

2019 г, январь
Белорусские астрономические олимпиады
Задания теоретического тура

1. Проект сети обитаемых станций на поверхности Марса предусматривает запуск его искусственного спутника на экваториальную круговую синхронную орбиту для обеспечения постоянной связи между базами. Самую северную из станций планируется разместить в непосредственной близости от южного края постоянной части северной полярной шапки Марса, который удален от его северного полюса на 600 км, а самую южную - на таком же расстоянии от южного полюса.

- а) Чему равен радиус орбиты спутника?
- б) Какова высота спутника над поверхностью Марса.
- в) Смогут ли обитатели самой северной станции, поддерживать связь с другими базами с помощью этого спутника?
- г) достаточно ли одного спутника для установления связи между всеми станциями? Если нет, то каково их минимальное количество?

Указание: используйте только следующие данные (все для Марса): ускорение свободного падения на поверхности $g = 3,711 \text{ м/с}^2$, сидерический период вращения $T = 24^{\text{h}}37^{\text{m}}23^{\text{s}}$, средний радиус $R = 3389 \text{ км}$.

2. С северного полюса Земли, под углом 45° к горизонту запущен снаряд, который попадает в точку, лежащую на экваторе. Используя постоянную всемирного тяготения G , массу M и радиус R Земли, выведите формулы для определения:

- а) начальной скорости снаряда;
- б) его максимальной высоты над поверхностью Земли;
- в) времени полета снаряда.
- г) расстояния, которое пролетит снаряд.
(Сопротивлением воздуха пренебречь.)

3. Некоторая классическая цефеида в процессе пульсаций изменяет свой спектральный класс с F7 ($T = 6400 \text{ K}$) до G3 ($T_2 = 5600 \text{ K}$). При этом изменение её видимой звёздной величины $\Delta m = 0,48^{\text{m}}$, наблюдаемый период пульсаций $P = 10^{\text{d}}4^{\text{h}}47^{\text{m}}$, а линия H_α ($\lambda_0 = 656,28 \text{ нм}$) атомарного водорода в спектре звезды смещена в коротковолновую область на $\Delta \lambda = -0,09 \text{ нм}$.

Определите:

- а) истинный период изменения блеска цефеиды;
- б) её минимальную и максимальную абсолютную звёздную величину;
- в) во сколько раз максимальный радиус этой цефеиды больше минимального?

Подсказка: считайте, что средняя звёздная величина есть среднее арифметическое её минимального и максимального значения.

4. Сверхновая 1987, находящаяся в Большом Магеллановом Облаке на расстоянии 168000 световых лет от нас, в максимуме яркости имела видимую звёздную величину $m_1 = +3,0^{\text{m}}$. В период времени с 15.05.1987 года по 4.02.1988 года ее яркость уменьшалась

по экспоненциальному закону $B = B_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ и достигла предела видимости невооруженным глазом $m_2 = +6,0$.

- а) В каком созвездии она наблюдалась?
- б) Чему равна максимальная светимость данной сверхновой?
- в) Определите величину τ в сутках.

г) Найдите последнюю дату наблюдений, когда эту сверхновую можно было увидеть в $D=10$ см телескоп, эффективность пропускания которого $\eta=70\%$. Диаметр человеческого зрачка примите равным $d=0,5$ см.

(Абсолютная звездная величина Солнца $M_s = 4,83^m$).

5. Наблюдаемое в настоящее время реликтовое излучение обладает высокой степенью изотропности и спектром, свойственным для абсолютно чёрного тела с температурой $T_2=2,73$ К. Оно начало «бороздить» просторы Вселенной при возрасте последней $t_1=400000$ лет и температуре $T_1=3000$ К. Приняв зависимость масштабного фактора от времени $R(t) \sim t^{\frac{2}{3}}$, определите, в рамках плоской Вселенной:

а) возраст Вселенной;

б) плотность Вселенной в настоящее время;

в) красное смещение, соответствующее моменту возникновения реликтового излучения;

г) длину волны реликтового излучения 5,00 млрд. лет тому назад.

Подсказка: величину постоянной Хаббла в задаче надо рассчитать.

($b=2,90 \cdot 10^{-3}$ К·м, $G=6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²).