

Физика. ДЗ-2. Механика. Динамика

Студент группы 2305 Александр Макурин

08.12.2022

Задача 1.

$G = 6.67430(15) \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{с}^2 \text{кг}}$ — гравитационная постоянная

$M = 5.9742 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ — масса Земли

$R = 6.378 \cdot 10^6 \text{ м}$ — радиус Земли

$R_{ZS} = 1.4959787 \cdot 10^{11} \text{ м}$ — среднее расстояние от Земли до Солнца

$M_S = 1.98892 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ — масса Солнца

$$\frac{mV_1^2}{R} = G \frac{mM}{R^2} \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\frac{mV_2^2}{2} - G \frac{mM}{R} = 0 \Rightarrow V_2 = \sqrt{2 \frac{GM}{R}} = V_1 \sqrt{2}$$

Для выхода за пределы солнечной системы ракете требуется:

1. Преодолеть притяжение Земли
2. Преодолеть притяжение Солнца, с учётом того, что Земля уже движется с первой космической относительно Солнца

$$V_S = \sqrt{\frac{2GM_S}{R_{ZS}}}$$

V_S - вторая космическая (для выхода за пределы Солнечной Системы) скорость ракеты, стартующей с орбиты Земли, относительно Солнца, R_{ZS} - расстояние от Земли до Солнца, M_S - масса Солнца

$$V_Z = \sqrt{\frac{GM_S}{R_{ZS}}}$$

V_Z - первая космическая для Земли относительно Солнца

$$V_{RZ} = V_S - V_Z = V_Z(\sqrt{2} - 1)$$

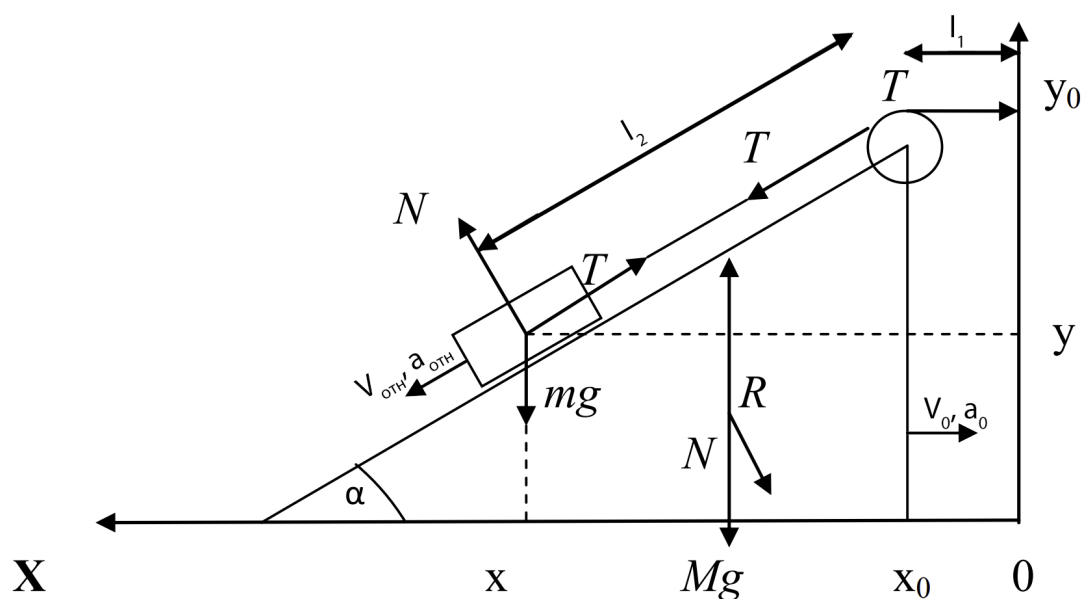
V_{RZ} - вторая космическая (для выхода за пределы Солнечной Системы) скорость ракеты, стартовой с орбиты Земли, относительно Земли

$$\frac{mV_3^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{mV_{RZ}^2}{2} \Rightarrow V_3 = \sqrt{V_2^2 + V_{RZ}^2} = \sqrt{V_2^2 + V_Z^2(\sqrt{2} - 1)^2}$$

$$V_3 = \sqrt{V_2^2 + V_Z^2(\sqrt{2} - 1)^2}$$

Ответ:	$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.906795973 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
	$V_2 = V_1\sqrt{2} = 1.118189810 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
	$V_3 = \sqrt{V_2^2 + V_Z^2(\sqrt{2} - 1)^2} = 1.665175691 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Задача 2.



$$\frac{dl_1}{dt} = V_{\text{отн}}$$

$$\frac{dl_2}{dt} = -V_0$$

$$l_1 + l_2 = \text{const} \Rightarrow V_{\text{отн}} = V_0 \Rightarrow a_{\text{отн}} = a_0$$

По третьему закону Ньютона:

$$T - mg \sin \alpha = m(a_0 \cos \alpha - a_{\text{отн}}) = Ma_0(\cos \alpha - 1)$$

$$N - Ma \cos \alpha = m(-a_0 \sin \alpha)$$

$$N \sin \alpha + T(1 - \cos \alpha) = Ma_0$$

$$N = \frac{Ma_0 - T(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$$

$$T = mg \sin \alpha - ma_0(1 - \cos \alpha)$$

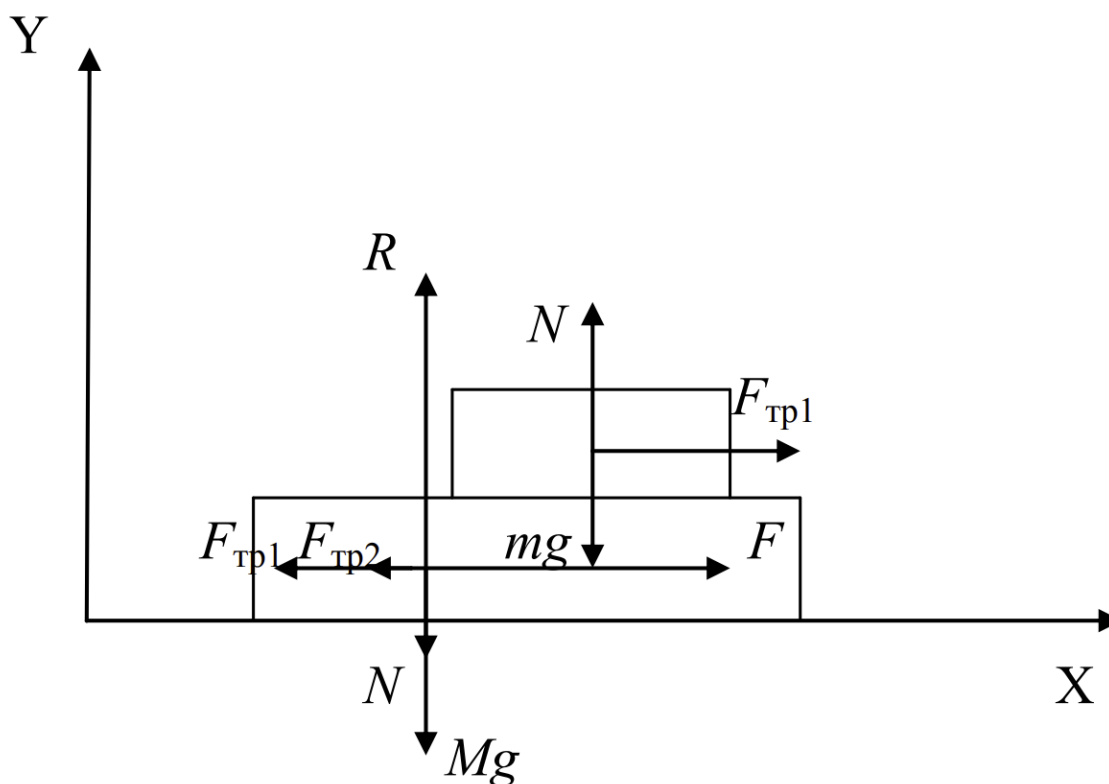
$$Ma_0 - mg \sin \alpha + ma_0 - 2ma_0 \cos \alpha + ma_0 \cos^2 \alpha + ma_0 \sin^2 \alpha = 0$$

$$(M + 2m(1 - \cos \alpha))a_0 = mg \sin \alpha$$

$$a_0 = g \frac{\sin \alpha}{\frac{M}{m} + 2(1 - \cos \alpha)} \Rightarrow A_x = -a_0 \Rightarrow A_x = -g \frac{\sin \alpha}{\frac{M}{m} + 2(1 - \cos \alpha)}$$

<p>Ответ: $A_x = -g \frac{\sin \alpha}{\frac{M}{m} + 2(1 - \cos \alpha)}$</p>
--

Задача 4.



$$N_1 = mg$$

$$R = N_1 + Mg = g(m + M)$$

$$F - F_{\text{тр1}} - F_{\text{тр2}} = Ma$$

$$F_{\text{тр1}} = ma$$

Если $F_{\text{тр1}} \geq \mu_1 mg$, начнётся скольжение $\Rightarrow a = \mu_1 g$

$$\begin{aligned} F &= \mu_1 N_1 + \mu_2 R + Ma = \mu_1 mg + \mu_2 g(m + M) + \mu_1 Mg = \mu_1 mg + \mu_1 Mg + \mu_2 mg + \mu_2 Mg = \\ &= g(\mu_1(m + M) + \mu_2(m + M)) = g(\mu_1 + \mu_2)(m + M) \end{aligned}$$

<p>Ответ: $F \geq g(\mu_1 + \mu_2)(m + M) = 10(0.25 + 0.5)(2 + 1) = 22.5 \text{ Н}$</p>
--