

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

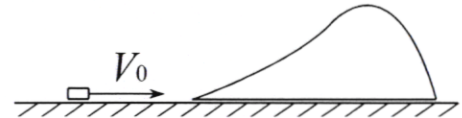
Шифр

(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?

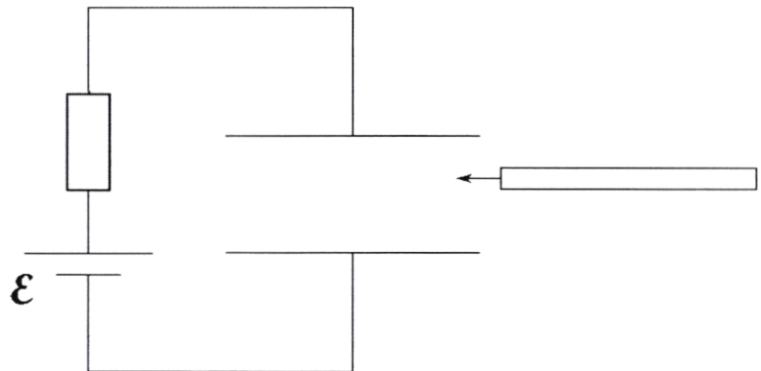
2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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°C в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°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.

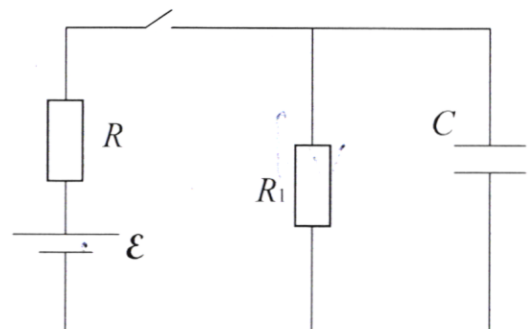
4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС \mathcal{E} (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина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

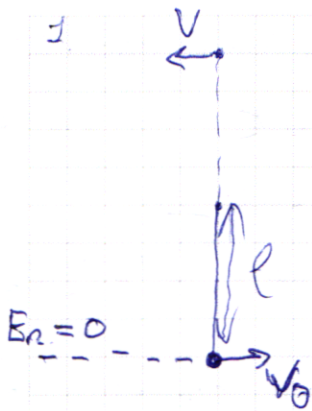


1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.

2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.

3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Для выполнения условия необходимо, чтобы в верхней точке траектории центростремительное ускорение было равно g , т.е. $\frac{V^2}{r} = g$ из закона сохранения энергии $mV_0^2 = mV^2 + 2 \cdot 2mg l$

$$mV_0^2 = mV^2 + 4mg l$$

$$V_0^2 = g l + 4g l = 5g l$$

$$V_0 = \sqrt{5g l} = \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,18} = 5 \sqrt{\frac{2 \cdot 18}{100}} = 5 \sqrt{\frac{18}{50}} = 5 \sqrt{\frac{9}{25}} = 5 \cdot \frac{3}{5} = 3 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 3 м/с

2 Въезд локеты на горку можно рассматривать как абсолютно неупругое столкновение. Тогда из закона сохранения импульса $mV_0 = 5mV \rightarrow V = \frac{V_0}{5}$. Максимальная высота подъема получается из выражения $m\frac{V^2}{2} = mgh_{\max} \Rightarrow h_{\max} = \frac{V^2}{2g} = \frac{V_0^2}{50g}$. Итак, как система является замкнутой, то скорость центра масс должна оставаться неизменной. От этого следует, что при съезде локета должны двигаться со скоростью V_0 .

Ответ 1) $\frac{V_0^2}{50g}$ 2) V_0

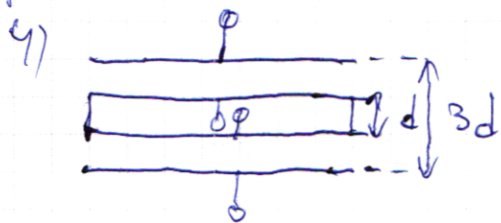
3 Ставшая внутренней энергией системы сохраняется, т.е.

$$\frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} \nu R T, \text{ где } T_1, T_2, T - \text{абсолютные}$$

температуры газа, $\nu = \nu_1 + \nu_2$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К моль}}$. Отсюда

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,1 \cdot 400 + 0,4 \cdot 280}{0,5} = \frac{152}{0,5} = 304^\circ \text{К или } 31^\circ$$

по Цельсию. Для начального состояния можно записать уравнение Плавейрона — $pV = \nu RT \rightarrow p \cdot 8 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 304$
 $p = 152 \cdot 10^3$ (Па) или 152 кПа Ответ — 1) ~~30~~ 2) 152 кПа



систему из проводника и конденсатора можно рассматривать как два последовательно соединенных ~~элементарных~~ конденсатора.

Для начальной емкости $C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{3d}$
 $\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{C_1} \quad C' = \frac{C_1}{2} = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$, т.е. $C' = \frac{3}{2} C_0$

Источник тока поддерживает между обкладками конденсатора постоянную разность потенциалов ϵ , т.е. можно записать $Q' = U' C' = \frac{3}{2} \epsilon_0 C_0 \epsilon$, $Q_0 = C_0 \epsilon_0 \rightarrow \Delta Q = C_0 \frac{\epsilon}{2}$

Ответ — $\frac{3}{2} C_0, C_0 \frac{\epsilon}{2}$

5 Сразу после замыкания ключа конденсатором можно «пренебречь», напряжение на R_1 будет $\frac{\epsilon R_1}{R+R_1} = \frac{\epsilon 4R}{5R} = \frac{4}{5} \epsilon$
 сила тока тогда будет равна $\frac{\epsilon}{5R}$. При состоянии равновесия разность потенциалов между R_1 и конденсатором должно быть равно 0, чтобы на обкладках заряд больше не накапливался, т.е. $U_C = \frac{4}{5} \epsilon$. После размыкания ключа высвобождается энергия в виде теплоты, количество равная $\left(\frac{\epsilon}{5R}\right)^2 \cdot R + \left(\frac{\epsilon}{5R}\right)^2 4R + C \frac{U_C^2}{2} =$
 $= \frac{\epsilon^2}{25R} + \frac{4\epsilon^2}{25R} + C \frac{\left(\frac{4}{5} \epsilon\right)^2}{2} = \frac{\epsilon^2}{5R} + \frac{4CE^2}{50}$

Ответ 1) $\frac{\epsilon}{5R}$
 2) $\frac{4}{5} \epsilon$
 3) $\frac{\epsilon^2}{5R} + \frac{4CE^2}{50}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

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)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

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)