

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

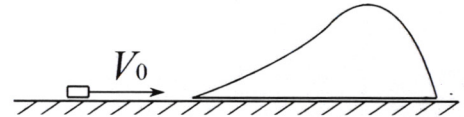
Шифр 1-016

(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.

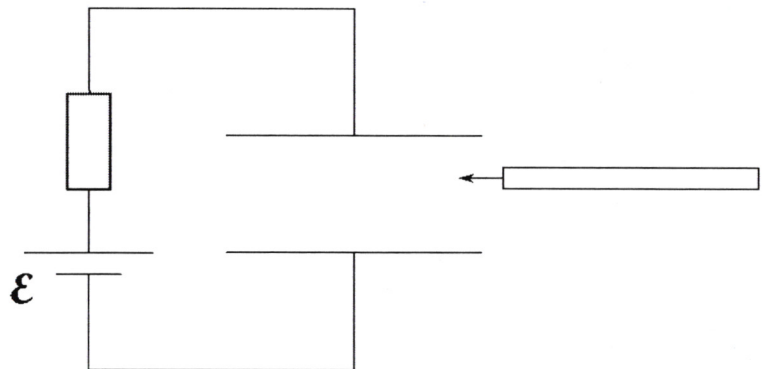


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

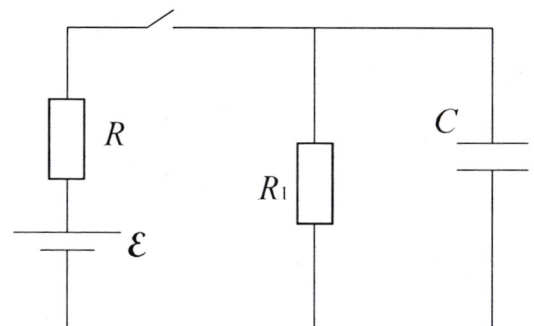
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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 обкладки. 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

Задача № 3

Дано:

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

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

$$\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$$

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

$$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$T_2 = 280 \text{ K}$$

$$t, p - ?$$

Решение

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$\nu = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = \nu V_m$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \frac{m}{M} = \frac{\nu}{V_m}$$

$$p_1 = \frac{p_2 T_1}{T_2}$$

$$p_1 \nu_1 V_m = \nu_1 R T_1$$

$$p_1 = \frac{R T_1}{V_m}$$

$$pV = p_1 \nu_1 V_1 + p_2 \nu_2 V_2$$

$$p = \frac{p_1 \nu_1 + p_2 \nu_2}{\nu} \Rightarrow p = \frac{R T_1 \nu_1 + R T_2 \nu_2}{V}$$

$$p = \frac{8,31 \cdot 400 \cdot 0,1 + 8,31 \cdot 280 \cdot 0,4}{8,31 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{8,31(40 + 112)}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 152 \cdot 10^3 = 152000 \text{ Па}$$

$$\nu_{\text{общ}} = \nu_1 + \nu_2 = \nu = 0,1 + 0,4 = 0,5$$

$$pV = \nu R T$$

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{152 \cdot 10^3 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 8,31} = 304 \text{ K}$$

$$t = T - 273 = 304 - 273 = 31^\circ \text{C}$$

$$\text{Ответ: } 152000 \text{ Па, } 31^\circ \text{C}$$

Задача №1.

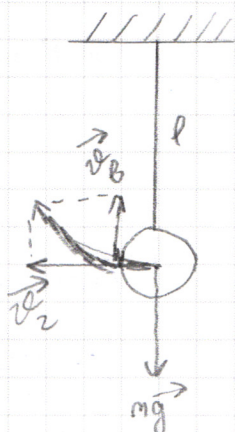
Дано:

$$l = 0,18 \text{ м}$$

$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_2 = ?$$

Решение



$$S = 2\pi l$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4.

Дано:

$$C_0; \epsilon$$

$$d_1 = x$$

$$d_2 = 0,5x$$

$$C, q - ?$$

Решение:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{d} \text{ - плоский конденсатор}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{x}$$

$$C = \frac{q}{U}$$

$$S = \sqrt{\frac{C_0 x}{\epsilon \epsilon_0}}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \frac{C_0 x}{\epsilon \epsilon_0}}{0,5x} = \frac{C_0 x}{0,5x} = 2C_0$$

$$\frac{C_0}{C_1} = \frac{q_0}{q_1}$$

$$q_1 = \frac{q_0 C_1}{C_0} = \frac{q_0 2C_0}{C_0} = 2q_0$$

Задача №2.

Дано:

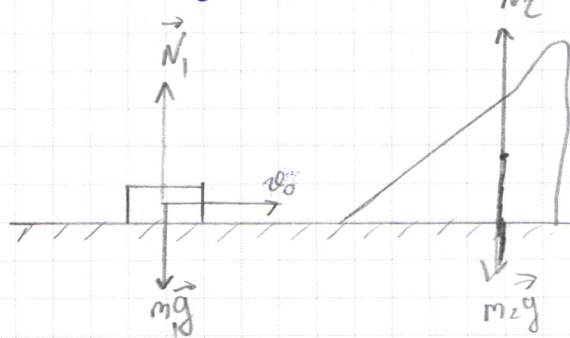
$$v_0$$

$$m_1 = m$$

$$m_2 = 4m$$

$$h, v_{01} - ?$$

Решение



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = v'(m_1 + m_2) \text{ - импульс}$$

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \text{ - скорость, после того как тело заезило на шарик}$$

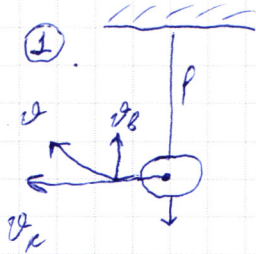
$$v' = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{m v_0 \cos \alpha}{5m} = \frac{v_0 \cos \alpha}{5} \text{ (движение вместе с горкой)}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

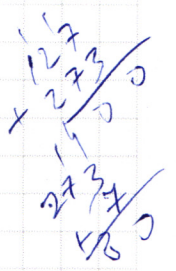


$$S = 2\pi r = 3,14 \cdot 18 \cdot 2$$

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V}$$

$$pV = p_1 V_1 + p_2 V_2 = \nu R T$$

моль = $\frac{m}{M}$



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

Ge $t_1 = 127^\circ\text{C}$

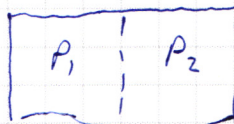
$V_1 = 0,1 \text{ моль}$

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

$V_2 = 0,4 \text{ моль}$

$t = ?$

$p = ?$



Решение:

$$pV = \frac{m}{M} R T$$

$$\nu = \frac{m}{M} \Rightarrow m_1 = \nu_1 M$$

$$m_2 = \nu_2 M$$

$$V_1 = V_2 = V$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$p_1 = \frac{p_2 T_1}{T_2}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{\nu}{\nu_m}$$

$$V_1 = \frac{m_1 \nu_m}{M} = \nu_1 \nu_m$$

$$p_1 \frac{m_1 \nu_m}{M} = \frac{m_1}{M} R T$$

$$p_1 \nu_m = R T$$

$$p_1 = \frac{R T_1}{\nu_m}$$

$$p_2 = \frac{R T_2}{\nu_m}$$

$$Q = c m \Delta t$$

$$Q = \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$\kappa m_1 \Delta t = \kappa m_2 \Delta t$$

$$m_1 (t_1 - t) = m_2 (t - t_2)$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{t - t_2}{t_1 - t}$$

$$m_1 t_1 - m_1 t = m_2 t - m_2 t_2$$

$$t (m_1 + m_2) = m_1 t_1 + m_2 t_2$$

$$t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$$

$$T_1 - T \neq T - T_2$$

$$2T = T_1 + T_2$$

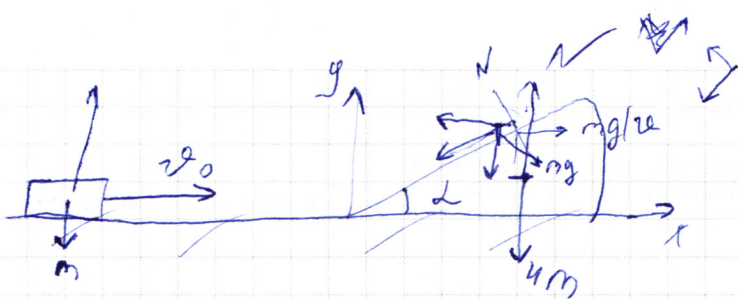
$$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$\frac{R T_1}{\nu_m} \cdot V = \nu R T_1$$

$$\nu_1 = \frac{\nu R T_1 \nu_m}{R T_1} = \nu_m = 22,4 \cdot 0,1 = 2,24 \text{ м}^3$$

$$\frac{22,4}{10}$$

$$\frac{22,4}{10}$$



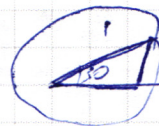
$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \alpha \frac{v_0}{5} =$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

= opposite / adjacent

$$mg \sin \alpha =$$

$$mg - v_0 \cos \alpha = 0$$



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = v(m_1 + m_2)$$

x

$$m_1 v_1 = v(m_1 + m_2)$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 v_0 \cos \alpha}{5m} = \frac{v_0 \cos \alpha}{5} \text{ (вместе с углом)}$$

$$v_0 \text{ ---- } \rightarrow 0$$

$$v_{01} (m_1 + m_2) = v_{02} m$$

$$v_0 \cos \alpha - mg = 0$$

$$v_0 \cos \alpha -$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ ч.

C_0

ϵ

Знаки

$C - ?$

решение:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{f}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{0,5x}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2}{x}$$

$$S = \sqrt{\frac{C_0 x}{\epsilon \epsilon_0}}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \frac{C_0 x}{\epsilon \epsilon_0}}{0,5x} = \frac{C_0 x}{0,5x} = 2C_0$$

$$C = \frac{q}{U}$$

$$\frac{C_0}{C_1} = \frac{U_0}{U_1}$$

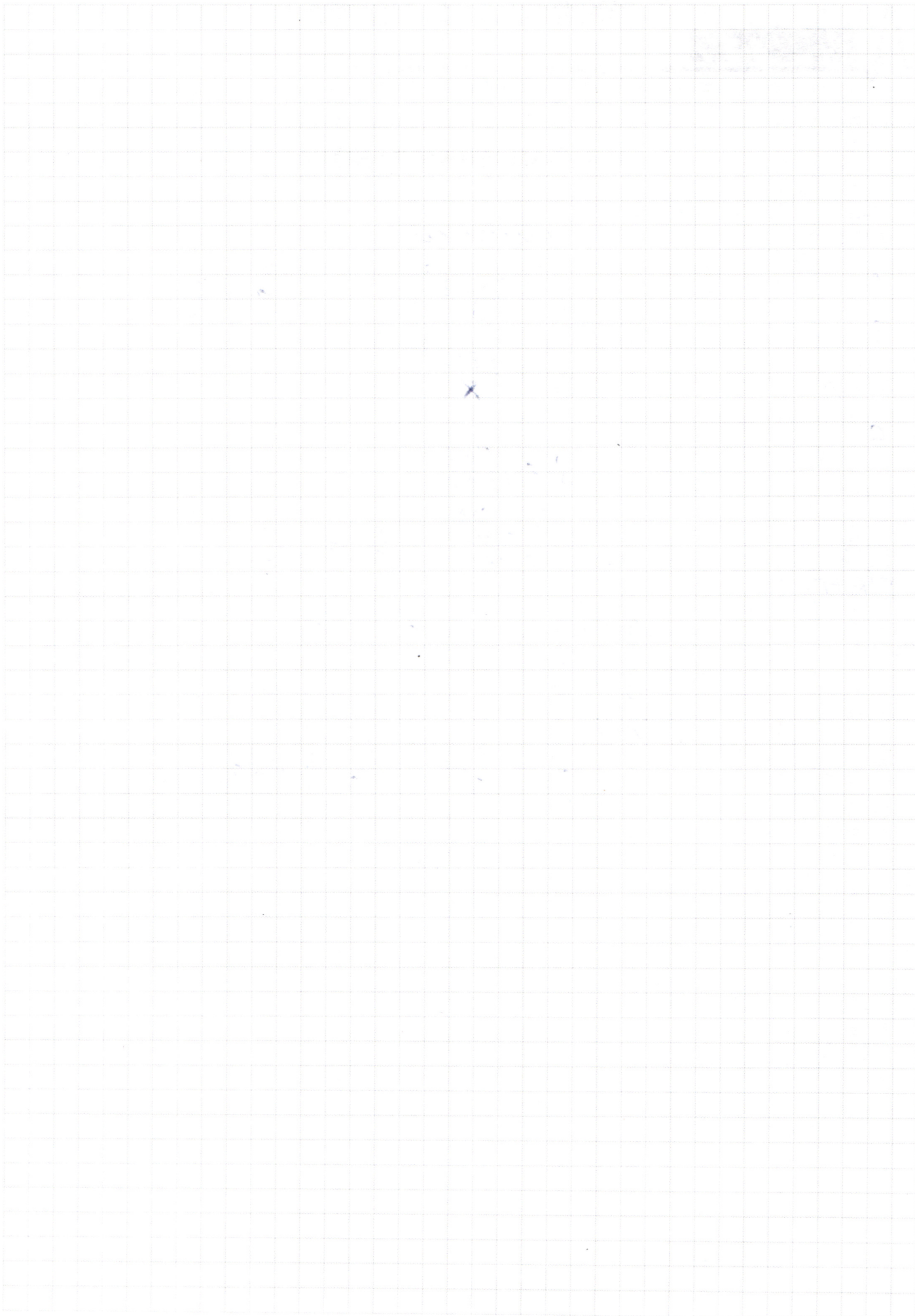
$$q = CU$$

$U \neq U_1$

$$q_1 = \frac{q_0 C_1}{C_0} = \frac{q_0 \cdot 2C_0}{C_0} = 2q_0$$

$$\epsilon = I(R+r)$$

$$\epsilon = I C_1$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-016

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)