

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

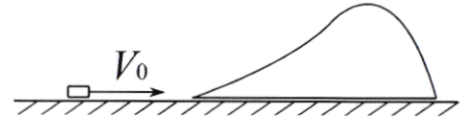
Шифр 06-015

(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.

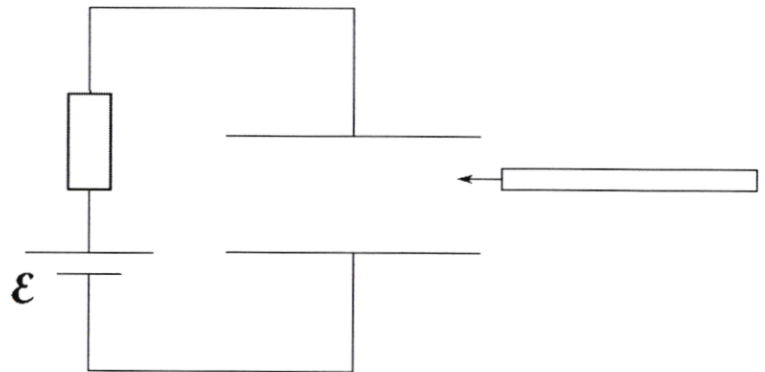


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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.

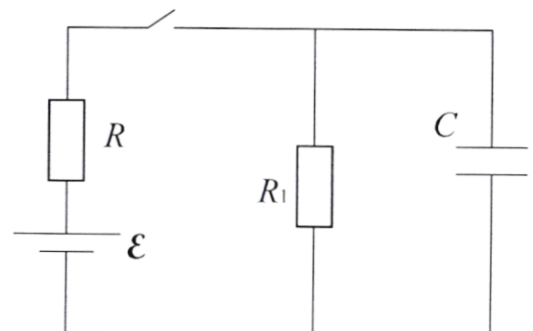
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\varepsilon$  (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  $C$ ,  $\varepsilon$ ,  $R$ .



- 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?

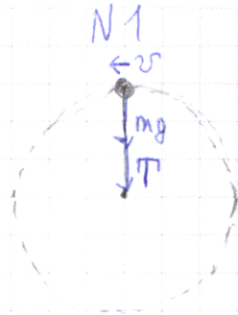


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано!

$$l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$$

$v_{\min} = ?$



$$|v| = \text{const}$$

1) Движение равномерное по окружности, ~~здесь  $\vec{T}$  (сила натяжения нити), значит  $a = \frac{v_{\min}^2}{l}$~~   $a = \frac{v^2}{l}$  (направлена к центру)

2) В нижней точке траектории величина шарика  $\vec{T}$  (сила натяжения нити) = 0, при максимальной скорости.

$$\text{По 2ЗН: } m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$\text{но } \vec{T} = 0$$

$$mg = ma$$

$$a = g = \frac{v_{\min}^2}{l} \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{gl} =$$

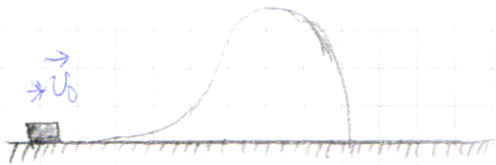
$$= \sqrt{10 \cdot 0,18} = \sqrt{10 \cdot 0,09 \cdot 2} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 0,09 \cdot 2} = \sqrt{2^2 \cdot 0,3^2 \cdot 5} =$$

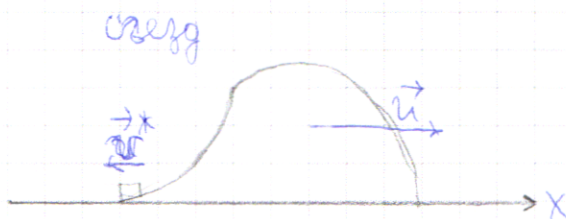
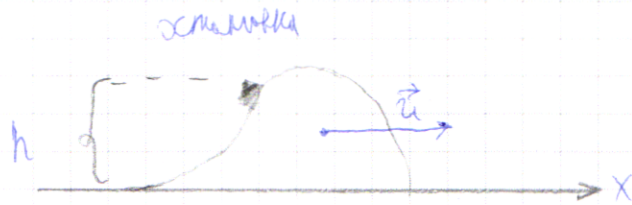
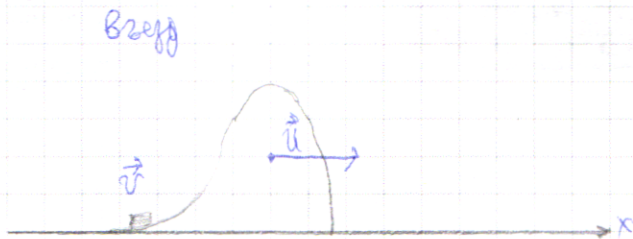
$$= 2 \cdot 0,3 \sqrt{5} = 0,6 \sqrt{5} \approx 1,344 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_{\min} \approx 1,344 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

N 2



$m_{\text{массы}} = m$
$m_{\text{опоры}} = 4m$
$v_{\text{начальная}} = v_0$
$h = ?$
$v^* = ?$



1) По ЗСМ:

$$\textcircled{1} m v_0 = m v + 4 m u$$

$$\textcircled{2} m v - m u = m u$$

$$v = 2u = \frac{v_0}{3}$$

$$v_0 = v + 4u = 2u + 4u = 6u$$

$$u = \frac{v_0}{6}$$

2) По ЗСЭ

Stages

AA

2) переводим в 00 точки

$$v_{\text{цент}} = u$$

$$v_{\text{обд}} = v$$

$$v_{\text{внеш}} = v - u = -v^* + u = u - v^*$$

$$v = -v^*$$

По ЗСЭ:

$$\frac{m(v-u)^2}{2} = m g h / m$$

$$\frac{(v-u)^2}{2} = g h$$

$$h = \frac{(v-u)^2}{2g}$$

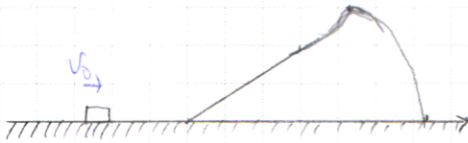
$$= \frac{(\frac{v_0}{3} - \frac{v_0}{6})^2}{2g} = \frac{\frac{v_0}{6}}{2g} = \frac{v_0}{12g}$$

Ответ:  $v^* = -v = -\frac{v_0}{3}$ ;  $h = \frac{v_0}{12g}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Платоко възвзает (молетас)



$$m_{\text{молетас}} = m$$

$$m_{\text{платоко}} = 4m$$

По ЗСИ

$$mv_0 = mv + 4mu$$

По ЗСЭ

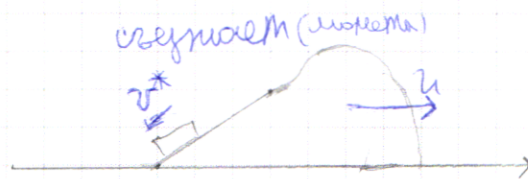
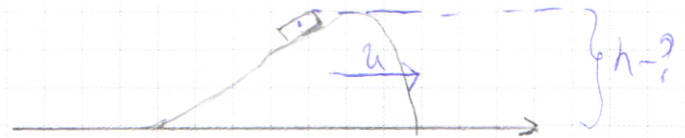
$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{4mu^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + \frac{4u^2}{2}$$

$$v_0 = v + 4u$$

$$v_0 =$$

$$\begin{cases} \frac{v^2}{2} = \frac{v_0^2}{2} - \frac{4u^2}{2} \\ v = v_0 - 4u \end{cases} \Rightarrow \frac{v}{2} = \frac{(v_0^2 - 4u^2)}{2(v_0 - 4u)} = \frac{(v_0 - 2u)(v_0 + 2u)}{2(v_0 - 4u)}$$



$$v^* = ?$$

$$h = ?$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:  
 $l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$   
 $v_{\text{min}} = ?$



~~$2 \frac{v_{\text{min}}^2}{r}$~~

По 23 Н: движение равномерное по окружности, значит

$T + m$   ~~$a_{\text{cent}} = a_n = \frac{v_{\text{min}}^2}{r}$~~

~~В момент в координате~~

по 23 Н:  $v$

$m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$

Оу:  $T + mg = ma$

Ох: 0

по 23 Н

$mg - T = ma$

$2mg + T = 0$

$|mg| = |T|$

$mg = ma$

$a = 10 \frac{m}{s^2} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{10 \cdot r} = \sqrt{10 \cdot 0,18} = \sqrt{1,8}$

$\omega = \sqrt{10 \cdot 0,09 \cdot 2} = 0,3 \sqrt{5} \cdot 0,5 \sqrt{5} \approx 0,75 \cdot 2,24 = 1,344 \frac{m}{c}$

$$\begin{array}{r} \times 2,3 \\ 2,3 \\ \hline 4,29 \\ 5,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,2 \\ 2,2 \\ \hline 4,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,26 \\ 2,26 \\ \hline 4,8956 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,26 \\ 2,26 \\ \hline 4,8956 \\ 5,1076 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,24 \\ 2,24 \\ \hline 0,6 \\ \hline 1,344 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,23 \\ 2,23 \\ \hline 4,8629 \\ 4,9729 \end{array}$$

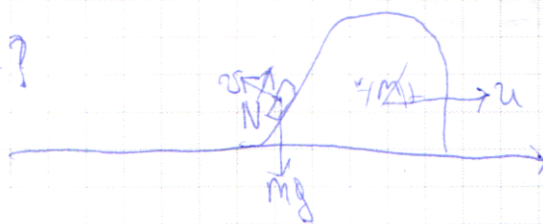
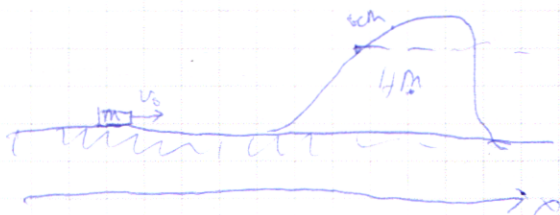
$$\begin{array}{r} \times 2,25 \\ 2,25 \\ \hline 4,8485 \\ 5,0025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,24 \\ 2,24 \\ \hline 4,8066 \\ 5,0176 \end{array}$$

ответ:  $1,344 \frac{m}{c}$



102



По 3СЭ:

~~$$m \frac{v_0^2}{2}$$~~

м По 3С U

~~$$m v_0^2$$~~

$$m v_0^2 = m v^2 + 4 m u$$

$$v_0 = v + 4u$$

По 3С U;  
~~$$v - u = 0$$~~  

$$v = u$$

$$m v_0 = m v + 4 m u$$

$$v_0 = v + 4u$$

По 3СЭ  $\theta = \theta$  переходит в со земл.

~~$$v_{top} = +u$$~~

~~$$v_{base} = v$$~~

~~$$v_{top} = v + u \cos \theta$$~~

~~$$v_{top} = v + u$$~~

По 3СЭ

$$\frac{m(v-u)^2}{2} = mgh \quad | : m$$

$$\frac{(v-u)^2}{2} = gh$$

$$h = \frac{(v-u)^2}{2g}$$

~~$$v - u = v$$~~

$$u = \frac{1}{4}(v_0 - v)$$

$$v - \frac{v_0 - v}{4} = \frac{3v_0 - v}{4}$$

$$v_0 = 3u \quad h =$$

По 3С U и По 3СЭ

$$\begin{cases} m v_0 = m v + 4 m u \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{4 m u^2}{2} = mgh + \frac{4 m u^2}{2} \end{cases}$$

~~$$m v_0$$~~

~~$$\frac{(v+u)^2}{2} = \frac{v^2 + u^2}{2}$$~~

$$\begin{cases} v_0 = v + 4u \\ \frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + \frac{4u^2}{2} \end{cases}$$

$$v_0 = v$$

~~$$\frac{v^2 + 4u^2}{2} = \frac{v^2 + 4u^2}{2}$$~~

$$v_0 = v + 4u$$

~~По 3СЭ:~~

~~$$= v + 4u - \frac{2uv}{v+4u}$$~~

~~у земли.~~

~~$$v_{top} = v - u = -(v+u)$$~~

~~$$3uv = 0$$~~

~~$$v_{top} = -v$$~~

~~$$v_{top} = -v_{top}$$~~

~~$$v = v_{top} - u = v - u - u$$~~





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

06-015  
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)»

06-015

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)