

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

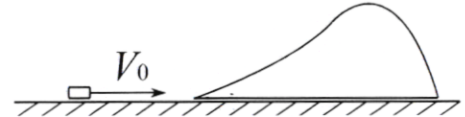
Шифр 15-019

(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.

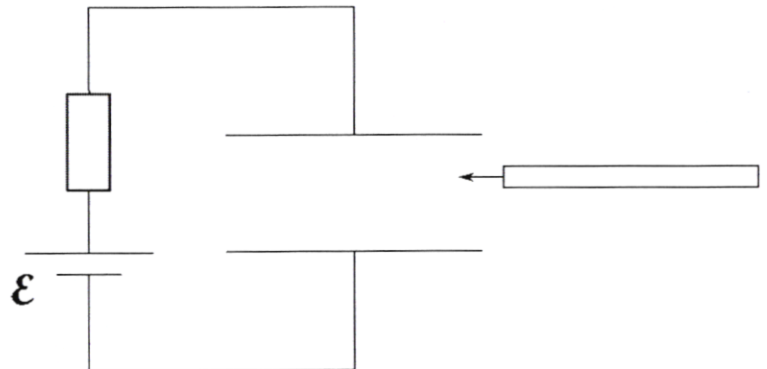


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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  $127 \text{ }^\circ\text{C}$  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.

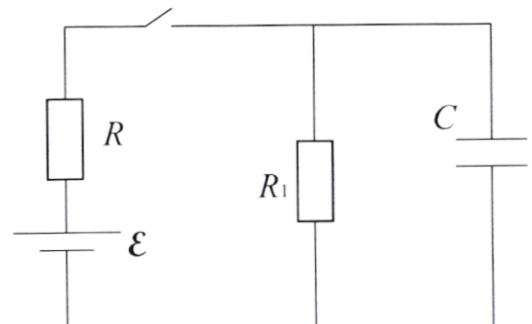
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\mathcal{E}$  (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  $C$ ,  $\mathcal{E}$ ,  $R$ .



- 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

Дано:

$$l = 0,18 \text{ м}$$

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


---


$$v = ?$$

Решение

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

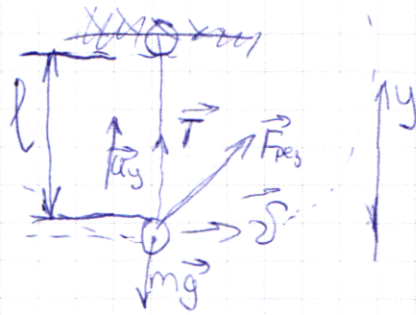
2100 - "Земля"

S - путь, пройденный шариком

$$S = 2\pi l$$

$$a_y = \frac{v^2}{l}$$

$$v = \sqrt{a_y l}$$



Кин. E шарика = работе внеш. сил;  $A_{\text{внеш}} = \vec{F}_{\text{рз}} \cdot S$

$$\frac{mv^2}{2} = 2\pi \vec{F}_{\text{рз}} l$$

$$\frac{ma_y l}{2} = 2\pi \vec{F}_{\text{рз}} l$$

$$4\pi \vec{F}_{\text{рз}} = ma_y$$

$$2\pi \vec{F}_{\text{рз}} - mg = ma_y$$

$$\Rightarrow T = m \left( g + \frac{v^2}{l} \right) \dots (1)$$

$$T - mg = 4\pi \vec{F}_{\text{рз}}$$

$$\vec{F}_{\text{рз}} = \frac{T - mg}{4\pi}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{2(T - mg)l}{2}$$

$$mv^2 = (T - mg)l \dots (2)$$

$$v = \sqrt{\frac{T - mg}{m} l} \quad (1) \rightarrow (2)$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$m\delta^2 = (mg + m\omega^2 - mg)l$$

$$\delta^2 = g + \delta^2 - g$$

$$\delta = \sqrt{\frac{v_0^2}{m} - gl}$$

Возможно, масса жемчуга можно пренебречь

$$\delta = \sqrt{gl} \quad \left[ \frac{м}{с} \right] = \left[ \frac{м \cdot \sqrt{с^2}}{с^2} \right]$$

Ответ:  ~~$\sqrt{\frac{v_0^2}{m}}$~~   $3\sqrt{0,2} \frac{м}{с}$

$$\sqrt{0,2}$$

Дано:

$m$

$v_0$

$4m$

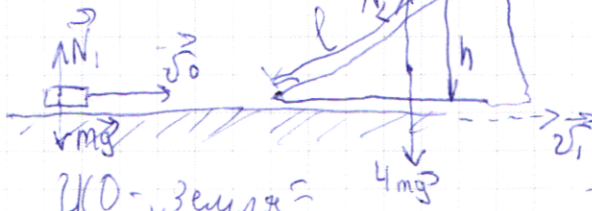
$F_{тр} = 0$

$h = ?$

$v_{02} = ?$

Решение

①



У(0), земля =

$4mg$

$$|\vec{p}_2| - \vec{p}_1 = \vec{R} \Delta t$$

$$\vec{p}_1 = m\vec{v}_0$$

$$\vec{p}_2 = 4m\vec{v}_1$$

$$Ox: \cancel{4m\vec{v}_1} - m\vec{v}_0 = 3(1): m\vec{v}_0 = 4m\vec{v}_1$$

$$Ox: v_0 = 4v_1$$

~~$\vec{v}_1, \vec{v}_2, x = ct$~~  Будем считать, что монета [остановится]

когда её  $\vec{v}$  станет равной  $\vec{v}_1$  горки. Т.к.  $v_1 = \text{const}$  (трения нет) и в какой-то момент скорость монеты поменяла направление на противоположное, она будет ~~разлетаться~~ <sup>соединяться</sup> со скор.  $\vec{v} + \vec{v}_1$ .

$v$  - скорость, приобретаемая в результате дей.  $mg$ , она будет уб-са до  $v_{02}$

относительно горки



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

из ТУУ:  $m \Delta v_2 = mg \Delta t$

$$\Delta v_2 = g \Delta t$$

КУ:  $l = \frac{g \Delta t^2}{2}$

$$l = \frac{\Delta v_2 \Delta t}{2}$$

Дано:

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

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

$$\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$$

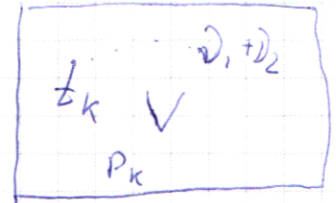
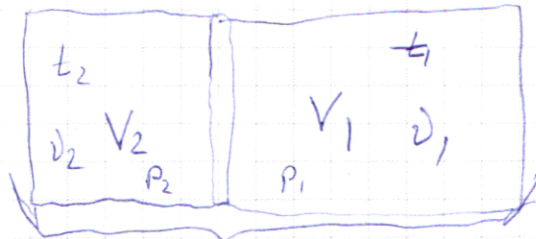
$$t_2 = 7^\circ \text{C}$$

$$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$t_k = ?$$

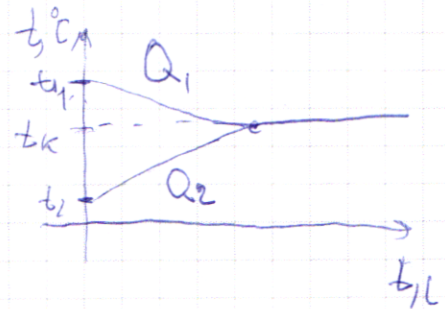
$$P_k = ?$$

№3  
Решение



$$P_k V = \nu R T_k$$

$$P_k \cdot 10^{-3} = (\nu_1 + \nu_2) T_k \dots (1)$$



$$Q_1 = Q_2$$

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 4$$

$$(t_1 - t_k) = 4(t_k - t_2)$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t_1 = 5t_k - t_2$$

$$t_k = \frac{t_1 + t_2}{5} = \frac{134}{5} \approx \cancel{26.8} \approx 27^\circ\text{C}$$

$$T_k = \cancel{26.8} + 273 = 300\text{ K}$$

$$p_k = \frac{300}{10^{-3}}$$

$$p_k = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Ответ:  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $27^\circ\text{C}$

Дано:

$$R_1 = 4R$$

C

E

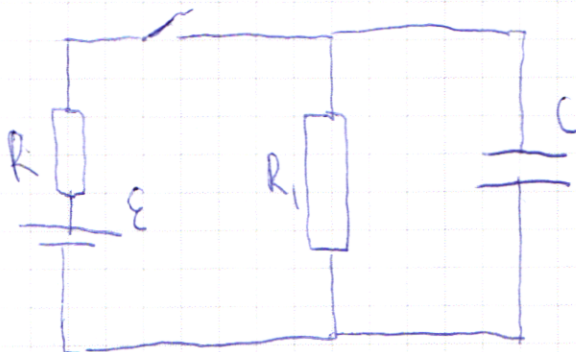
R

I - ?

U<sub>C</sub> - ?

Q - ?

Решение



$$I = \frac{E}{5R} \text{ A}$$

$$U_C = I R_C$$

$$U_C = \frac{E \cdot R}{2.5R} = \frac{E}{2.5} \text{ B}$$

$$Q = \frac{C U^2}{2} = \frac{C E^2}{12.5} \text{ Дж}$$

Ответ:  $\frac{E}{5R} \text{ A}$ ;  $\frac{E}{2.5} \text{ B}$ ;  $\frac{C E^2}{12.5} \text{ Дж}$

104



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

Дано:

$C_0$

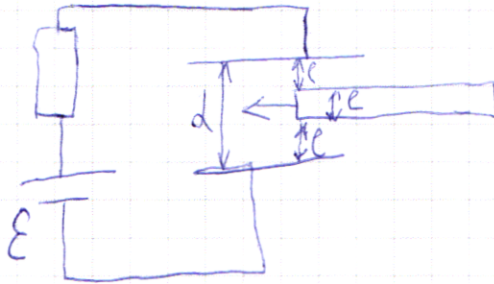
$\epsilon$

$d = 3l$

$C = ?$

$q = ?$

Решение  
 ~~$C_0$~~   $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$



$$I = \frac{E}{R + w_c}$$

$w_c$  - сопротивление конденсатора

$$q = \frac{E}{(R + w_c) S t}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)