

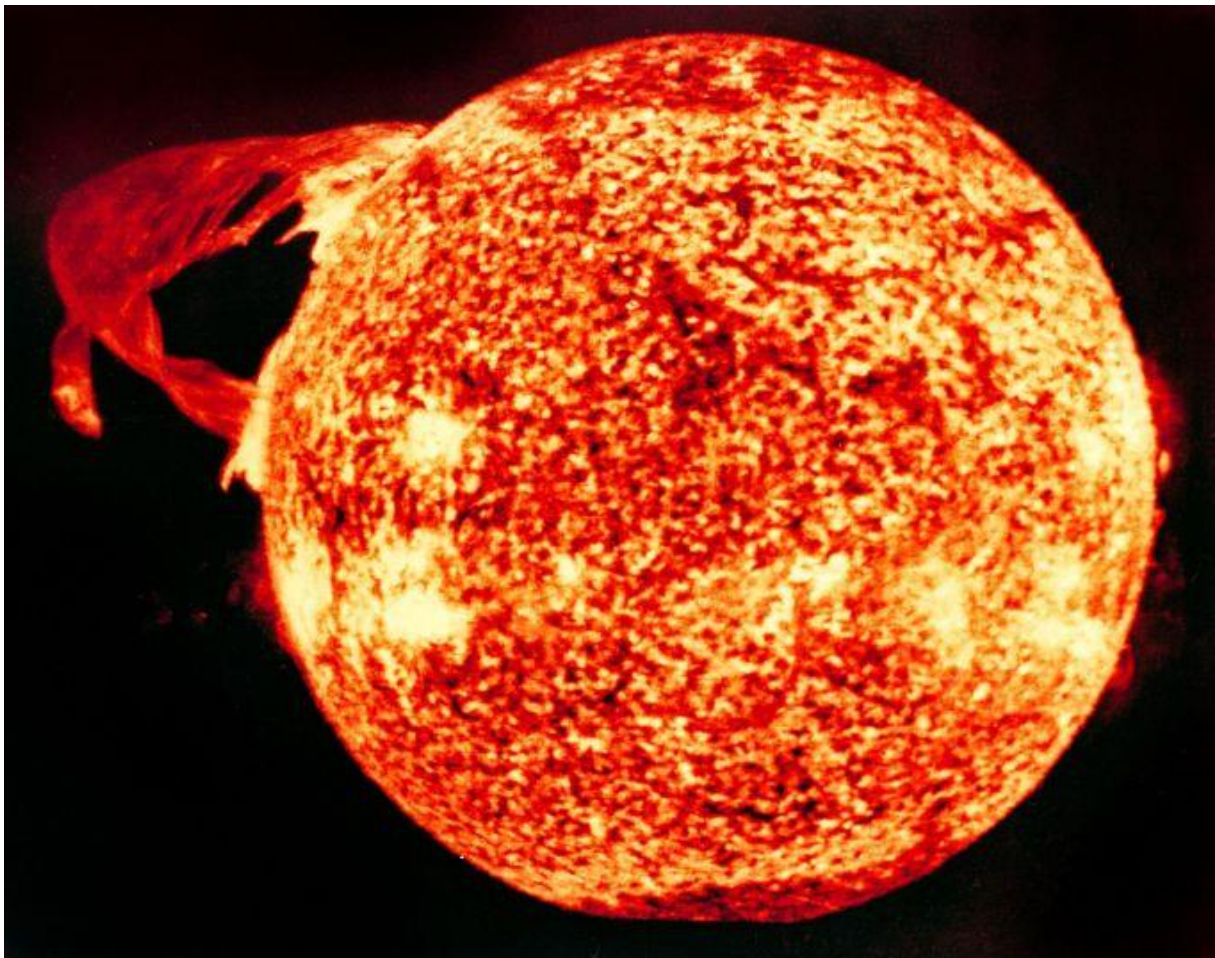
**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

**Областен кръг на олимпиадата по астрономия
13 февруари 2022 г.
Възрастова група V-VI клас**

1 задача. Протуберанс. Дадена ви е снимка на Слънцето, направена през 1973 г. от американската орбитална станция Скайлаб. На нея се вижда един огромен протуберанс с форма на арка.

- А) Направете необходимите измервания по снимката и определете височината на протуберанса над слънчевата повърхност в километри. Диаметърът на Слънцето е равен на 1 392 000 km. Сравнете височината на протуберанса с разстоянието от Земята до Луната, което е 384000 km.

- Б) Как мислите, дали този протуберанс се издига над слънчевата корона?



Решение: За да получим височината на протуберанса над слънчевата повърхност ще използваме това, че истинският диаметър на Слънцето в километри се отнася към диаметъра на слънчевия диск върху изображението в милиметри така както истинската височина на протуберанса в километри се отнася към височината на протуберанса в милиметри върху даденото изображение. Измерваме с линейка прецизно диаметъра на изображението на Слънцето в милиметри и получаваме, че то е $D's = 119 \text{ mm}$. Измерваме

разстоянието в милиметри от най-високата част на арката, образувана от протуберанса, до края на диска на изображението на Слънцето, като се стремим продължението на отсечката да минава през центъра на слънчевия диск. Получаваме, че на изображението височината на протуберанса в милиметри е $h'_p = 34 \text{ mm}$.

За да пресметнем височината на протуберанса в километри образуваме пропорцията:

$$\frac{h_p}{h'_p} = \frac{D_S}{D'_S}$$

където h_p и D'_S са истинските размери на протуберанса и Слънцето в километри. За височината на протуберанса в километри окончателно получаваме:

$$h_p = D_S \cdot \frac{h'_p}{D'_S} = 397714 \text{ km} \approx 400000 \text{ km}$$

Виждаме, че протуберансът е сравним с разстоянието Земя – Луна или е малко по-голям от него. *В действителност разстоянието Земя – Луна са променя и може да надхвърли 400000 км. Даденото в условието разстояние е близко до средното разстояние между двете планети.*

Възможно е, предвид точността, с която се работи, да се получат различни стойности за височината на протуберанса: от 385000 km до 415000 km.

Протуберансът е явление, което произхожда от хромосферата на Слънцето. Слънчевата корона се простира на много по-голямо разстояние и дори този гигантски протуберанс не би могъл да се издига над нея.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилни измервания по даденото изображение – 4 т.

Трябва да се има предвид, че при разпечатването и копирането на задачите с различна техника размерите на изображенията може леко да се различават. Затова измерванията следва да се проверяват върху изображенията, с които участниците разполагат. Възможно е някои от участниците да измерват не външните, а вътрешните размери на арката на протуберанса. За това не следва да се отнемат точки и да се има предвид при оценяването на крайния резултат.

За правилни разсъждения и начин на пресмятане – 3 т.

За правилни пресмятания и получаване на отговор за височината на протуберанса – 1 т.

За правилни разсъждения при сравняването на височината на протуберанса с разстоянието от Земята до Луната – 2 т.

За отговор дали протуберансът може да се издигне над слънчевата корона могат да се даде 1 извънредна точка за награда на най-добре подготвените участници.

2 задача. Полярна рибарка. Измежду прелетните птици най-дълги полети извършват полярните рибарки. През лятото те гнездят на бреговете и островите на Северния ледовит океан, а зимуват по бреговете на Антарктида.



- А) Родното място на една полярна рибарка е в Гренландия на 70° северна ширина. Проследен е нейният полет до Антарктическият полуостров на 70° южна ширина. Двата пункта лежат на един и същи меридиан. Пресметнете разстоянието между тях. Един градус по географска ширина се равнява на 111 km. Птицата всъщност е прелетяла 35000 km. Дали тя е летяла само на юг или е сменяла посоките по време на своя полет?

- Б) Защо наричат полярните рибарки птиците, които виждат най-много дневна светлина през годината? През кой месец от годината те трябва да летят от Арктика към Антарктика и през кой месец трябва да летят в обратната посока, така че да е изпълнено това условие? Прелетите на полярните рибарки продължават около 30 дни във всяка посока.

Решение: За да пресметнем разстоянието между двата пункта, трябва да намерим първо разстоянието между тях в градуси и после да умножим по 111 km, за да получим разстоянието в километри. Разстоянието между двата пункта в градуси намираме, като към 70° (северна ширина), което е разстоянието от северната точка до екватора, прибавяме 70° (южна ширина), което е разстоянието от екватора до южната точка. Получаваме, че разстоянието в градуси е $70^\circ + 70^\circ = 140^\circ$. Следователно разстоянието между началния и крайния пункт в километри е $140^\circ \times 111 \text{ km} = 15540 \text{ km}$. Това е голямо разстояние, но в действителност се оказва, че полярната рибарка изминава разстояние, което е повече от два пъти по-голямо от пресметнатото разстояние по меридиана. Следователно при своето пътешествие от Гренландия до Арктическият полуостров в Антарктида полярната рибарка често е сменяла посоката на своя полет.

Полярната рибарка през лятото в Северното полукуълбо е зад полярния кръг, на 70° северна ширина. През цялото лято там е полярен ден и Слънцето не залязва. (Колкото по-на север отиваме от северната полярна окръжност на $66^\circ 34'$ северна ширина, толкова повече полярни дни се наблюдават около лятното слънцестояние на 22 юни – дни, в които Слънцето не залязва.) Понеже полетът продължава около 30 дни, то полярната рибарка трябва да тръгне преди Слънцето да започне да залязва, което се случва около датата на есенното равноденствие (*23 септември*). Следователно тя трябва да потегли на юг през месец септември. *Най-добре около две седмици преди есенното равноденствие*. Докато пътува на юг за нея Слънцето залязва и изгрява. Един месец по-късно, *т.е. около две седмици след есенното равноденствие*, тя пристига в Антарктида, на 70° южна географска ширина, което е зад южната полярна окръжност. Там, в лятното полугодие за Южното полукуълбо на Земята (и зимно полугодие за Северното полукуълбо), Слънцето вече не залязва и тя пребивава в условията на полярен ден. Половин месец преди пролетното равноденствие (*20 март*), т.е. някъде през първата половина на месец март полярната рибарка тръгва на север, преди да е приключил южният полярен ден. След един месец, т.е. около две седмици след началото на северния полярен ден тя пристига в Гренландия, зад северната полярна окръжност и прекарва северното лято в условията на северния полярен ден. По този начин, само в продължение на около два месеца през

годината, когато полярната рибарка пътува на юг или на север, за нея Слънцето залязва и изгрява. През останалото време (около 10 месеца) тя се живее в условията на полярен ден. Ето защо тя е птицата, която вижда най-много дневна светлина през годината.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилно пресмятане на разстоянието в градуси – 2 т.

За правилно пресмятане на разстоянието в километри – 2 т.

За правилен извод относно неправолинейния път на полярната рибарка – 2 т.

За правилно посочване на месец септември като начало на пътуването на полярната рибарка на юг – 2 т.

За правилно посочване на месец март като начало на пътуването на полярната рибарка на север – 2 т.

За правилни разсъждения, че в по-голяма част от годината полярната рибарка се намира в условията на полярен ден и затова се смята, че вижда най-много дневна светлина през годината – 2 т.

3 задача. Марсианско наблюдение. Марсиански астроном извършва наблюдения с много голям и мощен телескоп. Той разглежда повърхността на Земята и Луната с цел да установи дали на някое от тези две тела има живот. Дадена ви е схема с орбитите на Земята и Марс около Слънцето и орбитата на Луната около Земята (не в точен мащаб).

- **А)** Нарисувайте и означете на схемата положенията на Луната в новолуние, пълнолуние, първа и последна четвърт. Отбележете на всяко положение дневната и нощната страна на Луната.

- **Б)** Нека Луната е във фаза последна четвърт, а Марс е в точка 1. Ще може ли марсианецът да види земните океани и континенти? Ще различи ли по някакъв начин земните градове? Нарисувайте как ще вижда фазата на Луната за марсианския наблюдател. Ще може ли той да види Морето на кризите? Обяснете защо.

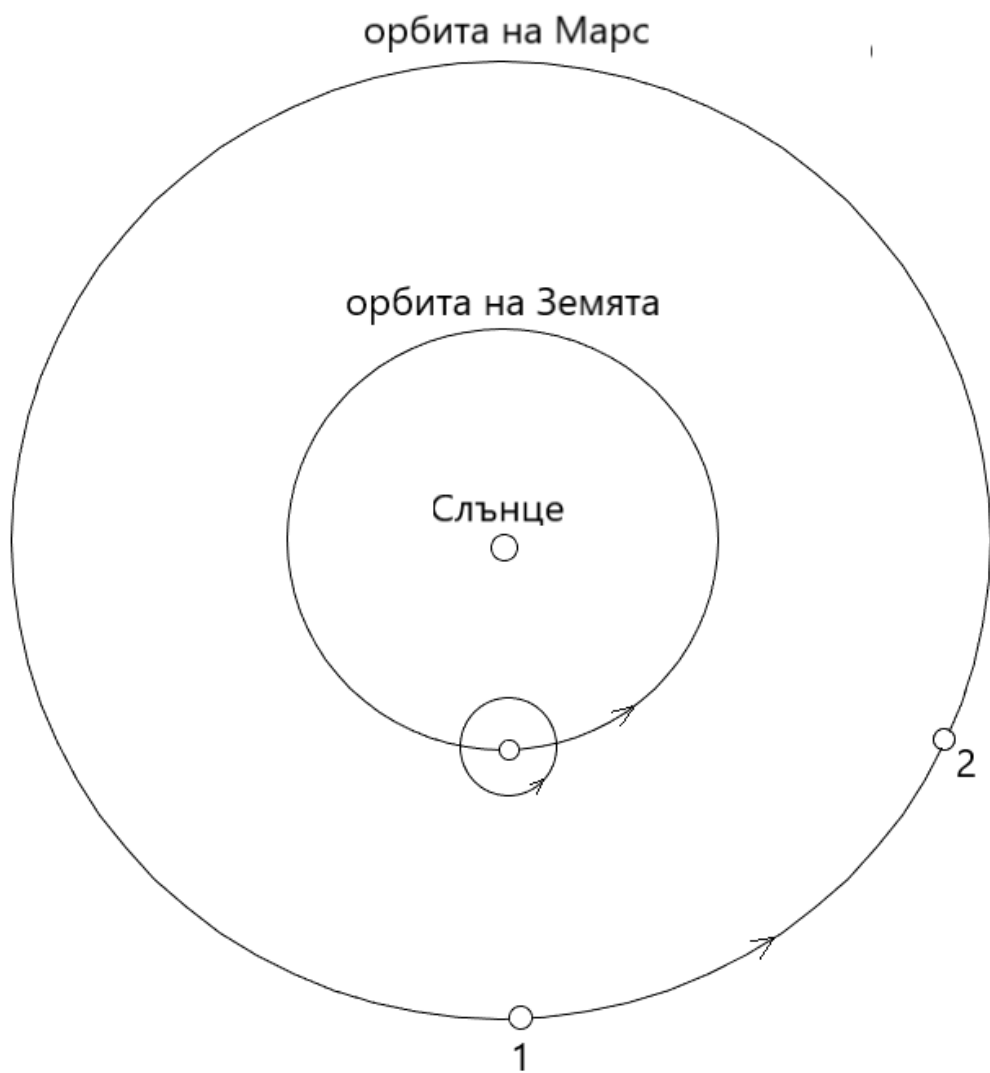
- **В)** Отговорете на същите въпроси за случая, когато Луната е отново в последна четвърт, но Марс е в точка 2.



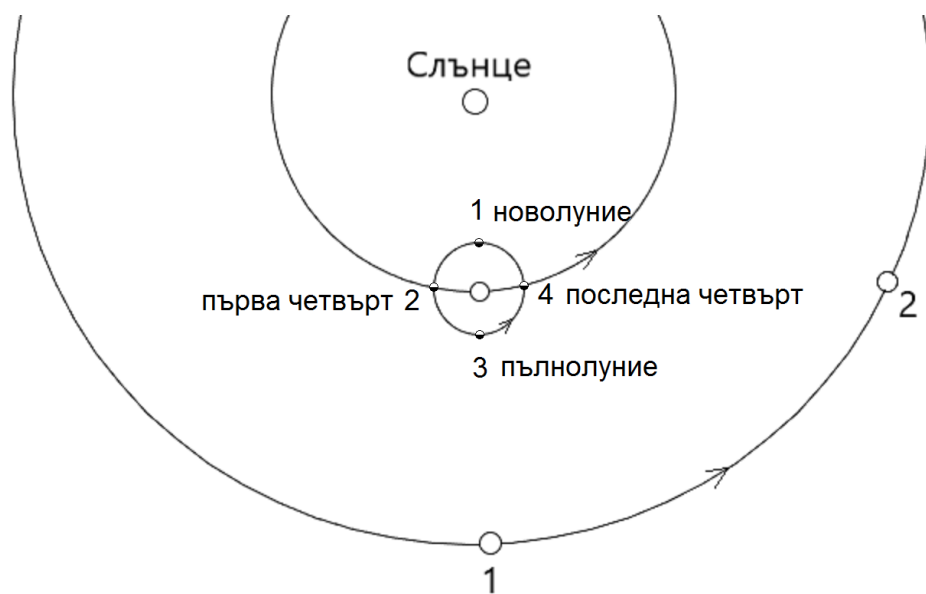
Видимата от Земята страна на Луната



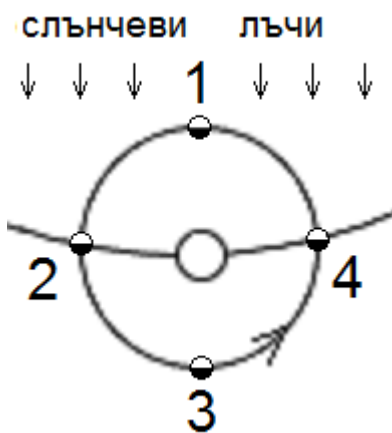
Марсиански астроном



Решение: Нанасяме на схемата положенията на четирите основни фази:



Когато Луната е в положение 1, между Земята и Слънцето, тя е във фаза „новолуние“. Тогава към нас е обърната неосветената страна на Луната. Когато Луната е в положение 2, тя е във фаза „първа четвърт“. Тогава наблюдател в северното полукълбо на Земята вижда осветена лявата половина на лунния диск.



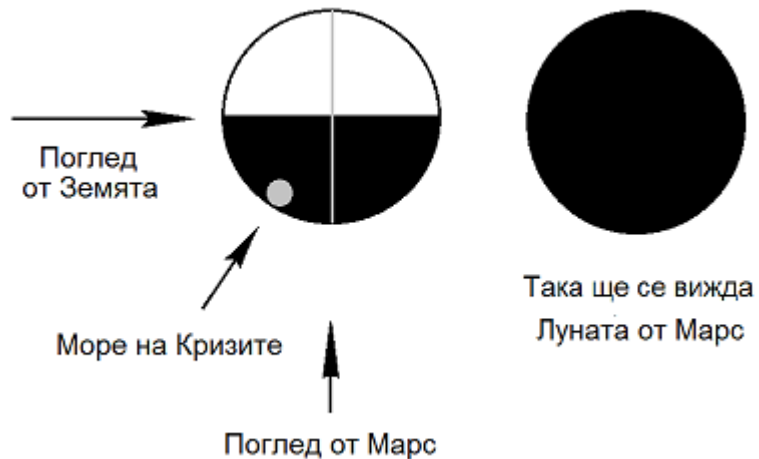
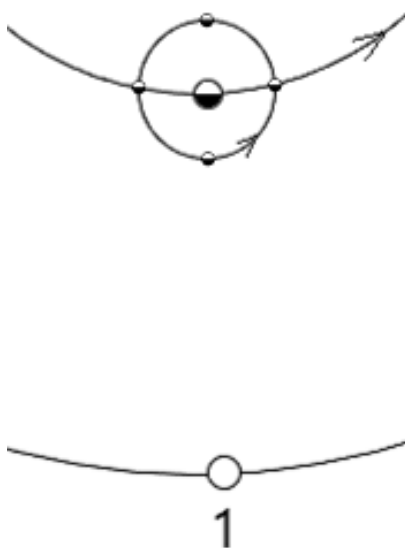
Когато Луната е в положение 3, тя е във фаза „пълнолуние“ и наблюдател от Земята вижда осветена цялата обърната към него страна на Луната. В положение 4 Луната е във фаза „последна четвърт“ и виждаме осветена лявата половина на лунния диск.

При всяка от четирите фази осветената страна на Луната е тази, която е обърната към Слънцето. На фигурата вляво – към слънчевите лъчи. Там осветената страна е горната и е отбелязана като бял полукръг. Неосветената страна във всяка фаза е отбелязана като черен полукръг и е ориентирана надолу, в посока противоположна на посоката от която падат слънчевите лъчи.

Слънце
○

Когато Марс е в положение 1 той се намира отново Земята и Луната в посока, противоположна на посоката към Слънцето. Следователно от Марс се виждат тъмните, неосветени от Слънцето страни на Земята и Луната. Затова марсианският астроном няма да вижда да очертанятията на земните океани и континенти.

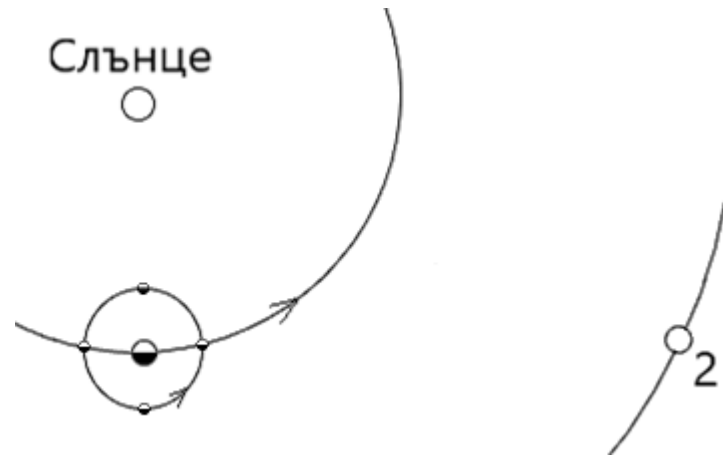
Обаче на фона на тъмната страна на Земята ще се открояват най-големите земни градове, в които светят стотици хиляди светлини и които съвсем ясно се виждат от космоса. Следователно той ще може да види някои от големите земни градове, макар и само като съвкупност от светлини.



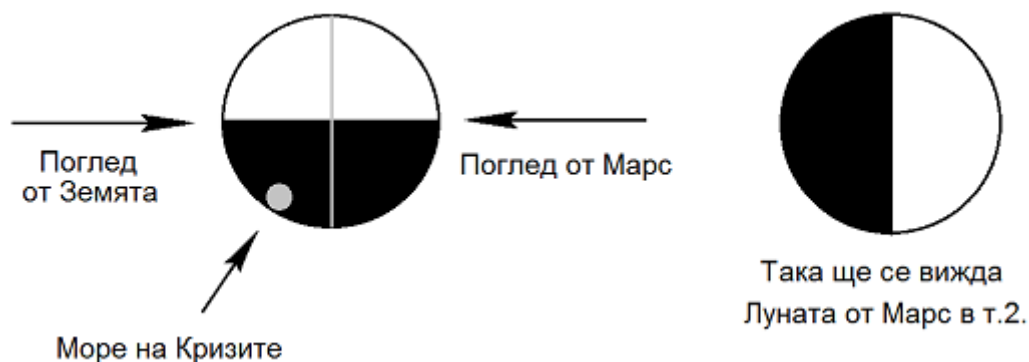
Както става ясно от картинката горе вдясно, понеже от Марс ще се вижда неосветената страна на Луната, тя ще изглежда като тъмен диск. Морето на Кризите ще бъде от видимата от Марс страна, но марсианският астроном няма да може да го види защото то ще се намира на тъмната страна на Луната.

Когато Марс е в точка 2 от своята орбита (тогава казваме, че Марс се намира в „западна квадратура“) от него Земята и Луната ще се виждат осветени наполовина от

Слънцето. За марсианския астроном дневна ще бъде дясната половина на дисковете на Земята и Луната. Върху осветената част на Земята ще се виждат очертанията на океаните и континентите.



Земните градове, обаче, *много трудно се виждат върху осветената част на планетата* и вероятно ще продължат да се наблюдават само върху неосветената, нощна част на Земята. Все пак, с много голям телескоп, *като вземем предвид много силно разредената атмосфера на Марс*, не е изключено марсианските астрономи да различат някои от най-големите градове и върху дневната страна на Земята.



В тази конфигурация Луната ще се вижда така, както във фаза първа четвърт от Земята. Разликата, обаче, се състои в това, че от Марс ще се вижда обратната, невидимата от Земята, страна на Луната. Понеже Морето на Кризите се намира на видимата от Земята страна на Луната, то от Марс то няма да може да се наблюдава в този случай.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилно положение на Луната в четирите фази – 2 т.

За правилно посочване на дневната и нощната страна – 2 т.

За правилен отговор относно видимостта на океаните и континентите в двете положения на Марс – 2 т.

За правилен коментар относно видимостта на градовете в двете положения на Марс – 2 т.

За правилна рисунка на фазата на Луната, наблюдавана от Марс, в двете положения на планетата – 2 т.

За правилен отговор и обяснение относно видимостта на Морето на Кризите в двете положения на Марс – 2 т.

4 задача. Мисия Проксима. Най-близката до нас звезда е Проксима от съзвездието Центавър. Около нея са открити две планети. За едната от тях се смята, че е скалиста планета, разположена в обитаемата зона около звездата. Проксима се намира на разстояние 4 светлинни години. От Земята се изпраща космическа станция, която трябва да достигне дотам за 40 години. От станцията ще се отдели сонда, която ще вземе проба от повърхността на скалистата планета и отново ще се скачи със станцията. Веднага след това станцията ще се отправи по обратния път и ще долети до Земята за още 40 години. На всеки 10 години от своята мисия станцията изпраща към Земята радиосообщение.

- **А)** Ако станцията стартира от Земята през 2072 г., пресметнете в кои години станцията ще изпраща радиосообщения.

- **Б)** Определете на какво разстояние от Земята ще бъде станцията при изпращането на всяко от съобщенията. В кои години тези съобщения ще се получат при нас? Радиовълните се движат със скоростта на светлината.

Решение: Станцията изминава 4 светлинни години за 40 години. Следователно за 10 години тя ще измине 1 светлинна година (св.год.).

На всеки 10 години станцията изпраща съобщение. Годишите в които изпраща съобщения получаваме, като към годината на старта прибавяме последователно по 10 години за всяко съобщение. Получаваме, че съобщенията ще бъдат изпратени през следните години: 2082, 2092, 2102, 2112 (пристига в системата на Проксима и тръгва обратно), 2122, 2132, 2142. Станцията ще пристигне на Земята през 2152г.

На всеки 10 години станцията изминава по 1 светлинна година. При пътуването към Проксима това ще увеличава разстоянието до станцията с 1 светлинна година на всеки 10 години. Следователно при изпращането на съобщенията станцията ще бъде на следните разстояния: През 2082г. – на 1 светлинна година. През 2092г. – на 2 св.год.. През 2102г. – на 3 св.год.. През 2112г. – на 4 св.год. (станцията е до Проксима и тръгва обратно). През 2122г. – на 3 св.год.. През 2132г. – на 2 св.год.. През 2142г. – на 1 св.год.

1 светлинна година се изминава от радиосигнала за 1 година. Следователно на всеки 10 години, докато станцията пътува към Проксима, ще се добавя по 1 допълнителна година, необходима за пътуването на сигнала от станцията до Земята.

10 години след старта станцията изпраща сигнал през 2082 година. Добавяме 1 година за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2082 + 1 = 2083$ г.

20 години след старта станцията изпраща сигнал през 2092 година. Добавяме 2 години за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2092 + 2 = 2094$ г.

30 години след старта станцията изпраща сигнал през 2102 година. Добавяме 3 години за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2102 + 3 = 2105$ г.

40 години след старта станцията изпраща сигнал през 2112 година. Добавяме 4 години за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2112 + 4 = 2116$ г. Станцията е до Проксима и тръгва обратно, като на всеки 10 години разстоянието до Земята намалява с 1 светлинна година.

50 години след старта станцията изпраща сигнал през 2122 година. Добавяме 3 години за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2122 + 3 = 2125$ г.

60 години след старта станцията изпраща сигнал през 2132 година. Добавяме 2 години за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2132 + 2 = 2134$ г.

70 години след старта станцията изпраща сигнал през 2142 година. Добавяме 1 година за пътуването на сигнала и получаваме, че той ще пристигне на Земята през $2142 + 1 = 2143$ г.

80 години след старта, през 2152г. станцията пристига на Земята.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилно посочване на годините през които станцията ще изпраща сигнали до Земята – 2 т.

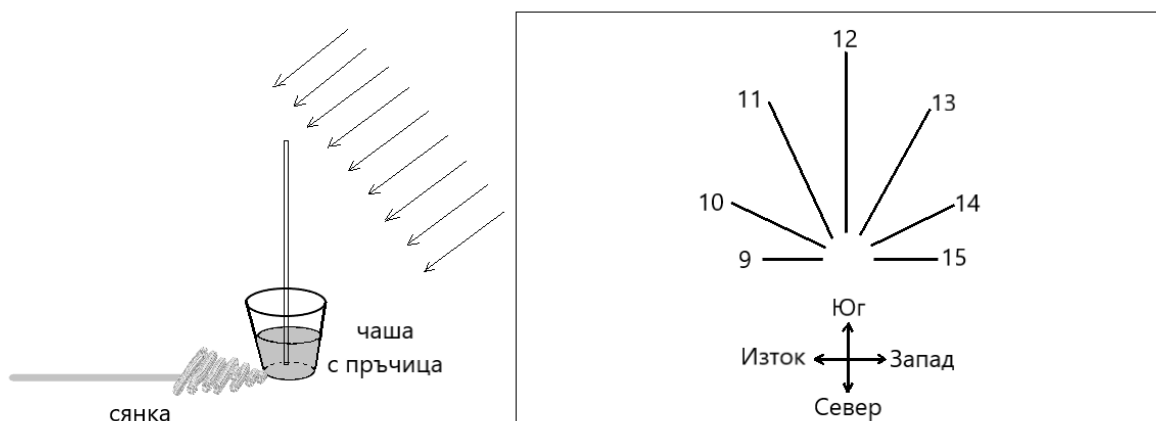
За правилно пресмятане на разстоянията на които станцията ще се намира при изпращането на всеки от сигналите – 2 т.

За правилни разсъждения и пресмятане на годините през които ще бъдат получени сигналите на Земята – 8 т.

5 задача. Небрежен ученик. За домашно упражнение през ваканцията Гошко трябва да направи слънчев часовник от китайска бамбукова пръчица, закрепена вертикално в чашка, пълна с ориз. Чашката се поставя в средата на голям лист хартия, върху който пръчицата да хвърля своята сянка. В един слънчев ден на всеки кръгъл час от 9 до 15 часа на листа хартия трябва да се отбелязва посоката и дължината на сянката на пръчицата. Трябва също да се означат посоките на света.

Гошко се сеща за заданието едва късно вечерта преди първия учебен ден. Той набързо си измисля и прави рисунката, която ви е дадена. Учителката веднага разбира, че Гошко не е извършил експеримента. Тя решава да не му напише двойка, ако посочи и обясни грешките, които е допуснал.

• Разгледайте рисунката, помислете и помогнете на Гошко да се спаси от двойката. Посочете грешките и нарисуйте приблизително как би трябвало да изглежда правилната рисунка.



Решение: Нека разгледаме картинката вляво. Лесно се съобразява, че колкото по-високо е Слънцето, толкова по-къса ще бъде неговата сянка и обратно, колкото Слънцето

е по-ниско над хоризонта, толкова сянката е по-дълга. Освен това сянката винаги лежи в посока противоположна на посоката към Слънцето.

Грешките на Гошко са следните:

Първо, сянката на пръчицата в 12 часа е нарисувана най-дълга от всички, а в действителност е обратно. В 12 часа Слънцето е най-високо и следователно сянката на пръчицата е най-къса.

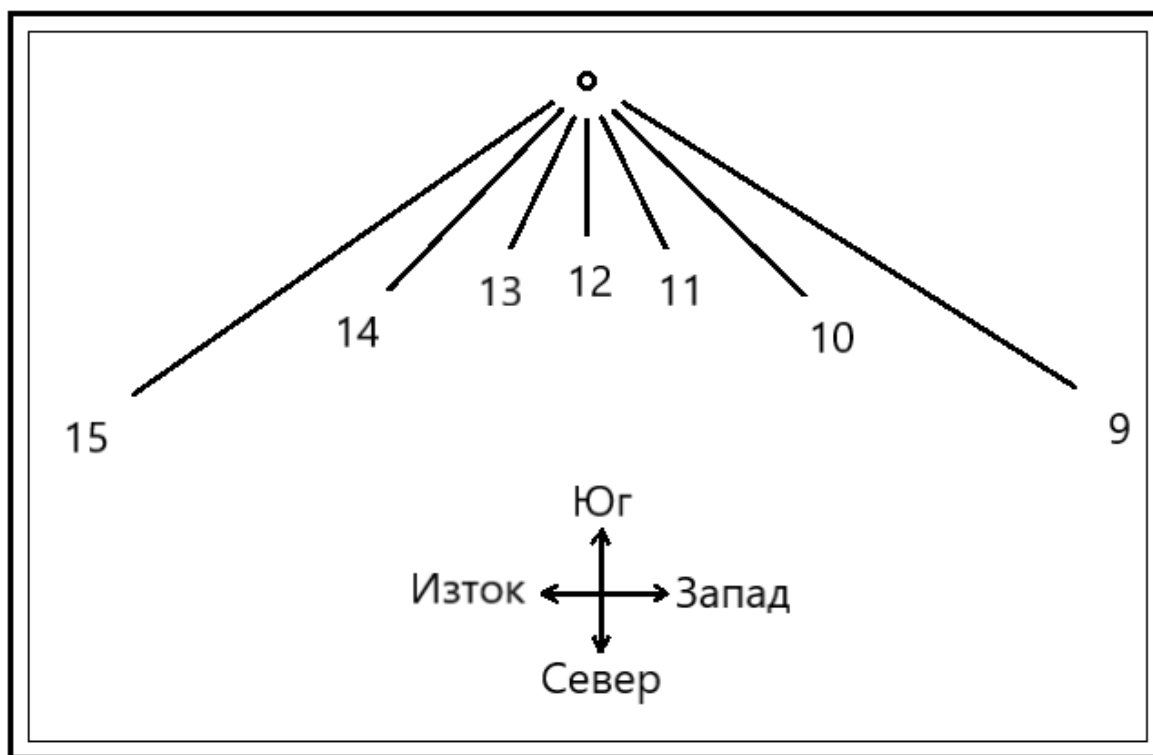
Второ, понеже Слънцето е на юг от зенита сянката ще се проектира на север от пръчицата, а не на юг, както е нарисувано на схемата на часовника на Гошко.

Трето, понеже Слънцето преди и след 12 часа е по-ниско над хоризонта, то в 11 и в 13 часа сянката трябва да е малко по-дълга, в 10 и 14 часа – още по-дълга и в 9 и 15 часа трябва да е най-дълга.

Четвърто, когато гледаме на юг, Слънцето преди 12 часа е наляво от посоката юг, защото посоката изток, от която Слънцето изгрява, е наляво. Следователно сянката на пръчицата ще е надясно от нейната сянка в 12 часа. След 12 часа Слънцето е надясно от посоката юг и следователно сянката на пръчицата с напредване на времето ще се отмества все по-наляво от нейната сянка в 12 часа.

Пето, Слънцето е в посока изток или запад, когато изгрява или залязва, а това се случва около 6 часа и около 18 часа. В 9 часа и в 15 часа Слънцето е много приблизително в посоките юго-изток и юго-запад. Следователно сенките на пръчицата ще сключват сравнително голям ъгъл с направлението изток-запад, а не както е посочено на схемата на часовника на Гошко да са ориентирани в това направление.

Правилната схема трябва да изглежда приблизително по следния начин:



Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилно посочване и обяснение на грешките в дадената схема на слънчевия часовник – $5 \times 1.5 \text{ т.} = 7.5 \text{ т.}$

За построяване и означаване на посоките на света – 0.5 т.

За приблизително правилна посока на сенките по отношение на географските посоки на света – 2 т.

За приблизително правилно съотношение в дължините на сенките за съответните часове – 2 т.