

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

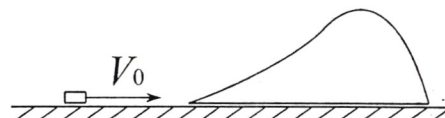
Шифр 1-019

(заполняется секретарём)

Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять $g=10 \text{ м/с}^2$.

2. Небольшая монета массой m скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_0 к неподвижной незакрепленной горке массой $4m$ (см. рис.). Монета въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

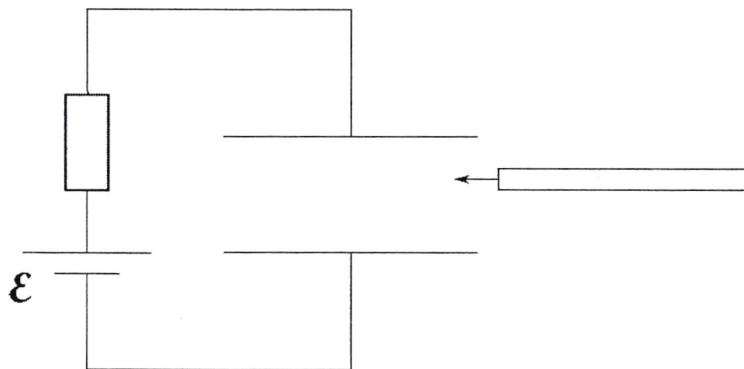


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре 127°C в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°C в количестве $\nu_2 = 0,4$ моль. Перегородка прорывается.

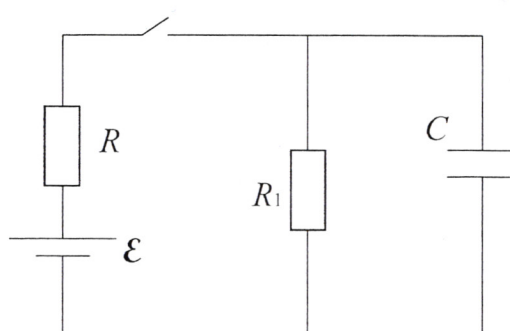
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС ε (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 3 раза меньше расстояния между обкладками.



- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в R , $R_1=4R$. Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать C , ε , R .



- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

Дано:

$$V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 227^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

$$\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$T_2 = 7^\circ\text{C} = 234\text{K}$$

$$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$$

1) T - ?

2) p - ?

Решение.

1) $p \Delta V = A$

газы совершили одинаковую работу поэтому

$$A_1 = \frac{5}{2} \nu_1 R (T_1 - T)$$

$$A_2 = \frac{5}{2} \nu_2 R (T - T_2)$$

$$\nu_1 (T_1 - T) = \nu_2 (T - T_2) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \nu_1 T_1 - \nu_1 T = \nu_2 T - \nu_2 T_2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T \nu_1 + T \nu_2 = \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 \Leftrightarrow T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 354 + 0,4 \cdot 234}{0,1 + 0,4} = \frac{35,4 + 92,6}{0,5} = \frac{128}{0,5} = 256\text{K}$$

$$t = 256 - 227(\text{K}) = 29^\circ\text{C}$$

2) $pV = \frac{5}{2} \nu RT$ $\nu = \frac{V}{V_m}$ $V_m = 22,4$

$$pV = \frac{5V}{2V_m} RT \Leftrightarrow 2V_m V p = 5 \nu R T \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow p = \frac{5RT}{2V_m} = \frac{5 \cdot 8,31 \cdot 256}{44,8} = 210,5 \text{ Па}$$

Ответ: 29°C ; $210,5 \text{ Па}$.

№4 Дано:

$$C_0, \epsilon$$

$$\epsilon = \frac{d}{3}$$

1) c - ?

2) q - ?

Решение.

$$1) C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \Rightarrow d = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{C_0}$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\frac{2}{3} d} = \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S}{2 \epsilon \epsilon_0 S} C_0 = \frac{3}{2} C_0$$

2) Т.к. пластина вводится, то возникнет сопротивление. и тогда ток через резистор пройдет отрицательный заряд.

Ответ: $\frac{3}{2} C_0$; отрицательный.

№5

Дано:

$$R_1 = 4R$$

$$C, \epsilon, R$$

1) $I_{\text{ист.}}$ - ?

2) U_C - ?

3) Q - ?

Решение.

$$1) \epsilon = U$$

$$I_{\text{ист.}} = \frac{U}{R} = \frac{\epsilon}{R}$$

2) Т.к. конденсатор и резисторы (R_1) соединены параллельно, то

напряжения у них будут одинаковыми, т.е. $U_C = U_{R_1}$

$$U = I \cdot R_1 = \frac{\epsilon 4R}{R} = 4\epsilon$$

$$3) Q = \frac{I^2 R}{f} = \frac{\frac{\epsilon^2 R}{R^2}}{f} = \frac{\epsilon^2 \epsilon}{R} = \frac{\epsilon^2}{R}$$

Ответ: $\frac{\epsilon}{R}$; 4ϵ ; $\frac{\epsilon^2}{R}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано:

$$l = 18 \text{ см}$$

$$= 0,18 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

 $v_{\text{min}} = ?$

Решение.

$$F_{\text{из}} = mg + N$$

№ 2 Дано:

$$m, v_0$$

$$4m; v_0 = 0$$

1) $h_{\text{max}} = ?$ 2) v_* = ?

Решение.

когда забиралась:

$$mv_0 + 4m \cdot 0 = m \cdot 0 + 4m v$$

$$mv_0 = 4mv$$

$$v = \frac{v_0}{4}$$

когда спускалась:

$$m \cdot 0 + 4m v = m v_*$$

$$v = \frac{4m \frac{v_0}{4}}{m} = v_0$$

Ответ: v_0 .



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

2.2

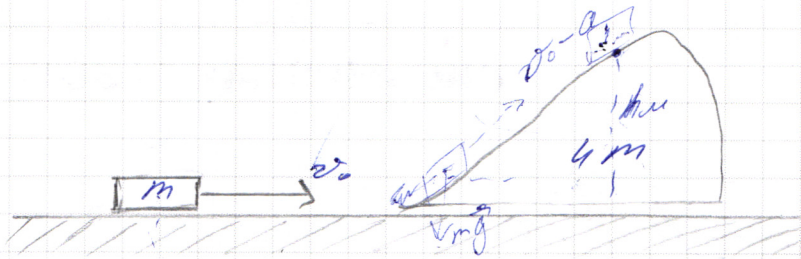
Дано:

m, v_0

$4m, v_{01} = 0$

1) $h_{max} - ?$

2) $v_k - ?$



2.2)

когда забуржнется
 $m v_0 + 4m \cdot 0 = (m + 4m) v_k$

$m v_0 = 4m v$

$v = \frac{m v_0}{4m} = \frac{v_0}{4}$

когда спускается

$m \cdot 0 + 4m v = m v_k$

$v_k = \frac{4m \frac{v_0}{4}}{m} = v_0$

1) в точке н.м. $v_1 = 0$ т.е. $\frac{v_0}{t} = a = v_0$
 т.е. $t = 1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

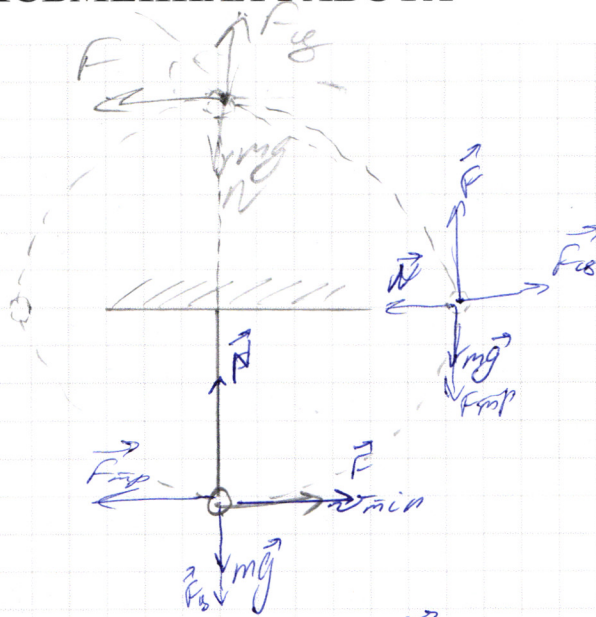
№ 1

Дано:

$$l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$v_{\text{min}} = ?$



$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_x + \vec{F}_{mp}$$

$$Ox: F = mg + F_{mp}$$

$$Oy: N = F_y$$

$$F = mg + \mu F_y$$

$$F_y = mg + N$$

$F_y = ?$

$$\omega = 2\pi \nu ; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad T = N/f$$

$$\omega = \frac{2\pi N t}{N} = 2\pi t$$

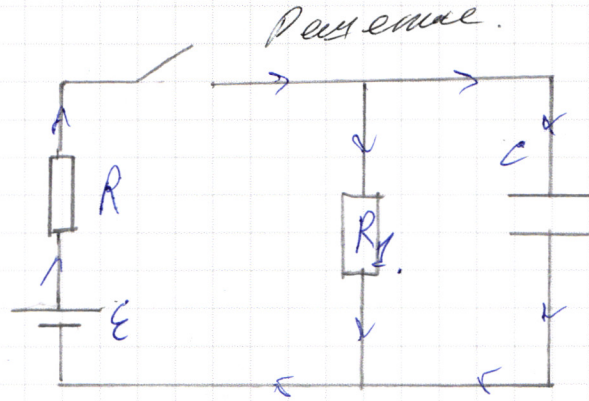
$$v = 5 \text{ м}$$

$$s = 2\pi R$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

д.б. Дано:
 $R_1 = 4R,$
 $C, E, R,$

- 1) I - ?
- 2) U_C - ?
- 3) Q - ?



1) $E = U$

$$I_{\text{ист.}} = \frac{U}{R} = \frac{E}{R}$$

2) $U_C = U_{R_1}$

3) $Q = \frac{I^2 R}{t} =$

$$U_{R_1} = I_{\text{ист.}} \cdot R_1 = \frac{E \cdot 4R}{R} = 4E.$$

$$\frac{\frac{E^2 R}{R^2}}{t} = \frac{\frac{E^2}{R}}{t} = \frac{E^2 t}{R} = \frac{E^2}{R}.$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3 Дано:

$$V = 8,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 127^\circ\text{C} = 354 \text{ K}$$

$$\nu_1 = 0,5 \text{ моль}$$

$$t_2 = 7^\circ\text{C} = 284 \text{ K}$$

$$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$$

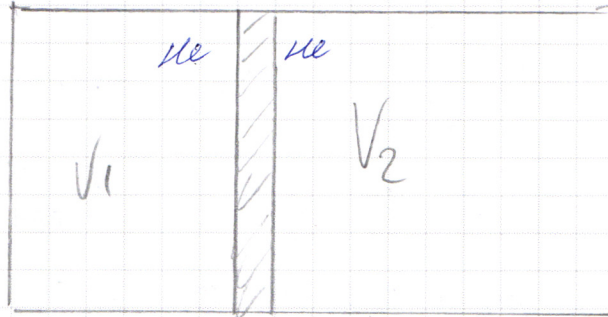
1) $T = ?$

2) $p_k = ?$

$$R = 8,31$$

$$p_1 \Delta V_1 = p_2 \Delta V_2 = A = \text{const.}$$

Решение.



$$1) \Delta p_1 \Delta V_1 = \frac{5}{2} \nu_1 R \Delta T$$

$$\Delta p_1 \Delta (V - V_1) = \frac{5}{2} \nu_1 R (t_1 - T)$$

$$\Delta p_2 \Delta (V - V_2) = \frac{5}{2} \nu_2 R (T - t_2)$$

$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$

$$\Delta p_1 = \frac{\frac{5}{2} \nu_1 R (t_1 - T)}{V - V_1}$$

$$\Delta p_2 = \frac{\frac{5}{2} \nu_2 R (T - t_2)}{V - V_2}$$

$$= \frac{\nu_2 R (T - t_2)}{V_2}$$

$$\nu_1 R (t_1 - T) (V - V_1) = \nu_2 R (T - t_2) (V - V_1) \quad (*)$$

$$(*) \nu_1 \nu_1 t_1 - T \nu_1 \nu_1 = (\nu_2 T - \nu_2 t_2) (V - V_1) \quad (**)$$

$$(**) \nu_1 \nu_1 t_1 - T \nu_1 \nu_1 = \nu_2 \nu_2 T - \nu_2 \nu_2 t_2 - \nu_2 T \nu_1 + \nu_2 t_2 \nu_1 \quad (***)$$

$$(***) \nu_2 T \nu_1 - T \nu_1 \nu_1 =$$

$$\frac{5}{2} \nu_1 R (t_1 - T) = \frac{5}{2} \nu_2 R (T - t_2) \quad (***)$$

$$(***) \nu_1 t_1 - \nu_1 T = \nu_2 T - t_2 \nu_2 \Rightarrow \nu_2 T + \nu_1 T = \nu_1 t_1 + \nu_2 t_2$$

$$T = (v_1 + v_2) = v_1 t_1 + v_2 t_2$$

$$T = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = \frac{0,5 \cdot 35,4 + 0,4 \cdot 92,6}{0,5 + 0,4} =$$

$$= \frac{35,4 + 92,6}{0,5} = \frac{128}{0,5} = 256 \text{ K}$$

$$t = 256 - 227 = 29^\circ \text{C}$$

$$\begin{array}{r} 128 \overline{) 0,5} \\ \underline{1280} \\ 50 \\ \underline{28} \\ 220 \\ \underline{25} \\ 290 \\ \underline{290} \\ 0 \end{array}$$

2)

$$p_k \cdot V = \frac{5}{2} \nu R T ; \nu = \frac{V}{V_m}$$

$$p_k = 8,35 \cdot 10^{-3} = \frac{5 \cdot 8,35 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,35 \cdot 256$$

$$p_k = 8,35 \cdot 2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 8,35 \cdot 8,35 \cdot 256 \text{ (с)} =$$

$$(с) \quad p_k = \frac{5 \cdot 8,35 \cdot 256}{44,8} = \frac{10636,8}{44,8} = 210,5 \text{ (Па)}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,35 \\ 5 \\ \hline 4155 \\ \times 256 \\ \hline 24930 \\ + 20775 \\ \hline 8310 \\ \hline 10636,80 \\ 10636,8 \\ \hline 996 \\ 476 \\ 448 \\ \hline 2880 \\ - 2688 \\ \hline 192 \end{array}$$

4) Дано:

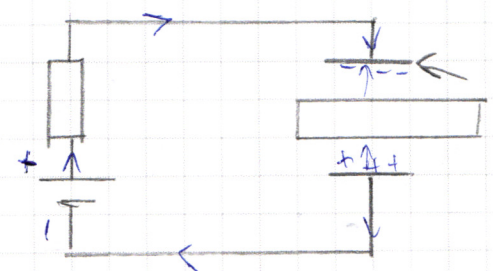
$$C_0, \epsilon$$

$$n = \frac{d}{3}$$

1) C = ?

2) U = ?

Решение.



$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad \text{и} \quad C_0 d = \epsilon \epsilon_0 S = d^2 \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{C_0}$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\frac{2}{3} d} = \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S C_0}{2 \epsilon \epsilon_0 S} =$$

$$= \frac{3}{2} C_0$$

е) Т.к. пластина
внутри, то возм.
сопр. А зар. одит
и через резистор. и др. = $\frac{3}{2} C_0$
отриц. зар.