

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг, 03 май 2015 г., Добрич

ТЕМА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – VII-VIII КЛАС

Практически кръг
Решения

1 задача. Частично лунно затъмнение. На снимката виждате последователни положения на Луната в небето по време на частичното лунно затъмнение на 26 юни 2010 г. На листа от прозрачно фолио, с който разполагате, е начертан кръг с размера на земната сянка в мащаба на снимката.

- А) Постройте положението на земната сянка, съответстващо на всяко от положенията на Луната.
- Б) Определете приблизително ъгловата скорост на видимото денонощно движение на Луната в градуси за час.
Видимият ъглов диаметър на Луната е 0.5° .

Решение:

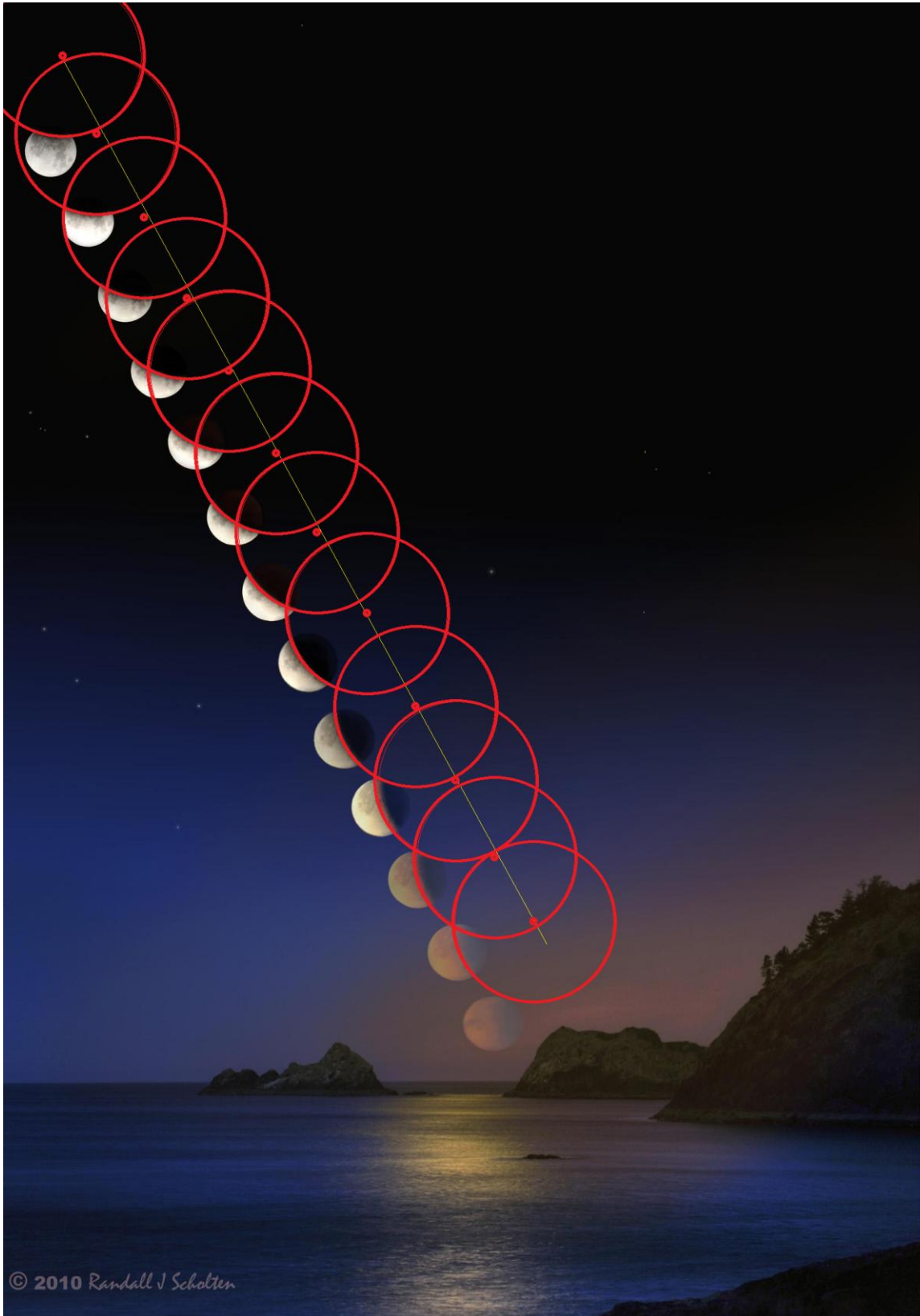
За всяко положение на Луната нагласяме прозрачното листче така, че кръгът да съответства на положението на земната сянка. С помощта на острието на пергела отбелязваме центъра на сянката. Така получаваме поредица от точки, през които прекарваме права линия. Виждаме, че тя не е успоредна на линията на движение на Луната. Положението на центъра на земната сянка е диаметрално противоположно на положението на Слънцето върху небесната сфера. Ходът на слънчевото време, което използваме, се определя от видимото денонощно движение на Слънцето по небето. Това движение напълно съответства на видимото движение на центъра на земната сянка. Следователно движението на центъра на земната сянка може да ни послужи за измерване на времето.

Избираме две положения на центъра на земната сянка, намиращи се към двата края на правата линия, и измерваме разстоянието между тях. Получаваме 172.5 мм. Измерваме разстоянието между съответните им положения на Луната. За целта не е удобно да използваме центровете на лунния диск, а по-добре е да измерим разстоянието между пресечните точки примерно на долния край на лунния диск с правата линия, очертаваща движението на Луната. Получаваме 156.5 мм.

Измерваме диаметъра на Луната, който се оказва 10 мм. Като знаем, че той е равен на 0.5° , намираме мащаба на снимката – на 20 мм отговаря 1° . Така определяме, че между двата разглеждани от нас момента центърът на земната сянка е изминал 8.6° по небето, а центърът на Луната – 7.8° . Видимото денонощно движение на земната сянка, а значи и на Слънцето, става от изток на запад. Причината Луната да изостава от него е, че Луната извършва орбитално движение около Земята от запад на изток.

Времето, изминало между двата избрани от нас момента можем да определим по движението на земната сянка със следната пропорция:

$$\Delta t = 24^h \cdot \frac{8.6^\circ}{360^\circ} \approx 0.575^h$$



За същото време Луната е изминала 7.8° и нейната скорост на видимо денонощно движение по небето е:

$$\omega = \frac{7.8^\circ}{0.575^h} \approx 13.6^\circ/\text{час}$$

Като използваме тази скорост, можем да пресметнем с колко градуса Луната изостава от Слънцето в денонощие. Скоростта на видимото денонощно движение на Слънцето е 15%/час. Следователно за един час Луната изостава от Слънцето с $15^\circ - 13.6^\circ = 1.4^\circ$. За едно денонощие изоставането ще бъде $1.4^\circ \times 24^h = 33.6^\circ$. Това е твърде висока стойност. Действителната величина е около 12.2%/час. Нашият резултат показва, че снимката не представлява насложени кадри с действителни положения на Луната по небето, а заснетите положения на Луната са подредени върху кадъра на около три пъти по-малко разстояние един от друг с цел постигане на по-впечатляващ ефект.

Критерии за оценяване (общо 13 т.)

За построяване на изображенията на земната сянка – 4 т.

За правилна теоретична постановка на решението – 4 т.

За измервания и определяне на мащабите – 3 т.

За пресмятания и краен резултат – 2 т.

2 задача. Противостояния и квадратури. Когато се случи Марс да бъде в съзвездието Скорпион, се наблюдава красива гледка. Червената планета си съперничи по блясък и цвят с червената звезда Антарес. Името е дадено на звездата именно затова – то идва от Анти-Арес, т.е съперническа си с Арес – древногръцкия бог на войната.

- А) Ако при дадено противостояние Марс е в съзвездието Скорпион, в кое съзвездие ще бъде той при следващото си противостояние?
- Б) Колко време след едно противостояние Марс ще е в източна квадратура?
- В) Нека в даден момент за нас Марс е в източна квадратура и е в съзвездието Скорпион. За марсиански наблюдател в същия момент Юпитер е в западна квадратура. В кое съзвездие ще е Юпитер за наблюдател на Земята?

Начертайте в подходящ мащаб орбитите на Земята и Марс и решете задачата графично.

Справочни данни:

Радиус на орбитата на Марс – 1.5 а.е.

Радиус на орбитата на Юпитер – 5.2 а.е.

Орбитален период на Марс – 687 дни

Решение:

Първо намираме синодичния период на Марс T_{SYN} от равенството:

$$\frac{1}{T_{SYN}} = \frac{1}{T_O} - \frac{1}{T_M}$$

където T_O е орбиталният период на Земята, а T_M – сидеричният период на Марс.

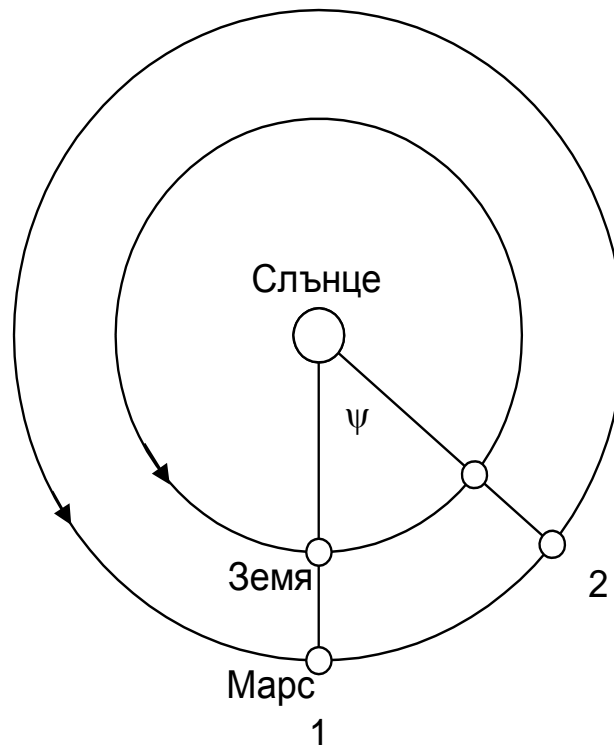
$$T_{SYN} = \frac{T_O T_M}{T_M - T_O} \approx 780 \text{ денонощия}$$

Оттук намираме, че синодичният период на Марс се равнява на две земни години и 49.5 денонощия. Това съответства на завъртане на Земята по нейната орбита на ъгъл:

$$\psi = 360^\circ \cdot \frac{49.5}{365.25} \approx 48.7^\circ$$

Начертаваме орбитите на Земята и Марс около Слънцето. Нека отбележим с 1 линията, на която се случва първото противостояние. Тогава следващото противостояние ще се случи на линията 2, която е завъртяна на ъгъл ψ спрямо първата в посоката на

движение на планетите. Ако при първото противостояние Марс се е наблюдавал в съзвездието Скорпион, то при второто той ще е най-вероятно в Козирог.



При орбиталното си движение Марс изостава от Земята. След противостояние, за да бъде в източна квадратура, Марс трябва да изостане с ъгъл $\chi = 49^\circ$ назад от Земята. Този ъгъл определяме, като го измерим на чертежа. Това става след интервал от време, равен на $49^\circ/360^\circ$ части от синодичния период, или приблизително 106 дни.

Начертаваме в мащаб орбитите на Земята, Марс и Юпитер. Отбелязваме положенията на Марс спрямо Земята в източна квадратура и на Юпитер спрямо Марс в западна квадратура. Свързваме с права линия Земята и Юпитер и измерваме ъгъла Марс-Земя-Юпитер. Той се оказва 118° . Ако Марс е в Скорпион, то Юпитер е на около четири зодиакални съзвездия по на изток, т.е. в Риби.

Критерии за оценяване (общо 12 т.):

За правилен метод за определяне на ъгъла ψ - 2 т.

За правилен извод в кое съзвездие ще е следващата опозиция на Марс - 2 т.

За правилен начин на определяне след колко време Марс ще е в източна квадратура - 1 т.

За верен числен резултат - 1 т.

За правилен чертеж на Земята, Марс и Юпитер - 3 т.

За определяне на ъгъла Юпитер-Земя-Марс - 1 т.

За правилно определяне в кое съзвездие ще е Юпитер - 2 т.

