

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

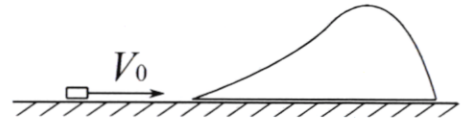
Шифр 06-006

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 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 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.

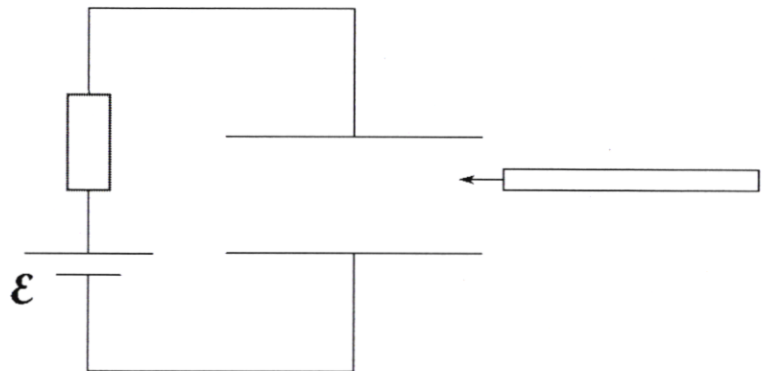


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

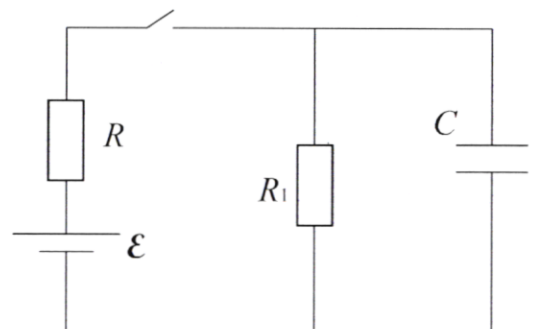
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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

2) Дано

m
 $3m$
 iD_0

$$p = mv$$

$$mgh_{\max} = \frac{p^2}{2m} + \frac{p^2}{2 \cdot 3m}$$

1) h_{\max}

$$mgh_{\max} = \frac{4p^2}{2m \cdot 3}$$

2) v_1

$$h_{\max} = \frac{2 \cdot m^2 v_0^2}{3 \cdot m^2 g} = \frac{2}{3} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

$$2) \quad \frac{p_1^2}{2m} = mgh_{\max} + \frac{p^2}{2 \cdot 3m}$$

$$p_1 = m \cdot v_1$$

$$mgh_{\max} = \frac{4p^2}{6m}$$

$$\frac{p_1^2}{2m} = \frac{4p^2}{6m} + \frac{p^2}{6m}$$

$$\left(\frac{p_1^2}{2m} = \frac{5p^2}{6m} \right) \quad \frac{p_1^2}{2m} = \frac{5p^2}{6m}$$

$$\frac{m^2 v_1^2}{1} = \frac{5}{3} \cdot m^2 v_0^2$$

$$v_1^2 = \frac{5}{3} v_0^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{5}{3}} v_0$$

$$v_1 = v_0 \sqrt{\frac{5}{3}}$$

Ответ: 1) $h_{\max} = \frac{2}{3} \frac{v_0^2}{g}$ 2) $v_1 = v_0 \sqrt{\frac{5}{3}}$

3) Дано

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

$$T_1 = 27^\circ \text{C} = t_1$$

$$v_1 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$T_2 = 20^\circ \text{C} = t_2$$

$$v_2 = 0,3 \text{ м/с}$$

1) θ - ?

2) p - ?

$$1) Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_1 = -Q_2 \quad Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = \bar{v}_1(t_1 - \theta) \quad Q_2 = \bar{v}_2(\theta + t_2)$$

$$\bar{v}_1(t_1 - \theta) = \bar{v}_2(\theta + t_2)$$

$$\bar{v}_1 t_1 - \bar{v}_1 \theta = \bar{v}_2 \theta + \bar{v}_2 t_2$$

$$\bar{v}_2 \theta + \bar{v}_1 \theta = \bar{v}_1 t_1 - \bar{v}_2 t_2$$

$$\Theta = \frac{V_1 t_1 - t_2 V_2}{V_2 + V_1}$$

$$\Theta = \frac{2 \cdot 10^{-1} \cdot 27 - 4 \cdot 3 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-1} + 3 \cdot 10^{-1}} = \frac{54 - 12}{5} = \frac{42}{5} = 8,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2) PV = \nu R \Theta$$

$$P = \frac{\nu R \Theta}{V}$$

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 = 0,2 + 0,3 = 0,5 = 5 \cdot 10^{-1}$$

$$P = \frac{5 \cdot 10^{-1} \cdot 8,31 \cdot 8,4}{5 \cdot 10^{-3}} = 3,3 \cdot 10^{-3}$$

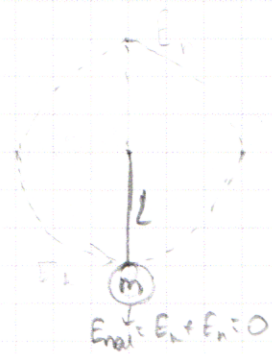
Ответ. 1) $\Theta = 8,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ 2) $P = 3,3 \cdot 10^{-3}$

1. Дано

$$L = 50 \text{ см}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$v = ?$



$$E_{\text{мех}} = E_k + E_p$$

$$E_k = -E_p \quad h = 2R = 2L$$

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

$$v^2 = 2gh = 2 \cdot 2 \cdot L \cdot g$$

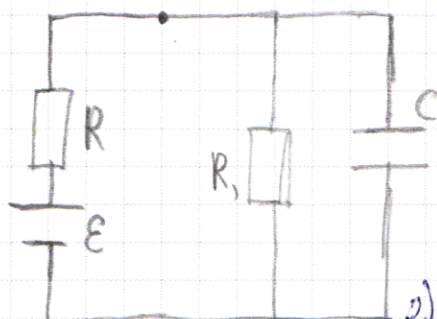
$$v = \sqrt{4 \cdot g \cdot L} = 2\sqrt{10 \cdot 50 \cdot 10^{-2}} = 2\sqrt{50}$$

Ответ: $v = 2\sqrt{50} \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Дано

R
 $R_1 = 3R$
 C
 \mathcal{E}
 R



1) $\mathcal{E} = I(R+r)$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R+3R} = \frac{\mathcal{E}}{4R}$

1) I
2) U
3) Q

2) $U = IR = \frac{\mathcal{E}}{4R} \cdot R = \frac{\mathcal{E}}{4}$

3) $Q = \frac{CU^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}_0^2}{2} = \frac{C}{2} \cdot \left(\frac{\mathcal{E}}{4}\right)^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{17}{32} \cdot C\mathcal{E}^2$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) \quad mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{3mv^2}{2}$$

$$p = mv \quad v = \frac{p}{m}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \frac{p^2}{m^2} = \frac{p^2}{2m}$$

$$mgh = \frac{p^2}{2m} + \frac{p^2}{2 \cdot 3m} = \frac{4p^2}{2 \cdot 3m} = \frac{2p^2}{3m}$$

$$1) \quad h_{\max} = \frac{4p^2}{3m^2g} = \frac{2m^2v_0^2}{3m^2g} = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{v_0^2}{g}}$$

$$2) \quad \frac{p^2}{2m} = mgh + \frac{p^2}{2 \cdot 3m} \quad ?$$

$p = mv$



$$\frac{mv_1^2}{2} = mgh + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{p_1^2}{2m} = \frac{2p^2}{3m} + \frac{p^2}{2 \cdot 3m} = \frac{5p^2}{6m}$$

$$\frac{p_1^2}{2m} = \frac{5p^2}{6m} \Rightarrow v_1^2 = \sqrt{\frac{5}{3} v_0^2}$$



$$\frac{p^2}{2m} = mgh + \frac{p^2}{2 \cdot 3m}$$

$$\frac{2}{2} \frac{p^2}{2m} = mgh$$

$$h = \frac{p^2}{m^2g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$mgh = \frac{p^2}{2m} + \frac{p^2}{2 \cdot 3m}$$

$$\frac{p^2}{2m} = \frac{p^2}{m} - \frac{p^2}{2 \cdot 3m} = \frac{1}{3} \frac{p^2}{m}$$

$$v_1 = \frac{5m^2v_0^2}{3m^2} = \sqrt{\frac{5}{3} v_0^2}$$

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

$T = 27^\circ \text{C}$

$V = 0,2 \text{ моль}$

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

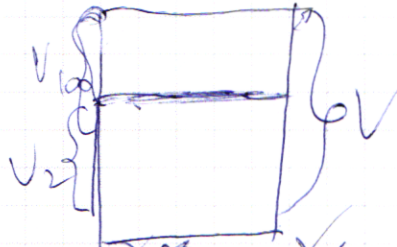
$V_2 = 0,3 \text{ моль}$

1) t

2) P - ?

$PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow PV = \nu_0 RT$

$A = (\nu_1 + \nu_2)(T_1 + T_2) R$?



$P_1 V_1 = \nu_1 RT_1 \Rightarrow \nu_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1}$
 $P_2 V_2 = \nu_2 RT_2 \Rightarrow \nu_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2}$

$V = \frac{\nu_1 RT_1}{P_1} + \frac{\nu_2 RT_2}{P_2}$

$P_1 P_2 V = \nu_1 P_2 RT_1 + P_1 \nu_2 RT_2$

$Q_1 - Q_2 \Rightarrow \nu_1 RT_1 = \nu_2 RT_2 \Rightarrow P_2 = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$

$\nu = \frac{m}{M}$

$M = \frac{m_1}{\nu_1} = \frac{m_2}{\nu_2}$

~~$\nu_1 (T_1 - T_2) = \nu_2 (T_2 - T_1)$~~
 ~~$\nu_1 T_1 = \nu_2 T_2$~~
 ~~$\nu_1 = \frac{\nu_2 T_2}{T_1}$~~

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

~~$m_1 = \nu_1 M$~~
 ~~$m_2 = \nu_2 M$~~
 ~~$\nu_2 = \frac{m_2}{M} = \frac{240}{1440} = \frac{1}{6}$~~

$\nu_1 (t_1 - 0) = \nu_2 (0 + t_2)$
 $\nu_1 t_1 = \nu_2 t_2$

$\nu_1 (273 + 27) = \nu_2 (273 + 7)$
 $300 \cdot 300 = 280 \cdot 3$

$\frac{\nu_1 RT_1}{P_1} + \frac{\nu_2 RT_2}{P_2} = \frac{\nu_2 RT_1}{P_2} + \frac{\nu_1 RT_2}{P_1}$

$\nu_1 t_1 + t_2 \nu_2 = \frac{0,2 \cdot 27 + 7 \cdot 0,3}{0,2 + 0,3}$

$= \frac{(27 \cdot 2 + 7 \cdot 3) \cdot 10^{-2}}{10^{-1} \cdot 5} = \frac{33}{5} = 6,6$

$P(V_1 + V_2) = \nu R \Theta$
 $P = \frac{\nu \cdot 8,31 \cdot 11^\circ \text{C}}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 0,9 \cdot 11 \cdot 10^3 = 9,9 \cdot 10^3$

33/5
6,6

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5)

$$E = I(R+r)$$

$$r = R$$

$$I = \frac{2E}{R+r}$$

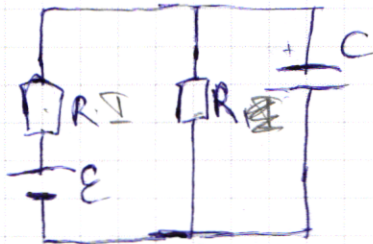
$$R_1 = 3R$$

$$C \cdot E \cdot R$$

1) I

2) U

3) Q



$$\frac{CU^2}{2}$$

$$I = I = I$$

$$U + U + U = U_n$$

$$R + R + R = 3R$$

~~Handwritten scribbles~~

~~Handwritten scribbles~~

~~Handwritten scribbles~~

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

$$\frac{1}{3R} + \frac{1}{R} = \frac{4}{3R}$$

$$Q = \frac{CU^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{CE}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{C(E^2 + U^2)}{2}$$

$$I = \frac{E}{4R}$$

$$U = \frac{E}{4R} \cdot R = \frac{E}{4}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$Q = \frac{CU^2}{2} + \frac{E^2 C}{2} = \frac{CE^2}{2 \cdot 16} + \frac{CE^2}{2} = \frac{17}{2 \cdot 16} CE^2$$

$$I = \frac{E}{AR + r} \rightarrow 4R?$$

$$I = \frac{U}{3R} + \frac{U}{R}$$

$$Q = \frac{CU^2}{2} +$$

C

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4U}{3R}$$

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

$$U = \frac{3IR}{4}$$

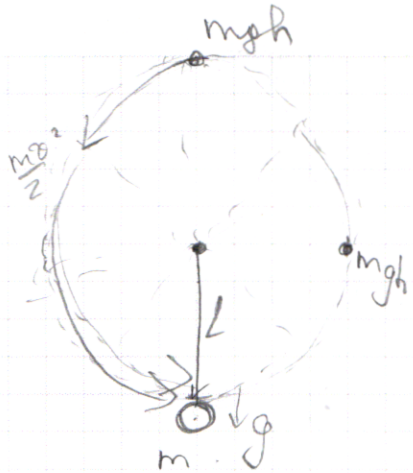
$$U = E$$

$$3R I$$

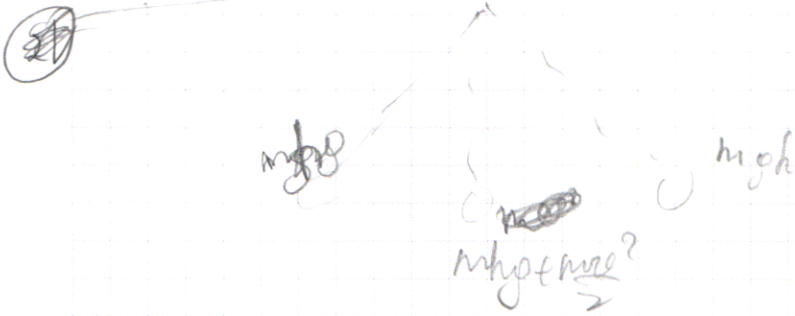
$$4R$$

$$r = \frac{E}{I}$$

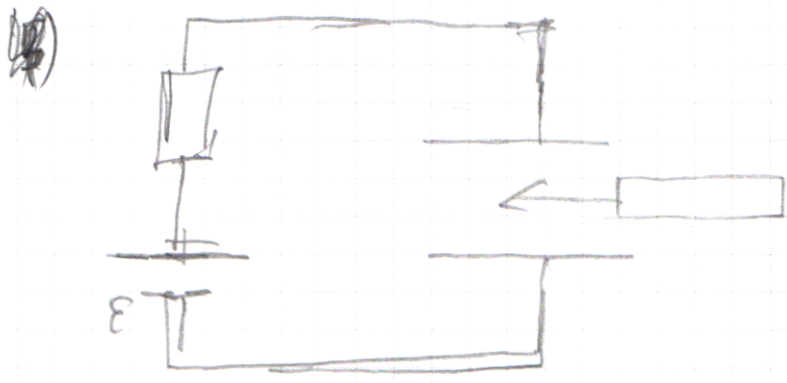
1)



~~$\frac{mv^2}{2} = F \cdot S$~~
 $R = L$
 $S = 2\pi R = 2\pi L$
 $\frac{mv^2}{2} = ?$
 $\frac{mv^2}{2} = ?$
 $v = 2\sqrt{g} = 4\sqrt{g}$
 ~~$v = 2\sqrt{g}$~~



~~$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$~~
 $F_n = E_n + F_n$
 $\frac{mv^2}{2} = mgh$
 $v^2 = gh \cdot 2 = 4gh$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-006
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)