

**11 класс**

**11.1. «Убегание от Солнца».** Космический аппарат (КА) выходит из сферы действия Юпитера со скоростью  $V_0 = 24$  км/с относительно Солнца. 1). По какой траектории КА удаляется от Солнца? 2). С какой скоростью (в км/с) КА будет двигаться в межзвездном пространстве?

Масса Солнца  $M_\odot = 2 \cdot 10^{30}$  кг. Расстояние от Солнца до Юпитера  $r_0 = 5,2$  а.е. Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>. 1 а.е. = 150 млн. км.

**11.2. Белый карлик 40 Eri B.** Он имеет эффективную температуру поверхности  $T = 17000$  К и абсолютную звёздную величину  $M = 11,0^m$ . 1). Найти его светимость (в единицах солнечной светимости  $L_\odot$ ). 2). Найти его радиус  $R$  (в км).

Радиус Солнца  $R_\odot = 7 \cdot 10^8$  м. Эффективная температура поверхности Солнца  $T_\odot = 5800$  К.

**11.3.** Наша Солнечная система приближается звезде Вега со скоростью  $v = 14$  км/с. Параллакс Веги  $\pi = 0,12''$ . Через сколько лет видимый блеск Веги увеличится на  $0,1^m$ ?  $1 \text{ пк} \approx 3,1 \cdot 10^{18}$  см.

**11.4. 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  $\varepsilon$  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 ( $\tau$ ) это произойдёт?

**11.5. Нейтронная звезда.**

Рассмотрим нейтронную звезду со средней плотностью  $\rho = 10^{18}$  кг/м<sup>3</sup>. 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;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup> - 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.

### 11.6. 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  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$ . Предел прочности гранита  $\sigma_m = 10^8 \text{ Па}$ . Для объема несферического тела принять оценочную формулу  $V \approx R^3$ , где  $R$  – характерный размер тела.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$  – гравитационная постоянная.