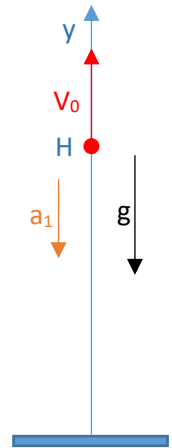


Из корзины воздушного шара, равномерно поднимающегося вверх с постоянной скоростью 1 м/с, запускают игрушечную ракету массой 1 кг. Ракета стартует, не имея начальной скорости относительно шара, и движется вертикально вниз при работающем двигателе, который развивает постоянную силу тяги, равную по модулю 2 Н. Через какое время после старта ракета врежется в землю, если в момент старта корзина находилась на высоте 57 м над землёй? Сопротивлением воздуха и изменением массы ракеты можно пренебречь. Ответ выразите в секундах и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ 9,42 с.



Ракета не имеет начальной скорости относительно шара – это означает, что ее начальная скорость равна скорости шара. Согласно второму закону Ньютона находим ускорение, сообщаемое ракете ее двигателем

$$a_1 = \frac{F}{m}$$

Сила тяжести также сообщает телу ускорение g . Итак, проекция общего ускорения ракеты на ось y :

$$a = -a_1 - g = -\frac{F}{m} - g$$

Высота ракеты (координата по y) определяется формулой

$$h = H + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$h = H + v_0 t - \frac{\left(\frac{F}{m} + g\right)t^2}{2}$$

В момент удара высота равна 0. Подставляем данные и решаем квадратное уравнение.

$$0 = 57 + t - \frac{\left(\frac{2}{1} + 9,8\right)t^2}{2}$$

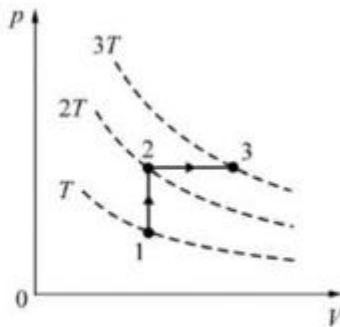
$$11,8t^2 - 2t - 114 = 0$$

$$D = 4 + 4 \cdot 11,8 \cdot 114 = 5384,8$$

$$t_1 = \frac{2 - \sqrt{5384,8}}{8} \text{ (отрицательное значение, физического смысла в данном случае не имеет)}$$

$$t_2 = \frac{2 + \sqrt{5384,8}}{8} \approx 9,42$$

Два моля идеального одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2, а затем – в состояние 3 (см. рисунок). Пунктирными линиями на диаграмме показаны изотермы. Определите, чему равно отношение количества теплоты Q_{12} , полученного газом при переходе из состояния 1 в состояние 2, к количеству теплоты Q_{23} , полученному газом при переходе из состояния 2 в состояние 3.



Ответ: 3/7.

Переход 1-2 изохорный. Первое начало термодинамики в этом случае имеет вид

$$Q_{12} = \Delta U = \nu C_V \Delta T = \nu C_V (2T - T) = \nu C_V T$$

Теплоемкость одного моля одноатомного идеального газа при постоянном объеме равна

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

Следовательно

$$Q_{12} = \frac{3\nu RT}{2}$$

Переход 2-3 изобарный. Первое начало термодинамики в этом случае имеет вид

$$Q_{23} = \Delta U + A = \nu C_p \Delta T + p_2 \Delta V = \nu C_p (3T - 2T) + p_2 (V_3 - V_2) = \nu C_p T + p_2 (V_3 - V_2)$$

Из уравнения Майера

$$C_p = C_V + R = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$$

По закону Гей-Люссака

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_3 = \frac{V_2 T_3}{T_2} = \frac{3V_2}{2}$$

Тогда

$$Q_{23} = \nu C_p T + \frac{p_2 V_2}{2}$$

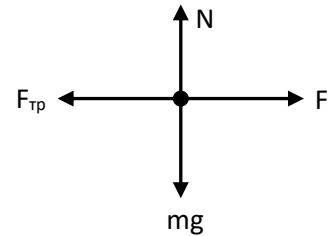
Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона. Получаем

$$Q_{23} = \nu C_p T + \frac{1}{2} \nu RT_2 = \nu C_p T + \nu RT = \nu T (C_p + R) = \nu T \left(\frac{5}{2} R + R \right) = \frac{7}{2} \nu RT$$

Находим искомое отношение

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{\frac{3\nu RT}{2}}{\frac{7}{2} \nu RT} = \frac{3}{7}$$

На горизонтальном полу лежит ящик массой 200 кг. Его начинают тянуть по полу с постоянной скоростью 1 м/с при помощи горизонтального троса, который наматывается на вал электрической лебёдки. Электродвигатель лебёдки питается от источника постоянного напряжения с ЭДС 110 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом. Через обмотку электродвигателя, имеющую сопротивление 3,5 Ом, при этом протекает ток силой 10 А. Пренебрегая трением в механизме лебёдки, найдите коэффициент трения ящика о пол.



Ответ: 0,18.

Тело движется без ускорения, значит равнодействующая равна нулю. Следовательно

$$F = F_{\text{тр}}$$

$$N = mg$$

Поскольку

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

то

$$F = \mu mg$$

$$\mu = \frac{F}{mg}$$

Сила тяги связана с мощностью электродвигателя соотношением

$$Fv = P$$

Мощность электродвигателя

$$P = I^2 R$$

Тогда

$$Fv = I^2 R$$

$$F = \frac{I^2 R}{v}$$

Окончательно получаем

$$\mu = \frac{I^2 R}{mgv}$$

Вычисляем

$$\mu = \frac{10^2 \cdot 3,5}{200 \cdot 9,8 \cdot 1} \approx 0,18$$