

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
2020-2021 учебный год
АСТРОНОМИЯ 9 класс
Критерии оценивания**

Задача 1

1. Названия многих астрономических явлений и понятий уходят своими корнями в античность, являясь производными слов греческого или латинского языков.

Сопоставьте термин и его перевод:

А) космос	1) странник
Б) комета	2) подобный звезде
В) астероид	3) волосатый/косматый
Г) меридиан	4) квадрат
Д) планета	5) закон звёзд
Е) астрономия	6) полуденный
Ж) метеор	7) небесный
З) квадратура	8) мир

Решение.

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
8	3	2	6	1	5	7	4

Верное решение 8 баллов.

За каждую верно указанную пару по 1 баллу.

Задача 2

Расставьте приведённые величины в порядке возрастания.

- 1) 0,001 светового года
- 2) 2,2 млрд км
- 3) 4,7 а.е.
- 4) 48000 а.е.
- 5) 0,001 пк

Ответ: 32154

Критерии оценивания:

Верная последовательность 8 баллов.

В случае неверной последовательности за каждую требующуюся парную перестановку (замена местами двух цифр) снимается 3 балла.

Задача 3

В таблице приведены списки объектов каталога Мессье, их типов и созвездий. Сопоставьте три списка и приведите ответ в виде комбинации римской цифры (номер объекта в таблице), буквы (номер созвездия в таблице) и арабской цифры (тип объекта).

Объект каталога Мессье	Созвездие	Тип объекта
I) M57 («Кольцо»)	А) Телец	1) Планетарная туманность
II) M1 («Крабовидная туманность»)	Б) Лира	2) Остаток взрыва сверхновой
III) M31 («Туманность Андромеды»)	В) Геркулес	3) Галактика
IV) M45 («Плеяды»)	Г) Андромеда	4) Шаровое звёздное скопление
V) M13	Д) Малая Медведица	5) Рассеянное звёздное скопление
	Е) Южный крест	6) Карликовая планета

Ответ:

I	II	III	IV	V
Б	А	Г	А	В
1	2	3	5	4

Критерии оценивания:

Полностью верная последовательность.....8 баллов
(для получения полного балла за задачу достаточно верно указать 4 объекта).

Если целиком последовательность неверна, то –

верная комбинация объекта и созвездия.....0,5 балла;

- верная комбинация объекта и типа.....0,5 балла;

- верная комбинация созвездия и типа объекта отдельно не оценивается.

Окончательная оценка за задачу получается округлением к большему целому.

Задача 4

Известно, что звёзды образуются в гигантских молекулярных облаках, в которых концентрация частиц намного больше, чем в окружающей межзвёздной среде. В одном из таких облаков число молекул водорода в объёме, равном объёму земного шара, составляет $2.2 \cdot 10^{29}$. Радиус облака равен 20 пк. Чему равна концентрация молекул в нём? Считая, что облако полностью состоит из молекул водорода, определите его массу в массах Солнца. Радиус Земли $R_{\oplus} = 6378.2$ км, масса Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг, масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Решение

1) Концентрация частиц – это число частиц в единице объёма, например, в 1 см^3 . Для рассматриваемого случая:

$n = \frac{N_{\oplus}}{V_{\oplus}}$, где N_{\oplus} – число молекул водорода в объёме, равном объёму Земли V_{\oplus} .

$$n = \frac{N_{\oplus}}{V_{\oplus}} = \frac{N_{\oplus}}{\frac{4}{3}\pi R_{\oplus}^3} = \frac{3N_{\oplus}}{4\pi R_{\oplus}^3},$$
$$n \approx \frac{3 \cdot 2.2 \cdot 10^{29}}{4 \cdot 3.14 (6378.2 \cdot 10^3)^3 \text{ м}^3} \approx 2 \cdot 10^8 \frac{\text{частиц}}{\text{м}^3}.$$

Вспомним, что $1 \text{ пк} = 3.086 \cdot 10^{13} \text{ км} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$. Можно помнить, что $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.}$ или получить ту же величину из определения парсека.

$$N \approx 2 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{м}^3} \cdot \frac{4}{3} \cdot 3.14 \cdot (20 \cdot 3.086 \cdot 10^{16})^3 \text{ м}^3 \approx 2 \cdot 10^{62}.$$

3) Облако состоит из молекул водорода, масса каждой молекулы $m = 2m_p$ (массой электрона по сравнению с массой протона мы пренебрегаем).

Масса всего облака: $M = mN = 2m_p N$

$$M = 2 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 2.0 \cdot 10^{62} \approx 6.68 \cdot 10^{35} \text{ кг}$$

В массах Солнца $\frac{M}{M_{\odot}} \approx \frac{6.68 \cdot 10^{35} \text{ кг}}{2 \cdot 10^{30} \text{ кг}} \approx 3.3 \cdot 10^5$. Эта величина вполне типична для гигантского молекулярного облака.

Ответ: $n \approx 200 \frac{\text{частиц}}{\text{см}^3} = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{частиц}}{\text{м}^3}$, $M \approx 3.3 \cdot 10^5 M_{\odot}$.

Критерии оценивания:

- Правильное вычисление концентрации молекул и массы.....8 баллов.
- Вычисление полного числа молекул в облаке (допускаются отличия, вызванные округлениями либо явно указанными приближениями: например, можно написать, что будем считать облако кубическим по форме, и использовать вместо формулы для объёма шара формулу для объёма куба) 3 балла.
- Вычисление массы облака 3 балла.
- Выражение массы облака в массах Солнца 2 балла.
- В решении промежуточные вычисления могут быть вполне опущены, в таком случае объединённый этап оценивается суммой баллов за те этапы, которые были в него включены. В случае арифметической ошибки, не приведшей к физически (или астрономически) некорректному результату – минус 1 балл за каждую.