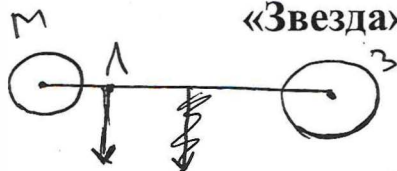


Многопрофильная инженерная олимпиада

Шифр A-66-11-04



«Звезда»



ЗАДАЧА 1.

Дано:

$$r = 54,6 \text{ млн. км.}$$

$$M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$M_M = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

Найти: r_0 (точки

Пеграния от Земли) - ?

Ответ: на расстоянии
41,2 млн. км. от Земли
(13,4 млн. км. от Марса)

ЗАДАЧА 2.

Дано:

$$R = 3430 \text{ км}$$

$$M = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Найти:

$$g - ?$$

ЗАДАЧА 5.

Дано:

$$v = 12 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$S = 54,6 \text{ млн. км.}$$

$a = 0 \Rightarrow$ равноперн.

Найти: $t - ?$

Решение.

Если расположить точку Лагранжа на $d = x$, то будет равновесие:

$$\frac{M_3}{x^2} = \frac{M_M}{(r-x)^2}$$

$$M_3 (r-x)^2 = M_M x^2$$

$$x = \frac{\sqrt{M_3 - r}}{\sqrt{M_3} \cdot \sqrt{M_M}} = \frac{r}{1 + \sqrt{\frac{M_M}{M_3}}}$$

$$\text{подставим: } \frac{54,6 \cdot 10^6 \cdot 10^3}{1 + \sqrt{\frac{6,4 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{24}}}}$$

$$\approx 4,12 \cdot 10^{10} \approx 41,2 \text{ км} = 41,2 \text{ млн. км.}$$

Решение.

Определяем ускорение свободного падения на Марсе по формуле:

$$g = \frac{GM}{R^2} \approx \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,4 \cdot 10^{23}}{(3430)^2} \approx 3,63 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{Ответ: } 3,63 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

(ускорение свободного падения на поверхности Марса).

Решение.

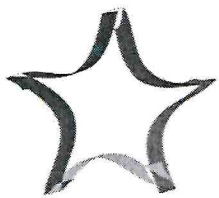
$v = 12 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 12000 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; время полёта рассчитаем по формуле: $S = vt$

$\Rightarrow t = \frac{S}{v}$, для удобства переведем: $S = 54,6 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ м}$,

$$v = 12000 \cdot 60(\text{с}) \cdot 60(\text{мин}) \cdot 24(\text{ч}) \Rightarrow$$

$$t = \frac{54,6 \cdot 10^6 \cdot 10^3}{12000 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24} \approx 52,66 \text{ суток.}$$

2



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-66-11-04

ЗАДАЧА 3.

Дано:

$$v = 10 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$m_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$$

$$1 \text{ м}^3_{\text{пр}} = 1 \text{ мкм}$$

$\Delta F = ?$, чтобы

$v = \text{const}$, при

$S = 49 \text{ м}^2$ (поперечное сечение корабля)

Решение

$$v = 10 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 10000 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$N = Sv = 49 \cdot 10000 = 490000 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Изменение импульса
вычисляем по

$$\text{формуле: } p_0 = m_0 v = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 10000 = 0,2 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta F = N p_0 = 490000 \cdot 0,2 = 98000 \text{ Н, (т.к. } F = \frac{dp}{dt})$$

Ответ: сила тяги
должна вырости
на 98.000 Н.

ЗАДАЧА 4.

Дано:

$$h = 3430 \text{ км}$$

$$R_M = 3430 \text{ км}$$

Найти: $\frac{A_1}{A_2} = ?$

где A_1 - работа
на поднятие
спутника на ор-
биту; A_2 - работа
на запуск спутника
по орбите

Решение.

$$(1) A_1 = U_1 - U_0$$

(на поверхности Марса
 $r_0 = R$), тогда

$$U_1 = - \frac{GMm}{R}; U_0 = - \frac{GMm}{R}$$

$$(2) \text{ (на высоте } h : r_1 = R + h), \text{ тогда}$$

$$U_1 = - \frac{GMm}{R+h}, \text{ соединим}$$

$$A_1 = GMm \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right)$$

$$(3) A_2 = \frac{1}{2} \frac{GMm}{R+h}, \text{ т.к.}$$

орбитальн. скорость:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

$$E_{k_0}(\text{на орбите}) = \frac{1}{2} \cdot mv^2$$

3



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-66-11-04

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{m G M}{R+h} \quad \text{Кинетическая энергия до}$$

запуска спутника была равна нулю:

$$E_{k1} = 0, \text{ тогда } A_2 = E_{k0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{G M m}{R+h}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{G M m \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right)}{\frac{1}{2} \cdot \frac{G M m}{R+h}} = 2 \left(\frac{h}{R(R+h)} \right) (R+h) = 2 \frac{h}{R},$$

$$\text{соответственно, } \frac{A_1}{A_2} = 2 \cdot \frac{3470}{3430} = 2$$

Ответ: отношение $\frac{A_1}{A_2} = 2$