

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

VII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

II кръг

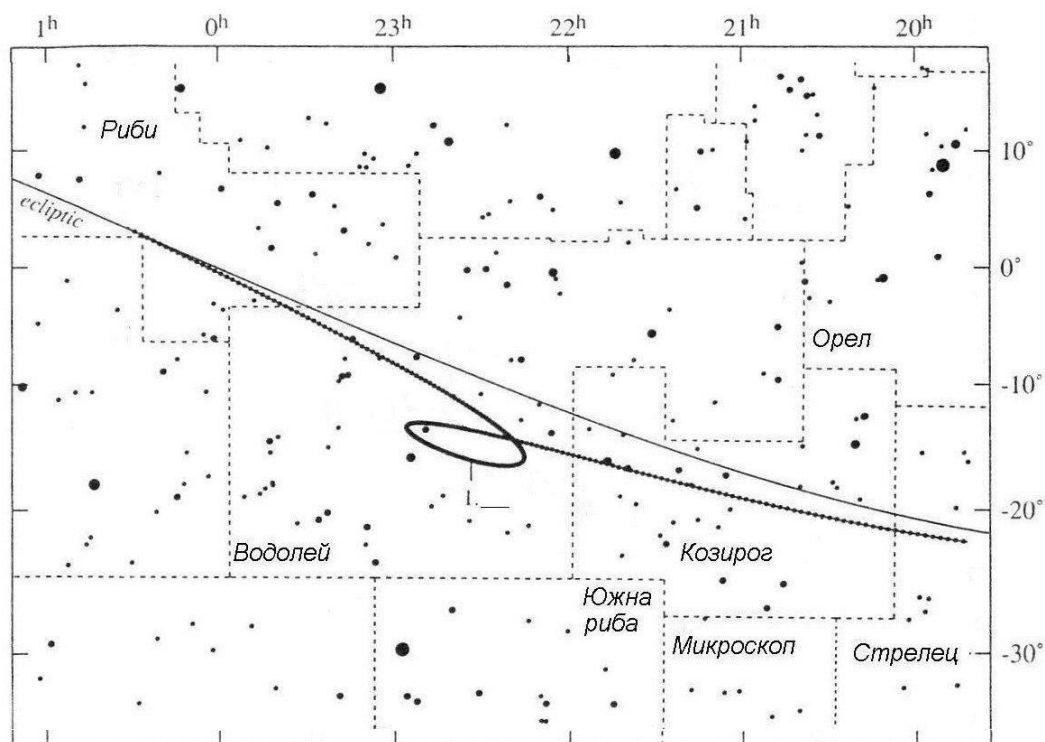
8 февруари 2004 г.

Ученици 9-10 клас – решения

1 задача. На фигурата е даден видимият от Земята път на Марс на фона на звездното небе през част от 2003 г. С чертичка по този път е означено положението на планетата на първия ден от един месец. До чертичката е написана датата "1.____", но месецът липсва.

- Защо във видимия път на Марс се появява примка?
- Допълнете означението на месеца. Кой е този месец?

Обяснете вашите разсъждения.

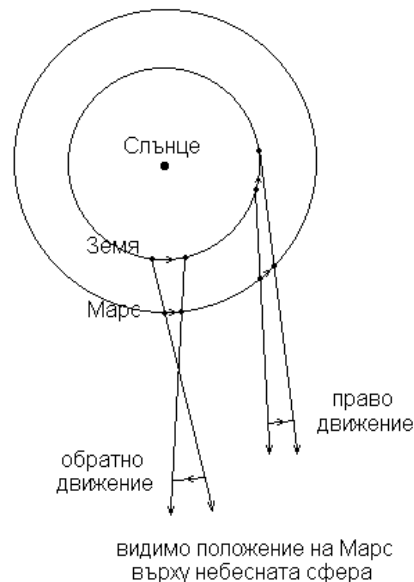


Решение:

Марс, като всяка планета, видимо се премества на фона на звездното небе за земния наблюдател. Когато видимото движение на Марс става от запад на изток, т.е. по посока на видимото годишно движение на Слънцето по еклиптиката, то говорим за право движение. Понякога обаче, планетата има обратно движение. Марс е външна планета и се движи по орбитата си около Слънцето с по-малка ъглова скорост от Земята. Затова, както се вижда от схемата, обратно движение на Марс се наблюдава около опозицията или противостоянето на Марс. Тогава Марс описва "примка" на фона на звездите.

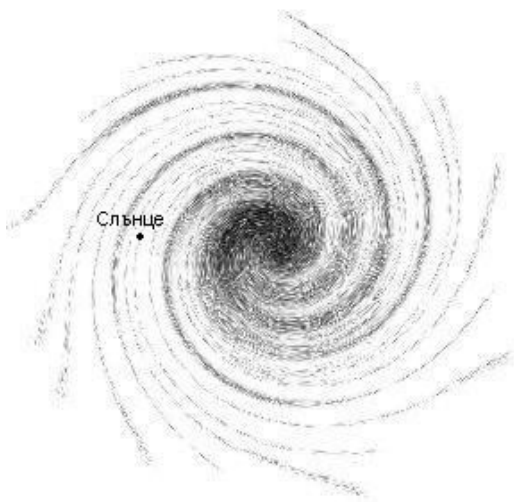
Вижда се, че в периода, когато Марс се е движил обратно – външната част на примката – той е бил в съзвездието Водолей. Някъде в този период е била и опозицията на Марс, когато той се е намирал в посока противоположна на посоката от Земята към Слънцето.

Следователно тогава Слънцето е било в диаметрално противоположното на Водолей зодиакално съзвездие – т.е. Лъв. Слънцето е в това съзвездие от втората половина на август до втората половина на септември. Това означава, че Марс е бил в опозиция в този период от време. Така стигаме до извода, че чертичката, сочеща външната част на примката, съответства на датата 1 септември.



2 задача. Нашата Галактика е огромна система от стотици милиарди звезди. Основната част от тях, включително и Слънцето, са сгрупани в един диск с диаметър 100 000 светлинни години.

- Обяснете защо виждаме светлата ивица на Млечния път, образуваща пълен голям кръг по небесната сфера около нас?



На фигурата е дадена схема на галактичния диск и положението на Слънцето в него. Центърът на нашата Галактика е в посока към западната част на съзвездие Стрелец. А в източната част на съзвездие Бик през 1054 г. древните китайци са наблюдавали ярка свръхнова звезда. Днес на същото място се намира известната Ракообразна мъглявина – остатък от експлозията.

- Отбележете на схемата приблизително в каква посока от Слънцето виждаме Ракообразната мъглявина. Обяснете защо.

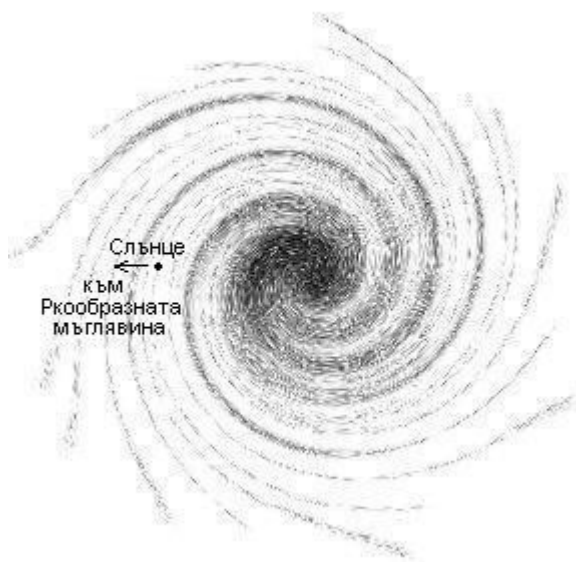
Решение:

Слънцето и ние заедно с него се намираме в галактичния диск. Когато гледаме по направление на равнината на галактичния диск, ние виждаме в небето светлата ивица на Млечния път. Това е съгъстяване от звезди – ефект от перспективата. Млечният път образува пълен кръг по небесната сфера, защото ние наблюдаваме нашата Галактика отвътре.

Центърът на нашата Галактика е в посока към западната част на съзвездие Стрелец. Следователно галактичният център е близо до мястото, където Млечният път се пресича с еклиптиката, тъй като Стрелец е зодиакално съзвездие.

Ще покажем, че Ракообразната мъглявина е близо до другата, диаметрално противоположна област, където се пресичат Млечният път и еклиптиката. Ракообразната мъглявина е в посока към източната част на съзвездие Бик, също зодиакално съзвездие. По еклиптиката, диаметрално противоположно на Стрелец, е съзвездие Близнаци. То следва след Бик на изток. Това означава, че центърът на Галактиката и Ракообразната мъглявина са в две почти диаметрално противоположни области около еклиптиката. Но еклиптиката е голям кръг от небесната сфера, централната линия на Млечния път също (макар и не съвсем точно) и те се пресичат в две диаметрално противоположни точки.

Оттук следва, че центърът на Галактиката и Ракообразната мъглявина се намират в две почти диаметрално противоположни области на Млечния път. Ето защо на схемата посоката, в която наблюдаваме Ракообразната мъглявина, трябва да е обратна на посоката към галактичния център.



3 задача.

Звезда		β Cyg	μ Cyg
Компонента А	Звездна величина	3 ^m .1	4 ^m .7
	Спектрален клас	K	F
Компонента В	Звездна величина	5 ^m .1	6 ^m .1
	Спектрален клас	B	G

В таблицата са дадени данни за компонентите на две двойни звезди в съзвездието Лебед (Cygnus). От всичките четири компоненти в двете системи само една не е от Главната последователност на диаграмата на Херцшпрунг-Ръсел.

За всяка двойна система посочете:

- Коя от двете компоненти е по-гореща – А или В?
- Коя от двете компоненти е с по-голям размер – А или В?

Отговорете и на следните въпроси:

- Коя от четирите звезди в двете системи не е от Главната последователност?
- Коя от двете системи е по-близо до нас – β Cyg или μ Cyg?

Решение:

В системата β Cyg компонентата β Cyg А е от спектрален клас K, а компонентата β Cyg В – от клас B. Следователно компонентата В е по-гореща от А. В системата μ Cyg компонентата μ Cyg А със спектрален клас F е по-гореща от компонентата μ Cyg В със спектрален клас G.

В системата β Cyg по-горещата компонента β Cyg В е с по-голяма звездна величина. Понеже двете компоненти са на практически еднакво разстояние от нас, то можем да заключим, че компонентата β Cyg В има по-малка светимост от компонентата β Cyg А. Но съгласно закона на Стефан-Болцман, интензивността на излъчване от единица повърхност на едно нагрято тяло е по-висока при по-висока температура. Това означава, че по-хладната компонента β Cyg А трябва да има по-голяма повърхност, а значи и по-голям радиус от β Cyg В. Оттук следва също и че компонентата β Cyg А е единствената от четирите звезди, която не е от Главната последователност. Това е звезда – червен гигант.

В системата μ Cyg по-горещата компонента е и с по-малка звездна величина, т.е. μ Cyg А е с по-висока светимост от компонентата μ Cyg В. Понеже и двете звезди са от Главната последователност, то компонентата μ Cyg А, която е с по-ранен спектрален клас, трябва да е и с по-голяма маса и следователно с по-голям радиус от μ Cyg В.

Да сравним компонентата В от системата β Cyg с компонентата А от системата μ Cyg. Първата звезда е от спектрален клас B, а втората от спектрален клас F. И двете са от Главната последователност. Ето защо би трябвало първата звезда да е с по-висока светимост от втората. Но звездната величина на първата звезда е по-голяма, отколкото на втората. Това значи, че видимият блясък на първата звезда е по-слаб. Следователно системата β Cyg е по-далеч от нас, отколкото μ Cyg.

4 задача. В пустинно царство на самия екватор живял цар. Той си имал любима звезда – Садалмалик (α Водолей, “щастливата звезда на царя”). Нощем я гледал, като минава през зенита.

Вражеска войска завлаждала царството. Царят бил откаран надалеч. Царският син избягал и заживял в самотна шатра. Една нощ му се явил добър дух и му казал: “Баща ти е хвърлен в дълбок кладенец. Бях при него точно когато гледаше през кладенеца любимата си звезда. Това беше преди 99 секунди”. После духът излетял. Принцът погледнал след него право нагоре през димния отвор на върха на шатрата и също видял Садалмалик. Тогава разбрал как да намери баща си.

- Повторете разсъжденията на принца.
- В каква посока от шатрата с принца се намира кладенецът с царя?
- Какво е разстоянието между тях?
- С каква скорост се движи добрият дух?

Решение:

Царят, живеещ на екватора, гледал любимата си звезда, когато тя минава през зенита. Това означава, че звездата е на небесния екватор. За да я вижда царят от дъното на кладенеца, то за този пункт тя също трябва да минава през зенита и следователно кладенецът се намира на земния екватор. По същата логика на земния екватор се намира и шатрата с принца.

Земята се върти около своята ос от запад на изток и по тази причина ние наблюдаваме денонощно въртене на звездното небе от изток на запад. Принцът е видял Садалмалик в зенита малко по-късно от царя. Оттук той заключава, че кладенецът е на изток от неговата шатра.

Садалмалик се е появила в зенита за принца $t = 99$ секунди след като е била в зенита за царя. За това време Земята се е завъртяла на ъгъл:

$$\beta = \frac{t \cdot 360^\circ}{T}$$

където $T = 23^h56^m$ е периодът на въртене на Земята относно звездите (звездно денонощие). Този ъгъл съответства на дължина на дъгата от екватора по земната повърхност:

$$s = \frac{\beta}{360^\circ} \cdot 2\pi R$$

където R е радиусът на Земята.

$$s = \frac{t}{T} \cdot 2\pi R$$

$$s \approx 46\text{km}$$

Това е разстоянието от шатрата до кладенеца.

Скоростта на движение на добрия дух е била:

$$v = \frac{s}{t} \approx 465\text{m/s} \approx 1674\text{km/h}$$

5 задача. В 2003 г. зимното слънцестоене, или началото на астрономическата зима, беше на 22 декември в 08^h53^m българско време. На коя дата и в колко часа ще бъде зимното слънцестоене в 2004 г.?

Решение:

Годината 2004та е високосна. Затова на 21 декември 2004 г. в 08^h53^m ще са изминали 365 дни от зимното слънцестоене през 2003 г. До зимното слънцестоене в 2004 г. тогава ще остане още 0.24219 част от денонощието.

$$0.24219 \text{ д.} = 0.24219 \cdot 24^h = 5.81256^h = 5^h + 0.81256 \cdot 60^m \approx 5^h49^m$$

$$08^h53^m + 5^h49^m = 14^h42^m$$

Следващото зимно слънцестоене ще настъпи на 21 декември 2004 г. в 14^h42^m .

Справочни данни:

Продължителност на тропичната година 365.24219 денонощия

Екваториален радиус на Земята 6378 km

Спектрални класове на звездите (заедно с мнемонично правило за запомняне):

O, B, A, F, G, K, M (Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me.).