

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
КОМИСИЯ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ

XXVII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

Подборен кръг, 9 юли 2024 г., Варна, теоретичен тур

Младша възраст

Задача 1. Кулминация на звезда. Дарио и Константин са приятели от ученическите си години. И двамата са станали астрономи, но започнали работа в две различни обсерватории. В нощта на 20/21 декември 2039 г. те установяват, че звездата Капела е в горна кулминация едновременно и за двамата, като и двамата измерват височина над хоризонта 70° .

- **А)** Какво е най-малкото възможно (ненулево) разстояние по земната повърхност между двете обсерватории? [4 т.]
- **Б)** Какво е местното слънчево време за всеки от двамата в този момент? [3 т.]
- **В)** Може ли да се твърди, че Капела е незалязваща звезда за някой от двамата астрономи? Ако това е вярно, то каква е височината над хоризонта на Капела в долна кулминация за този астроном? [4 т.]

В една друга нощ, точно в полунощ, един от двамата астрономи наблюдава пълно лунно затъмнение.

- **Г)** Задължително ли е и другият астроном да вижда затъмнението? [4 т.]

Справочни данни:

Наклон на лунната орбита към еклиптиката – $i = 5^\circ 9'$.

Радиус на Земята – $R_E = 6\,371\text{ km}$.

Координати на Капела – $\alpha_K = 5^{\text{h}}\,17^{\text{m}}$ и $\delta_K = 45^\circ 50'$

През 2039 г. есенното равноденствие настъпва на 22 септември.

Задача 2. Тройна звезда. Една звездна система се състои от три звезди, които се движат около общия център на масите. Те имат еднакви радиуси, но различни температури. Зрителният лъч от земния наблюдател лежи точно в орбиталната равнина на звездите, т.е. те могат да се закриват плътно една друга при наблюдение от Земята. Нека да означим звездите с A , B и C . Известно е, че когато звездата A закрива напълно звездата B , сумарната звездна величина на системата е $m_1 = 4^{\text{m}}.87$. Когато A закрива плътно C , системата има звездна величина $m_2 = 4^{\text{m}}.76$. Когато се наблюдават и трите компоненти, системата има блясък $m = 4^{\text{m}}.51$.

- **А)** Намерете звездната величина на системата m_3 , в момент, когато звездата B закрива плътно звездата A . [10 т.]
- **Б)** Определете индивидуалните звездни величини на трите звезди m_A , m_B и m_C . [5 т.]

Задача 3. Галактика с фонова звезда. Линията на калция CaII K (с лабораторна дължина на вълната $3968.5\text{ \AA}$) се наблюдава в спектъра на спирална галактика на дължина $4103.2\text{ \AA}$. Приемете, че радиусът на галактиката е 24 крс, а ъгълът между оста ѝ и зрителния лъч е 0° .

- **А)** Колко дъгови секунди е ъгловият размер на галактиката? [4 т.]
- **Б)** Как бихме могли да изчислим масата на галактиката, ако разполагахме с достатъчно мощна техника, с която да извършим наблюденията в рамките на една нощ? Коментирайте качествено. [4 т.]

Звезда от нашата галактика се проектира върху най-източната по небето точка от диска на галактиката. Собственото движение на звездата има компоненти $\mu_{\alpha} \cos \delta = -62.7 \text{ mas/yr}$ и $\mu_{\delta} = -41.5 \text{ mas/yr}$. Годишният паралакс на звездата е 13.2 mas . Линията на калция в нейния спектър се наблюдава на дължина на вълната $3969.1 \text{ \AA}$.

- **В)** За колко години звездата ще пресече видимия диск на галактиката? [4 т.]
- **Г)** Какво физическо разстояние (в хелиоцентрична система) ще измине звездата, докато пресича видимия диск на галактиката? [3 т.]

Справочни данни:

Константа на Хъбъл – $H = 70 \text{ (km/s)/Mpc}$

Скорост на светлината – $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$1 \text{ pc} = 206\,265 \text{ au}$

$1 \text{ au} = 149.6 \times 10^6 \text{ km}$

Задача 4. Плътност на Земята. Меги и Дона са станали професионални астрономи. Като истински астрономи, те обичат приключенията, и се намират съответно на северния и южния полюс на Земята. Меги вижда, че Луната започва да залязва (най-долната точка от лунния диск докосва хоризонта) за нея точно в $0\text{h } 00\text{m UT}$, и изпраща съобщение за това на Дона по Viber. От своя страна Дона нетърпеливо очаква да види изгрева на Луната, но той започва (за Дона най-горната точка от лунния диск докосва хоризонта) чак ... в $8\text{h } 46\text{m UT}$. Дона ентусиазирано отговаря на Меги, че Луната е започнала да изгрява. След кратък размисъл Меги и Дона откриват, че използвайки *само* това измерване и някои справочни данни, те могат да изчислят плътността на Земята. Направете това и вие!

Не отчитайте рефракцията на светлината. Приемете, че Луната може да се види ясно дори на полюса на който в този момент е ден, а също и че нейната орбита лежи в равнината на еклиптиката. [15 т.]

Справочни данни:

Гравитационна константа – $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$

Сидеричен период на Луната – $T_{SID} = 27.3 \text{ d}$

Наклон на земната ос – $\varepsilon = 23^{\circ} 26'$