

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

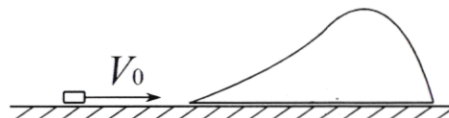
Шифр 06-001

(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?

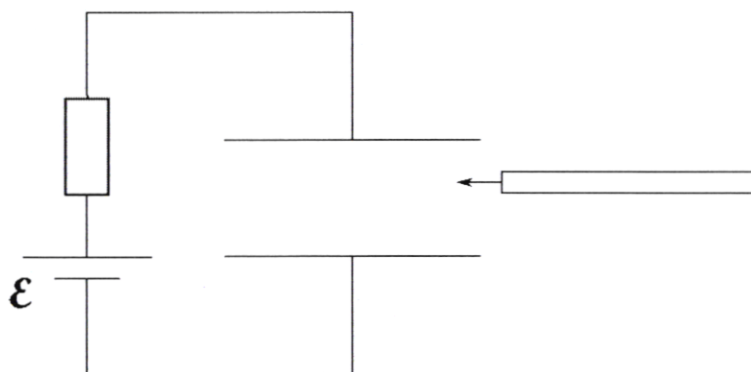
2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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 $127 \text{ }^\circ\text{C}$ в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре $7 \text{ }^\circ\text{C}$ 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.

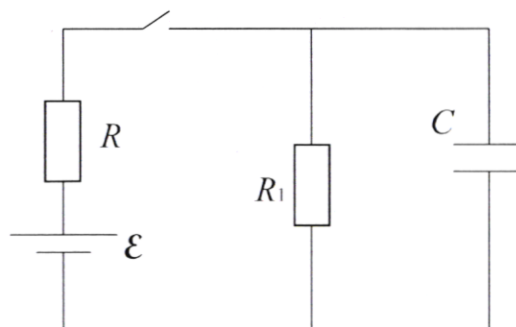
4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС ε (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 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 , 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

N1 Дано
 $H = R = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$
 $v_0 = ?$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $v = 0$

Анализ



~~Анализ~~

$$v^2 - v_0^2 = 2gs$$

$$v_0^2 = 2gs$$

$$v_0 = \sqrt{2gs}$$

$$s = 2\pi R$$

Решение

$$s = 2\pi R$$

$$s = 0,36 \pi$$

$$v_0 = \sqrt{20 \cdot 0,36 \pi}$$

$$v_0 = 2\sqrt{5} \cdot 0,6 \cdot \sqrt{\pi}$$

$$v_0 = 1,2\sqrt{5\pi}$$

$$v_0 = 2,84\sqrt{\pi}$$

$$\sqrt{\pi} \approx 1,78$$

$$v_0 = 2,64 \cdot 1,78$$

$$v_0 = 4,7 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_0 = 4,7 \text{ м/с}$

N3

Дано
 $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $V_1 \neq V_2$
 $T_1 = 400 \text{ К}$
 $T_2 = 280 \text{ К}$
 $V_1 = 0,3 \text{ моль}$
 $V_2 = 0,4 \text{ моль}$
 $p_1 = p_2$

Анализ



$$p_1 V_1 = \nu R_1 T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R_2 T_2$$

$$p = \frac{\nu R T}{\Delta V}$$

$$\theta = \frac{T_1 T_2 (p_1 + p_2)}{T_1 p_2 + T_2 p_1}$$

$$\theta = \frac{400 \cdot 280 \cdot 2}{680} = 34,17$$

$$\theta = 329 \frac{7}{17} \text{ К} \approx 330 \text{ К}$$

$$\theta = 57^\circ$$

$$p = \frac{(0,4 - 0,3) \cdot 8,31 \cdot 120}{8,31 \cdot 10^{-3}}$$

$$p = 0,3 \cdot 120 \cdot 10^3 = 36 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

Ответ: $p = 36 \cdot 10^3 \text{ Па}$; $\theta = 57^\circ$

$\theta = ?$
 $p = ?$

$$\theta = \frac{T_1 T_2 \cdot 2p}{p(T_1 + T_2)}$$

черновик чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

(Нумеровать только чистовики)

N4.
b - толщина пластины.

ϵ

C - ?

$$d_1 = \frac{1}{3} b \Rightarrow d_2 = \frac{2}{3} d_1$$

$$S_{in} = S_{out}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S_{in}}{d_1} \Rightarrow C = \frac{3 \epsilon \epsilon_0 \cdot S_{out}}{2 d_1}$$

$$q = \frac{CU^2}{2C}$$

$$q = C^2 U^2$$

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

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

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

$$\Rightarrow U = \epsilon$$

$$q = C^2 \epsilon^2$$

$$q = \left(\frac{3 \epsilon \epsilon_0 S_{out}}{2 d_1} \right)^2 \epsilon^2$$

$$q = \frac{9 \epsilon^4 \epsilon_0^2 S_{out}^2}{4 d_1^2}$$

$$\text{Answer: } C = \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S_{out}}{2 d_1}, \quad q = \frac{9 \epsilon^4 \epsilon_0^2 S_{out}^2}{4 d_1^2}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-001

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2
(Нумеровать только чистовики)

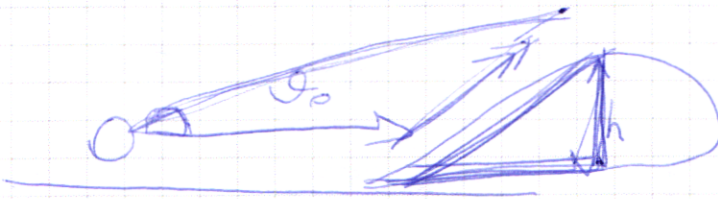
черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

C_0
 ϵ
 $d = 3 \cdot b$
 μ

b - ширина обкладки





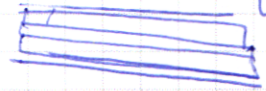
$$q =$$

$$C u^2 = \frac{q}{x_0} = C^2 u^2 = q$$



$$q = C u$$

$$E = 4 \rightarrow C^2 u^2 = q$$



$$\frac{2}{3} b$$

C - ?
C_0

$$R = \frac{u}{\epsilon} \rightarrow \frac{u}{\epsilon} = \frac{u}{\epsilon}$$

$$C = \frac{E \epsilon_0 S}{d}$$

$$C_0 = \frac{E \epsilon_0 S_0}{d}$$

$$\frac{I = E}{R^3}$$

$$C = \frac{E \epsilon_0 S_0 \sqrt{3}}{2d}$$



$$d_{17} = a \cos$$

$$S_{07} = a \cos \cdot b$$

$$S_{17} = a \cos \cdot \frac{2}{3} b$$

$$d_2 = \frac{2}{3} b$$



$$C_0 = \frac{E \epsilon_0 S}{d}$$

$$d = \frac{E \epsilon_0 S}{C_0} \quad b = \frac{3 C_0 S}{E \epsilon_0}$$

$$a. \quad S_{17} = S_{07}$$

$$S_{17} = S_{07}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-001
ШИФР

(заполняется секретарём)

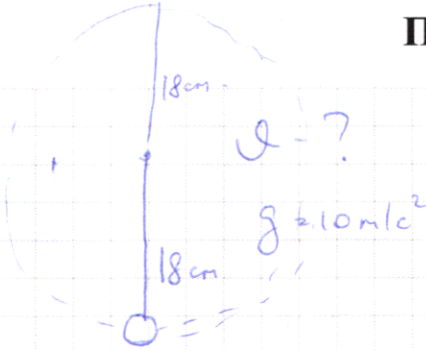
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$H = 36 \text{ cm}$$

$$g = 10 \text{ m/c}^2$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2gH$$

$$S = 2\pi R$$

$$R = 0,18 \text{ m}$$

$$S = 0,36\pi$$

$$\omega_0 = \sqrt{2gS}$$

$$\omega_0 = \sqrt{20 \cdot 0,36\pi}$$

$$\omega_0 = 2,64 \cdot \sqrt{\pi}$$

$$\sqrt{\pi} \approx 1,78$$

$$\omega_0 = 2,64 \cdot 1,78$$

$$\omega_0 \approx 4,7 \text{ m/c}$$

$$\omega_0 =$$

$$\omega_0 = \sqrt{2gH}$$

$$\omega_0 = \sqrt{200,36}$$

$$\omega_0 = 14,5 \text{ m/c}$$

$$\omega_0 = 0,6 \cdot 2\sqrt{5}$$

$$\omega_0 = 5,2 \cdot 2,2$$

$$\omega_0 = 2,64 \text{ m/c}$$

2,2

2,2

4,4

4,4

484

2,3

2,3

69

46

5,2/9

1,2

2,2

2,4

2,4

2,64

3,14

1,8

1,8

144

18

324

1,78

2,64

712

3068

356

4,6992

1,7

1,7

119

17

289

1,75

1,75

875

1225

175

3,0625

m
D.
4m.

Fpzo.



$$27 + 30 = 57$$

$$\begin{array}{r} 5600 \overline{) 17} \\ 51 \\ \hline 50 \\ 34 \\ \hline 160 \\ 153 \\ \hline 7 \end{array}$$

$$\frac{3297 \text{ kPa}}{17} \approx 330 \text{ kPa}$$

$$T_{\text{ср}} = \frac{2T_1T_2}{T_1 + T_2}$$

$$V_2 = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\frac{pV}{T_1} = \frac{pV}{T_2} \rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$T_1 V_1 + T_2 V_2 = 400 \cdot 0,1 + 280 \cdot 0,4 = 112 - 40 = 82 \text{ k}$$

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

$$400 \cdot 0,1 + 280 \cdot 0,4 = 112 - 40 = 82 \text{ k}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ m}^3$$

$$pV = \nu R T$$

$$400 \cdot 0,1 + 280 \cdot 0,4 = 400 \cdot 0,1 + 280 \cdot 0,4$$

$$V_2 = 0,4 \text{ m}^3$$

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

$$160 - 28 = 132 \text{ k}$$

$$2400 \cdot 280 = 672000$$

$$p = \frac{0,3 \cdot 8,31 \cdot 120 \text{ K}}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 120 \cdot 10^3 \cdot 0,3 = 120 \cdot 300 = 36 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$36 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\begin{array}{r} 300 \\ 120 \cdot 17 \\ \hline 2040 \\ 600 \\ \hline 2640 \\ 300 \\ \hline 2940 \end{array}$$

$$\frac{V_1}{T_1} - \frac{V_2}{T_2} = \frac{0,1}{400} - \frac{0,4}{280}$$

$$4000$$

$$\frac{3300 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3} T_1 V_1}{V} - \frac{T_1 V_1}{V} =$$

$$\frac{8,31 \cdot 10^{-3}}{4000}$$

$$\frac{8,31 \cdot 10^{-3} V_1 T_1}{280 \cdot 2,5}$$

$$\frac{V_1}{T_1} - \frac{V_2}{T_2} = 0$$

$$\frac{T_2 T_1 T_2 (p_1 + p_2)}{T_1 p_2 + T_2 p_1} = \frac{T_1 T_2 2p}{(T_1 + T_2) p}$$

$$\frac{400 \cdot 0,1 + 280 \cdot 0,4}{8,31 \cdot 10^{-3}} = \frac{280 \cdot 0,1 + 400 \cdot 0,4}{8,31 \cdot 10^{-3}}$$

$$\frac{3}{10} = 180 + 24$$

$$\frac{82000}{8,31}$$

$$\frac{304 \cdot 880}{273} \approx 980$$

$$T = \frac{(T_1 V_1 + T_2 V_2) 2}{40 + 112} = \frac{152 \cdot 2}{152} = 304 \text{ K}$$