Ключи к заданиям 9 класс

1. Условие: Зная продолжительность года и, считая орбиту Земли вокруг Солнца круговой радиусом 149 600 000 км, определите массу Солнца

Решение: по третьему закону Кеплера: $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM_\odot}$ **(3 балла)**

Поэтому, $M_\odot = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^3}{G \cdot T^2}$ **(3 балла)**

Подставляя численные значения, получаем:

$M_\odot = 1.99 \times 10^{30}$ кг **(2 балла)**

Ответ: Масса Солнца составляет 1.99×10^{30} кг

Критерии оценивания:

1 Этап (3 балла) – Знание формулы третьего закона Кеплера $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM_\odot}$;

2 Этап (3 балла) – Верное выражение массы Солнца $M_\odot = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^3}{G \cdot T^2}$;

3 Этап (2 балла)– Правильное вычисление массы Солнца.

2. Условие: Туманность «Кошачий глаз» в созвездии Дракона появилась в результате вспышки очень горячей звезды примерно 1000 лет назад. Туманность расположена на расстоянии 1 кпк от Солнца. Сейчас ее угловой диаметр равен 5.8′. Оцените среднюю скорость, с которой края туманности удалялись от места вспышки.

2. Решение: Примерно за тысячу лет края туманности прошли 2.9′ на небе. Поскольку по определению парсека на расстоянии 1 кпк от Солнца угол в 1″ соответствует расстоянию 1000 а.е., это означает, что за прошедшее время края прошли расстояние $1000 \cdot 2.9 \cdot 60 = 1.74 \cdot 10^5$ а.е. Следовательно, скорость равна 174 а.е./год. Переводим эту величину в км/с, получаем около 830 км/с

Ответ: 830 км/с

2. Критерии оценивания:

1 этап (2 балла) – Понимание, что туманности прошли 2.9′ на небе**;**

2 этап (2 балла) – Понимание, что угол в 1″ соответствует расстоянию 1000 а.е. ;

3 этап (2 балла) – Вычисление расстояния за прошедшее время;

4 этап (2 балла) – Нахождение скорости в км/с оценивается в 2 балла, в а.е/год максимум 1 балл за этап.

3. Условие: Вокруг звезды массой 5 масс Солнца по круговым орбитам, лежащим в одной плоскости, обращаются две планеты. Радиусы орбит планет равны 4 а.е. и 6 а.е. Жители планет обмениваются радиосигналами в моменты наибольшего сближения планет. Определите, сколько времени проходит между сеансами радиосвязи и сколько времени идет сигнал от внутренней планеты к внешней?

3. Решение: Для наблюдателя с внутренней планеты в момент сеанса радиосвязи внешняя планета находится в противостоянии со звездой.(1 балл) Тогда расстояние между планетами равно разности радиусов орбит: L=R2−R1=2а.е.(1 балл) Известно, что свет от Солнца до Земли идет около 8 минут, в данном же случае расстояние вдвое большее, то есть время распространения сигнала составляет примерно 16 минут.(1 балл)

Определим периоды обращения планет вокруг звезды по третьему закону Кеплера в рамках сопоставления данной системы с Солнечной. Для этого периоды обращения выразим в годах, радиус орбиты — в астрономических единицах, массу звезды — в массах Солнца:

$$\frac{T^2_{\&,2}}{T^3_{\&,2}} = \frac{1}{\mathfrak{M}} (\mathbf{3} \text{ балла})$$

Отсюда периоды обращения планет равны T_1=3.58 года и T_2=6.57 года.

Интервал времени между сеансами связи будет соответствовать синодическому периоду внешней планеты для наблюдателя на внутренней планете, при этом: $T = \frac{T_2 * T_\&}{T_2 - T_\&}$= 7,87 лет **(2 балла).**

Ответ: 7.87 лет

3. Критерии оценивания:

1 этап (1 балл) – Понимание, что для наблюдателя с внутренней планеты в момент сеанса радиосвязи внешняя планета находится в противостоянии со звездой;

2 этап (1 балл) – Понимание, что расстояние между планетами равно разности радиусов орбит: L=R2−R1=2а.е.;

3 этап (1 балл) – Понимание, что время распространения сигнала составляет примерно 16 минут;

4 этап (3 балла) – Определение периодов обращения планет вокруг звезды по третьему закону Кеплера;

5 этап (2 балла) – Понимание, что интервал времени между сеансами связи будет соответствовать синодическому периоду внешней планеты для наблюдателя на внутренней планете и его вычисление 7.87 лет

4. Условие. Определите расстояние между Нептуном и карликовой планетой Макемаке (считая ее орбиту круговой радиусом 45 а.е.), когда последняя находится в западной квадратуре по отношению к Нептуну.

4. Решение: В первую очередь необходимо вспомнить, что Нептун располагается в 30 а.е. от Солнца.(1 балл) Кроме того, раз Макемаке находится в квадратуре, это значит, что угол Солнце–Нептун–Макемаке — прямой(1 балл), то есть три указанных объекта образуют прямоугольный треугольник.(1 балл) Нас интересует катет Нептун - Макемаке, который, обозначив его через x, найдем по теореме Пифагора:

$$30^2 + x^2 = 45^2$$

Откуда:

$$x = \sqrt{45^2 - 30^2} = 33.5 \text{ а.е.}$$ **(2 балла)**

Ответ: 33.5 а.е.

4. Критерии оценивания:

1 этап (2 балла) – Понимание, что раз Макемаке находится в квадратуре, это значит, что угол Солнце–Нептун–Макемаке — прямой;

2 этап (1 балл) – Понимание, что Солнце–Нептун–Макемаке образуют прямоугольный треугольник;

3 этап (1 балл) – Понимание, что Нептун располагается в 30 а.е. от Солнца;

4 этап (2 балла) – Вычисление расстояния через теорему Пифагора;

5. Условие. Масса астероида Веста по оценкам равна $2.6 \cdot 10^{20}$ кг. Сколько процентов от массы пояса астероидов составляет масса Весты, если известно, что пояс астероидов составляет по массе 1.7% массы некоего спутника планеты-гиганта? Радиус спутника равен приблизительно 2800 км, средняя плотность 1.88 г/см^3.

5. Решение: вычислим массу спутника

$M_{\text{спутника}} = \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3_{\text{спутника}} = 1.73 \cdot 10^{23}$кг **(2 балла)**

Теперь определяем массу пояса астероидов:

$M_{\text{пояс астероидов}} = 0{,}017 \cdot 1{,}73 \cdot 10^{23} = 3{,}0 \cdot 10^{21}$кг **(2 балла)**

Теперь делим массу Весты на массу пояса астероидов:

$n = \frac{M_{\text{Веста}}}{M_{\text{пояс астероидов}}} = \frac{2{,}6 \cdot 10^{20}}{3{,}0 \cdot 10^{21}} = 0{,}088 = 8{,}8\%$ **(2 балла)**

Ответ: 8.8%

5. Критерии оценивания:

1 этап (2 балл) – Знание формулы массы спутника и ее вычисление;

2 этап (2 балла) – Вычисление массы пояса астероидов;

3 этап (2 балла) – Вычисление отношения масс Весты к поясу астероидов.

6. Условие. На звёздной карте (см. второй лист) примерно отмечены четыре точки, являющихся радиантами метеорных потоков. Напишите названия созвездий (на русском или сокращениями по Байеру), в которых расположены эти точки. Перечислите названия этих потоков в порядке приведённой нумерации.

6. Решение. На карте легко находится ковш Большой Медведицы, а по нему известным способом определяется Полярная звезда и Малая Медведица, где и отмечен первый радиант.

Между Большой и Малой Медведицами расположено созвездие Дракона — второй радиант. Далее, по летне-осеннему треугольнику, или по характерной форме, либо другим способом, определяется созвездие Лиры — третий радиант.

Четвёртый радиант, расположенный в созвездии Персея, определить можно, заметив, что рядом находится характерная буква W – созвездие Кассиопеи.

Итого — радианты потоков отмечены в созвездиях Малая Медведица (1), Дракон (2), Лира (3) и Персей (4). Соответственно, названия потоков можно определить (или угадать), даже не зная их изначально — по известным латинским названиям этих созвездий: Урсиды (1), Дракониды (2), Лириды (3) и Персеиды (4).

6. Критерии оценивания. Поскольку способов ориентации на звёздном небе очень много, в данной задаче от участников не требуется обоснований полученных ответов.

За каждое верно определённое созвездие — +1 балл, за каждое верно написанное название потока — +1 балл. За отсутствие ответа или за неверный ответ баллы не снимаются.

Созвездия могут быть записаны или русскими названиями, как в решении выше, либо каталожными обозначениями (UMi, Dra, Lyr, Per).

Описки и погрешности в именовании, позволяющие, тем не менее, однозначно определить (верное) созвездие, не штрафуются.

За ответ «Медведица» без указания, к какому именно из двух созвездий он относится, балл не ставится.

Названия потоков должны быть достаточно точные, то есть, например, ответ «метеорный поток в Лире» правильным не считается.

Карта звёздного неба к задаче № 6.