

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

III кръг, 11 април 2010 г., практически тур

Ученици от 9-10 клас - решение

Марс през 2003 година. През 2003 година, по време на поредното велико противостояние, Марс се доближи рекордно близо до нас. На 27 август той беше само на 55758006 километра от Земята. В приложението разполагате с поредица от негативни изображения на Марс, съответстващи на 0h UT (универсално време) за посочените дати. Всички изображения са в еднакъв мащаб. Под датите са дадени и геоцентричните еклиптични дължини на Марс за тези моменти.

- На лист милиметрова хартия начертайте орбитата на Земята в подходящ мащаб. Приемете, че пролетната равноденствена точка се намира наляво, в посока успоредна на милиметровото разграфяване на хартията. Приемайки, че Земята се движи равномерно по кръгова орбита и че противостоянето също е било на 27 август, означете с максимално възможна точност положенията на Марс в съответните моменти от време и нарисуйте участъка от орбитата по която той се е движил през 2003 година. Приемаме, че орбитите на Земята и Марс лежат в една равнина.

Справочни данни:

1AU (астрономическа единица)	–	150 000 000 km
Продължителност на звездната година	–	365 ^d .2564

Решение: Избираме такъв мащаб, че орбитата на Земята върху листа да има радиус 5 сантиметра. Начертаваме я в средата на листа милиметрова хартия. За да определим положенията на Марс, трябва да знаем посоките към планетата и разстоянията до нея. Особено в случая е това, че наблюдаваме планетата от подвижен обект – Земята. За да може да определим положенията на Марс, трябва да знаем положенията на Земята по нейната орбита в моментите на наблюдение. Като изходно направление за графичните построения избираме посоката към Марс в момента на неговото най-голямо приближаване към Земята, който приехме да съвпада с момента на противостояние. Тогава Слънцето, Марс и Земята лежат на една права линия, която сключва с посоката към пролетната равноденствена точка ъгъл, равен на геоцентричната еклиптична дължина на Марс, измерван против часовниковата стрелка. Този ъгъл е равен на 335.5 градуса. Начертаваме тази линия и означаваме върху орбитата на Земята нейното положение. Разстоянието от Земята до Марс в този момент е $r_{\min} = 55758006$ км. В мащаба на чертежа разстоянието е:

$$r_{Mo} = (r_{\min} / 1AU) \cdot 50\text{мм} = 18.59 \text{ мм}$$

Нанасяме и положението на Марс върху линията.

Нека първо нанесем положенията на Земята върху орбитата и в съответните моменти от време. Пълна обиколка по своята орбита Земята извършва за една звездна година. Следователно за едно денонощие Земята изминава ъгъл равен на:

$$\Delta\lambda_0 = 360/365.2564 = 0^\circ.9856$$

Виждаме, че наблюденията са правени през 28 денонощия, с изключение на момента на противостоене, който е на 14 денонощия от съседните наблюдения. За 14 дни Земята ще измине ъгъл $\Delta\lambda_1$ равен на :

$$\Delta\lambda_1 = 14 \times \Delta\lambda_0 = 14 \times 0^\circ.9856 = 13^\circ.8$$

По същия начин пресмятаме ъглите $\Delta\lambda$ за всеки момент от време. Тези ъгли имат смисъла на разлика в еклиптичната дължина на направлението към Марс, в деня на най-голямото му сближаване със Земята, и еклиптичната дължина в останалите моменти. Тъй като еклиптичната дължина расте в посока съвпадаща с посоката на движението на Земята по орбитата, то ъглите на положенията преди 27 август са положителни, а тези след него – отрицателни. Записваме резултатите в Таблица 1 и нанасяме положенията на Земята по нейната орбита.

За да определим разстоянието от Земята до Марс сравняваме видимите размери на Марс в максималното му приближаване към Земята с размерите му в другите моменти. Разстоянието до Марс е обратно пропорционално на видимия диаметър на изображенията на планетата:

$$r_M / r_{M_0} = D_{M_0} / D_M$$

Следователно:

$$r_M = (D_{M_0} / D_M) \cdot r_{M_0}$$

Измерваме диаметрите на изображенията на Марс, за които са дадени моменти от време, и записваме резултатите в Таблица 1. Пресмятаме разстоянията от Земята до Марс върху чертежа в милиметри и също ги записваме в таблицата.

За всяко положение на Земята определяме моментното положение на Марс по дадената геоцентрична еклиптична дължина. Еклиптичните дължини се отчитат от пролетната равноденствена точка и нарастват в посока на движение на планетите и Слънцето по небесната сфера (т.е. против часовниковта стрелка, гледайки от Северния еклиптичен полюс). Центрираме транспортира върху всяко положение на Земята, ориентираме го по милиметровите линии на мрежата, тъй като сме избрали те да са успоредни на направлението към пролетната равноденствена точка. Отбелязваме направлението към Марс и използвайки чертожна, линия нанасяме положението на Марс в това направление на съответното разстояние r_M взето от Таблица 1. По този начин нанасяме всички положения на Марс. Построяваме частично орбитата на Марс, прекарвайки през точките плавно огъната линия. Виждаме, че тя описва част от овална фигура – елипса.

Критерии за оценяване:

Общо

За разбиране на факта, че най-голям ъглов диаметър Марс има при противостоене и използването му в задачата – 2 т.

*За добра теоретична основа на начина на построяване на орбитата на Марс:
- отчитане на орбиталното движение на Земята – 2 т.*

- определяне на направлението на линията Земя – Марс по еклиптичната дължина – 2 т.

- съобразяване на мащаба на разстоянията Земя – Марс с мащаба на ъгловите размери на Марс – 2 т.

За пресмятане на положенията на Земята по нейната орбита – 2 т.

За пресмятане на мащаба на видимия ъглов размер на Марс за всички изображения – 2 т.

За пресмятане на разстоянието му до Земята за всички изображения – 2 т.

За правилно посторожаване на орбитата – 4 т.

Таблица 1.
Марс през 2003 година

№	Дата	D_M	r_M	$\Delta\lambda$
	0h UT	[мм]	[мм]	[°]
1	1.01	7.6	103.0	234.6
2	29.01	8.6	91.0	207.0
3	26.02	9.9	79.0	179.4
4	26.03	11.8	66.3	151.8
5	23.04	14.7	53.2	124.2
6	21.05	18.4	42.5	96.6
7	18.06	24.4	32.0	69.0
8	16.07	32.4	24.2	41.4
9	13.08	40.6	19.3	13.8
10	27.08	42.1	18.59	0.0
11	10.09	40.8	19.2	– 13.8
12	8.10	32.1	24.4	– 41.4
13	5.11	24.0	32.6	– 69.0
14	3.12	18.1	43.2	– 96.6
15	31.12	14.0	55.9	– 124.2



