

9 класс

Справочная информация: Период вращения Земли – 23ч56мин04 сек

Сидерический (звездный) период обращения Луны – 27, 3217 суток

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Нм}^2/\text{кг}^2$.

1. Определите, какой будет звезда Процион (незаходящей, заходящей или невосходящей) в Чите. Вычислите высоту ее видимой кульминации. Склонение Проциона: $\delta = + 5^\circ 17'$, широта Читы: $\varphi = 52^\circ$. Назовите созвездие, которому принадлежит звезда Процион.

Решение: Процион – яркая звезда созвездия Малый Пес. $(90 - \varphi) = 38^\circ$.
 $- 38^\circ < \delta < +38^\circ$, следовательно, Процион на широте Читы является заходящей и восходящей звездой. Видима только верхняя кульминация, она происходит к югу от зенита.

Высота верхней кульминации Проциона на широте Читы: $h = 90 - \varphi + \delta = 43^\circ 17'$.

Рекомендации для жюри: Верное название созвездия, которому принадлежит звезда Процион, оценивается в 2 балла. Верный вывод о том, что звезда является заходящей и восходящей – 2 балла; вывод о том, что видима только одна кульминация – 2 балла; нахождение высоты верхней кульминации - 2 балла.

2. Исследователи решили совершить поездку на вездеходе вокруг небольшого астероида по его экватору. Определите минимальное время такого путешествия, учитывая, что вездеход не должен отрываться от поверхности астероида, иначе он рискует оказаться выброшенным на орбиту. Средняя плотность вещества астероида $\rho = 3500 \text{ кг/м}^3$. Форму астероида считать сферической.

Решение: Скорость движения не может превышать первой космической.

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{4\pi G\rho R^3}{3R}} = 2R\sqrt{\frac{\pi G\rho}{3}}$$
$$T = \frac{2\pi R}{v_1} = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}} = 6350 \text{ (с)} = 1 \text{ ч } 46 \text{ мин.}$$

Ответ: 1ч 46 мин.

Рекомендации жюри: Вывод о том, что скорость движения не может превышать первую космическую скорость – 1 балла. Вывод формулы для первой космической скорости – 3 балла. Вывод формулы для времени путешествия – периода - 3 балла. Верные вычисления – 1 балл.

3. Первый спутник планеты Юпитер – Ио обращается вокруг нее за $42^{\text{ч}}28^{\text{м}}$ на среднем расстоянии в 421 800 км. С каким периодом обращается вокруг Юпитера его спутник Европа, большая полуось орбиты которого равна 671 100 км?

Решение: $T_{\text{Ио}} = 42^{\text{ч}}28 \text{ мин} \approx 42,47^{\text{ч}}$

Третий закон Кеплера:

$$\frac{T_{\text{Ио}}^2}{a_{\text{Ио}}^3} = \frac{T_{\text{Е}}^2}{a_{\text{Е}}^3}$$

$$T_{\text{Е}} = T_{\text{Ио}} \sqrt{\frac{a_{\text{Е}}^3}{a_{\text{Ио}}^3}} = 84,94 \text{ ч} \approx 3,54 \text{ сут.}$$

Ответ: $T = 84,94 \text{ ч} \approx 3,54 \text{ сут}$

Рекомендации жюри: Запись третьего закона Кеплера – 2 балла. Вывод формулы для расчета периода обращения спутника Европа – 3 балла. Верные вычисления – 3 балла.

4. В 2019 году исполняется 410 лет начала эры телескопической астрономии. В 1609 – 1610 гг. Галилео Галилей сделал ряд замечательных астрономических открытий с помощью собранного им самим телескопа. Эти первые телескопические открытия перевернули существовавшие тогда представления об устройстве мира. Назовите эти открытия. Какое из них и как именно свидетельствовало о справедливости гелиоцентрической системы мира Н. Коперника?

Ответ: Телескопические открытия Галилео Галилей: горы на Луне, 4 спутника Юпитера, фазы Венеры, пятна на Солнце, вращение Солнца вокруг оси, сложная структура Млечного Пути. Открытие фаз Венеры – открытие, свидетельствующее о справедливости гелиоцентрической системы мира. Наблюдаемые фазы Венеры не отвечают тем фазам, которые предсказывала геоцентрическая теория. С Земли нельзя наблюдать «полновенерие», т.е. когда Венера имеет вид полного круга. Характер смены фаз Венеры убедительно доказывал, что Венера вращается вокруг Солнца.

Рекомендации жюри: За каждое верное указание открытия – по 0,5 балла ($0,5 \cdot 6 = 3$ балла). Верное название открытия, подтверждающего гелиоцентрическую систему мира - фаз Венеры – 2 балла. Указание того, что с Земли нельзя наблюдать «полновенерие» и это противоречит геоцентрической теории, но объясняется гелиоцентрической системой мира – оценивается в 3 балла.

5. Что такое звездные сутки и звездный месяц? Сколько звездных суток в звездном месяце?

Ответ: Звездные сутки - это время, за которое Земля совершает один оборот вокруг своей оси по отношению к далёким звёздам. Звездный месяц - промежуток времени, в течение которого Луна совершает полный оборот вокруг Земли относительно звезд. В задаче необходимо найти число звездных суток T_2 в звездном месяце T_1 .

Звездный месяц: $T_1 = 27,321662 \text{ ср. солн.суток}$. Одни солнечные сутки = $24^{\text{h}} = 86400 \text{ сек}$.

Звездные сутки: $T_2 = 23^{\text{h}} 56^{\text{m}} 04^{\text{s}} = 86164 \text{ сек}$.

Продолжительность звездных суток от солнечных составляет: $86164 / 86400 = 0,99727$.

Число звездных суток в звездном месяце равно: $27,321662 / 0,99727 \approx 27,396$.

Рекомендации жюри: Определение звездных суток оценивается в 2 балла; определение звездного месяца – 2 балла. Выражение продолжительности звездных суток от солнечных – 3 балла. Верные окончательные вычисления – 1 балла.