

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

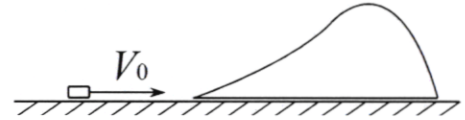
Шифр 15-025

(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.

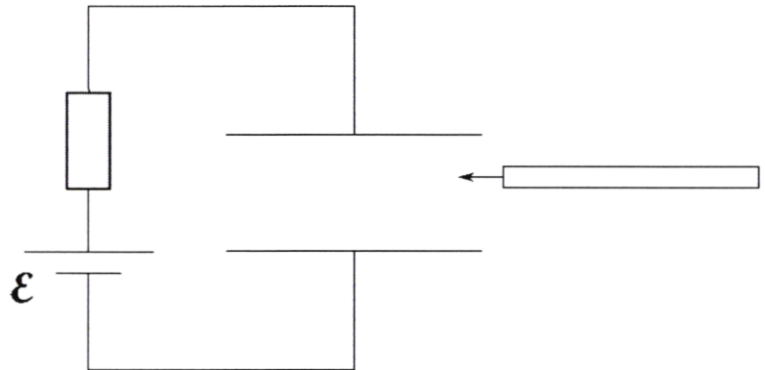


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

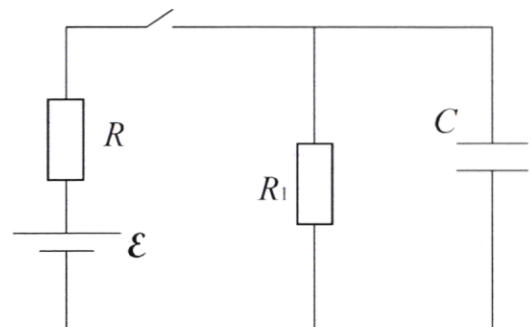
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС \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?

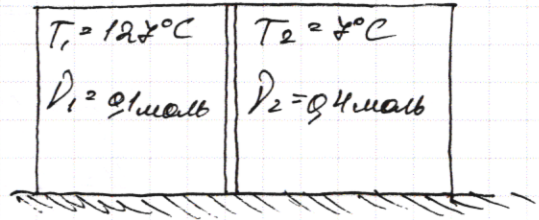
5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в R , $R_1=4R$. Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать C , \mathcal{E} , R .



- 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

③ $V_{\text{возду}} = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ | 1) $Q = \Delta L$.
2) $T_{\text{равн}}$; 2) $p_{\text{рек}}$ - ? | $U_1 + U_2 = U_3$



$$\frac{3}{2} V_1 R T_1 + \frac{3}{2} V_2 R T_2 = \frac{3}{2} (V_1 + V_2) R T_{\text{равн}}$$

$$T_{\text{равн}} = \frac{\frac{3}{2} R (V_1 T_1 + V_2 T_2)}{\frac{3}{2} R (V_1 + V_2)} = \frac{0.1 \text{ моль} \cdot 400 \text{ К} + 0.4 \cdot 300 \text{ К}}{0.5 \text{ моль}} = \frac{160}{0.5} = 320 \text{ К}$$

2) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$p_{\text{рек}} V_{\text{возду}} = (V_1 + V_2) R T_{\text{равн}}$$

$$p_{\text{рек}} = \frac{(V_1 + V_2) R T_{\text{равн}}}{V_{\text{возду}}} = \frac{0.5 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 320 \text{ К}}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 160 \text{ кПа}$$

Ответ: 1) 320 К; 2) 160 кПа

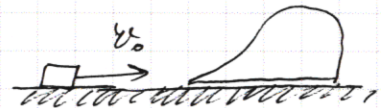
① $ma = mg$
$$W = \frac{4\pi^2 R \nu}{g} = \frac{8\pi^2 R^2}{g} = \frac{8 \cdot 0,8 \cdot 3,14 \cdot 0,324}{9,8} = \frac{16}{9,8}$$

Ответ: $\frac{16}{9,8}$

② $m, M=4m, v_0$ | 1) $mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4mU^2}{2}$

$U = 0$ (скорость zero) | $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$, т.к. $U=0$.

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



1) h_{max} - ?
2) v - ?

2) ~~...~~ $v = v_0 + gt$

$$v = h\sqrt{2ag} + gt$$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{v_0^2}{2g}}$; 2) $h\sqrt{2ag} + gt$

5) $R_1 = 4R$; \mathcal{E} ; R

1) I - ?

2) U конденсатора;

3) Q - ?

1) По закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + R_1} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

3) $Q = I^2 R t$

$$Q = \frac{\mathcal{E}^2 R t}{25 R^2} = \frac{\mathcal{E}^2 t}{25 R}$$

2) $\mathcal{E} = U + I R$

$$U = \mathcal{E} - I R = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E} R}{5R} = \frac{4}{5} \mathcal{E}$$

Ответ: 1) $I = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; ~~_____~~

2) $\frac{4}{5} \mathcal{E}$; 3) $\frac{\mathcal{E}^2 t}{25 R}$

4) C_0 ; \mathcal{E} ; $l = \frac{d}{3}$

1) C_1 - ?

2) W - ?

1) $\frac{C_0 U^2}{2} = \frac{C_1 U^2}{2}$

$$\frac{C_0 U^2}{2} = \frac{C_1 U^2}{2} + \frac{C_2 U^2}{2} =$$

$$= \frac{3C_0 U^2}{2} + \frac{3C_0 U^2}{2} = 3C_0 U^2$$

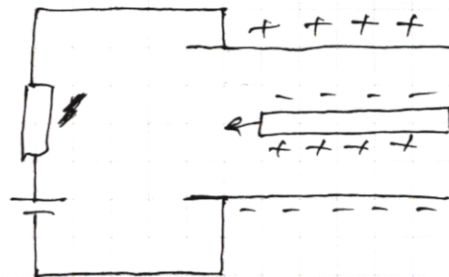
$$\frac{C_1 U^2}{2} = 3C_0 U^2; \quad C_1 = \frac{3C_0 U^2 \cdot 2}{U^2} = 6C_0$$

2) $W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{C U^2}{2}$

$$\frac{Q^2}{2C} = \frac{C U^2}{2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2C^2 U^2}{2}} = C U$$

Ответ: 1) $6C_0$; 2) $C_1 U$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) $R_1 = 4R$
 C, ϵ, μ, R

1) $I = ?$
различия

2) $U_{кон} = ?$
 $\frac{cu^2}{2}$

3) $Q = I^2 R t$
различия

1) $I = \frac{E}{R + R_1} = \frac{E}{5R}$

2) $U_{кон} = \frac{\epsilon \epsilon_0 R}{d} U$ $C = \frac{\mu}{2}$
 $U_{к2} = U_{к1}$

3) $Q = I^2 R t$

$Q = \frac{E^2 R t}{25 R^2} = \frac{E^2 t}{25 R}$

4) $C_0, C_1, t = \frac{d}{3}$

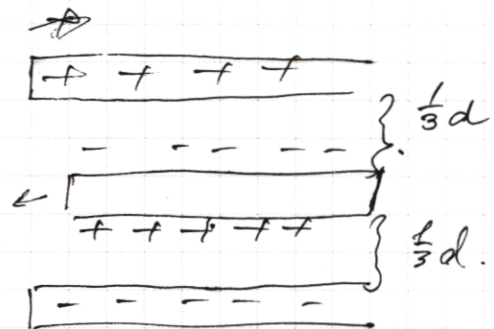
1) $\frac{cu^2}{2} = \frac{cu^2}{2} + \frac{C_1 U^2}{2} = \frac{C U^2}{2}$ $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \epsilon \cdot 3}{d}$
 $\frac{cu^2}{2} = \frac{3cu^2}{2} + \frac{3cu^2}{2} = 3cu^2$

1) C_1

2)

2) $\frac{Q_2}{dC} = \frac{cu^2}{2}$

$d = \frac{d}{3} = \frac{2}{3}d$



$$\frac{v_0^2}{2ag} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v = v_0 + gt$$

$$v = v_0 + gt$$

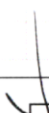
$$v = v_0 + gt$$

$$h = \sqrt{\frac{v_0^2}{2g}}$$

$$h = \frac{v_0}{\sqrt{2g}}$$

$$v_0 = h\sqrt{2g}$$

$$v = h\sqrt{2g} + gt$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $mgh = \frac{mv^2}{2}$

$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

1) $v_{max} = \sqrt{2ag}$

2) $v = \frac{gt}{2}$

$$\begin{array}{r} 9 \\ \times 18 \\ \hline 144 \\ \times 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$18 \cdot 10^{-2} \cdot 18 \cdot 10^{-2}$

$\times 9,8$

$$\begin{array}{r} \times 3,14 \\ \hline 25,12 \\ \times 324 \\ \hline 8324 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,14 \\ \hline 25,12 \\ \times 324 \\ \hline 8324 \end{array}$$

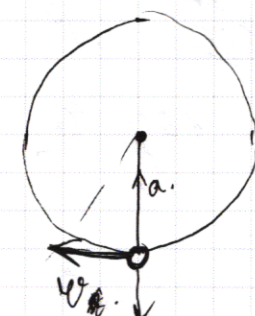
~~3,14~~
~~324~~

1) $R; g; 2\pi$
 $v_{min} = ?$

~~$\omega = 2\pi n$~~
 ~~$v = \omega R$~~

~~$mg = mg$~~
 ~~$m \omega^2 R = mg$~~
 ~~$2\pi R v = 2\pi R v$~~
 ~~$\frac{v - v_0}{t} = \frac{v_0^2}{R}$~~

$$\begin{array}{r} + 100 \\ \times 50 \\ \hline 5000 \\ + 5000 \\ \hline 10000 \end{array}$$



~~$mg = mg$~~
 ~~$\frac{mv}{t} = mg$~~
 ~~$\omega = 2\pi$~~
 ~~$\omega = g t = 2\pi R v = 4\pi^2 R$~~

$$\omega = \frac{4\pi^2 R^2 v}{g} = \frac{8\pi^3 R^2}{g} = \frac{8 \cdot 9,8 \cdot 3,14 \cdot 9324}{98} = 24$$

$$\frac{v^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a}, \quad \frac{v^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}, \quad (v - v_0)^2 = \frac{v_0^2 \cdot 4g^2}{2g} = v_0^2 \cdot 2g$$

~~$v = v_0$~~
$$h = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 \cdot 2g + v_0^2$$

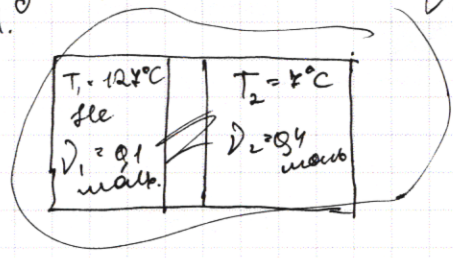
$$v = \sqrt{v_0^2 (2g + 1)}$$

3) $\frac{p}{4}$

1) $T_{\text{равн.}}$ / 2) $p_{\text{равн.}}$

$$\frac{pV}{T} = \frac{pV}{T}$$

$\frac{243 + 128}{4} = 80 \text{ K}$ 300 K



1) $Q_1 = Q_2$

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

8,31

~~$$\frac{3}{2} \nu_1 R T_1 = \frac{3}{2} \nu_2 R T_2$$~~

~~1200~~

~~$$\frac{3}{2} \nu R (T_1 + T_2) = \frac{3}{2} \nu R T_{\text{равн.}}$$~~

~~400~~
1200

$$U_1 + U_2 = U_3$$

$$\frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T_{\text{равн.}}$$

$\frac{1}{2}$

$$T_{\text{равн.}} = \frac{\frac{3}{2} R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)}{\frac{3}{2} R (\nu_1 + \nu_2)} = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 400 \text{ K} + 0,4 \cdot 300 \text{ K}}{0,5}$$

$$= \frac{160 + 120}{0,5} = \frac{280}{0,5} = 560 \text{ K}$$

2) $\frac{p}{4}$

$$pV = \nu R T_{\text{равн.}}$$

$$p = \frac{\nu R T_{\text{равн.}}}{V_{\text{общ}}} = \frac{0,5 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 560}{8,31}$$

$$= 160 \text{ Па}$$

$$\frac{5}{5} = \frac{1}{5}$$

$\frac{dU}{dt}$

$$W = \frac{cu^2}{2}$$

$$u = \sqrt{\frac{2W}{\epsilon}}$$

$$\frac{u^2}{R} t$$

$$\mathcal{E} = U + IR$$

$$\mathcal{E} = U + IR = U + \frac{\mathcal{E} R}{5R}$$

$$U = \frac{4}{5} \mathcal{E}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

15-025

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)»

15-025
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)