

10 класс

Вариант 1

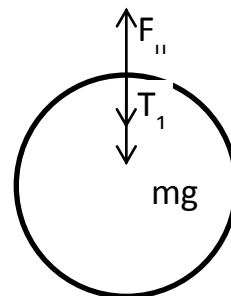
Решения

1. Определим силы, действующие на летчика в системе отсчета, связанной с самолетом. Заметим что сумма всех сил в каждой точке траектории равна нулю. Для верхней точки траектории получим:

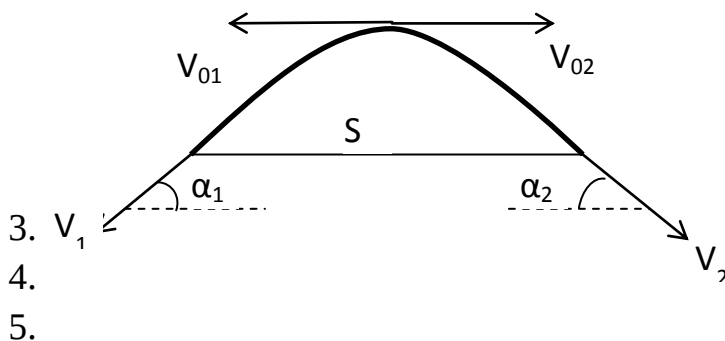
$$T_1 + mg = \frac{mv^2}{R}.$$

Откуда найдем:

$$T_1 = m \left(\frac{v^2}{R} - g \right) \approx 0,71 \text{ кН}.$$



2.



Можно утверждать, что в процессе полета оба тела всегда будут находиться на одной горизонтали. Относительная скорость тел постоянная:

$$v_o = v_{01} + v_{02}.$$

Найдем время движения тел до тех пор, пока их скорости не станут взаимно перпендикулярными. В этот момент скорости будут составлять с горизонтом углы α_1 и α_2 соответственно, причем

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{gt}{v_{01}}, \text{ а } \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{gt}{v_{02}}.$$

Перемножим последние выражения, учитывая, что $\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{ctg} \alpha_2$:

$$v_{01}v_{02} = g^2 t^2.$$

Отсюда найдем время движения тел:

$$t = \frac{\sqrt{v_{01}v_{02}}}{g}.$$

Тогда искомое расстояние будет равно:

$$S = v_o t = (v_{01} + v_{02}) \frac{\sqrt{v_{01}v_{02}}}{g} = 6,2 \text{ м.}$$

3. Масса жидкого азота в сосуде равна

$$m = \rho V.$$

После своего испарения жидкий азот займет весь объем V_k , так что по уравнению Менделеева-Клайперона получаем:

$$p_k = \frac{\rho V}{M V_k} RT \approx 7,1 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

$7,1 \cdot 10^6 \text{ Па} > 2 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – значит сосуд разорвется.

4. Сопротивление между двумя гвоздями, не зависит от расположения остальных гвоздей. То есть мы имеем параллельное соединение 1988 одинаковых цепей с сопротивлениями $2R_0$ и одного проводника с сопротивлением R_0 :

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_0} + \frac{1988}{2R_0} = \frac{995}{R_0}.$$

Откуда

$$R_x = \frac{R_0}{995}$$

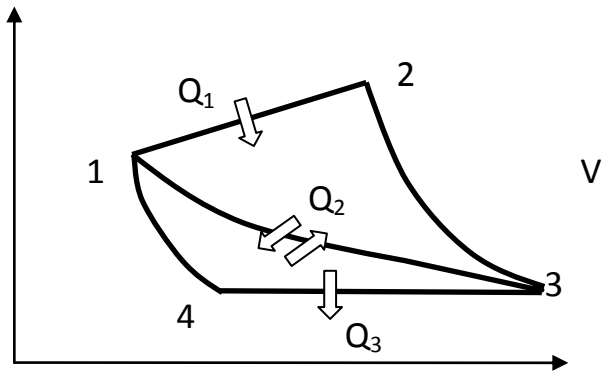
5. Отметим, на каких участках циклов тепло поступает в систему, а на каких теряется.

С введением этих обозначений p можем записать для цикла 1-2-3-1:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}.$$

Отсюда находим

$$Q_2 = (1 - \eta_1)Q_1.$$



В цикле 1-3-4-1 подведённое тепло равно Q_2 . КПД этого цикла

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_2} = \frac{A_2}{(1 - \eta_1)Q_1};$$

КПД цикла 1-2-3-4-1

$$\eta_3 = \frac{A_1 + A_2}{Q_1} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2.$$

10 класс

Вариант 2

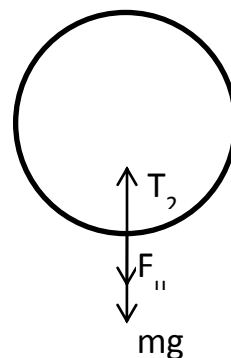
Решения

9. Определим силы, действующие на летчика в системе отсчета, связанной с самолетом. Заметим что сумма всех сил в каждой точке траектории равна нулю. Для нижней точки траектории получим:

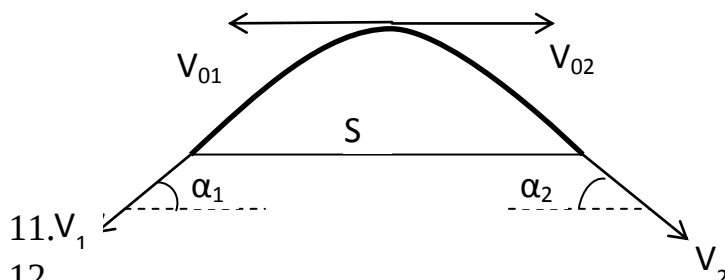
$$T_2 - mg = \frac{mv^2}{R}.$$

Откуда найдем:

$$T_2 = m \left(\frac{v^2}{R} + g \right) \approx 2,1 \text{ кН}.$$



10.



11. V_1

12.

13.

Можно утверждать, что в процессе полета оба тела всегда будут находиться на одной горизонтали. Относительная скорость тел постоянная:

$$v_o = v_{01} + v_{02}.$$

Найдем время движения тел до тех пор, пока их скорости не станут взаимно перпендикулярными. В этот момент скорости будут составлять с горизонтом углы α_1 и α_2 соответственно, причем

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{gt}{v_{01}}, \text{ а } \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{gt}{v_{02}}.$$

Перемножим последние выражения, учитывая, что $\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{ctg} \alpha_2$:

$$v_{01}v_{02} = g^2 t^2.$$

Отсюда найдем время движения тел:

$$t = \frac{\sqrt{v_{01}v_{02}}}{g}.$$

Тогда искомое расстояние будет равно:

$$S = v_0 t = (v_{01} + v_{02}) \frac{\sqrt{v_{01}v_{02}}}{g} = 2,5 \text{ м}$$

3. Масса жидкого азота в сосуде равна

$$m = \rho V.$$

После своего испарения жидкий азот займет весь объем V_k , так что по уравнению Менделеева-Клайперона получаем:

$$p_k = \frac{\rho V}{MV_k} RT \approx 7,1 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

$7,1 \cdot 10^6 \text{ Па} > 2 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – значит сосуд разорвется.

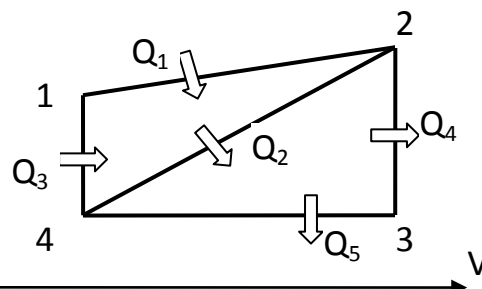
4. Сопротивление между двумя гвоздями, не зависит от расположения остальных гвоздей. То есть мы имеем параллельное соединение 1998 одинаковых цепей с сопротивлениями $2R_0$ и одного проводника с сопротивлением R_0 :

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_0} + \frac{1998}{2R_0} = \frac{1000}{R_0}.$$

Откуда

$$R_x = \frac{R_0}{1000}$$

5. Участки 4-1 и 2-3 – изохоры, участок 3-4 изобара, участки 1-2 и 2-4 представляют собой линейную зависимость от объема. Отметим, на каких участках циклов тепло поступает в систему, а на каких теряется.



С введением этих обозначений можем записать для цикла 1-2-4-1:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_1 + Q_3} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1 + Q_3}.$$

Отсюда находим

$$Q_2 = (1 - \eta_1)(Q_1 + Q_3).$$

В цикле 2-3-4-2 подведённое тепло равно Q_2 . КПД этого цикла

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_2} = \frac{A_2}{(1 - \eta_1)(Q_1 + Q_3)};$$

КПД цикла 1-2-3-4-1

$$\eta_3 = \frac{A_1 + A_2}{Q_1 + Q_3} = \frac{\eta_1(Q_1 + Q_3) + \eta_2(1 - \eta_1)(Q_1 + Q_3)}{Q_1 + Q_3} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2.$$