

4.4. Движение спутников, планет

4.4.1. Найдите период обращения спутника вблизи поверхности Земли.

• **4.4.2.** Какой период обращения T имел бы искусственный спутник Земли, удаленный от нее на расстояние h ? Радиус Земли R_3 и ускорение свободного падения на Земле g_0 считать известными.

4.4.3. Венера находится на среднем расстоянии от Солнца $r = 1,08 \cdot 10^8$ км. Определите продолжительность венерианского года, учитывая, что Земля удалена от Солнца в среднем на расстояние $R = 1,49 \cdot 10^8$ км.

4.4.4. Чему равна продолжительность лунного месяца, если ускорение свободного падения у поверхности Земли равно $9,8$ м/с² и расстояние от Земли до Луны $3,84 \cdot 10^5$ км? Радиус Земли 6370 км.

4.4.5. Считая, что орбита первого спутника Земли представляла собой окружность, найдите число оборотов спутника за сутки. Высота круговой орбиты спутника над поверхностью Земли $h = 970$ км.

4.4.6. Найдите угловую и линейную скорости орбитального движения искусственного спутника Земли (ИЗС), если его период обращения вокруг Земли $T = 4$ ч.

• **4.4.7.** Угловая скорость вращения Земли вокруг Солнца $\omega = 1,75 \cdot 10^{-2}$ рад/сут. Определите массу Солнца.

4.4.8. Спутник Марса Фобос обращается вокруг него по круговой орбите радиусом $R = 94\,000$ км с периодом $T = 7$ ч 39 мин. Во сколько раз масса Марса меньше массы Земли?

4.4.9. Зная радиус земной орбиты и радиус Солнца, найдите среднюю плотность Солнца.

4.4.10. Оцените период обращения T близкого спутника нейтронной звезды (пульсара), плотность которой $\rho \approx 10^{17}$ кг/м³.

4.4.11. Найдите период обращения $T_{\text{сп}}$ искусственного спутника Земли, движущегося по круговой орбите, проходящей посередине между Землей и Луной, если период обращения Луны вокруг Земли $T = 27$ сут 7 ч.

• **4.4.12.** Космический корабль движется по круговой орбите вокруг Земли в плоскости орбиты Луны с угловой скоростью, равной угловой скорости обращения Луны вокруг Земли. Во время движения корабль находится между Землей и Луной на прямой, соединяющей их центры. Расстояние от корабля до Земли таково, что силы притяжения, действующие на корабль со стороны Земли и Луны, равны друг другу. Работают ли двигатели корабля? Каков вес космонавта, находящегося на корабле? Принять: масса космонавта 70 кг, период обращения Луны вокруг Земли $27,3$ сут. Масса Земли в 81 раз больше массы Луны, а расстояние от Земли до Луны равно 60 зем-

ным радиусам. Радиус Земли принять равным 6370 км.

4.4.13. Две звезды массами m_1 и m_2 находятся на расстоянии r друг от друга. Найдите радиусы их орбит и период обращения вокруг их общего центра масс.

• **4.4.14.** Как изменилась бы продолжительность земного года, если бы масса Земли была равна массе Солнца, а расстояние между ними осталось прежним?

• **4.4.15.** Две звезды под действием взаимного гравитационного притяжения описывают круговые орбиты вокруг общего (неподвижного) центра масс с периодом T , равным двум земным годам. Сумма масс звезд равна двум солнечным массам. Найдите расстояние x между звездами, зная среднее расстояние от Земли до Солнца.

4.4.16. Две равные по массе звезды находятся на расстоянии $R = 8 \cdot 10^{10}$ м друг от друга и синхронно вращаются относительно точки, расположенной посередине между ними, с частотой $n = 1$ оборот за время $T = 12,6$ земного года. Чему равна масса каждой звезды?

Ответы:

$$4.4.1. T = 2\pi \sqrt{\frac{R_3}{g_0}} = 84,8 \text{ мин}, g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

$$4.4.3. T_1 = T_2 \left(\frac{R}{r}\right)^{3/2} = 225 \text{ дней},$$

где $T_2 = 365$ дней.

$$4.4.4. 27,4 \text{ сут.}$$

$$4.4.5. N = \frac{R_3 \sqrt{g_0}}{2\pi(R_3 + h)^{3/2}} = 13,35 \text{ сут}^{-1}.$$

$$4.4.6. \omega = 2\pi \left(\frac{1}{T} + \frac{1}{T_3}\right) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ рад/с};$$

$$v = \sqrt[3]{2\pi R_3^2 \left(\frac{1}{T} + \frac{1}{T_3}\right) g_0} = 5,9 \text{ км/с.}$$

$$4.4.8. \frac{M_3}{M} = \frac{R_3^2 g T^2}{4\pi^2 R^2} = 9,3.$$

$$4.4.9. \rho = \frac{3\pi R^3}{G R_C^3 T^2} = 1,39 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

$$4.4.10. T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}} = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

$$4.4.11. T_{\text{сп}} = 2^{-3/2} T \approx 224 \text{ ч.}$$

$$4.4.13. r_1 = \frac{m_2 r}{m_1 + m_2}; r_2 = \frac{m_1 r}{m_1 + m_2};$$

$$T_1 = T_2 = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{G(m_1 + m_2)}}.$$

$$4.4.16. m = \frac{2\pi^2 R^3}{G(12,6 T_0)^2} = 9,6 \cdot 10^{26} \text{ кг,}$$

где $T_0 = 31\,536\,000$ с — длительность земного года.