

**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 XI-XII клас**

**Задача 1. Климатичен проблем.** Ученикът Мишо е решил да участва в конкурс за проекти на тема „Как да се справим с глобалното затопляне“. И той измисля идея! Според нея, с мощни ракетни двигатели трябва да преместим планетата джудже Церера до първата точка на Лагранж за системата Земя-Слънце. Това е точка, намираща се на правата линия между центровете на Земята и Слънцето, на разстояние 1,5 милиона километра от Земята. Поставен в тази точка, даден обект под съвместното действие на гравитационните сили на Земята и Слънцето може да остане в частично равновесие, което може да се поддържа с леки маневри на закрепени към обекта двигатели.

- **А)** Колко процента от слънчевото лъчение, идващо към Земята, ще блокира Церера? **[6 т.]**
- **Б)** С колко келвина трябва да се понижи температурата на Слънцето, така че да се постигне същият ефект, без да се закрива част от него? **[6 т.]**

Справочни данни:

Радиус на Церера	$R_C = 473 \text{ km}$
Радиус на Слънцето	$R_{\odot} = 696000 \text{ km}$
Разстояние от Земята до Слънцето	$r_E = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$
Температура на Слънцето	$T_{\odot} = 5770 \text{ K}$

**Задача 2. Живот в орбита.** Международната космическа станция се движи в орбита около Земята на средна височина 400 km над земната повърхност с орбитален период 92 минути. Наклонът на орбитата към равнината на земния екватор е  $51,63^\circ$ . Нека приемем, че орбитата на станцията е кръгова и запазва ориентацията си в пространството (остава успоредна сама на себе си) при движението на Земята около Слънцето. Освен това, в дните на равноденствията орбитата на станцията минава през зенита по пладне за наблюдател на земния екватор.

Вие сте космонавт, на когото предстои да работи на борда на станцията в продължение на една година. Задачата ви е свързана с изследване на Слънцето и за вас е важно то да е достъпно за наблюдение по-дълго време.

- **А)** Определете приблизително колко време ще трае „нощта“ за вас, или времето, през което в рамките на един орбитален период станцията прекосява сянката на Земята около дните на равноденствията. **[6 т.]**
- **Б)** Дали ще е възможно понякога да има интервали от време, по-дълги от един орбитален период на станцията, през които да можете да наблюдавате Слънцето без прекъсване? Ако е възможно, то посочете само качествено кога през годината биха се случвали те. **[6 т.]**

Справочни данни:

Радиус на Земята	$R_E = 6371 \text{ km}$
Наклон на оста на Земята	$\varepsilon = 23^\circ 26'$

**Задача 3. Колонизатори на Плутон.** Представете си, че през 2113 г., когато Плутон е в афелий, е изградена термоизолирана база на Плутон, откъдето земните колонизатори успяват да извършват астрономически наблюдения въпреки външната температура от  $-229^{\circ}\text{C}$ . Средното разстояние Слънце-Плутон е 39,5 au, а ексцентрицитетът на орбитата на Плутон е 0,25.

- **А)** През коя година колонизаторите за пръв път ще могат да наблюдават Слънцето в перихелий? [2 т.]
- **Б)** Колко пъти по-ярко ще бъде Слънцето в перихелий спрямо 2113 г.? [2 т.]
- **В)** От 2113 г. до достигането на следващия перихелий колонизаторите на Плутон ще правят множество спектрални наблюдения на Слънцето, измервайки лъчевата му скорост. Каква се очаква да бъде средната стойност (по време) на лъчевата скорост на Слънцето за този времеви интервал? [2 т.]
- **Г)** Колонизаторите на Плутон извършват точни астрометрични наблюдения на газовия гигант Нептун и изчисляват, че Плутон се доближава на 2,4 au от орбитата на Нептун, която е с радиус 30,1 au. Колко пъти по-малка би била гравитационната сила, с която Нептун влияе на Плутон от разстояние 2,4 au спрямо гравитационната сила, с която Слънцето влияе на Плутон в перихелий? Масата на Нептун е 19500 пъти по-малка от масата на Слънцето. Застрашава ли Нептун стабилността на орбитата на Плутон? Обосновете отговора си. [3 т.]
- **Д)** Коя е първата година след изграждането на базата на Плутон, в която Слънцето ще бъде на 39,5 au от Плутон? [3 т.]

**Задача 4. От нищо – нещо.** Ефективната температура на повърхността на Слънцето е  $T = 5770\text{ K}$ . Видимият му ъглов диаметър е  $\delta = 32'$ .

- **А)** Ако е известно, че оранжевият гигант (спектрален клас K2III) Арктур има видима болометрична звездна величина  $m' = -0,1$ , оценете видимия ъглов диаметър на тази звезда за наблюдател на Земята. Видимата болометрична звездна величина на Слънцето е  $m = -26,8$ . [4 т.]
- **Б)** Албедото на Земята е  $A = 0,30$ . Оценете средната температура на земната повърхност. Не отчитайте влиянието на земната атмосфера. [4 т.]
- **В)** Оценете повърхностната яркост (звездната величина на една квадратна дъгова секунда) на хипотетична галактика, състояща се от подобни на Слънцето звезди, чиито дискове покриват  $10^{-12}$  част от видимата ъглова площ на галактиката. Видимата звездна величина на Слънцето е  $m = -26,8$ . [4 т.]

**Задача 5. Земята зад завеса.** Пръстен В на Сатурн е най-яркият и най-впечатляващ измежду всичките пръстени на планетата. Той има вътрешен радиус  $r_{\text{in}} = 90\,000\text{ km}$  и външен радиус  $r_{\text{out}} = 120\,000\text{ km}$ . Частиците в пръстена имат характерен размер  $d = 1\text{ m}$  и са изградени от воден лед с плътност  $\rho = 900\text{ kg/m}^3$ . Общата им маса се оценява на  $m = 1,5 \cdot 10^{19}\text{ kg}$ .

Нова мисия към Сатурн прави изненадващо откритие – навсякъде по повърхността на Сатурн се реят газообразни любители на астрономията! Една от любимите им гледки е когато планетата Земя попадне зад пръстен В.

- **А)** Каква е най-северната планетографска ширина  $\varphi_{\text{max}}$ , гледано от която Земята може да се скрие зад пръстена? [3 т.]

Извънземните правят наблюдения от фиксиран паралел, лежащ съвсем малко по на юг от ширината  $\varphi_{\text{max}}$ .

- **Б)** Оценете нарастването  $\Delta m$  на болометричната звездна величина на Земята за такива наблюдатели, когато Земята попадне зад пръстена. [4 т.]

В някакъв момент Земята се намира в максимална елонгация, гледано от Сатурн, при което същите наблюдатели могат да я видят зад пръстена отнякъде по паралела едва в продължение на 2-3 дни. Тази гледка отново става достъпна за по няколко дни след определени периоди от време  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$ , които са по-кратки от една земна година.

- **В)** Дайте отговор дали максималната елонгация, гледано от Сатурн, е източна или западна. Как се нарича конфигурацията, в която Сатурн се намира, гледано от Земята в същия момент? [1 т.]
- **Г)** Намерете  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$ . [4 т.]

Приемете Сатурн за сфера с радиус  $R = 60\,000$  km. Орбитата на Сатурн следва да се приеме за кръгова и лежача в равнината на еклиптиката.

Упътване:

Ако не можете да получите смислен резултат в **Б)**, решете същата задача във вариант, където масата в пръстена е  $m = 1,5 \cdot 10^{17}$  kg, а останалите величини остават непроменени. Тогава за подточката може да получите максимум [3 т.].

Решаването на последната част трябва да стане числено или графично. Можете да опростите пресмятанията си, като приемете движението на Сатурн в рамките на търсените интервали от време за равномерно и праволинейно.

Справочни данни:

Радиус на орбитата на Сатурн  
Наклон на оста на Сатурн

$$r_S = 9,58 \text{ au}$$

$$\varepsilon = 26^\circ 44'$$