

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

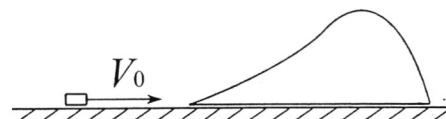
Шифр 1-006

(заполняется секретарём)

Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарика, 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.

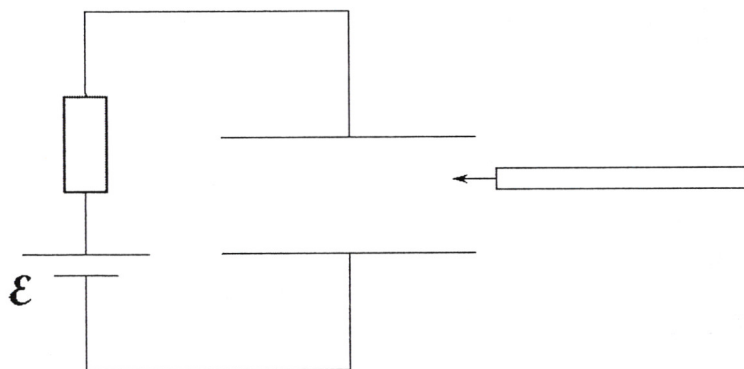


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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 $127 \text{ }^\circ\text{C}$ в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре $7 \text{ }^\circ\text{C}$ в количестве $\nu_2 = 0,4$ моль. Перегородка прорывается.

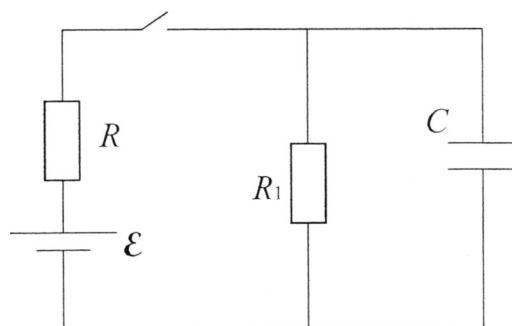
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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?

2) ~~Решение~~



$h_{max} = 0$ (1)
 $v = ?$ с горки (2)

$m_1 = m$
 $m_2 = 4m$

Решение.

1) $F_{кинет} = \frac{mv^2}{2}$

$F_{k1} = F_{k2} + F_{r2}$

$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mgh$

$h = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$

$g = 10$

3) Т.е.

I п. $V_1 = 25^3$

$P_1 = 0,5 \text{ МПа}$

II $V_2 = 75^3$

$P = 1 \text{ атм.}$

$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V_1 + V_2} = 0,2 \text{ МПа}$

$P_1 = \frac{12,7 \cdot 10^3 \text{ Р}}{8,31}$

$P_2 = 10^3 \text{ Р}$

$P_2 = \frac{2,8 \cdot 10^3 \text{ Р}}{8,31}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

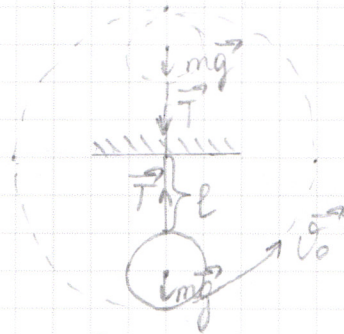
Дано:

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

1 оборот

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = ?$$



Решение.

По закону сохранения механической энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} = mg \cdot 2l - \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Когда небольшой шарик находится в верхней точке, то

$$m\vec{a}_y = m\vec{g} + \vec{T}$$

$$ma_y = mg + T, \text{ но } T = 0$$

$$ma_y = mg$$

$$\frac{mv^2}{l} = mg$$

$$\frac{v^2}{l} = g \Rightarrow v^2 = gl$$

Подставим в ур-ие (1) и получим

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgl + \frac{mgl}{2} \cdot 1 \cdot 2$$

$$v_0^2 = 4gl + gl \Leftrightarrow v_0^2 = 5gl \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{5gl} = \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,18} = \sqrt{90} = 3$$

$$v_0 = 3 \text{ м/с}$$

Ответ: 3 м/с

2) Небольшая планета массой m скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_0 к неподвижной закрепленной горке массой $4m$ (см. рис.). Планета выскочит на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает в обратном направлении.

- 1) На какую максимальную высоту поднимется планета?
- 2) С какой скоростью планета съезжает с горки?

Дано:

$$m_1 = m \text{ кг}$$

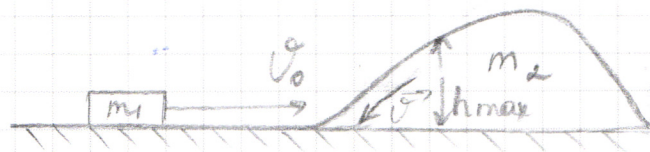
$$m_2 = 4m \text{ кг}$$

$$v_0$$

$$\vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

$$\text{I) } h_{\text{max}} = ?$$

$$\text{II) } v = ?$$



Решение.

$$\text{I) } F_{\text{кин}} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$F_{\text{к1}} = F_{\text{к2}} + F_{\text{п2}}$$

$$F_{\text{п2}} = m_2 g h_{\text{max}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + m_2 g h_{\text{max}}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + g h_{\text{max}}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v^2 - v_0^2}{20} \text{ м}$$

$$\text{II) } v = v_0 + at$$

$$\text{Ответ: } \frac{v^2 - v_0^2}{20} \text{ м ;}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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 \mathcal{E} , ϵ , R .

1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа

2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе

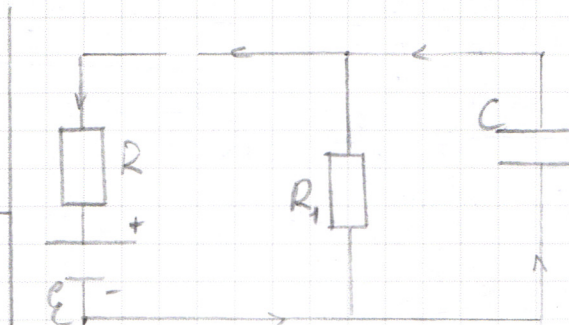
3) Какое кол-во теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

Дано:

$$R, \mathcal{E}, \epsilon, R_1$$

$$R_1 = 4R$$

$$I, U, Q$$



Решение.

$$1) I = Q = I^2 R t = \frac{\mathcal{E}^2}{0,64 R^2} \cdot R t = \frac{\mathcal{E}^2 t}{0,64 R}$$

R параллельно

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2} \Leftrightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4R \cdot R}{4R + R} = \frac{4R^2}{5R} = 0,8 R$$

$$R = 0,8 R$$

$$\varepsilon = 4$$

$$\eta = \frac{u}{R} = \frac{\varepsilon}{0,8 R}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{\varepsilon^2 t}{0,64 R}; \varepsilon; 0,8 R.$$

3) Дано:

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

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

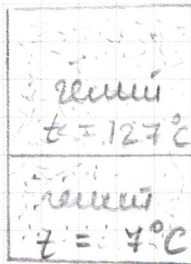
$$V_1 = 0,1 \text{ моль}$$

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

$$V_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$T = ?$$

$$P = ?$$



Решение.

$$U = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$U = \frac{3}{2} \nu_1 R t_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R t_2$$

$$\frac{3}{2} \nu_1 R t_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R t_2 = \frac{3}{2} \nu_1 R T + \frac{3}{2} \nu_2 R T$$

$$T = \frac{\nu_1 t_1 + \nu_2 t_2}{\nu_1 + \nu_2} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 127 + 0,4 \cdot 7}{0,1 + 0,4} = \frac{12,7 + 2,8}{0,5} = \frac{15,5}{0,5} = 31^\circ \text{C}$$

$$P_1 V = \nu_1 R t_1 \Rightarrow P_1 = \frac{\nu_1 R t_1}{V} = \frac{0,1 \cdot 127 R}{8,31 \cdot 10^{-3}}$$

$$P_2 V = \nu_2 R t_2$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_1 t_2}{P_2 t_1}$$

$$T = \frac{t_1 \cdot t_2 (P_1 + P_2)}{P_1 t_2 + P_2 t_1} = \frac{127 \cdot 7 (P_1 + P_2)}{P_1 \cdot 7 + P_2 \cdot 127}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p = p_1 + p_2 = \frac{V_1 p_{t1}}{V} + \frac{V_2 p_{t2}}{V}$$

$$p_{\text{общ}} = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = 0,2 \text{ МПа} = 0,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$V_I = 25 \text{ м}^3$$

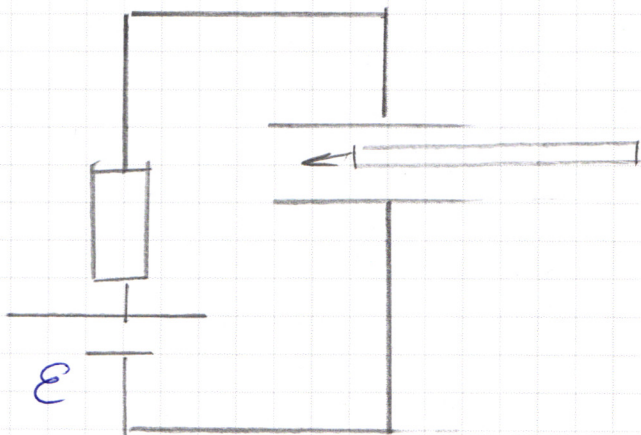
$$V_{II} = 75 \text{ м}^3$$

$$p_1 = 0,5 \text{ МПа} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$p_2 = 1 \text{ атм}$$

Ответ: 31° ; $0,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

4)



Дано:

$$C_0, \quad \varepsilon$$

$$l = \frac{8}{3}$$

$$C = ?$$

$$q = ?$$

Решение.

$$q = Cl \quad ; \quad \varepsilon = U$$

$$q = C\varepsilon$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 6
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-006

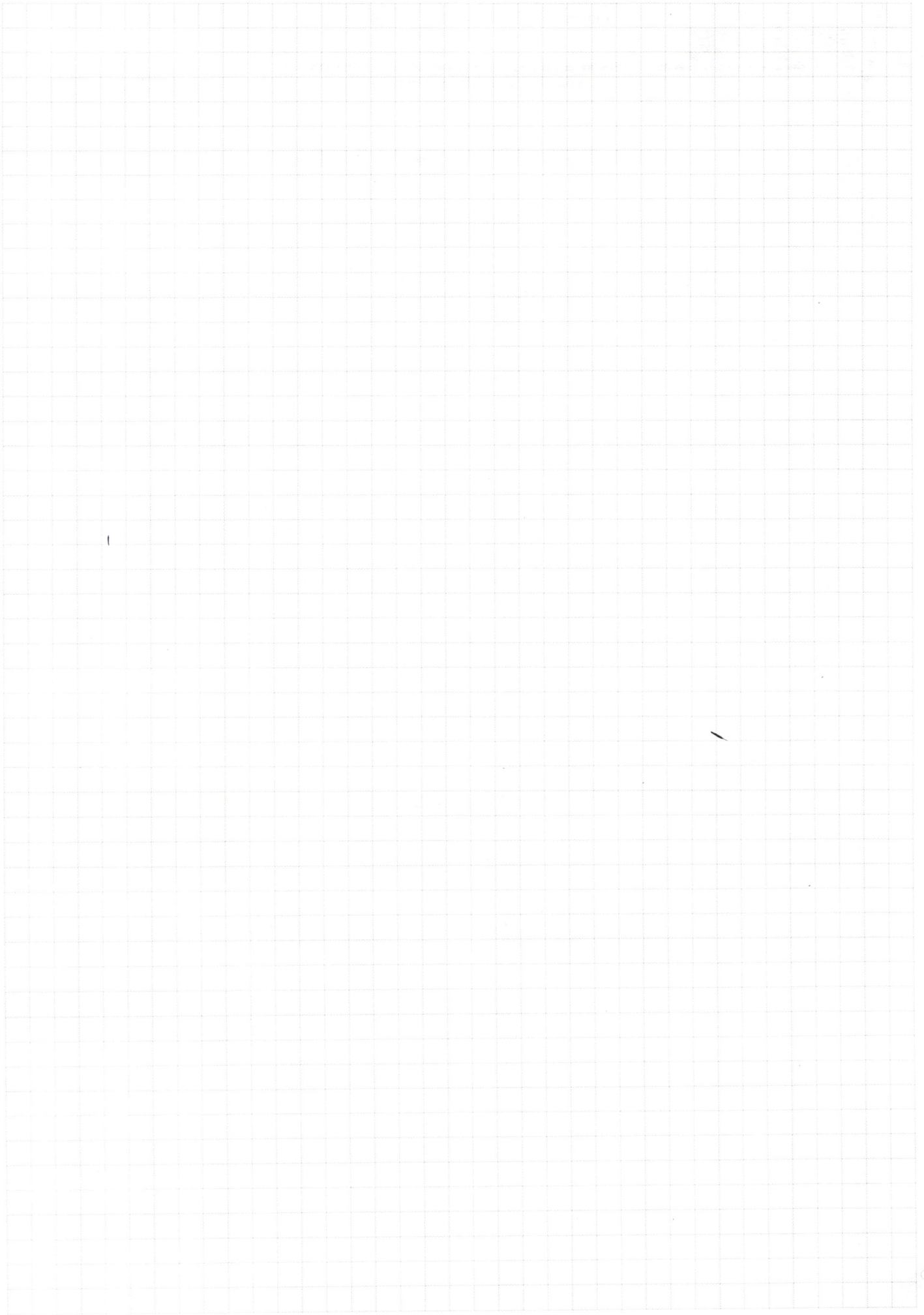
ШИФР

(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)