

Условия задач

1. В мае или в ноябре может наблюдаться транзит (прохождение) Меркурия по диску Солнца – редкое астрономическое явление, случающееся, однако, намного чаще, чем прохождения Венеры, поскольку Меркурий находится ближе к Солнцу и движется быстрее. Последнее прохождение произошло 11 ноября 2019 года, следующее случится только 13 ноября 2032 года. Изобразите чертёж взаимного расположения Солнца, Земли и Меркурия в момент транзита Меркурия. Вычислите, на каком расстоянии (в км) от Земли находится в это время Меркурий.
2. Какие из приведенных названий являются названиями созвездий: Орион, Ариадна, Полярная, Динозавр, Ворона, Лиса, Ящерица, Телец, Микроскоп, Телевизор, Большой Лев, Большой Кот, Пёс.
3. Астероид Петрина, открытый 3 марта 1902 года немецким астрономом Максом Вольфом и названный в честь собаки первооткрывателя, в афелии находится на расстоянии примерно 3,3 а.е. от Солнца. Сколько времени идет свет от Солнца до этого астероида?
4. Средневековый персидский мыслитель Абу Райхан Бируни в конце X века смог рассчитать скорость суточного вращения поверхности Земли на экваторе. Результат у него получился в используемых в то время единицах измерения: 3778 локтей за 4 секунды часа. Зная, что длина «локтя» равна 49,43 см, определите, на сколько результат Аль-Бируни отличается от современных данных. Все необходимые для решения константы можно найти в справочных материалах. Длина окружности определяется по формуле $L = 2\pi R$.

Решения

1. Взаимное положение планет в момент транзита Меркурия изображено на чертеже (2 балла):

Для определения расстояния между Землей и Меркурием из справочных данных возьмем средние расстояния планет от Солнца:

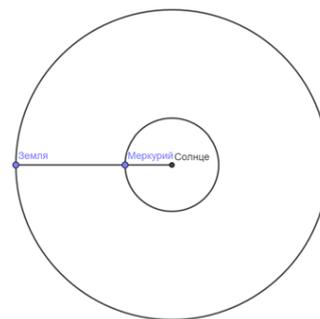
$$R_M = 0,387 \text{ а.е.}; R_3 = 1,000 \text{ а.е.} \quad (1 \text{ балл})$$

Из построения очевидно, что искомое расстояние между Землей и Меркурием:

$$R_{M3} = R_3 - R_M = 0,613 \text{ а.е.} \quad (2 \text{ балла})$$

Переведем найденное значение в км:

$$R_{M3} = 0,613 \text{ а.е.} = 0,613 \cdot 1,496 \cdot 10^{11} \approx 0,917 \cdot 10^{11} \text{ м} = 9,17 \cdot 10^7 \text{ км.} \quad (3 \text{ балла}).$$



2. Орион, Ящерица, Телец, Микроскоп. (8 баллов)

За каждое правильное название – 2 балла, за указание каждого неправильного вычитается 1 балл.

3. Из справочных данных находим, что скорость света в вакууме:

$$v = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с, а } 1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м. (1 балл).}$$

Переведем расстояние до астероида в метры:

$$L = 3,3 \text{ а.е.} = 3,3 \cdot 1,496 \cdot 10^{11} \approx 4,937 \cdot 10^{11} \text{ м. (3 балла).}$$

Тогда время прохождения света:

$$t = L/v = 1\,646,7 \text{ с} = 27,4 \text{ минуты (4 балла).}$$

Примечание: Ответ может быть дан в любых единицах (минуты, секунды или даже часы (в этом случае верный ответ примерно 0,46 часа)). Верный ответ без объяснения оценивается в 1 балл. Арифметические ошибки в ходе переводов величин оцениваются вычитанием двух баллов из соответствующего пункта.

4. Переведем результат Аль-Бируни в современные единицы измерения:

$$\frac{3778 \times 49,43}{4} \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right) \approx 46687 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right) \approx 466,9 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \text{ (2 балла)}$$

Земля делает один оборот вокруг своей оси за 23 часа 56 минут 04 секунды (см. справочные данные):

$$T = 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с} = 86164 \text{ с.}$$

Экваториальный радиус Земли 6378 км, поэтому длина земного экватора:

$$L = 2\pi R \approx 40053,84 \text{ км (2 балла)}$$

Тогда скорость суточного вращения точки на экваторе равна:

$$v = L/T \approx 0,4649 \text{ км/с} = 464,9 \text{ м/с. (2 балла)}$$

Отличие значения персидского мыслителя от современного результата совсем невелико, всего 2 м/с. (2 балла) Весьма точный расчет для X века!

Примечание: участник может решать задачу в общем виде, не проводя промежуточных вычислений. Поэтому указанные выше баллы ставятся именно за верные формулы, а не за полученные численные результаты для L и v . Если участник не пользуется справочными данными и принимает период осевого вращения земли равным 24 часа, а радиус Земли равным 6400 км, но в остальном его ход решения верен, то за задачу следует выставить 6 баллов из 8 возможных. Численный ответ при этом не будет отличаться существенным образом (1,7 м/с при точных вычислениях)