



Задания, ответы и критерии оценивания

Полет на Марс

Ракетная техника — это наиболее эффективный инструмент исследования Солнечной системы. С помощью ракет возможна высадка на планеты и непосредственное их изучение.

На сегодняшний день наиболее доступной планетой для исследований является Марс. Для этого необходимо решить целый комплекс задач. Первая задача — выбор даты полета. Эта проблема связана с тем, что Земля и Марс двигаются вокруг Солнца по эллиптическим траекториям. Поэтому расстояние между планетами переменное. Минимальное расстояние составляет 54,6 млн. км и наблюдается через каждые 15 - 17 лет. Такое явление называется Великим противостоянием. Среднее расстояние между Землей и Марсом 225 млн. км. Второе — необходимо разработать схему полета, третье и самое важное — разработать и построить ракетный комплекс, который может включать: ракету для вывода комплекса на земную орбиту, корабль в котором находится экипаж и оборудование, транспортный модуль, обеспечивающий перелет, и взлетно - посадочный комплекс. Транспортный модуль — это большая ракета с возможностью многократного включения двигателей позволяющей осуществлять маневрирование.

Какие этапы может включать полет?

1. Вывод корабля на околоземную орбиту.
2. Старт с орбиты и переход в межпланетный полет.
3. Вывод транспортного модуля на околомарсианскую орбиту.
4. Отделение и посадка взлетно-посадочного комплекса на поверхность Марса.
5. После окончания работ, вывод взлетно-посадочного комплекса на околомарсианскую орбиту.
6. Стыковка комплекса с транспортным модулем.
7. Старт к Земле и выход на околоземную орбиту.
8. Посадка на Землю.

Предлагаемые задания позволят сформировать представление о возможном полете человека на Марс.

Задача № 1 (20 баллов)

Определить среднюю скорость движения ракеты $v_{\text{ср}}$ на участке Земля — Марс, если первую треть пути ракета двигалась со скоростью $v_1 = 15$ км/сек, а оставшуюся часть пути со скоростью $v_2 = 12,2$ км/сек. Расстояние от Земли до Марса принять 54,6 млн. км.

Решение

Средняя скорость

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t},$$

где t – время, за которое пройден весь путь.

$$t = t_1 + t_2,$$

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1}, \quad t_2 = \frac{S_2}{v_2},$$

$$S_1 = \frac{1}{3} S, \quad S_2 = \frac{2}{3} S.$$

Отсюда средняя скорость

$$v_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2}; \quad v_{\text{ср}} = \frac{1}{\frac{1}{3v_1} + \frac{2}{3v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3 \cdot 15} + \frac{2}{3 \cdot 12,2}} = 12,99 \text{ км/с}.$$

Ответ: $v_{\text{ср}} = 12,99 \text{ км/с}$

Задача № 2 (20 баллов)

Определить среднюю скорость движения планеты Марс вокруг Солнца, считая траекторию Марса окружностью радиусом $R = 2,25 \cdot 10^8 \text{ км}$. Марсианский год равен 700 земным суткам. Принять $\pi = 3,14$.

Решение

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

Радиус траектории $R = 2,25 \cdot 10^8 \text{ км} = 2,25 \cdot 10^{11} \text{ м}$.

Время $t = 700 \text{ суток} = 6,02 \cdot 10^7 \text{ с}$.

2. Средняя скорость равна

$$v_{\text{ср}} = \frac{2\pi R}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,25 \cdot 10^{11}}{6,02 \cdot 10^7} = 2,35 \cdot 10^4.$$

Ответ: $v_{\text{ср}} = 2,35 \cdot 10^4 \text{ м/с}$

Задача № 3 (20 баллов)

Определить линейную скорость движения точки, находящейся на экваторе Марса. Радиус планеты $R = 3430$ км. Марсианские сутки $T = 1477,5$ минут. Принять $\pi = 3,14$.

Решение

Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

Радиус планеты $R = 3430$ км $= 3,43 \cdot 10^6$ м.

Марсианские сутки $T = 1477,5$ мин $= 8,865 \cdot 10^4$ с.

Линейная скорость равна

$$v = \frac{S}{T} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,43 \cdot 10^6}{8,865 \cdot 10^4} = 2,43 \cdot 10^2 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 2,43 \cdot 10^2$ м/с.

Задача № 4 (20 баллов)

Определить среднюю плотность вещества планеты Марс. Радиус планеты $R = 3430$ км; масса $m = 6,3 \cdot 10^{23}$ кг. Принять $\pi = 3,14$.

Объем шара считается по формуле $V = 4/3 \pi R^3$, где R — радиус шара.

Решение

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

Радиус планеты $R = 3430$ км $= 3,43 \cdot 10^6$ м.

2. Плотность вещества

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3 \cdot 6,3 \cdot 10^{23}}{4 \cdot 3,14 \cdot (3,43 \cdot 10^6)^3} = 3,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Ответ: $\rho = 3,7 \cdot 10^3$ кг/м³

Задача № 5 (20 баллов)

Найти угловую и линейную скорости спутника Марса, вращающегося по круговой орбите с периодом $T = 88$ мин. НВ расстоянии 220 км от поверхности планеты. Радиус Марса $R = 3430$ км. Принять $\pi = 3,14$.

Ответ: $v = 4,34 \cdot 10^3$ м/с; $w = 1,19 \cdot 10^{-3}$ Рад/с.

Решение

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$T = 88$ мин. $= 5280$ с.;

$h = 220$ км $= 2,2 \cdot 10^5$ м;

$R = 3430$ км $= 3,43 \cdot 10^6$ м.

2. Линейная скорость спутника

$$v = \frac{2\pi r}{T},$$

$$r = R + h = 3,65 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Тогда

$$v = \frac{2\pi(R+h)}{T}$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,65 \cdot 10^6}{5280} = 4,34 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

3. Угловая скорость спутника

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$w = \frac{2 \cdot 3,14}{5280} = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ Рад/с}$$