ОТВЕТЫ И ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ПО АСТРОНОМИИ (2019 – 2020)

9 класс

1. Ускорение свободного падения для Земли и Луны

$g_з = \frac{GM_з}{R_з^2}, \quad g_л = \frac{GM_л}{R_л^2}$

Формула для вычисления периода математического маятника

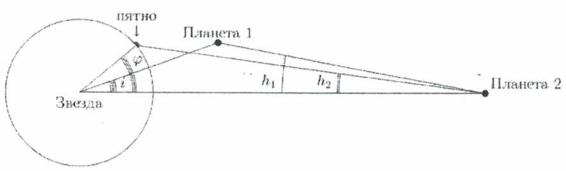
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$\frac{g_з}{g_л} = \frac{M_з}{M_л}\left(\frac{R_л}{R_з}\right)^2 = 81\cdot(0{,}27)^2 \qquad l = 2\pi\frac{T^2}{4\pi^2}g_л \quad l = 2\pi\frac{T^2}{4\pi^2}\frac{g_з}{81\cdot(0{,}27)^2} = \frac{T^2\, g_з}{2\ 5.9} = 0.83$ м

2. Так как угловое разрешение глаза составляет в среднем 1/60 градуса = 2.9×10^{-4} радиан, то при удалении на $1{,}5\times10^8$ км (расстояние от Земли до Солнца) такому разрешению соответствует размер протуберанца перпендикулярного к лучу зрения, равный 2.9×10^{-4} радиан $\times1{,}5\times10^8$ км $= 4{,}36\times10^4$ км.

3. Расстояние от звезды до центра масс (r), лежащего на пересечении биссектрис треугольника найдем с помощью теоремы Пифагора и теоремы о пересечении биссектрис, делящих друг друга в отношении 1:2. Следовательно $r = L/\sqrt{3}$. Сложив по правилу параллелограмма силы, действующие на звезду, найдем ее ускорение к центру масс: $a = \sqrt{3}Gm/L^2$, где m - масса звезды, G – гравитационная постоянная. Это ускорение играет роль центростремительного (V^2/r), поэтому скорость вращения $V = \sqrt{Gm/L}$. А т.к, орбитальный период $P = 2\pi r/V$, то $\left(P/2\pi\right)^2 = L^3/3Gm$, откуда $m = \frac{4\pi^2L^3}{3GP^2}$.

4. Пусть a—радиус орбиты Планеты 1, i—ее наклон, φ—широта пятна, R —радиус звезды, r — радиус орбиты Планеты 2. Построим рисунок (для наглядности радиус звезды и углы сильно преувеличены):



Максимальная высота первой планеты при наблюдении со второй

$$h_1 = \operatorname{arctg}\left(\frac{a\cdot\sin i}{r - a\cdot\cos i}\right).$$

Все углы в этой формуле малые, поэтому арктангенс и синус соответствующих углов равны им самим, выраженным в радианах, а косинус можно с очень хорошей точностью считать равным 1. Заметим, что при пересчете синуса и арктангенса коэффициент, связывающий радианы и градусы, войдет в формулу дважды: в знаменатель и в числитель, и тем самым сократится. Тогда формулу можно переписать в виде:

$$h_1 = \frac{a\cdot i}{r - a},$$

где угол i выражен в градусах. Отсюда получаем, что h_1 = 0,88°. Заметим, что это значение больше, чем угловой радиус звезды, видимый с Планеты 2 (0,5/4° = 0,125°). Тем самым высоту пятна для наблюдателя h_2 можно не вычислять. Очевидно, что покрытие принципиально возможно, если только пятно «доживет» до подходящего момента.

5. Абсолютная звездная величина Солнца примерно $+5^m$. Это означает, что Солнце, находясь на расстоянии 10 пк, имело бы видимую звездную величину $+5^m$. Если Солнце будет располагаться в 10 раз дальше, то освещенность, создаваемая им (прямо пропорциональная светимости и обратно пропорциональная квадрату расстояния) станет меньше в 10^2 раза. Следовательно, светимость звезды в 100 раз больше, чем светимость Солнца. Тогда для того, чтобы освещенность, создаваемая звездой на планете, совпадала с освещенностью, создаваемой Солнцем на Земле, нужно, чтобы планета располагалась от звезды в 10 раз дальше, чем Земля от Солнца, т.е. искомое расстояние должно равняться 10 а.е.

6. а) Рис.1 – Орион, латинское название Orion, α Ориона (α Ori) – Бетельгейзе, звездная величина $0,42^m$;

Рис.2 – Большая Медведица, латинское название Ursa Major, α Б.Медведицы (α UMa) – Дубхе, звездная величина $1,79^m$;

Рис.3 – Лебедь, латинское название Cygnus, α Лебедя (α Cyg) – Денеб, звездная величина $1,25^m$.

в) Орион наблюдается в вечернее время зимой,

Большая Медведица – незаходящее созвездие и наблюдается круглый год,

Лебедь – летом и осенью.

с) Для Ориона - Большая туманность Ориона, туманность Конская Голова, кратная система Трапеция.

Для Большой Медведицы - оптически двойная звезда Мицар – Алькор.

Для Лебедя – туманность Северная Америка, двойная Альбирео.