

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЦЕНТРАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ

XI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

II кръг
2 март 2008 г.

Ученици от 7-8 клас

1 задача. При своето знаменито пътешествие до Луната Ян Бибиян разбрал, че през деня там е изключително горещо, а през нощта – ужасно студено. Място с по-приятна температура можело да се намери само около терминатора на Луната. Това е линията, която разделя осветената и неосветената от Слънцето част на нашия спътник – границата между деня и нощта на Луната. Яхнал дяволчето Фют, Ян Бибиян тръгва по лунния екватор, следвайки терминатора.

- В каква посока трябва да се движат двамата герои?
- С каква скорост трябва да тича дяволчето Фют, така че да следва лунния терминатор?

Решение:

Луната се върти около своята ос, както и Земята Ян Бибиян и дяволчето Фют трябва да се движат на запад, т.е. нататък, накъдето залязва Слънцето, за да следват терминатора. Интервалът от време, през който се сменят денят и нощта на Луната, е равен на синодичния лунен месец $T = 29.5$ денонощия (вижте решението на задача 4 за 7-8 клас от I кръг). За да намерим скоростта v , с която се движи терминаторът по лунния екватор, трябва да разделим обиколката на Луната по екватора на този период:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Като знаем радиуса на Луната $R = 1738$ км и превърнем T в часове, за скоростта получаваме $v \approx 15.4$ км/час. С такава скорост дяволчето Фют трябва да тича на запад по екватора, за да могат с Ян Бибиян винаги да остават на терминатора на Луната.

2 задача.

- Може ли да има месец от годината без пълнолуние? А месец с две пълнолуния?
- На всяка дата от годината ли изгрява Луната?
- Какво ще се промени за земния наблюдател, гледащ към Луната, ако тя спре да се върти около оста си?

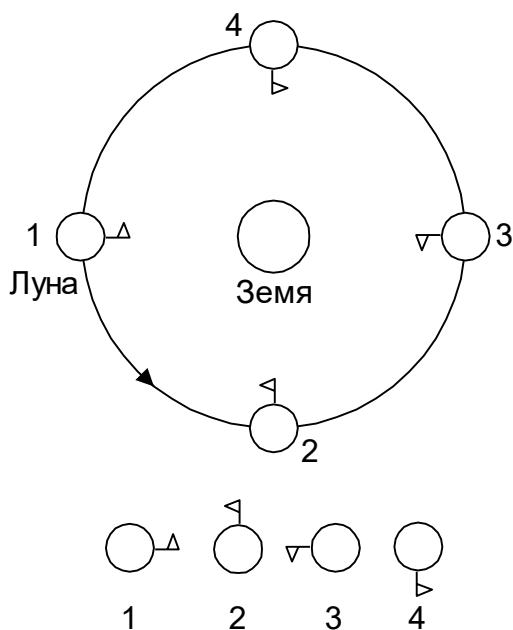
Решение:

Периодът на смяна на лунните фази е равен на синодичния лунен месец – 29.5 дни. Най-краткият месец от годината е феруари. В зависимост от това дали годината е обикновена или високосна, той може да бъде с 28 или 29 дни. Ако се е случило пълнолунието да е в последния ден на януари, то следващото пълнолуние трябва да бъде през март и в целия февруари няма да има пълнолуние. Това, обаче, се случва много рядко. Обикновено през февруари има едно пълнолуние. Останалите месеци имат по 30 или 31 ден. Никой от тях не може да бъде без пълнолуние. Ако в първия ден на месец с 30 дни има пълнолуние, то в последния ден ще има и още едно пълнолуние. А ако в първите един или два дни от месец с 31 ден има пълнолуние, то в края на месеца също ще има още едно пълнолуние. За всеки от месеците с 30 или 31 дни може да се случи пълнолунията в него да са две.

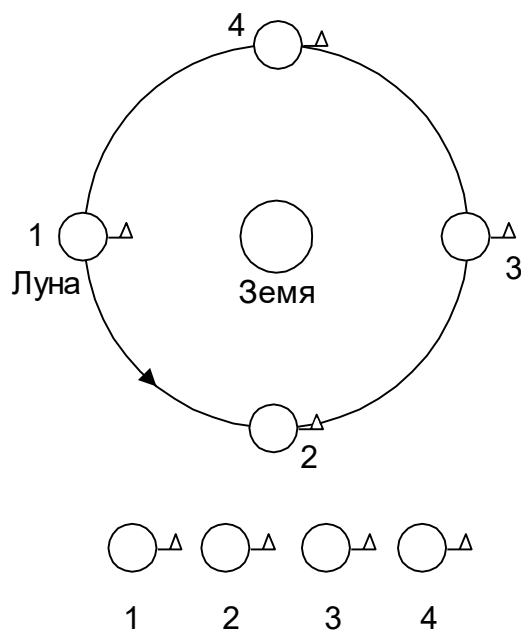
Луната се движи по своята орбита около Земята в посока от запад на изток. Поради това тя «изостава» от видимото денонощно въртене на небето от изток на запад и всеки ден изгрива средно с около 50 минути по-късно, отколкото в предишния ден. Ако на дадена дата Луната изгрее малко преди полунощ, то на следващата дата няма да има лунен изгрев, а Луната ще изгрее отново малко след полунощ на по-следващата дата. Такива дати без изгрев на Луната има практически по една всеки месец, а по някога и по две – в началото и в края на месеца.

В полярните райони на Земята има и по-дълги периоди от време, в които Луната не изгрива. Това се случва, когато Луната се намира в участъци от своята орбита, оставащи под хоризонта през цялото денонощие за тези места. Например във всеки сидеричен лунен месец Луната преминава веднъж около точката на зимно слънцестоене. Тогава тя се намира най-далеч на юг от небесния екватор и за високите северни ширини има интервали от едно или повече денонощия, в които Луната е неизгриващо светило. Аналогична ситуация възниква и в южните полярни области, когато Луната преминава около точката на лятно слънцестоене (за северното полукълбо).

Луната се върти около оста си с период, равен на периода, с който тя обикаля около Земята – един сидеричен месец (27.3 дни). Затова Луната остава обърната към нас, земните наблюдатели, винаги с една и съща своя страна (Фиг. 1). Ако Луната спре да се върти около оста си, то при орбиталното си движение около Земята, Луната ще обръща към нас последователно всички свои страни. При наблюдение от Земята Луната ще се «завърта» около себе си с период, равен на 27.3 дни (Фиг. 2).



Фиг. 1. Луната се върти около оста си с период, равен на периода на обикаляне около Земята. За земния наблюдател тя остава обърната с една и съща своя страна към Земята.



Фиг. 2. Луната не се върти около оста си. За земния наблюдател тя показва последователно всички свои страни и видимо се завърта около себе си веднъж за един орбитален период.

3 задача. На 21 февруари 2008 г. имаше пълно лунно затъмнение. Моментът на максималната му фаза беше в 5 ч. 26 мин. сутринта.

▪ Приблизително в каква посока по небето е била Луната тогава? Обяснете вашия отговор.

▪ Могло ли е това лунно затъмнение да се наблюдава от Южния полюс на Земята?

Решение:

Пълно лунно затъмнение се наблюдава, когато Луната попадне в сянката, която хвърля Земята. За целта Слънцето, Земята и Луната трябва да са точно или почти точно на една права линия. В такъв случай за земния наблюдател Луната и Слънцето трябва да се намират в две диаметрално противоположни положения на небето. Моментът на максимална фаза на пълното лунно затъмнение на 21 февруари 2008 г. е бил 5 ч. 26 мин. сутринта. Това е малко преди изгрева на Слънцето. Слънцето се очаква да изгрее от източната част на хоризонта, а Луната трябва да е в противоположна на Слънцето посока. Следователно Луната тогава трябва да се е наблюдавала не много високо над западната страна на хоризонта.

На Южния полюс по това време все още е било полярен ден. Полярният ден там свършва месец по-късно – около пролетното равноденствие. Това означава, че Слънцето е било все още достатъчно високо над хоризонта. Тъй като Луната е в точка, противоположна на Слънцето, по време на затъмнението за наблюдател на Южния полюс тя трябва да е била под хоризонта и явлението там не би могло да се наблюдава.

4 задача. С какви наблюдения можете да докажете, че Земята обикаля около Слънцето, използвайки всички средства на съвременната наука.

Решение:

Най-простото наблюдение, което може да се направи, е да се проследи изменението на вида на звездното небе през нощта в рамките на една година. Поради обикалянето на Земята около Слънцето, в различни моменти от годината неосветената от Слънцето, или нощна половина на нашата планета е обърната в различни посоки към звездите. Това, обаче, е само косвено доказателство. Защитниците на геоцентричната система биха го оборили със своята древна теория за кристалната сфера, върху която са закрепени звездите, и която се върти около Земята. За по-категорични доказателства са нужни по-точни наблюдения, изискващи прецизната съвременна наблюдателна техника.

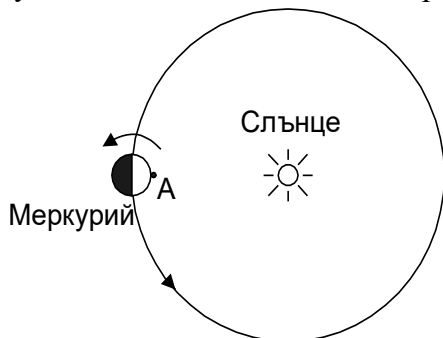
В течение на годината видимите ъглови размери на Слънцето се променят. Следователно Земята ту се приближава, ту се отдалечава от него, движейки се по своята елиптична орбита. В интерес на истината, и това би могло да се счита за несигурно доказателство. Още в древността е било открито, че годишните сезони имат различна продължителност. Древногръцкият математик Аполоний е обяснявал това с предположението, че Слънцето обикаля по кръгова орбита около Земята, но Земята е леко изместена от центъра на тази орбита (вижте задача 2 за 9-10 клас от II кръг на IX Национална олимпиада по астрономия).

Видимото паралактично отместване на звездите при движението на Земята около Слънцето е много по-категорично доказателство. То не само потвърждава движението на Земята, но и отхвърля представата за сферата на звездите, според която всички звезди са еднакво отдалечени от нас. Паралактичното отместване зависи от разстоянията до звездите и днес го използваме, за да измерим тези разстояния. Впрочем, астрономите от по-далечното минало са имали идеята, че такова отместване на звездите трябва да се наблюдава при движение на Земята около Слънцето. Неточните наблюдателни инструменти не са им позволявали да открият паралактично отместване при нито една звезда и това е служило като аргумент в подкрепа на геоцентричната система.

Преди паралактичното отместване е било открито друго видимо годишно отместване на звездите, причинено от аберацията на светлината. То също може да послужи като доказателство за движението на Земята около Слънцето.

Могат да се предложат и начини за пряко наблюдение на движението на Земята около Слънцето от космически кораби, които са изпратени на достатъчно далечно разстояние, така че собственото им орбитално движение около Слънцето да не оказва съществено влияние при наблюдението.

5 задача. Периодът, с който планетата Меркурий обикаля около Слънцето, е приблизително 90 дни. Периодът на въртене на Меркурий около оста му е приблизително 60 дни. Двете движения са в една и съща посока. Нека в даден момент наблюдател се намира в точка А на повърхността на Меркурий, както е показано на фигурата. Тогава за наблюдателя Слънцето е най-високо в небето – точно над главата му. Това е моментът пладне – средата на меркурианския ден.

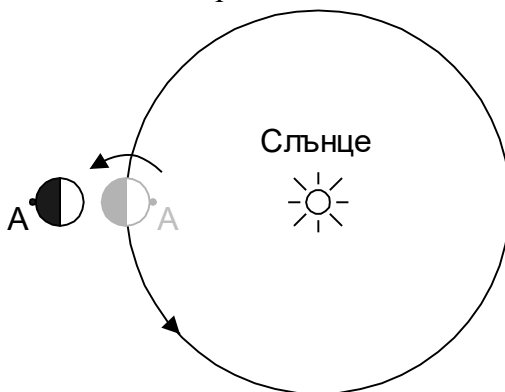


■ След колко време за наблюдателя в точка А отново ще настъпи пладне – каква е продължителността на меркурианското денонощие? (Указание: За да отговорите на въпроса, прерисувайте схемата и нанесете върху нея някои последователни положения на Меркурий по орбитата му около Слънцето, които ще ви помогнат в разсъжденията. Предайте вашата схема с решението.)

■ Колко такива меркуриански денонощия има в една меркурианска година?

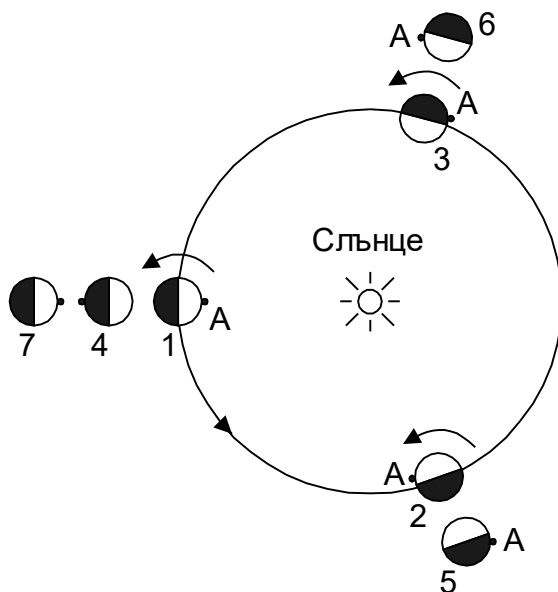
Решение:

Отначало наблюдателят в точка А се намира на страната на Меркурий, която е обърната към Слънцето. Меркурий прави една обиколка около Слънцето за 90 дни. За същото време той ще успее да се завърти около оста си един и половина пъти, понеже периодът на околоосното му въртене е 60 дни. Това значи, че след една обиколка на Меркурий около Слънцето наблюдателят в точка А ще се намира на обратната страна на планетата и за него ще е нощ, по-точно – средата на нощта, или полунощ.



Докато настъпи следващото пладне за наблюдателя в точка А, планетата Меркурий ще направи още една обиколка около Слънцето и още едно и половина завъртания около оста си. Следователно периодът от пладне до пладне – интервалът от време, за който в точка А се сменят един ден и една нощ – продължава общо 2 пъти по 90 дни, или 180 дни. Това можем да проследим с помощта на последователните положения 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 на Меркурий по неговата орбита на следващата фигура. Тези положения са през интервал от време 30 дни. За такъв интервал планетата се премества на една трета от своята орбита и се завърта на половин оборот около оста си.

Затова при всяко следващо положение точката А е завъртяна на 180° спрямо предното положение.



Годината на Меркурий – периодът на обикаляне около Слънцето – продължава 90 дни. А денонощието – 180 дни, т.е. в годината се съдържа половин денонощие или денонощието е два пъти по-дълго от годината! Там имаме 90 дни, или една меркурианска година ден и 90 дни нощ. Меркурий е много странна планета.

Друг начин за разсъждение се основава върху факта, че ако движението на една планета около Слънцето и околоосното ѝ въртене са в една и съща посока, то за тази планета броят на слънчевите денонощия в годината е точно с едно по-малък от броя на звездните денонощия. В една меркурианска година от 90 дни има 1.5 звездни денонощия от по 60 дни. Следователно броят на слънчевите денонощия за Меркурий в една година ще бъде $1.5 - 1 = 0.5$.

Разбира се, задачата може да се реши като се използва известната зависимост между продължителността на звездното денонощие $T_{sid} = 60$ дни, на слънчевото денонощие T_{syn} и на годината $T = 90$ дни:

$$\frac{1}{T_{syn}} = \frac{1}{T_{sid}} - \frac{1}{T}$$

Знакът минус отразява факта, че орбиталното движение и въртенето около оста на Меркурий стават в една посока. Така получаваме:

$$T_{syn} = \frac{T_{sid}T}{T - T_{sid}} = 180 \text{ дни}$$

Този начин е напълно правилен, макар и да не ни дава нагледна представа за необикновените особености на движението на Меркурий.

Справочни данни:

Радиус на Луната – 1738 км

Сидеричен лунен месец – 27.3 денонощия

Синодичен лунен месец – 29.5 денонощия