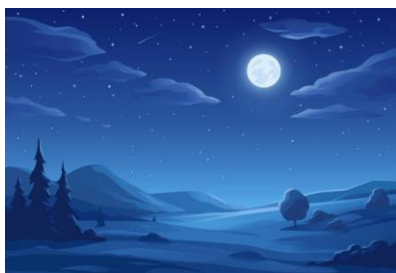


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
XXVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Областен кръг на олимпиадата по астрономия
23 февруари 2025 г.
Възрастова група V-VI клас – Решения

Задача 1. Лунни фази. Пред вас са шест изображения, означени с А, В, С, D, Е, F, на които се вижда Луната в различни фази. Снимките се отнасят за северното полукълбо.

- **А)** Напишете как се наричат основните лунни фази, в които е Луната на снимките А, Е и F. [3 т.]
- **Б)** Като започнете с първата снимка А, напишете буквите, с които са означени шестте снимки, в реда, в който последователно биха се наблюдавали тези фази на Луната с течение на времето. [6 т.]
- **В)** Приблизително за кое време от денонощието се отнасят снимки С и D? [3 т.]
Обяснете вашите отговори.



A



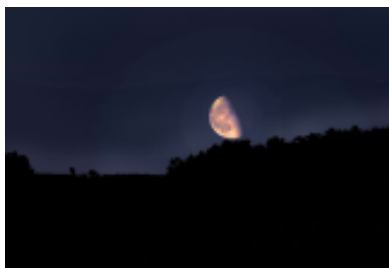
B



C



D



E



F

Решение.

А) На снимка А Луната е в **пълнолуние**, на снимка Е е в **последна четвърт** – осветена е лявата (източната) половина от видимия лунен диск. На снимка F Луната е в **първа четвърт** – осветена е дясната (западната) половина.

Б) След пълнолунието (снимка А) настъпва фазата последна четвърт (снимка Е), няколко дни по-късно лунният сърп още повече изтънява (снимка С), после настъпва новолунието и след него започва да се появява тънък лунен сърп, но вече изпъкнал надясно (снимка D), след това идва първа четвърт (снимка F), Луната „расте“ и лунният диск се запълва още повече (снимка В) и после отново е пълнолуние. Така че, правилната поредица от букви, която трябва да напишем, е **АЕСDFВ**.

В) На снимка С Луната е тънък сърп, изпъкнал наляво. Тя свети с отразена от Слънцето светлина и следователно Слънцето се намира наляво и надолу от нея някъде малко под хоризонта. Лунният сърп е много тънък и това означава, че посоката от нас към Слънцето е отклонена на сравнително малък ъгъл от посоката към Луната. Видимото денонощно въртене на звездното небе става от изток на запад (отляво

надясно, ако гледаме към южната част на небето). Следователно изгревът на Слънцето ще последва скоро след изгрева на Луната в тази фаза. Оттук можем да заключим, че снимка С е направена в последната част от нощта, **не много преди изгрева на Слънцето**.

На снимка D лунният сърп отново е много тънък, но е изпъкнал надясно. Това означава, че Слънцето е на не много голямо видимо ъглово разстояние надясно от Луната под западния хоризонт. Следователно то наскоро е залязло и снимката трябва да е била направена в **ранната вечер**.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

- A) За правилно назоваване на основните лунни фази на снимки A, E, F – **3 т.**
- B) За правилно подредена поредица от означения на снимките по реда на изменение на лунните фази – **6 т.**
- B) За правилно определяне на времената от денонощието за снимки C и D – **3 т.**

Задача 2. Космически шестоъгълник. Нима е възможно някъде в космоса да има правилен шестоъгълник, който не е начертан нито от нас, нито от някакви разумни извънземни същества, а от природата?! Ако не ви се вярва, погледнете снимката, направена от станцията Касини. Около северния полюс на Сатурн е открит сложен атмосферен вихър с такава форма.



За да решите задачата, използвайте голямата снимка, дадена след условията.

- A) Направете необходимите измервания по нея и определете на колко километра е равна страната на шестоъгълника. **[8 т.]**
- B) Ще може ли Земята да се побере в този шестоъгълник? **[1 т.]**
- B) Кои други планети от Слънчевата система ще могат да се поберат? **[3 т.]**

Справочни данни:

Диаметър на Сатурн – 116 464 km

Диаметър на Земята – 12 742 km

Решение.

A) Измерваме диаметъра на Сатурн и страната на шестоъгълния вихър върху снимката и получаваме съответно $D = 104 \text{ mm}$, $a = 14 \text{ mm}$. Ако D_0 е диаметърът на Сатурн в километри, то страната на шестоъгълника в километри ще бъде

$$a_0 = D_0 \cdot \frac{a}{D} \approx \mathbf{15\ 700 \text{ km.}}$$

B) Страната на шестоъгълника е по-голяма от диаметъра на нашето земно кълбо, така че в шестоъгълния вихър ще има повече от достатъчно място, за да може Земята да се побере в него.

B) Планетите Меркурий, Венера и Марс са по-малки по размер от Земята и те също ще могат да се поберат в шестоъгълния вихър. Планетите гиганти обаче, няма да могат да се поберат там, защото са в пъти по-големи от Земята. Най-малката от тях – Нептун, е около 4 пъти по-голяма от земното кълбо, а размерите на вихъра не превъзхождат толкова пъти Земята.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

А) За измервания по снимката – 3 т.

За определяне на мащаба и пресмятане на дължината на страната – 4 т.

За правилен числен отговор – 1 т.

Забележка. Поради различните мащаби на отпечатване и не съвсем резките граници на шестоъгълните учениците могат да получат леко различаващи се резултати. Следва да се оценява методът на работа.

Б) За преценка дали Земята ще може да се побере – 1 т.

В) За изброяване на планетите, които също ще могат да се поберат – 3 т.

Задача 3. Космически обекти Дадена ви е таблица с названията на обекти от Слънчевата система. За всеки обект напишете от какъв вид е (звезда, планета или спътник на планета) и отговорете с „да“ или „не“ на поставените въпроси. [12 т.]

Решение.

Таблицата с отговорите се намира на последната страница.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За верни отговори на шестте въпроса – $6 \times 2 \text{ т.} = 12 \text{ т.}$



Задача 4. Йети и Йоти. Фантастичното същество Йети, или „снежният човек“, живее в хималайските снегове около връх Еверест ($\varphi = 28^\circ$ северна географска ширина, $\lambda = 87^\circ$ източна географска дължина). Веднъж то сънува своя събрат Йоти, който живее на едно също много студено, но загадъчно място.

В съня си Йети много силно иска да се срещне с Йоти и да види неговата страна. Йоти му дава напътствия:

„Първо тръгни по посока към Полярната звезда, докато стигнеш до 51° северна географска ширина. После тръгни на запад, докато стигнеш до Гринуичката обсерватория, през която минава Гринуичкият меридиан. След това завий наляво и следвай тази посока, докато изминеш цели 141° по географска ширина. Там ще ме намериш.“

- А) Къде по Земята живее Йоти? Направете схема на пътешествието и обяснете своя отговор. [5 т.]

Йети е фантастично същество и има фантастични способности. Той може да се премества с 1 градус за една минута както по географска ширина, така и по географска дължина.

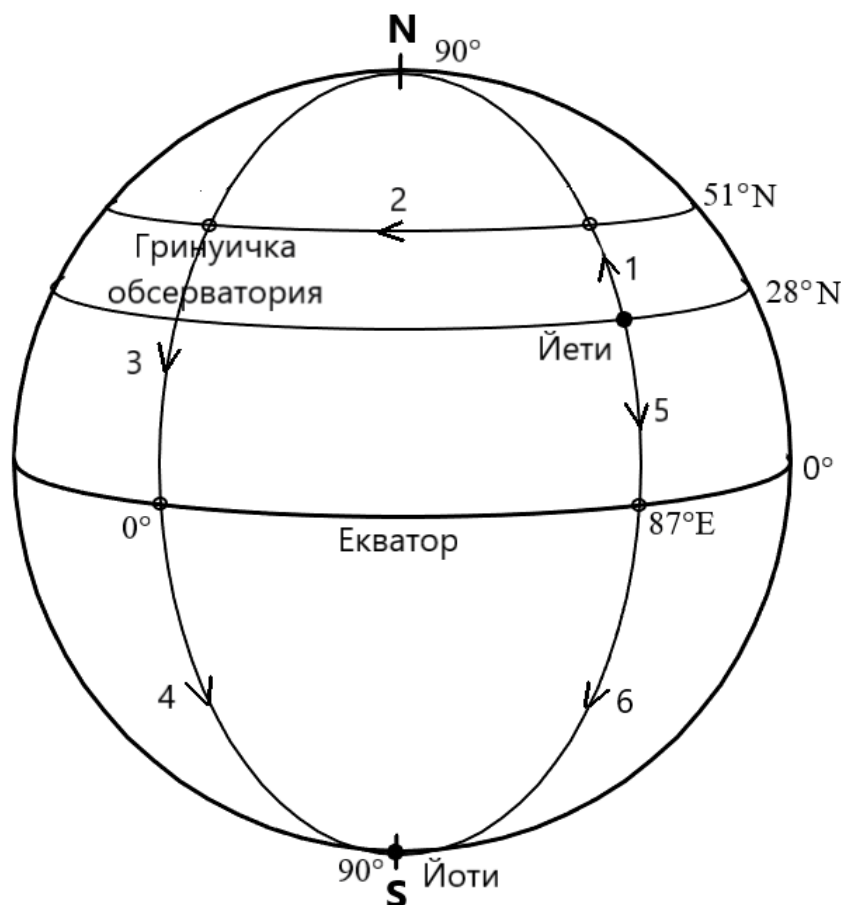
- Б) За колко време той би стигнал до Йоти? [1 т.]
Когато се събужда обаче, Йети се досеща, че има и доста по-кратък път до Йоти и тръгва по него.
- В) Какъв е този път и за колко време Йети ще стигне до Йоти по този начин? [6 т.]

Решение.

А) Първо Йети трябва да тръгне по посока към Полярната звезда, а тя, както знаем, е на север. От географска ширина 28° той трябва да стигне до 51° (дъга 1 на схемата). Следователно Йети трябва да измине $51^\circ - 28^\circ = 23^\circ$.

След това Йети трябва да тръгне на запад и да стигне до Гринуичкия меридиан (дъга 2). Първоначално той е на 87° източна дължина, а Гринуичкият меридиан има географска дължина 0° . Така че Йети трябва да измине 87° по географска дължина.

Йети достига до Гринуичката обсерватория. Досега той се е придвижвал на запад, а сега трябва да завие наляво. Това означава, че трябва да тръгне на юг. В тази посока Йети има да изминава 141° . Тъй като се намира на 51° северна ширина, като измине 51° на юг, той ще се озове на екватора (дъга 3). Ще му останат още $141^\circ - 51^\circ = 90^\circ$ да се движи на юг. Но така той ще стигне до южния полюс (дъга 4). Оттук следва, че мястото, където живее приятелят му Йоти, е **южният полюс**.



Б) Йети може да се премества на 1 градус по ширина или по дължина за 1 минута. Цялото пътешествие по този маршрут ще му отнеме

$$23 + 87 + 141 = \mathbf{251} \text{ минути.}$$

В) Обаче, както се досеща Йети, ако от родното си място той тръгне направо на юг, ще стигне до южния полюс по по-кратък път. Първо ще трябва да измине 28° до екватора (дъга 5) и после още 90° до южния полюс (дъга 6). Така неговото пътешествие ще продължи

$$28 + 90 = \mathbf{118} \text{ минути.}$$

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

А) За описание на пътя на Йети, който му е подсказан от Йоти – **4 т.**

За правилен извод къде живее Йоти – **1 т.**

Б) За пресмятане на времето на пътешествието – **1 т.**

- В)** За описване на по-краткия път – 2 т.
 За пресмятане на времето по по-краткия път – 1 т.
 За представяне на пътешествията на схема (към всички подусловия) – 3 т.

Задача 5. Две звезди. Намирате се на земния екватор и в 20:00 часа виждате две ярки звезди – звезда А е над главата Ви (в зенит), докато звезда В изгрява на хоризонта, право в точката изток. В следващите часове наблюдавате движението на звездите и установявате, че звезда В се издига право нагоре и също достига зенита.

- **А)** За наблюдател на екватора земната ос сочи към точката север на хоризонта. Коя ярка звезда е там и от кое съзвездие е тя? [3 т.]
- **Б)** Колко градуса е била височината над хоризонта на звездите А и В в 22:30 на същия ден? [3 т.]
- **В)** В колко часа ще изгрее всяка от двете звезди 17 дни по-късно? Земята се върти около оста си с период 23 часа и 56 минути. Заради това, звездите видимо се завъртат по небето със същия период. [3 т.]
- **Г)** Тъй като отнема време на светлината да измине големите разстояния в космоса, виждаме звездите така, както са изглеждали в миналото, когато светлината от тях е била излъчена. Разстоянието до звездата А е 6 пъти по-голямо от разстоянието до звездата В. Ние виждаме звезда А, каквато е била с 60 години по-назад в миналото, отколкото звездата В. На колко светлинни години от нас е звездата А? Светлинната година е разстоянието, което светлината изминава за една година. [3 т.]

Решение.

А) Земната ос сочи към северния небесен полюс. За наблюдател на екватора той е в точката север на хоризонта. Ярката звезда близо до северния небесен полюс наричаме **Полярната звезда**. Тя се намира в съзвездието **Малка мечка** (Ursa Minor), откъдето и идва обозначението ѝ α UMi.

Б) Времето от 20:00 до 22:30 часа поясно време е с продължителност 2,5 часа. Ако приемем, че Земята се завърта около оста си за приблизително 24 часа, то за това време звездите описват 360-градусов кръг по небето. Ъгъла α , който ще изминат те за 2,5 часа, пресмятаме с пропорция:

$$\frac{2,5}{24} = \frac{\alpha}{360^\circ}$$

Получаваме $\alpha = 37,5^\circ$. За наблюдател на екватора звезда В ще се отмести право нагоре с ъгъл α , така че в 22:30 височината ѝ ще бъде **37,5°**.

След като звезда В изгрява точно от изток и достига зенит, то звезда А, която в 20:00 е в зенит, е изгряла от изток около 6 часа по-рано. Тя ще продължи по своя път (наречен „денонощен паралел“) в същата посока, която е от зенита право надолу към точката запад. Съответно, височината ѝ ще намалее с $37,5^\circ$ и в 22:30 ще бъде $90^\circ - 37,5^\circ = 52,5^\circ$.

Уточнение. Малко по-точно би било да се използва истинският период на завъртане на Земята около оста, който не е 24 h, а $23\text{ h }56\text{ min} = 23,93\text{ h}$. Така получаваме по-точната стойност $\alpha = 37,6^\circ$. Двете височини в 22:30 са съответно $37,6^\circ$ и $52,4^\circ$. Подобна точност не се изисква от учениците.

В) За това подусловие вече не можем да закръглим периода на околоосно въртене на Земята до 24 h и трябва да ползваме истинската стойност – 23 h 56 min. Тъй

като звездите видимо се завъртат по небето със същия период, а едно денонощие е 24 h, това означава, че всяка звезда повтаря положението си на следващия ден 4 минути по-рано спрямо предишния. След 17 дни положението ще се повтори $17 \cdot 4 \text{ min} = 68 \text{ min}$ по-рано по часовника.

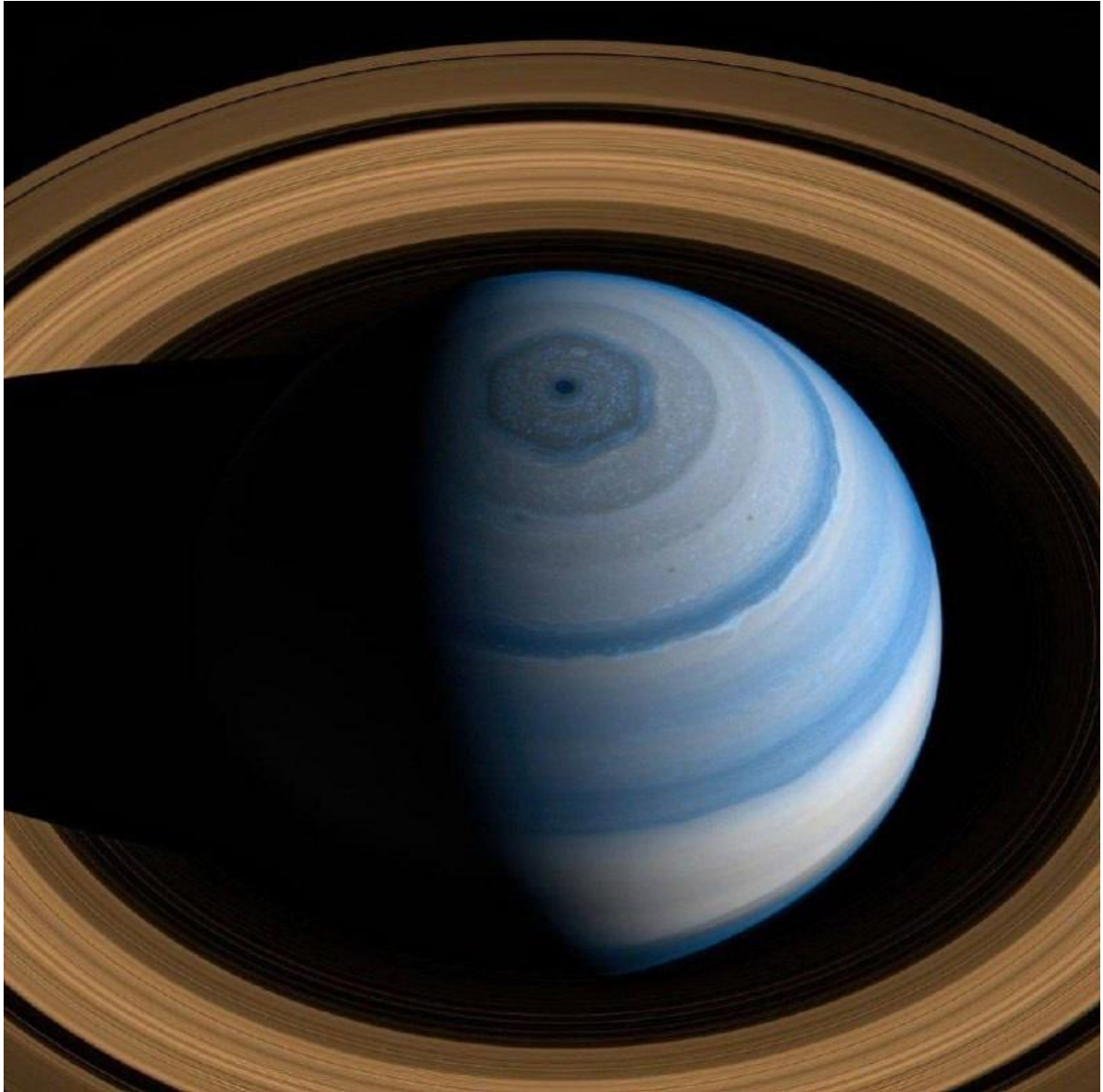
В дадения ден звезда А изгрява с време равно на $1/4$ от периода за завъртане преди 20:00, тъй като разстоянието от точката изток до зенита е 90° или $1/4$ от кръга. Тоест, звезда А изгрява в дадения ден 5 h 59 min преди 20:00 или в 14:01. Звезда В изгрява в 20:00. След 17 дни изгревите на двете звезди ще бъдат $68 \text{ min} = 1 \text{ час и } 8 \text{ минути}$ по-рано, т.е. в **12:53** (за звезда А) и в **18:52** (за звезда В).

Указание. Грешка до 2 минути в крайния резултат да не се наказва.

Г) Нека да обозначим разстоянието до звезда В с x . Тогава разстоянието до звезда А ще бъде $6x$. След като виждаме звезда А с 60 години по-назад в миналото спрямо звезда В, то светлината пътува от звезда А с 60 години по-дълго и следователно разстоянието до звезда А е с 60 светлинни години повече. Тоест $6x - x = 5x = 60$ светлинни години, откъдето $x = 12$ светлинни години. Разстоянието до звезда А е $6x = 72$ светлинни години.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

- А) *Общо – 3 т.*
- Б) *Общо – 3 т.*
- В) *Общо – 3 т.*
- Г) *Общо – 3 т.*



Към Задача 2. Шестоъгълният полярен вихър на Сатурн.

Обект	Слънце	Меркурий	Венера	Земя	Луна	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Какъв вид е обектът?										
Има ли въздух, годен за дишане?										
Свети ли със собствена светлина?										
Има ли ледени полярни шапки?										
Има ли пръстени?										
Има ли скали и планини?										

Таблица към Задача 3. Космически обекти.

Обект	Слънце	Меркурий	Венера	Земя	Луна	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Непчун
Какъв вид е обектът?	Звезда	Планета	Планета	Планета	Спътник	Планета	Планета	Планета	Планета	Планета
Има ли въздух, годен за дишане?	Не	Не	Не	Да	Не	Не	Не	Не	Не	Не
Свети ли със собствена светлина?	Да	Не	Не	Не	Не	Не	Не	Не	Не	Не
Има ли ледени полярни шапки?	Не	Не	Не	Да	Не	Да	Не	Не	Не	Не
Има ли пръстени?	Не	Не	Не	Не	Не	Не	Да	Да	Да	Да
Има ли скали и планини?	Не	Да	Да	Да	Да	Да	Не	Не	Не	Не

Таблица към Задача 3. Космически обекти – отговори.