

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Фейерверк массой  $m = 1 \text{ кг}$  стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через  $T = 3 \text{ с}$  разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва  $K = 1800 \text{ Дж}$ . На землю осколки падают в течение  $\tau = 10 \text{ с}$ .

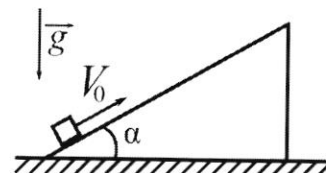
1) На какой высоте  $H$  взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени  $\tau$  осколки будут падать на землю?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

здесь какое время после взрыва  
осколки падают на землю?

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\cos \alpha = 0,6$ . Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость  $V_0$  (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту



$H = 0,2 \text{ м}$ . Масса клина в два раза больше массы шайбы. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  шайбы.

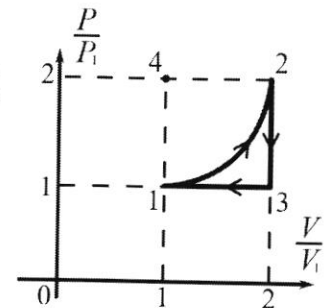
2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение  $a$  модели.

2) Вычислите минимальную допустимую скорость  $V_{\text{MIN}}$  равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 45^\circ$ . Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы  $\mu = 0,8$ , радиус сферы  $R = 1 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление  $P_1$  и объём  $V_1$ .



1) Какое количество  $Q$  теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

5. Заряд  $Q > 0$  однородно распределен по сфере радиуса  $R$ . В первом опыте на расстоянии  $3R$  от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом  $q > 0$ .

1) Найдите силу  $F_1$ , действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд  $q$  однородно распределяют по стержню длины  $R$ , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии  $3R$  от центра.

2) Найдите силу  $F_2$ , с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Явлениями поляризации пренебрегите.

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$T = 3 \text{ с}$$

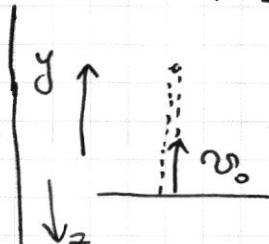
$$K = 1800 \text{ Дж}$$

$$T = 10 \text{ с}$$


---


$$H = ?$$

$$T = ?$$



движение фейерверка до высш.  
точки траектории

на  $Oy$ : т.к. движение равноуск:

$$v_y = v_0 - gt, \text{ в высш. точке } v_y = 0$$

$$y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 = gT' \rightarrow T' = \frac{v_0}{g}$$

$$T' = T$$

$$H = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g^2 \cdot T^2}{2g}$$

$$H = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м}$$

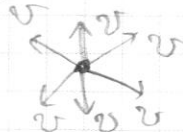
$$= \frac{T^2 g}{2}$$

т.к. у всех осколков одинаковые скорости

можно записать:

$$K = \frac{m v^2}{2}, \text{ где } v - \text{ скорость осколков сразу}$$

после взрыва  
Они разлетаются во все возможные направления



Второй вопрос задали заменим на:

Через какое время после взрыва первый осколок  
упадёт на землю?

Конечно, что быстрее всех долетят до земли осколки  
с наименьшей проекцией на  $Oy$ , т.е. которые летят  
вниз с  $v$ .

А позже всех долетят осколки, которые вылетали  
верт. вверх со скоростью  $v$

$$H = v_z \cdot t + \frac{gt^2}{2}, \text{ чтобы } t \text{ было минимально}$$

$$v_z \cdot t = H - \frac{gt^2}{2}$$

$v_z$  должно быть  
максимально

Рассмотрим сначала движение осколка, которое летит вниз

$$H = v \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$t^2 + \frac{2v}{g}t - \frac{2H}{g} = 0$$

$$t = \frac{-\frac{v}{g} \pm \sqrt{\frac{v^2}{g^2} + 1 \cdot \frac{2H}{g}}}{1}; t = \frac{v}{g} + \sqrt{\frac{v^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}$$

↑ т.к. нужен положительный корень

$$t = \sqrt{\frac{v^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} - \frac{v}{g}$$

$$v^2 = \frac{2K}{m} = \frac{2 \cdot 1800}{1} = 3600 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$v = 60 \text{ м/с}$$

$$t = \sqrt{\frac{3600}{100} + \frac{2 \cdot 45}{10}} - \frac{60}{10} = \sqrt{36 + 9} - 6 = \sqrt{45} - 6 = 3\sqrt{5} - 6 \text{ с}$$

$$\sqrt{5} \approx 2,2$$

$$t = 3 \cdot 2,2 - 6 \approx 0,6 \text{ с}$$

Время, через которое после взрыва дэйтерверна  
будут падать осколки.

Ответ: 1)  $H = 45 \text{ м}$

2)  $t = 0,6 \text{ с}$

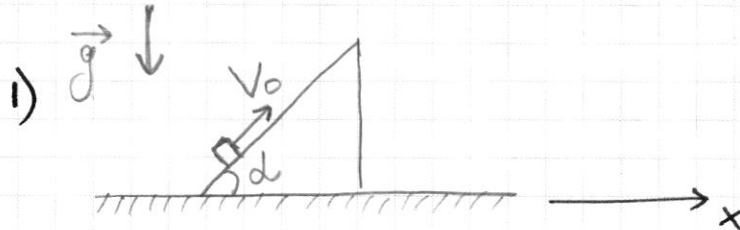
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

Дано:  
 $\cos \alpha = 0,6$   
 $H = 0,2 \text{ м}$   
 $M_k = 2m$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

1)  $V_0 - ?$

2)  $V - ?$



В конечный момент, т.е. когда шайба  
 окажется на максимальной высоте  
 относительная скорость ее отн. к шине равна 0.  
 Запишем ЗСЭ для системы  
 шайба + шина по Ох:

$$m v_0 \cdot \cos \alpha = m \cdot v_k + M \cdot v_k$$

$M = M_k$  -  
 масса шина

$m$  - масса  
 шайбы

$v_k$  - скорость  
 шайбы и шина  
 в момент макс. высоты

$$v_k = \frac{m}{m+M} \cdot v_0 \cdot \cos \alpha$$

понятно, что полная скорость движения и шина и шайбы  
 направлена горизонтально

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + \frac{M \cdot v_k^2}{2} + m g H$$

в силу того, что  $M = 2m$

$$v_k = \frac{m}{m+2m} \cdot v_0 \cdot \frac{6}{10} = \frac{6}{3 \cdot 10} v_0 = \frac{2}{10} v_0 = \frac{1}{5} v_0$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \left(\frac{1}{5} v_0\right)^2 + m \cdot \left(\frac{1}{5} v_0\right)^2 + m g H$$

$v_0 = V_0$  (сразу же переобозначил)

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{50} + \frac{mV_0^2}{25} + mgh$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{50} + \frac{V_0^2}{25} + gh$$

$$\frac{25V_0^2}{50} - \frac{V_0^2}{50} - \frac{2V_0^2}{50} = gh$$

$$\frac{22V_0^2}{50} = gh$$

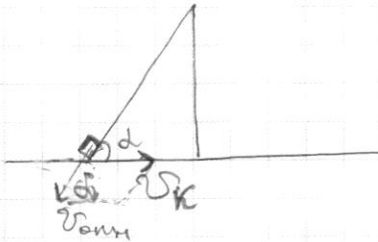
$$V_0^2 = \frac{50}{22} gh \rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{50}{22} gh}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{50}{22} \cdot 10 \cdot 0,2} = \sqrt{\frac{50 \cdot 2}{22}} = \sqrt{\frac{50}{11}}$$

$$\frac{50}{11} \approx 4,5 \rightarrow \sqrt{4,5} \approx 2,15$$

$$V_0 \approx 2,15 \text{ м/с}$$

2) Найти скорость  $V_{\text{шайбы}}$ , шайба вернулась, теперь  $M_{\text{к}} = M = m$

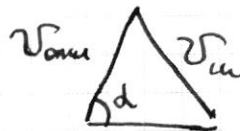


Все обозначения ~~сов~~ не имеют связи с  $\Delta$  минутами  
 $V_{\text{к}}$  - скорость кинна в момент, опис. в условии

шайба движется вдоль поверхности кинна отн. к н.  $\hookrightarrow V_{\text{ш}}$

$$\vec{V}_{\text{ш}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{к}}$$

возникает треугольник:



т. косинусов:

$$V_{\text{ш}}^2 = V_{\text{отн}}^2 + V_{\text{к}}^2 - 2 \cdot V_{\text{отн}} \cdot V_{\text{к}} \cdot \cos \alpha = V_{\text{отн}}^2 + V_{\text{к}}^2 - 1,2 \cdot V_{\text{отн}} \cdot V_{\text{к}}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолжение)

ЗЦи:  $v_0 = V_0$

$$m v_0 \cdot \cos \alpha = m V_0 \cdot \cos \alpha = 2 m v_k - m \cdot v_{\text{отн}} \cdot \cos \alpha$$

$$V_0 \cdot \cos \alpha = 2 v_k - v_{\text{отн}} \cdot \cos \alpha$$

ЗЦэ:  $\rightarrow v_{\text{отн}} \cdot \cos \alpha = 2 v_k - V_0 \cdot \cos \alpha$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \cancel{2 m} \frac{m v_k^2}{2} + \frac{m \cdot v_{\text{отн}}^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + \frac{m}{2} \cdot (v_{\text{отн}}^2 + v_k^2 - 1,2 \cdot v_{\text{отн}} \cdot v_k)$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = m v_k^2 + \frac{m \cdot v_{\text{отн}}^2}{2} - 0,6 \cdot m \cdot v_{\text{отн}} \cdot v_k$$

$$\begin{cases} V_0^2 = 2 v_k^2 + v_{\text{отн}}^2 - 1,2 \cdot v_{\text{отн}} \cdot v_k \\ v_{\text{отн}} \cdot 0,6 = 2 v_k - V_0 \cdot 0,6 \end{cases}$$

$$v_{\text{отн}} = \frac{10}{3} v_k - V_0$$

$$V_0^2 = 2 v_k^2 + \left(\frac{10}{3} v_k - V_0\right)^2 - 1,2 \cdot \left(\frac{10}{3} v_k - V_0\right) \cdot v_k$$

$$V_0^2 = 2 v_k^2 + \frac{100}{9} v_k^2 - \frac{20}{3} v_k \cdot V_0 + V_0^2 - \left(\frac{10 \cdot 12}{10 \cdot 3} v_k^2 - \frac{12}{10} V_0 \cdot v_k\right)$$

$$\frac{20}{3} \cdot v_k \cdot V_0 = \frac{118}{9} v_k^2 - 4 v_k^2 + 1,2 \cdot v_0 \cdot v_k$$

$$\frac{20}{3} v_k \cdot V_0 - \frac{12}{10} v_k \cdot V_0 = \frac{118}{9} v_k^2 - \frac{36}{9} v_k^2$$

$$\frac{200-36}{30} v_k \cdot V_0 = \frac{118-36}{9} v_k^2$$

|      |
|------|
| 118  |
| - 36 |
| 82   |

$$\frac{164}{30} v_k \cdot V_0 = \frac{82}{9} \cdot v_k^2$$

|      |
|------|
| 200  |
| - 36 |
| 164  |

$$\frac{2}{30} v_k \cdot V_0 = \frac{1}{9} v_k^2$$

$$\frac{18}{30} v_k \cdot V_0 = v_k^2$$

$$\frac{18}{30} \cdot V_0 = v_k$$

$$\frac{3}{5} \cdot V_0 = v_k$$

$v_k$  - скорость шланга  
по условию  $v_k = V$

$$V = \frac{3}{5} V_0 = \frac{3}{5} \cdot \sqrt{\frac{50}{11}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{5\sqrt{2}}{\sqrt{11}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{11}} = \frac{\sqrt{18}}{\sqrt{11}}$$

$$V \approx \sqrt{1,6} \approx 1,3 \text{ м/с}$$

$$V = 1,3 \text{ м/с}$$

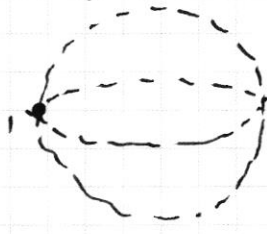
Ответ: 1)  $V_0 = 2,15 \text{ м/с}$

2)  $V = 1,3 \text{ м/с}$

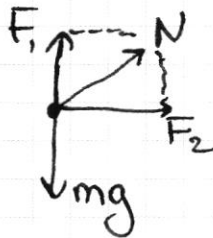
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1)  $N = 2mg$   
 $a = ?$



Рассмотрим силы, действ. на автомобиль  
в точке 1.

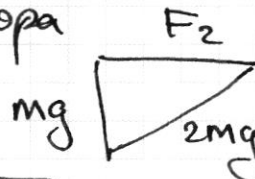


$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{N}$$

составляющие  $N$  на верт. и гор.  
оси

$$F_1 = mg$$

$$N = 2mg, \text{ т.е. по т. Пифагора}$$



$$F_2 = \sqrt{4m^2g^2 - m^2g^2} = mg \cdot \sqrt{3}$$

$$F_2 = ma_n = mg \cdot \sqrt{3}$$

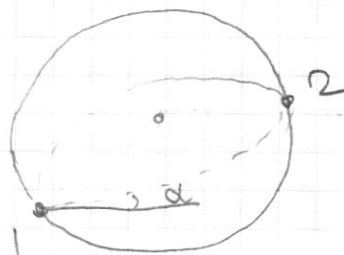
$$a_n \approx 1,71 \cdot 10 \approx 17 \text{ м/с}^2$$

$\rightarrow a_n = \sqrt{3} \cdot g, a_T = 0, \text{ т.к. движение с}$   
постоянной  
скоростью

2)  $\alpha = 45^\circ$   
 $\mu = 0,8$   
 $R = 1 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

---

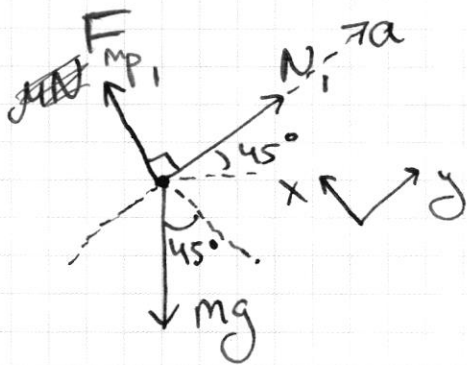
$V_{\min} = ?$



Рассмотрим два крайних положения  
(силы действ. на автомобиль  
в этих положениях)



1:



на  $Ox$  (равновесие)

$$\mu N = mg \cdot \cos 45^\circ$$

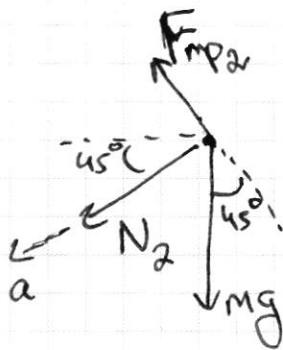
$$\rightarrow N = \frac{mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{0,8}$$

$$F_{mp1} = mg \cdot \cos 45^\circ$$

на  $Oy$ :

$$ma = N_1 - mg \cdot \sin 45^\circ$$

2:



ак-но:

$$F_{mp2} = mg \cdot \cos 45^\circ$$

$$ma = N_2 + mg \cdot \cos 45^\circ$$

в углу  $V_{min}$ :

$$N_1 > N_2$$

поэтому  $F_{mp2}$  - статическое скольжение

$$F_{mp2} = mg \cdot \cos 45^\circ = \mu N_2$$

$$\rightarrow N_2 = \frac{mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{0,8}$$

$$N_2 = mg \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = mg \cdot \frac{5\sqrt{2}}{8}$$

$$ma = mg \cdot \frac{5\sqrt{2}}{8} + mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = mg \cdot \frac{5\sqrt{2} + 4\sqrt{2}}{8} = mg \cdot \frac{9\sqrt{2}}{8}$$

$$a = g \cdot \frac{9\sqrt{2}}{8}$$

т.к.  $a = a_n$  - нормальное ускорение  $a = \frac{V_{min}^2}{R}$

$$V_{min}^2 = a \cdot R = g \cdot \frac{9\sqrt{2}}{8} R = 10 \cdot \frac{9\sqrt{2}}{8} = \frac{5}{4} \cdot 9\sqrt{2}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3 (продолжение)

$$V_{\min}^2 = 1,25 \cdot 9 \cdot 1,41 \approx$$
$$\approx 15,85$$

$$V_{\min} \approx 4 \text{ м/с}$$

Ответ:

1)  $a = 17 \text{ м/с}^2$

2)  $V_{\min} = 4 \text{ м/с}$

$$\begin{array}{r} \phantom{0}^2 \phantom{0}^4 \\ \times 125 \\ \hline 1125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\ \times 1125 \\ \phantom{0} 14 \\ \hline 4600 \\ 1125 \\ \hline 15850 \end{array}$$

всего чисел



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 10  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

$p_1$

$V_1$

Найти:

1)  $Q$  - ?

2)  $A$  - ?

3)  $\eta$  - ?

1) 1 закон термодинамики для  $1 \rightarrow 2$ :

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$T_2$  - температура в точке 2

$T_1$  - температура в точке 1

$T_3$  - температура в точке 3

$$Q_{12} = \nu R T_2 = 2 p_1 \cdot 2 V_1 ; \quad \nu R T_1 = p_1 \cdot V_1$$

из урав. Клапейрона - Менделеева

$$\frac{3}{2} \cdot (4 p_1 V_1 - p_1 V_1) + A_{12} =$$

$$= \frac{9}{2} p_1 V_1 + A_{12}$$

$A_{12}$  - мощность под градусником (рсу) на процессе  $1 \rightarrow 2$

$$A_{12} = p_1 \cdot V_1 + S_{123} = p_1 V_1 \cdot \left(2 - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$S_{123} = p_1 V_1 - \frac{\pi \cdot V_1 p_1}{4} = p_1 V_1 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$Q_{12} = p_1 V_1 \cdot \left(\frac{9}{2} + 2 - \frac{\pi}{4}\right) =$$

мощность четверти окружности

$$= p_1 V_1 \cdot \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right)$$

2) на участке  $2 \rightarrow 3$

$$Q_{23} < 0, \text{ т.к. } \Delta U_{23} < 0, \quad A_{23} = 0, \text{ т.к. процесс изохорный}$$

3) на участке  $3 \rightarrow 1$

$$Q_{31} < 0, \text{ т.к. } \Delta U_{31} < 0, \quad A_{31} < 0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \cdot (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - 2 p_1 V_1) < 0$$

$$A_{31} = -p_1 V_1$$

т.е. количество теплоты, которое подведено к газу:

$$Q = Q_{12} = p_1 V_1 \cdot \left( \frac{11}{2} - \frac{\pi}{4} \right) = p_1 V_1 \cdot \left( \frac{22 - \pi}{4} \right)$$

работа газа за цикл:  $\left( \frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} \right) = p_1 V_1 \cdot \left( \frac{26 - \pi}{4} \right)$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = p_1 V_1 \cdot \left( 2 - \frac{\pi}{4} \right) - p_1 V_1 =$$
$$= p_1 V_1 \cdot \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) = p_1 V_1 \cdot \frac{4 - \pi}{4}$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{p_1 V_1 \cdot \left( \frac{4 - \pi}{4} \right)}{p_1 V_1 \cdot \left( \frac{26 - \pi}{4} \right)} = \frac{4 - \pi}{26 - \pi}$$

Ответ:

1)  $Q = p_1 V_1 \cdot \left( \frac{26 - \pi}{4} \right)$

2)  $A = p_1 V_1 \cdot \left( \frac{4 - \pi}{4} \right)$

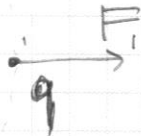
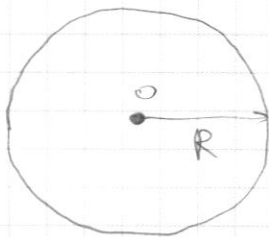
3)  $\eta = \frac{4 - \pi}{26 - \pi}$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

1)



Дано

$$Q > 0$$

$$R, k$$

$$r = 3R$$

$$q > 0$$

$$F_1 = ?$$

Проведём через (1)  $\perp$  «невидимую сферу» с центром в (1) O.

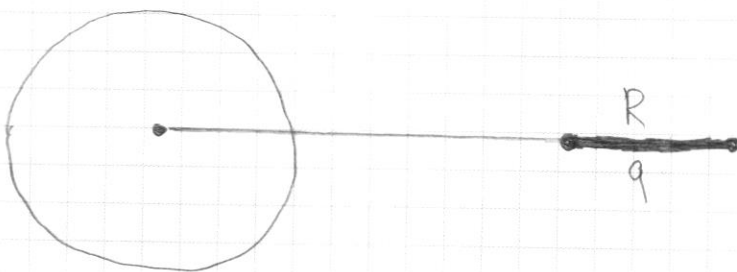
Запишем для этой замк. поверхности Т. Гаусса:

$$E_1 \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E_1 = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot 4\pi \cdot (3R)^2} = \frac{Q}{9R^2 \cdot 4\pi\epsilon_0}$$

$$F_1 = E_1 \cdot q = \frac{kQ \cdot q}{9R^2} = \frac{kQq}{9R^2}$$

сила направлена как на рисунке, т.е. от сферы

2)



Они будут взаимодействовать так же, как и точечные заряды, помещ. в центры тел, с зарядом соотв.

(так как оба тела симметричны относительно оси, проходящей через центры)

$$F_2 = \frac{k \cdot Q \cdot q}{(3,5)^2 R^2}$$

$$F_2 = \frac{4}{49} \frac{kq \cdot Q}{R^2}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

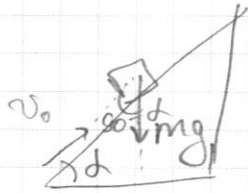
$$\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} - 4 \quad | \Rightarrow \delta = \frac{13}{2} - \frac{10}{2} - \frac{\pi}{4} = \frac{3}{2} - \frac{\pi}{4}$$

$$\therefore (4p_1 v_1 - 4p_2 v_1) = -3p_1 v_1$$

$$Q_{23} = -3p_1 v_1$$

$$Q_{31} = -p_1 v_1 - \frac{3}{2} \cdot p_1 v_1 = -\frac{5}{2} p_1 v_1$$

$$\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} - 3 \cdot \frac{5}{2} = \frac{13}{2} - \frac{15}{2} - \frac{\pi}{4} = 1 - \frac{\pi}{4}$$



$$mg \cdot \sin \alpha = ma$$

$$mg \cdot \cos \alpha = N$$

$$v_0 - g \sin \alpha t = 0$$

$$t = \frac{v_0}{g \sin \alpha}$$

$$l = \frac{v_0^2}{2g \sin \alpha} \quad ; \quad \frac{H}{l} = \sin \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{2g}$$

$$v^2 = \frac{2k}{m} = \frac{2 \cdot 1800}{1} = 3600$$

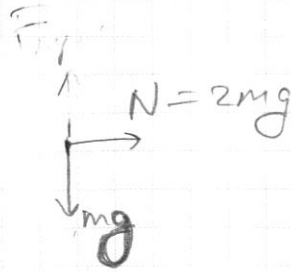
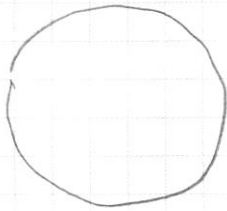
$$t = \sqrt{\frac{3600}{100} + \frac{2 \cdot 45}{10}} - \frac{60}{10} = \rightarrow t = 60$$

$$= \sqrt{36 + 9} - 6 = \sqrt{45} - 6 = 3\sqrt{5} - 6$$

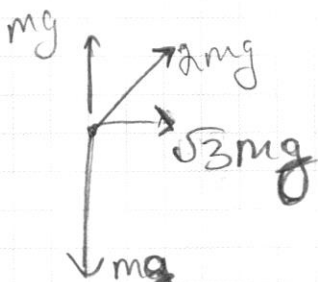
$$H = -v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$gt^2 - \frac{2v_0}{g}t - \frac{2H}{g} = 0$$

$$t = \frac{v_0}{g} + \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}$$

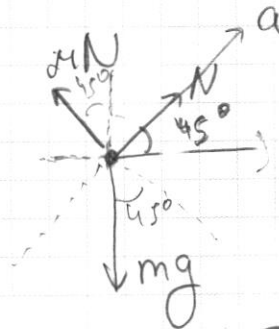
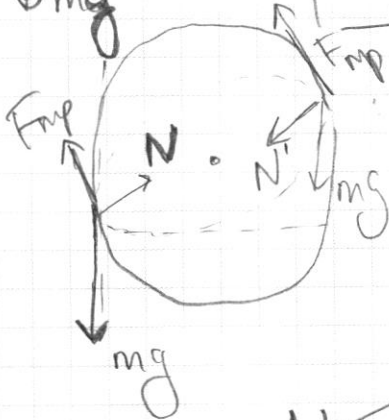


$$2mg = m \cdot a_n \rightarrow a_n = 2g$$



$$4 - 1 = \sqrt{3}$$

$$\sqrt{3}g = a_n$$



~~$$N \cdot \cos 45^\circ - \mu N \cdot \cos 45^\circ = mg$$

$$mg = (\mu N + N) \cdot \cos 45^\circ$$~~

$$\mu N = mg \cos 45^\circ$$

$$\rightarrow N = \frac{mg \cdot \cos 45^\circ}{\mu}$$

$$ma = N - mg \cdot \sin 45^\circ =$$

$$=$$

