

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

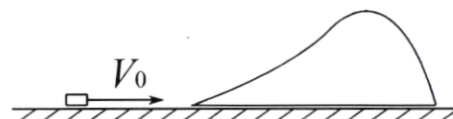
Шифр 15-022

(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.

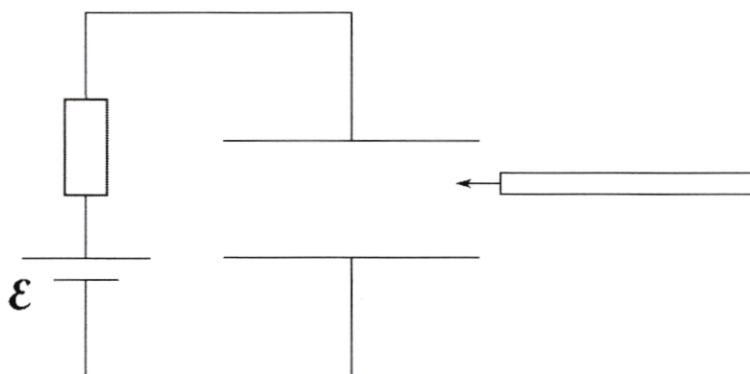


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

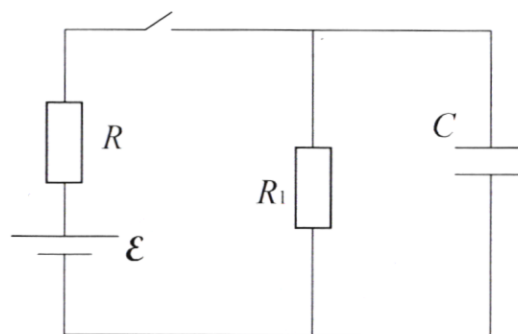
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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

N 3.

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

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

$$T_2 = 7^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ моля}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ моля}$$

$$P_3 = ? \quad T_3 = ?$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$V_1 + V_2 = V$$

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

$$P_3 V = \nu R T_3$$

Зде P_3 и T_3 - конечные температура и давл.

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

$$U_\Sigma = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$$

P_0 ~~состояние~~ Σ состояние U_1 - внутр. эн. 1 газа и U_2 - внутр. эн. 2 газа равны U_3 - внутр эн после уравнивания температур.

То есть;

$$U_\Sigma = U_1 + U_2 = U_3, \quad U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3$$

\Downarrow

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{3}{2} R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2) = \frac{3}{2} \nu R T_3, \quad T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$$

$$P_3 = \frac{\nu R T_3}{V} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) \cdot R \cdot (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)}{V (\nu_1 + \nu_2)} = \frac{R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)}{V}$$

$$= \frac{8,31 \cdot (27 \cdot 0,2 + 7 \cdot 0,3)}{8,31 \cdot 10^{-3}} = \frac{(54 + 21) \cdot 10^3}{10^{-3}} = 7,5 \cdot 10^3 \text{ Па} = 7,5 \text{ кПа}$$

$$T_3 = \frac{7,5 \cdot 10^3 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 15^\circ\text{C}$$

Ответ: 1) $T_3 = 15^\circ\text{C}$ 2) $7,5 \text{ кПа} = P_3$

См на обороте \rightarrow

$$R = 0,5 \text{ m}$$

N1.

$\Delta E_{\text{п}} = mgh$ — необходимая уменьшение пот. э. шарика
где $h = 2R$ Шарик должен достичь максимальной
высоты, чтобы сделать полный оборот.

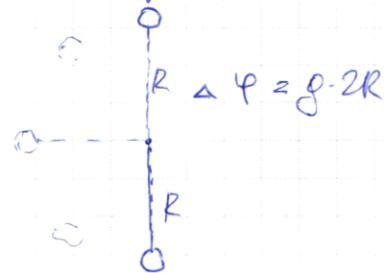
$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$ — кинетическая э., если бы шарик двиг. гор-но

$$E_{\text{к}} = \Delta E_{\text{п}}$$

$$mg2R = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{4gR} = \sqrt{4 \cdot 10 \cdot 0,5} = 2\sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $2\sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$\frac{m}{V_0}, 3m$$

N2.

$E_{\text{к}1} = \frac{mV_0^2}{2}$ — пот. кин. э. ~~шарика~~ ^{шайбы}

P_0 3 м

$E_{\text{к}1} = mgh + \frac{3mU^2}{2}$ где U — скорость горки

$mgh = \frac{3mU^2}{2}$ энергия ~~шарика~~ ^{шайбы} расходуется
пополам на подъем и на
кин. э. горки.

$$\frac{mV_0^2}{2} = 2mgh, \quad h = \frac{V_0^2}{4g}$$

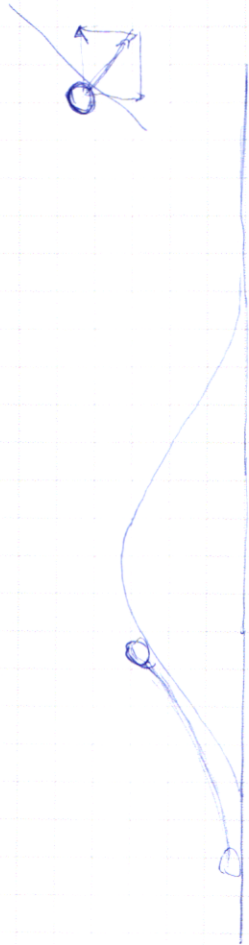
Визу шайба сталкивается со скоростью $\frac{1}{4} V_0$

$$E_{\text{к}1} = E_{\text{к}2} + E_{\text{к}г}, \quad E_{\text{к}ш} = E_{\text{к}г}, \quad E_{\text{к}2} =$$

Ответ: 1) $h = \frac{V_0^2}{4g}$; 2)

~~Рис.~~

~~Рис.~~



E_k

$$E_{kin} = \frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{3m v^2}{2}$$

$$gh = \frac{v^2}{2}$$

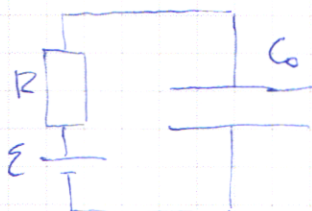
$$\frac{v_0^2}{2} = 2gh$$

$$h = \frac{v_0^2}{4g}$$

$$F = ma$$

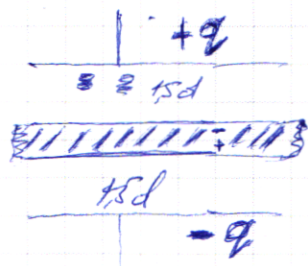
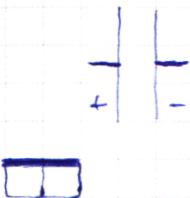
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Δ



$4d$
 d

№4.



$$C = \frac{3}{4} C_0$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 d}{s}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$l = 250 \text{ cm}$

$\varphi_1 = gh$ $\varphi_1 = 0$
 $\varphi_2 = 2gl$ $\Delta \varphi = 2gl$
 $E_k = \frac{mv^2}{2}$ $2gl = \frac{v^2}{2}$
 $\varphi_3 = gl$

$v = \sqrt{4gl} = \sqrt{4 \cdot 10 \cdot 0.25} = \sqrt{10} = 2\sqrt{5} \frac{m}{c}$

$\alpha = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$
 $F = m \cdot a$
 $\Delta E = F \cdot 2R = \frac{v^2 \cdot m \cdot 2R}{R} = 2mv^2$
 $mg \cdot 2R = 2mv^2$
 $gR = v^2$

ЗСИ m $3m$

$$mv_0 = mu_1 + 3mu_2 = m(u_1 + 3u_2)$$

$$v_0 = u_1 + 3u_2$$

ЗСЭ

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

$$E_{k2} = \frac{mu_1^2}{2} + \frac{3mu_2^2}{2}$$

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

H

$$v_0^2 = u_1^2 + 3u_2^2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = gh \quad h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

v_0

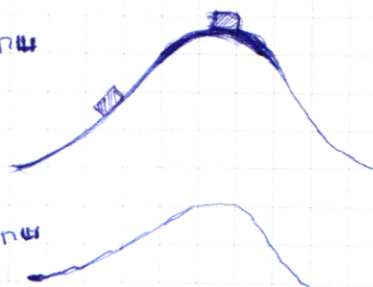
Горка не едет, т.к. нет трения шара/горка



$$E_{kш} = E_{kг} + E_{пш}$$

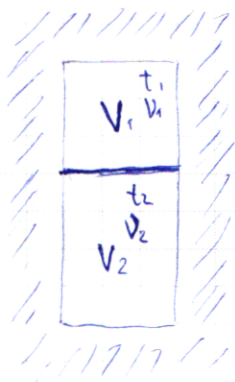


$$E_{kш} = E_{пш}$$



$$mgh = 3mu^2$$





$$PV = \frac{N}{V} RT$$

$$T_3 = ?$$

$$P_3 = ?$$

$$PV = \nu RT$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$P_3 V = (\nu_1 + \nu_2) R T_3$$

$$T_3 = \frac{P_3 V}{(\nu_1 + \nu_2) R}$$

$$P_3 V + P_3 V_2 = (\nu_1 + \nu_2) R T_3$$

$$P_3 = \frac{2 \nu_1 R T_3}{V} + \frac{2 \nu_2 R T_3}{V} =$$

$$= \frac{R T_3}{V} (\nu_1 + \nu_2)$$

$$P_3 = \sum p_{\text{парци}} (T_3, \frac{V}{2})$$

$$p_{\text{ке}} = \frac{2 \nu_{\text{ке}} \cdot R T_3}{V_{\text{ке}}}$$

$$T_3 = \frac{R T_3 (\nu_1 + \nu_2) V}{V (\nu_1 + \nu_2) R}$$

$$P_3 V = (\nu_1 + \nu_2) R T_3$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$V_1 + V_2 = V \quad V_1 + V_2 = V$$

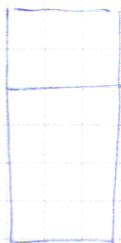
$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

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

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

$$\frac{V_1 R T_1}{P_1} + \frac{V_2 R T_2}{P_2} = V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ср}}}{\text{Абсолют } T}$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$V_1 + V_2 = V$$

$$V_1 + V_2 = V$$

x27

$$P_3 V = \nu R T_3$$

$$P = \frac{F}{S^2} \quad E = F \cdot \Delta S$$

$$V = \frac{3}{2} \nu R T_3$$

$$V = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} R (\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)$$

$$\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2 = \nu T_3$$

$$T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

15-022

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)