

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

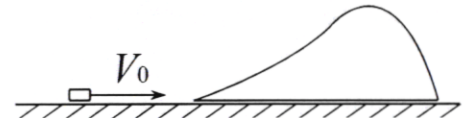
Шифр 15-004

(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?

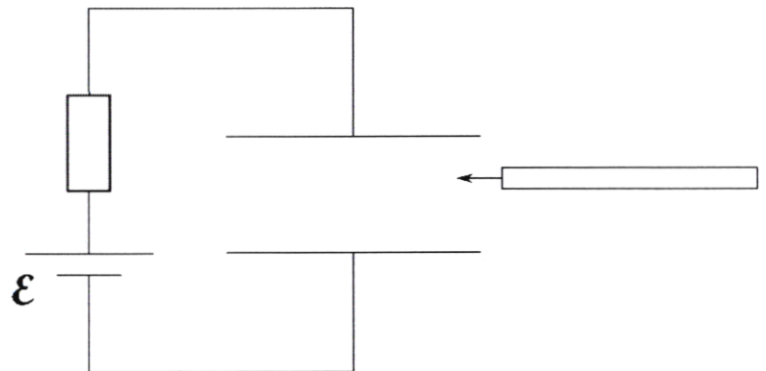
2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

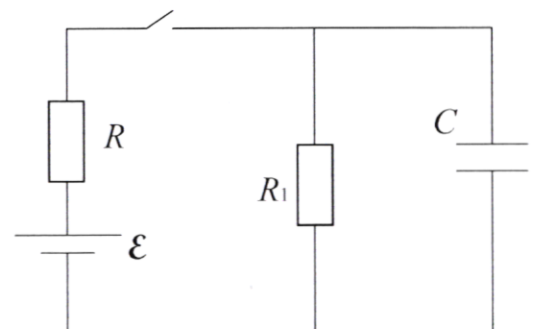
4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС ε (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины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



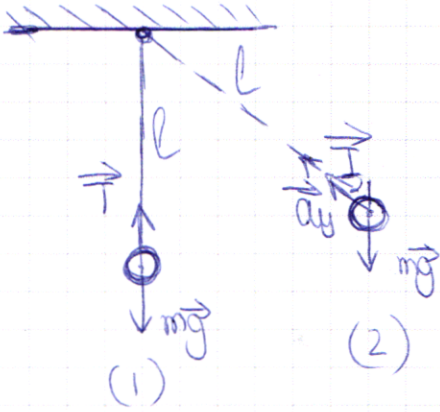
1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.

2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.

3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①



Дано:
 l (длина нити) = 0,18 м
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 n (кол-во об-в) = 1
 v_{\min} - ?

Решение

(1) $T = mg$

(2) $T + mg \uparrow = ma_y$

2) $v_{\min} = m(g + a_y)l \quad | \Rightarrow \quad m(g + a_y)l = ma_y; \quad a_y(g + 1)l = a_y$
 $v_{\min} = ma_y \quad | \Rightarrow \quad (g + a_y)l = a_y; \quad (g + 1)l = 1$

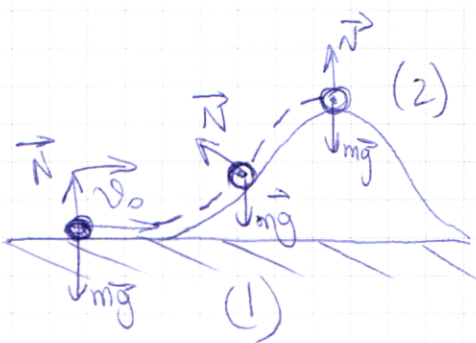
• Т.к. нить невесома и нерастяжима, то ее р-ми можно пренебречь.

~~$(1 = gl + l)$~~ , $a_y = gl$; $a_y = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,18 \text{ м} = 1,8 \text{ м/с}^2$

$v_{\min} = 1,8 \text{ м}$.

Ответ: 1,8 м.

②



Дано: m - масса планеты
 v_0 - нач. ск. планеты, $v_T = 0$
 $4m$ - масса горки, $\mu = 0$
 $F_{\text{тр}} = 0$ (по усл.)

1) H_{max} - ?

2) v_2 - ?

Решение.

1) По 303.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m(v_1 + v_2) \quad E_{n1} + E_{k1} = E_{n2} + E_{k2}$$

$$(1) E_k = mgh_1 \\ E_n = \frac{mv^2}{2}$$

$$(2) E_k = mgh_2 \quad mgh_1 + \frac{mv^2}{2} = mgh_2 \\ E_n = 0$$

$$mv_0 + 0 = 5mv'_0$$

$$h_1 + \frac{v^2}{2} = h_2 \quad (H_{max})$$

$$h_1 = 0 \quad ; \quad 0 + \frac{v^2}{2} = h_2 \quad (H_{max})$$

$$mv_0 = 5mv'_0$$

$$\textcircled{1} H_{max} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2g}}$$

$$H_{max} = \sqrt{\frac{v_0^2}{20}} = \frac{v_0}{\sqrt{20}}$$

$$\textcircled{2} v_2 = ma$$

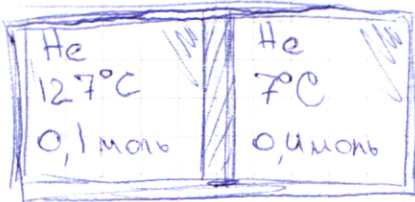
$$a = \frac{v^2 + v_0^2}{2}$$

$$a = \frac{2v_0^2}{2} = v_0^2$$

$$\Rightarrow v_2 = mv_0^2$$

Объемы: 1) $\frac{v_0}{\sqrt{20}}$; 2) mv_0^2

3)



Дано: $V_c = 8,81 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $T_1 = 127^\circ\text{C}$; $\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$
 $T_2 = 7^\circ\text{C}$; $\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$
 1) $T_{\text{иг}} = ?$ | i(He) = ?
 2) $P_c = ?$

Решение
 $PV = \nu RT$ (закон М-К)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T_k = T_c + 172$$

$$DRT_1 = DRT_2 \quad \text{- носиме } \tau, g \text{ p/v.}$$

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

$$T_k = T_1 - T_2, \quad T_k = 127^\circ\text{C} - 7^\circ\text{C} = 120^\circ\text{C}$$

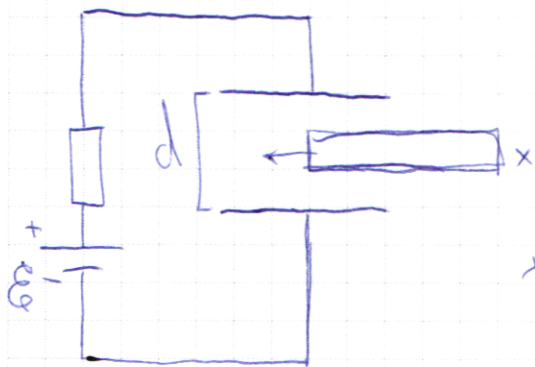
$$Dp_k = \frac{V}{T}$$

$$p_k = \frac{8,31 \cdot 10^3 \text{ М}^3}{120^\circ\text{C}} \approx 0,65 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Ответ: 1) 120°C 2) $0,65 \cdot 10^5 \text{ Па}$

⑤

Дано: C_0, ϵ | 1) C ? 2) q ?



Решение:

$$C = \epsilon \epsilon_0 d$$

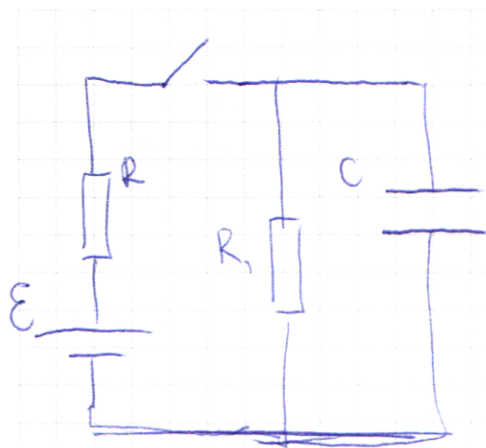
Пусть x - толщина пластины, тогда
 $x = \frac{d}{3}$ (d - расстояние между обкладками).

1) C - емк. коэф. с пласт.

$$C = \epsilon \epsilon_0 \left(d + \frac{d}{3}\right)$$

2) ~~$q = \epsilon \left(d + \frac{d}{3}\right)$~~ ; $q = CR$

Ответ: 1) $\epsilon \epsilon_0 \left(d + \frac{d}{3}\right)$ 2) ~~C~~ CR



$$R_1 = 4R, C, \varepsilon, R.$$

Решение

$$1) I = UR$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{4R}; R_0 = 5R$$

$$I = 5RU$$

$$2) U = \frac{\varepsilon I}{R}$$

$$3) Q = IUt$$

$$Q = \frac{5REI}{R} = 4REI$$

Ответы: 1) $5RU$ 2) $\frac{\varepsilon I}{R}$ 3) $4REI$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$T_1 \cdot 2 T_2$$

$$V_1 T_1 = V_2 T_2$$

$$13 = 0,3$$

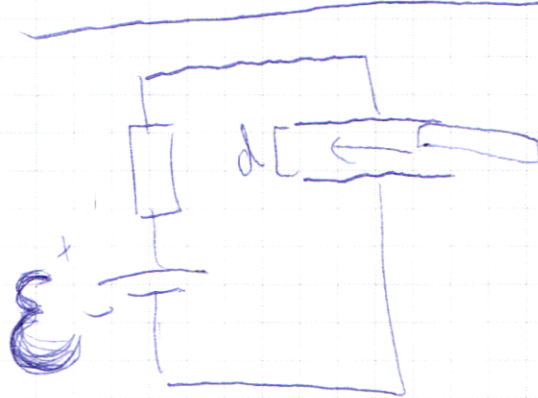
$$-T \cdot g \cdot P/R$$

130°C

$$P \propto \frac{V}{T}$$

$$P \propto \frac{V}{T}$$

~~P₂~~



C₀

$$C = \epsilon \epsilon_0 d$$

$$1) C = \epsilon \epsilon_0 \left(d + \frac{d}{3} \right) \quad x = \frac{d}{3}$$

$$2) q = C \Delta t$$

$$q = \epsilon \epsilon_0 \left(d + \frac{d}{3} \right) \Delta t$$

$$J = UR$$

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

$$\begin{array}{r} \times 124 \\ 3 \\ \hline 381 \end{array} \bigg| \begin{array}{r} 2 \\ 190,5 \end{array}$$

C, ε, R

$$\begin{array}{r} 134 \\ \times 3 \\ \hline 402 \end{array} \bigg| \begin{array}{r} 2 \\ 268 \end{array} \bigg| \begin{array}{r} 3 \\ 29, \\ \hline 28 \\ -27 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 134 \\ 3 \\ \hline 402 \end{array}$$

201°C

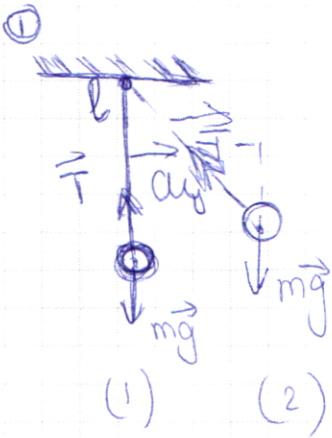
$$\begin{array}{r} 8,31 \bigg| 120 \\ \hline 0 \\ -831 \bigg| 1200 \\ \hline 720 \end{array} \bigg| \begin{array}{r} 0,6 \\ 11006 \end{array}$$

$$q = \sqrt{R}$$

$$q = \dots$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



(1) $T = mg$

(2) $mg + T = ma_y$

$v_{min} = mgl$

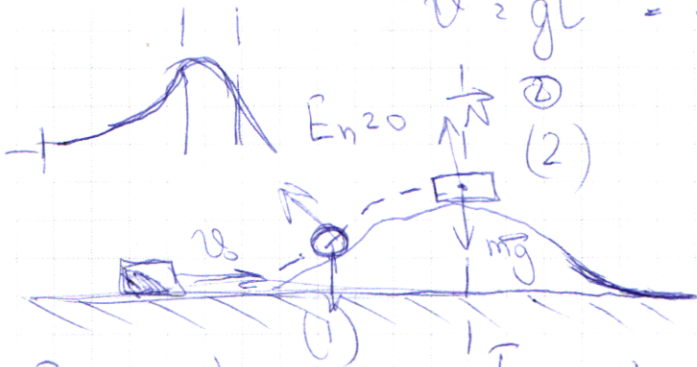
$v_{min} = 1,8 \text{ m}$

$v = ma_y$

$ma_y = mgl$

$v = gl = 0,18 \text{ m} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1,8$

$l = 0,18 \text{ m}$
 $n = 1$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $(a+g)$
 $(a-g)$



(2) $E_k = mgh$
 $E_n = 0$

$mgh = mv^2$
1) $h = \frac{v^2}{g} = \frac{v_0^2}{g}$

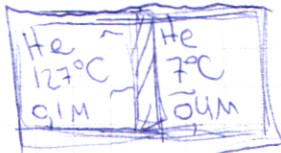
$E_k = 10mh$

(1) $E_k = mgh$
 $E_n = mv^2$

(2) $mv^2 = 0$
2) $v = ma$

m , $4m$
 v_0
 $\mu = 0$
 ma
 $m_1 v_1 = m_2 v_2$
 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$
 $\sqrt{\frac{L}{g}}$

3)



$i(\text{He}) = 3$

$\frac{3}{2} DRT$
 $v_1 RT_1 = v_2 RT_2$
 $v_1 T_1 = v_2 T_2$
 $0,1 T_1 = 0,4 T_2$
 $0,1 \cdot 299$
 $29,9 \cdot 44,75$

$PV = \nu RT$ (3. K-M)

$R = 8,31 \cdot 10^{-6}$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$T_k = T_c + 172$

$179,400$
 $- 16,04475$
 $- 19,7$
 $- 16$
 $- 30$
 $- 2,6$
 $\frac{1}{2}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

15-004

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

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)»

15-004

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)