

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

Подборен кръг, 12 юли 2025 г., Варна, теоретичен тур
Младша възраст

Задача 1. Астероиди в опозиция. Поради няколко отделни фактора астероидите от Главния пояс са много по-ярки в опозиция, отколкото в други конфигурации. За да планираме наблюденията им, е важно да пресмятаме ъгловата им скорост спрямо звездите. Ъгловата скорост спрямо звездите на астероид в опозиция обикновено не е равна на ъгловата му скорост по орбитата, тъй като при пресмятане на ъглови скорости по небето разглеждаме въртене около наблюдателя на Земята, а не около Слънцето.

Ще разглеждаме само астероиди на кръгова орбита около Слънцето, обикалящи в същата посока като Земята в равнината на земната орбита.

- **А)** Колко дъгови секунди изминава такъв астероид спрямо звездите за един час, в опозиция, ако радиусът на орбитата му е 3.3 au? Скоростта на Земята по орбитата ѝ е 29.8 km/s. [3 т.]
- **Б)** Нека да си представим друг такъв астероид със следното свойство: Намираме се на повърхността на астероида в момент на опозиция спрямо Земята. За нас центърът на Земята, центърът на Слънцето и дадена звезда са в една и съща посока. В този момент Слънцето и Земята се отдалечават от звездата в противоположни посоки по небето, но с една и съща ъглова скорост. Покажете, че орбиталният период на астероида около Слънцето в години е φ^3 , където числото $\varphi = 1.6180\dots$ е златното сечение (решението на уравнението $\varphi^2 = \varphi + 1$). [5 т.]
- **В)** В Главния пояс ли е астероидът от подусловие Б)? Аргументирайте се. [1 т.]
Измежду големите астероиди този с най-близка орбита до астероида в Б) е 214 Aschera.
- **Г)** Астероидът 214 Aschera има абсолютна звездна величина $H = 9.2$, тоест ако го гледахме от Слънцето и се намираше на земната орбита, звездната му величина би била 9.2 mag. Каква е звездната му величина в опозиция? [3 т.]
- **Д)** Астероидът 214 Aschera може да бъде разгледан като триосен елипсоид с отношение на полуосите $a : b : c = 2.27 : 1.83 : 1$, среден радиус $R = (abc)^{1/3} = 11.6$ km и период на въртене $T_{ROT} = 6.84$ h около малката ос (c). Каква е максималната скорост на точка от повърхността на астероида спрямо оста на въртене? [3 т.]

Справочни данни:

Астрономическа единица

$$1 \text{ au} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$$

Задача 2. Снимка на Луната. Даденият на Фигура 1 кадър е заснет миналата година от българския астроном Никола Каравасилев по време на едно от неговите пътувания в северното полукълбо. На него се вижда Луната, която е разположена много близо до видимия хоризонт.

А) В каква фаза е Луната? На каква височина над хоризонта се намира центърът на лунния диск? [3 т.]

- **Б)** На каква най-малка северна географска ширина $\varphi_{\min}$ би могло да се е намирал Никола, когато е заснел кадъра? [7 т.]
- **В)** Нека да предположим, че географската ширина на Никола действително е била равна на $\varphi_{\min}$. Оценете максималната височина над хоризонта, на която

Луната ще се наблюдава за това място, след точно шест синодични лунни месеца. [5 т.]

Разстоянието между центровете на Земята и Луната в момента на заснемане е $r = 393774 \text{ km}$. Ъгловият размер на Луната, гледано от Никола, е $\delta = 30'22''$. Не отчитайте рефракцията на светлината в атмосферата.

Справочни данни:

Радиус на Земята	$R_E = 6378 \text{ km}$
Радиус на Луната	$R_L = 1738 \text{ km}$
Наклон на земната ос	$\varepsilon = 23^\circ 26'$
Наклон на лунната орбита спрямо еклиптиката	$i = 5^\circ 9'$

Задача 3. Спътник на Земята. Един изкуствен спътник се движи по кръгова орбита около Земята точно в равнината на екватора и по посока на земното околоосно въртене. Орбиталната скорост на спътника е равна на $v = 6.9 \text{ km/s}$.

- **А)** Намерете височината на спътника над земната повърхност h . [3 т.]
- **Б)** От каква част от земната повърхност k спътникът може да бъде наблюдаван в даден момент? [3 т.]
- **В)** От каква част от земната повърхност k' спътникът може да се наблюдава като цяло? [3 т.]
- **Г)** Намерете ъгловата скорост на спътника ω спрямо звездите за наблюдател на Земята, ако спътникът се намира на хоризонта на наблюдателя. [3 т.]
- **Д)** Колко време Δt ще измине след преминаването на спътника през зенита на наблюдател, докато височината му над хоризонта на наблюдателя намалее до 60° ? [3 т.]

Не отчитайте атмосферната рефракция.

Справочни данни:

Гравитационна константа	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Маса на Земята	$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Радиус на Земята	$R = 6378 \text{ km}$
Звездно денонощие	$T_* = 23 \text{ h } 56 \text{ m } 04 \text{ s}$

Задача 4. Две звезди в телескоп. Тази вечер на лагера във Варна ($\varphi = 43^\circ \text{ N}$, $\lambda = 28^\circ \text{ E}$) безкрайно любопитният млад астрофизик, географ и историк Божидар Тодоров иска да се поуспражни върху работа с телескоп. В апаратната на варненската обсерватория той е намерил окуляр с променливо фокусно разстояние и няма търпение да го изпробва. Божидар избира да наблюдава две слаби звезди, които са близо една до друга по небето.

- **А)** Оказва се, че сборът на височините на звездите над математическия хоризонт може да бъде най-много $179^\circ 39'$, независимо откъде наблюдаваме по земната повърхност. Намерете ъгловото отстояние между звездите β . Аргументирайте отговора си внимателно. Ако не можете да намерите β , продължете работата си със стойността $\beta = 18'$. [4 т.]

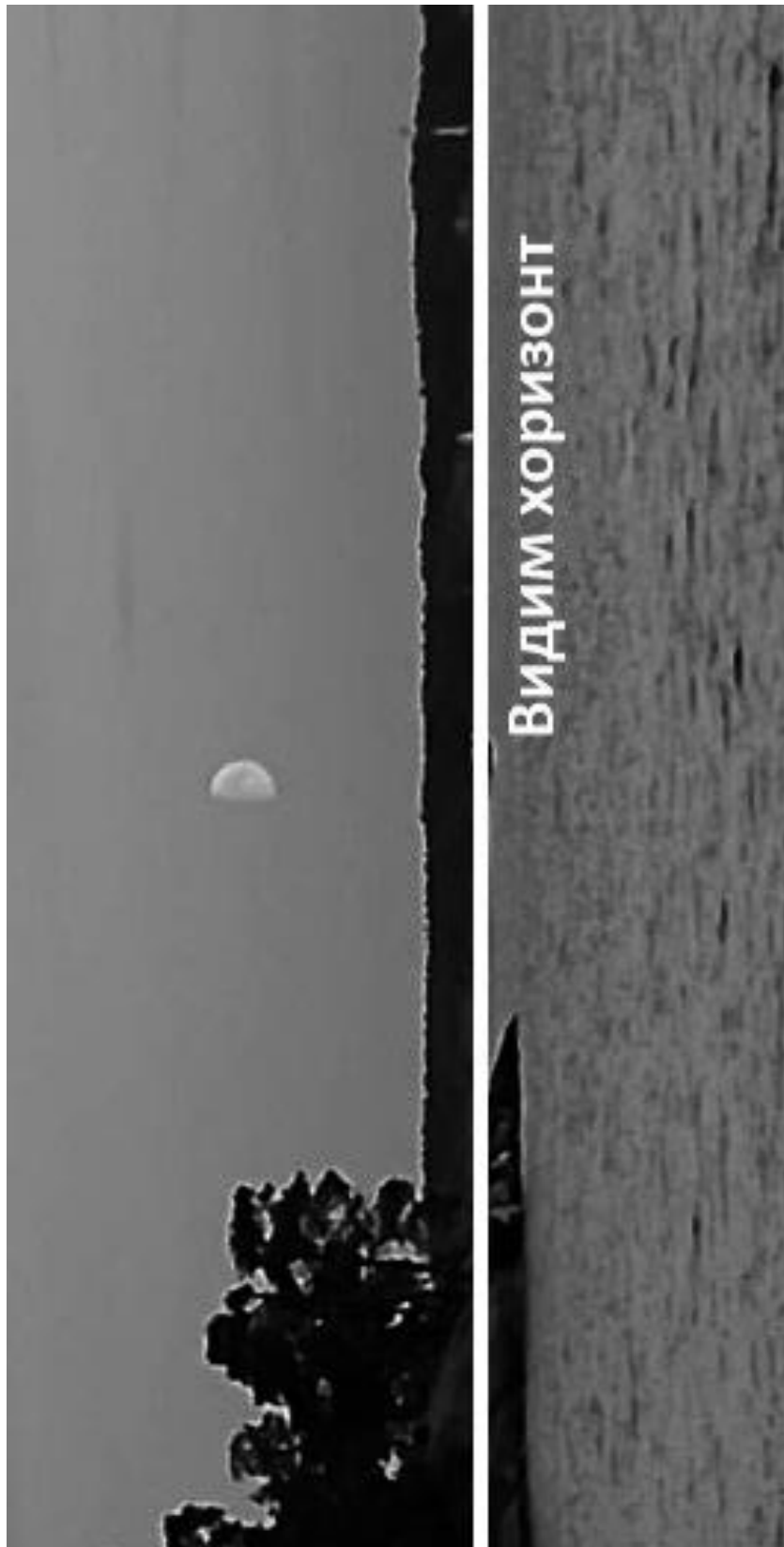
Божидар знае, че във Варна звездите кулминират около 23:26 по гражданско време. Малко след кулминацията им той решава да наблюдава как те преминават през зрителното поле на застопорения му телескоп. Когато работи с фокусно разстояние на окуляра $f_1 = 12.5 \text{ mm}$, звездите влизат точно едновременно в кръга на зрителното поле и излизат от него след време $t_1 = 125 \text{ s}$. Ако промени фокусното разстояние на $f_2 = 25.0 \text{ mm}$, звездите няма да променят яркостта си, но едновременно им преминаване през зрителното поле вече трае $t_2 = 366 \text{ s}$.

- **Б)** Намерете екваториалните координати на звездите. **[6 т.]**

Сега Божидар променя фокусното разстояние на $f_3 = 26.0 \text{ mm}$, и изведнъж двете звезди стават невидими за него!

- **В)** Обяснете това явление. Ако знаете, че фокусното разстояние на обектива е $F = 630 \text{ mm}$, оценете видимата звездна величина на звездите. **[5 т.]**

Упътване: Приемете, че размерът на зрителното поле е правопрпорционален на фокусното разстояние на окуляра.



Фигура 1. Снимка на Луната.