

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XXI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Общински кръг на олимпиадата по астрономия
2017 – 2018 учебна година
Възрастова група VII-VIII клас – решения

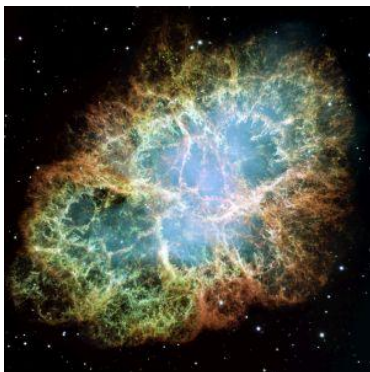
1 задача. Обекти на Месие. През XVIII век френският астроном Шарл Месие съставя каталог от небесни обекти, известен под негово име и до днес. В каталога са включени разнородни обекти, някои от които са открити от Месие. Но всъщност той не се интересувал от тях. Неговата цел била да открива нови комети, а въпросните обекти внасяли объркване в неговите търсения, тъй като на пръв поглед могли да го заблудят, че са комети. Именно затова той съставил станалия прочут по-късно каталог на тези обекти, за да не му пречат повече на истинската работа.

- А) Даден ви е списък от обекти от каталога на Месие:
M1, M13, M27, M31, M42, M44

Проучете информация за тях. Разгледайте снимки. От какъв вид е всеки от тези обекти?

- Б) Подредете обектите по отдалеченост от нас, като започнете с най-близкия.
- В) Подредете обектите по размери, като започнете с най-големия обект.

Решение:



M1. Ракообразната
мъглявина



M13. Кълбовиден звезден
куп



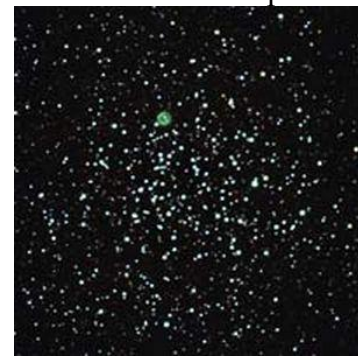
M27. Планетарната
мъглявина Гира



M31. Галактиката в
съзвездие Андромеда



M42. Голямата мъглявина в
Орион



M44. Разсеян звезден куп
Ясли

M1 е Ракообразната мъглявина – космическа мъглявина от газ и прах – остатък от избухването на свръхнова звезда, наблюдавано от древните китайци през 1054 г.

M13 е кълбовиден звезден куп, съдържащ стотици хиляди звезди, в съзвездието Херкулес.

M27 е планетарната мъглявина Гира. Планетарна мъглявина се образува от изхвърлянето на външните слоеве на звезда, достигнала края на своята еволюция, когато приключва стадият на червен гигант.

M31 е най-близката до нас голяма спирална галактика от стотици милиарди звезди, подобна на нашия Млечен път и известна като галактиката в съзвездието Андромеда (или мъглявината Андромеда).

M42, или мъглявината в Орион, е огромна мъглявина от междузвезден газ и прах, в която протичат процеси на образуване на млади звезди.

M44 е разсеян звезден куп от около 1000 звезди, известен с името Ясли или Пчелен кошер.

Подреждане на обектите по отдалеченост:

1. M44, звезден куп Ясли – 577 светлинни години; 2. M42, голямата мъглявина в Орион – 1344 светлинни години; 3. M27, планетарната мъглявина Гира – 1360 светлинни години; 4. M1, Ракообразната мъглявина – 6500 светлинни години; 5. M13, кълбовиден звезден куп в Херкулес – 22000 светлинни години; 6. M31, галактиката в Андромеда – 2.5 милиона светлинни години.

Подреждане на обектите по размери:

1. M31, галактиката в Андромеда – диаметър 220 000 светлинни години; 2. M13, кълбовиден звезден куп – 168 светлинни години; 3. M42, мъглявината в Орион – 24 светлинни години; 4. M44, звезден куп Ясли – 16 светлинни години; 5. M1, Ракообразната мъглявина – 9×13 светлинни години; 6. M27, планетарната мъглявина Гира – 2×3 светлинни години.

Забележка – посочените разстояния и размери на обектите са приблизителни и в различни източници на информация могат да се срещнат различни техни стойности. В частност, в списъка по отдалеченост второто и третото място съответно на мъглявината в Орион и мъглявината Гира могат да се окажат разменени. Затова и двата възможни варианта (2. M42; 3. M27 или 2. M27; 3. M42) следва да се считат за правилен отговор. В различни източници може да се намерят разстояния до обектите, изразени в различни мерни единици, например в светлинни години или в парсеци. При оценката на решенията следва да се взема предвид само подредбата на обектите по разстояния или по размери, но не и посочването на определени стойности за разстоянията или за размерите.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За посочване на вида на всеки обект от списъка – 4 т.

За правилно подреждане по разстояние – 3 т.

За правилно подреждане по размери – 3 т.

2 задача. Космически радиовръзки. Светлината и всички други видове електромагнитни вълни се движат със скорост 300 000 км/сек.

• А) При радиовръзката между Земята и кораба „Аполо-11“ на Луната е имало забележимо закъснение между репликите, отправяни към космонавтите и техните отговори. Пресметнете колко дълго е било това закъснение.

• Б) За колко време бихте изминали с колело разстоянието, което светлината изминава за 1 секунда? За скоростта, с която карате колело, приемете ваша оценка.

• В) Оператор от земния център за управление подава команда за завъртане на камерата към апарат, работещ на Марс. След колко време операторът ще види на своя екран реакцията на

апарата? Проучете необходимата информация и определете минималното и максималното време на това закъснение в зависимост от разстоянието между Марс и Земята.

Решение:

Разстоянието от центъра за управление на мисията на Земята до спускаемия апарат с космонавтите на Луната се е променяло в зависимост от моментното разстояние Земя-Луна при движението на Луната по нейната елиптична орбита, а също и от моментното разположение на центъра за управление при околоосното въртене на Земята. Би следвало да се отчита и разположението на мястото на кацане на космонавтите на повърхността на Луната. Ще дадем приблизителен отговор, като считаме, че въпросното разстояние се равнява на средното разстояние между центровете на Луната и Земята – 385 000 км. Да приемем, че от Земята в някакъв момент се отправя въпрос към космонавтите на Луната. Те ще го чуят със закъснение:

$$385\,000\text{ км} / 300\,000\text{ км/с} \approx 1.28\text{ с.}$$

Ако космонавтите отговорят веднага на въпроса, то отговорът им ще пътува още толкова време обратно до Земята. Следователно закъснението между отправянето на въпроса от Земята и получаването на отговора на космонавтите в центъра за управление ще бъде:

$$2 \times 1.28\text{ с.} = 2.56\text{ с.}$$

Като имаме предвид неточността, с която отчитаме разстоянието, можем да кажем, че закъснението е било около 2.6 секунди.

Да приемем, че по време на спокойна велосипедна разходка по хубав път скоростта ни е около 15 км/ч. За 1 секунда светлината изминава 300 000 км. С колело ние ще изминем такова разстояние за време:

$$300\,000\text{ км} / 15\text{ км/ч.} = 20\,000\text{ часа}$$

Можем да превърнем този интервал в по-големи мерни единици, например:

$$20\,000\text{ часа} / 24 \approx 833.33\text{ дни} / 365.25 \approx 2.28\text{ години} \approx 2\text{ год. } 103\text{ дни}$$

Разстоянието между Земята и Марс се променя в зависимост от взаимното разположение на двете планети и конкретните им положения по техните елиптични орбити, особено на Марс, чиято орбита е значително издължена елипса. Минималното разстояние ще се получи в момент, когато Марс е в противостояние и едновременно с това в перихелия на своята орбита (велико противостояние). Разстоянието от Марс до Слънцето в перихелий е 206.7×10^6 км. Не ни е известно какво е точно разстоянието от Земята до Слънцето в момент на такова велико противостояние на Марс, но нека приемем, че то се равнява на средното разстояние Земя-Слънце, което е 149.6×10^6 км. Тогава разстоянието от Земята до Марс ще бъде:

$$206.7 \times 10^6 - 149.6 \times 10^6 = 57.1 \times 10^6\text{ км}$$

Радиосигналът от оператора на Земята към Марс ще стигне за време:

$$57.1 \times 10^6 / 300\,000\text{ км/с} \approx 190\text{ сек.} \approx 3\text{ мин. } 10\text{ сек.}$$

Видеосигналът с реакцията на космическия апарат на Марс ще достигне до Земята за още толкова време. Следователно операторът ще види тази реакция със закъснение от 380 секунди или 6 мин. 20 сек.

Максималното разстояние от Земята до Марс ще бъде, когато Марс е в съединение и едновременно с това в афелия на своята орбита. Разстоянието от Марс до Слънцето в афелий е 249.2×10^6 км и в такъв случай разстоянието между Марс и Земята ще е:

$$249.6 \times 10^6 + 149.6 \times 10^6 = 399.2 \times 10^6\text{ км}$$

Радиосигналът от оператора на Земята към Марс ще стигне за време:

$$399.2 \times 10^6 / 300\,000\text{ км/с} \approx 1331\text{ сек.} \approx 22\text{ мин. } 11\text{ сек.}$$

Видеосигналът с реакцията на космическия апарат на Марс ще достигне до Земята за още толкова време. Следователно операторът ще види тази реакция със закъснение от 2662 секунди или 44 мин. 22 сек.

Може да се намери пряка информация и за по-точните стойности на максималното и минималното възможно разстояние между Земята и Марс – 55.76×10^6 км и 400.2×10^6 км. Тогава съответните времена на закъснение на сигнала от космическия апарат ще бъдат 6 мин. 12 сек. и 44 мин 28 сек. Но при оценяването на решението следва да се присъждат пълен брой точки и при гореописания по-неточен вариант.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За пресмятане на закъснението на репликите на космонавтите на Луната – 3 т.

За определяне на времето за изминаване на 300 000 км с колело – 3 т.

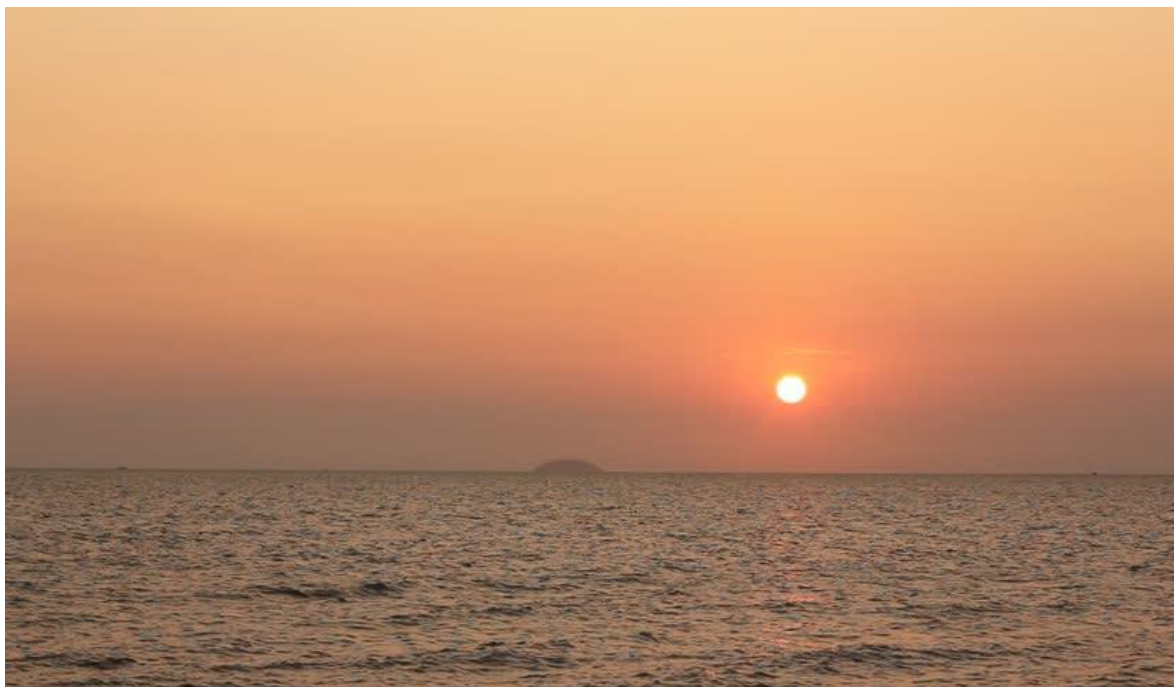
За правилна идея при какви конфигурации на Марс разстоянието между него и Земята ще бъде минимално и максимално – 1 т.

За отчитане на факта, че орбитата на Марс не е кръгова – 1 т.

За пресмятания на времето на закъснение на реакцията на космическия апарат в двата случая – 2 т.

3 задача. Чуждопланетно слънце. Около далечна звезда, много подобна на Слънцето, в съзвездието Голяма мечка е открита планета, която се движи по силно изтеглена елипса. В най-далечната точка от своята орбита планетата се намира на разстояние от звездата 0.876 AU (астрономически единици), а в най-близката точка – на 0.0301 AU.

• Дадена ви е снимка на слънчев изгрев над океана. Представете си, че така изглежда собственото слънце на разглежданата екзопланета, когато тя е най-далеч от него. Направете нужните пресмятания и нарисуйте върху снимката слънцето, както ще изглежда, когато планетата е най-близо до него.



Решение:

Най-далечното разстояние от планетата до звездата е само малко по-малко от една астрономическа единица. Понеже звездата има приблизително същите параметри като нашето Слънце, то тогава в небето на планетата тази звезда ще се вижда подобно на това как от Земята

ние виждаме Слънцето. Най-далечното разстояние и най-близкото разстояние от планетата до нейното слънце се намират в отношение:

$$0.876 \text{ AU} / 0.0301 \text{ AU} \approx 27.8$$

Следователно, когато планетата е най-близо до своето слънце, то ще има 27.8 пъти по-голям видим ъглов диаметър.

Измерваме върху снимката диаметъра на Слънцето. Той е 4 мм. При минимално разстояние на планетата звездата трябва да се изобрази на снимката като кръг с диаметър $4 \text{ мм} \times 27.8 \approx 111 \text{ мм}$. Естествено, той няма да се събере върху снимката. Ще изглежда, както е показано на фигурата по-долу. Както се вижда, за наблюдател на повърхността на тази планета ще бъде доста впечатляващо, но и извънредно горещо.



Критери за оценяване (общо 10 т.):

За правилен теоретичен подход на определяне на максималния размер на звездата в зависимост от разстоянието на планетата до нея – 3 т.

За измервания, определяне на мащаба и размера на звездата върху снимката в милиметри – 5 т.

За начертаване на кръга и извода, че той излиза извън рамките на снимката – 2 т.

4 задача. Пътешествие във времето. Свръхзвуковите пътнически самолети „Конкорд“, произведени по англо-френски проект, са летели през втората половина на XX век. Те са се движили със скорост 2180 км/ч. С такъв самолет разстоянието от Ню Йорк в САЩ до Мелбърн в Австралия може да се прелети само за 8 ч. 09 мин.

• А) По какъв маршрут е по-изгодно да лети самолетът – над Съединените щати и Тихия океан, или над Атлантическия океан, Европа и Азия?

- Б) Гражданин на Ню Йорк решава да празнува Коледа и Нова година със свои роднини в Мелбърн. Той пътува със самолет „Конкорд“, който излита от Ню Йорк на 23.XII. в 10 ч. 00 мин. Колко часа ще показват часовниците на австралийците, когато самолетът кацне в Мелбърн?
- В) Американецът посреща Нова година в Австралия, но поради изчерпване на билетите за по-удобни полети, той тръгва със самолет от Мелбърн на 1 януари рано сутринта в 06 ч. 30 мин. Коя дата и колко часа ще бъде за неговите приятели в Ню Йорк, когато пристигне там?

Решение:

Ако разгледаме един земен глобус, лесно ще се убедим, че пътят от Ню Йорк над територията на САЩ и след това над Тихия океан до Мелбърн е по-кратък отколкото от Ню Йорк над Атлантическия океан и после над Европа и Азия.

Поясното време на Ню Йорк се равнява на Гринуичкото време минус 5 часа, а поясното време на Мелбърн – на Гринуичкото време плюс 10 часа. В 10 ч. 00 мин. на 23.XII., когато самолетът излита от Ню Йорк, по Гринуичко време ще бъде 10 ч. 00 мин. + 5 ч. = 15 ч. 00 мин. По това време в Мелбърн ще бъде 15 ч. 00 мин. + 10 ч. = 25 ч., или 01 ч. 00 мин на следващата дата 24.XII. Самолетът ще кацне в Мелбърн след 8 ч. 09 мин., което ще бъде в 09 ч. 09 мин. по часовниците на жителите на този австралийски град.

На 1 януари в 06 ч. 30 мин. американският гост тръгва със самолет от Мелбърн обратно за Ню Йорк. За да пресметнем по-лесно в колко часа е излитането на самолета по Гринуичко време, нека първо прибавим 24 часа към 06 ч. 30 мин. Получаваме за Гринуичкото време 30 ч. 30 мин. – 10 ч. = 20 ч. 30 мин. на предната дата 31.XII. По поясното време на Ню Йорк тогава ще бъде 20 ч. 30 мин. – 5 ч. = 15 ч. 30 мин. Самолетът ще лети 8 ч. 09 мин. и ще кацне в Ню Йорк в 15 ч. 30 мин. + 8 ч. 09 мин. = 23 ч. 39 мин. на 31.XII. Следователно американецът ще се върне не само в родната си страна, но и в предишната година, макар и за малко. След 21 минути той отново ще посрещне настъпването на Новата година.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информацията относно поясните времена и часовата разлика между Ню Йорк и Мелбърн – 2 т.

За правилен начин на пресмятане на времето на кацане на самолета в Мелбърн и съобразяване на промяната на датата – 3 т.

За верен числен резултат – 1 т.

За правилен начин на пресмятане на времето на връщане в Ню Йорк – 2 т.

За съображението, че пътешественикът ще се върне в предната дата и в предната година – 1 т.

За правилно изчисление на часа – 1 т.

5 задача. Глава на вещица. На снимката виждате мъглявината „Глава на вещица“. С малко въображение можете да различите профила на вещицата с окото, носа и устата. Мъглявината се състои от космически газ и прах. Тя се осветява от изключително ярката звезда Ригел, която е горе вдясно на снимката.

- А) Мъглявината „Глава на Вещица“ и звездата Ригел са на разстояние 900 светлинни години от нас. Видимото ъглово разстояние между звездите, означени с 1 и 2 на снимката, е 2.5 градуса. Направете необходимите измервания и определете за колко време светлината на звездата Ригел достига до върха на носа на вещицата.

- Б) Оценете дължината на носа на вещицата в светлинни години.



Решение:

Измерваме разстоянието между звездите 1 и 2, което се оказва равно на 81 мм. Така получаваме мащаб, чрез който можем да превръщаме разстоянията от снимката, изразени в милиметри, във видими ъгли разстояния, изразени в градуси. Измерваме разстоянието от центъра на изображението на звездата Ригел до върха на носа на вещицата и то е 69 мм. Ъгловото разстояние между Ригел и върха на носа на вещицата ще бъде:

$$69 \text{ мм} \times 2.5^\circ / 81 \text{ мм} \approx 2.13^\circ$$

Тъй като мъглявината и звездата Ригел са еднакво отдалечени от нас на 900 ly (светлинни години), а ъгловото разстояние от 2.13° е твърде малко, то за да намерим линейното разстояние между Ригел и върха на носа на вещицата, използваме приближената формула, свързваща ъглите и линейните размери на един обект и разстоянието до него. Така получаваме:

$$900 \text{ ly} \times 2.13^\circ \times \pi / 180^\circ \approx 33 \text{ ly (светлинни години)}$$

Следователно светлината от звездата Ригел достига до върха на носа на вещицата за около 33 години.

Аналогично за дължината на носа на вещицата намираме първо в ъгли единици:

$$10 \text{ мм} \times 2.5^\circ / 81 \text{ мм} \approx 0.31^\circ$$

След това пресмятаме в светлинни години:

$$900 \text{ ly} \times 0.31^\circ \times \pi / 180^\circ \approx 5 \text{ ly (светлинни години)}$$

В рамките на шегата можем да поразсъждаваме как ли ще изглежда ако „вещицата“ кихне и колко ли време ще продължи това ...

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За измерване и определяне на ъгловия мащаб – 2 т.

За измерване и определяне на ъгловото разстояние от края на носа на вещицата до Ригел – 2 т.

За определяне на линейното разстояние от звездата до върха на носа – 2 т.
За заключение относно времето на пътуване на светлината – 1 т.
За измерване и определяне на ъгловата дължина на носа – 2 т.
За пресмятане на дължината на носа в светлинни години – 1 т.

6 задача. Метеорен поток. Намерете информация и проучете какво представляват метеорите, метеорните потоци, от какви космически тела се поражда метеорните роеве и какво е метеорен радиант.

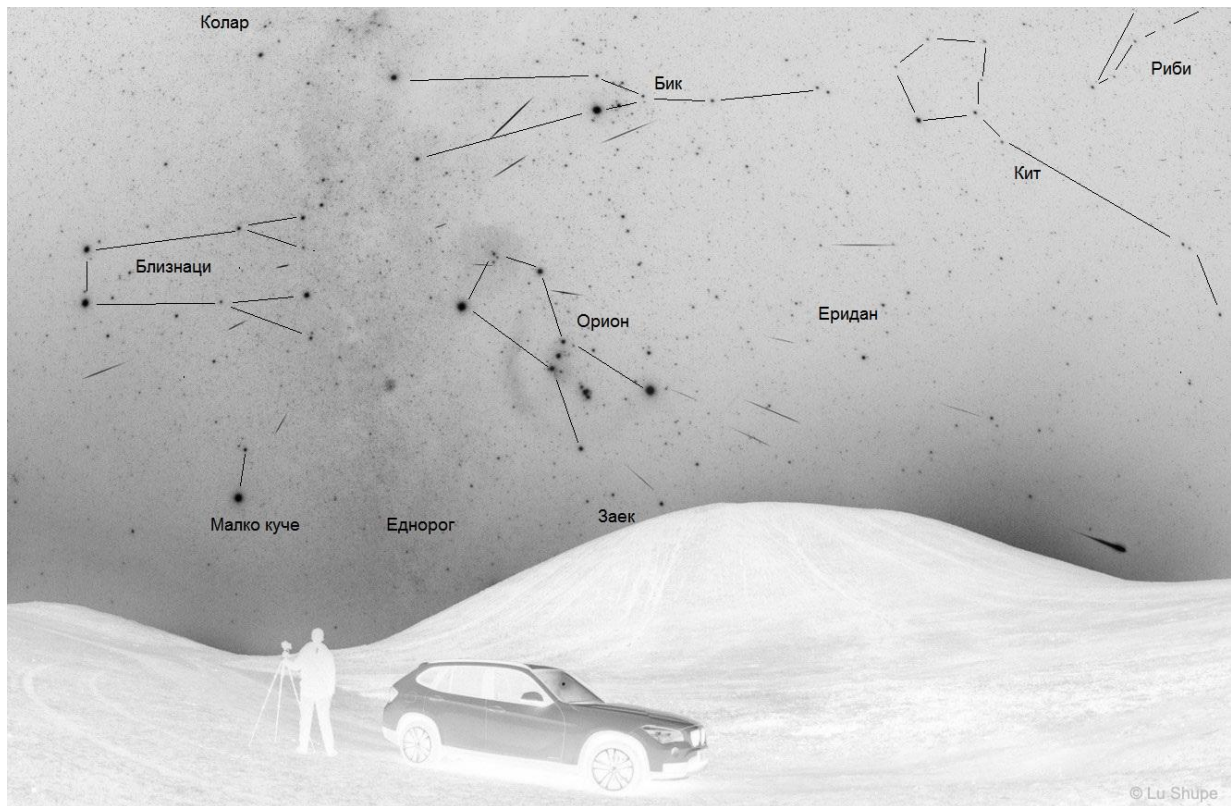


Дадено ви е негативно изображение на звездното небе и множество метеори от активен метеорен поток.

- А) Означете върху изображението поне три съзвездия.
- Б) С помощта на линейка и молив постройте радианта на метеорния поток.
- В) В кое съзвездие се намира радиантът? Като знаете, че метеорните потоци получават названията си по съзвездията, в които са техните радианти, определете кой е метеорният поток, който е фотографиран.

Решение:

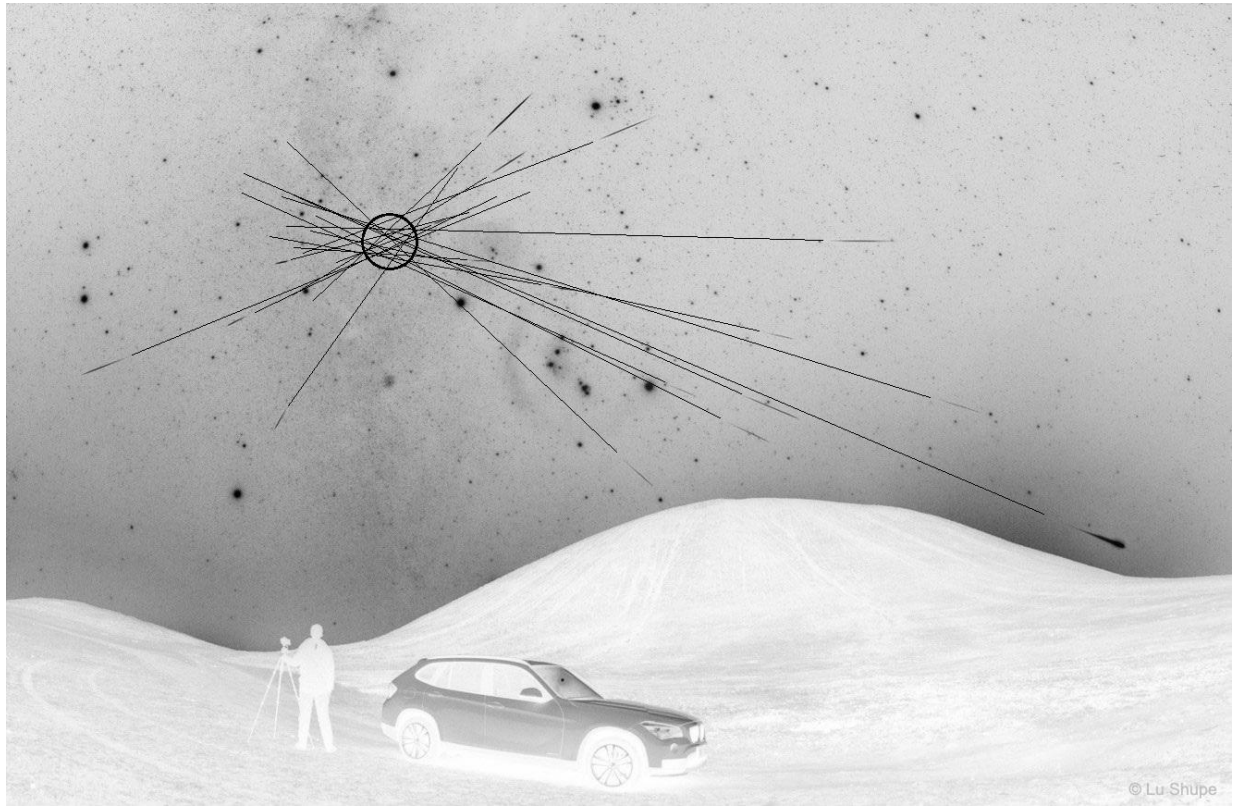
На фиг. 1 са означени съзвездията, които се виждат, включително и онези от тях, от които върху снимката попадат само определени части. От участниците в олимпиадата се иска да означат само три от тези съзвездия.



Фиг. 1. Съзвездия.

Метеорните тела или частици са отломъци от скално вещество или лед, които се движат в междупланетното пространство. Метеорите са светлинни явления, породени от навлизането на метеорни тела в земната атмосфера. Поради високите скорости на метеорните тела, на височина около 80 – 100 км над земната повърхност във въздуха се предизвиква светене. (Метеорните частици се движат с космически скорости, многократно надвишаващи скоростта на звука. Когато навлязат в достатъчно плътните слоеве на земната атмосфера, при движението им се пораждат ударни вълни, предизвикващи изключително рязко вплътняване на въздуха, при което той се нагрява до няколко хиляди градуса температура. Това обяснение се дава тук за информация, но не се изисква от участниците). Метеорен поток се наблюдава, когато при движението си по своята орбита Земята пресича някой метеорен рой. Роевете от метеорни частици са останки от разрушаващи се комети. Метеорните частици, принадлежащи на определен рой, влизат в земната атмосфера по почти успоредни траектории. Затова при наблюдение на метеорен рой метеорите сякаш се разлитат от една точка, наречена радиант. Това е явление на перспективата, подобно на случая, когато успоредните железопътни релси ни се струва, че се събират в една точка на хоризонта.

С молив и линейка продължаваме назад траекториите на метеорите върху снимката. Радиантът никога не е точка, затова тези продължения се събират и пресичат в една област от небето, която е означена с кръг на Фиг. 2. В тази област е радиантът на наблюдавания метеорен поток. Виждаме, че той се намира в район, където граничат съзвездията Орион, Близнаци и Бик, но внимателна справка със звездна карта ни показва, че радиантът е в рамките на съзвездието Орион. Следователно наблюдаваният поток трябва да се нарича Ориониди. Действително, това е снимка на метеори от потока Ориониди, действащ във втората половина на октомври.



Фиг. 2. Радиант на Орионидите.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За означаване на картата и посочване на имената на три съзвездия – 3 т.

За построяване на радианта и показано разбиране какво представлява метеорен поток и метеорен радиант – 5 т.

За посочване в кое съзвездие е радиантът и определяне кой е бил метеорният поток – 2 т.