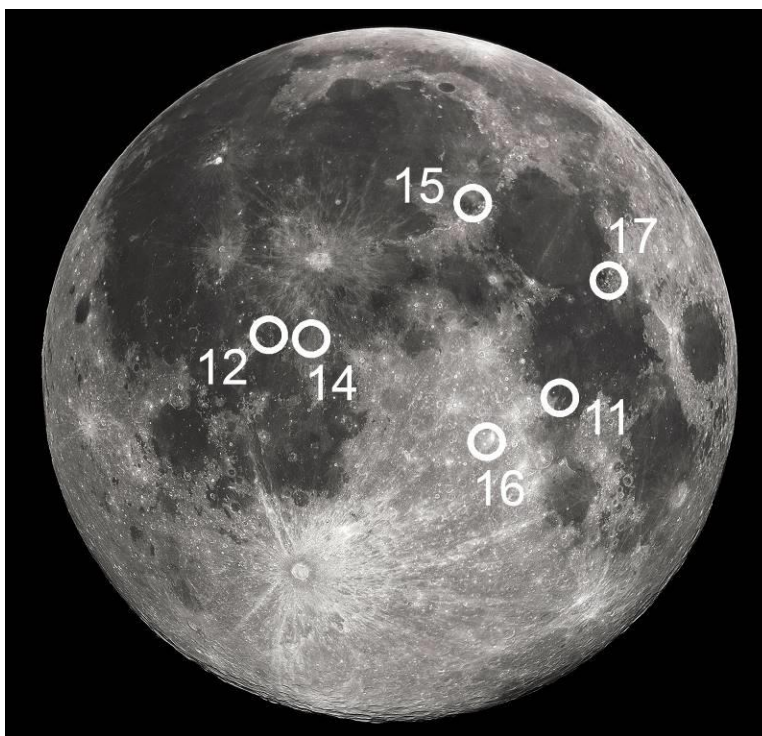
6 задача. Пътешествия до Луната. В периода от 1969 до 1972 г. са осъществени шест успешни мисии с корабите „Аполо”, при които на Луната са стъпили 12 космонавти.

• А. Намерете изображение на Луната, на което са нанесени местата на кацане на шестте лунни модула. Използвайте някой от лунните календари в Интернет, за да определите в каква фаза е била Луната при всяко кацане. Нарисувайте схематично как е изглеждала Луната във всеки от случаите. Каква закономерност забелязвате?

• Б. Защо са били избрани такива моменти за кацане на Луната? *Упътване:* При навлизането си в орбита около Луната космическият кораб се движи в посока обратна на нейното околоосното въртене. От него се отделя спускаемият апарат – лунният модул, който постепенно се снижава и каца на повърхността. Предварително районът на кацане се задава само ориентировъчно. Космонавтите управляват ръчно лунния модул, за да изберат подходящото равно място за безопасно кацане. При тази маневра те трябва да имат оптимално слънчево осветление на лунния релеф.

Решение:

Кацане на Луната е осъществено при шест от пилотираните мисии от серията „Аполо”. Това са „Аполо”-11, 12, 14, 15, 16 и 17. На нашия спътник са стъпили общо 12 космонавти. Лесно можем да намерим изображение на Луната с местата на кацане.



Намираме и информация за датите на кацане, а също така, за лунните фази на тези дати. Данните са представени в следващата таблица заедно със схематични изображения на Луната в съответните фази.

Мисия	Дата на кацане	Лунна фаза	Вид на Луната
-------	----------------	------------	---------------

Аполо-11	20 юли 1969 г.	1 ден преди първа четвърт	
Аполо -12	19 ноември 1969 г.	3 дни след първа четвърт	
Аполо-14	5 февруари 1971 г.	3 дни след първа четвърт	
Аполо-15	30 юли 1971 г.	1 ден след първа четвърт	
Аполо -16	21 април 1972 г.	1 ден след първа четвърт	
Аполо-17	11 декември 1972 г.	1 ден преди първа четвърт	

Както виждаме, всички кацания на Луната са осъществени при фаза около първа четвърт. Съпоставяме изгледа на Луната при всяко кацане с мястото на кацането. Веднага можем да забележим, че моментите на кацане на Луната са били избирани така, че лунният терминатор (линията, разделяща осветената от неосветената част от лунната повърхност) да минава много близо и винаги леко вляво от мястото на кацане. От гледна точка на наблюдател, намиращ се в съответното място на лунната повърхност, моментът на кацане е бил винаги в началото на лунния ден, когато Слънцето е било ниско над източния лунен хоризонт. В упътването се казва, че при навлизането си в орбита около Луната, космическите кораби са се движили в посока обратна на околоосното въртене на Луната. За лунния наблюдател въртенето на Луната става от запад на изток. Следователно при всяка мисия космическият кораб се е движил в посока от изток на запад спрямо лунната повърхност. В същата посока се е движил и отделящият се от него спускаем апарат – лунният модул. Това означава, че при спускането на лунния модул, той се е движил на запад, а Слънцето е било ниско на хоризонта на изток. Така при търсене на подходящо равно място за кацане членовете на екипажа на лунния модул са получавали две предимства. Първо, Слънцето е оставало зад тях спрямо курса на движение и слънчевите лъчи не са ги заслепявали, и второ, при такава височина на Слънцето над хоризонта лунните релефни форми са хвърляли сенки, които са ги правили много добре различими. Всеки, който е наблюдавал Луната в телескоп, знае, че при пълнолуние тя е „най-безинтересна”. Не се виждат сенките на планиските възвишения и кратерните валове и лунните релефни образувания стават неразличими. Със същия проблем биха се срещнали космонавтите, ако кацането се извършва около средата на лунния ден например, когато Слънцето за тях би било високо над лунния хоризонт.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информация за местата и датите на кацане на пилотираните спускаеми апарати на Луната – 2 т.

За определяне на лунните фази в моментите на кацане – 3 т.

За заключението, че кацанията са ставали близо до терминатора в началото на лунния ден – 2 т.

За обяснение защо са били избирани такива моменти за кацане – 3 т.