

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**Централна комисия за провеждане на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ**

---

**II кръг на III национална олимпиада по астрономия, февруари, 2000 г.**  
**РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ**

**УЧЕНИЦИ VII - IX КЛАС**

**Задача 1 (9 точки):** На 4 юни Слънцето е в границите на зодиакалния знак Близнаци, разположен от еклиптична дължина  $60^\circ$  до  $90^\circ$ . При пълно лунно затъмнение Луната попада в земната сянка. Ето защо тя е на еклиптиката или съвсем близо до нея и е почти точно в диаметрално противоположната на Слънцето точка от небесната сфера, т.е. в опозиция. Следователно Луната трябва да се е намирала в зодиакалния знак, който е противоположен на Близнаци. Това е Стрелец **(5 т.)**. Както е известно, обаче, дефинираните от астролозите зодиакални знаци не отговарят нито по своите граници, нито по разположение на съответните зодиакални съзвездия на небето. По разположение те са имали по-добро съответствие със зодиакалните съзвездия преди около 2000 години. Поради прецесията сега те са се изместили приблизително с по едно зодиакално съзвездие на запад от тогавашното си положение. Така зодиакалният знак Стрелец сега трябва да е разположен примерно в района на съседното на Стрелец зодиакално съзвездие в западна посока, а то е Скорпион **(2 т.)**. Но ние знаем, че между съзвездията Стрелец и Скорпион значителна част от еклиптиката се пресича от едно съзвездие, което не е традиционно зодиакално. Това е Змиеносец. Както обикновените, така и зодиакалните съзвездия имат доста сложно очертани граници и се простират в много различни по големина области от небето. Затова без звездна карта е трудно да се каже в кое точно съзвездие е била Луната на 4 юни. Датата 4 юни е близо до средата на периода, в който Слънцето е в съответния на юни зодиакален знак (22 май – 22 юни). Така че, най-вероятно Луната е била в Змиеносец **(2 т.)**. При проверка по звездната карта това предположение се оказва и правилното.

**Задача 2 (11 точки):** Когато от Земята наблюдаваме пълно лунно затъмнение, Луната е в сянката на Земята. Гледано от нея Слънцето ще се намира зад Земята. Това означава, че от Луната ще се наблюдава затъмнение на Слънцето от Земята, т.е. слънчево затъмнение. **(2 т.)**

Тъй като Луната няма атмосфера, слънчевата корона ще се вижда до по-големи разстояния от центъра на слънчевия диск, отколкото при слънчево затъмнение наблюдавано от повърхността на Земята. Обаче дискът на Земята, гледан от Луната, е около 3.5 пъти по-голям от слънчевия, което означава, че най-ярките вътрешни части на слънчевата корона няма да се виждат, особено около максималната фаза на затъмнението. **(2 т.)**

Освен това, от Луната ще се вижда осветената от Слънцето атмосфера на Земята, като ореол около земния диск, която ще свети с оранжево-червена светлина, поради значително по-силното разсейване и поглъщане на сините лъчи в земната атмосфера. Именно затова от Земята ние виждаме Луната оцветена в оранжево-червеникави цветове по време на пълната фаза на лунното затъмнение. **(2 т.)**

В пълнолуние Луната създава значителна осветеност върху земната повърхност (около 1 lx) . По време на пълната фаза на затъмнението яркостта на Луната намалява до няколко хиляди пъти. Следователно съществено ще намалее

видимата яркост на повърхността на земния диск, гледан от Луната, т.е. тъмният диск на Земята ще стане още по-тъмен. **(1 т.)**

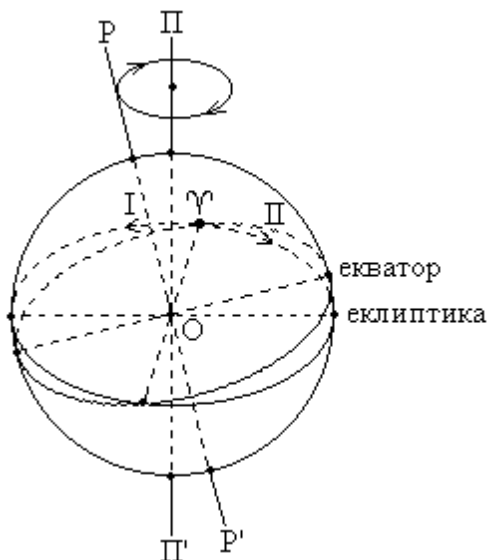
## Какво ще се вижда на небето около Земята?

Ако Меркурий и Венера не са близо до горно или долно съединение, те ще се забелязват до няколко десетки градуса от източната или западната страна на Земята. От Луната Земята ще се вижда на фона на звездите, там където е и Слънцето. На 4 юни Слънцето е в зодиакалния знак Близнаци, т.е. в действителност се намира в съзвездиято Бик, при това близо до средата на пътя си през съзвездиято. Следователно на няколко градуса южно от земния диск ще се видят Алдебаран и Хиадите. На югоизток ще се вижда Орион, на изток – Близнаци, на запад – Овен, на север – съзвездията Колар и Персей.

( 3 T. )

Повърхността на самата Луна също ще се вижда, макар и слабо осветена от оранжево-червеното светене на земната атмосфера. **(1 т.)**

### **Задача 3 (11 точки):**



PP' – световна ос

ПП' – еклиптична ос

 $\gamma$  – пролетна равноденствена точка

I – посока на видимото годишно движение на Слънцето по еклиптиката

II – посока на изместване на  $\Upsilon$  по еклиптиката в резултат на прецесията

Периодът на смяна на годишните времена се определя от изменението на ориентацията на земната ос спрямо Слънцето при орбиталното движение на Земята около него. С този период се дефинира и годината, на която е основан използваният за граждански цели календар. Този период се нарича тропична година и по определение има продължителност, равна на времето между две последователни преминавания на Слънцето през пролетната равноденствена точка  $\Upsilon$  при неговото видимо движение по еклиптиката **(3 т.)**. Звездната година е времето, необходимо за едно пълно завъртане на Земята около Слънцето относно неподвижните звезди, или което е все едно, времето за една пълна обиколка на Слънцето по еклиптиката при неговото видимо годишно движение. **(2 т.)** Звездната година не е равна на тропичната, защото поло-жението на пролетната равноденствена точка върху еклиптиката не е постоянно. Поради прецесията – въртенето на земната ос под наклон  $\varepsilon = 23^\circ.5$  около оста на еклиптиката – равнината на земния (а значи и на небесния) екватор също се върти. Така пресечните точки на небесния екватор с еклиптиката – равноденствените точки – непрекъснато се местят по еклиптиката. **(3 т.)** Изместването става по посока от изток на запад, която е обратна на посоката

на видимото движение на Слънцето по еклиптиката. Ето защо от момента, в който Слънцето премине веднъж през  $\Upsilon$ , до момента на следващото му преминаване изтича една тропична година, но за това време Слънцето не прави пълно завъртане по еклиптиката, тъй като  $\Upsilon$  се движи, макар и бавно срещу него. За да затвори своя кръг по еклиптиката (звездна година), Слънцето трябва да измине още малко път и за това му е необходимо време около 20 мин. С толкова звездната година е по-дълга от тропичната.

**(3 т.)**

#### **Задача 4 (11 точки):**



Щом западната географска дължина  $\lambda_1$  на първия пункт е по-голяма от тази на втория ( $\lambda_2$ ), то това означава, че първият пункт е по-на запад от втория. Ъгълът между равнините на меридианите на двата пункта е:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 < 180^\circ \quad \textbf{(2 т.)}$$

Звездата е в горна кулминация, когато при видимото денонощно движение на звездното небе тя пресича меридиана на мястото, така че височината ѝ над хоризонта да е максимална.

Видимото денонощно движение на звездното небе става по посока на часовниковата стрелка. При горна кулминация светилата пресичат меридиана на мястото от изток на запад. Оттук следва, че ако в даден момент  $T_1$  звездата е била в горна кулминация за първия пункт, то до най-близкия следващ момент  $T_2$ , когато звездата ще бъде в горна кулминация за втория, по-източен пункт, ще измине интервал от време

$$\Delta T_s = 360^\circ - \Delta\lambda = 360^\circ - (\lambda_1 - \lambda_2) \quad \textbf{(3 т.)}$$

Тук  $\Delta T_s$  се измерва в единици звездно време, понеже е величина, свързана с околоосното въртене на Земята относно звездите. **(1 т.)** За да получим този интервал в единици UT, което е слънчево време, трябва да го умножим по коефициент, равен на отношението на продължителността на звездното денонощие ( $23^h56^m$ ) и продължителността на слънчевото денонощие ( $24^h$ ):

$$\begin{aligned} \Delta T &= (23^h56^m / 24^h) \Delta T_s \\ \Delta T &= (23^h56^m / 24^h)(360^\circ - (\lambda_1 - \lambda_2)) \quad \textbf{(2 т.)} \\ \Delta T &= 21^h27^m40^s \quad \textbf{(1 т.)} \end{aligned}$$

Следователно ако двата пункта да се намират в умерените ширини или дори на екватора, където биха били най-отдалечени един от друг, астрономите могат да стигнат навреме за наблюдението на кулминацията на звездата във втория пункт, като използват например самолет **(1 т.)**. А ако пунктовете са близо до един от полюсите на Земята, то те могат, разбира се, да стигнат и пеша **(1 т.)**.

**Задача 5 (18 т.):** Блясъкът на едно светило се определя от осветеността, която то създава върху окото на наблюдателя. Осветеността намалява с квадрата на разстоянието. Следователно :

$$E_{\text{Пл}} / E_{\text{З}} = r_{\text{З}}^2 / r_{\text{Пл}}^2 = 1/1600$$

$E_{\text{Пл}}$  – осветеността, която Слънцето създава на Плутон

$E_{\text{З}}$  – осветеността, която Слънцето създава на Земята

$r_{\text{З}}$  – разстоянието Слънце - Земя – 1 AU

$r_{\text{Пл}}$  – разстоянието Слънце - Плутон – 40 AU

Виждаме, че блясъкът на Слънцето, гледано от Плутон, е 1600 пъти по-слаб отколкото като го гледаме от Земята. **(2 т.)**

Ъгловите размери на Слънцето намираме чрез формулата, свързваща ъгловите и линейните размери с разстоянието до обекта:  $d = \delta r$ . **(1 т.)**

В конкретния случай:

$$D_{\odot} = (\pi / (180^{\circ} \times 3600'')) \delta''_{\odot} r_{\text{Пл}} \quad (1)$$

$D_{\odot}$  – линейни размери на Слънцето –  $1.4 \times 10^6$  km

$\delta''_{\odot}$  – ъглови размери на Слънцето в дъгови секунди

От (1) следва:

$$\delta''_{\odot} = (180^{\circ} \times 3600'' / \pi) (D_{\odot} / r_{\text{Пл}}) \approx 48'' \quad (2 \text{ т.})$$

Разделителната способност на окото е около  $1' - 2'$  (дъгови минути). Следователно от Плутон не бихме могли да различим диска на Слънцето с невъоръжено око. За нас то ще изглежда като много ярка звезда. **(1 т.)**

Частичната фаза на слънчево затъмнение, причинено от Харон, продължава толкова време  $\Delta t_1$ , колкото е необходимо на диска на Харон, при движението му по орбитата, да закрие диска на Слънцето, въпреки малките му размери. Очевидно е, че:

$$\Delta t_1 / T_x = \delta''_{\odot} / (360^{\circ} \times 3600'')$$

Следователно

$$\Delta t_1 = \delta''_{\odot} T_x / (360^{\circ} \times 3600'') \approx 20 \text{ sec}$$

$T_x = 6.^{\text{d}}39 \approx 552100 \text{ sec}$  – период на обикаляне на Харон по орбитата. **(2 т.)**

Продължителността на пълната фаза  $\Delta t_2$  се пресмята аналогично:

$$\Delta t_2 = \varphi_x T_x / 360^{\circ} \quad (2)$$

$\varphi_x$  – ъглови размери на Харон в градуси **(1 т.)**

В тази формула би трябвало вместо ъгловите размери на Харон да фигурира разликата между ъгловите размери на Харон и Слънцето, но понеже ъгловите размери на Слънцето са много пъти по-малки от тези на Харон, това не е необходимо **(1 т.)**.

Ъгловите размери на Харон определяме аналогично на ъгловите размери на Слънцето:

$$\varphi_x = (180^{\circ} / \pi) (D_x / (r_x - R_{\text{Пл}})) \approx 3^{\circ} 50'$$

$D_x$  – диаметър на Харон – 1200 km

$R_{\text{Пл}}$  – радиус на Плутон – 1100 km

$r_x$  – радиус на орбитата на Харон – 19000 km **(2 т.)**

Разбира се, формулата е точна за онази част от повърхността на Плутон, за която Харон е сравнително близо до зенита **(1 т.)**.

Заместваме в (2) и получаваме:

$$\Delta t_2 = D_x T_x / 2 \pi (r_x - R_{\text{Пл}}) \approx 1^{\text{h}} 38^{\text{m}} \quad \textbf{(2 т.)}$$

Когато Харон е близо до хоризонта, разстоянието, с което трябва да работим при определяне на ъгловите му размери, е приблизително равно на разстоянието между центровете на Плутон и Харон, т.е. на радиуса на орбитата на Харон. Тогава:

$$\vartheta_x = (180^\circ / \pi) (D_x / r_x) \approx 3^\circ 37' \quad \textbf{(2 т.)}$$

За продължителността на затъмнението получаваме:

$$\Delta t_2 = D_x T_x / 2 \pi r_x \approx 1^{\text{h}} 32^{\text{m}} \quad \textbf{(1 т.)}$$