

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
XXV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

I кръг
Ученици от 7-8 клас - решения

1 задача. Небесни картини.



A



B



C



D



E



F

A) Снимките A, B, C, D, E, F подсказват за имената на космически мъглявини. Потърсете информация за тези мъглявини, разгледайте снимки. Дадените мъглявини са три вида – дифузни (в които протичат процеси на образуване на млади звезди), планетарни и останки от свръхнови. Разделете мъглявините по видове и напишете имената им в таблица с три колонки. Какво представляват планетарните мъглявини?

B) Коя от мъглявините е най-близо и коя е най-далеч от нас? Всички ли мъглявини са от нашата Галактика?

B) Как се е образувала мъглявината, за която подсказва снимка B? Възможно ли е било нейното образуване да бъде наблюдавано от динозаврите на Земята? А от кроманьонските хора?

Решение:

Определяме названията на мъглявините, съответстващи на всяка от снимките. Подреждаме названията в таблица според вида на мъглявините:

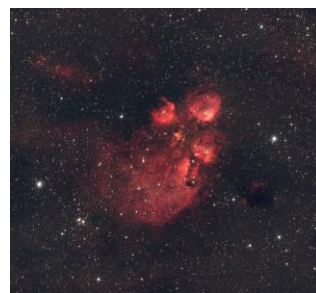
<i>Дифузни</i>	<i>Планетарни</i>	<i>Останки от свръхнови</i>
A - Орел	D - Пясъчен часовник	B - Ракообразна мъглявина
C - Котешка лапа	F - Котешко око	
E - Тарантула		



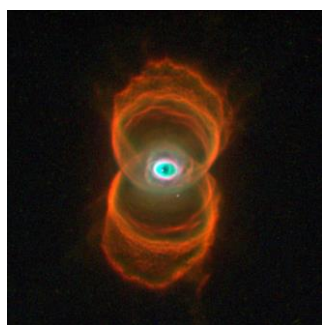
A - Орел



B – Ракообразна мъглявина



C – Котешка лапа



D – Пясъчен часовник



E - Тарантула



F – Котешко око

Планетарна мъглявина се образува, когато една звезда достигне до последните стадии на своята еволюция. Първоначално звездата се превръща в червен гигант, а впоследствие външните слоеве на червения гигант се изхвърлят в пространството под действие на светлинното налягане и звездния вятър от горещото ядро на звездата. Именно от тези слоеве се формира и планетарната мъглявина. Тя бавно се разсейва и постепенно се размива в междузвездната среда. Въпреки названието си, планетарните мъглявини нямат нищо общо с планетите.

Най-близка до нас е мъглявината Котешко око. Тя се намира на разстояние около 3300 светлинни години. Най-далечна е мъглявината Тарантула, тя е на разстояние приблизително 160000 светлинни години. Мъглявината Тарантула не е в нашата Галактика. Тя се намира в Големия магеланов облак – малка галактика, която е спътник на нашата Галактика. Останалите пет мъглявини принадлежат на нашата Галактика.

Ракообразната мъглявина, изобразена на снимка B, се е образувала в резултат от избухване на свръхнова звезда. То е наблюдавано през 1054 г. Наблюденията са отразени в старите исторически хроники на китайските астрономи. Динозаврите са изчезнали от Земята преди около 65 милиона години и не са могли да видят това явление. Кроманьонските хора са живели преди няколко десетки хиляди години и също не са могли да бъдат свидетели на избухването на свръхновата звезда.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилно посочване на имената на мъглявините – 2 т.

За класифициране на мъглявините по видове – 2 т.

За обяснение относно планетарните мъглявини – 1 т.

За посочване най-близката и най-далечната мъглявина и мъглявината, която не принадлежи на нашата Галактика – 2 т.

За обяснение на образуването на Ракообразната мъглявина – 2 т.

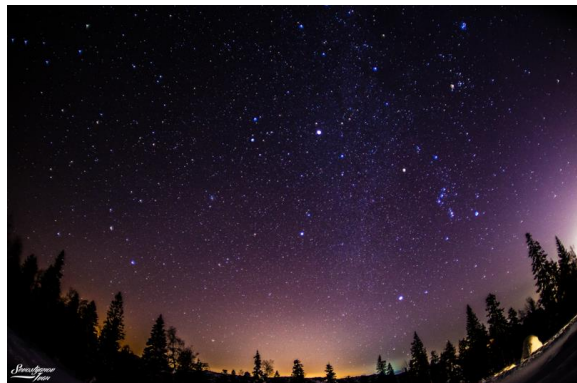
За отговор на въпроса дали избухването на свръхновата е могло да се види от динозаврите или кроманьонците – 1 т.

2 задача. Звездно небе. Дадена ви е красива снимка на звездното небе. Същата снимка можете да намерите след условията на задачите – Фиг. 1. Там тя е представена в увеличен размер и в негативно изображение. Използвайте Фиг. 1, за да решите задачата.

А) На Фиг. 1 означете 5 съзвездия, които се виждат изцяло или частично, напишете техните имена. Означете имената на 10 ярки звезди. Можете да използвате звездна карта или компютърна програма за показване на звездното небе.

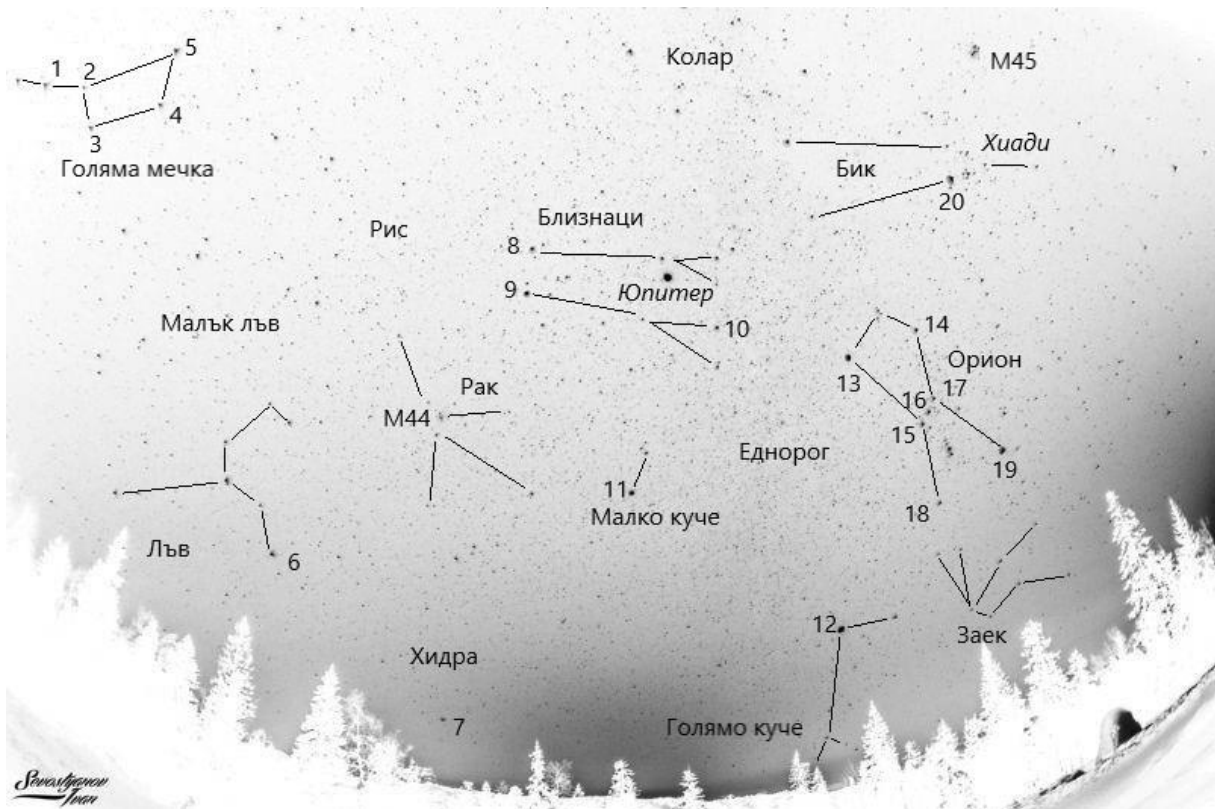
Б) В небето се виждат три звездни купа, означавани от астрономите като М44, М45 и най-близкият до нас звезден куп. Какъв вид звездни купове са те и как се наричат? Отбележете ги на Фиг. 1.

В) Вижда се и планетата Юпитер. Открийте я и я означете.



Решение:

Означаваме на снимката съзвездията и имената на ярките звезди.



На снимката с цифри са означени следните звезди:

1	Алиот	5	Дубхе	9	Полукс	13	Бетелгейзе	17	Минтака
2	Мегрец	6	Регул	10	Алхена	14	Белатрикс	18	Саиф
3	Фекда	7	Алфард	11	Процион	15	Алнитак	19	Ригел
4	Мерак	8	Кастор	12	Сириус	16	Алнилам	20	Алдебаран

Съгласно условието на задачата са достатъчни пет съзвездия и десет ярки звезди.

Звездните купове, които се виждат, са М44 в съзвездието Рак, наричан още Ясли или Пчелен кошер, М45 в съзвездието Бик, известен като Плеядите, а най-близкият до нас звезден куп е също в съзвездието Бик и се нарича Хиади. Това са разсеяни звездни купове. Означаваме ги на снимката.

Юпитер е яркото светило, което се вижда в съзвездието Близнаци.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За означаване на пет съзвездия и посочване на техните названия – 3 т.

За означаване на десет звезди и посочване на имената им – 3 т.

За означаване на трите звездни купа, посочване на имената им и определяне от какъв вид са те – 3 т.

За означаване на планетата Юпитер – 1 т.

3 задача. Лунен пейзаж. Пред вас е картина на френския художник фантаст Люсиен Рюдо. Това е гледка от повърхността на Луната. Представено е интересно астрономическо явление и по мнението на специалистите картината е нарисувана много реалистично.



- А) Какво явление се наблюдава от лунната повърхност? Опишете всички детайли.
Б) Как мислите, дали на картината е изобразен момент, близък до началото или до края на явлението? Предполагаме, че показаното на картината място се намира в северното полукълбо на Луната.
В) Какво се е виждало в същото време от Земята?

Г) Намерете и разгледайте снимки на Луната, както тя се наблюдава от Земята при това явление. Обяснете как се получава особенният цвят на Луната.

Упътване: Снимката вдясно е направена от Международната космическа станция, вижда се и една космическа совалка. Слънцето тъкмо се е скрило зад Земята. Обърнете внимание на цвета на небето близо до хоризонта.



Решение:

На картината е изобразено слънчево затъмнение, наблюдавано от лунната повърхност. Земята е закрила Слънцето. Вижда се слънчевата корона.

За наблюдател на земната повърхност Луната се движи по своята орбита от запад на изток. Луната се върти около своята ос с период равен на периода на орбиталното си движение около Земята. Затова тя остава винаги обърната към Земята с една и съща своя страна. Поради този факт, за наблюдател на лунната повърхност Земята ще остава неподвижна в небето (ако не отчитаме либрациите на Луната). Но Луната се върти около своята ос в същата посока, в която и Земята се върти около своята ос. Ето защо от лунната повърхност също ще се наблюдава видимо денонощно движение на звездното небе, включително и на Слънцето, от изток на запад. Когато наблюдателят се намира в северното полукълбо на Луната, за него Слънцето, след като изгрее от изток, се издига над южната страна на хоризонта и за този наблюдател видимото денонощно движение на Слънцето то изток на запад става отляво надясно. А Земята си остава на едно и също място в небето. Забелязваме, че от дясната страна на Земята слънчевата корона е по-ярка. Това би могло да означава, че центърът на Слънцето е видимо леко отместен надясно, т.е. на запад от центъра на Земята. Следователно вече е отминал централният момент на затъмнението. Моментът, отразен на картината е по-близо до края на пълното слънчево затъмнение. За това ни подсказват и далечните планини в десния край на картината, които вече са огрени от директна слънчева светлина.

По време на пълно лунно затъмнение, както показват и снимките, Луната може да бъде оцветена в ръждивочервен до златисто оранжев цвят. Тя може да изглежда доста ярка, въпреки че на теория се намира в сянката на Земята. Следователно по време на пълната фаза на затъмнението трябва да има някаква светлина, която да прониква в сянката на Земята и да осветява Луната в такива цветове.



Снимката, направена от Международната космическа станция, ни подсказва, че земната атмосфера се оцветява в червено близо до хоризонта, когато Слънцето е на малка дълбочина под него. Червената компонента от лъчението на Слънцето най-малко се разсейва и поглъща от земната атмосфера. Когато Слънцето е близо до хоризонта, слънчевите лъчи изминават най-дълъг път през плътните слоеве на атмосферата и този ефект се засилва – в максимална степен се загубва синята и зелената компонента от слънчевата светлина и остава оранжевата и червената. По подобни причини при

наблюдение на слънчево затъмнение от повърхността на Луната около тъмния видим диск на Земята се наблюдава тънък червен ореол. Той се вижда и на картината на художника. Именно светлината от него огрява Луната. Затова по време на лунно затъмнение, наблюдавано от Земята, Луната често е оцветена в различни оттенъци на червения и оранжевия цвят.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За определяне на явлениято, наблюдавано от лунната повърхност и описание на детайлите – 1 т.

За правилни разсъждения и отговор на въпроса дали на картината е отразено началото или краят на затъмнението – 3 т.

За отговор на въпроса какво се е виждало по същото време на Земята – 3 т.

За обяснение на цвета на Луната по време на затъмнение – 3 т.

4 задача. Космическа ваканция. Ученичката Стела живее в 2121 г. Заедно с родителите си тя разглежда виртуален каталог на космическа туристическа агенция и решава къде да пътува за коледната ваканция. Ето някои оферти от каталога:

- 1) Луксозен хотел в Океана на бурите. Триденвна разходка до кратера Коперник. Смайващи гледки.
- 2) Вълнуващи приключения из Долината на Маринер. Туристическо изкачване на Олимпус Монс.
- 3) Ски-курорт върху сняг от замръзнал метан. Плуване в езера от течен метан. Птичи полет в плътна азотна атмосфера и седем пъти по-малка сила на тежестта. Възможност за ползване на механични крила под наем.
- 4) Почивка в добре устроена изследователска база с лекции от учени вуканолози. Вълнуваща екскурзия сред мощни изригващи вулкани. Прекрасна гледка към Юпитер в небето.

Определете за кои космически тела се отнасят офертите. А вие коя от тях бихте избрали? Опишете съвсем кратко какво друго интересно бихте видели или правили по време на вашата ваканция на избрания от вас обект.

Решение:

Океанът на бурите и кратерът Коперник се намират на Луната.

Долината на Маринър и вулканът Олимпус Монс са на Марс.

Ледени планини от замръзнал метан и езера от течен метан има на Титан – най-големият спътник на Сатурн. На неговата повърхност нашето тегло би било около 7 пъти по-малко отколкото на Земята. Ето защо в неговата плътна атмосфера ние бихме могли за летим като птици, ако си закрепим за ръцете механични крила.

Прекрасна гледка към Юпитер в небето би ни се открила, ако се намираме на повърхността на някой от спътниците на гигантската планета. Изригващите вулкани ни подсказват, че това е спътникът Йо. На него има няколкостотин активни вулкани.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За разпознаване на четирите космически обекта – $4 \times 2 = 8$ т.

За посочване на предпочитаната от участника оферта и описание на допълнителни забавления, които могат да се осъществят там – 2 т.

5 задача. Слънцето в перихелий и афелий. Земята не се движи по съвсем кръгова орбита и това може да се забележи, ако внимателно измерваме видимите ъглови размери на Слънцето. На Фиг. 2 ви е дадено изображение, което съдържа две снимки на

Слънцето, заснети с един и същи телескоп. Едното изображение е получено, когато Земята се е намирала в перихелия на своята орбита, т.е. най-близо до Слънцето, а другото – в афелия на орбитата, т.е. когато Земята е била най-далеч от Слънцето. На схемата е дадено и едно от разстоянията – 147.1 милиона километра.

А) Означете на схемата, кое изображение на Слънцето е получено в перихелия и кое е в афелия на орбитата на Земята. Напишете под изображенията приблизително на кои дати Земята се намира в тези характерни точки от своята орбита.

Б) Направете необходимите измервания по изображенията и определете на какво разстояние от Земята се намира Слънцето в другата характерна точка от нейната орбита.

В) Намерете с колко километра се различават тези две разстояния от средното разстояние Земя – Слънце. Приемете, че средното разстояние е равно на 149.6 милиона километра.

Г) Лъчистата енергия, която Земята получава от Слънцето, е обратно пропорционална на квадрата на разстоянието до него. Определете с колко процента намалява тя, докато Земята се придвижва от перихелия до афелия на своята орбита.

Решение:

Изображението на Слънцето вляво на Фиг. 2 е с по-малък диаметър. Това означава, че когато е била направена тази снимка, Земята е била най-далеч от Слънцето, т.е. в афелия на своята орбита. Снимката вдясно е направена, когато Земята е била в перихелия на орбитата си. Датата от годината, на която Земята преминава през перихелия на орбитата си, е между 2 и 5 януари, а през афелия на орбитата си – между 3 и 7 юли. Следователно Земята е най-далеч от Слънцето през лятото в северното полукуълбо и е най-близо до Слънцето през зимата. Но, както знаем, климатичните изменения през различните сезони на годината се дължат на наклона на земната ос, а не на промяната в разстоянието на нашата планета до Слънцето, тъй като тази промяна е незначителна.

Измерваме диаметрите на двете изображения на Слънцето. За изображението вляво получаваме 106.4 мм, а за дясното изображение – 110 мм. Размерите на фотографираните изображения в милиметри са пропорционални на видимите ъглови размери на Слънцето в двата случая. А видимите ъглови размери са обратно пропорционални на разстоянията от Земята до Слънцето в афелий и перихелий. Следователно е в сила съотношението:

$$\frac{106.4 \text{ мм}}{110 \text{ мм}} = \frac{r_p}{r_a}$$

където с $r_p = 147.10$ милиона км и с r_a сме означили разстоянието от Земята до Слънцето в перихелий и афелий. Оттук получаваме:

$$r_a = 147.10 \times 10^6 \text{ км} \cdot \frac{110 \text{ мм}}{106.4 \text{ мм}} \approx 152.1 \times 10^6 \text{ км}$$

Сега можем да намерим с колко се различава всяко от тези две разстояния от средното разстояние между Земята и Слънцето, което е $r_0 = 149.6 \times 10^6$ км:

$$r_a - r_0 = 2.5 \times 10^6 \text{ км}$$

$$r_0 - r_p = 2.5 \times 10^6 \text{ км}$$

Да означим с E_p и E_a съответно енергията на слънчевото излъчване, която попада за единица време върху Земята време в перихелия и в афелия на земната орбита. Тези величини са обратно пропорционални на квадрата на разстоянието между Земята и Слънцето и за тяхното отношение можем да напишем:

$$\frac{E_a}{E_p} = \frac{r_p^2}{r_a^2}$$

$$\frac{E_a}{E_p} \approx 0.9353$$

Следователно лъчистата енергия, която Земята получава от Слънцето в афелий представлява 93.5% от лъчистата енергия, която тя получава от Слънцето в перихелий. Слънчевото излъчване, което достига до Земята в афелий намалява с около 7% в сравнение със слънчевото излъчване, достигащо до нашата планета в перихелий.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За означаване на изображенията в перихелий и афелий и намиране на информация за датите на преминаване на Земята през перихелия и афелия на нейната орбита – 2 т.

За измервания по снимките и правилен начин на пресмятане на разстоянието от Земята до Слънцето в афелий – 2 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

(Забележка: При отпечатването на снимките могат да се получат разлики в размерите и леко различаващи се числени отговори. Оценяването трябва да става главно по правилните разсъждения и методите на пресмятане).

За намиране на разликите между разстоянията в перихелий и афелий и средното разстояние от Земята до Слънцето – 2 т.

За правилен начина на определяне с колко процента намалява лъчистата енергия, получавана от Слънцето в афелий в сравнение с енергията в перихелий – 2 т.

За верен числен отговор – 1 т.

Тук отново могат да се получат леко различни отговори в резултат от различните стойности, получени при измерванията, но ако пресмятанията са правилни, тези отговори трябва да се оценяват като верни.

6 задача. Спешно съобщение. Да си представим далечното бъдеще. На някои спътници около Юпитер и Сатурн са построени постоянни изследователски бази. В новогодишната нощ се налага да се изпрати спешно радиосъобщение към базата около Юпитер. Съобщението се изпраща от земен оператор в космическа станция в орбита около Земята. По това време Юпитер е в източна квадратура.

Операторът обаче, уморен от празненството, изпраща радиосъобщението не към Юпитер, а към Сатурн, който се намира в противостоене, т.е. в посока, обратна на посоката към Слънцето. Приемателната станция до Сатурн, която притежава изкуствен интелект, анализира съобщението, разбира грешката и веднага, без забавяне, го препраща право към Юпитер. Станцията около Юпитер автоматично праща към Земята потвърждение, че съобщението е получено.

А) Нарисувайте схематично орбитите на Земята, Юпитер и Сатурн около Слънцето с положенията на трите планети една спрямо друга, а върху рисунката начертайте пътя, който изминават радиосъобщенията, докато последното от тях стигне до Земята.

Б) Ако земният оператор е изпратил съобщението в 2 ч. 00 мин., то в колко часа при него ще пристигне потвърждението, че съобщението е получено на Юпитер?

Приемете, че радиусът на орбитата на Юпитер е 5 астрономически единици, радиусът на орбитата на Сатурн е 9.5 астрономически единици, радиусът на орбитата на Земята е 1 астрономическа единица, а 1 астрономическа единица съдържа приблизително 150 милиона километра.

Скоростта на радиовълните, както и на светлината, е приблизително 300 000 километра в секунда. Считайте, че взаимното разположение на планетите не се променя по времето на предаването на съобщенията.



Решение:

Представяме схематично положенията на трите планети и Слънцето. Първото съобщение е изпратено от Земята към Сатурн и изминава отсечката 1-2 на схемата. Второто съобщение се изпраща от автоматичната станция около Сатурн към Юпитер и изминава отсечката 3-4. Потвърждението за полученото съобщение се изпраща от Юпитер към Земята и пътува по отсечката 5-6. Означаваме тези три отсечки на схемата съответно с x , y и z . За да определим времената, за които съобщенията достигат до своите цели, трябва да намерим дължините на трите отсечки. Означаваме радиусите на орбитите на Земята, Юпитер и Сатурн с r , r_1 и r_2 . За пътя на първото съобщение получаваме:

$$x = r_2 - r = 9.5 - 1 = 8.5 \text{ астрономически единици}$$

Можем да намерим отсечката z като приложим Питагоровата теорема към триъгълника Земя-Слънце-Юпитер:

$$r_1^2 = r^2 + z^2$$

$$z = \sqrt{r_1^2 - r^2}$$

$$z \approx 4.9 \text{ астрономически единици}$$

Използваме още веднъж Питагоровата теорема в триъгълника Земя-Юпитер-Сатурн, за да намерим отсечката y :

$$y^2 = x^2 + z^2$$

$$y = \sqrt{x^2 + z^2}$$

$$y \approx 9.8 \text{ астрономически единици}$$

Общият път, изминат от трите съобщения, ще бъде:

$$x + y + z = 23.2 \text{ астрономически единици}$$

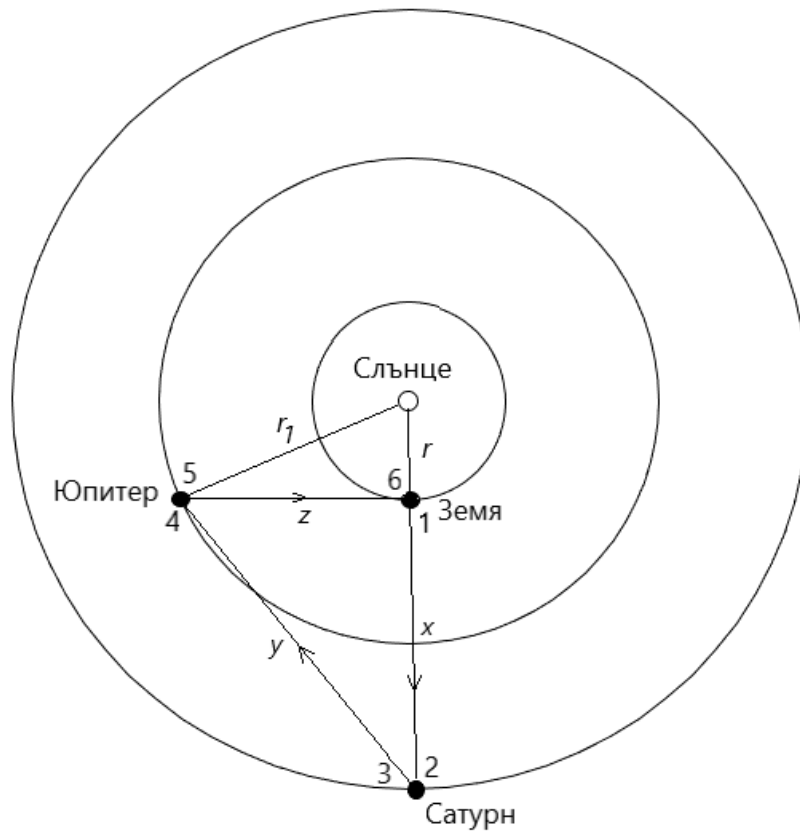
Радиосигналът изминава една астрономическа единица за време:

$$\frac{150\,000\,000 \text{ км}}{300\,000 \text{ км/с}} = 500 \text{ секунди}$$

Общото време за пътуване на трите съобщения ще бъде:

$$23.2 \times 500 \text{ с} = 11\,600 \text{ с} = 3 \text{ часа } 13 \text{ минути } 20 \text{ секунди}$$

Следователно, ако първото съобщение е изпратено от земния оператор в 2 часа, то потвърждението за получаването му на Юпитер е пристигнало на Земята в 5ч 13м 20с.



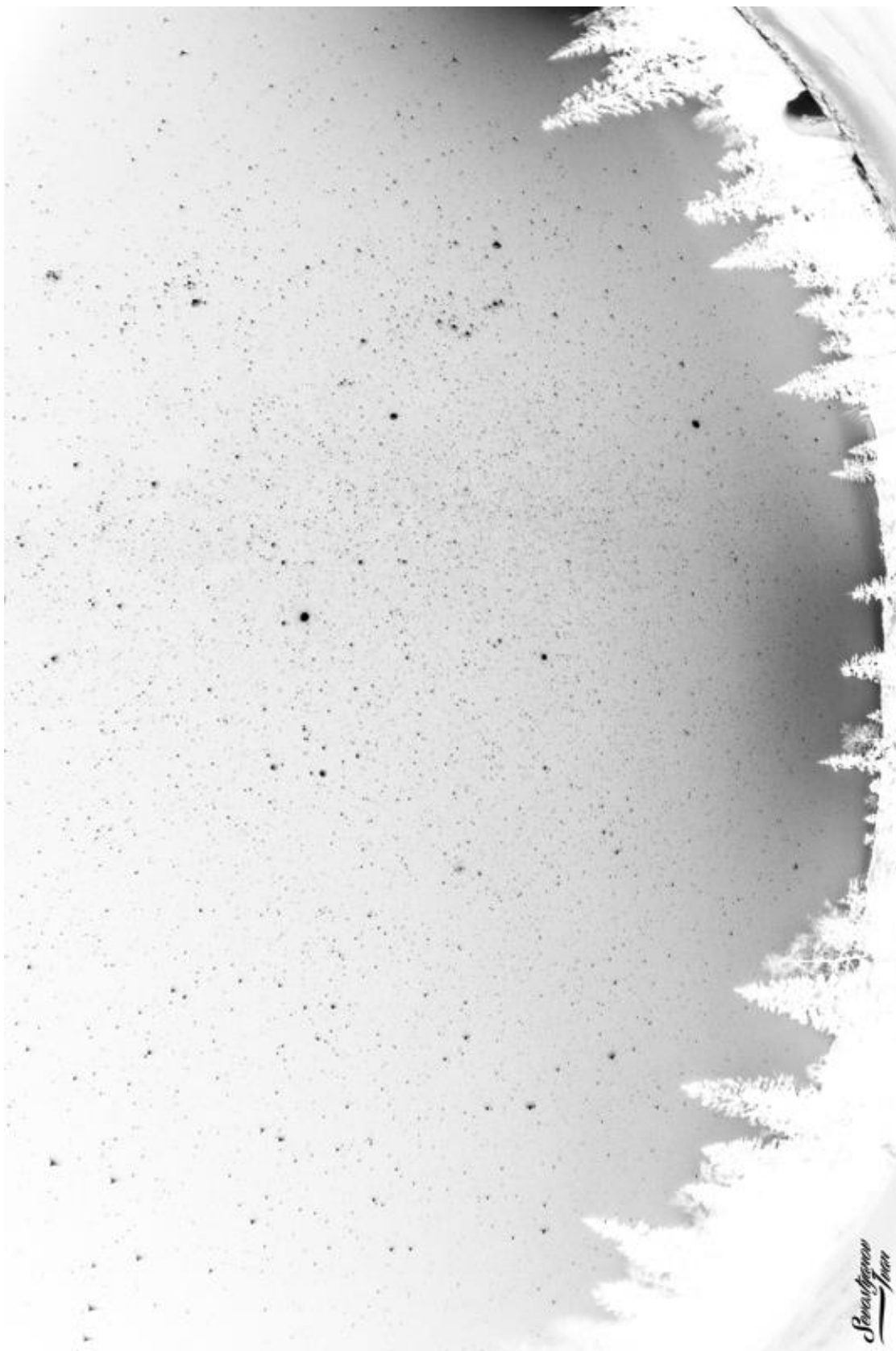
Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилна схема с разположенията на планетите – 3 т.

За начертаване на пътя на съобщенията върху схемата – 1 т.

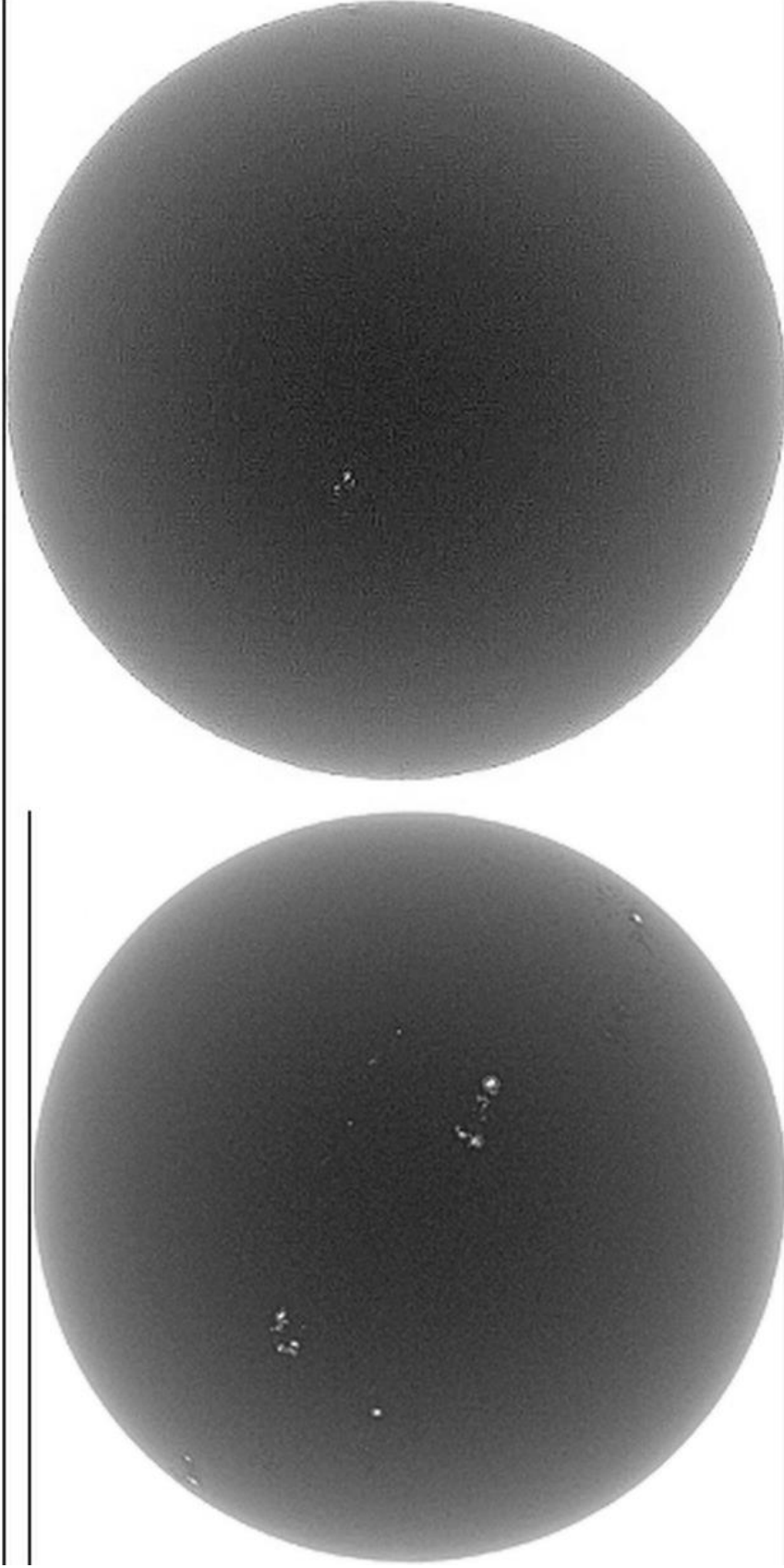
За правилен метод за определяне на времето за пътуване на съобщенията – 5 т.

За верен отговор за времето на получаване на потвърждението на Земята – 1 т.



Фиг. 1. Звездно небе – към задача 2.

*Светлин
1998*



147.10 million km

Фиг. 2. Негативно изображение на Слънцето заснето при Земята в перихелий и афелий – към запад 5