

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

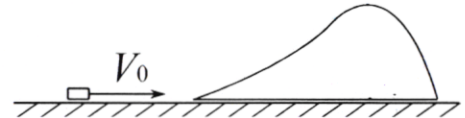
Шифр 16-005

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарик, 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.

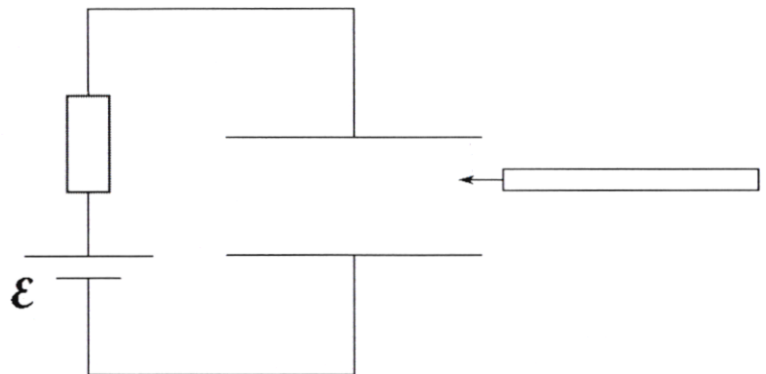


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

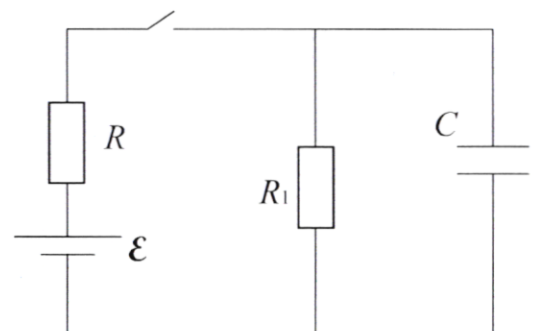
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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.



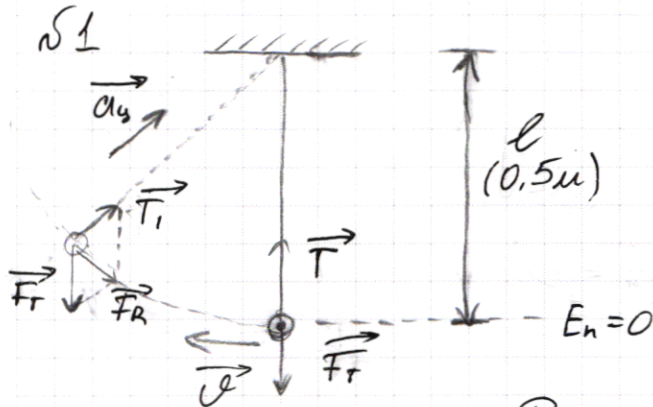
- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

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



Дано:

$$l = 5 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

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

$$v = ?$$

Решение

По закону сохран. энергии

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

$$h = 2l$$

$$v = \sqrt{4gl} ; v = \sqrt{4 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-1} \text{ м}}$$

$$v = \sqrt{20}$$

$$v \approx 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

З2 Дано:

$$\begin{array}{l} m \\ v_0 \\ 3m \\ v_1 = v_2 = 0 \\ g \end{array}$$

$$h = ? \quad v_k = ?$$

По закону сохр. энергии; По зак. сохр. имп.

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{4mv^2}{2}$$

$$mv_0 = 4mv$$

$$v = \frac{v_0}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{4m \cdot \frac{v_0^2}{16}}{2}$$

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{8}$$

$$mgh = \frac{3mv_0^2}{8}$$

$$h = \frac{3v_0^2}{8g}$$

$$mgh + \frac{4m v^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2}$$

$$2gh + 4v^2 = v_k^2$$

$$v_k^2 = 2g \cdot \frac{3v_0^2}{8g} + \frac{4 \cdot v_0^2}{164}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{3}{4} v_0^2 + \frac{1}{4} v_0^2}$$

$$v_k = v_0$$

Order: 1) $h = \frac{3v_0^2}{8g}$; 2) $v_k = v_0$

№3

$t_k - ?$ $P_k - ?$

$$V = 8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

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

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$\nu_1 = 2 \cdot 10^{-1} \text{ моль}$$

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

$$T_2 = 280 \text{ K}$$

$$\nu_2 = 3 \cdot 10^{-1} \text{ моль}$$

$$R = 8.31$$

$$T = \frac{(P_1 + P_2) V}{(\nu_1 + \nu_2) R}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \nu_1 R \quad \frac{P_2 V_2}{T_2} = \nu_2 R$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$\nu = \nu_1 + \nu_2$$

$$P_k = P = P_1 + P_2 \text{ по закону Дальтона}$$

Получим после прорыва перегородки:

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

$$P_1 = \frac{T_1 \nu_1 R}{V_1}$$

$$V_2 = V - V_1$$

$$P_2 = \frac{T_2 \nu_2 R}{V_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 Дано:

C_0

E

$$h = \frac{h}{4}$$

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

$C_2 - ?$

$q_0 - ?$

№5 Дано:

R

$$R_1 = 3R$$

C

E

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

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

$U - ?$ $U_c - ?$

$Q - ?$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № __ ,
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$$v = ?$$
$$l = 5 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

$$v^2 = \sqrt{4gl + 2}$$

$$v = \sqrt{4 \cdot 10 \cdot 0.5 + 2}$$

$$v = \sqrt{22}$$

$$v \approx 5$$

№2

$$mgh = \frac{4mU_0^2 - mU_0^2}{2}$$

$$h = \frac{3mU_0^2}{8mg} = \frac{3U_0^2}{8g}$$

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

$$U_k = \sqrt{2gh}$$

$$U_k = \sqrt{\frac{3}{4}U_0^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}U_0$$

$$U_k = \sqrt{\frac{2gh + U_0^2}{4}} = \sqrt{\frac{2gh + U_0^2}{4}}$$

$$mgh + \frac{4mU^2}{2} = \frac{mU_k^2}{2}$$

$$2gh + 4U^2 = U_k^2$$

$$U_k^2 = 2gh + \frac{4U_0^2}{16g}$$

$$U_k = \sqrt{2gh + \frac{U_0^2}{4}}$$

$$\frac{2gh + \frac{4U_0^2}{16g}}{\frac{8g}{8g} + \frac{1U_0^2}{4g}}$$

№3 $\frac{PV}{T} = \nu R$

$$T = \frac{(P_1 + P_2)V}{(\nu_1 + \nu_2)R}$$

$$T = \frac{PV}{\nu R}$$

$$V_2 = V - V_1$$

$$P_1 = \frac{T_1 \nu_1 R}{V_1}$$

$$P = \frac{T_1 \nu_1 R}{V_1} + \frac{T_2 \nu_2 R}{V - V_1} =$$

$$P_2 = \frac{T_2 \nu_2 R}{V_2}$$

$$= \frac{(V - V_1)(T_1 \nu_1 R) + (T_2 \nu_2 R)V_1}{V_1(V - V_1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\tau = \frac{\left(\frac{V_2 \tau_1 V_1 + \tau_2 V_2 V_1}{V_1 V_2} \right) R V}{(D_1 + D_2) R} = \frac{V_2 V \tau_1 V_1 + \tau_2 D_2 V_1 V}{V_1 V_2 (D_1 + D_2)}$$

N4

$$C_2 = \frac{q}{U_2}, \quad q_0 = ?$$

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

$$E$$

$$H = \frac{H}{4}$$

$$S = \frac{U_k^2 - U_1^2}{2g}$$

$$S = \pi e$$

$$S = \frac{U_k^2}{2g} - \frac{U_1^2}{2g}$$

$$\frac{U_k^2}{2g} = S + \frac{1}{2g}$$

$$\frac{U_1^2}{2g} = \frac{U_k^2}{2g} - S$$

$$U_k^2 = 2g\pi e + 1$$

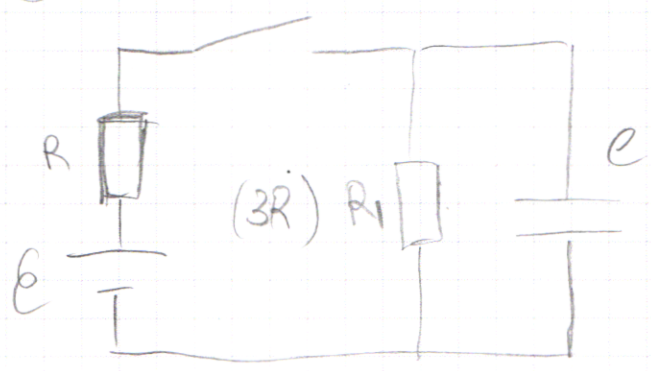
$$U_k^2 = 2 \cdot 10 \cdot 3.14 \cdot 0.5 + 1$$

$$U_1^2 = U_k^2 - 2g\pi e$$

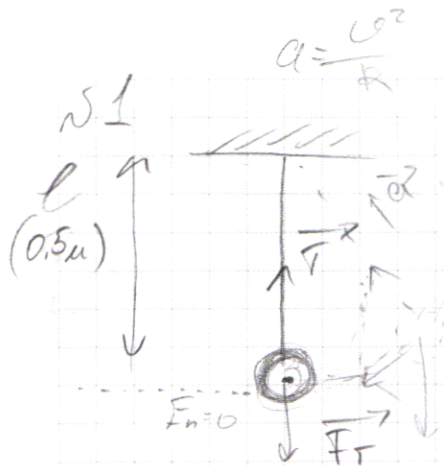
$$2 \cdot 10 \cdot 3.14 \cdot 0.5$$

$$1 \cdot 31.4$$

N5



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$l = 0.5 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$S = 2\pi r l$

$v_k = 0.17$

$v = \omega l$

$S_1 = \frac{v_{01} - v_{k1}}{2g}$

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

$S_2 = \frac{v_{k2} - v_{02}}{2g}$

$h = 2l$

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

$\frac{mv^2}{2} = \frac{m(2gh + 1)}{2}$

$v^2 = \sqrt{2g2l + 1} = \sqrt{21}$

$v = \sqrt{4gl}$

$v = \sqrt{4 \cdot 10 \cdot 0.5} = \sqrt{20} \text{ с}^{-1}$

$\frac{v_{01} - v_{k1}}{2g} = \frac{v_{k2} - v_{k1}}{2g}$

$\frac{v_{01}}{2g} = \frac{v_{k2} - v_{k1} + v_{k1}}{2g}$

$v_{01} = 2g v_{k2}$

$\frac{mv^2}{2} = 2mgl + \frac{mv_1^2}{2}$

$v_1^2 = al$

$\frac{mv^2}{2} = 2mgl + \frac{m}{2}$

$v = \sqrt{4gl + 1}$

$S = \pi r l$

$S = \frac{v_k^2 - v_1^2}{2g}$

$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_k^2}{2g} - S$

$v_1^2 = (v_k^2 - 2\pi r l) \times 0$

$2\pi r l = 3.14$
 $2 \cdot 3.14 \cdot 0.5$
 $4 \cdot 3.14 \cdot 0.5 \cdot 10 = 20 \cdot 3.14$
 $v_k^2 > 4\pi r l$
 $v_k^2 > 3.14$
 61.4

$v_1^2 \hat{=} \frac{1}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{4mgl}{2} + \frac{m}{2} = \frac{4mgl + m}{2}$

$v = \sqrt{\frac{8mgl + 2m}{2m}}$
 $v = \sqrt{\frac{2m(4gl + 1)}{2m}}$

√2
 $h-?, v_k-?$
 m
 v_0
 $3m$
 $\mu=0$
 $g=10 \frac{m}{c^2}$

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

$$h = \frac{mv_0^2}{2mg}$$

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

$$v_k = v_0 - g \cdot t$$

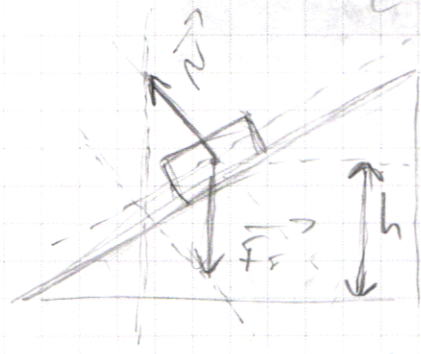
$$s = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2g}$$

$$s = \frac{v_k^2}{2g}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{3m}{2} v^2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{4m}{32} v_0^2$$

$$E = \frac{q^2}{2\epsilon} = \frac{qv^2}{2} \quad \epsilon = \frac{q}{\mu \cdot v}$$



mgh $mv_0 = 4mv$
 $v = \frac{v_0}{4}$ - скор. горки

$$v_k = \sqrt{2sg}$$

$$s = \frac{v_k^2}{2g}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_0^2}{8}$$

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{8}$$

√3

$t_k-?, P_k-?$

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

$$t_1 = 28^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$v_1 = 2 \cdot 10^{-1} \text{ моль}$$

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

$$T_2 = 280 \text{ K}$$

$$v_2 = 3 \cdot 10^{-1} \text{ моль}$$

$$R = 8,31$$

$$\frac{P_1 v_1}{T_1} = \nu_1 R$$

$$\frac{P_2 v_2}{T_2} = \nu_2 R$$

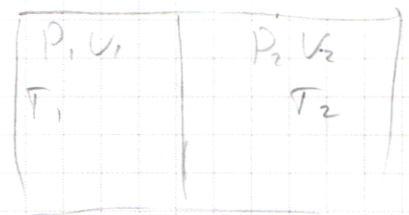
$$V = v_1 + v_2$$

$$P = P_1 + P_2$$

$$\nu = \nu_1 + \nu_2$$

$$\frac{PV}{T} = \nu R$$

$$T = \frac{PV}{\nu R}$$



$$T = \frac{(P_1 + P_2) V}{(\nu_1 + \nu_2) R}$$

$$P_1 = \frac{T_1 \nu_1 R}{v_1}$$

$$P_2 = \frac{T_2 \nu_2 R}{v_2}$$

$$\frac{\frac{T_2 \nu_2 R}{v_2} \nu_1}{v_1} + \frac{\frac{T_1 \nu_1 R}{v_1} \nu_2}{v_2}$$

$$\frac{T_2 \nu_2 \nu_1 R + T_1 \nu_1 \nu_2 R}{v_1 v_2}$$