

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 VII-VIII клас

Задача 1. Две звезди. 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 звездата В се издига право нагоре и също достига зенита.

- **А)** Каква е географската Ви ширина? Коя ярка звезда е в точката север на хоризонта и от кое съзвездие е тя? [3 т.]
- **Б)** Колко градуса е височината над хоризонта на всяка от двете звезди 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. [3 т.]
- **Г)** Ако разстоянието от Слънцето до звездата А е 60 светлинни години, а до звездата В – 80 светлинни години, то колко светлинни години е разстоянието от звездата А до звездата В? [3 т.]

Задача 2. Обърканият бизнесмен. Един бизнесмен, от гр. Бризбън, Австралия, заминал за важна бизнес среща със свой колега, който живее в Лос Анджелис, САЩ.

На 1 април 2012 г. той излетял от Бризбън, като в момента на излитането часът по местно време бил 11:15. Полетът продължил много дълго време и бизнесменът имал чувството, че е летял няколко денонощия. Когато самолетът се приземил в Лос Анджелис екипажът съобщил, че часът по местно време е 7:30. Изненадата на бизнесмена била огромна, когато той разбрал, че датата е отново ... 1ви април! Въпреки дългия полет той сякаш се е ... върнал във времето!

- **А)** Какво е обяснението за това „връщане във времето“? [6 т.]
На връщане за Австралия, бизнесменът излетял от Лос Анджелис в 22:10 ч. по местно време на 7 април и се приземил в Бризбън 6:25 ч. на 9 април по местно време за своя австралийски град! Сякаш полетът на връщане е продължил денонощие и половина!
- **Б)** Каква е продължителността на полета между Бризбън и Лос Анджелис (приемете, че на отиване и на връщане тя е една и съща). [3 т.]
- **В)** Колко изгрева и залеза е могъл да наблюдава бизнесменът от самолета на отиване и на връщане? Приемете, че и в двете посоки самолетът изминава разстоянието между Бризбън и Лос Анджелис по най-краткия път. [3 т.]

Задача 3. Неутронни звезди и бели джуджета. Бялото джудже Сириус В е спътник на звездата Сириус. То има маса, която е равна на масата на Слънцето и радиус равен на 0,81% от слънчевия радиус.

Пресметнете:

- **А)** Средната плътност на Сириус В. [2 т.]
- **Б)** До какъв размер трябва да свием планетата Земя, за да придобие средна плътност равна на тази на бялото джудже. [2 т.]

Ракообразната мъглявината (известна още като М1) е остатък от избухването на свръхнова звезда, която е наблюдавана от Земята, през 1054 г. В центъра на

мъглявината се намира бързо въртяща се неутронна звезда (пулсар), която също е останала от избухването на свръхновата. Тази неутронна звезда има радиус 10 km и маса 1,4 пъти по-голяма от тази на Слънцето. Тя извършва едно пълно завъртане около оста си за интервал от време 1/33 s. Пресметнете:

- **В)** Средната плътност на неутронната звезда (пулсара) в Ракообразната мъглявина. [2 т.]
- **Г)** Големината на линейната скорост, с която се върти точка от екватора на пулсара. Каква част от скоростта на светлината е тя? [3 т.]
- **Д)** С каква скорост трябва да „подскочим“ от повърхността на пулсара, ако искаме да се откъснем завинаги от гравитационното му поле? Каква част от скоростта на светлината е тя? [3 т.]

Ако се намираме на повърхността на кълбовидно тяло с маса M и радиус R , то скоростта, която трябва да придадем на един обект на повърхността на тялото, за да напусне гравитационно му поле, се пресмята по формулата

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Справочни данни:

Маса на Слънцето

$$M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

Радиус на Слънцето

$$R_{\odot} = 700\,000 \text{ km}$$

Маса на Земята

$$M_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

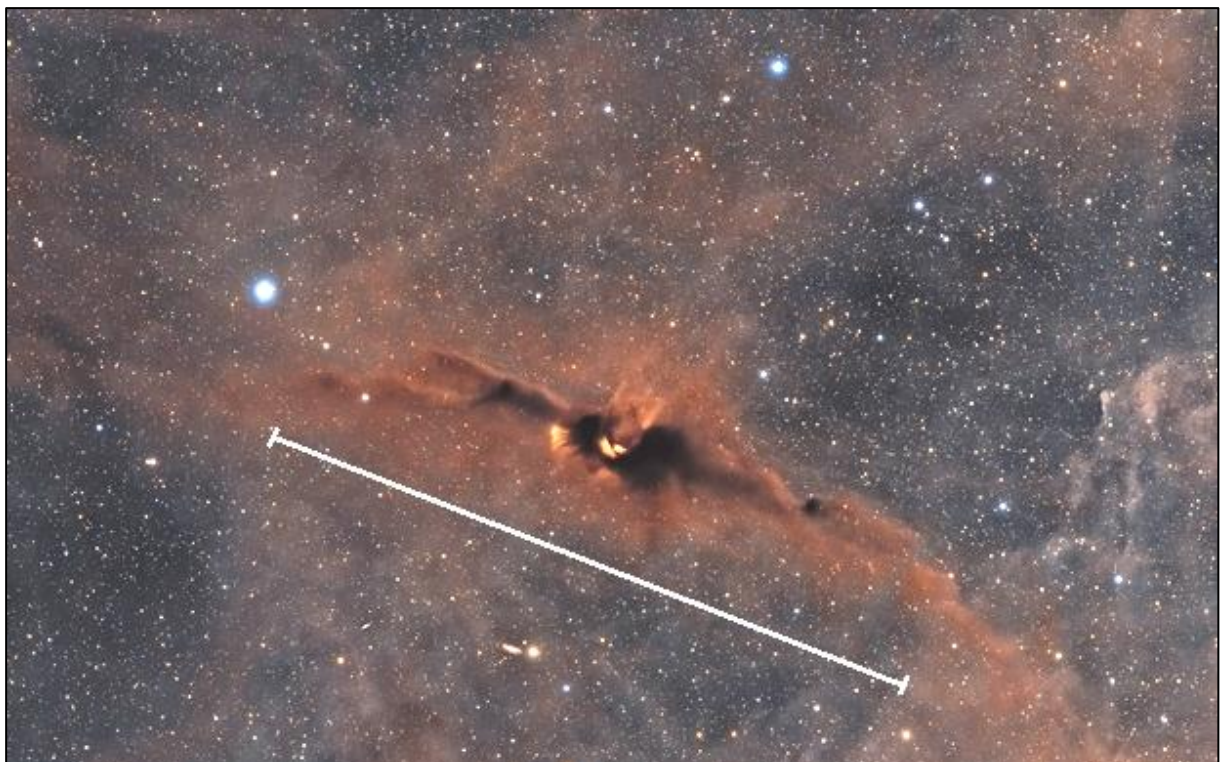
Скорост на светлината

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Гравитационна константа

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

Задача 4. Космически прилеп. Мъглявината Прилеп, намираща се на разстояние 1400 светлинни години в съзвездието Змиеносец, представлява област от вълптно междузвездно вещество, в което се образуват млади звезди. Пред вас е снимка, направена от новозеландския астроном любител Logan Carpenter. Размерите на кадъра са 3079×1928 пиксела, а мащабът на изображението е 1,799" (дъгови секунди) на пиксел.



- **А)** Направете необходимите измервания и определете приблизително видимия ъглов размер на „размаха“ на крилата на прилепа в градуси. Един градус е равен на 60' (дъгови минути), а 1 дъгова минута е равна на 60'' (дъгови секунди). Пресметнете размаха на крилата в светлинни години. Линеиният размер на обект с видим ъглов размер 1° е 57,3 пъти по-малък от разстоянието до него. [5 т.]

Централната част на мъглявината има приблизителни координати ректасцензия $\alpha = 16^{\text{h}}30^{\text{m}}$ и деклинация $\delta = -15^\circ47'$. Прилепите прекрасно могат да летят нощем, защото се ориентират чрез ехолокация. Но от октомври до март те спят зимен сън. Млад астроном, любител на прилепите, фотографира със своя телескоп мъглявината Прилеп в нощ, когато около 0 часа тя се издига най-високо над хоризонта.

- **Б)** Възможно ли е той по същото време да види и летящи прилепи? [5 т.]

Упътване: В деня на пролетното равноденствие ректасцензията на Слънцето е $\alpha = 0^{\text{h}}$. Ректасцензията е координата, която показва на кой небесен меридиан се намира даден обект.

Да предположим, че извънземни астрономи наблюдават същата мъглявина (или същата съвкупност от звезди, родени в нея) след 100 милиона години.

- **В)** Опишете накратко какви събития биха могли да се случат и какви изменения биха могли да настъпят дотогава в процеса на развитието на тези обекти. [2 т.]

Задача 5. Колонизатори на Плутон. На общинския кръг на олимпиадата се запознахте с планетата джудже Плутон. Средното разстояние Слънце-Плутон е 39,5 au. Ексцентрицитетът на орбитата на Плутон е 0,25, т.е. максималното разстояние Слънце-Плутон е с 25% по-голямо от средното, а минималното – с 25% по-малко от средното. Плутон обикаля около Слънцето за 248 години.

Представете си, че през 2113 г., когато Плутон е в афелий (най-далече от Слънцето), е изградена термоизолирана база на Плутон, откъдето земните колонизатори успяват да извършват астрономически наблюдения въпреки външната температура от -229°C .

- **А)** Колонизаторите на Плутон са в непрестанен контакт с контролния център на Земята, но не получават отговори веднага, тъй като отнема известно време на радиосигналите, движещи се със скоростта на светлината във вакуум $c = 300\,000\text{ km/s}$, да изминат нужните разстояния. Колко най-малко часа след като са изпратили съобщение до Земята през 2113 г. могат колонизаторите да очакват отговора на това съобщение? [5 т.]

- **Б)** В следващия век видимият блясък на Слънцето за наблюдателите на Плутон ще се усилва до достигането на перихелия на Плутон през 2237 г. Астрономите на Плутон ще установят опитно, че при наблюдения с телескоп с много голямо увеличение повърхностната яркост на слънчевия диск (т.е. колко е ярка точка от образа на Слънцето) не се променя с приближаването до Плутон. Колко пъти по-ярко ще е Слънцето на небето на Плутон през 2237 г., в сравнение с 2113 г.? [4 т.]

- **В)** Въпреки че Плутон е много далече, колонизаторите на Плутон няма да са осезаемо по-близо до звездите от наблюдателите на Земята. Приблизително колко пъти по-голямо спрямо максималното разстояние Слънце-Плутон е разстоянието от Слънцето до най-близката звезда? [3 т.]

Справочни данни:

Една светлинна година (ly) е 63240 au, а $1\text{ au} = 149,6 \cdot 10^6\text{ km}$.