

Условия задач

Открытой городской олимпиады по астрономии, астрофизике
и физике космоса им. Владимира Вячеславовича Радзиевского
30 января 2011 г.

Каждая задача оценивается в 7 баллов

1. Выберите наиболее точный ответ на каждый вопрос.

- | | |
|---|---|
| <p>а) Первый искусственный спутник Земли запущен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 4 октября 1957 года в СССР, 2) 7 октября 1959 года в США, 3) 12 апреля 1961 года в СССР. | <p>б) Первый человек, вступивший на Луну 21 июля 1969 года:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Юрий Гагарин, 2) Нил Армстронг, 3) Эдвин Олдрин. |
| <p>в) Солнце можно увидеть в северном направлении:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) только из южного полушария, 2) на экваторе в зимнее время, 3) на части России летом. | <p>г) Туманность Ориона видна на небе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) зимой в Нижегородской области, 2) летом в Нижегородской области, 3) лишь в южном полушарии. |
| <p>д) Диаметр Солнца больше диаметра Земли:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в 100 раз, 2) в 1 000 раз, 3) в 10 000 раз. | <p>е) Свет проходит расстояние от Земли до Луны и обратно:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) за 3 миллисекунды, 2) за 3 секунды, 3) за 3 минуты. |
- ж) Искусственные спутники Земли энергетически выгоднее запускать:
- 1) на юг, 2) на запад, 3) на восток.

2. Предположим, Вы находитесь в закрытом помещении без окон (например, в пещере). К потолку подвешен груз на нити. Как по качанию груза определить, в каком полушарии Вы находитесь: в северном или южном? Считайте, что колебания груза не затухают.

3. Во время лунного затмения диаметр тени от Земли на Луне примерно в 2,5 раза больше диаметра Луны. Вместе с тем во время солнечного затмения края Луны и Солнца практически совпадают. Исходя из этих данных определите, во сколько раз диаметр Земли больше диаметра Луны.

4. Вращение Венеры и Земли вокруг Солнца происходит практически в резонансе. Периоды обращения планет вокруг Солнца соотносятся как 8 : 13 (с относительной точностью около 0,0003).

а) Определите время (период), через которое конфигурация системы Солнце—Венера—Земля возвращается в исходное состояние относительно неподвижных звёзд.

б) Сколько раз за это время Земля и Венера сближаются на минимальное расстояние.

Каждая задача оценивается в 7 баллов

1. Выберите наиболее точный ответ на каждый вопрос.

- а) Солнце можно увидеть в северном направлении:
1) только из южного полушария,
2) на экваторе в зимнее время,
3) на части России летом.
- б) Туманность Ориона видна на небе:
1) зимой в Нижегородской области,
2) летом в Нижегородской области,
3) лишь в южном полушарии.
- в) На экваторе Земли ночь всегда:
1) длится половину суток,
2) короче половины суток,
3) длиннее половины суток.
- г) Масса Солнца больше массы Земли:
1) в 330 000 раз,
2) в 3 300 раз,
3) в 330 раз.
- д) Свет проходит расстояние от ближайшей звезды до Солнца:
1) за 2 года,
2) за 3 года,
3) за 4 года.
- е) Искусственные спутники Земли энергетически выгоднее запускать:
1) на юг,
2) на запад,
3) на восток.
- ж) Чтобы покинуть Солнечную систему, телу на Земле необходимо придать минимальную скорость:
1) 7,9 км/с, 2) 16,6 км/с, 3) 44,7 км/с.

2. Каким станет период обращения Земли вокруг Солнца, если масса Земли увеличится до массы Солнца и объекты продолжают вращение с прежним расстоянием между ними по круговым орбитам?

3. Оцените, сколько метров воды в год испарялось бы с поверхности Тихого океана в районе экватора, если бы вся энергия падающего солнечного излучения расходовалась на испарение. Плотность потока энергии солнечного излучения на орбите Земли составляет $1,4 \text{ кВт/м}^2$, удельная теплота парообразования воды $2,3 \text{ МДж/кг}$.

4. Предположим, что в Антарктиде прокопали шахту до центра Земли. С какой скоростью следует запускать пушечное ядро со дна шахты, чтобы ядро не вернулось на Землю? Ускорение свободного падения на поверхности Земли 10 м/с^2 , радиус Земли 6400 км , трением о воздух пренебречь. Считайте известным, что гравитационное поле внутри однородной сферической оболочки равно нулю.

Каждая задача оценивается в 7 баллов

1. Выберите наиболее точный ответ на каждый вопрос.

- а) Солнце можно увидеть в северном направлении:
 1) только из южного полушария,
 2) на экваторе в зимнее время,
 3) на части России летом.
- б) Земля находится ближе всего к Солнцу, когда в России:
 1) зима,
 2) лето.
 3) Расстояние от Земли до Солнца всегда одинаково.
- в) На экваторе Земли ночь всегда:
 1) длится половину суток,
 2) короче половины суток,
 3) длиннее половины суток.
- г) Количество звёзд в нашей Галактике:
 1) больше 100 млрд.,
 2) примерно 1 млрд.,
 3) меньше 1 млн.
- д) Свет проходит расстояние от самой далёкой из обнаруженных галактик до Солнца:
 1) за 2 млн. лет, 2) за 13 млрд. лет, 3) за 85 трлн. лет.
- е) Если бы Земля вращалась вокруг своей оси с той же скоростью в противоположном направлении относительно неподвижных звёзд, то солнечные сутки:
 1) стали бы короче, 2) стали бы длиннее, 3) остались бы теми же.
- ж) Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия Солнце—Земля примерно равна по абсолютной величине:
 1) половине кинетической энергии движения Земли вокруг Солнца,
 2) кинетической энергии движения Земли вокруг Солнца,
 3) удвоенной кинетической энергии движения Земли вокруг Солнца.

2. Пусть чёрная дыра представляет собой точечный объект, гравитационное поле которого будем описывать классическим ньютоновым законом тяготения. На чёрную дыру с массой $M = 1$ млн. масс Солнца свободно падает ракета с отключенными двигателями. Сможет ли космонавт перенести перегрузки на расстоянии так называемого горизонта событий $r = 2GM/c^2$? Здесь $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ — гравитационная постоянная, $c = 300$ тыс. км/с — скорость света, масса Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг.

3. Какой должна быть мощность излучения фотонной ракеты с массой 1 тонна, чтобы оторваться от стартовой площадки на поверхности Земли? Энергия фотона E связана с его импульсом p соотношением $E = pc$, где $c = 300$ тыс. км/с — скорость света. Ускорение свободного падения на поверхности Земли 10 м/с^2 .

4. Посередине между Землёй и далёким квазаром оказалась массивная эллиптическая галактика (все три объекта находятся на одной прямой). Своим гравитационным полем галактика отклоняет лучи света от квазара, проходящие мимо неё. В результате наблюдаемое изображение галактики окружено кольцом с диаметром 6 угловых секунд (кольцо образуют лучи от квазара, отклонённые эллиптической галактикой). Оцените массу эллиптической галактики в единицах массы Солнца, если Солнце способно отклонить лучи на 1,75 угловых секунды. Радиус Солнца 700 000 км, радиус эллиптической галактики 50 кпк, $1 \text{ пк} = 3 \cdot 10^{13}$ км.