



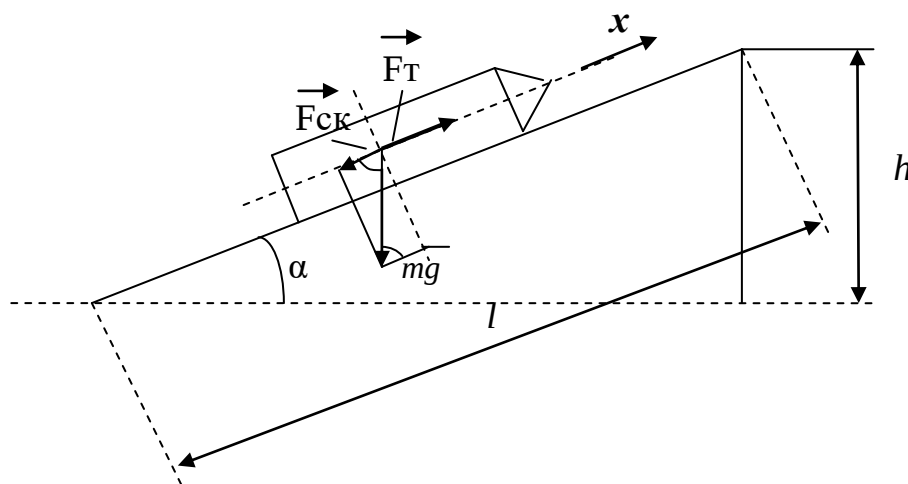
Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

Ракета движется по направляющей длиной $l = 12$ м, расположенной под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Масса ракеты 250 кг. Время движения ракеты по направляющей $t = 0,1$ с. Скорость ракеты в конце движения $v = 150$ м/с. Определить силу тяги двигателя и дальность полета ракеты. Считать, что топливо сгорает мгновенно, трение не учитывать.

Решение:

А) определение силы тяги:



Сила действующая на ракету
 $\vec{R} = \vec{F}_T - \vec{F}_{ск} = m\vec{a}$

Скатывающая сила

$$F_{ск} = ma + mg \cdot \cos \alpha$$

Сила тяги

$$F_T = ma + mg \cdot \cos \alpha$$

Ускорение ракеты

$$l = \frac{at^2}{2}, a = \frac{2l}{t^2}$$

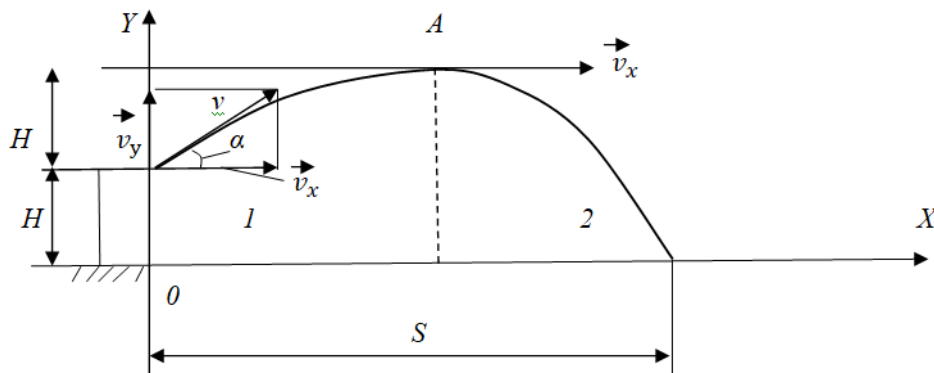
Сила тяги

$$F_T = m \left(\frac{2l}{t^2} + g \cdot \cos \alpha \right)$$

$$F_T = 250 \left(\frac{2 \cdot 12}{0,1^2} + 9,8 \cdot 0,71 \right) = 601\,750 \text{ Н.}$$

Б) Определение дальности полета:

Сход ракеты с направляющей можно представить как движение тела, брошенного под углом к горизонту с высоты h .



Время движения ракеты $t = t_1 + t_2$,

t_1 – время движения ракеты на 1 участке.

t_2 – время движения ракеты на 2 участке.

Дальность движения ракеты

$$S = v_x(t_1 + t_2)$$

$$v_x = v \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v \cdot \sin \alpha$$

При движении по y

$$\left. \begin{aligned} H &= v_y t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \\ v &= v_y - g t_1 = 0 \end{aligned} \right\}$$

$$t_1 = \frac{v_y}{g}, \quad t_1 = \frac{v \sin \alpha}{g}.$$

Из точки A движение ракеты по оси Y описывается

$$h = \frac{g t_2^2}{2}, \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad \text{т.к.} \quad \frac{h}{l} = \sin \alpha$$

$$h = l \cdot \sin \alpha, \quad \text{тогда} \quad t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot l \cdot \sin \alpha}{g}}$$

Дальность полета ракеты

$$S = v \cdot \cos \alpha \left(\frac{v \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{2l \sin \alpha}{g}} \right)$$

$$S = 150 \cdot 0,71 \left(\frac{150 \cdot 0,71}{9,8} + \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 0,71}{9,8}} \right) = 1301,3$$

Задача 2 (20 баллов)

При посадке самолета выпущен тормозной парашют. Определить силу сопротивления, создаваемую парашютом, если масса самолета 5 тн, посадочная скорость 220 км/ч, пробег самолета 1200 м.

Решение:

Кинетическая энергия самолета гасится за счет совершения работы.

$$v = 220 \text{ км/ч} = 61 \text{ м/с.}$$

$$\frac{mv^2}{2} = F_c \cdot S, \quad F_c = \frac{mv^2}{2S};$$

$$F_c = \frac{5000 \cdot 61,1^2}{2 \cdot 1200} = 7780,3 \text{ Н.}$$

Задача 3 (20 баллов)

Граната, летящая со скоростью 15 м/с, разорвалась на два осколка массами 6 и 14 кг. Скорость большего осколка возросла до 24 м/с по направлению движения. Найти скорость и направление движения меньшего осколка.

Решение:

Закон сохранения импульса

$$(m_1 + m_2) v = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$m_1 + m_2$ – масса всей гранаты

$$u_1 = \frac{(m_1 + m_2)v - m_2 u_2}{m_1}$$

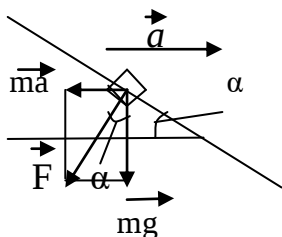
$$u_1 = \frac{(6+14)15 - 14 \cdot 24}{6} = -6 \text{ м/с.}$$

Минус означает, что меньший осколок полетит в направлении, противоположном направлению движения гранаты.

Задача 4 (20 баллов)

Какой угол α с горизонтом составляет поверхность бензина в баке автомобиля, движущегося с ускорением 2 м/с.

Решение:



Выбираем частицу жидкости. Обозначаем силы действующие на нее: сила тяжести mg и сила инерции ma . Находим угол α .

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g}, \quad \alpha = \operatorname{arctg} \frac{a}{g}, \quad \alpha = 11^\circ.$$

Задача 5 (20 баллов)

Найти зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью Земли.

На какой высоте ускорение свободного падения составляет 50% от ускорения свободного падения на поверхности Земли.

Средняя плотность Земли $\rho = 5,5 \text{ г/см}^3$, радиус $R = 6371 \text{ км}$.

Решение:

На тело m находящееся на высоте h над поверхностью Земли действует сила тяжести.

$$mg = G \frac{mM}{(R+h)^2}$$

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,97 \cdot 10^{24}}{(6,37 \cdot 10^6 + h)^2}.$$