



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
Ленинградская область

2024
14
ноября

7 класс

Максимальный балл за всю работу равен 40

1. Разделите восемь астрономических объектов на пары и обоснуйте свое решение: Альдебаран, Пояс астероидов, Венера, Млечный Путь, Туманность Андромеды, Уран, Канопус, Пояс Койпера.

Решение (8 баллов):

Пары выглядят так:

- Альдебаран и Канопус — звезды;
- Венера и Уран — планеты;
- Млечный Путь и Туманность Андромеды — галактики;
- Пояс астероидов и Пояс Койпера — части Солнечной системы, состоящие из малых тел.

Комментарии к оцениванию:

За каждую правильно указанную пару выставляется 1 балл. За каждое корректное пояснение — также 1 балл.

2. Масса Бетельгейзе равна $34 \cdot 10^{30}$ кг, а ее радиус составляет $55 \cdot 10^{10}$ м. Определите среднюю плотность вещества Бетельгейзе, считая что звезда имеет форму шара.

Решение (8 баллов):

Поскольку объем шара вычисляется как

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

то средняя плотность

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 34 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot 55^3 \cdot 10^{30}} \approx 4.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3.$$

Комментарии к оцениванию:

Формула объема шара — 4 балла (если участник делает разумные оценочные предположения, например, заменяет шар кубом с ребром, равным радиусу или диаметру шара, оценка за этот этап составляет 3 балла). Вычисление ответа — 4 балла.

3. Максимальная скорость движения марсохода Mars Exploration Rover составляет 5 сантиметров в секунду. Какое наименьшее количество дней потребовалось бы марсоходу, чтобы преодолеть расстояние, которое человек со скоростью 4 километра в час преодолеет за два часа?

Решение (8 баллов):

Сначала определим, какое расстояние пройдет человек за два часа. За каждый час человек проходит 4 километра, значит, за два часа будет преодолено расстояние в 8 километров.

Переведем эту величину в сантиметры. В одном километре 1000 метров, в одном метре 100 сантиметров, поэтому в одном километре $1000 \cdot 100 = 100000 = 10^5$ сантиметров. Расстояние, пройденное человеком, тогда будет равно $8 \cdot 10^5$ сантиметров.

Время, которое потребуется марсоходу на преодоление такого расстояния, равно

$$t = \frac{8 \cdot 10^5 \text{ см}}{5 \text{ см/с}} = 1.6 \cdot 10^5 \text{ с.}$$

Чтобы перевести это время в дни, нужно определить число секунд в сутках: $60 \cdot 60 \cdot 24 = 86400$. Значит, марсоходу понадобилось бы чуть менее двух суток.

Комментарии к оцениванию:

Вычисление полного расстояния, которое требуется пройти, оценивается 1 баллом. Перевод его в сантиметры (или скорости марсохода в км/с) оценивается 2 баллами. Вычисление времени движения марсохода в секундах — 2 балла, перевод его в сутки — еще 2 балла. Формулировка итогового ответа — 1 балл. Заметим, что экспоненциальная форма записи чисел используется в приведенном выше решении только для краткости, от участников она не требуется.

4. Расставьте указанные объекты в порядке увеличения их размеров: Луна, ядро кометы Галлея, Сириус, Венера, Юпитер. Обоснуйте свое решение.

Решение (8 баллов):

Сначала упорядочим планеты. Венера — планета земной группы, по размерам лишь немного уступает Земле. Юпитер — газовый гигант с радиусом, превышающим земной более чем в десять раз.

Луна в несколько раз меньше Земли. Венера по размерам очень похожа на Землю, поэтому Луна также меньше Венеры. Таким образом, три объекта будут упорядочены как Луна, Венера, Юпитер.

Кометы — малые тела Солнечной системы, размеры их ядер не превышают нескольких десятков километров. Радиус Луны же превышает 1700 км, так что комета существенно меньше Луны.

Сириус — звезда, имеющая голубовато-белый оттенок, что означает большую, чем у Солнца температуру. Сириус является обычной звездой, а значит его размеры больше, чем размеры планет. В условиях данной задачи Сириус является наиболее крупным объектом.

Таким образом, верная последовательность такова: ядро кометы Галлея, Луна, Венера, Юпитер, Сириус.

Комментарии к оцениванию:

Каждая приведенная в решении оценка размера объекта, позволяющая однозначно выбрать ему место в списке (пусть и очень грубая — например, достаточно заявить, что Сириус точно не меньше Солнца, следовательно, больше всех остальных объектов), оценивается 1 баллом. Еще 3 балла выставляются за правильный ответ. Если приведенный ответ можно сделать правильным, переставив один и только один объект в другое место списка, за него выставляется 2 балла.

5. Спиральная галактика M31 имеет угловой диаметр, равный 3° , расстояние до нее составляет 800 кпк (килопарсек). Найдите ее линейный диаметр в кпк.

Решение (8 баллов):

Поскольку угловые размеры галактики достаточно малы, можно считать, что ее линейный диаметр во столько же раз меньше расстояния до нее, во сколько раз ее угловой размер меньше 1 радиана. Считая, что $3^\circ \approx \frac{1}{20}$ радиана, получаем, что линейный диаметр галактики составляет $800/20 = 40$ кпк.

Комментарии к оцениванию:

Понимание связи между угловыми и линейными размерами объекта оценивается 4 баллами, получение итогового ответа (с погрешностью ± 3 кпк) — также 4 балла. Участник может решать задачу с помощью тригонометрии, в этом случае 4 балла выставляются за правильное формульное решение задачи и 4 балла — за получение численного ответа, однако само по себе использование тригонометрии не приводит ни к уменьшению, ни к увеличению баллов.