

Ключи ответов

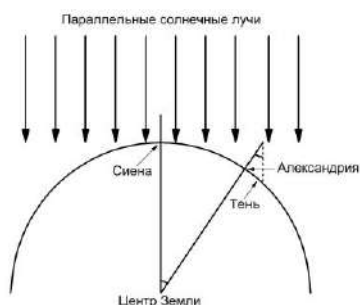
Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе. Альтернативные способы решения задачи, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере. Ниже представлена общая схема оценивания решений.

- 0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;
- 1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;
- 1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;
- 2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;
- 3–6 баллов — задание частично решено;
- 5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;
- 8 баллов — задание решено полностью.

Выставление премиальных баллов (оценка за задание более 8 баллов) на муниципальном этапе не допускается. Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий. Таким образом, максимальная оценка за весь муниципальный этап составляет **32** балла.

1. В III в. до н. э. Эратосфен Киренский заметил, что Солнце над городом Сиена в день летнего солнцестояния оказывается в зените, так что поставленная по отвесу прямая палка – гномон не отбрасывает тень. При этом, в Александрии, где жил Эратосфен, Солнце в тот же момент отстояло от зенита на 7 градусов. Зная, что Сиена и Александрия лежат примерно на одном меридиане, а расстояние между ними составляет около 5 000 греческих стадий, оцените, насколько ошибся ученый, определяя радиус Земли. В одной греческой стадии примерно равен 180 м. Землю считать шаром радиусом 6400 км.

Решение



Гномон в Сиене в день летнего солнцестояния не будет отбрасывать тень. Гномон в Александрии в тот же день будет отбрасывать тень так, что угол при вершине гномона составит 7 градусов. Угол, образованный в центре Земли продолжениями линий отвеса гномонов из Сиены и Александрии, тоже будет равен 7 градусам, так как это накрест лежащие углы. Получаем, что дуга меридиана соединяющая Сиену и Александрию составляет примерно

$\frac{1}{50}$ длины меридиана, т.к. $7^\circ \approx \frac{1}{50} \cdot 360^\circ$. Полная длина

меридиана равняется 250000 греческих стадий или $45 \cdot 10^6$ м. Длина окружности связана с радиусом формулой $C = 2\pi R$.

Радиус Земли, полученный Эратосфеном

$$R = \frac{C}{2\pi} = \frac{45 \cdot 10^6}{2\pi} = 7,2 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$\Delta R = |R_3 - R| = |6,4 \cdot 10^6 - 7,2 \cdot 10^6| = 800 \text{ км}$$

Ответ: $\Delta R = 800 \text{ км}$

2. На Марсе работает марсоход, управляемый с Земли. Марсоход оснащён телекамерой, которая «видит» только на 7 метров впереди себя. Считая, что расстояние от Марса до Земли составляет 2 а.е., оценить безопасную скорость движения марсохода, выразив её в сантиметрах за минуту. Можно ли увеличить эту скорость и при каких условиях? При решении задачи учесть, что расстояние между Землёй и Марсом может быть от 0,4 а.е. (в великих противостояниях) до 2,6 а.е. (в соединении). Справочно: 1 а.е. = 150 млн.км, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

Решение.

Время распространения радиосигнала от Марса к Земле и обратно составляет: $2 \times 150 \cdot 10^9 \times 2 / 3 \cdot 10^8 = 2000 \text{ (с)}$. За это время марсоход должен пройти не более 7 м, то есть его безопасная скорость составляет $7 / 2000 = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ м/с} = 21 \text{ см/мин}$

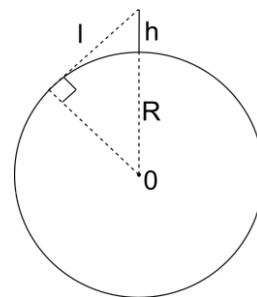
Во время великих противостояний марсоход может двигаться в пять раз быстрее, со скоростью 1,05 м/мин

3. Одним из лучших мест для размещения телескопов является щитовой вулкан Мауно-Кеа, который возвышается над поверхностью моря на 4 200 м. Найти расстояние до видимого горизонта для наблюдателя, стоящего на вершине вулкана. Рефракцией пренебречь. Справочно: радиус земли принять равным 6 378 км.

Решение

$$l = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = \sqrt{(6378+4,2)^2 - 6378^2} \approx 232 \text{ км}$$

Ответ: $l \approx 232 \text{ км}$



4. На какой широте тело, находящееся на поверхности Земли, приобретает скорость равную скорости звука в воздухе (330 м/с). Радиус Земли принять равным 6400 км.

Решение.

$$v = \omega R, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad v = \frac{2\pi}{T} R, \quad R = R_3 \cos \alpha,$$

$$\cos \alpha = \frac{vT}{2\pi R_3} = \frac{330 \cdot 86400}{2\pi \cdot 6,4 \cdot 10^6} = 0,709$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Ответ: $\alpha = 45^\circ$