

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

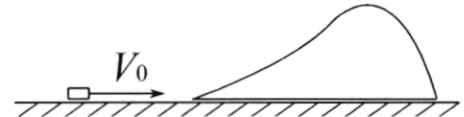
Шифр 2-004

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 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 шайба массой m скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_0 к неподвижной незакрепленной горке массой $3m$ (см. рис.). Шайба въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

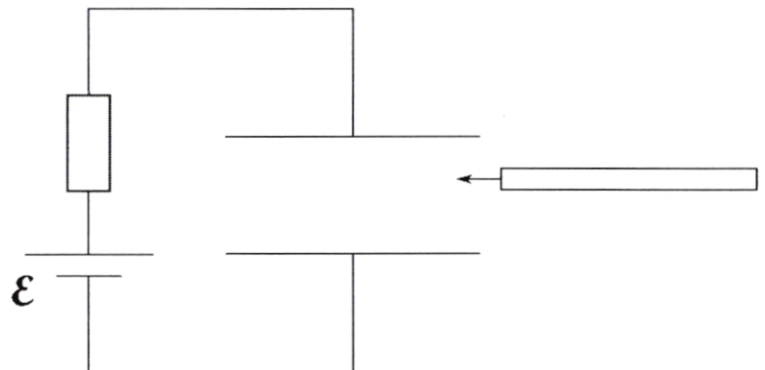


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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 27°C в количестве $\nu_1 = 0,2$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°C в количестве $\nu_2 = 0,3$ моль. Перегородка прорывается.

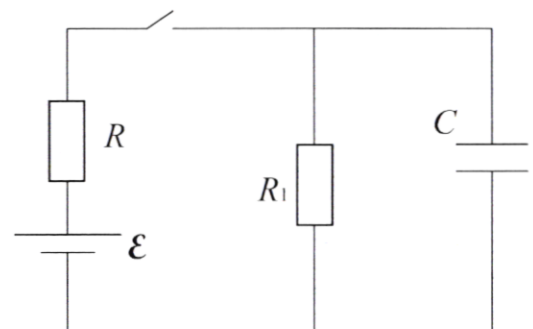
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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 4 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 , $R_1=3R$. 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?

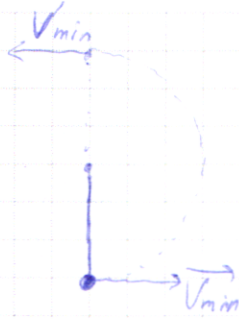
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.

$$l = 0,5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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



$$\frac{V_{\text{min}}^2}{2} = 2g \cdot l$$

$$V_{\text{min}}^2 = 2gl$$

$$\frac{m V_{\text{min}}^2}{2} = mg \cdot 2l + \frac{m V_{\text{min}}^2}{2}$$

$$V_{\text{min}}^2 = 4gl + V_{\text{min}}^2$$

$$V_{\text{min}} = \sqrt{20 + 5} = 5 \text{ м/с}$$

Ответ: 5 м/с

3.

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$T_2 = 280 \text{ К}$$

$$v_1 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$m_1 = m_2$$

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

$$t = ?$$

$$p = ?$$

$$c_1 m_1 \Delta t_1 + c_2 m_2 \Delta t_2 = 0$$

$$m_1 \Delta t_1 = -m_2 \Delta t_2$$

$$m_1 (T_1 - T) = m_2 (T - T_2)$$

$$\frac{T_1 - T}{T - T_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\frac{300 - T}{T - 280} = \frac{0,3}{0,2}$$

$$0,3T - 84 = 60 - 0,2T$$

$$0,5T = 144$$

$$T = 288 \text{ К} = 15^\circ \text{C}$$

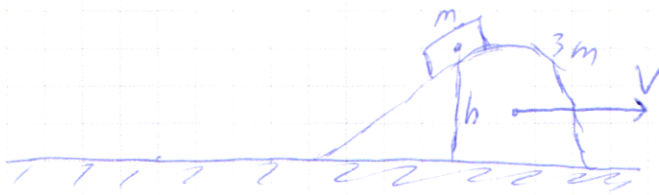
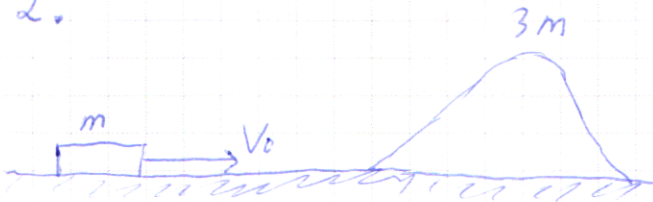
$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{\rho RT}{V} = \frac{(v_1 + v_2) RT}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 288}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 144 \cdot 10^3$$

Ответ: 1) 15°C

2) 144 · 10³ Па

2.



$$m v_0 = 4m v$$

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

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{4m v^2}{2} + mgh$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{8} + gh$$

$$h = \frac{3v_0^2}{8g}$$

$$m v_0 = 3m v_1 - m v_2$$

$$v_1 = \frac{v_0 + v_2}{3}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{3m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$v_0^2 = \frac{(v_0 + v_2)^2}{3} + v_2^2$$

$$3v_0^2 = v_0^2 + 2v_0 v_2 + v_2^2 + 3v_2^2$$

$$2v_2^2 + v_0 v_2 - v_0^2 = 0$$

$$D = v_0^2 + 8v_0^2 = 9v_0^2$$

$$v_2 = \frac{-v_0 \pm 3v_0}{4} = \frac{v_0}{2}$$

Если $v_2 = -v_0$, то $v_1 < 0$, что невозможно, следовательно $v_2 = \frac{v_0}{2}$

Ответ 1) $\frac{3v_0^2}{8g}$ 2) $\frac{v_0}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mV^2}{2} = mgz + \frac{mV_{min}^2}{2} \quad v_{min} = 2g = 10$$

$$\frac{V^2}{2} = 2gz + \frac{V_{min}^2}{2}$$

$$V_{min} = \sqrt{\frac{2gz}{g}}$$

$$V = \sqrt{4gz + \frac{V_{min}^2}{5}} = \sqrt{40 \cdot 0,5 + \frac{10 \cdot 0,5}{5}} = \sqrt{20 + 1} = 258$$

- $T_1 = 300K$
- $T_2 = 280K$
- $D_1 = 0,2m$
- $D_2 = 0,3m$
- $M_1 = M_2$

$$\frac{V^2}{0,5} = 10$$

$$V = \sqrt{5}$$

258	4,9
100	4,9
158	1,1
158	1,1
316	2,2
258	2,2

$$k_{m_1} a_1 = k_{m_2} a_2$$

$$\frac{0,2}{0,3} = \frac{t - T_2}{T_1 - t}$$

$$60 - 0,2 + 20,3t = 84$$

$$95 + 2144$$

$$t = 288K$$

$$PV = nRT$$

$$p = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 288}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 2$$

$$2 \cdot 144 \cdot 10^3 = 2,144 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$144 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \frac{28}{84}$$

$$\frac{V_0 - V \cos \alpha}{3}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{3m(V_0 - V \cos \alpha)^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V^2 + V_0^2 - 2V_0V \cos \alpha + V^2 \cos^2 \alpha = V_0^2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{3mV_2^2}{2}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 3V_2^2$$

$$V_0 = V_1 + 3V_2 \quad V_0 = V_1 \cos \alpha + 3V_2 \sin \alpha$$

$$\sqrt{V_1^2 + 3V_2^2} = V_1 \cos \alpha + 3V_2 \sin \alpha$$

$$V_1^2 \cos^2 \alpha + 3V_1V_2 \sin \alpha \cos \alpha + 9V_2^2 \sin^2 \alpha = V_1^2 + 3V_2^2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{4mV^2}{2}$$

V

$$mV_0 = 4mV$$

$$V = \frac{V_0}{4}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + mgh$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{8} + gh$$

$$h = \frac{3V_0^2}{8g}$$

$$mV_0 = 3mV' - mV_0'$$

$$4V_0 = 3V' - V_0' \quad V_0' = V_0 - 3V'$$

$$\frac{mV_0'^2}{2} + \frac{3mV'^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_0'^2}{2} + \frac{(V_0 + V_0')^2}{6} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$mV_0'^2 + \frac{V_0'^2}{3} + \frac{2V_0V_0'}{3} + \frac{V_0'^2}{3} = \frac{V_0^2}{2}$$

$$\frac{5V_0'^2}{3} + \frac{2V_0V_0'}{3} - \frac{V_0^2}{6} = 0$$

$$V_0 \rightarrow V_2$$

$$V_2 = \frac{V_0 + V_1}{3}$$

$$mV_0 = 3mV_2 - mV_1$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_2^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$V_0^2 = 3V_2^2 + V_1^2$$

$$V_0^2 = \frac{(V_0 + V_1)^2}{3} + V_1^2$$

$$V_0^2 = \frac{V_0^2}{3} + \frac{2V_0V_1}{3} + \frac{V_1^2}{3} + V_1^2$$

$$2V_0^2 - 2V_0V_1 - 4V_1^2 = 0$$

$$4V_1^2 + 2V_0V_1 - 2V_0^2 = 0$$

$$D = 4V_0^2 + 4V_0^2 = 8V_0^2$$

$$2V_1^2 + V_0V_1 - V_0^2 = 0$$

$$2V_1^2 + 8V_0^2 = 9V_0^2$$

$$V_1 = \frac{-V_0 \pm 3V_0}{4} = -\frac{V_0}{4}; \frac{V_0}{2}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-004

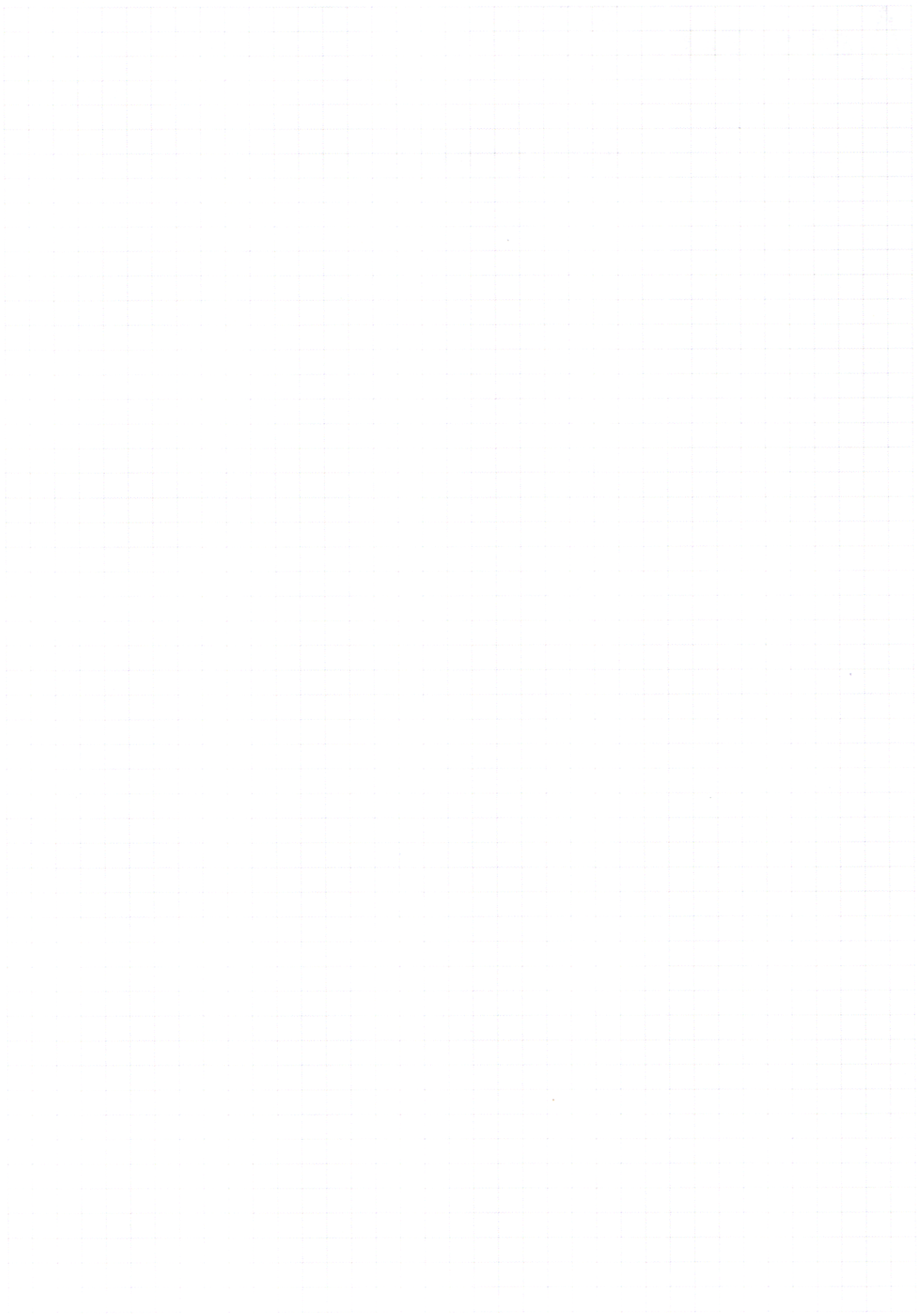
ШИФР

(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)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-004

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)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-004

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)