

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

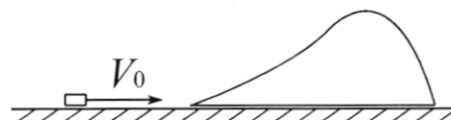
Шифр 9-29

(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.

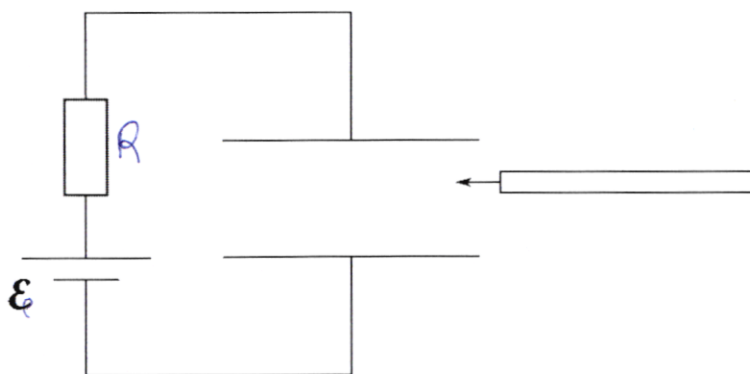


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

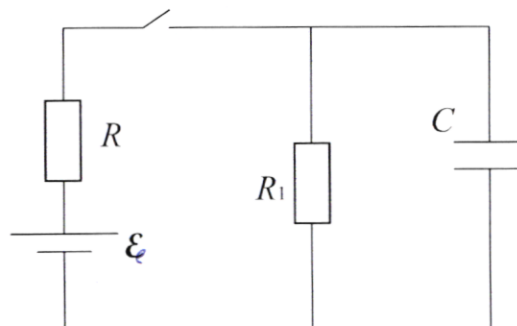
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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

№3

Дано:

$$V = 8,31 \times 10^{-3}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ моль}$$

$$t_1 = 24^\circ\text{C}$$

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

$T = ?$

$p_{\text{полн}} = ?$

$$\nu = \frac{m}{M(\text{кг})}; \quad m_1 = \nu_1 M(\text{кг}) \quad \text{Возьмем за } 0 \text{ температура}$$

$$m_2 = \nu_2 M(\text{кг}) \quad \text{туру } 7^\circ\text{C} \Rightarrow \text{что } Q_1 = Q_2 \quad \text{где } Q = (m_1 + m_2) \cdot c \cdot \Delta t,$$

$$\text{а } Q_2 = c m_1 \Delta t_2, \quad \text{где } \Delta t_2 = 20^\circ\text{C} \Rightarrow \text{что}$$

$$(m_1 + m_2) (t_1 - t_0) = c m_1 \Delta t_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M(\text{кг}) (\nu_1 + \nu_2) (\Delta t_1 - t_0) = \nu_1 M(\text{кг}) \Delta t_2 \Rightarrow t_0 = \frac{\nu_2 \Delta t_2}{\nu_1 + \nu_2}$$

$$[t_0] = \left[\frac{\text{моль} \times ^\circ\text{C}}{\text{моль}} \right] = ^\circ\text{C} \Rightarrow t_0 = \frac{0,3 \times 20}{0,5} = 12^\circ\text{C} \Rightarrow$$

что в градусах Цельсия $12 + 7 = 19^\circ\text{C}$

$$T = 19 \text{ K} + 273,15 \text{ K} = 292,15 \text{ K}$$

Или из закона Гей-Люссака и Менделеева-Клапейрона

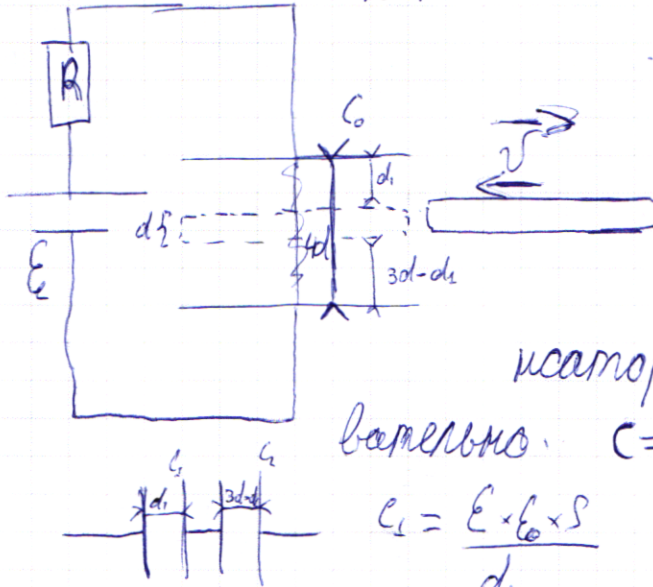
$$pV = \frac{m}{M} R T \Rightarrow p_{\text{полн}} = \frac{(m_1 + m_2) \times R \times T}{M(\text{кг}) \times V} =$$

$$= \frac{\nu_1 + \nu_2}{V} \times R \times T \Rightarrow [p] = \left[\frac{\text{моль} \times \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \times \text{К}}{\text{м}^3 \times \text{моль} \cdot \text{К}} \right] = \text{Па} \Rightarrow$$

$$p_{\text{полн}} = \frac{0,5}{8,31 \times 10^{-3}} \times 8,31 \times 292,15 = 146075 \text{ Па}$$

№4

Дано:
 $D = 4d$
 C_0
 ϵ
 r
 $C = ?$
 $q = ?$



Конденсаторы будут
 когда полностью
 войдет пластинка
 то появится два конденса-
 тора соединенных последо-
 вательно.

Важельно. $C = \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times S}{d} \Rightarrow \epsilon \epsilon_0 S = C \cdot d$

$$C_1 = \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times S}{d_1}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times S}{3d - d_1} = \text{const } \epsilon \epsilon_0 S = C \cdot d$$

$$C_{1,2} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{C \times d}{d_1} \times \frac{C \times d}{3d - d_1}}{\frac{C \times d}{d_1} + \frac{C \times d}{3d - d_1}} = \frac{C \times d \times (3d - d_1)}{d_1 \times (3d - d_1) + d_1 \times d_1}$$

$$\frac{C_0}{C_{1,2}} = \frac{4d}{\frac{d_1(3d - d_1)}{3d - d_1 + d_1}} = \frac{1}{\frac{1}{4d} \cdot \frac{d_1(3d - d_1)}{3d}} = \frac{4d}{d_1(3d - d_1)}$$

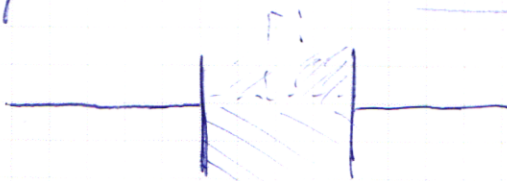
$$= \frac{3d}{4d} = \frac{3}{4} \Rightarrow C_{1,2} = \frac{4}{3} C_0 \text{ емкость конденсатора}$$

ϵ пластиной

Когда мы начинаем вставлять пластинку, то
 увеличивается емкость конденсатора по сколько
 увеличивается емкость ϵ увеличивается и заряд

$$q = C U$$

$$C(t) = \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times S_1}{d_1} = \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times U \times t}{d_1}$$



$$C(t) = \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times (S_0 - \sqrt{4} \times vt \times b)}{4d} + \dots$$

$$+ \frac{\epsilon \times \epsilon_0 \times U \times t \times b}{3d} \} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{d} \left(\frac{S_0 - \sqrt{4} \times vt \times b}{4d} + \frac{\sqrt{4} \times vt \times b}{3} \right) \text{ (E)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\textcircled{=} \frac{\epsilon \epsilon_0}{d} \left(\frac{3S_0 + v \cdot t \cdot b}{\sqrt{2}} \right) = \frac{\epsilon \epsilon_0}{2cd} (3S_0 + v \cdot t \cdot b), \text{ где } b - \text{ это ширина}$$

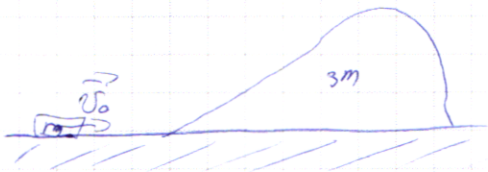
пластинки, q v - скорость с которой мы засовываем
пластинку $\Rightarrow q(t) = U \cdot C(t)$

~~$\epsilon = I \cdot R + I r \Rightarrow U = I \cdot R + I r \Rightarrow I = \frac{U}{R+r} \Rightarrow q = I \cdot t$~~

~~$U_{\text{нагрузки}} = \frac{I \cdot t}{C(t)} \Rightarrow U = I \cdot R + I r \Rightarrow I = \frac{U}{R+r}$~~

$$q(t) = \frac{U \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{2d} (3S_0 + v \cdot t \cdot b) \sqrt{2}$$

Дано:
m
3m
 v_0
M_{max} - ?
 v_{max} - ?



то если считать что шайба гладко засовывает

на поверхность горки, то после того как шайба зайдет на горку они будут двигаться как одно целое

$$E_k = \frac{4m v^2}{2} \text{ но } v \text{ по сколько скорость}$$

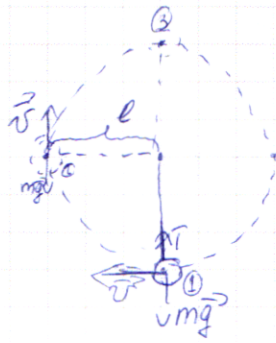
изначально была только у шайбы
потому $mgh = E_k \Rightarrow \frac{4m v^2}{2} = mgh \Rightarrow$

$$M = \frac{v_0^2}{g}; \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} = mgh \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2gh v_0^2}{g}} = v_0 \sqrt{2}$$

по скорости в обратную сторону не нажимает
двигается горка

Дано:
 $l = 0,5 \text{ M}$
 $g = 10 \text{ M/c}^2$

$v_{\text{min}} - ?$



№1

по стальной шарик висит на нитке
 то он движется с ускорением

$a = \frac{v^2}{R}$, где R - длина нитки

в точке отки шарикую дають $E_k = \frac{mv^2}{2}$

в верхней точке у шарика должна еще сохранится

~~какая-то~~ какая-то скорость $E = mgl + \frac{mv_0^2}{2}$, где $v_0 \rightarrow 0 \Rightarrow$

можно сказать что это бесконечно малая ~~тем~~ скорость (величина)

$2mgl = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 4gl = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{4gl}$ $[v] = \left[\sqrt{\frac{\text{M}}{\text{c}^2} \times \text{M}} \right] = \frac{\text{M}}{\text{c}}$

$v_{\text{min}} > 2\sqrt{gl} \text{ M/c}$

№5

Дано:

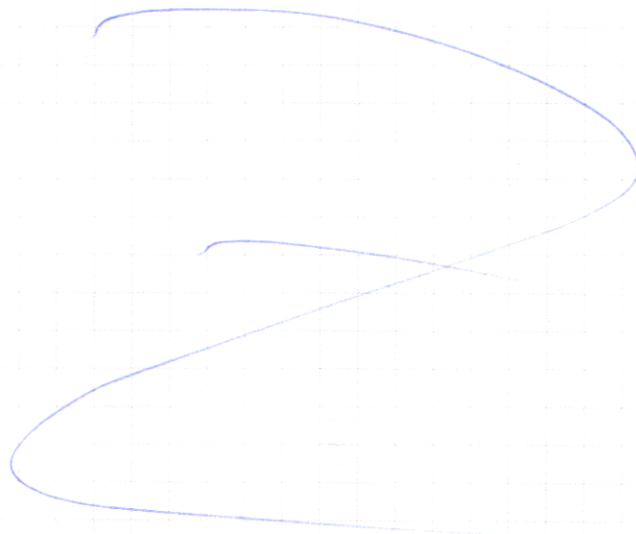
E
 C
 R

$Q = I \cdot U \cdot t$

$U_{\text{ном}} = U_{R_1}$

$U_{R_2} = E - I r - I R = U_{\text{ном}}$

$I - ?$
 $U_{\text{ном}} - ?$
 $Q - ?$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten physics work on grid paper. Includes diagrams of a pendulum, a block on an inclined plane, and a circuit diagram. The work contains various equations and calculations.

Diagram 1 (Pendulum): A mass m is suspended by a string of length R from a pivot. The mass is at an angle α from the vertical. Equations: $E = mgl = q$, $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{R}$, $ma = \frac{v^2}{R}$, $E_{\text{пол}} = 2mgl + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{\text{пол}}}{m}} = 2\sqrt{3}M$.

Diagram 2 (Block on Incline): A block of mass m moves up an inclined plane of height h and length l . Forces shown: N (normal), mg (gravity), $mg \sin \alpha$ (down the incline), $mg \cos \alpha$ (perpendicular to incline). Equations: $mgh = \frac{mv^2}{2}$, $2gh \Rightarrow v$, $q(t) = q_{\text{max}} \sin \omega t$, $v_1 = \frac{m_1}{M_{\text{клет}}}$, $v_2 = \frac{m_2}{M_{\text{клет}}}$.

Diagram 3 (Circuit): A circuit with a battery \mathcal{E} , a resistor R , and a capacitor C . Equations: $P_1 = \mathcal{E} I$, $P_2 = \mathcal{E} I$, $P_{\text{сум}} = P_1 + P_2$, $Q = C \Delta U$, $(m_1 + m_2) c \Delta T = Q$.

Diagram 4 (Capacitors): Two capacitors C_1 and C_2 are connected in parallel. $C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 U d}{d}$, $C_2 = C_1 + C_2 = 20 \text{ нФ} + 1.5 \text{ нФ} = 21.5 \text{ нФ}$.

Diagram 5 (Circuit with Resistor and Capacitor): A circuit with a battery \mathcal{E} , a resistor R , and a capacitor C in parallel. Equations: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U = \mathcal{E}$, $q = C U$.

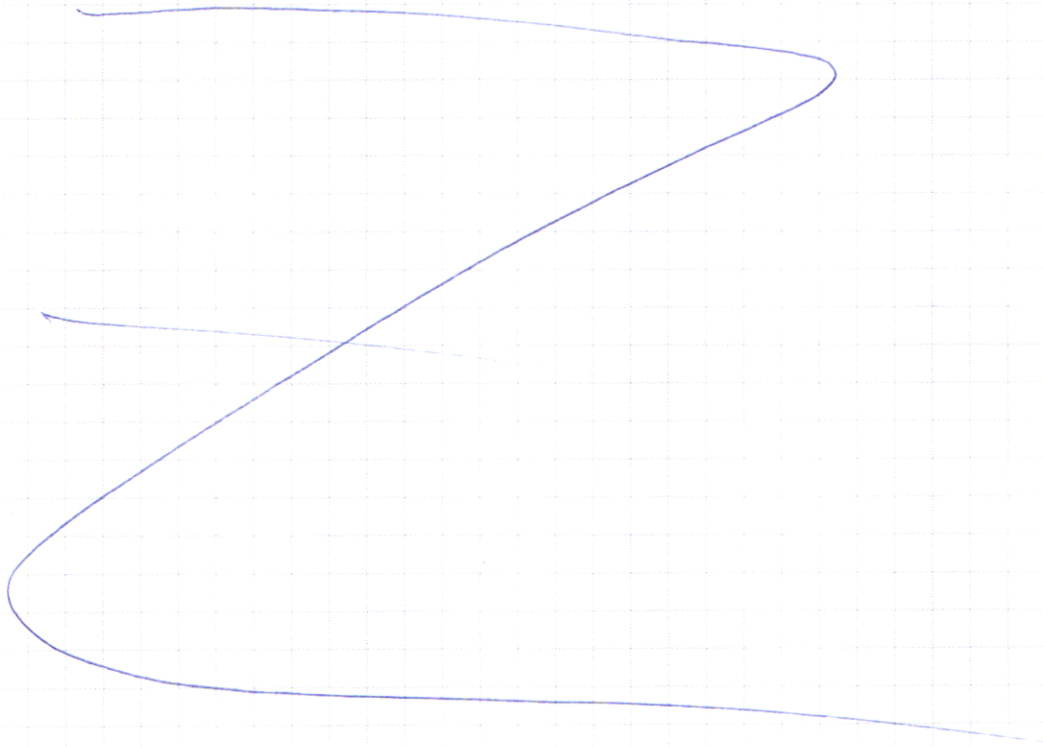


9-29

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА







9-29

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

