

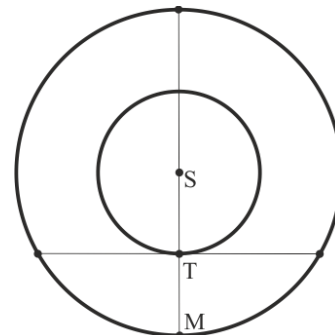
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

8 класс

8.1. Послание с Марса

Сколько минут будет идти мощный сигнал, отправленный со скоростью света во время противостояния с Марса на Землю? В какое время суток будет получен этот сигнал (днём или ночью, ответ поясните)?

Скорость света в вакууме: $c = 2,998 \cdot 10^5$ км/с,
 радиус орбиты Марса: $a_{\text{М}} = 1,5237$ а.е.,
 радиус орбиты Земли: $a_{\text{З}} = 1,0000$ а.е.,
 астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.



Решение

Во время противостояния Солнце, Земля и Марс будут находиться на одной прямой.

Геоцентрическое расстояние Марса $\rho = a_{\text{М}} - a_{\text{З}}$, (1 балл)

$$\rho = 0,5237 \text{ а.е.} = 7,835 \cdot 10^7 \text{ км.} \quad (1 \text{ балл})$$

Время передачи сигнала, $t = \rho/c$, (2 балла)

$$t = 261,3 \text{ с} = (1 \text{ балл})$$

$$= 4,355 \text{ мин.} \quad (1 \text{ балл})$$

Во время противостояния на Земле в одном полушарии днём будет видно Солнце, а в другом – Марс. Время $t \approx 4$ мин $\ll$ периода осевого вращения Земли. Сигнал будет получен ночью. (2 балла)

8.2. Трасса спутника

Трассой спутника называют проекцию орбиты спутника на поверхность небесного тела (например, Земли). На сколько градусов и в каком направлении должна смещаться трасса полёта полярного искусственного спутника Земли за один его оборот при движении по круговой орбите со скоростью $v = 7$ км/с на высоте $h = 1770$ км? Орбита полярных спутников проходит над обоими полюсами планеты.

Радиус Земли: $R_{\text{З}} = 6,37 \cdot 10^3$ км,

Период осевого вращения Земли: $T_{\text{З}} = 23,93$ ч.

Решение

За один оборот спутник пройдёт расстояние $L = 2\pi R$, где $R = R_{\text{З}} + h$, $R = 8,14 \cdot 10^3$ км.

Время одного оборота $T = L/v$, (1 балл)

$$T = \frac{2\pi R}{v}, \quad (1 \text{ балл})$$

За время $t = T$ (1 балл)

Земля повернётся с запада на восток, т.о. трасса спутника должна сместиться к западу. (1 балл)

Угол поворота Земли и смещения трассы спутника $\lambda = \omega_{\text{З}} t = \omega_{\text{З}} T$, (1 балл)

Угловая скорость (в градусах в секунду), $\omega_{\text{З}} = \frac{360^\circ}{T_{\text{З}}}$, (1 балл)

$$\lambda = \frac{360^\circ}{T_{\text{З}}} T = \frac{360^\circ}{T_{\text{З}}} \frac{2\pi R}{v} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\lambda = \frac{360^\circ}{23,93 \cdot 60 \cdot 60} \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8,14 \cdot 10^3}{7} = 30^\circ, 5. \quad (1 \text{ балл})$$

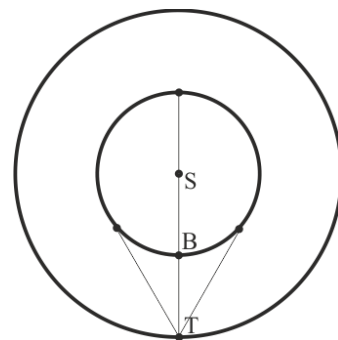
8.3. Радиолокация Венеры

Определите значение астрономической единицы (считая её неизвестной) по данным радиолокации Венеры в нижнем соединении, если радиопульс отправленный со скоростью света с Земли к планете возвратился через $4^{\text{мин}}36^{\text{с}}$.

Скорость света в вакууме: $c = 2,998 \cdot 10^5$ км/с,

радиус орбиты Венеры: $a_{\text{В}} = 0,7233$ а.е.,

радиус орбиты Земли: $a_{\text{З}} = 1,0000$ а.е.



Решение

Во время нижнего соединения Солнце, Венера и Земля будут находиться на одной прямой.

Геоцентрическое расстояние Венеры $\rho = a_{\text{В}} - a_{\text{З}}$, (1 балл)

$\rho = 0,2767$ а.е. (1 балл)

За время $\tau = 4^{\text{мин}}36^{\text{с}} = 276$ с радиопульс прошёл расстояние 2ρ . (2 балла)

$2\rho = ct$, (1 балл)

$\rho = \frac{ct}{2}$, $\rho = 4,137 \cdot 10^7$ км = $0,2767$ а.е. (2 балла)

$1 \text{ а.е.} = 1,495 \cdot 10^8$ км. (1 балл)

8.4. Астероид 2022 VR1

Околоземный астероид 2022 VR1 пролетит мимо Земли в ночь с 16 на 17 ноября 2024 года. Его орбитальный период обращения $T = 364,27$ сут. Считая орбиту астероида круговой, вычислите её радиус и геоцентрическое расстояние. Результат не должен пугать, вследствие даже не очень большой вытянутости орбиты, реальное расстояние, на котором пройдёт астероид больше в 35,5 раз. Определите действительное расстояние сближения астероида с Землёй.

Орбитальный период обращения Земли: $T_{\text{З}} = 365,26$ сут. = 1 звёздный год,

радиус орбиты Земли: $a_{\text{З}} = 1,0000$ а.е.,

астрономическая единица: $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^8$ км.

Решение

Используя упрощённую запись третьего закона Кеплера для тел Солнечной системы,

$T^2[\text{годы}] = a^3[\text{а.е.}]$ (2 балла)

$T = \frac{364,27}{365,26} = 0,99729$ года. (1 балл)

$a = \sqrt[3]{T^2}$, (1 балл)

$a = \sqrt[3]{0,99729^2} = 0,99819$ а.е. (2 балла)

Геоцентрическое расстояние астероида $\rho = a_{\text{З}} - a$, (1 балл)

$\rho = 0,00174$ а.е. = $2,7078 \cdot 10^5$ км.

Это расстояние меньше радиуса орбиты Луны, однако действительное расстояние

$\rho_{\text{д}} = 35,5 \cdot 2,7078 \cdot 10^5 = 9,61 \cdot 10^6$ км. (1 балл)

8.5. Луна

Луна при своём орбитальном движении вокруг Земли проходит $13^{\circ},177$ в сутки дуги своей орбиты. Синодический период Луны S , связан с сидерическим (периодом орбитального вращения) соотношением $536870912S \approx 579820585T$. Определите из этих данных

орбитальный период обращения Луны вокруг Земли (в сутках), сидерический период Луны (в сутках) и дату наступления следующего полнолуния, если время и дата начала последнего (МСК) $14^{\text{ч}}26^{\text{мин}}$ 17 октября 2024 года.

Решение

$$\text{Угловая скорость обращения Луны, } \omega_{\zeta} = \frac{13^{\circ},177}{\text{сут.}} = \frac{360^{\circ}}{T} \quad (1 \text{ балл})$$

$$T_{\zeta} = \frac{360^{\circ}}{13^{\circ},177} = 27,32 \text{ сут.} \quad (1 \text{ балл})$$

$$S_{\zeta} = \frac{579820585}{536870912} T_{\zeta} \approx 1,08 T_{\zeta}. \quad (1 \text{ балл})$$

$$S_{\zeta} = 29,5 \text{ сут.} \quad (1 \text{ балл})$$

$$t = t_0 + S_{\zeta}. \quad (1 \text{ балл})$$

$$14^{\text{ч}}26^{\text{мин}} \approx 0,6 \text{ сут.} \quad (1 \text{ балл})$$

$$17,6 \text{ X}$$

$$+ 29,5$$

$$\hline 47,1 \text{ X}$$

$$- 31$$

$$\hline 16 \text{ XI}$$

Следующее полнолуние наступит 16 ноября 2024 года. (2 балла)

Примечание. Ответ 14 или 15 ноября, в том числе без обоснований (предположительно из наблюдений неба в эти дни), оценивается 1 баллом.

8.6. Наблюдение Сатурна

За 30 минут наблюдений детали поверхности экваториальной зоны Сатурна сместились на $16^{\circ},89$ по долготе. Определите угловую скорость Сатурна (в градусах в час), период вращения Сатурна (в часах) и скорость точек, лежащих на экваторе планеты (в км/с).

Радиус Сатурна: $R_{\text{h}} = 60,3 \cdot 10^3 \text{ км}$.

Решение

$$\omega_{\text{h}} = \frac{16^{\circ},89}{0,5 \text{ ч}} = 33^{\circ},78 \text{ в час,} \quad (2 \text{ балла})$$

$$T_{\text{h}} = 360^{\circ} \frac{\text{ч}}{33^{\circ},78} = 10,66 \text{ ч.} \quad (2 \text{ балла})$$

$$\nu = L/T, \quad (1 \text{ балл})$$

$$\nu = \frac{2\pi R}{T}, \quad (1 \text{ балл})$$

$$\nu = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 60,03 \cdot 10^4}{10,66 \cdot 60 \cdot 60} = 9,9 \text{ км/с.} \quad (2 \text{ балла})$$