

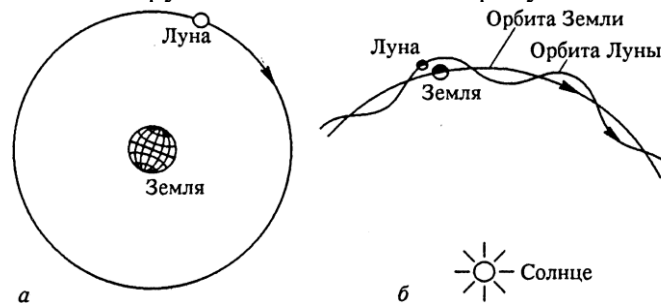
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

Прямоугольные области в клеточку – это место для ответа на вопросы задачи. Постарайтесь разместить ответы в этих областях.

Задача №1 «Луна» (5 + 5 баллов)

Задача №1 состоит из двух частей. **Часть 1:** у какого тела – Земли или Луны – больше средняя путевая скорость относительно Солнца? Почему?

Земля вращается вокруг Солнца в первом приближении по круговой орбите. Вокруг Земли обращается Луна. Одновременно с этим, вместе с Землей вокруг Солнца вращается Луна. Траектория Луны при движении вокруг Солнца показана на рисунке.



Средняя путевая скорость равна отношению пути, пройденного телом ко времени движения. Так как пройденный Луной путь больше, а время движения Луны и Земли вокруг Солнца одинаково, то и средняя скорость движения Луны больше.

Схема оценивания:

1. Указаны траектории движения Луны и Земли – **2 балла**
2. Дано определение средней скорости – **1 балл**
3. Сделан правильный вывод об соотношении средних скоростей Земли и Луны – **2 балла**

Задача №1 состоит из двух частей. **Часть 2:** Оцените размер (в километрах) деталей рельефа на диске Луны, видимых невооруженным глазом (т.е. без телескопа). Известно, что невооруженным глазом человек может увидеть детали с угловым размером не менее $1'$, диаметр Луны примерно в четыре раза меньше диаметра Земли. Диаметр Земли примите равным 12800 км.

Угловой диаметр диска Луны при наблюдении с Земли составляет примерно $30'$. Невооруженным взглядом можно разглядеть детали в 30 раз меньше диаметра Луны. Тогда размеры деталей рельефа, которые можно наблюдать невооруженным глазом с Земли равны:

$$\frac{12800 \text{ км}}{4 \cdot 30} = 107 \text{ км}$$

Схема оценивания:

1. Указан угловой диаметр Луны – **1 балл**
2. Размер деталей рельефа в 30 раз меньше диаметра Луны – **2 балла**
3. Результат – **2 балла**

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

Задача 2 «Взрыв сверхновой» (10 баллов)

23 февраля 1987 в галактике Большое Магелланово Облако вспыхнула сверхновая. Впервые был зарегистрирован поток нейтрино от вспышки (Нейтрино – это элементарная частица, которая обладает феноменальной проникающей способностью). Некоторое количество нейтрино, прилетевших к Земле от сверхновой, пролетели сквозь Землю и полетели дальше. Считая, что нейтрино движутся со скоростью света, оцените расстояние (в св. годах), на которое они в настоящее время удалились от Земли. Расстояние от Земли до Большого Магелланова облака 168 000 световых лет. Скорость света составляет 300000 км/с. В результате взрыва сверхновой звезда сбросила оболочку массы $8 \cdot 10^{29}$ кг. Оболочка расширяется таким образом, что в каждый момент времени ее толщина равна половине внешнего радиуса, причем внешние края оболочки удаляются от звезды с постоянной скоростью 20 км/с. Известно, что оболочка становится невидимой для земного наблюдателя, когда ее средняя плотность оказывается меньше 10^{-21} кг/м³. Через какое время после сброса оболочки она станет невидимой? Считайте, что объем шара равен $\frac{4}{3} \pi \cdot R^3$, где R – радиус шара.

Решение и схема оценивания:

1. Из формулы плотности находим объем туманности, при которой она становится невидимой $V = \frac{M}{\rho}$, где M – массу сброшенной оболочки, ρ – средняя плотность туманности – **2 балла**
2. Объем туманности равен $V = \frac{4}{3} \pi (R_{\text{внеш}}^3 - R_{\text{внутр}}^3)$, где $R_{\text{внутр}}$ – внутренний радиус туманности, $R_{\text{внеш}}$ – внешний радиус туманности – **2 балла**
3. С учетом того, что толщина равна половине внешнего радиуса, получаем, что внешний радиус туманности равен $R_{\text{внеш}} = \sqrt[3]{\frac{6V}{7\pi}}$ – **3 балл**
4. Время расширения равно $T = \frac{R_{\text{внеш}}}{v}$, где v – скорость расширения – **2 балла**
5. Расчет времени расширения - $9 \cdot 10^{10}$ с = 2854 года – **2 балла**

Задача 3 «Приключения с фотографией...» (10 баллов)

На рисунке даны в негативе астрофотографии 6 изображений участка звездного неба, на которых видна быстро движущаяся звезда Барнарда, а также указан год съемки. Определите угловые размеры каждого изображения (скорость перемещения звезды Барнарда составляет 10 угловых секунд в год). На фотографии можно делать поясняющие надписи и построения.

Решение и схема оценивания:

1. Линейные размеры изображения одинаковы и равны 76 на 80 мм – **2 балла** (размеры могут отличаться от указанных, т.к. при печати принтер масштабирует изображение)
2. Все звезды кроме одной остаются неподвижными – **1 балл**
3. Масштаб снимков одинаков (звезды находятся на одинаковом расстоянии друг от друга и краев изображений) – **1 балл**
4. Звезда Барнарда сместилась за 25 лет на 28 мм (измеряем по фотографиям), скорость смещения 1,12 мм/год – **2 балла**
5. Масштаб изображения равен составляет 8,9 //мм – **2 балла**
6. Угловой размер изображения составляет 679// на 714// - **2 балла**

Фотография к задаче №3

