

Вариант 2
Задания теоретического тура

1. Кульминация Солнца. (20 баллов)

Астроном-любитель, находясь на поверхности Земли на расстоянии 9000 км от ее полюса, каждый день в течение 2023 года наблюдал кульминацию Солнца.

Определите:

- а) географическую широту его местоположения;
- б) максимальное и минимальное зенитное расстояние Солнца во время наблюдений;
- в) время прохождения диска Солнца через небесный меридиан;
- г) оцените местное солнечное время восхода Солнца, в тот день, когда время прохождения его через небесный меридиан было минимально.

Подсказка: Землю считаем шаром, размеры которого определяют одну из основных единиц СИ.

$$\text{Полезна формула: } \eta = 7,53\cos(B) + 1,5\sin(B) - 9,87\sin(2B), B = \frac{360^\circ(N - 81)}{365}.$$

2. Искусственный спутник Земли. (20 баллов)

С высоты 1000 км от поверхности сферической невращающейся планеты, размеры которой равны размерам Земли, со скоростью $10,0 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ запускают ее искусственный спутник. Орбита спутника позволяет ему совершить достаточно большое число оборотов вокруг планеты с круговой скоростью $v_0 = 5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Рассчитайте:

- а) эксцентриситет орбиты спутника;
- б) большую полуось орбиты спутника;
- в) минимальную скорость движения спутника;
- г) период обращения спутника.

Подсказка: в месте старта скорость спутника максимальна.

3. Звезды главной последовательности. (20 баллов)

Звезда, светимость которой вдвое меньше светимости Солнца, «живет» на главной последовательности уже $1,00 \cdot 10^9$ лет.

- а) Чему равна (в масшах Солнца) ее масса?
- б) Во сколько раз эффективная температура поверхности звезды больше эффективной температуры поверхности Солнца?
- в) К какому спектральному классу она относится?
- г) Через сколько миллиардов лет звезда покинет главную последовательность?

4. Движение звезды. (20 баллов)

Некая звезда, тригонометрический параллакс которой $\pi'' = 0,0375''$, красное смещение в ее спектре $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -4,15 \cdot 10^{-5}$, а собственное движение $\mu = 0,0543 \frac{''}{год}$, движется с постоянной относительно Солнца скоростью.

- а) Чему равна (величина и направление) вышеуказанная скорость?
- б) Через сколько миллионов лет расстояние от нее до Солнца уменьшится в 2 раза?
- в) Через сколько миллионов лет блеск звезды станет максимальным?
- г) Чему будет равно собственное движение звезды при этом?

5. Расширяющаяся Вселенная. (20 баллов)

Как известно, в настоящее время значение масштабного фактора равно единице. Приняв во внимание величину постоянной Хаббла такой, как приведено в школьном учебнике астрономии, рассчитайте:

- а) хаббловское время в миллиардах лет;
- б) значение красного смещения 10 млрд. лет тому назад.
- в) Каково было красное смещение в момент времени, когда плотность космического вакуума стала больше плотности всего остального?
- г) Чему было равно красное смещение тогда, когда плотность Вселенной соответствовала планковской плотности?

Подсказка: необходимые для расчета величины «вспомните».