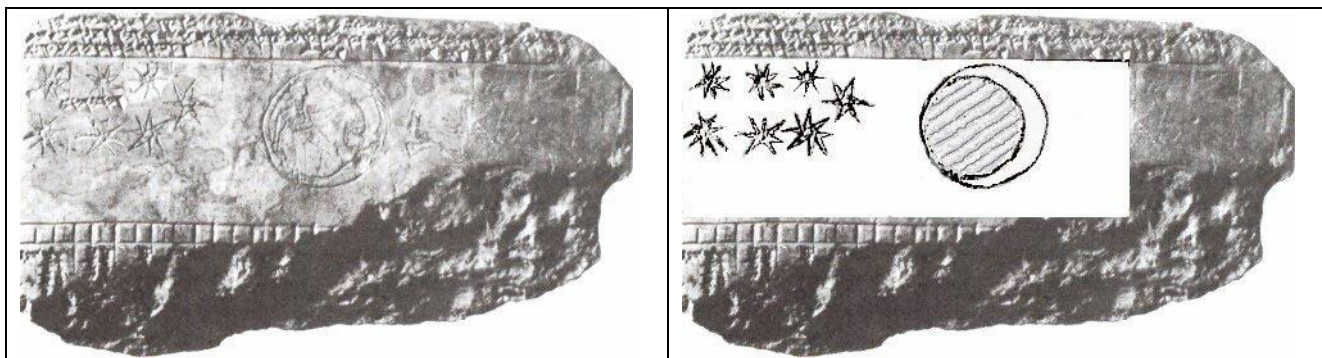


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЦЕНТРАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
IX НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

II кръг - решения
19 февруари 2006 г.

Ученици от 7-8 клас

1 задача. Първите астрономически текстове, достигнали до нас, са от началото на второто хилядолетие преди новата ера и са написани върху глинени плочки. На една от тези глинени плочки е нарисувано астрономическо явление, което е направило впечатление на древните астрономи – Луната малко преди да премине пред Плеядите. Ако това събитие би се случило сега, така както е било видяно преди почти 4000 години, то през коя част от денонощието бихме го наблюдавали? Кога през годината би било това?



Решение:

Луната е нарисувана като тънък сърп с изпъкнала страна, обърната надясно. Така изглежда тя няколко дни след новолуние. Слънцето се намира на неголямо видимо ъглово разстояние още по-надясно (западно) от нея. Тъй като се виждат и Плеядите, то очевидно Слънцето е залязло и Луната се наблюдава над западния хоризонт в ранните вечерни часове.

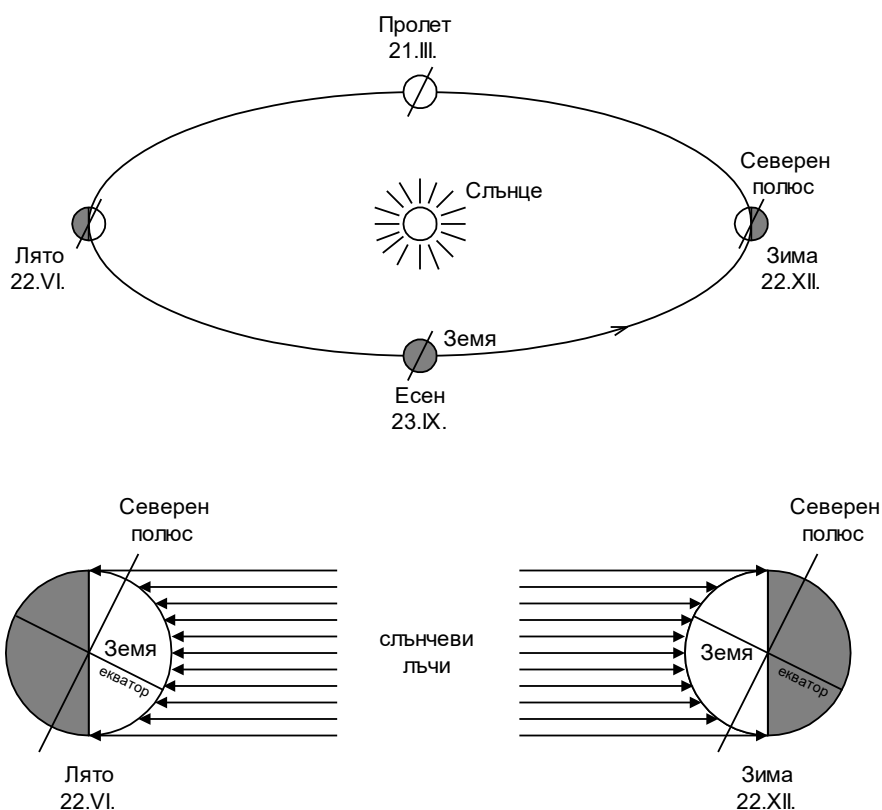
Поради обикалянето на Луната около Земята, Луната извършва видимо движение на фона на звездите от запад на изток с период около 27 денонощия (сидеричен месец). Възрастта на Луната, както е изобразена на плочката, е 3-4 дни след новолуние. Следователно Слънцето е изостанало на около един и половина или два зодиакални знака западно от Луната. Луната е близо до звездния куп Плеяди, който е в границите на съзвездие Бик. Можем да предположим в такъв случай, че Слънцето се намира примерно в Риби. Зодиакалният знак Риби съответства на края на февруари – март. Така е съгласно астрологическата традиция. Но тя датира от преди 2000 години. Тогава в края на февруари – март Слънцето наистина е било в Риби. Ако наблюдаваме явлението в наши дни, то трябва да имаме предвид, че поради прецесията на земната ос зодиакалните съзвездия, в които действително се намира Слънцето през различните месеци на годината, са изместени спрямо т.нар. зодиакални знаци. Изместването е приблизително с едно съзвездие на запад.

Следователно сега Слънцето в края на февруари – март се намира не в съзвездието Риби, а в съзвездието западно от него, т.е. във Водолей. В наши дни Слънцето се намира в съзвездието Риби по-късно през годината – около периода края на март – април. Така стигаме до заключението, че явлението, изобразено на глинената плочка, в наши дни би могло да се наблюдава приблизително през март - април.

2 задача. През кой месец започва зимата? Нарисувайте как Слънцето огрява земното кълбо тогава.

През кой месец започва лятото? Направете подходяща рисунка и за този случай.
Защо през зимата е студено, а през лятото е топло?

Решение:



Зимата започва през декември (22.XII.), а лятото – през юни (22.VI.). Това се отнася за северното полукуълбо на Земята. Земята прави една обиколка около Слънцето за една година. Земната ос е наклонена. При движението на Земята около Слънцето, земната ос остава успоредна сама на себе си. През зимата земната ос е ориентирана така, че слънчевите лъчи падат под по-малък ъгъл към земната повърхност в умерените ширини на северното полукуълбо на Земята. Освен това тогава денят е кратък, а нощта – дълга. Поради тези две причини Слънцето не успява да нагрее добре земната повърхност и през зимата е по-студено. През лятото земната ос е ориентирана така, че слънчевите лъчи огряват по-добре северното полукуълбо на Земята. Освен това тогава денят е дълъг, а нощта – кратка. Ето защо през лятото е по-топло.

В южното полукълбо сезоните са обратни на тези в северното. Когато при нас е зима, там е лято, а когато при нас е лято, там е зима.

3 задача. Вие сте на земния екватор в деня преди лятното слънцестоене. Довечера се очаква да е пълнолуние. От Астрономическия алманах научавате, че в този ден видимите ъглови размери на Слънцето и Луната са еднакви. Решавате да засечете с хронометър продължителността на изгревите на Слънцето и Луната и да ги сравните. Дали Слънцето и Луната ще изгреят за едно и също време? Дайте качествено обяснение.

Решение:

На земния екватор денонощните паралели от небесната сфера са перпендикулярни на хоризонта и светилата изгряват вертикално при видимото денонощно въртене на звездното небе от изток на запад.

В дните около лятното слънцестоене Слънцето се намира приблизително на $23^{\circ}.5$ северно от небесния екватор. При пълнолуние Луната е приблизително в диаметрално противоположно положение по небесната сфера на положението на Слънцето и следователно се намира на около $23^{\circ}.5$ южно от небесния екватор. Важното в случая е, че и Слънцето, и Луната са на едно и също ъглово разстояние от небесния екватор. Това има значение, защото колкото един обект е по-далеч от екватора, толкова паралелът, на който лежи, е с по-малка обиколка и при денонощното движение обектът се премества на по-малко ъглово разстояние за единица време. При това положение, ако двете небесни тела бяха фиксирани относно неподвижните звезди, то при еднакви видими ъглови размери изгревът им би имал еднаква продължителност.

Но освен в денонощното движение на небесната сфера от изток на запад, всяко от тези две тела участва и в още едно, характерно за него движение, при това в обратната посока – от запад на изток. Поради орбиталното движение на Земята, Слънцето видимо се движи по еклиптиката с период една година. А Луната обикаля около Земята с период, равен на сидеричния лунен месец (около 27 дни) и се наблюдава видимо движение на нашия спътник на фона на звездите с такъв период. Видимото годишно движение на Слънцето от запад на изток се наслажда върху денонощното въртене на небесната сфера и в резултат Слънцето видимо се движи от изток на запад малко по-бавно от звездите. При Луната става същото, но видимото ѝ месечно движение е по-бързо от годишното движение на Слънцето. Това кара Луната да се забавя по-силно от Слънцето при денонощното си движението от изток на запад. Така стигаме до извода, че изгревът на Луната при описаните обстоятелства става по-бавно, отколкото изгрева на Слънцето.

При дадения в задачата случай забавянето на видимото денонощно движение на Луната в сравнение с това на Слънцето може да се разглежда сравнително просто, защото и Луната, и Слънцето се намират в участъци от еклиптиката, които са успоредни на небесния екватор и перпендикулярни на хоризонта.

4 задача. В студена зимна нощ при вас се явява Снежната царица и ви отвлича с вълшебната си шейна в ледения си дворец на Северния полюс. За да се освободите от коварната ѝ магия, трябва да отговорите на нейните въпроси:

Вълшебната шейна изминава 1° по земната повърхност за една минута. Ако тръгнем от двореца и се движим само на юг, за колко време ще обиколим Земята?

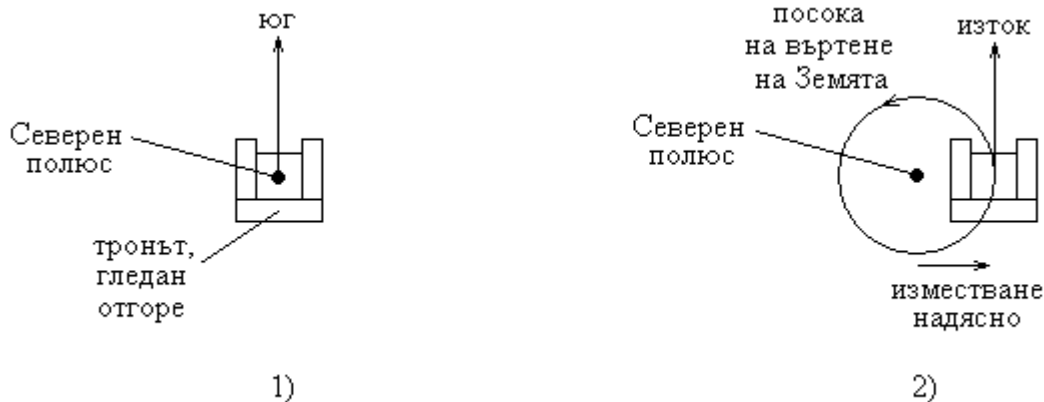
Тронът на царицата е в средата на двореца, точно там, където се намира Северният полюс. Какво трябва да се направи, така че тронът, без да се върти, да застане обърнат на изток?

Какви биха били вашите отговори?

Решение:

Ако тръгнем с шейната от Северния полюс и се движим само на юг, ще стигнем до Южния полюс. Оттам обаче няма да можем да продължим без да нарушим правилото да се движим през цялото време само на юг. От Южния полюс накъдето и да тръгнем, ще бъде в посока север. Ако трябва задължително да спазим правилото, след като стигнем до Южния полюс, ние ще останем завинаги там и никога няма да можем да обиколим Земята. Както се оказва, Снежната царица е наистина коварна.

Както и да е ориентиран първоначално тронът на царицата, щом е точно на Северния полюс, той е обърнат на юг. За да го поставим обърнат на изток, без да го завъртаме, трябва да го отместим малко от Северния полюс. Това отместване трябва да е надясно от гледна точка на царицата, седнала в трона. Така тя ще се окаже на малък паралел около Северния полюс, обърната по посока на въртенето на Земята и следователно на изток. За точка, съвпадаща със Северния полюс, всички направления са само на юг. Но дори и при най-малко отместване от Северния полюс бихме се озовали в точка, за която вече могат да се дефинират и четирите посоки на света.



5 задача. В резултат на приливното взаимодействие между Земята и Луната, нашият естествен спътник постепенно се отдалечава от нас с около 4 см на година. След колко време на Земята ще престанат да се наблюдават пълни слънчеви затъмнения?

Решение:

Понастоящем се наблюдават пълни слънчеви затъмнения, защото в определени случаи видимият ъглов размер на Луната е по-голям или равен на този на Слънцето. Но понякога, когато Луната е близо до апогея на своята орбита около Земята, например, едно слънчево затъмнение, дори и да е централно, може да не е пълно, а пръстеновидно – Луната закрива централната част от видимия слънчев диск, а по периферията остава един тесен светъл

пръстен. Най-благоприятните обстоятелства за наблюдение на пълно слънчево затъмнение са, когато Луната е най-близо до Земята, т.е. в перигей, лунната сянка попада върху участък от земното кълбо, който е най-близо до Луната (за който Луната е в зенита), а Земята е най-далеч от Слънцето, т.е. в афелий. Да означим с r_L разстоянието от Земята до Луната в перигей, а с r_S – разстоянието от Земята до Слънцето в афелий. Най-близкото разстояние, от което земен наблюдател може да вижда Луната, е $r = r_L - R_T$, където R_T е радиусът на Земята. За да престанат да се наблюдават пълни слънчеви затъмнения, трябва при тези изброени обстоятелства видимият ъглов размер на Луната да стане по-малък от ъгловия размер на Слънцето. Видимите ъглови радиуси на Луната и на Слънцето са съответно:

$$\alpha_L = \frac{R_L}{r_L - R_T} \qquad \alpha_S = \frac{R_S}{r_S}$$

където R_L и R_S са линейните радиуси на Луната и Слънцето. В наше време $\alpha_L > \alpha_S$. За да се изравнят тези видими ъглови радиуси, е необходимо разстоянието до Луната да се увеличи с $d.t$, където $d = 4$ cm е разстоянието, с което се отдалечава Луната за една година, а t е броят години, които трябва да изминат. За t получаваме следното уравнение:

$$\frac{R_L}{r_L - R_T + d.t} = \frac{R_S}{r_S}$$

От него пресмятаме:

$$t = \frac{R_L \cdot r_S - R_S (r_L - R_T)}{R_S \cdot d} = \frac{\frac{R_L}{R_S} \cdot r_S - r_L + R_T}{d}$$

$$t \approx 574 \times 10^6 \text{ години.}$$

Забележка: В справочните данни вместо разстоянието от Земята до Слънцето в афелий – 152 000 000 km, погрешно беше дадено разстоянието от Земята до Слънцето в перихелий – 147 000 000 km **При използване на тази стойност се получава $t \approx 261 \times 10^6$ години, което се зачита за правилен резултат при проверката на писмените работи.**

Справочни данни:

Разстояние от Земята до Луната в перигей – 363 000 km

Радиус на Луната – 1738 km

Разстояние от Земята до Слънцето в афелий – 152 000 000 km

Радиус на Слънцето 696 000 km

Радиус на Земята – 6378 km