

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

**Общински кръг на олимпиадата по астрономия  
2018 – 2019 учебна година  
Възрастова група VII-VIII клас – решения**

**1 задача. Рядко явление.** Виждате снимка на Слънцето, направена на брега на Атлантическия океан в Atlantic Beach, щата Северна Каролина, САЩ.

- А) Какво явление се наблюдава?
- Б) Дали моментът, отразен на снимката, е по-близък до началото или до края на явлението? Обяснете своя отговор.



**Решение:**

Явлението, което се наблюдава, е слънчево затъмнение. Видимият диск на Слънцето е частично закрит от Луната.

Закритата част е от дясната страна на слънчевия диск. След като затъмнението е наблюдавано от САЩ, то можем да смятаме, че е била закрыта частта от Слънцето, която е приблизително на запад. Можем да стигнем до такова заключение и с по-точни разсъждения. Слънцето е над морския хоризонт. Ако потърсим град Atlantic Beach на географската карта, ще видим, че той е разположен на много тесен остров, ориентиран с дългата си страна в направление изток-запад. Градът се простира от северния до южния бряг на острова. Няма как наблюдателите да са били на северния бряг, защото Слънцето никога не би се наблюдавало в северна посока от този град – той е разположен доста по-южно от северната полярна окръжност. Следователно затъмнението е било гледано от

южния бряг на острова. Ето защо можем да кажем, че закритата част е от западната страна на слънчевия диск.

*По-точно закрита е югозападната част от диска на Слънцето. То изгрява над хоризонта и южната половина на диска е ориентирана надолу и надясно. Северната – нагоре и наляво. Очевидно затъмнението е частично.*

По време на слънчево затъмнение Луната закрива видимия диск на Слънцето, движейки се по своята орбита около Земята в посока от запад на изток. Оттук заключаваме, че на снимката е отразен момент, който е по-близо до началото на затъмнението.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За правилно посочване на явлението, което се наблюдава – 3 т.*

*За разсъждения относно момента на затъмнението – 5 т.*

*За правилно заключение – 2 т.*

**2 задача. Китай от космоса.** Често се казва, че Великата китайска стена е творение на човешката цивилизация, което се вижда с невъоръжено око от космоса. Космонавтите, летели с различни космически апарати обаче твърдят, че тя в действителност не се вижда.

Участник в астрономическата олимпиада възнамерява да проучи този въпрос. След като печели призови места на олимпиадата всяка година от V до XII клас, той получава специална награда – полет на борда на Международната космическа станция.

• А) Намерете нужната информация и проверете наистина ли носителът на наградата няма да види китайската стена при условие, че има нормално зрение с разделителна способност 100" (дъгови секунди).

• Б) А ще се вижда ли забележителният по своите размери площад Тянанмън в Пекин?

**Решение:**

За да решим задачата, са ни необходими някои данни, които трябва сами да намерим. Ширината на китайската стена е между 5 и 8 метра. В нашето решение ще приемем максималната стойност на ширината  $d = 8$  м. За височината на орбитата на Международната космическа станция (МКС) над земната повърхност ще приемем  $h = 400$  км. Сега можем да пресметнем под какъв ъгъл наблюдател, намиращ се на борда на станцията, ще вижда ширината на Великата китайска стена. Ще изразим този ъгъл в дъгови секунди:

$$\delta = \frac{d}{h} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \cdot 60' \cdot 60''$$

$$\delta \approx 4.12''$$

Оттук следва, че действително Великата китайска стена няма как да се види от орбитата на МКС с невъоръжено око.

Площадът Тянанмън в Пекин е сред десетте най-големи градски площи в света. Размерите му са  $880 \times 500$  м. Това означава, че дългата му страна надвишава ширината на китайската стена  $880 / d = 110$  пъти, а по-късата му страна –  $500 / d = 62.5$  пъти. Видимите ъглови размери на площада за наблюдател от космическата станция ще бъдат:

$$110 \times \delta \approx 453'' \quad \text{и} \quad 62.5 \times \delta \approx 258''$$

По условие наблюдателят може да различава детайли с минимални ъглови размери 100" и следователно ще може да види от космоса площада Тянанмън.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За намиране на необходимите начални числени данни – 2 т.*

*За правилно пресмятане на видимата ъглова ширина на китайската стена – 3 т.*

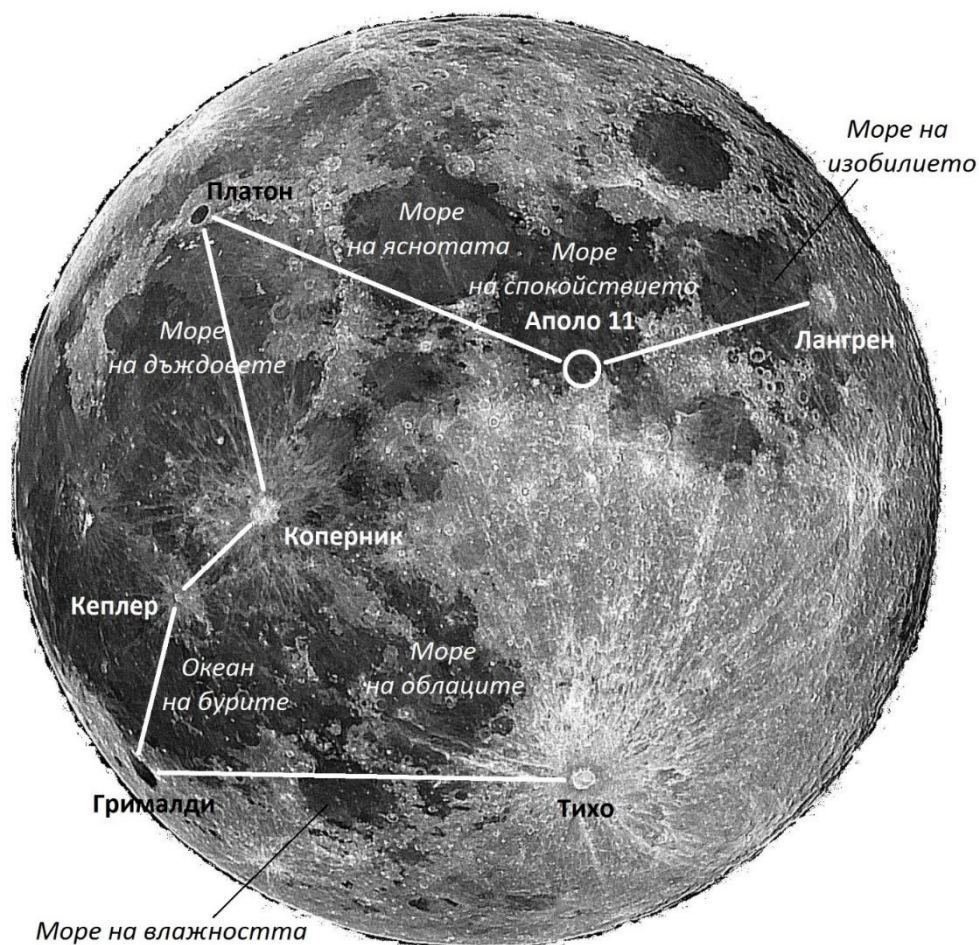
*За правилен извод относно нейната видимост – 1 т.*

За пресмятане на видимите ъгли размери на площада Тянанмън – 3 т.  
За правилно заключение за неговата видимост – 1 т.

**3 задача. Лунно пътешествие.** В 2069 г. група млади любители астрономи от Лунното туристическо дружество се отправят на пътешествие по Луната. Техният космически кораб пристига от Земята и каца на лунния космодрум недалеч от кратера Тихо (Tycho). Оттам те наемат голям и високоскоростен лунен всъдеход. Ето техният маршрут:

1. Първо се отправят на дълъг път към кратера Грималди (Grimaldi).
  2. След кратка почивка потеглят към кратера Кеплер (Kepler).
  3. Оттам заминават към кратера Коперник (Copernicus). Изкачват се на кратерния вал и разглеждат красивия лунен пейзаж.
  4. После пътуват до кратера Платон (Plato).
  5. Решават повече да не спират до внушителните кратери, защото коледната им ваканция привършва. Тръгват към най-важната забележителност – мястото, където 100 години преди тях са кацнали първите земни космонавти от екипажа на кораба Аполо 11 (Apollo 11).
  6. Оттам всъдеходът ги превозва до кратера Лангрен (Langrenus), където се намира вторият лунен космодрум. От него те излитат с космически кораб обратно към родната планета.
- А) Потърсете къде се намират посетените от лунните туристи места. Нарисувайте техния маршрут на дадената снимка на Луната и отбележете названията на кратерите.
  - Б) Посочете имената на лунните морета, през които преминават туристите.

**Решение:**



Могат да се намерят множество лунни карти както в Интернет, така и в книги и учебници. Сравняването със снимка на Луната често не е много лесно, но е необходимо да се направи, за да се открият кратерите и мястото, където са кацнали първите космонавти на Луната. На схемата по-долу е представен маршрутът на лунните туристи.

При пътуването от кратера Тихо до Грималди туристите пресичат последователно малка част от Морето на облаците, Морето на влажността и малка част от Океана на бурите.

По пътя от кратера Грималди към Кеплер и Коперник те се движат в Океана на бурите.

За да стигнат до кратера Платон, преминават през Морето на дъждовете.

Пътят им оттам до мястото на кацане на Аполо 11 пресича Морето на дъждовете, малка част от Морето на яснотата и Морето на спокойствието.

Накрая излизат от Морето на спокойствието и прекосяват Морето на изобилието, за да стигнат до кратера Лангрэн.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За намиране на кратерите и очертаване на маршрута – 6 т.*

*За определяне през кои морета се минава – 4 т.*

**4 задача. Съзвездия.** На картинките, означени с цифрите от 1 до 12, са изобразени съзвездия. На рисунките, означени с латинските букви от А до N (без I и J), са показани героите, на които са наречени тези съзвездия.

• А) Напишете имената на съзвездията. Намерете необходимата информация и за всяко съзвездие (от 1 до 12) посочете коя от рисунките (от А до N) му съответства.

• Б) Избройте имената на съзвездията в правилната последователност.

• В) Кое съзвездие липсва от тази последователност?

**Решение:**

По картинките, означени с буквите от А до N, лесно съобразяваме, че това са зодиакалните съзвездия. Те са съзвездията, през които минава пътят на Слънцето при неговото видимо годишно движение на фона на звездното небе. Годишното движение на Слънцето на фона на звездите не е действително, а само видимо и се дължи на обикалянето на Земята около Слънцето.

По-трудно е да свържем названията с картинките, на които са изобразени схематично съзвездията. Но сравняването с някои варианти на тези картинки, публикувани в Интернет, ни позволява да направим и това.

В следващата таблица са дадени имената на съзвездията и означенията на съответстващите им картинки от двете поредици. Съзвездията са подредени по реда, в който Слънцето преминава през тях в течение на годината.

Овен	Бик	Близнаци	Рак	Лъв	Дева	Везни	Скорпион	Стрелец	Козирог	Водолей	Риби
4	1	10	7	3	8	2	12	6	9	5	11
D	F	L	N	E	H	M	A	C	K	B	G

Видимият годишен път на Слънцето пресича и още едно съзвездие – Змиеносец. Участъкът от него, през който минава Слънцето, се намира между съзвездията Скорпион и Стрелец. Това е липсващото съзвездие в поредицата.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За идентифициране на картинките, означени с букви, с имената на съзвездията – 4 т.*

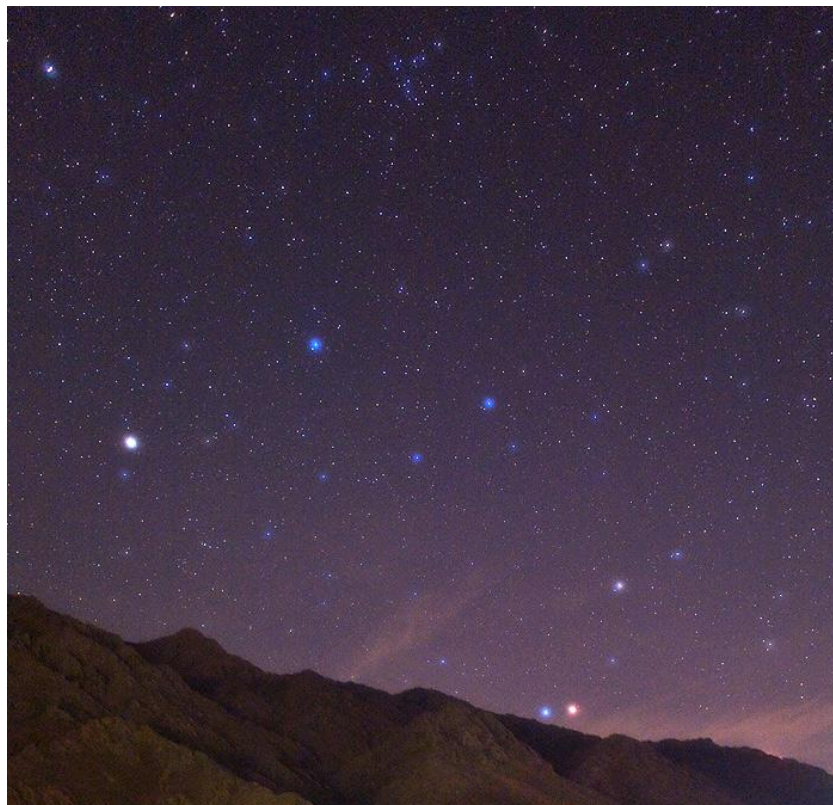
*За свързване на названията на съзвездията със схематичните им изображения, означени с цифри – 2 т.*

*За правилно подреждане на съзвездията – 3 т.*

*За посочване на липсващото съзвездие – 1 т.*

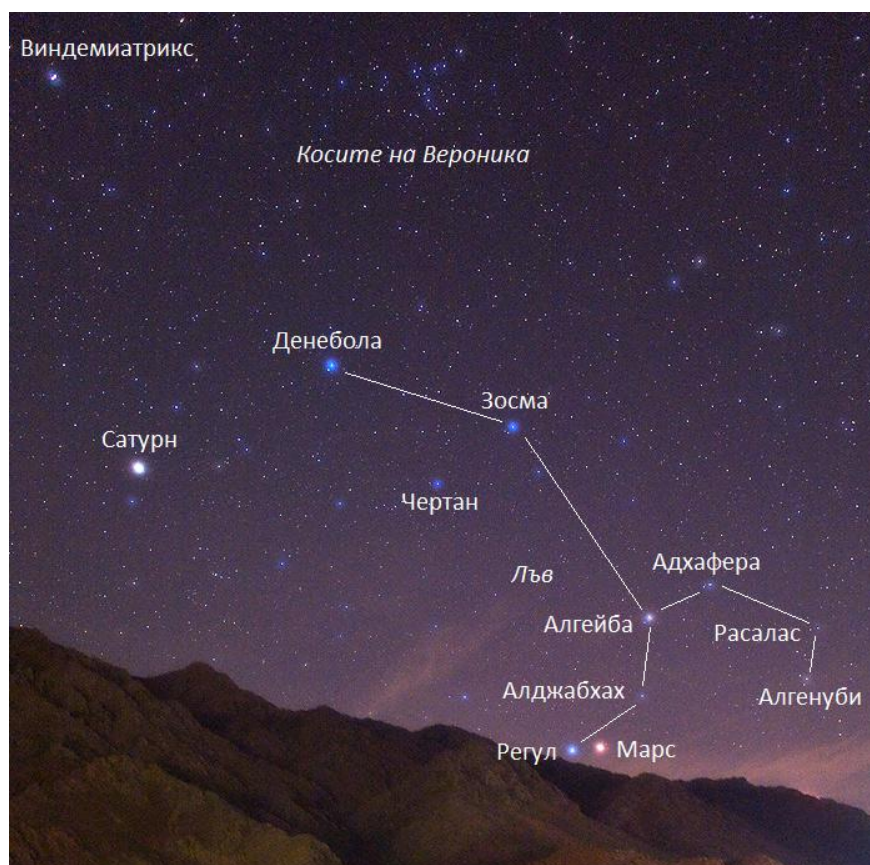
**5 задача. Юнска вечер.** Виждате снимка, направена в красива юнска вечер, малко след залеза на Слънцето, в планините на Иран.

- А) Разгледайте звездна карта или компютърна програма, показваща звездното небе, и определете кой е звездният куп в горната част на снимката.
- Б) Кое е голямото съзвездие под звездния куп? Напишете имената на ярките звезди в него.
- В) Обозначете двете планети, които се виждат на снимката. Те са Марс и Сатурн, като Марс е онази от двете, която ще залезе по-рано.
- Г) Открийте от кое съзвездие е и как се нарича ярката звезда в горния ляв ъгъл на снимката.



**Решение:**

Като използваме подвижна звездна карта или програма, показваща звездното небе във вечерните часове през юни, можем да определим, че съзвездието в централната част на снимката е Лъв. То се вижда над западния хоризонт. За това може да се съди и по светлеещото небе, което показва, че Слънцето наскоро е залязло. Над съзвездието Лъв в горната част на снимката е разсеяният звезден куп Косите на Вероника. Ярката звезда в горния ляв ъгъл на снимката е от съзвездието Дева и се нарича Виндемиатрикс. Имената на звездите и положенията на планетите са отбелязани на схемата.



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За посочване на названието на звездния куп – 1 т.

За посочване на името на съзвездието в централната част – 1 т.

За обозначаване на имената на по-ярките звезди (не е необходимо да се отбелязват всички имена на звезди, показани на схемата, за оценяване с пълен брой точки по това под условие е достатъчно да се означат поне 4 звезди) – 4 т.

За отбелязване на планетите – 2 т.

За определяне от кое съзвездие е и как се нарича звездата в горния ляв ъгъл – 2 т.

**6 задача. Екзопланети.** Звездата TRAPPIST-1 е хладно червено джудже. Излъчва хиляди пъти по-малко енергия от нашето Слънце и е 8.26 пъти по-малка по диаметър от него. Около TRAPPIST-1 са открити 7 планети. В таблицата по-долу виждате някои данни за тях.

№	Планета	Радиус (земни радиуси)	Разстояние до звездата (астрономически единици)
1	TRAPPIST-1b	1.09	0.0111
2	TRAPPIST-1c	1.06	0.0152
3	TRAPPIST-1d	0.77	0.0215
4	TRAPPIST-1e	0.92	0.0282
5	TRAPPIST-1f	1.05	0.0371
6	TRAPPIST-1g	1.13	0.0451
7	TRAPPIST-1h	0.72	0.0596

Третата планета TRAPPIST-1d получава от звездата толкова лъчиста енергия, колкото Земята от Слънцето. Въпреки това, астрономите твърдят, че на планета около такава звезда едва

ли може да има живот. Вие обаче сте ентузиастични и решавате да проверите на място. Отправляете се с вашия свръхбърз звездолет и ето, вече сте на повърхността на TRAPPIST-1d.

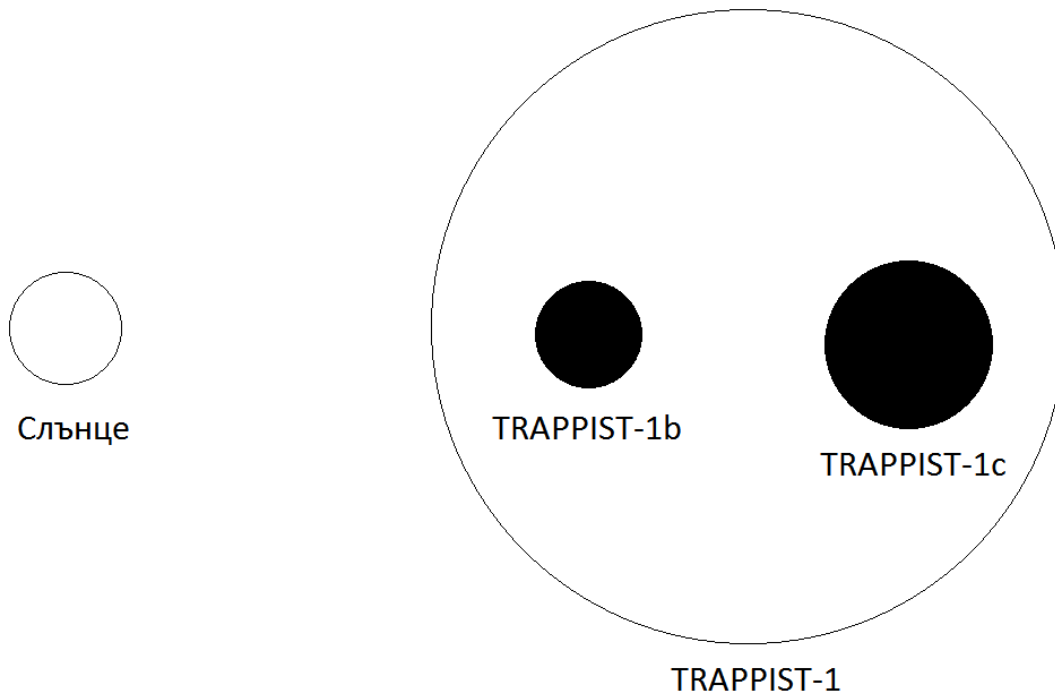
- А) Начертайте кръг с радиус 1 см. Нека това да бъде Слънцето, така както се вижда на нашето земно небе. Направете необходимите пресмятания и в същия мащаб начертайте още един кръг, който показва как виждате звездата TRAPPIST-1 в небето на планетата TRAPPIST-1d.

- Б) От вашия временен лагер на TRAPPIST-1d понякога наблюдавате как първите две планети TRAPPIST-1b и TRAPPIST-1c преминават като тъмни кръгове по видимия диск на звездата. Начертайте в съответния мащаб как ще изглеждат тези планети върху кръга, показващ видимия диск на звездата TRAPPIST-1 за наблюдател от третата планета TRAPPIST-1d.

- В) Пресметнете с колко процента по-малко лъчиста енергия ще получава третата планета от звездата в такъв момент.

### Решение:

Звездата TRAPPIST-1 е 8.26 пъти по-малка от Слънцето. Ако я наблюдаваме на същото разстояние, на което е от нас Слънцето, то нейният видим размер ще е 8.26 пъти по-малък от този на Слънцето. Планетата TRAPPIST-1d е на разстояние от звездата 0.0215 астрономически единици. Това означава, че тя е  $1 / 0.0215 \approx 46.5$  пъти по-близо до звездата, отколкото е Земята до Слънцето. Следователно видимият ъглов размер на звездата TRAPPIST-1 за наблюдател от планетата TRAPPIST-1d ще бъде  $46.5 / 8.26 \approx 5.63$  пъти по-голям от видимия ъглов размер на Слънцето за наблюдател от Земята. Ако изобразим Слънцето, видимо от Земята, като кръг с радиус 1 см, то TRAPPIST-1, видима от планетата TRAPPIST-1d, ще бъде кръг с радиус приблизително 56 мм.



Радиусът на Слънцето е приблизително 696 000 км, а на Земята – 6371 км. Радиусът на звездата TRAPPIST-1 ще бъде  $696\,000 / 8.26 \approx 84260$  км. По данните от таблицата намираме, че планетата TRAPPIST-1b има радиус  $1.09 \times 6371 \approx 6944$  км и ще бъде  $84260 / 6944 \approx 12.13$  пъти по-малка от звездата TRAPPIST-1. Планетата TRAPPIST-1b е на разстояние 0.0111 астрономически единици от звездата. Да разгледаме момента, когато тази планета преминава пред диска на звездата за наблюдател от планетата TRAPPIST-1d. Тогава разстоянието от планетата TRAPPIST-1d до TRAPPIST-1b ще бъде  $0.0215 - 0.0111 = 0.0104$  астрономически

единици. В този момент планетата TRAPPIST-1b ще бъде  $0.0215 / 0.0104 \approx 2.067$  пъти по-близо до TRAPPIST-1d, отколкото звездата. Следователно видимият ъглов радиус на планетата TRAPPIST-1b за наблюдател от планетата TRAPPIST-1d ще е  $12.13 / 2.067 \approx 5.86$  пъти по-малък от този на звездата. Ако я изобразим върху схемата, където звездата представлява кръг с радиус 56 мм, то радиусът на планетата трябва да е  $56 / 5.86 \approx 9.5$  мм.

Радиусът на планетата TRAPPIST-1c е  $1.06 \times 6371 \approx 6753$  км. Тя е  $84260 / 6753 \approx 12.48$  пъти по-малка от звездата TRAPPIST-1. В момент, когато планетата преминава пред диска на звездата за наблюдател от TRAPPIST-1d, тя отстои от TRAPPIST-1d на  $0.0215 - 0.0152 = 0.0063$  астрономически единици. Тогава планетата TRAPPIST-1c е  $0.0215 / 0.0063 \approx 3.413$  пъти по-близо до TRAPPIST-1d, отколкото звездата. Следователно планетата TRAPPIST-1c ще се вижда като кръгче, което е  $12.48 / 3.413 \approx 3.66$  пъти по-малко по радиус от звездата. Върху схемата радиусът на планетата трябва да е  $56 / 3.66 \approx 15$  мм.

Остава да определим процентното намаляване на светлината, която третата планета получава, когато първите две планети са разположени пред звездата. То ще се определя от отношението на сумата от площите на видимите дискове на двете планети към площта на видимия диск на звездата:

$$\frac{\pi \left(\frac{\rho}{5.86}\right)^2 + \pi \left(\frac{\rho}{3.66}\right)^2}{\pi \rho^2} \cdot 100\% = \left(\frac{1}{5.86^2} + \frac{1}{3.66^2}\right) \cdot 100\% \approx 10\%$$

Тук с  $\rho$  сме обозначили видимия ъглов радиус на звездата, а с  $\rho / 5.86$  и  $\rho / 3.66$  съответно видимите ъглови радиуси на планетите TRAPPIST-1b и TRAPPIST-1c.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За пресмятане отношението на видимите ъглови размери на звездата за наблюдател от планетата TRAPPIST-1d към видимите ъглови размери на Слънцето, гледано от Земята, и определяне на размера на кръгчето, с което звездата да се изобрази на схемата – 2 т.*

*За начертаване на схемата – 1 т.*

*За пресмятане на размерите на кръгчетата, с които трябва да се изобразят планетите TRAPPIST-1b и TRAPPIST-1c в мащаба на схемата – 4 т.*

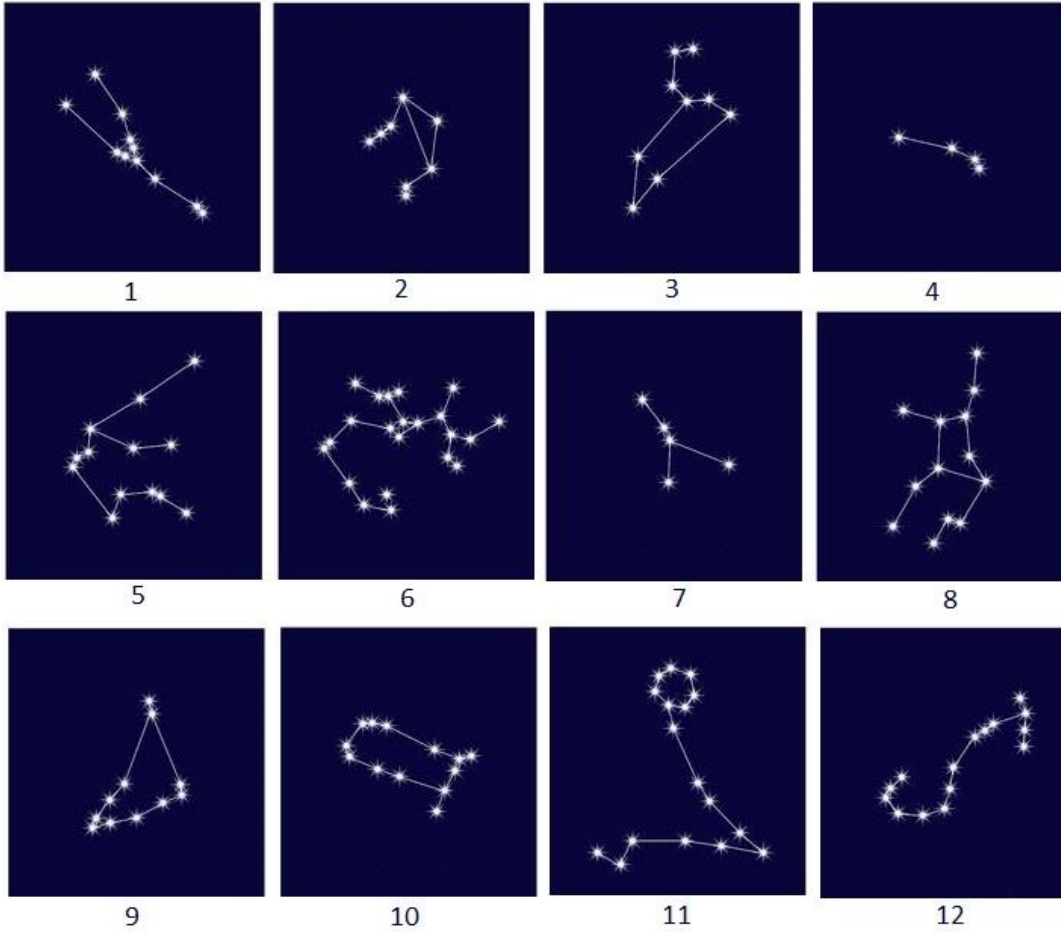
*За начертаването на планетите върху схемата – 1 т.*

*За определяне на процентното намаляване на светлината от звездата при преминаване на двете първи планети по диска на звездата за наблюдател от третата планета – 2 т.*





Луната – към задача 3.



Съзвездия и рисунки – към задача 4.