

11 класс (6 задач, по 8 баллов каждая задача)

Задача 1. Какая планета проходит большее расстояние по орбите за 1 год – Марс или Юпитер? Орбиты считать круговыми. Обоснуйте свой ответ.

Решение:

По третьему закону Кеплера $T^2/a^3 = \text{const}$ (**2 балла**). Скорость планеты равна

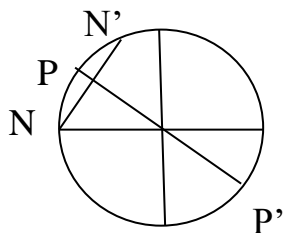
$$V = 2\pi a/T = 2\pi a / (\text{const} \cdot a^3)^{1/2} = (2\pi/\text{const}) / a^{1/2} \text{ (4 балла)}$$

Значит, чем больше значение большой полуоси планеты (радиуса орбиты планеты), тем меньше должна быть скорость планеты. Таким образом, чем дальше планета от Солнца, тем меньшее расстояние она проходит за единицу времени. Т.е. Юпитер пройдет меньшее расстояние за 1 год, чем Марс (**2 балла**).

Задача 2. Какая доля общего количества звёзд на данной широте никогда не заходит? Звёзды считайте равномерно распределёнными по небесной сфере.

Решение:

У незаходящих звёзд высота нижней кульминации $h = \varphi + \delta - 90^\circ > 0$, т.е. это звёзды со склонениями $\delta > 90^\circ - \varphi$ (**2 балла**). На рисунке (**2 балла**) показана проекция небесной сферы на плоскость небесного меридиана.



Незаходящие звёзды заполняют сегмент NPN' . Площадь этого сегмента $2\pi(1 - \cos \varphi) = 4\pi \sin^2(\varphi/2)$ (**2 балла**). Площадь небесной сферы 4π . Доля незаходящих звёзд равна отношению этих площадей, т.е. $\sin^2(\varphi/2)$ (**2 балла**).

Задача 3. Определите сидерический период обращения Меркурия, если известно, что наибольшая его элонгация изменяется от $17,8^\circ$ до $27,8^\circ$.

Решение:

Из условия задачи определяем расстояния Меркурия от Солнца в перигелии и афелии: $q = 0,3057$ а.е. (**3 балла**) и $Q = 0,4664$ а.е. (**3 балла**). Тогда $T = ((q + Q) / 2)^{3/2} = 0,24$ года = 87,6 сут. (**2 балла**)

Задача 4. 1 сентября 2016 года произошло кольцеобразное солнечное затмение. Известно, что в сентябре также случится полутеневое лунное затмение. Какого числа оно произойдет? Свой ответ подтвердите расчетами.

Решение:

Солнечное затмение происходит тогда, когда Луна в новолунии (**2 балла**), а лунное – когда Луна в полнолунии (**2 балла**). Между полнолунием и новолунием проходит примерно половина месяца, т.е. 14-15 дней (**2 балла**). Следовательно, лунное затмение произойдет 15-16 сентября (**2 балла**).

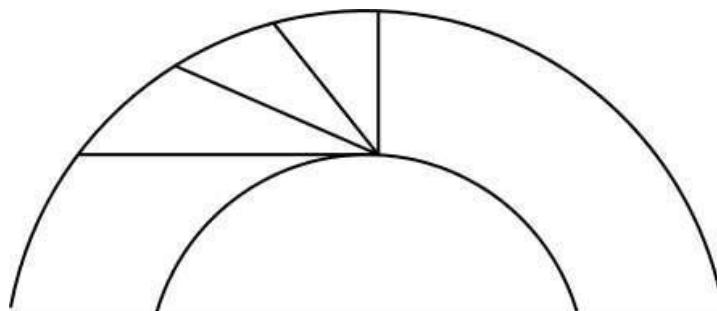
Задача 5. Определите, через какое время звезда 16-й звёздной величины станет видна невооружённым глазом при приближении к Солнечной системе (тангенциальная скорость звезды равна нулю), если полосы поглощения линий водорода H_α в её атмосфере смещены в фиолетовую область на $\Delta\lambda = 0,14$ нм ($\lambda_{H_\alpha} = 422,6$ нм). Расстояние до звезды в начальный момент времени $r = 12$ пк.

Решение:

На основании закона Доплера получим скорость приближения звезды $v = c\Delta\lambda / \lambda \approx 99,4$ км/с (**2 балла**), а по формуле Погсона – взаимосвязь между расстояниями и звёздными величинами в настоящий момент и через время t , когда звезда будет иметь звёздную величину $m' = 6^m$ и станет видна невооружённым глазом: $\lg((r - vt) / r) = 0,2(m' - m)$ (**2 балла**). Отсюда $r - vt = 0,01r$. (**2 балла**) В результате получаем $t \approx 3,69 \cdot 10^{12}$ с $\approx 1,17 \cdot 10^5$ лет. (**2 балла**)

Задача 6. Почему по мере того, как звезда всё выше и выше поднимается над горизонтом, она становится всё ярче и ярче?

Решение:



Атмосфера Земли поглощает свет звезд. **(2 балла)** Поглощение тем больше, чем более «толстый» слой атмосферы проходит свет. **(2 балла)** Чем выше поднимается звезда над горизонтом, тем меньший путь в атмосфере проходит ее свет (см. рис.) **(2 балла)**, следовательно, тем меньше света поглощается и звезда кажется более яркой. **(2 балла)**