

## УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг  
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за V-VI клас  
януари 2012 г.

1 задача. Когато художниците не са учили астрономия.



Представете си вашите любимци Шаро и Мечо като космонавти, пътешестващи до Луната. Извършено е успешно кацане.

- Шаро излиза от космическия кораб и ... как мислите, така ли ще се носи той над лунната повърхност, както е показано на рисунката вляво? Каква грешка е допуснал художникът?
- А сега погледнете рисунката вдясно. Достатъчна ли е на Мечо само тази екипировка, за да оцелее в космоса? Какво още му е необходимо и защо?

### Решение:

Когато излезе от кацналия на Луната космически кораб, Шаро няма да се носи безтегловен над лунната повърхност. Луната има гравитация, също както и всяко тяло във Вселената – от най-малкото (вашето или пък на една прашичка) до най-голямото. Гравитационната сила на привличане на лунната повърхност, която ще действа на Шаро, е *шест пъти по-слаба от земната*. Той ще се чувства по-лек, наистина, но ще може да ходи по Луната, също както и на Земята. Е, скафандърът, както е нарисуван, няма да му е много удобен за целта, но това отново си е недоразумение по вина на художника.

Само с прозрачния шлем на главата си Мечо няма да оцелее в космоса. Необходима му е бутилка със сгъстен въздух, за да може да диша, и скафандър, който да го предпазва от вредните и смъртоносни космически условия – от микроскопичните метеорни тела; от горещината, когато е на слънце, от студа, когато е в сянката на някоя лунна скала, понеже

разликите в температурите там са много големи. Освен това скафандърът трябва да е херметично затворен, защото Мечо няма да се чувства добре в безвъздушното пространство.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

*За правилен отговор, че Шаро няма да се носи над лунната повърхност, а ще ходи, и за посочване на лунната гравитация като причина за това – 4 т.*

*За отговор, че екипировката на Мечо няма да е достатъчна, за посочване на скафандъра и бутилката като необходимата екипировка – 3 т.*

*За посочване на вредните космически фактори – 1 т.*

**2 задача. Разумните същества на Земята.** Наскоро беше съобщено, че се е родил 7-милиардният жител на Земята. Да приемем, че на нашата планета сега живеят точно 7 милиарда хора.

- Нека предположим, че всички те са се събрали заедно и са застанали в редици и колони като на манифестация, така че да изпълват голям правоъгълник. В този правоъгълник хората са на по един метър един от друг както в редиците, така и в колоните. Нека всяка редица е дълга по 100 километра, така че в една редица да има по 100 000 души. Колко такива редици трябва да има в правоъгълника?

- Представете си този правоъгълник от хора, начертан върху земния глобус – сравнен например с територията на България. Общата площ на повърхността на земното кълбо е около 500 000 000 квадратни километра. Колко пъти тя е по-голяма от площта на правоъгълника от всички хора на Земята?

**Решение:**

Щом хората са 7 000 000 000, а във всяка редица има по 100 000 души, то редиците трябва да са  $7\,000\,000\,000 : 100\,000 = 70\,000$ , или трябва да има по 70 000 човека във всяка колона. Ако хората в колоните са по на един метър един от друг, то една колона трябва да е дълга 70 000 метра : 1000 = 70 километра. (По-точно колоната ще бъде дълга 70 километра без един метър, защото няма нужда да присъединяваме още един метър след последния човек в колоната. Същото се отнася и до дължината на редицата – 100 км минус един метър. Но това е твърде малко в сравнение с цялата дължина както на редицата, така и на колоната, и няма да го отчитаме.) Като се има предвид, че разстоянието от Варна до София например е около 400 км, то правоъгълникът от хора е доста по-малък от територията на нашата страна. Площта на правоъгълника е  $100 \times 70 = 7\,000$  квадратни километра. Сравняваме я с площта на цялото земно кълбо и получаваме:

$$500\,000\,000 : 7\,000 \approx 71\,000$$

Правоъгълникът от хора е приблизително 71 000 пъти по-малък от площта на цялото земно кълбо.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

*За правилни разсъждения колко редици от хора ще се получат – 3 т.*

*За правилен числен отговор – 1 т.*

*За правилен начин на пресмятане колко пъти земната повърхност е по-голяма от правоъгълника от хора – 3 т.*

*За верен числен отговор – 1 т.*

**3 задача. Митични същества.** На рисунките са изобразени митични същества, при които се съчетават части от телата на различни реални живи същества. Кои от тези фантастични същества могат да се намерят на небето като съзвездия? Кои са тези съзвездия?



**Решение:**

Фантастичните същества, които могат да се намерят на небето като съзвездия, са крилатият кон Пегас, кентавърът, който е получовек, полукон, еднорогът, който прилича на кон и е с един рог на главата, и козирогът, който има глава на козел и опашка на риба. Това са съзвездията Пегас, Центавър, Еднорог, Козирог. Съзвездието Стрелец също се изобразява като кентавър. Русалката и ангелът не се срещат на небето като съзвездия.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

*За правилно посочване на всяко от митичните създания и името на съответното съзвездие по 2 т.*

*За споменаването на съзвездието Стрелец, което също изобразява кентавър може да се даде допълнително 1 т. за награда.*

**4 задача. С автомобил до Марс.** През 2003 г. имаше Велико противостояние на Марс. Това означава, че тогава Марс е бил на минимално разстояние от Земята. Разстоянието беше „само“ 55 милиона километра.

- За колко време бихте изминали пътя от Земята до Марс с лека кола? За вида, марката и скоростта на колата направете предположение по ваш избор.
- Намерете информация за скоростта на светлината. Един от все още функциониращите изследователски апарати, изпратени до Марс, е станцията Mars Express.

За колко време радиосигнал от нея би достигнал до Земята по време на това противостояние? Радиовълните се движат със скоростта на светлината.

**Решение:**

Можем да предположим, че с колата на обикновено българско семейство по магистралите ще се движим със скорост примерно 100 км/ч. С такава скорост разстоянието до Марс във велико противостояние би се изминало за време:

$$55\,000\,000 \text{ км} : 100 \text{ км/ч.} = 550\,000 \text{ часа}$$

$$550\,000 \text{ ч.} : 24 \text{ ч.} \approx 22\,917 \text{ дни} \approx 62.7 \text{ години}$$

Подобни изчисления можем да направим и за някои най-бързи коли:

Марка	Допълнителна информация	Скорост	Време за достигане до Марс
Trabant	оригинална версия	113 км/ч.	≈ 55.5 год.
Trabant	модифицирана версия, рекорд	235 км/ч.	≈ 27 год.
Opel Insignia		270 км/ч.	≈ 23 год.
Ferrari Enzo		363 км/ч.	≈ 17 год.
Bugatti Vayron	най-бързата спортна кола	408 км/ч.	≈ 15 год.

От участниците в олимпиадата се иска да направят изчисления само за една, избрана от тях кола.

Светлината се движи със скорост 300 000 км/с. Радиосигналът от станцията Mars Express би достигнал до Земята за време:

$$55\,000\,000 \text{ км} : 300\,000 \text{ км/с} \approx 180 \text{ с} \approx 3 \text{ минути}$$

Критерии за оценяване (общо 8 точки):

*За избор на някаква кола и посочване на скоростта ѝ – 1 т.*

*За правилен начин на пресмятане – 2 т.*

*За верен числен отговор – 1 т.*

*За намиране на информация за скоростта на светлината – 1 т.*

*За правилен начин на пресмятане за радиосигналите – 2 т.*

*За верен числен отговор – 1 т.*

**5 задача. Космическо училище.** В рамките на учебната програма вие сте изпратени за един месец на Международната космическа станция, летяща в орбита около Земята с период 92 минути. Там ходите на училище и то се намира в прозрачен модул, тъй като съгласно предписанията, занятията трябва да се водят при естествена дневна светлина. За кратко време трябва да научите много неща и затова междучасия няма. Но учебният ден протича малко странно. Всеки учебен час от 46 минути по някой от различните предмети се редува с 46-минутен час по астрономия – например 1 час география, 1 час астрономия, 1 час математика, 1 час астрономия и т.н. Защо е направена такава програма?

Упътване: Вземете земен глобус. Осветете го с настолна лампа – нека тя да бъде вашето Слънце. Вземете малък предмет – това ще бъде орбиталната станция – и го движете около Земята, за да си представите по-добре какво се случва.

**Решение:**

Когато космическата станция се движи в орбита около Земята, през част от времето станцията се огрява от Слънцето, а през останалата част е в сянката на Земята, откъдето

Слънцето не се вижда. Нека приемем, че по време на едно завъртане на станцията около Земята през половината от времето тя е огряна от Слънцето, а през другата половина е в сянката на Земята. *В действителност, поради това, че станцията лети на няколкостотин километра над земната повърхност, тя е осветена от Слънцето малко по-дълго време, отколкото е времето за преминаване през сянката на Земята. Но ние ще пренебрегнем тази разлика.* В интервалите от време, когато станцията е откъм тъмната страна на Земята, в учебния модул няма да могат да се провеждат часове по другите предмети, освен по астрономия. Учениците ще изучават звездното небе и може би ще наблюдават с телескоп различни космически обекти. За да бъдем точни, трябва да споменем, че наблюдения с телескоп ще могат да се правят и по време на „деня“ за космическата станция, понеже за нея дори и тогава небето няма да е синьо, а черно. Земната атмосфера няма да разсейва слънчевите лъчи, както това става за нас на Земята. Но изучаването на съзвездията и ориентирането по звездното небе все пак ще е трудно за учениците в тези интервали от време, понеже светлината на Слънцето, както и светлината на огряната от него Земя ще им пречи да се адаптират към тъмнината на небето и да виждат добре звездите.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

*За правилно описание на условията на огряване на станцията от Слънцето в процеса на движение около Земята – 6 т.*

*За правилен отговор на въпроса – 2 т.*

#### **6 задача. Исторически места на Луната.**

• Потърсете информация и научете колко космонавти са пътували до Луната. С кои космически кораби са летели те? Колко от тези космонавти са стъпвали на Луната?

• Представете си, че организирате за вашия клас екскурзия до Луната с посещение на всички места, където са кацали космонавти на лунната повърхност. Намерете информация за местата на кацане. Нанесете ги на дадената ви снимка. Защо при избора на места за кацане са се предпочитали лунните морета?

• Вие с вашите съученици ще пътувате с лунен автобус. Подгответе маршрут за обхождане на историческите места, където са стъпвали хора на Луната. Опишете последователно през кои лунни морета и покрай кои по-забележителни кратери ще минете. Посочете най-много три големи кратера. Нанесете маршрута на снимката и я предайте с вашето решение.



### **Решение:**

До Луната са летели общо 27 космонавти. На лунната повърхност са стъпвали 12 от тях. Първите пилотирани кораби са Аполо 8 и Аполо 10 с екипажи от по трима космонавти, които само са летели около Луната, без да кацат. Аполо 11 е с екипаж от М. Колинз, Е. Олдрин и Н. Армстронг, като двама от тях – Армстронг и Олдрин са първите хора, стъпили на лунната повърхност, а третият – Колинз – остава в орбита около Луната. Колегите му се спускат на Луната с лунния модул и после се връщат в командния модул и се отправят обратно към Земята. Корабите Аполо 12, 14, 15, 16 и 17 са с по трима космонавти, от които двама кацат на Луната. Аполо 13 прелита покрай Луната без да каца поради възникнала авария. За щастие екипажът от тримата космонавти с героични усилия и с помощта на забележителните специалисти от центъра за управление на полетите успява да се завърне благополучно.

На фигурата по-долу са показани местата на кацане на пилотираните кораби на Луната. Всички те са кораби от серията Аполо и са отбелязани само техните номера. Вижда се, че с изключение на Аполо 16, всички останали са кацали в някои от лунните морета или в Океана на бурите. Причината за този избор на места за кацане е, че в лунните морета има значително по-малко кратери, скални разломи, планински възвишения и други неравности на релефа, отколкото на останалата част от лунната повърхност. Това е така, понеже лунните морета с равнини от застинала вулканична лава, които са се образували по-късно в историята на Луната.

Можем да изберем примерно следния маршрут – започваме от мястото на кацане на Аполо 12 в Океана на бурите и минаваме последователно през местата на кацане на Аполо 14 в Морето на облаците, пътуваме покрай кратерите Коперник и Архимед до мястото на кацане на Аполо 15 в Морето на дъждовете, след това до Аполо 17 в Морето на яснотата, Аполо 11 в Морето на спокойствието и накрая – до Аполо 16 недалеч от кратера Теофил. Могат, разбира се, да се изберат и други маршрути и да се посочат имената на други кратери. За обща ориентация на фигурата са дадени имената на всички по-важни лунни морета и на известен брой кратери. От учениците при техните решения, обаче, се изисква да посочат само имената на моретата, през които минават техните маршрути и на някои кратера.



Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За намиране на информация за броя на космонавтите, летели до Луната, за стъпилите на лунната повърхност и за имената на корабите – 2 т.

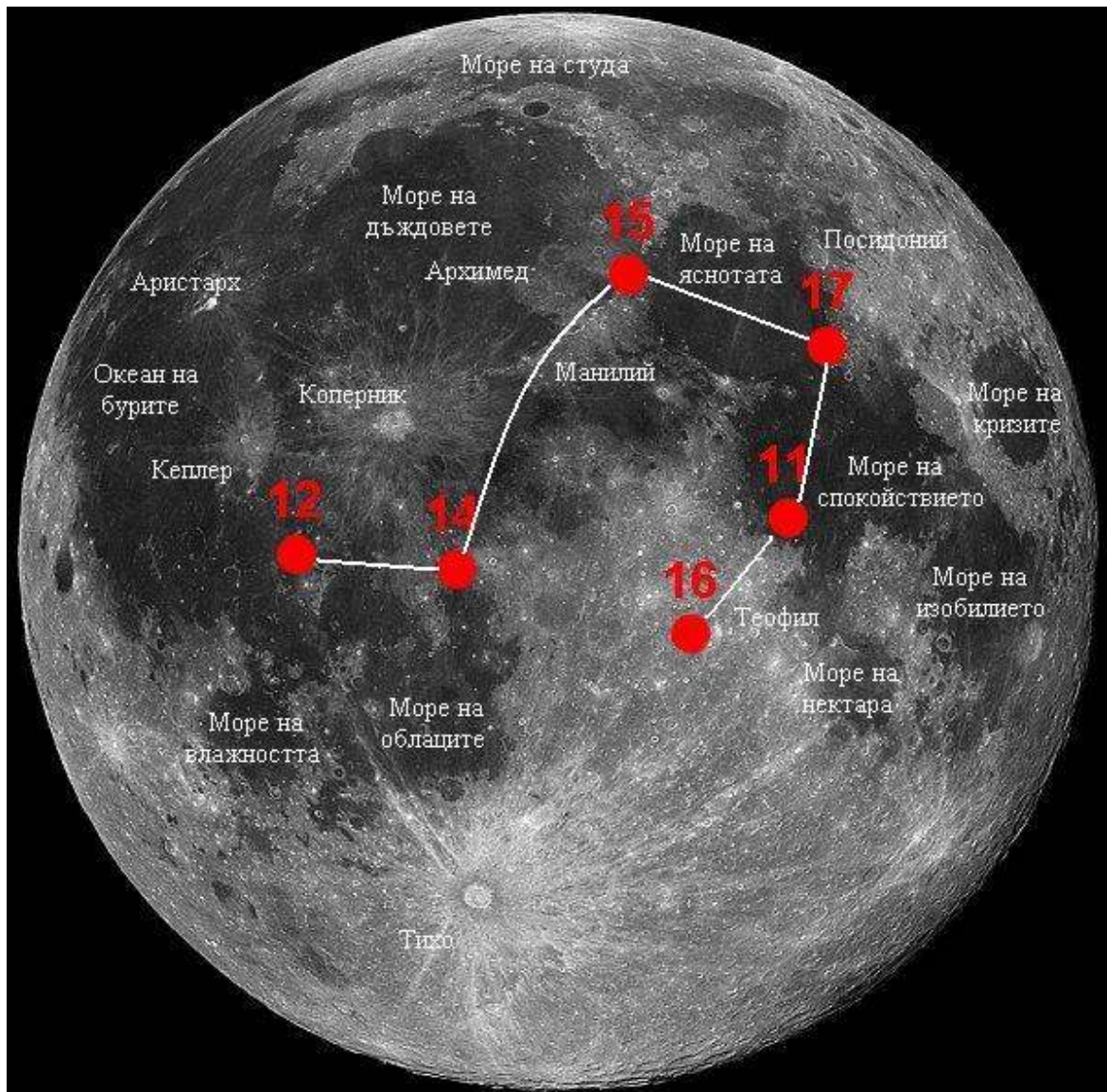
За отбелязване на местата на кацане на снимката – 0.5 т.

За обяснение защо са избрани почти само лунни морета за кацане – 2 т.

За нанасяне на маршрут – 0.5 т.

За посчване на имената на моретата, през които минава маршрутът – 1.5 т.

За посочване на три кратера – 1.5 т.



## УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг  
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за VII-VIII клас  
януари 2012 г.

**1 задача. Далечни космически мисии.** Мечтата ни за далечни пътешествия в космоса все още се осъществява само с автоматични космически станции. Нека проучим колко далеч сме стигнали досега.

- Кои са петте най-отдалечени от Земята космически апарати в настоящия момент?
- Кога са били изстреляни и с каква мисия? Отговорете най-много с по две кратки изречения.
- На какви разстояния от нас се намират тези космически апарати и с какви скорости се движат?
- За колко време, движейки се със своята скорост, най-бързият от тях би изминал разстоянието до най-близката до нас звезда – Проксима от съзвездие Центавър?

### Решение:

Основните данни за петте най-отдалечени от Земята космически апарати са представени в следващата таблица:

№	Наименование	Дата на изстрелване	Разстояние от Земята	Скорост
1	Voyager 1	15 август 1977 г.	120 AU, $1.79 \times 10^{10}$ km	17.3 km/s
2	Voyager 2	20 август 1977 г.	98 AU, $1.45 \times 10^{10}$ km	15.5 km/s
3	Pioneer 11	6 април 1973 г.	83 AU, $1.24 \times 10^{10}$ km*	11.4 km/s
4	Pioneer 10	2 март 1972 г.	80 AU, $1.2 \times 10^{10}$ km	12.2 km/s
5	New Horizons	19 януари 2006 г.	23 AU, $0.32 \times 10^{10}$ km	15.5 km/s

Забележка: За станцията Pioneer 11 е дадено разстоянието от Слънцето, а не от Земята; за станцията Pioneer 10 са дадени разстоянието и скоростта към датата на прекратяване на връзката с нея през 1995 г.

Станцията Pioneer 10 е първият космически апарат, създаден от хората, който е придобил достатъчно голяма скорост, така че да напусне Слънчевата система. Тя е фотографирала за първи път отблизо Юпитер. Освен изследване на Юпитер, в мисията ѝ са включени изследвания на астероидния пояс, космическите лъчи, магнитното поле на Юпитер и в междупланетното пространство и др.

Станцията Pioneer 11 е първата, фотографирала Сатурн. Тя е изследвала Юпитер, Сатурн, слънчевия вятър, космическите лъчи и др.



Станцията Voyager 1 е прелетяла покрай планетите Юпитер и Сатурн. Станцията Voyager 2 е прелетяла покрай Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Двете станции са предали на Земята огромно количество уникални фотографии на четирите планети гиганти и техните спътници, благодарение на които са направени редица открития, включително и на нови спътници на тези планети. Станциите продължават да получават команди от Земята и да предават данни за далечните предели на Слънчевата система.

Станцията New Horizons е първият космически апарат, който ще прелети покрай Плутон и ще предаде фотографии на самия Плутон и на трите му спътника, известни досега. След изпълнението на тази мисия, при възможност апаратът ще бъде насочен към изучаване на други обекти от пояса на Kuiper.

Най-бързият от изброените космически апарати е Voyager 1, а също и най-отдалеченият, както се оказва. Разстоянието от нас до най-близката звезда – Проксима от съзвездието Центавър – е около 4.24 светлинни години. Светлинната година е разстоянието, което светлината изминава за една година. Скоростта на светлината е приблизително 300 000 км/с и следователно:

$$1 \text{ светлинна година} = 300\,000 \text{ км/с} \times 365.25 \text{ дни} \times 24 \text{ часа} \times 60 \text{ минути} \times 60 \text{ секунди} \approx 9.467 \times 10^{12} \text{ км}$$

Разстоянието до звездата Проксима от Центавър в километри е:

$$4.24 \text{ св. години} \times 9.467 \times 10^{12} \text{ км} \approx 40.14 \times 10^{12} \text{ км}$$

Със скоростта на Voyager 1 – 17.3 км/с – такова разстояние може да се измине за време:

$$40.14 \times 10^{12} \text{ км} / 17.3 \text{ км/с} \approx 2.32 \times 10^{12} \text{ с} \approx 73\,500 \text{ години}$$

Този резултат ни показва колко огромни са разстоянията дори и до най-близките звезди и колко дълъг път още трябва да извърви в технологичното си развитие нашата цивилизация, за да станат реалност мечтите за междузвездни пътешествия.

#### Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За посочване на петте най-отдалечени станции – 1 т.*

*За датите на изстрелване и кратко описание на мисиите на станциите – 3 т.*

*За информация за разстоянията до станциите и техните скорости – 3 т.*

*За пресмятане на времето за достигане до най-близката звезда – 3 т.*

**2 задача. Стари и нови съзвездия.** На рисунките виждате предмети, които се намират на небето като съзвездия.

- Кои са тези съзвездия?
- Някои от съзвездията са много стари – измислени са били още преди хиляди години от древни цивилизации. Други са въведени доста по-късно от астрономите – само преди няколко века. Кои от съзвездията, представени с картинките, са стари и кои са нови?

- За какво служат предметите, на които са наречени по-новите съзвездия – в какви начинания тези предмети са помагали на хората?



**Решение:**

Съзвездията са Лира, Секстант, Корабни платна, Компас, Везни, Стрела, Телескоп.

Съзвездието Лира е от древните съзвездия. Според легендата това е лирата на митичния певец Орфей.

Секстант е ново съзвездие, въведено в края на XVII век от полския астроном Ян Хевелий.

Съзвездието Корабни платна в известен смисъл е и старо, и ново. То е част от древното съзвездие Argo Navis, или Кораб. Свързано е с легендата за пътешествието на аргонавтите в търсене на вълшебното златно руно. В средата на XVIII век по инициатива на френския астроном Nicolas-Louis De la Caille съзвездието Кораб е било разделено на три по-малки созвездия – Кил, Кърма и Корабни платна.

Съзвездието Компас е ново и е въведено също от Nicolas-Louis De la Caille. То е в съседство с трите съзвездия, на които е било разделено съзвездието Кораб.

Съзвездието Везни е доста древно, познато още на вавилонците. То е единственото зодиакално съзвездие, което не изобразява живо същество.

Съзвездието Стрела е също древно съзвездие.

Съзвездието Телескоп също е въведено от Nicolas-Louis De la Caille.

Следователно древните съзвездия с хилядолетна история са Лира, Везни и Стрела. Въведените в по-ново време съзвездия са Секстант, Компас и Телескоп. Съзвездието Корабни платна бихме могли да причислим към по-новите съзвездия, защото е било отделено по-късно като самостоятелно, но бихме могли да го считаме и за старо, понеже е част от древното съзвездие Кораб.

Секстантът е уред за измерване на височината на небесните светила над хоризонта и на ъгловите разстояния между тях. Телескопът е най-важният наблюдателен инструмент за астрономите. Компасът служи за определяне на посоките на света. Трите уреда са били широко използвани в корабоплаването. Те са служили на хората при осъществяване на смелите морски пътешествия и откриване на нови непознати земи.

Критерии за оценяване:

*За посочване на имената на съзвездията – 3 т.*

*За правилното определяне на всяко съзвездие като древно или по-ново – 3 т.*

*За обяснение за какво служат уредите – 3 т.*

*За отговор в какви начинания те са помагали на хората – 1 т.*

**3 задача. Разумните същества на Земята.** Наскоро беше съобщено, че се е родил 7-милиардният жител на Земята. Да приемем, че на нашата планета сега живеят точно 7 милиарда хора.

- Нека предположим, че всички те са се събрали заедно и са застанали в редици и колони като на манифестация, така че да изпълват голям правоъгълник. В този правоъгълник хората са на по един метър един от друг както в редиците, така и в колоните. Нека всяка редица е дълга по 100 километра. Колко трябва да е дълга всяка колона?

- Представете си този правоъгълник от хора, начертан върху земния глобус – сравнен например с територията на България. Намерете информация за земния радиус и изчислете площта на земното кълбо. Сравнете я с площта на правоъгълника от хора.

- По колко квадратни метра площ от земното кълбо се падат на всеки човек от Земята?

**Решение:**

Тъй като хората в редиците са по на един метър един от друг, в една редица от 100 км ще има 100 000 човека. (Ако трябва да сме съвсем точни, то една редица от 100 000 човека ще бъде дълга не 100 км, а 100 км минус един метър, но тук в такъв детайл не е необходимо да се задълбочаваме.) Броят на редиците ще получим, като разделим общия брой на хората на броя хора в една редица:

$$7\,000\,000\,000 : 100\,000 = 70\,000 \text{ редици}$$

Дължината на една колона от хора трябва да е 70 000 метра или 70 километра. Следователно правоъгълникът от хора ще има размери 100 км × 70 км. Такъв правоъгълник бихме заели всички ние – разумните жители на Земята, ако се съберем заедно. Това е доста малко в сравнение дори само с територията на малка страна като България, да не говорим за цялата Земя.

Площта на правоъгълника от хора ще бъде  $S = 100 \times 70 = 7\,000 \text{ км}^2$ . Земята има радиус  $R = 6370 \text{ км}$ . Повърхността на земното кълбо има площ:

$$S_0 = 4\pi R^2 \approx 510\,000\,000 \text{ км}^2$$

На всеки човек ще се пада площ:

$$510\,000\,000 : 7\,000\,000\,000 \approx 0.0728 \text{ км}^2$$

Това изглежда доста малко. Наистина, ако превърнем този резултат в квадратни метри и намерим квадратен корен от него, ще получим:

$$(72\,800 \text{ м}^2)^{1/2} \approx 270 \text{ м}$$

Всеки човек от Земята разполага с площ колкото един квадрат със страна само около 270 метра.

Критерии за оценяване (общо 10 т.)

*За намиране на дължината на една колона от хора – 2 т.*

*За качествено сравнение на правоъгълника с площта на Земята – 1 т.*

*За пресмятане на полцата на правоъгълника от хора – 2 т.*

*За намиране на информация за радиуса на Земята – 1 т.*

*За пресмятане на площта на земното кълбо – 2 т.*

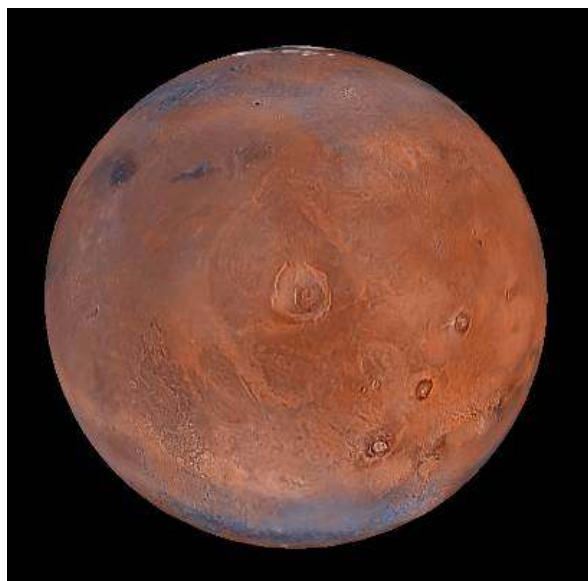
*За пресмятане колко площ от Земята се пада на всеки човек – 2 т.*

**4 задача. Космически алпинизъм.** Вие сте космически туристи-алпинисти и планирате изкачване на марсианския вулкан Олимп (Olympus Mons) – най-високия планински връх в Слънчевата система.

- Намерете информация и сравнете височините на вулкана Олимп и най-високия земен връх.

- Разполагате със снимка на Марс. Проучете какви са размерите на Марс, направете необходимите измервания и определете в километри диаметъра на планинското възвишение Olympus Mons (в центъра на изображението), както и приблизително разстоянията от него до трите съседни по-малки вулкани.

- Сравнете изкачването на Olympus Mons и на най-високия земен връх. Какви трудности или улеснения ще имате на Марс по отношение на стръмността, необходимата екипировка, други обстоятелства?



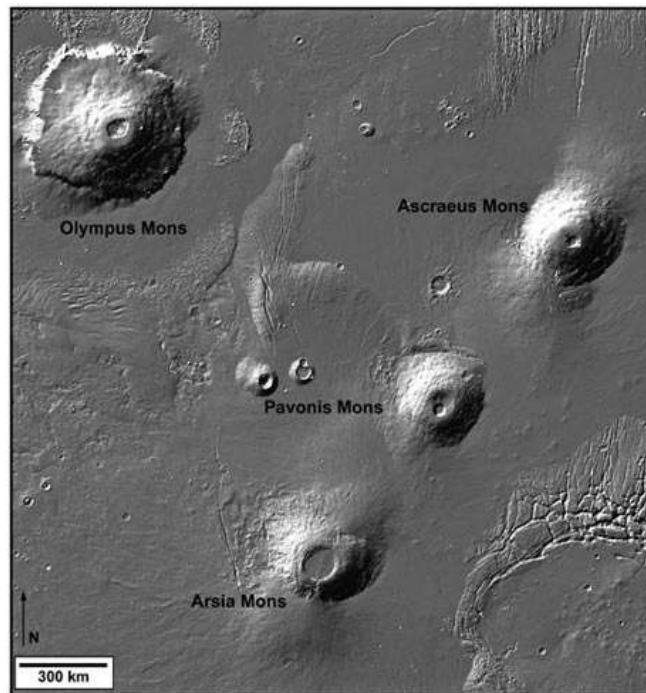
### Решение:

Най-високият връх на Земята е Еверест (Джомолунгма, Сагарматха) в Хималаите. Височината му е 8848 м. За височината на вулкана Olympus Mons на Марс в различни източници на информация могат да се намерят различни оценки, вариращи от 22 до 28 км. Нека приемем 22 км като оценка за височината относно равнинната повърхност в непосредствените околности на върха, тъй като оттам ще тръгнем при изкачването му. Така или иначе, този марсиански вулкан е поне около 2.5 пъти по-висок от Еверест

Диаметърът на Марс е  $D_0 = 6792$  км. Измерваме с линейка диаметъра на Марс върху снимката. Той е  $D = 92$  мм. Това ни позволява да намерим мащаба на изображението на Марс. На 1 мм от снимката отговарят  $6792 / 92 \approx 73.83$  км. Измерваме на снимката диаметъра на вулкана Olympus Mons – 11 мм. С помощта на мащаба за реалния диаметър на вулкана получаваме:

$$11 \text{ мм} \times 73.83 \text{ км} \approx 812 \text{ км}$$

*В действителност диаметърът на Olympus Mons е около 600 км. Ние получаваме доста завишена оценка, тъй като използваме снимка на Марс, направена от близко разстояние. На снимката видимият диаметър на Марс представлява всъщност диаметъра на частта от планетата, ограничена от физическия хоризонт на космическия апарат, който я е заснел.*



Разстоянията от Olympus Mons до съседните три вулкана Ascræus Mons, Pavonis Mons и Arsia Mons, измерени върху снимката, са съответно 29, 28 и 31 мм. В километри върху Марс те съответстват на 2140 км, 2070 км и 2290 км. *Тези оценки също са завишени поради причината, изтъкната по-горе. Още по-неточни ги прави и фактът, че не е отчетена кривината на повърхността поради кълбовидната форма на Марс.*

Изкачването на Еверест е изключително трудно постижение, но и мечта за алпинистите. Трудностите са свързани с недостига на кислород поради разреждания въздух на тази голяма височина, силния студ – температурата често пада под  $-40^{\circ}\text{C}$ , вятър,

стръмните скални и ледени участъци от маршрута. Нашите пресмятания показват, че диаметърът на вулкана Olympus Mons е огромен. Следователно, като алпинисти-катерачи ние няма да имаме никакви трудности – склоновете на вулкана са много полегати и ще трябва само да вървим то терен с много слаб наклон. Трудността ще е в това, че ще трябва извървим много дълго разстояние. Разбира се, на Марс ще трябва да бъдем в скафандри и да носим бутилки със сгъстен въздух за дишане. Скафандрите ще трябва да имат специални системи за отопляване. На Марс, особено през нощта, температурата пада под  $-100^{\circ}\text{C}$ . Може би ще трябва да си вземем и някакви средства за предпазване на екипировката в случай на прашна буря. Всичката тази екипировка е тежка. Освен нея, ще трябва да вземем достатъчно количество храна и особено – вода, защото изминаването на стотиците километри разстояние ще ни отнеме доста дни. Ще трябва да можем да влизаме в нещо като херметични палатки, където да спим, да се храним и да пием вода. Всичко това ще ни създаде допълнителна трудност. От друга страна, силата на тежестта на Марс е около два и половина пъти по-малка, отколкото на Земята. Това обаче, едва ли ще направи възможно пренасянето на всичко необходимо, включително и източниците на енергия. Ето защо няма да успеем да се справим без подвижна база, която да се движи заедно с нас.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За намиране на информация за височината на Еверест и Olympus Mons и за сравнението на тези височини – 2 т.*

*За намиране на информация за диаметъра на Марс – 1 т.*

*За пресмятане на диаметъра на Olympus Mons – 2 т.*

*За определяне на разстоянията до трите други вулкана – 2 т. Ако участникът е направил опит за отчитане на кривината на повърхността на Марс да му се присъжда допълнителна точка за награда.*

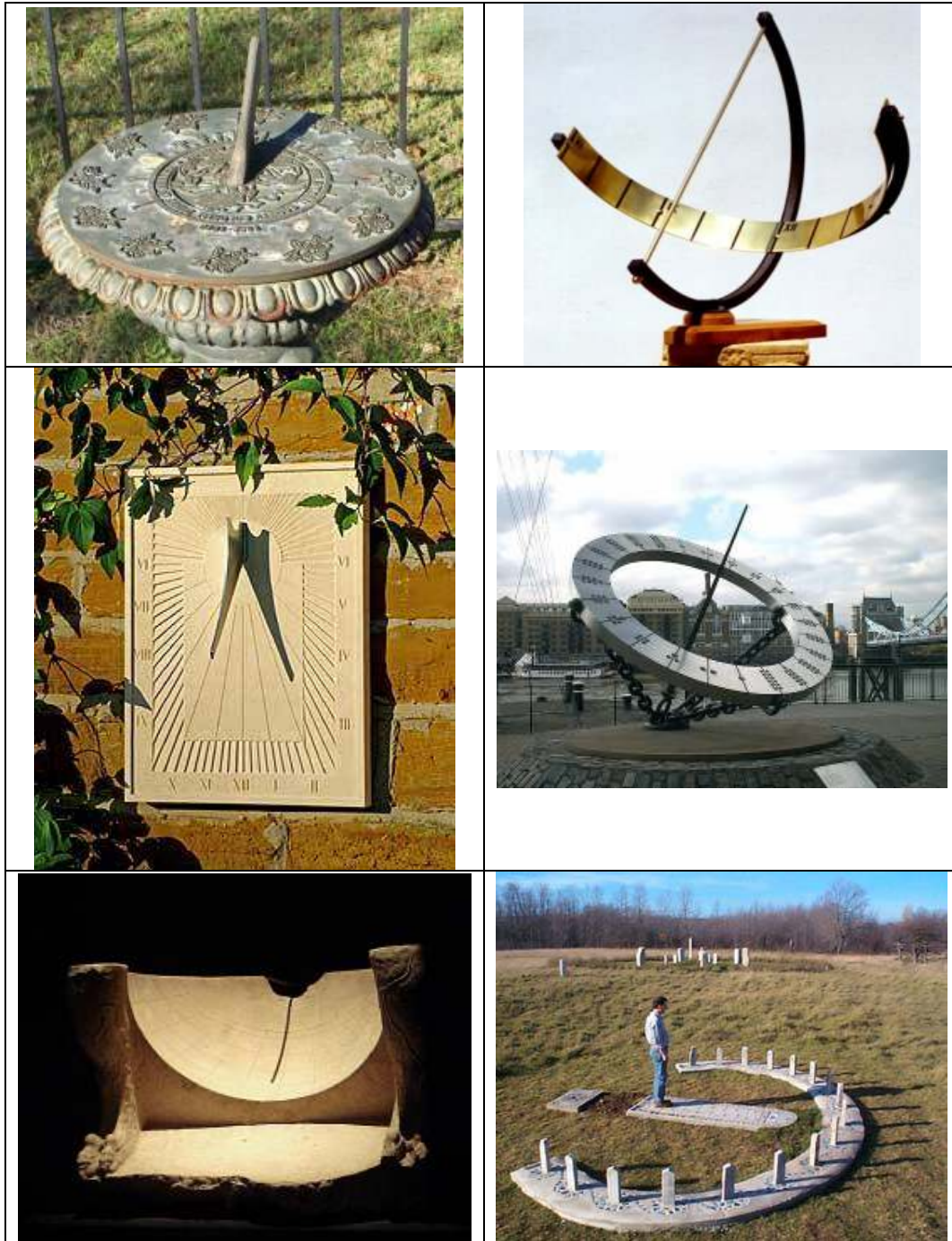
*За сравняване на трудностите по изкачването на Еверест и Olympus Mons – 3 т.*

**5 задача. Древен астрономически уред.**

• На снимките виждате различни варианти на един астрономически уред, използван от древността. Какво представлява този уред, за какво служи и какъв е принципът на неговото действие? Обяснете кратко.

• Самите вие можете да се превърнете в такъв уред. В ясен ден измерете (с помощта на ваши приятели) дължината на собствената си сянка в поне 7-8 момента от време в рамките на интервал от 5-6 часа. Представете резултатите в таблица. Как мислите, кога вашата сянка е била най-къса? Обяснете кратко защо.





**Решение:**

На снимките са представени различни видове слънчеви часовници. Слънчевият часовник показва времето, т.е. колко е часът. Това се определя от положението на сянката на централния стълб, наречен гномон, върху циферблата на часовника. Ориентацията на сянката се изменя в течение на деня поради видимото денонощно движение на Слънцето по небето. Скалата на слънчевия часовник се разграфява така, че сянката на гномона в различните моменти от време да показва съответния час.

Сянката ни, особено когато Слънцето е ниско над хоризонта, се получава доста дълга. Дължината ѝ можем да определим, като помолим приятелите ни, които ни помагат, да наложат върху нея конец и после да го измерим. Ето резултатите, получени за сянката на наблюдател с височина 1.70 м на 25 декември 2011 г. в гр. Варна:

Час на измерване	10:00	10:30	11:30	12:10	12:40	13:30	14:30	15:30
Дължина на сянката	5.6 м	4.8 м	4.1 м	4.0 м	4.06 м	4.5 м	6.1 м	10.9 м

Забелязваме, че направлението на сянката ни се изменя с промяната на посоката към Слънцето през деня. Ако очертаем около себе си скала с часовете от деня, наистина ще се превърнем в слънчев часовник. Дължината на сянката ни се изменя с изменение на височината на Слънцето над хоризонта. Най-къса трябва да е била сянката ни около обяд, когато Слънцето се издига най-високо.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За отговор какъв е уредът на снимките – 2 т.*

*За обяснение на принципа на действие – 3 т.*

*За описание на измерванията на сянката и представяне в таблица – 3 т.*

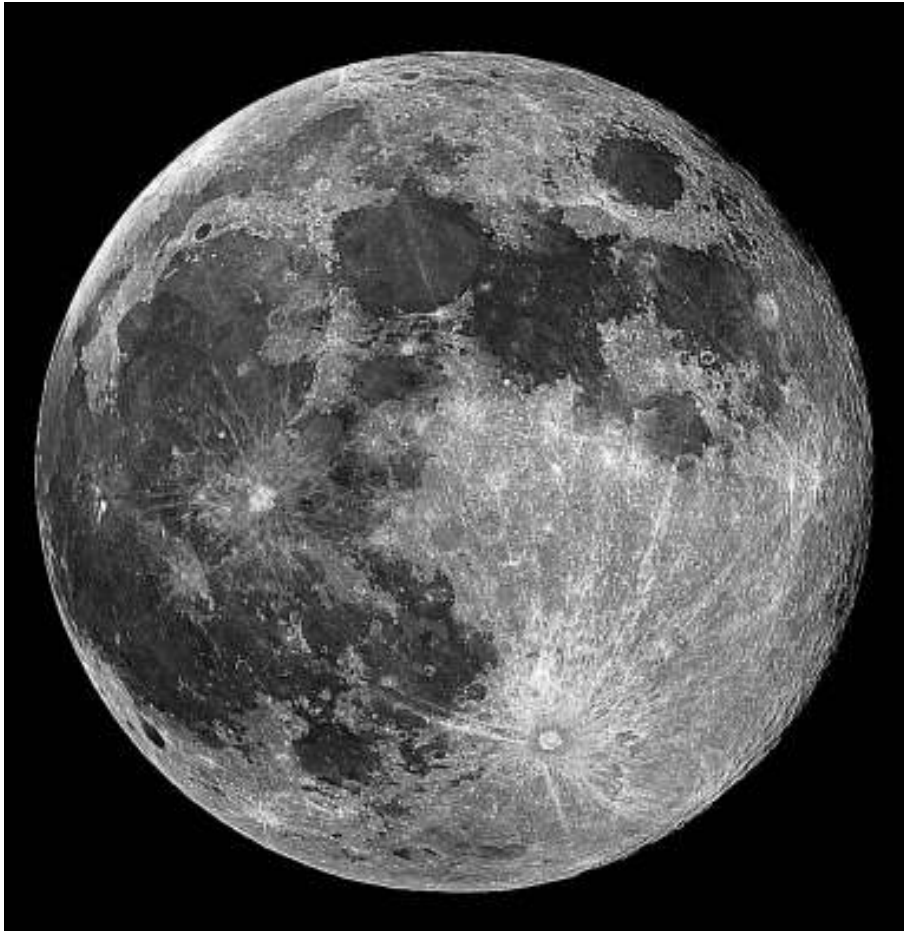
*За обяснение кога сянката трябва да е била най-къса и защо – 2 т.*

**6 задача. Исторически места на Луната.**

• Потърсете информация и научете колко космонавти са пътували до Луната. С кои космически кораби са летели те? Колко от тези космонавти са стъпвали на Луната?

• Представете си, че организирате за вашия клас екскурзия до Луната с посещение на всички места, където са кацали космонавти на лунната повърхност. Намерете информация за местата на кацане. Нанесете ги на дадената ви снимка. Защо при избора на места за кацане са се предпочитали лунните морета?

• Вие с вашите съученици ще пътувате с лунен автобус. Подгответе маршрут за обхождане на историческите места, където са стъпвали хора на Луната. Опишете последователно през кои лунни морета и покрай кои по-забележителни кратери ще минете? Посочете най-много три големи кратера. Нанесете маршрута на снимката и я предайте с вашето решение.



**Решение:**

До Луната са летели общо 27 космонавти. На лунната повърхност са стъпвали 12 от тях. Първите пилотирани кораби са Аполо 8 и Аполо 10 с екипажи от по трима космонавти, които само са летели около Луната, без да кацат. Аполо 11 е с екипаж от М. Колинз, Е. Олдрин и Н. Армстронг, като двама от тях – Армстронг и Олдрин са първите хора, стъпили на лунната повърхност, а третият – Колинз – остава в орбита около Луната. Колегите му се спускат на Луната с лунния модул и после се връщат в командния модул и се отправят обратно към Земята. Корабите Аполо 12, 14, 15, 16 и 17 са с по трима космонавти, от които двама кацат на Луната. Аполо 13 прелита покрай Луната без да каца поради възникнала авария. За щастие екипажът от тримата космонавти с героични усилия и с помощта на забележителните специалисти от центъра за управление на полетите успява да се завърне благополучно.

На фигурата по-долу са показани местата на кацане на пилотираните кораби на Луната. Всички те са кораби от серията Аполо и са отбелязани само техните номера. Вижда се, че с изключение на Аполо 16, всички останали са кацали в някои от лунните морета или в Океана на бурите. Причината за този избор на места за кацане е, че в лунните морета има значително по-малко кратери, скални разломи, планински възвишения и други неравности на релефа, отколкото на останалата част от лунната повърхност. Това е така, понеже лунните морета с равнини от застинала вулканична лава, които са се образували по-късно в историята на Луната.

Можем да изберем примерно следния маршрут – започваме от мястото на кацане на Аполо 12 в Океана на бурите и минаваме последователно през местата на кацане на Аполо 14 в Морето на облаците, пътуваме покрай кратерите Коперник и Архимед до мястото на кацане на Аполо 15 в Морето на дъждовете, след това до Аполо 17 в Морето на яснотата, Аполо 11 в Морето на спокойствието и накрая – до Аполо 16 недалеч от кратера Теофил. Могат, разбира се, да се изберат и други маршрути и да се посочат имената на други кратери. За обща ориентация на фигурата са дадени имената на всички по-важни лунни морета и на известен брой кратери. От учениците при техните решения, обаче, се изисква да посочат само имената на моретата, през които минават техните маршрути и на някои кратера.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За намиране на информация за броя на космонавтите, летели до Луната, за стъпилите на лунната повърхност и за имената на корабите – 2 т.*

*За отбелязване на местата на кацане на снимката – 1 т.*

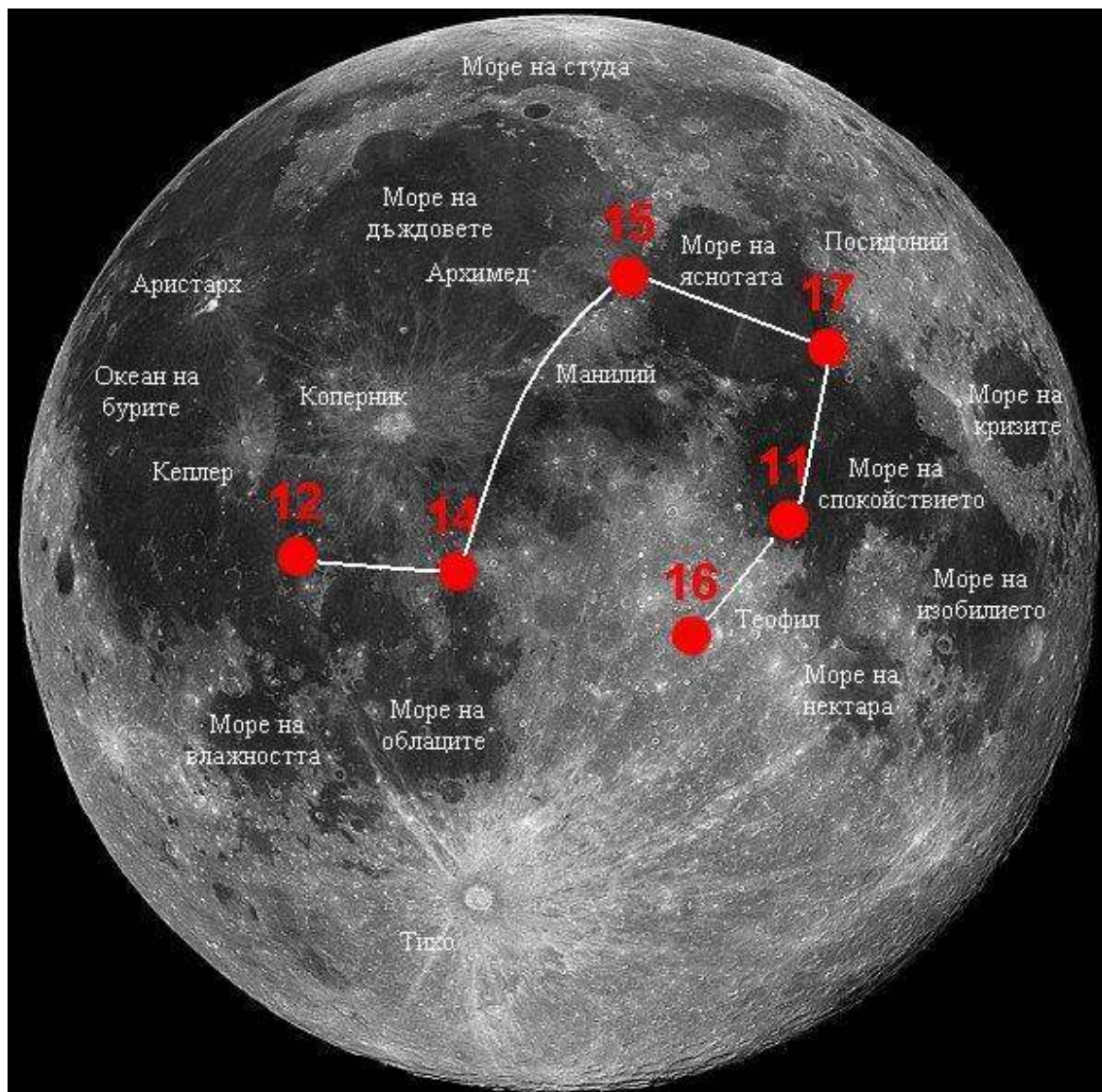
*За обяснение защо са избрани почти само лунни морета за кацане – 2 т.*

*За нанасяне на маршрут – 1 т.*

*За посочване на имената на моретата, през които минава маршрутът – 2 т.*

*За посочване на три кратера – 2 т.*



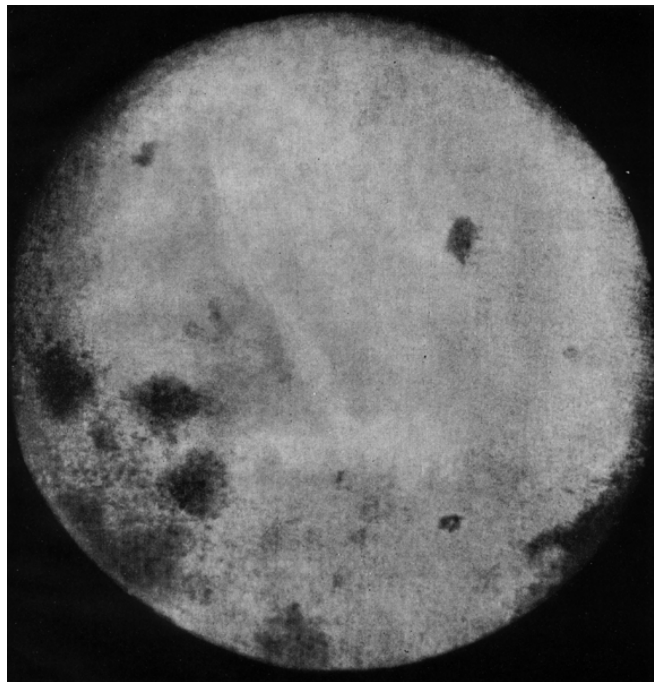


## УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг  
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за IX-X клас  
януари 2012 г.

**1 задача. Историческа снимка.** Виждате историческа снимка на един космически обект, направена в 1959 г. от автоматичен космически апарат.

- Кой е заснетият обект и кой е космическият апарат?
- На тази снимка хората за първи път са видели това, което никога не е било наблюдавано от Земята преди. Защо тази снимка е била първата по рода си?
- Как е изглеждал в същия момент обектът, наблюдаван от Земята?



**Решение:**

Обектът е Лунага и по-точно, нейната обратна, невидима от Земята страна. Космическият апарат е съветската автоматична станция Луна-3. Периодът на околоосното въртене на Луната е равен на периода на обикалянето ѝ около Земята. Поради това Луната остава винаги обърната към нас с една и съща своя страна. На 7 октомври 1959 г. станцията Луна-3 за първи път фотографира обратната страна на Луната и снимките, предадени от нея, показват на хората за първи път тази невидима дотогава част нашия спътник.



Както се вижда на снимката, обратната страна на Луната тогава е била изцяло осветена от Слънцето. Следователно страната на Луната, обърната към Земята, е била тъмна. За земните жители Луната по това време е била в новолуние.

Критерии за оценяване (общо 10 т.)

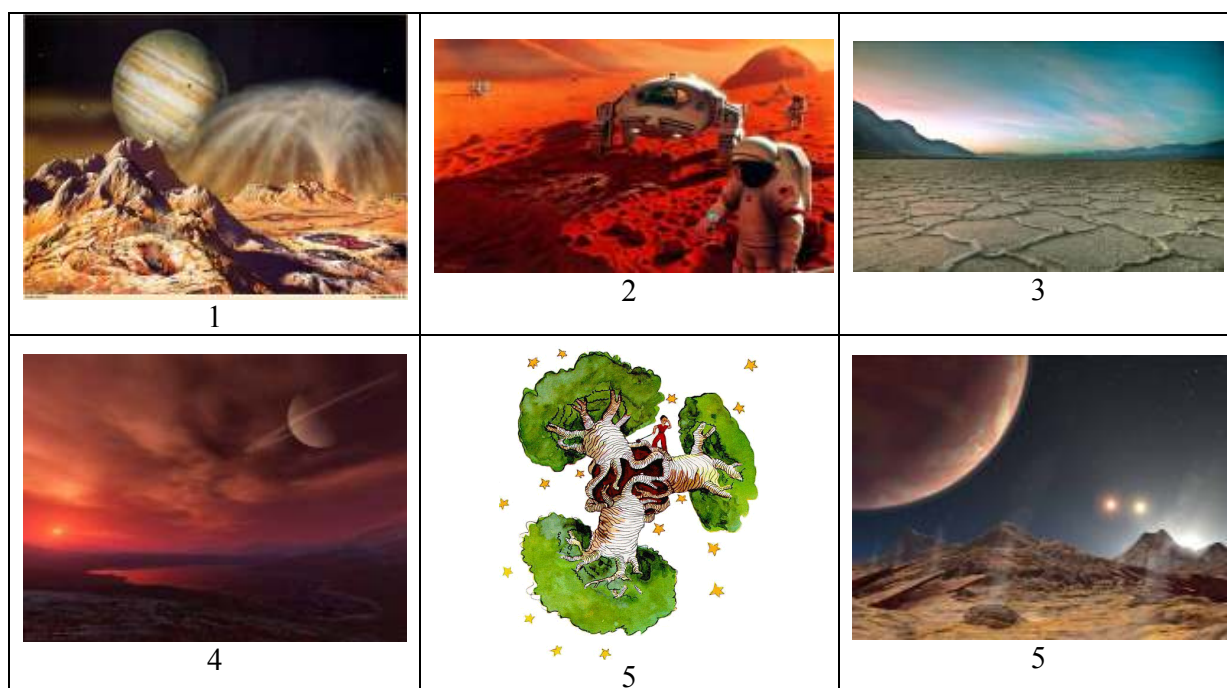
За посочване на обекта и космическия апарат – 4 т.

За обяснение защо получените от апарата изображения са първи по рода си – 2 т.

За правилни разсъждения по въпроса как е изглеждал обектът от Земята – 4 т.

**2 задача. Космически картини.** Виждате поредица от рисунки и фотографии на различни тела от Слънчевата система и извън нея.

• На кои от тях са изобразени пейзажи, макар и фантастични, но от реално съществуващи обекти и на кои – от фантастични обекти? Кои са реалните обекти?



**Решение:**

Рисунка 1 представлява пейзаж от повърхността на спътника на Юпитер Йо. В небето, малко над хоризонта, се вижда самата гигантска газова планета Юпитер. Спътникът е Йо, понеже на него има множество действащи вулкани, един от които е нарисуван в момент на изригване.

На Рисунка 2 виждаме марсиански пейзаж със земен космонавт и космически автомобил. Разпознаваме планетата Марс по червените пясъци и камъни.

Третото изображение не е рисунка, а истинска снимка. Това е изглед от Долината на смъртта в Калифорния, САЩ, на нашата родна планета Земята.

Рисунка 4 ни показва повърхността на Титан – най-големият спътник на Сатурн. Той е единственият между спътниците на планетите, който притежава плътна атмосфера. Смята се, че на него има езера от течен метан и метанови облаци.

Рисунка 5 би трябвало да ни напомни момента от приказната книжка на Екзюпери, когато Малкият принц разказва за опасенията си какво може да стане с неговия астероид, ако там поникнат семена на баобаб. Следователно тук е изобразен един фантастичен обект.

Рисунка 6 представя изглед от повърхността на планета, обикаляща около двойна звезда. Вече са открити стотици планети около други звезди, но всички тези открития са направени по косвени начини и конкретните данни за условията на повърхността на тези планети са твърде оскъди, в повечето случаи въобще няма такива данни. Освен това, досега не е била откривана планета около двойна звезда. Ето защо тази рисунка също причисляваме към фантастичните.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За разпознаване на обекта и обяснение върху всяко от изображенията 1, 2, 3 и 4 по 2 т., или общо 8 т.*

*За обяснение по изображенията 5 и 6 – по 1 т., или общо 2 т.*

**3 задача. Fish-eye обектив.** Разгледайте внимателно снимката на звездното небе, направена в 2009 г. с широкоъгълен обектив от брега на езеро в Европа. Зрителното поле на обектива е по-голямо от  $180^\circ$ . Освен звездното небе по края на изображението се вижда част от земната повърхност, както и част от водната повърхност на езерото.

- Ориентирайте се по звездното небе и означете на видимия хоризонт четирите посоки на света. Обяснете как сте го направили.

- Освен звездите, на изображението може да се видят Юпитер, Луната и Международната космическа станция. Намерете ги и ги означете върху снимката. Имайте предвид, че изображението е получено в продължение на няколко минути.

- Намерете съзвездията Лебед и Овен и ги означете върху снимката.

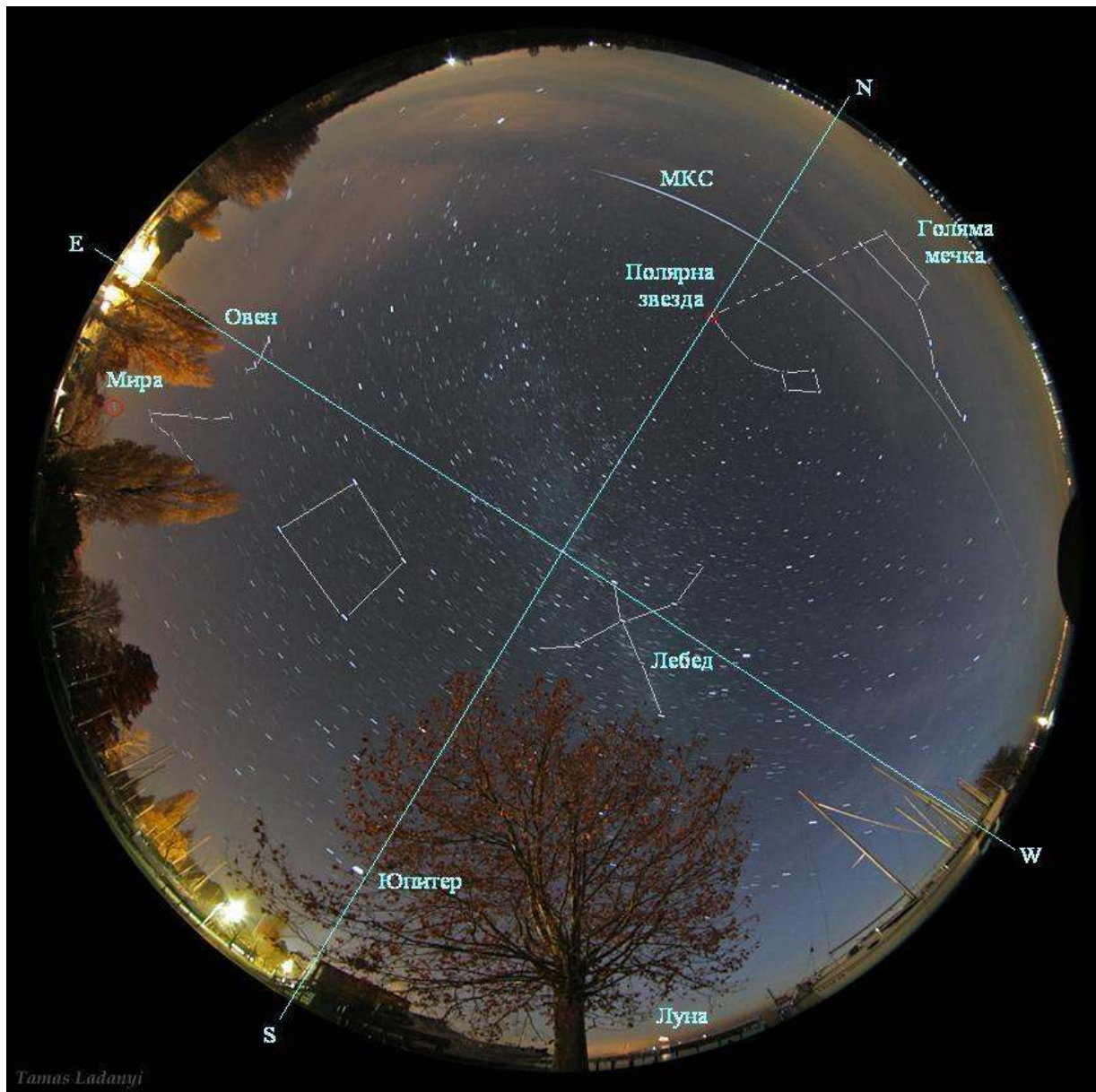
- Една от най-забележителните променливи звезди на небето е звездата Мира. Опитайте се да намерите и нея.

Предайте снимката на небето като част от решението на задачата.



**Решение:**

Намираме характерната фигура от седемте най-ярки звезди на Голямата мечка. Продължаваме линията, свързваща крайните две звезди (продължението е нанесено с прекъснатата линия на снимката) и така стигаме до Полярната звезда – най-ярката звезда от съзвездието Малка мечка. Полярната звезда, както знаем, ни показва посоката север. Начертаваме един диаметър на изображението на небето, минаващ през Полярната звезда и зенита. Той определя меридиана на мястото на наблюдение и пресича хоризонта в точките север и юг. Прекарваме още един диаметър, перпендикулярен на първия. Той пресича хоризонта в точките изток и запад. Трябва да определим коя от тези две точки е изток и коя – запад. Завъртаме снимката пред себе си така, че точката север да попадне в най-долната ѝ част, а точката юг – в най-горната. Така би изглеждало истинската небе, ако се обърнем с лице към точката север на хоризонта. Тогава надясно от нас е изток, а наляво – запад.



Международната космическа станция е оставила върху снимката дългата светла следа. Това е така, понеже изображението е получено в продължение на няколко минути, а станцията се движи сравнително бързо на фона на небето. Луната се намира много ниско над югозападната част от хоризонта. Вижда се и нейното отражение във водата на езерото. На юг от „квадрата“ на Пегас е една от рибите в съзвездието Риби, а още по-нататък би трябвало да е част от съзвездието Водолей. През тази област от небето минава еклиптиката. Близко до короната на дървото се вижда ярко светило. Такава ярка звезда в тази част от небето няма. Средователно това трябва да е планета, в случая търсената планета Юпитер. Над короната на голямото дърво, в Млечния път се вижда съзвездието Лебед. Над квадрата на Пегас се намира съзвездието Андромеда, а наляво от него е съзвездието Овен. Леко надолу от точката изток, на доста светлото небе близо до хоризонта различаваме слабите звезди, очертаващи V-образната панделка, с която са свързани двете риби от съзвездието Риби. Още по-ниско към хоризонта от върха на V-

образната панделка е звездата Мира от съзвездието Кит. *Тогава тя е близо до максимума на своя блясък, поради което се вижда ясно дори ниско на хоризонта.*

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За описание на правилен метод за определяне на посоките на света – 3 т.*

*За правилно определяне на посоките – 1 т.*

*За посочване на Международната космическа станция, Луната и Юпитер и обяснение – 3 т.*

*За посочване на съзвездията Лебед и Овен – 2 т.*

*За посочване на звездата Мира – 1 т.*

**4 задача. Лунна нощ.** На снимката по-долу виждате Луната над тихо езеро.

• Намерете информация за видимия ъглов диаметър на Луната. Направете необходимите измервания и построения и начертайте линията на математическия хоризонт за наблюдателя, направил тази снимка. Определете височината на видимия лунен диск над хоризонта в градуси.



**Решение:**

Математическият хоризонт трябва да е линията, относно която Луната и нейното отражение във водата са симетрични, защото водната повърхност е хоризонтална. Можем да приемем, че тя лежи в равнината на математическия хоризонт. Свързваме с една отсечка най-долната точка от видимия лунен диск и най-горната точка от отразения образ на Луната. Намираме средната точка на тази отсечка. Прекарваме през средната точка линия, перпендикулярна на отсечката. Тази линия е математическият хоризонт. Видимият лунен диск има за земния наблюдател ъглов диаметър приблизително  $0.5^\circ$ . Измерваме върху снимката диаметъра на Луната, който се оказва 5.5 мм. Измерваме дължината на отсечката, свързваща най-долната точка от видимия лунен диск и най-горната точка от лунното отражение във водата – 73 мм. Половината от тази отсечка, или 36.5 мм, отговаря на височината на долния край на видимия лунен диск над хоризонта. Прибавяме към нея

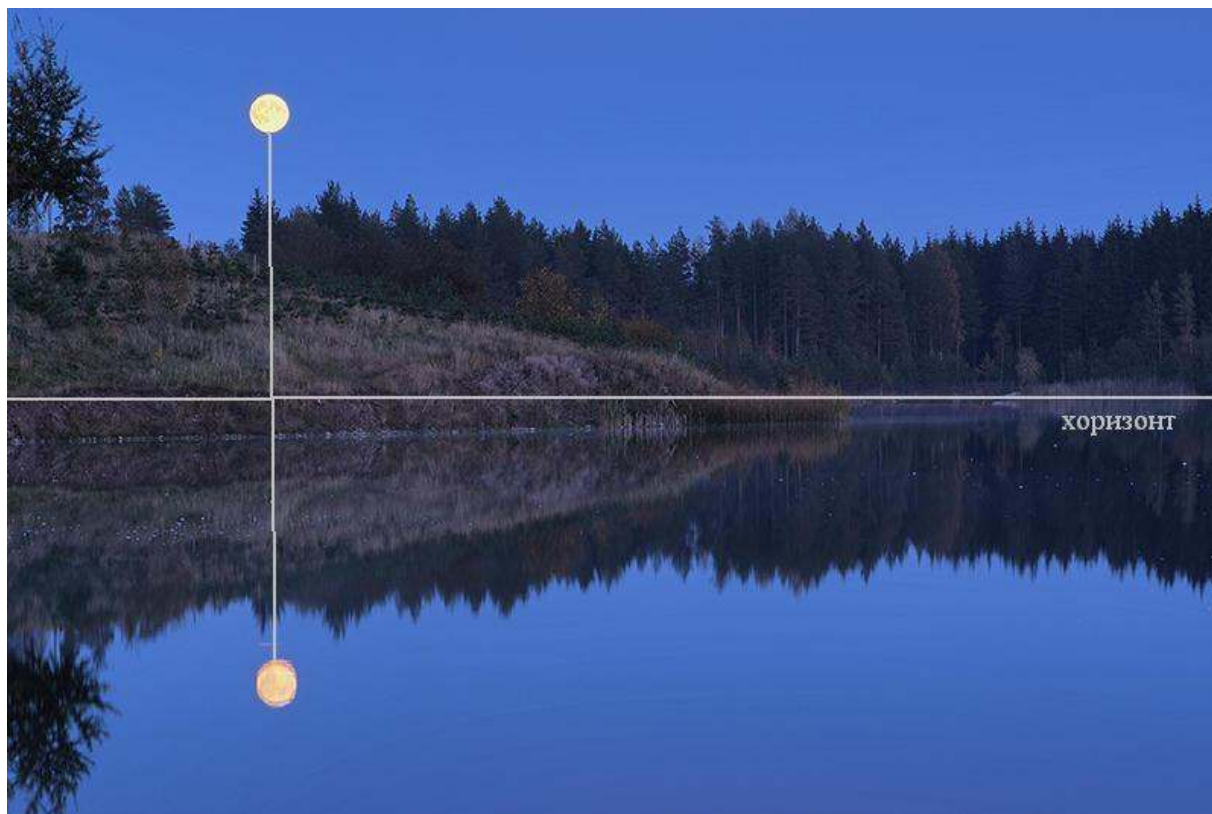


половината от лунния диаметър, или 2.75 мм, за да получим височината над хоризонта на центъра на видимия лунен диск:

$$36.5 + 2.75 = 39.25 \text{ мм}$$

Изразяваме височината в градуси чрез следната пропорция:

$$39.25 \text{ мм} \times 0.5^\circ / 5.5 \text{ мм} \approx 3.5^\circ$$



Критерии за оценяване (общо 10 точки):

*За правилни разсъждения за положението на математическия хоризонт – 3 т.*

*За правилно начертаване на математическия хоризонт – 2 т.*

*За измервания на диаметъра на лунния диск и намиране на информация за видимия ъглов диаметър на Луната – 2 т.*

*За измерване и пресмятане на височината на луната над хоризонта – 3 т.*

**5 задача. Лунно затъмнение.** На 10 декември 2011 г. ще има пълно лунно затъмнение. В официално българско време моментите на затъмнението са следните:

начало на частичното затъмнение – 14h 46m

начало на пълното затъмнение – 16h 06m

край на пълното затъмнение – 16h 57m

край на частичното затъмнение – 18h 18m

На тази дата в София (географски координати  $\varphi = 42^\circ 41'$ ,  $\lambda = 1\text{h } 33\text{m } 23\text{s}$ ) Луната изгрява в 16h 50m, т.е. много след началото на затъмнението. Това означава, че от София няма да могат да се наблюдават всички фази на лунното затъмнение.



• Ние решаваме да пътуваме до място, където да видим цялото затъмнение. Нека си представим, че можем да се движим само по паралела на София. В какъв интервал са географските дължини, от които затъмнението ще се вижда от началото до края? Разгледайте земния глобус и опишете през кои държави преминава тази част от паралела.

**Решение:**

За да видим началото на лунното затъмнение, трябва да пътуваме до точка по паралела на София, за която Луната изгрива преди началото на частичното затъмнение в 14h 46m българско време. Тази точка трябва да е източно от София и нейната географска дължина трябва да се различава от дължината на София със следната стойност:

$$16\text{h } 50\text{m (часът на изгрева на Луната за София)} - 14\text{h } 46\text{m} = 2\text{h } 04\text{m}$$

Следователно географската дължина на точката ще бъде:

$$\lambda_1 = \lambda + 2\text{h } 04\text{m} = 3\text{h } 37\text{m източна дължина}$$

За точките, които са още по на изток по паралела на София, Луната ще изгрива с все по-голям интервал от време преди началото на затъмнението. Но ако отидем прекалено много на изток, ще попаднем в област, където няма да се вижда края на затъмнението, защото залезът на Луната ще се случва твърде рано. Най-източната точка, от която ще можем да видим цялото затъмнение, ще е тази, за която залезът на Луната се случва непосредствено след края на затъмнението в 18h 18m българско време. За София Луната залазва на 11 декември в 8h 20m. Информация за това можем да намерим в астрономически алманах или календар за 2011 г., или в Интернет, където има програми за изчисляване на моментите на изгрез и залез на Луната за различни географски пунктове, които работят on-line. Да означим с  $\lambda_2$  географската дължина на точката, за която края на лунното затъмнение е непосредствено преди залеза на Луната. За нея получаваме:

$$\lambda_2 = \lambda + (24\text{h} + 8\text{h } 20\text{m} - 18\text{h } 18\text{m}) = 1\text{h } 33\text{m} + 14\text{h } 02\text{m} = 15\text{h } 35\text{m}$$

Тази точка е на 15h 35m източно от Гринуичкия меридиан, което отговаря на 24h – 15h 35m = 8h 25m западна дължина. Следователно по паралела на София точките, от които лунното затъмнение може да се вижда от началото до края, ще са в интервала от 3h 37m източна дължина до 8h 25m западна дължина. Този интервал започва източно от Каспийско море в Казахстан и преминава през Узбекистан, отново Казахстан, Киргизия, Китай, Русия, прекосява Тихия океан и завършва на западния бряг на САЩ.

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

*За правилни съображения за положението на началната точка от търсената зона относно София – 2 т.*

*За намиране на географската дължина на началната точка – 3 т.*

*За правилни съображения за положението на крайната точка относно София и намиране на географската дължина на тази точка – 4 т.*

*За посочване на държавите, през които минава търсената част от паралела на София – 1 т.*

**6 задача. Юпитер.** Намерете на небето планетата Юпитер. Тя изглежда като звезда, но значително по-ярка от всяка друга звезда на небето. По това ще я разпознаете. Наблюдавайте Юпитер по-късно вечер около 20-22 ч. Тогава планетата се вижда на юг-югозапад. На югоизток по същото време можете да видите съзвездието Орион.

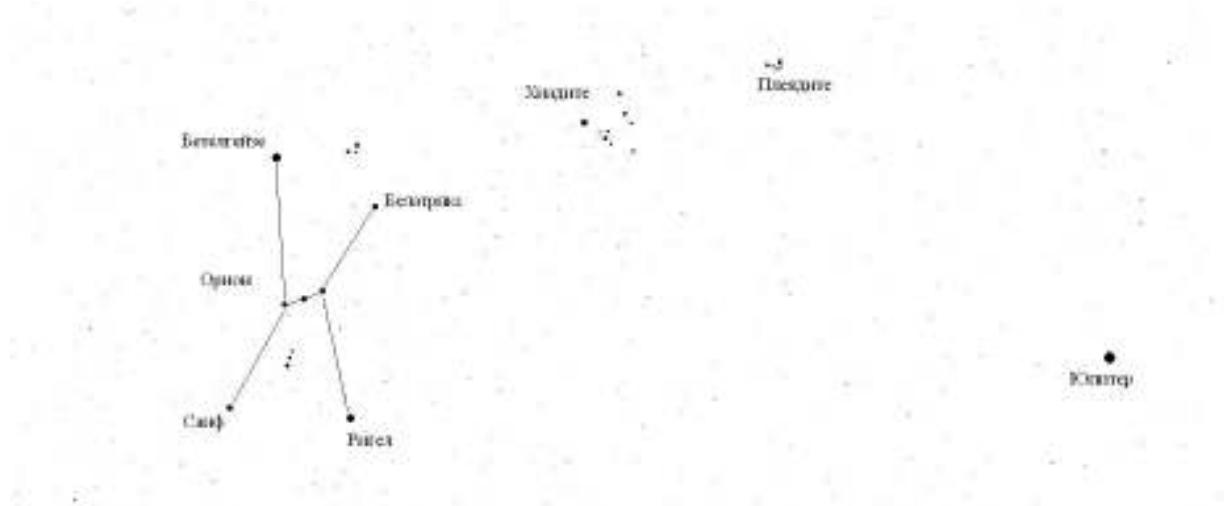
- Нарисувайте приблизителна схема с взаимното разположение на Юпитер и най-ярките звезди от Орион, както ги виждате на небето. На схемата отбележете датата и часа на вашето наблюдение.

- Като знаете, че видимото ъглово разстояние между звездите Бетелгейзе и Ригел от Орион е около  $18.5^\circ$ , определете приблизително ъгловото разстояние между Бетелгейзе и Юпитер. Използвайте подръчни средства, например можете да проектирате обикновена линейка за чертане с протегната ръка към небето. Опишете вашия начин на измерване.

- Какъв вид звезда е Бетелгейзе? Отговорете кратко. Намерете информация и сравнете нейния диаметър с диаметъра на Слънцето.

**Решение:**

На фигурата по-долу е представено съзвездието Орион и планетата Юпитер, както приблизително изглеждат на небето през декември 2011 и януари 2012 г. над южния хоризонт около 22 – 23 часа.



Ако използваме линейка, първо с протегната ръка към небето „измерваме“ приблизително разстоянието от звездите Бетелгейзе до Ригел в съзвездието Орион. Нека например то да е 22.6 см. Различните участници в олимпиадата ще получат различни разстояния в зависимост от различната дължина на протегнатите си ръце. После измерваме разстоянието между Бетелгейзе и Юпитер по същия начин. За да получим точен резултат, трябва ръката ни да е по същия начин протегната, т.е. да не се променя разстоянието между линията и нашите очи при двете измервания. Всъщност за второто разстояние ще ни трябва доста дълга линия. Може да използваме линеал или дълга пръчка, върху която да засечем разстоянието, проектирайки я на небето, а после да го измерим. Нека разстоянието между Бетелгейзе и Юпитер да е 71 см. Ъгловото разстояние, което съответства на това, ще получим чрез следната пропорция:

$$\begin{array}{rcl} 22.6 \text{ см} & - & 18.5^\circ \\ 71 \text{ см} & - & X^\circ \\ X = 18.5^\circ \times 71/22.6 \approx 58^\circ \end{array}$$

Ъгловото разстояние между Бетелгейзе и Юпитер през декември 2011 г. и началото на януари 2011 г. не се променя много и е в интервала около  $58.5 - 59.5$  градуса. така че получената от нас оценка е добра.

Звездата Бетелгейзе е навлязла в последния стадий на своята еволюция. Тя представлява червен свръхгигант с огромен диаметър. Различни източници на информация дават оценки на диаметъра на Бетелгейзе, вариращи от около 550 до 1500 диаметъра на нашето Слънце.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За представяне на рисунка на разположението на Орион и Юпитер на небето с отбелязана дата и час на наблюдението – 3 т.*

*За описание на правилен метод на измерване и метод на пресмятане на ъгловото разстояние между Бетелгейзе и Юпитер – 3 т.*

*За представяне на данни от измерването и правилно изчисление – 2 т.*

*За посочване на вида на звездата Бетелгейзе и сравняване на диаметъра ѝ с този на Слънцето – 2 т.*

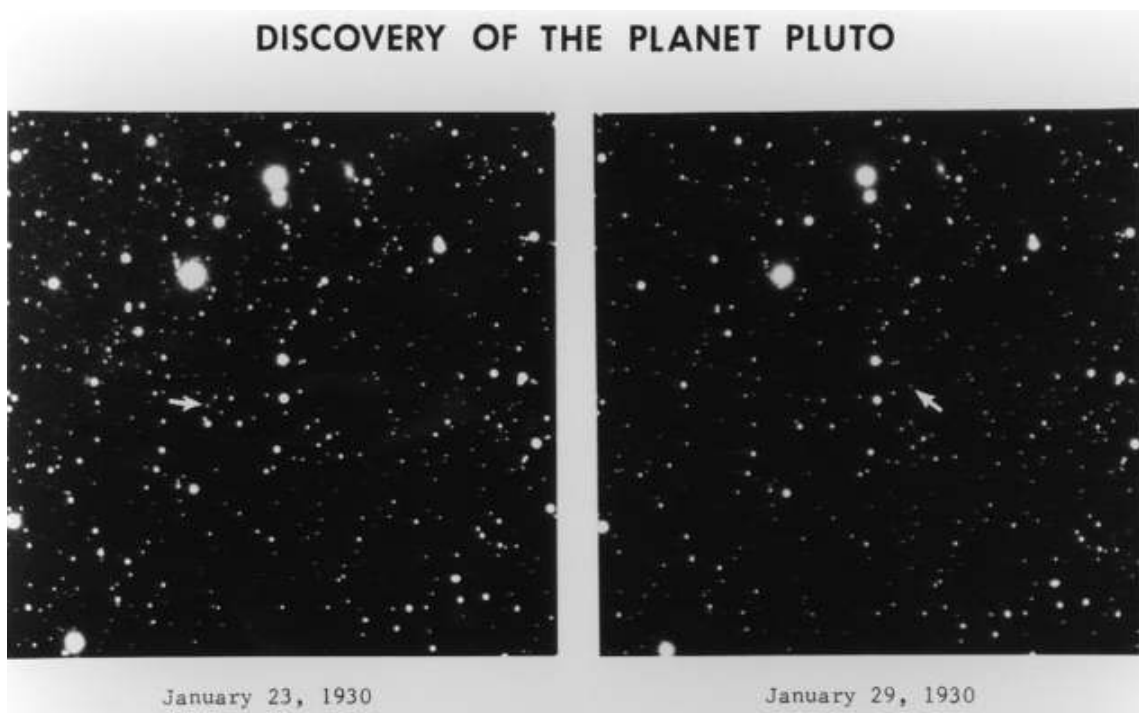
XV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

## УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг  
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за XI-XII клас  
януари 2012 г.

### 1 задача. Откриването на Плутон.



Запазени са историческите фотоплаки, по които е била открита планетата Плутон, заснети на 23 и 29 януари 1930 г. Със стрелки са отбелязани положенията на Плутон на двете снимки. Центърът на фотографираната област от небето е с координати ректасцензия  $\alpha = 07^{\text{h}}23^{\text{m}}$  и деклинация  $\delta = +21^{\circ}50'$ .

- В кое съзвездие е бил тогава Плутон?
- Какво е било видимото му движение на фона на звездите – право или обратно (ретроградно)?

Обяснете вашите отговори.

#### Решение:

По координатите на центъра на фотографираната област с помощта на звездна карта или някаква компютърна програма за показване на звездното небе, установяваме, че Плутон се е намирал в съзвездието Близнаци.

Снимките са направени в края на месец януари. Отново с помощта на звездна карта или програма за показване на звездното небе определяме, че в интервала 23-29 януари Слънцето е в съзвездието Козирог. Следователно Плутон е бил близо до част от еклиптиката, която е диаметрално противоположна на местоположението на Слънцето по същото време. Можем да заключим, че Плутон е бил недалеч от позицията спрямо Слънцето, която наричаме противостоене. Както е известно, около противостоене планетите имат обратно, или ретроградно видимо движение на фона на звездите. Наистина, ние не знаем колко близо е бил Плутон до момента на противостоене. но за обект, толкова отдалечен като него, периодът на ретроградно движение се доближава до половин година. Така че със сигурност можем да твърдим, че по време на откритието Плутон е имал ретроградно движение.

Критерии за оценяване (общо 10 т.)

*За правилен отговор кое съзвездие е бил Плутон и обяснение как е намерен този отговор – 5 т.*

*За правилни разсъждения какво е било видимото движение на Плутон – 4 т.*

*За вярно заключение за движението – 1 т.*

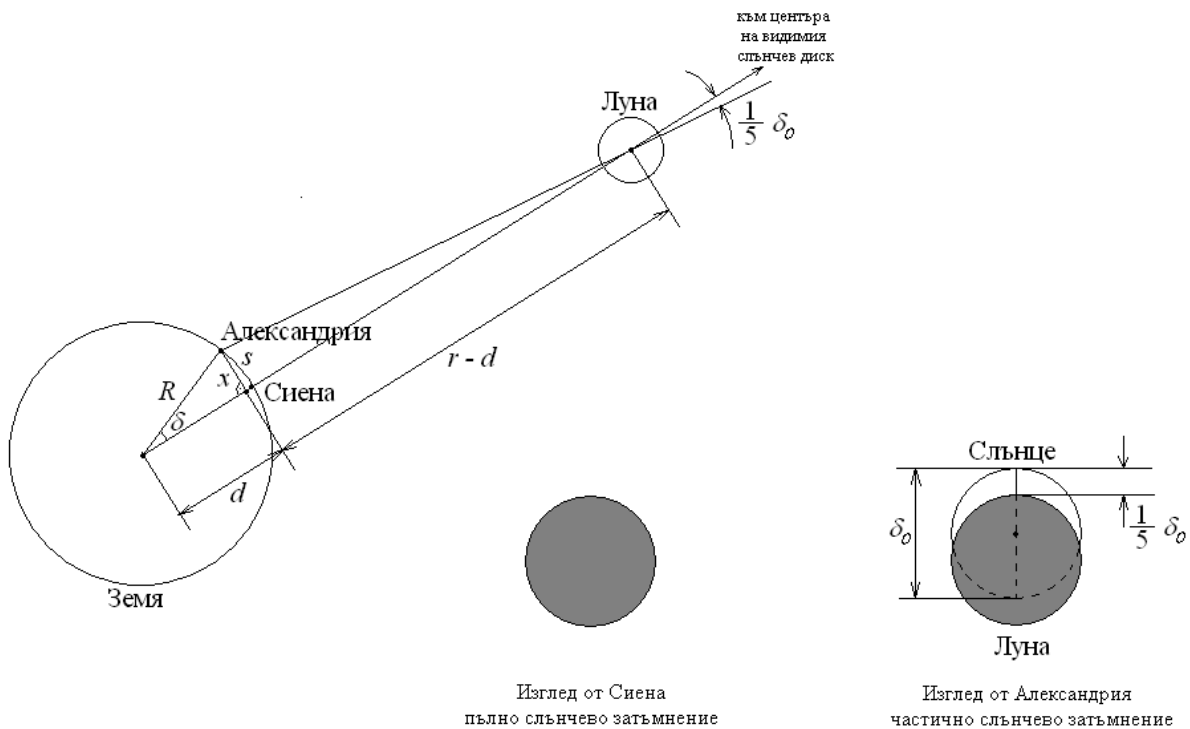
**2 задача. Хипарх.** Знаменитият древногръцки астроном Хипарх е направил опит за определяне на разстоянието от Земята до Луната. Той е живял във II век пр.н.е. Тогава вече е бил определен земният радиус от друг древногръцки учен Ератостен, така че ще считаме този радиус за известен на Хипарх. Известно му е било също и разстоянието между египетските градове Сиена и Александрия. При наблюдение на слънчево затъмнение по времето на Хипарх е станало ясно, че в момента, когато в Сиена затъмнението е било пълно, в Александрия то е било частично, като  $1/5$  от диаметъра на слънчевия диск е останала открита. Нека предположим за простота, че пълното затъмнение се е наблюдавало по пладне и за Сиена Слънцето е било в зенита. С положителност Хипарх е знаел и какъв е видимият диаметър на слънчевия диск.

• Опишете математически начина, по който от тези данни може да се определи разстоянието от Земята до Луната.

**Решение:**

За метода на Ератостен, по който той е определил радиуса на Земята, е важно обстоятелството, че градовете Сиена и Александрия лежат почти на един и същ земен меридиан. Както е известно, той е използвал наблюдателния факт, че около лятното слънцестоене по пладне във водата на кладенците в Сиена се вижда отражението на Слънцето. Следователно тогава Слънцето е в зенита за Сиена. В същия този момент Ератостен е определял видимото отстояние на Слънцето от зенита, наблюдавано от Александрия (чрез измерване на сянката на вертикално колче). Обстоятелството, че двата града са приблизително на един земен меридиан, има значение също и за начина, по който Хипарх се е опитвал да определи разстоянието от Земята до Луната. От него следва, че ако при пълното слънчево затъмнение Слънцето в Сиена се е наблюдавало в зенита, т.е. в горна кулминация, то в Александрия то също е било в горна кулминация. Тъй като Луната е доста по-близо до Земята, отколкото Слънцето, когато е била наблюдавана от Александрия, нейното видимо положение е било отместено спрямо слънчевия диск. Както се вижда от схемата, линиите от двата земни пункта към центъра на Луната сключват

ъгъл, равен на  $1/5$  от диаметъра на видимия слънчев диск. Нека с  $\delta$  да отбележим ъгъла между направленията от центъра на Земята към Александрия и към Сиена, а с  $\delta_0$  – диаметъра на видимия диск на Слънцето, който е бил известен на Хипарх. Означаваме с  $r$  разстоянието между центровете на Земята и Луната, а с  $x$  дължината на перпендикуляра към правата, свързваща центровете на Земята и Луната. Дължината на дъгата  $s$  – разстоянието по земната повърхност между двата града – също е била известна на Хипарх, както и радиусът на Земята  $R$ .



Можем да напишем следните съотношения:

$$\delta = s / R, \text{ където } \delta \text{ е в радиани } (\delta^\circ = \delta_{rad} \cdot 180^\circ / \pi)$$

$$d = R / \cos \delta$$

$$x = R / \sin \delta$$

$$x = (r - d) \operatorname{tg} (\delta_0 / 5)$$

Следователно:

$$R / \sin \delta = (r - d) \operatorname{tg} (\delta_0 / 5)$$

Оттук последователно получаваме:

$$R / \sin \delta = (r - R / \cos \delta) \operatorname{tg} (\delta_0 / 5)$$

$$r = R (1 / \sin \delta + \operatorname{tg} (\delta_0 / 5) / \cos \delta) / \operatorname{tg} (\delta_0 / 5)$$

Така от известните данни намираме търсеното разстояние от Земята до Луната. Тригонометричните функции не биха били пречка за пресмятанията на Хипарх по принцип, защото наред с другите си забележителни научни приноси, той е известен с това, че е основоположник на тригонометрията, макар да е боравил не с функциите, както ги използваме днес, а със съставени от него тригонометрични числени таблици.



Критерии за оценяване:

За правилна представа защо ако в Сиена затъмнението е пълно, то в Александрия е частично – 2 т.

За математическо свързване на видимото отместване на Луната от слънчевия диск в Александрия с разстоянието между двата града – 3 т.

За окончателно извеждане на метод за изчисляване на разстоянието от Земята до Луната – 5 т..

**3 задача. Fish-eye обектив.** Разгледайте внимателно снимката на звездното небе, направена в 2009 г. с широкоъгълен обектив от брега на езеро в Европа. Зрителното поле на обектива е по-голямо от  $180^\circ$ . Освен звездното небе по края на изображението се вижда част от земната повърхност, както и част от водната повърхност на езерото.

- Ориентирайте се по звездното небе и означете на видимия хоризонт четирите посоки на света. Обяснете как сте го направили.

- Освен звездите, на изображението може да се видят Юпитер, Луната и Международната космическа станция. Намерете ги и ги означете върху снимката. Имайте предвид, че изображението е получено в продължение на няколко минути.

- Намерете съзвездията Лебед и Овен и ги означете върху снимката.

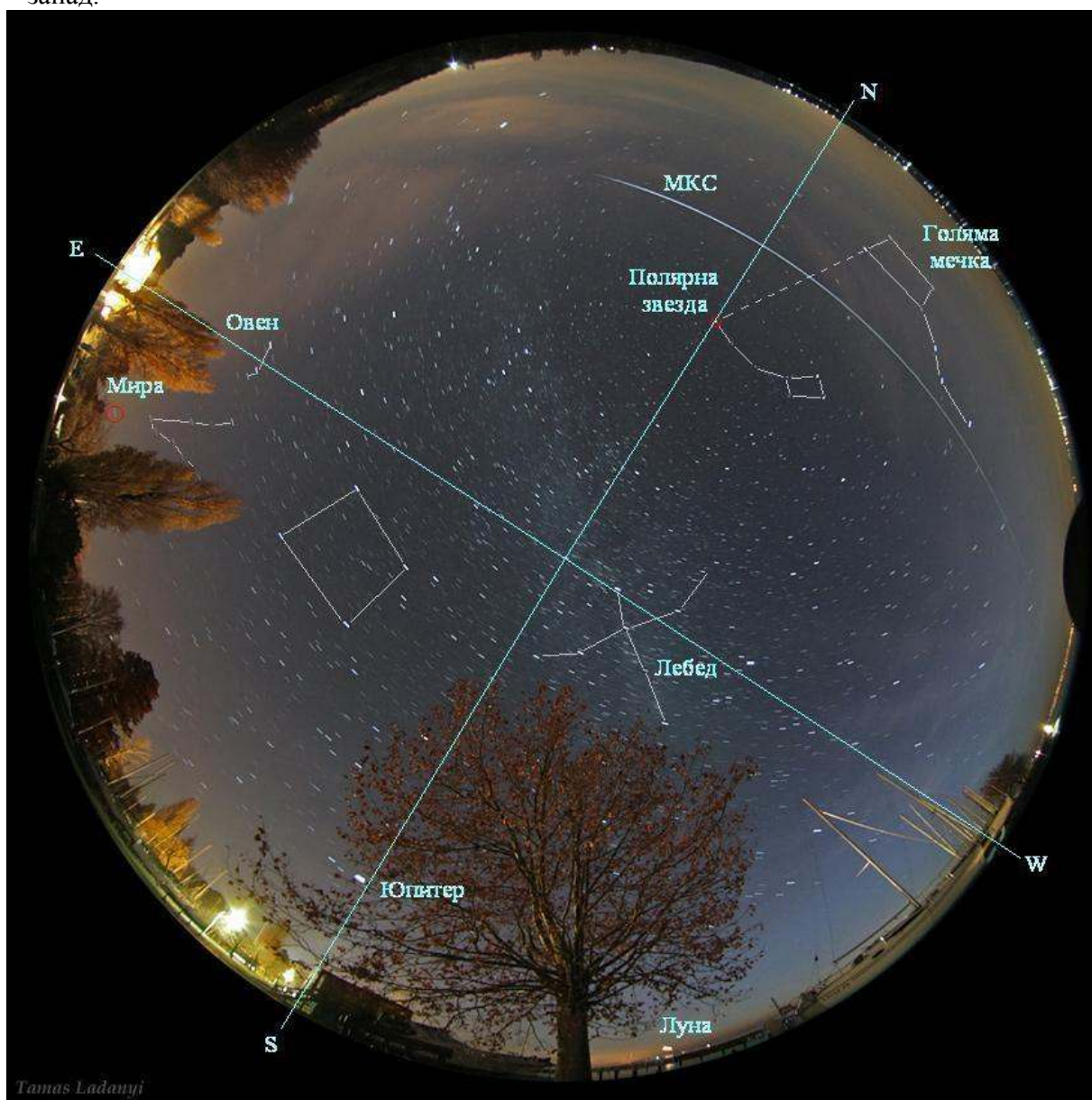
- Една от най-забележителните променливи звезди на небето е звездата Мира. Опитайте се да намерите и нея.

Предайте снимката на небето като част от решението на задачата.



### Решение:

Намираме характерната фигура от седемте най-ярки звезди на Голямата мечка. Продължаваме линията, свързваща крайните две звезди (продължението е нанесено с прекъснатата линия на снимката) и така стигаме до Полярната звезда – най-ярката звезда от съзвездието Малка мечка. Полярната звезда, както знаем, ни показва посоката север. Начертаваме един диаметър на изображението на небето, минаващ през Полярната звезда и зенита. Той определя меридиана на мястото на наблюдение и пресича хоризонта в точките север и юг. Прекарваме още един диаметър, перпендикулярен на първия. Той пресича хоризонта в точките изток и запад. Трябва да определим коя от тези две точки е изток и коя – запад. Завъртаме снимката пред себе си така, че точката север да попадне в най-долната ѝ част, а точката юг – в най-горната. Така би изглеждало истинската небе, ако се обърнем с лице към точката север на хоризонта. Тогава надясно от нас е изток, а наляво – запад.



Международната космическа станция е оставила върху снимката дългата светла следа. Това е така, понеже изображението е получено в продължение на няколко минути, а станцията се движи сравнително бързо на фона на небето. Луната се намира много ниско над югозападната част от хоризонта. Вижда се и нейното отражение във водата на езерото. На юг от „квадрата“ на Пегас е една от рибите в съзвездието Риби, а още по-нататък би трябвало да е част от съзвездието Водолей. През тази област от небето минава еклиптиката. Близко до короната на дървото се вижда ярко светило. Такава ярка звезда в тази част от небето няма. Средователно това трябва да е планета, в случая търсената планета Юпитер. Над короната на голямото дърво, в Млечния път се вижда съзвездието Лебед. Над квадрата на Пегас се намира съзвездието Андромеда, а наляво от него е съзвездието Овен. Леко надолу от точката изток, на доста светлото небе близо до хоризонта различаваме слабите звезди, очертаващи V-образната панделка, с която са свързани двете риби от съзвездието Риби. Още по-ниско към хоризонта от върха на V-образната панделка е звездата Мира от съзвездието Кит. *Тогав тя е близо до максимума на своя блясък, поради което се вижда ясно дори ниско на хоризонта.*

*Критерии за оценяване (общо 10 т.):*

*За описание на правилен метод за определяне на посоките на света – 3 т.*

*За правилно определяне на посоките – 1 т.*

*За посочване на Международната космическа станция, Луната и Юпитер и обяснение – 3 т.*

*За посочване на съзвездията Лебед и Овен – 2 т.*

*За посочване на звездата Мира – 1 т.*

**4 задача. Лунно затъмнение.** На 10 декември 2011 г. ще има пълно лунно затъмнение. В официално българско време моментите на затъмнението са следните:

начало на частичното затъмнение – 14h 46m

начало на пълното затъмнение – 16h 06m

край на пълното затъмнение – 16h 57m

край на частичното затъмнение – 18h 18m

На тази дата в София (географски координати  $\varphi = 42^{\circ}41'$ ,  $\lambda = 1\text{h } 33\text{m } 23\text{s}$ ) Луната изгрява в 16h 50m, т.е. много след началото на затъмнението. Това означава, че от София няма да могат да се наблюдават всички фази на лунното затъмнение.

- Ние решаваме да пътуваме до място, където да видим цялото затъмнение. Нека си представим, че можем да се движим само по паралела на София. В какъв интервал са географските дължини, от които затъмнението ще се вижда от началото до края? Разгледайте земния глобус и опишете през кои държави преминава тази част от паралела.

**Решение:**

За да видим началото на лунното затъмнение, трябва да пътуваме до точка по паралела на София, за която Луната изгрява преди началото на частичното затъмнение в 14h 46m българско време. Тази точка трябва да е източно от София и нейната географска дължина трябва да се различава от дължината на София със следната стойност:

$$16\text{h } 50\text{m (часът на изгрева на Луната за София)} - 14\text{h } 46\text{m} = 2\text{h } 04\text{m}$$

Следователно географската дължина на точката ще бъде:

$$\lambda_1 = \lambda + 2\text{h } 04\text{m} = 3\text{h } 37\text{m} \text{ източна дължина}$$

За точките, които са още по на изток по паралела на София, Луната ще изгрява с все по-голям интервал от време преди началото на затъмнението. Но ако отидем прекалено много на изток, ще попаднем в област, където няма да се вижда края на затъмнението, защото залезът на Луната ще се случва твърде рано. Най-източната точка, от която ще можем да видим цялото затъмнение, ще е тази, за която залезът на Луната се случва непосредствено след края на затъмнението в 18h 18m българско време. За София Луната залязва на 11 декември в 8h 20m. Информация за това можем да намерим в астрономически алманахи или календар за 2011 г., или в Интернет, където има програми за изчисляване на моментите на изгрез и залез на Луната за различни географски пунктове, които работят on-line. Да означим с  $\lambda_2$  географската дължина на точката, за която края на лунното затъмнение е непосредствено преди залеза на Луната. За нея получаваме:

$$\lambda_2 = \lambda + (24h + 8h 20m - 18h 18m) = 1h 33m + 14h 02m = 15h 35m$$

Тази точка е на 15h 35m източно от Гринуичкия меридиан, което отговаря на  $24h - 15h 35m = 8h 25m$  западна дължина. Следователно по паралела на София точките, от които лунното затъмнение може да се вижда от началото до края, ще са в интервала от 3h 37m източна дължина до 8h 25m западна дължина. Този интервал започва източно от Каспийско море в Казахстан и преминава през Узбекистан, отново Казахстан, Киргизия, Китай, Русия, прекосява Тихия океан и завършва на западния бряг на САЩ.

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

*За правилни съображения за положението на началната точка от търсената зона относно София – 2 т.*

*За намиране на географската дължина на началната точка – 3 т.*

*За правилни съображения за положението на крайната точка относно София и намиране на географската дължина на тази точка – 4 т.*

*За посочване на държавите, през които минава търсената част от паралела на София – 1 т.*

**5 задача. Древен астрономически уред.** На снимките виждате различни варианти на един астрономически уред, използван от древността.







- Какво представлява този уред, за какво служи и какъв е принципът на неговото действие? Обяснете накратко.
- Как се нарича пръчката или стълбът, който присъства като елемент в различните уреди? Когато този елемент се прави наклонен, от какво се определя ъгълът на наклона и посоката, в която е ориентиран той?
  - При кои от показаните варианти на уреда скалата ще е най-равномерна и защо?
  - Самите вие можете да се превърнете в такъв уред. В ясен ден измерете (с помощта на ваши приятели) дължината на собствената си сянка в поне 7-8 момента от време в рамките на интервал от 5-6 часа. Представете резултатите в таблица и постройте графика. Как мислите, кога вашата сянка е била най-къса? Обяснете кратко защо.

#### Решение:

На снимките са представени различни видове слънчеви часовници. Слънчевият часовник показва времето, т.е. колко е часът. Това се определя от положението на сянката на централния стълб, наречен гномон, върху циферблата на часовника. Ориентацията на сянката се изменя в течение на деня поради видимото денонощно движение на Слънцето по небето. Скалата на слънчевия часовник се разграфява така, че сянката на гномона в различните моменти от време да показва съответния час.

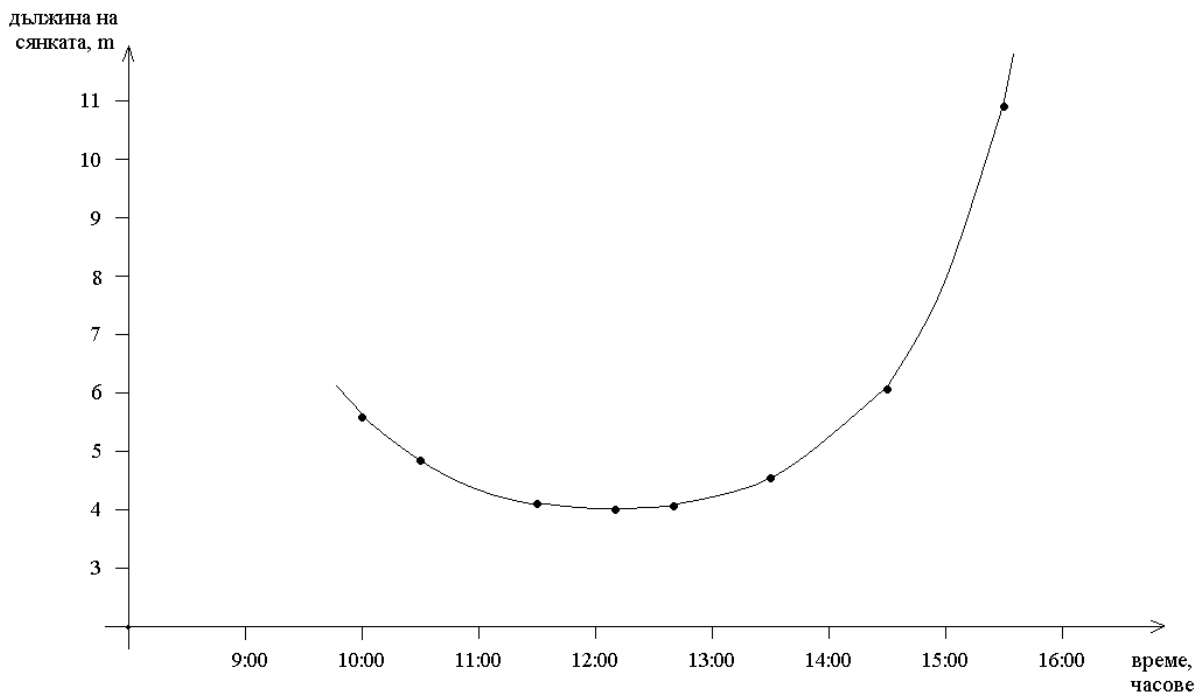
Често гномонът се прави наклонен. Тогава той се насочва на север, а наклонът му е такъв, че да е успореден на земната ос на въртене. *(Ъгълът на наклона на гномона към хоризонтална повърхност е равен на географската ширина на мястото на наблюдение. Ако слънчевият часовник е в южното полукълбо на земята, то той трябва да е наклонен на юг.)*

Когато гномонът е успореден на земната ос, а скалата е във вид на пръстен, разположен в равнина, успоредна на равнината на екватора, скалата ще бъде най-равномерна, защото тогава сянката на гномона ще се движи по скалата със същата ъглова скорост, с каквата става видимото денонощно движение на Слънцето по небесната сфера. Това трябва да е изпълнено в случая на слънчевия часовник вдясно от последния ред на таблицата с изображенията. Подобни са и часовниците вдясно на първия и втория ред.

Сянката ни, особено когато Слънцето е ниско на хоризонта, се получава доста дълга. Дължината ѝ можем да определим, като помолим приятелите ни, които ни помагат, да наложат върху нея конец и после да го измерим. Ето резултатите, получени за сянката на наблюдател с височина 1.70 м на 25 декември 2011 г. в гр. Варна:

Час на измерване	10:00	10:30	11:30	12:10	12:40	13:30	14:30	15:30
Дължина на сянката	5.6 м	4.8 м	4.1 м	4.0 м	4.06 м	4.5 м	6.1 м	10.9 м

Представяме резултатите от измерването графично:



Забелязваме, че направлението на сянката ни се изменя с промяната на посоката към Слънцето през деня. Ако очертаем около себе си скала с часовете от деня, наистина ще се превърнем в слънчев часовник. Дължината на сянката ни се изменя с изменение на височината на Слънцето над хоризонта. най-къса трябва да е била сянката ни около обяд, когато Слънцето се издига най-високо.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За отговор какъв е уредът на снимките – 1 т.*

*За обяснение на принципа на действие – 2 т.*

*За обяснение на ориентацията и наклона на гномона – 2 т.*

*За верен отговор и обяснение при кой часовник скалата е най-равномерна – 2 т.*

*За описание на измерванията на сянката и представяне в таблица – 1 т.*

*За построяване на графика – 1 т.*

*За обяснение кога сянката трябва да е била най-къса и защо – 1 т.*

**6 задача. Юпитер.** Намерете на небето планетата Юпитер. Тя изглежда като звезда, но значително по-ярка от всяка друга звезда на небето. По това ще я разпознаете. Наблюдавайте Юпитер по-късно вечер около 20-22 ч. Тогава планетата се вижда на юг-югозапад. На югоизток по същото време можете да видите съзвездие Орион.

- Нарисувайте приблизителна схема с взаимното разположение на Юпитер и най-ярките звезди от Орион, както ги виждате на небето. На схемата отбележете датата и часа на вашето наблюдение.

- Като знаете, че видимото ъглово разстояние между звездите Бетелгейзе и Ригел от Орион е около  $18.5^\circ$ , определете приблизително ъгловото разстояние между Бетелгейзе



и Юпитер. Използвайте подръчни средства, например можете да проектирате обикновена линейка за чертане с протегната ръка към небето. Опишете вашия начин на измерване.

- Какъв вид звезда е Бетелгейзе? Отговорете кратко. Намерете информация и сравнете нейния диаметър с диаметъра на Слънцето.

**Решение:**

На фигурата по-долу е представено съзвездието Орион и планетата Юпитер, както приблизително изглеждат на небето през декември 2011 и януари 2012 г. над южния хоризонт около 22 – 23 часа.



Ако използваме линейка, първо с протегната ръка към небето „измерваме” приблизително разстоянието от звездите Бетелгейзе до Ригел в съзвездието |Орион. Нека например то да е 22.6 см. Различните участници в олимпиадата ще получат различни разстояния в зависимост от различната дължина на протегнатите си ръце. После измерваме разстоянието между Бетелгейзе и Юпитер по същия начин. За да получим точен резултат, трябва ръката ни да е по същия начин протегната, т.е. да не се променя разстоянието между линията и нашите очи при двете измервания. Всъщност за второто разстояние ще ни трябва доста дълга линия. Може да използваме линеал или дълга пръчка, върху която да засечем разстоянието, проектирайки я на небето, а после да го измерим. Нека разстоянието между Бетелгейзе и Юпитер да е 71 см. Ъгловото разстояние, което съответства на това, ще получим чрез следната пропорция:

$$\begin{array}{rcl} 22.6 \text{ см} & - & 18.5^\circ \\ 71 \text{ см} & - & X^\circ \\ X = 18.5^\circ \times 71/22.6 & \approx & 58^\circ \end{array}$$

Ъгловото разстояние между Бетелгейзе и Юпитер през декември 2011 г. и началото на януари 2011 г. не се променя много и е в интервала около 58.5 – 59.5 градуса. така че получената от нас оценка е добра.

Звездата Бетелгейзе е навлязла в последния стадий на своята еволюция. Тя представлява червен свръхгигант с огромен диаметър. Различни източници на информация дават оценки на диаметъра на Бетелгейзе, вариращи от около 550 до 1500 диаметъра на нашето Слънце.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За представяне на рисунка на разположението на Орион и Юпитер на небето с отбелязана дата и час на наблюдението – 3 т.

За описание на правилен метод на измерване и метод на пресмятане на ъгловото разстояние между Бетелгейзе и Юпитер – 3 т.

За представяне на данни от измерването и правилно изчисление – 2 т.

За посочване на вида на звездата Бетелгейзе и сравняване на диаметъра ѝ с този на Слънцето – 2 т.