

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

I кръг
Ученици от 7-8 клас – решения

1 задача. Космически обекти. Дадена ви е таблица с имената на девет космически обекта. Следващите три колони трябва да попълните вие, като проучите нужната ви информация в интернет или други източници. Във втората колона посочете от какъв тип е всеки обект – планета от Слънчевата система, планета джудже, спътник на планета, астероид или екзопланета. В третата колона напишете средното разстояние на обекта от Слънцето в подходящи мерни единици – астрономически единици или светлинни години. Непременно отбележете в какви мерни единици сте дали разстоянието. В четвъртата колона напишете накратко какво означава името на обекта.

Решение:

Име		Тип	Разстояние от Слънцето	Значение на името
Психея	Psyche	астероид	2.92 au	Древногръцка богиня на душата
Куаоар	Quaoar	планета джудже	43.69 au	Бог създател на света на индианското племе Тонгва в Калифорния
Бендида	Bendida	екзопланета	850 ly	Великата богиня майка на траките
Хиперион	Hyperion	Спътник на Сатурн	9.5 au	Титан от древногръцката митология
Макемаке	Makemake	планета джудже	45.4 au	Богът създател на хората в митологията на племето Рапануй, населяващо Великденския остров
Бамбарууш	Bambaruush	екзопланета	912 ly	Монголско мече от пустинята Гоби
Уран	Uranus	планета от Слънчевата система	19.2 au	Древногръцки бог на небето, от най-древното поколение богове
Велес	Veles	екзопланета	262.8 ly	Бог на земята, водите и подземния свят в славянската митология
Рюгу	Ryugu	астероид	1.2 au	Вълшебен подводен дворец на драконите в японския фолклор

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За посочване на вида на деветте обекта – 3 т.

За посочване на разстоянието до Слънцето на обектите – 3 т.

За посочване на произхода на имената на деветте обекта – 4 т.

2 задача. В търсене на Дядо Коледа. Вие разполагате със самолет, който изминава 1000 км за един час. Решили сте да посетите работилницата на Дядо Коледа. Тръгвате от Бургас (географска ширина 42.5° с.ш.), летите на север и след 2 часа стигате до финландския град Котка (60.5° с.ш.).

Оттам продължавате още на север към Рованиеми (66.5° с.ш.) – прочут град, свързан с Дядо Коледа. Но не намирате там работилницата му и се отправяте към северния полюс.

Кацате върху ледена плоча, наоколо е само сняг. Към вас обаче се приближава голям бял мечок и ви прошепва на ухото истинското място – градчето Уманак (Uumanaq) в Гренландия ($70^\circ 40'$ с.ш.). Достигате дотам и откривате къщата на Дядо Коледа. Пред нея стои голяма пощенска кутия, където се получават писмата от децата.



- А) Общо колко километра път сте изминали с вашия самолет?
- Б) Вие тръгвате на 22 декември в 9 ч. 30 мин. от Бургас и при всяко междинно кацане на самолета престоявате по 1 час. Когато се озовете в Уманак ден ли ще бъде или нощ?

Решение:

Първо намираме разликата между географските ширини на градовете Бургас и Котка:

$$60.5^\circ - 42.5^\circ = 18^\circ$$

Самолетът полита от Бургас право на север и изминава тези 18° по географска ширина за 2 часа със скорост 1000 км/ч. Следователно разстоянието между Бургас и Котка е равно на 2000 км, а на един градус по географска ширина съответства разстояние:

$$2000 \text{ км} / 18^\circ \approx 111.11 \text{ км}$$

От Котка самолетът достига до северния полюс, движейки се отново право на север. Разстоянието, което той прелита, ще бъде:

$$(90^\circ - 60.5^\circ) \times 111.11 \text{ км} \approx 3\,277.75 \text{ км}$$

Според напътствието на белия мечок от северния полюс самолетът се отправя към град Уманак в Гренландия. Географската ширина на този град е:

$$70^\circ 40' \approx 70.667^\circ$$

Прелетяното разстояние ще бъде:

$$(90^\circ - 70.667^\circ) \times 111.11 \text{ км} \approx 2\,148.09 \text{ км}$$

Общият път, изминат от самолета, е:

$$2000 + 3277.75 + 2148.09 \approx 7425.84 \text{ км}$$

Междинните кацания на самолета са три – в град Котка, в Рованиеми и на северния полюс. При тях са правени почивки от по 1 час. Следователно общото време на пътешествието е:

$$\frac{7425.84 \text{ км}}{1000 \text{ км/ч}} + 3 \text{ ч. (почивки)} \approx 10.42 \text{ часа} \approx 10 \text{ ч. } 26 \text{ мин.}$$

Денят, в който се извършва това пътешествие, е 22 декември – денят на зимното слънцестояние. Географската ширина на Уманак е $70^\circ 40'$. Това означава, че градът се намира по на север от северната полярна окръжност, чиято географска ширина е $66^\circ 34'$.

На тази дата и в определен брой дни около нея в Уманак въобще няма да изгрява Слънцето – там ще бъде непрекъснато нощ. Следователно при пристигането на самолета в Уманак ще бъде нощ.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За определяне на разстоянията от Бургас до Котка и до северния полюс – 3 т.

За определяне на разстоянието от северния полюс до Уманак – 2 т.

За определяне на общото пропътувано разстояние – 1 т.

За определяне на общата продължителност на пътешествието – 2 т.

За правилен отговор дали в Уманак ще бъде ден или нощ и обяснение – 2 т.

3 задача. На ръба на Луната

Луната обикаля около Земята с период 27.3 дни, но сменя своите фази с период 29.5 дни (средно време между две последователни пълнолуния, известно още като „синодичен месец“).

В дадена година Луната е във фаза пълнолуние на 2 януари.

А) На коя дата през януари същата година Луната ще е в последна четвърт? Отговорете с точност до 1 ден и се обосновайте.

Б) На коя дата през месец октомври същата година Луната ще е в пълнолуние? Отговорете с точност до 2 дни и се обосновайте.

В) В момента на януарското пълнолуние започва окултация (покритие) на звездата А от Луната. Звездата се наблюдава на източната (лявата) граница на видимия лунен диск. А в момента на октомврийското пълнолуние звездата В се наблюдава също на „левия ръб“ на Луната. На колко градуса по небето отстои звездата В от звездата А? Отговорете с точност до 2 градуса. Упътване: Представете си различните положения, които Земята има по своята орбита в различни моменти от годината. Припомнете си къде се намира Луната, когато е в пълнолуние, спрямо Земята и Слънцето.

Г) Някаква друга звезда С е на 90 градуса от Слънцето на 2 януари. Ако разстоянието от нас до звездата А е 100 парсека, а до звездата С е 200 парсека, то какво приблизително е разстоянието между звездите А и С в космическото пространство? Използвайте Питагоровата теорема.

Наклонът на лунната орбита спрямо земната орбита да се пренебрегне.

Решение:

А) Времето от пълнолунието до следващата последна четвърт е $1/4$ от синодичния месец, т.е. $1/4 \times 29.5 \text{ d} = 7.375$ дни. Добавяйки това към 2 януари, получаваме, че моментът на последна четвърт ще бъде на 9 януари или 10 януари. **(2т.)**

Б) Пълнолунията се случват през един синодичен месец. От януари до октомври има 9 пълни месеца. Но тъй като 2 януари е в началото на месеца, а синодичният месец е по-кратък от календарния, ако добавим 9 синодични месеца, ще получим дата през септември. Поради това, търсим дата след 10 синодични месеца, т.е. $10 \times 29.5 \text{ d} = 295$ дни след 2 януари. Сумираме дните до края на януари (29) + февруари (28) + март (31) + април (30) + май (31) + юни (30) + юли (31) + август (31) + септември (30) = 271 дни общо до 30 септември и намираме останалите $295 - 271 = 24$ октомври. Ако годината е високосна, февруари има 29 дни и датата ще бъде 23 октомври. **(3т.)**

В) Всяка от двете звезди е на един видим лунен радиус вляво от центъра на Луната. Следователно, ъгловото разстояние между двете звезди е равно на ъгловото разстояние между центъра на Луната през януарското и центъра на Луната през

октомврийското пълнолуние. При пълнолуние Луната е приблизително на 180 градуса срещу Слънцето. Следователно, ъгловото разстояние между тези две положения на Луната ще бъде приблизително равно на ъгловото разстояние между центъра на Слънцето по време на януарското пълнолуние и центъра на Слънцето по време на октомврийското пълнолуние. Положението на Слънцето по еклиптиката зависи от положението на Земята по орбитата. За около 365.25 дни Земята се завърта на 360° по орбитата. За 295 дни (времето между двете пълнолуния) Земята ще се завърти по орбитата си на ъгъл $(295/365.25) \times 360^\circ = 290.8^\circ$. Същият път (290.8°) ще измине Слънцето по еклиптиката в посока изток. Следователно, 295 дни по-късно Слънцето ще е на разстояние $360^\circ - 290.8^\circ = 69.2^\circ$ приблизително на запад от началното положение. Това е и приблизителното ъглово разстояние между звездите А и В. (2т.)

Г) На 2 януари, при пълнолуние, ъгълът Слънце (S) – Земя (E) – Луна (L) е приблизително 180° . Ако звезда С е на 90° от Слънцето ($SEC = 90^\circ$), а звезда А е приблизително в посока на Луната ($SEA = 180^\circ$), то ъгъл $AEC = SEA - SEC = 180^\circ - 90^\circ = 90^\circ$. В правоъгълния триъгълник АЕС имаме страни $AE = 100$ рс, $CE = 200$ рс. Можем да пресметнем разстоянието АС по Питагоровата теорема (валидна за правоъгълни триъгълници):

$$AC = \sqrt{AE^2 + CE^2} = 223.6 \text{ рс}$$

(3т.)

4 задача. Метеорен поток. Виждате снимка направена по време на максималната активност на един метеорен поток през 2022-ра година. При решаването на задачата използвайте увеличеното негативно изображение, дадено след условията на задачите.



• А) Запишете имената на поне пет съзвездия, които се виждат на кадъра. Означете техните положения на снимката.

• Б) Запишете имената на осемте най-ярки звезди, които се виждат на снимката. Подредете ги по реда на намаляване на техния блясък. При кои от тези звезди бихме могли да наблюдаваме промени на техните места в това подреждане в рамките на няколко години?

• В) Кой обект от Слънчевата система се вижда на снимката? Означете го върху нея.

• Г) Опитайте се да определите в кое съзвездие се намира точката от небето, в която се пресичат следите на метеорите. Тя се нарича радиант на метеорния поток и се получава, чрез продължаване на метеорните следи и пресичането на тези продължения. Какво е най-вероятното име на заснетия метеорен поток?

Решение:

А) Пет съзвездия, които се виждат на дадената снимка са: Орион, Бик, Близнаци Малко куче и Голямо куче. Също така виждат се съзвездията: Еридан, Заек, Еднорог, Рак и Кърма.

На схемата в края на решението са показани техните положения.

Б) Осемте най-ярки звезди на снимката, подредени в ред на намаляване на тяхната яркост са: Сириус, Канопус, Ригел, Процион, Бетелгейзе, Алдебаран, Полукс, Адара.

Поради своята променливост, звездите Бетелгейзе и Алдебаран биха могли да променят своите места в подреждането. В максимума на своя блясък, Бетелгейзе би

могла да стане по-ярка от Ригел, т.е. да заеме трето място. В минимума на своя блясък, тя може дори да не попадне в осемте най-ярки звезди, заснети в този кадър. От своя страна, когато Алдебаран има максимален блясък, може да бъде по-ярък от Бетелгейзе, т.е. да заеме шесто място. В минимума на своя блясък, той все още е по-ярък от Полукс, т.е. запазва седмото си място.

Бетелгейзе е червен свръхгигант, а Алдебаран е червен гигант. И двете звезди променят своя блясък поради пулсациите, които извършват.

В) В средата на горната част на кадъра се вижда един много ярък обект, който не може да бъде отгъждествен с нито една звезда. Също така можем да забележим, че този обект има добре забележим червен цвят. Най-вероятно това е планетата Марс и в момента, в който е направена снимката, тази планета е била близо до противоположен, спрямо Земята.

Г) Продължаваме следите, оставени от няколко метеора, към точката, в която би трябвало да се събират. За по-добра точност, избираме метеори, чиито следи сключват възможно най-големи ъгли помежду си, т.е. разпределени са във всички части на кадъра. Забелязваме, че точката, в която те се пресичат, лежи малко извън снимката. Вглеждайки се по-внимателно, можем да установим, че в областта от небето, където тази точка лежи, се намира съзвездието Лъв. Поради това вероятното име на заснетия метеорен поток е Леониди.

Действително кадърът е получен по време на максимума активността на метеорния поток Леониди през 2022 г. от провинция Хайнан, Китай.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За изброяване на пет съзвездия, видими на кадъра – 1 т (5 x 0.2 т).

За означаването им на снимката - 1 т (5 x 0.2 т).

За правилно подреждане в ред на намаляване на яркостта на осемте най-ярки звезди на кадъра – 1 т.

За правилен отговор кои звезди могат да променят мястото си в подреждането – 1 т (2 x 0.5 т).

За обяснение на това кои места могат да заемат тези звезди – 1 т.

За правилен отговор кой е обектът от Слънчевата система, който е заснет на кадъра – 1 т.

За означаването на положението му – 1 т.

За графично установяване на положението на точката, в която се пресичат продълженията на следите на няколко метеора – 1 т.

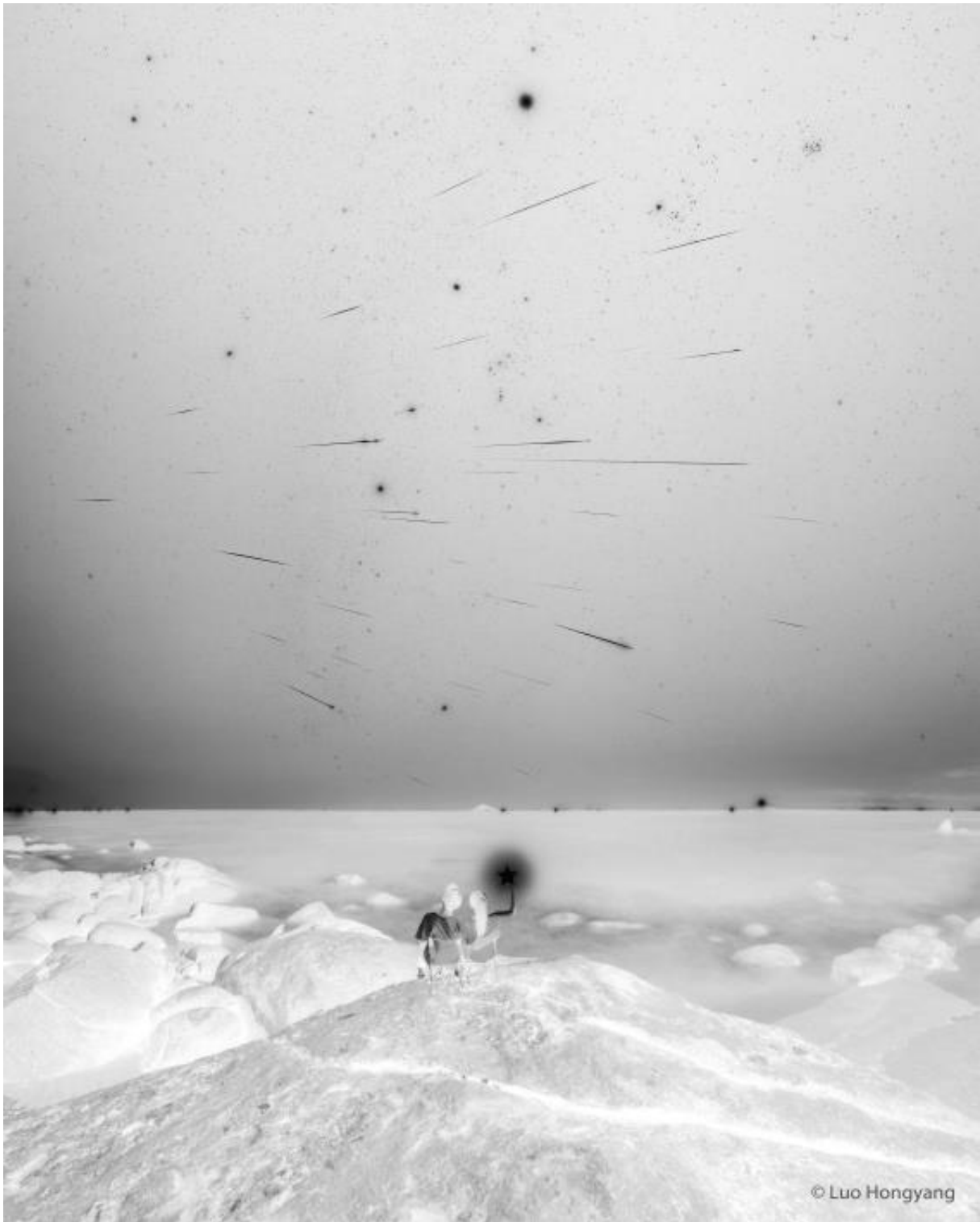
За правилен извод относно това в коя област на небето се намира точката, в която става това пресичане (радиантът) – 1 т.

За правилен извод относно най-вероятното име на метеорния поток – 1 т.



Таблица към 1 задача

Име		Тип	Разстояние от Слънцето	Значение на името
Психея	Psyche			
Куаоар	Quaoar			
Бендида	Bendida			
Хиперион	Hyperion			
Макемаке	Makemake			
Бамбарууш	Bambaruush			
Уран	Uranus			
Велес	Veles			
Рюгу	Ryugu			



© Luo Hongyang

Метеорен поток – към 4 задача.