

10 класс

10.1. На какую высоту необходимо вывести космический аппарат, чтобы его параболическая скорость стала в два раза меньше второй космической скорости?

10.2. Аккреционная светимость.

Аккрецией называется падение вещества на звезду под действием её притяжения. Если падающее вещество при столкновении с поверхностью звезды высвечивает всю энергию, приобретённую под действием сил гравитации, то светимость аккрецирующей звезды равна

$$L = \dot{M} \cdot \frac{GM}{R},$$

где \dot{M} - темп аккреции (масса вещества, падающего за 1 с на поверхность

звезды), M и R – масса и радиус звезды, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ – гравитационная постоянная. Определите темп аккреции (в кг/с и в массах Солнца в год), который мог бы обеспечить наблюдаемую светимость Солнца.

1 год = $3 \cdot 10^7$ с. Данные о Солнце: $L_{\odot} = 4 \cdot 10^{26}$ Вт, $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг, $R_{\odot} = 7 \cdot 10^8$ м.

10.3. Разрушение планетной системы.

Планета движется вокруг своей звезды по круговой орбите. На каком-то этапе своей эволюции звезда мгновенно теряет часть своей массы. В результате планета безвозвратно уходит от своей звезды. Какую часть своей массы потеряла звезда?

10.4. Вращение Земли.

Длительность суток на Земле в современную эпоху $T_0 = 24$ часа. Однако из-за приливного трения продолжительность суток на Земле увеличивается на $\Delta T = 10^{-3}$ с за $\Delta t = 100$ лет.

1). Считая вращение Земли равнозамедленным, найдите угловое ускорение ε Земли. 1 год = $3,2 \cdot 10^7$ с.

Указание: примените формулу «приближённого вычисления» $(1 \pm x)^n = 1 \pm nx$ при $x \ll 1$.

2). Предположим, что когда-нибудь Земля перестанет вращаться вокруг своей оси. Через сколько лет (τ) это произойдёт?

10.5. Нейтронная звезда.

Рассмотрим нейтронную звезду со средней плотностью $\rho = 10^{18} \text{ кг/м}^3$. Предположим, что радиус этой звезды равен предельному радиусу $R = \alpha \cdot R_g$, где $\alpha = 4/3$; $R_g = 2GM / c^2$ - гравитационный радиус звезды; M - масса звезды; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ – гравитационная

постоянная; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме. Вычислить радиус R (в км) этой звезды и её массу M (в единицах солнечной массы M_{\odot}). Масса Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг.

10.6. Сферическая форма небесных тел.

Где проходит граница между малыми и большими небесными телами? Начиная с какой «критической» массы $M_{кр}$, с какого «критического» размера $R_{кр}$ небесное тело будет иметь сферическую форму? Численные оценки получите для тел из гранита. Плотность гранита $\rho = 2700$ кг/м³. Предел прочности гранита $\sigma_m = 10^8$ Па. Для объема несферического тела принять оценочную формулу $V \approx R^3$, где R – характерный размер тела.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг² – гравитационная постоянная.