



# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

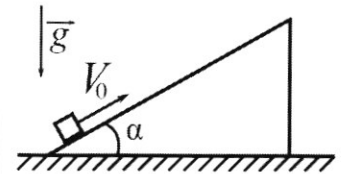
1. Фейерверк массой  $m = 1 \text{ кг}$  стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через  $T = 3 \text{ с}$  разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. 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.

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.

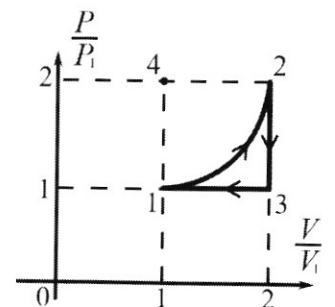
2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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

Задача 1.

Дано:

$m = 100$

$T = 30$

$K = 1300 \text{ Дж}$

$\tau = 100$

$\tilde{t}_1 = ?$

$H = ?$

Решение:

Пусть в любой точке траектории фейерверк разбивается на  $N$  осколков. Тогда масса каждого из них  $\Delta m = \frac{m}{N}$ . По условию, каждый из них обгонит следующую скорость  $v$ . Кинетическая энергия каждого из них  $K' = \Delta m \frac{v^2}{2} = \frac{m}{N} \cdot \frac{v^2}{2}$ . Также, по условию, нам известна общая кинетическая энергия  $K = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_N$ .

$$\Rightarrow K = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{1}{N} (\Delta m + \Delta m + \dots + \Delta m) \Rightarrow K = \frac{mv^2}{2}$$

тогда  $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$ ;  $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1300 \text{ Дж}}{100}} = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

На земле осколки падают в течение  $\tau = 100$ .  $\Delta \tau$  — это время, равное разнице времён, когда упали первый и последний осколки.

I)  ~~$\tilde{t}_1$~~

не проверять.

Скорость первого упавшего осколка равна  $v$ , как и у всех остальных, и направлена вертикально вниз.

$$\Rightarrow v\tau_1 + g \frac{\tau_1^2}{2} = H. \quad (1)$$

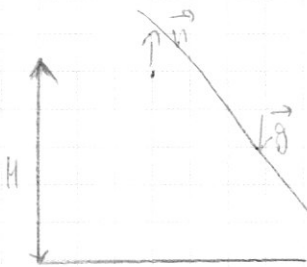


II) Скорость последнего упавшего осколка равна  $v$ , как и у всех остальных, и направлена вертикально вверх.

$\Rightarrow$  Он пройдёт ещё какое-то расстояние  $\Delta H$  вверх, а потом начнет упадет.

$$\tau_2 - \text{время подъёма вверх} \quad \tau_2 = \frac{v}{g} = 60 \quad \Delta H = v\tau_2 - g \frac{\tau_2^2}{2} = \frac{v^2}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2} = \frac{v^2}{2g} = 100 \text{ м.}$$

$$g \tau_2^2 / 2 = H + \Delta H.$$



тогда  $t = t_2 + t_2' - t_1$

или же уравнения движения последнего камня  
можно записать в общей форме:  $H = vt_2 - \frac{gt_2^2}{2}$ , где  $t_2$  -  
время падения последнего камня.

$$gt_2^2 - 2vt_2 + 2H = 0.$$

$$D = 4v^2 - 8gH > 0.$$

$$t_2 = \frac{2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$$

Из уравнения (1)

$$vt_1 + \frac{gt_1^2}{2} = H$$

$$gt_1^2 + 2vt_1 - 2H = 0.$$

$$D = 4v^2 - 8gH > 0.$$

$$t_1 = \frac{-2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$$

$$t_1 + t_2 = t$$

$$\frac{-2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g} + \frac{2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g} = t.$$

$$\sqrt{4v^2 - 8gH} + \sqrt{4v^2 - 8gH} = 2gt$$

$$4v^2 - 8gH + 4v^2 - 8gH + 2\sqrt{(4v^2 - 8gH)(4v^2 - 8gH)} = 4g^2t^2$$

$$\sqrt{16v^2 - 64g^2H^2} = 2g^2t^2 - 4v^2$$

$$16v^4 - 64g^2H^2v^2 = 4g^4t^4 + 16v^4 - 16g^2v^2t^2$$

$$64g^2H^2v^2 = 16g^2t^2v^2 - 4g^4t^4$$

$$H^2 = \frac{g^2t^2v^2}{4g^2} - \frac{g^4t^4}{16g^2}$$

$$H = \sqrt{\frac{g^2t^2v^2}{4g^2} - \frac{g^4t^4}{16g^2}} = \sqrt{\frac{25 \frac{m^2}{c^2} \cdot 100 \frac{m^2}{c^2} \cdot 3600 \frac{m^2}{c^2}}{100 \frac{m^2}{c^2}} - \frac{10000 \frac{m^2}{c^2} \cdot 25}{16 \frac{m^2}{c^2}} \cdot \frac{25}{10000 \frac{m^2}{c^2}}}$$

$$= \sqrt{90000 \frac{m^2}{c^2} - 62500 \frac{m^2}{c^2}} = 50 \sqrt{11} \text{ м.}$$

Во втором вопросе задать нам необходимо найти  $t_1$  - время

падения первого камня.  $t_1 = \frac{-2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$

$$t_1 = \frac{-120 \frac{m}{c} + \sqrt{4 \cdot 100 \frac{m^2}{c^2} - 8 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 50 \sqrt{11} \frac{m}{c}}}{20 \frac{m}{c^2}}$$

$$\text{Ответ: } 50 \sqrt{11} \text{ м; } \frac{\sqrt{40000 \frac{m^2}{c^2} - 40000 \sqrt{11} \frac{m^2}{c^2}} - 120 \frac{m}{c}}{20 \frac{m}{c^2}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2

Даны  
 $\cos \alpha = 0,6$   
 $H = 0,2 \text{ м}$   
 $M = 2m$   
 $M' = m$   
 $v_0, v = ?$

Решение



I) Распишем закон сохранения импульса и закон сохранения энергии на ось Ox.

$$m v_0 \cos \alpha = (M + m) v. \quad - \text{ЗСИ.}$$

Кин. будет складываться вместе с шайбой.

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = m g H + (M + m) \frac{v^2}{2}$$

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

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + (2m + m) \frac{m^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{(2m + m)^2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m^3 v_0^2 \cos^2 \alpha}{3}$$

$$\frac{3 v_0^2}{2} - 2 v_0^2 \cos^2 \alpha = g H.$$

$$v_0^2 = \frac{g H}{3 - 2 \cos^2 \alpha}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{g H}{3 - 2 \cos^2 \alpha}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ м}}{3 - 2 \cdot 0,36}} = \sqrt{\frac{2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,28}} = \frac{10}{\sqrt{14}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

II) Также же запишем ЗСЭ — ЗСЭ.

$$m g H = (M + m) \frac{v^2}{2}$$

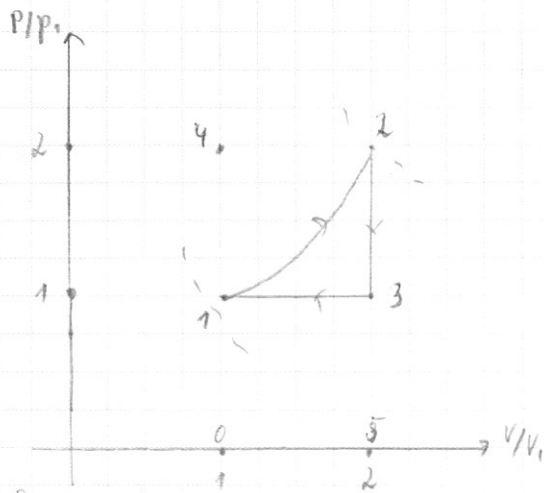
$$m g H = 2m \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{g H} = \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{10}{\sqrt{14}} \frac{\text{м}}{\text{с}}; \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Задача 4.

Задача



$D = 1 \text{ мм}; i = 3.$

$Q_{1 \rightarrow 2} = ?$

$A_{1 \rightarrow 2} = ?$

$\eta = ?$

Решение

1) Расширение — увеличение объема при этом  
на графике 1-2.

$$\vec{Q}_{1 \rightarrow 2} = A_{1 \rightarrow 2} + \Delta U_{1 \rightarrow 2}$$

$A_{1 \rightarrow 2} = A_{4052} - A_{412}$  — площадь участка под кривой 1-2.

$$A_{4052} = 2p_1 \cdot (2V_1 - V_1) = 2p_1 V_1$$

$$A_{412} = \frac{\pi \cdot p_1 \cdot V_1}{4} \text{ — площадь окружности } (p_1 = V_1 = R)$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = 2p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4} = p_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = \frac{5}{2} D \rho p_1 \cdot (2V_1 - p_1 \cdot V_1) = \frac{9}{2} p_1 V_1$$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = p_1 V_1 \left(6,5 - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = A_{0125}$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = A_{1 \rightarrow 2} = A_{0135}$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = p_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right) \rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\eta = \frac{A_{1 \rightarrow 2}}{Q_{1 \rightarrow 2}}$$

$Q^+$  — участок между двумя изоботами

$$\vec{Q}^+ = Q_{1 \rightarrow 2}$$

$$\eta = \frac{p_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)}{p_1 V_1 \left(6,5 - \frac{\pi}{4}\right)} = \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4}}$$

Ответ:  $p_1 V_1 \left(6,5 - \frac{\pi}{4}\right); p_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right); \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4}}$

Задача 1. продолжение 1

Скорость первой гранью камня направлена вниз  $\vec{v}$  он упадет первым.

тогда  $H = v t_1 + g t_1^2 / 2$ ,  $t_1$  — время падения первой грани.

Скорость второй гранью камня направлена вверх  $\vec{v}$  он еще поднимется на какую-то высоту, а затем упадет  $t_2$  — время падения второй грани.

$$H = v t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = v t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

и по условию  $t_1 + t_2 = T$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1 продолжение 2.

$$v(t_2 - t_1) = \frac{g}{2}(t_1^2 + t_2^2)$$

$$t_1 = T - t_2$$

$$v(t_2 - T + t_2) = \frac{g}{2}(T^2 + t_2^2 + t_2^2 - 2Tt_2)$$

$$2vt_2 - vT = \frac{g}{2}T^2 + gt_2^2 - gTt_2$$

$$gt_2^2 + t_2(gT + 2v) + (\frac{g}{2}T^2 + vT) = 0$$

$$D = g^2T^2 + 4v^2 + 4vgT - 2g^2T^2 - 4vgT = 0$$

$$D = 4v^2 - 2g^2T^2 - g^2T^2$$

$$t_2 = \frac{-gT + 2v \pm \sqrt{4v^2 - 2g^2T^2 + g^2T^2}}{2g} = \frac{-100 \mp 120 \pm \sqrt{14400 - 20000 + 10000}}{2 \cdot 10} = \frac{-20 \pm 20\sqrt{11}}{20} = -1 \pm \sqrt{11} \text{ с}$$

$$t_1 = 10 - (-1 \pm \sqrt{11}), \text{ при } t_2 = 11 + \sqrt{11} \quad t_1 < 0 \Rightarrow t_2 \neq (11 + \sqrt{11}) \text{ с} \quad t_2 = (11 - \sqrt{11}) \text{ с}$$

$$t_{\text{п}} = (10 - 11 + \sqrt{11}) \text{ с} = (\sqrt{11} - 1) \text{ с}$$

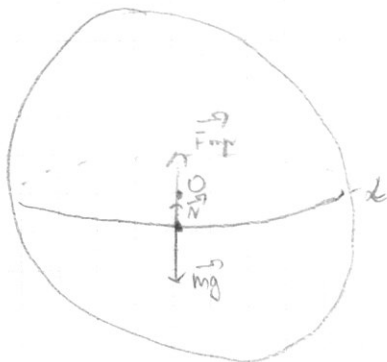
Ответ по вопросу задачи —  $t_2 = (11 - \sqrt{11}) \text{ с}$  — время, за которое упадут все камни.

$$H = 60 \cdot (\sqrt{11} - 1) \text{ м} + \frac{10}{2} \cdot (11 - 2\sqrt{11}) \text{ м} = (60\sqrt{11} - 60 + 60 - 10\sqrt{11}) \text{ м} = 50\sqrt{11} \text{ м}$$

Ответ:  $50\sqrt{11} \text{ м}; (\sqrt{11} - 1) \text{ с}$

Задача 3.

Дано:	Решение
1)	
$N = 2mg$	
а-)	
2) $\alpha = 45^\circ$	
$\mu = 0,8$	
$R = 1 \text{ м}$	
$v_{\text{min}} = ?$	



1) Движение автомобиля происходит по окружности  $\alpha$ .

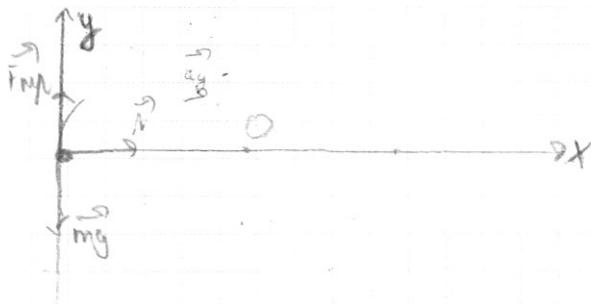
Разпишем силы, действующие на тело:

II закон Ньютона

$$\vec{m}\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}_y$$

где  $\vec{m}\vec{g}$  направлена вертикально вниз,  $\vec{F}_{\text{тр}}$  — вертикально вверх, а  $\vec{N}$  — к центру окружности  $\alpha$ .





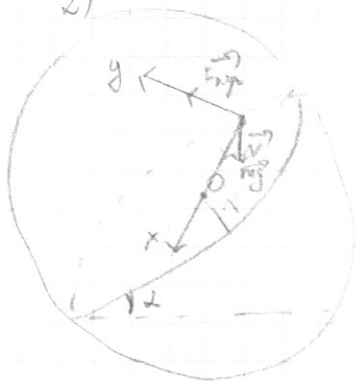
Рассмотрим авто, действующие на ось X:

$N = ma_y$ , по условию,  $N = 2mg$ , тогда

$$2mg = ma_y$$

$$a_y = 2g = 20 \frac{м}{с^2}$$

2)



На тело по-прежнему, действуют

3 силы:  $F_{up}$ ,  $mg$  и  $N$ .

II з-н Ньютона

$$\vec{F}_{up} + \vec{mg} + \vec{N} = \vec{ma}_y$$

$\vec{N}$  по-прежнему, действует (направлена)

к центру тела,  $\vec{mg}$  - вертикально

вниз, а вот  $\vec{F}_{up}$  теперь не параллельна

ни  $\vec{mg}$ , она перпендикулярна  $\vec{N}$ .

тогда! Ох:  $N + mg \cos \alpha = ma_y$

$$O_y: F_{up} = mg \sin \alpha$$

$$N = \frac{mg \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{g \sin \alpha}{v} + g \cos \alpha = \frac{v_{min}^2}{R}$$

$$\Rightarrow v_{min} = \sqrt{gR \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{v}}$$

$$v_{min} = \sqrt{10 \frac{м}{с^2} \sin \left( \frac{\sqrt{2} + \sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{1,6} \right)} =$$

$$= \sqrt{10 \frac{м^2}{с^2} - \frac{1,2 \sqrt{2}}{1,6}} = \sqrt{\frac{4,5 \sqrt{2}}{4} \frac{м^2}{с^2}} = 1,5 \sqrt{5 \sqrt{2}} \frac{м}{с}$$

$$\approx 6,5 \sqrt{7} \frac{м}{с}$$

Ответ:  $2g$ ;  $1,5 \sqrt{7} \frac{м}{с}$ .

Задача 5.

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

1)  
Дано

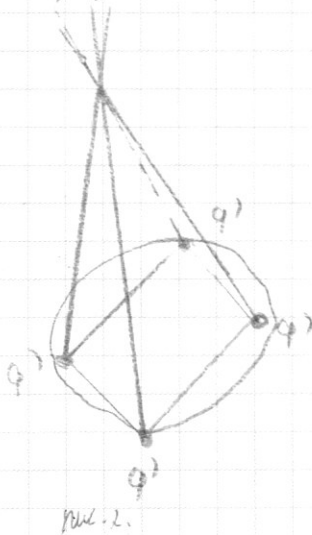
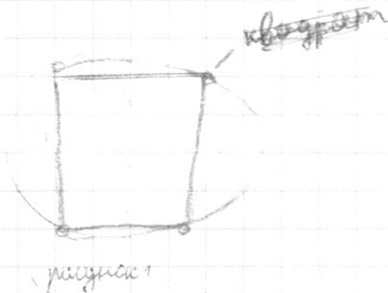
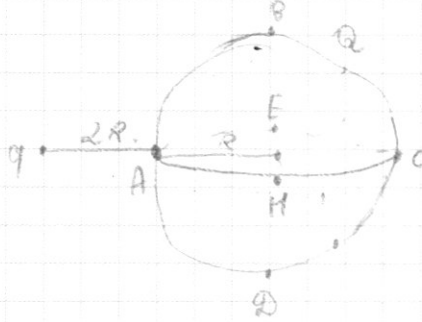
$Q > 0$

$q > 0$

$R, 3R$

$F_1 = ?$

Решение



П.к. сфера заряжена равномерно, то  
введём величину  $\sigma$  — ~~плотность~~ ~~плотность~~ ~~плотность~~  
плотность заряда на сфере.

~~$\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$~~

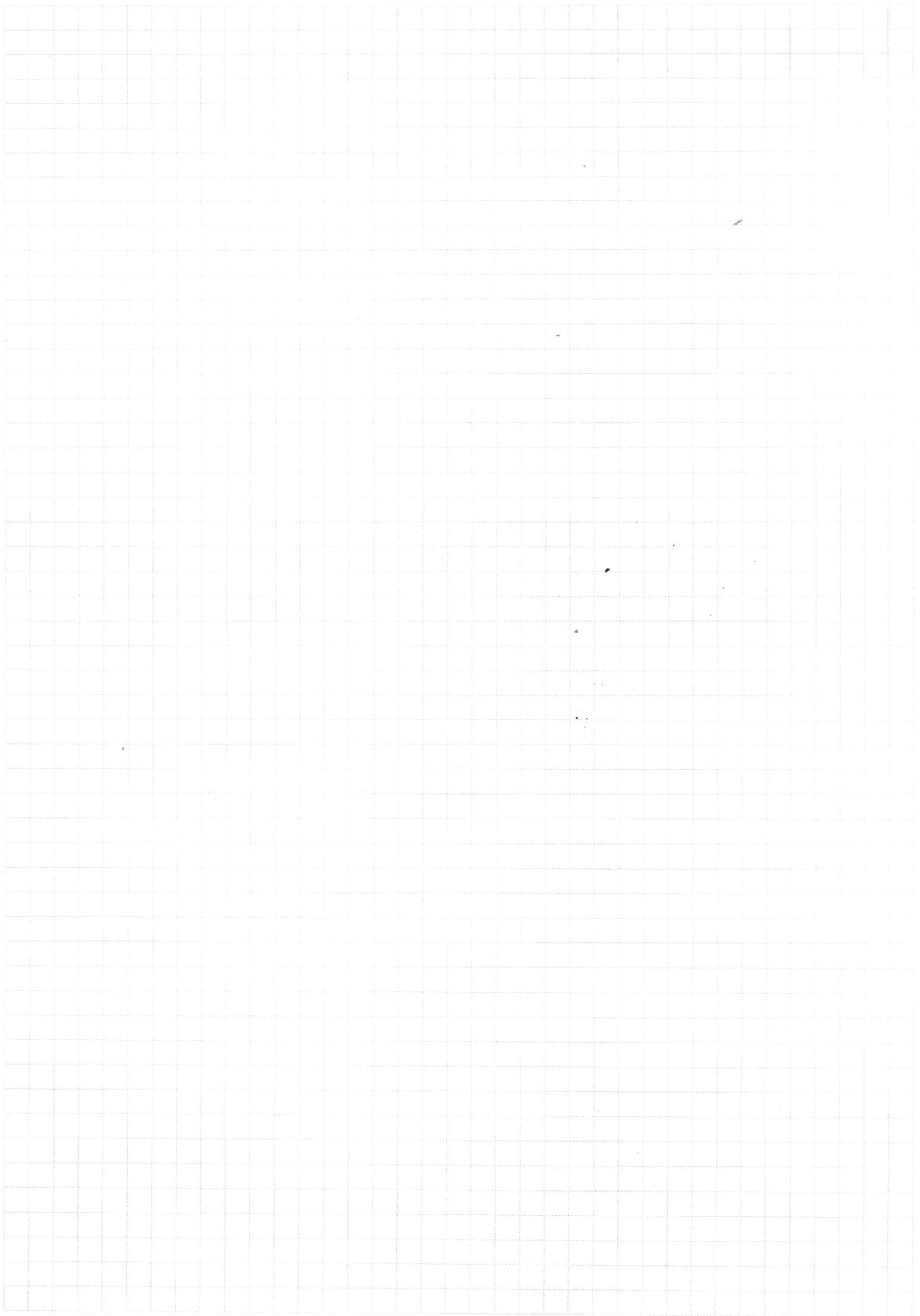
Рассмотрим <sup>идеальный</sup> заряд на сфере и симметричные  
ему относительно плоскостей  $AEC$ ,  
 $ABD$ , и симметричные ~~плоскости~~  $AC$  ~~плоскости~~  
рис. 1)

т.к. и сфера, и заряд заряжены ~~равно-~~  
плотно, то они будут отталкиваться  
(составляющие зарядов)  $\vec{F}_1$  — сила отталкивания.

Тогда взаимодействие этих ~~четырёх~~  
зарядов можно представить, как, рис. 2.

Тогда сила <sup>каждого из</sup> взаимодействия этой четверки  $q'$   
с  $q$  равна.

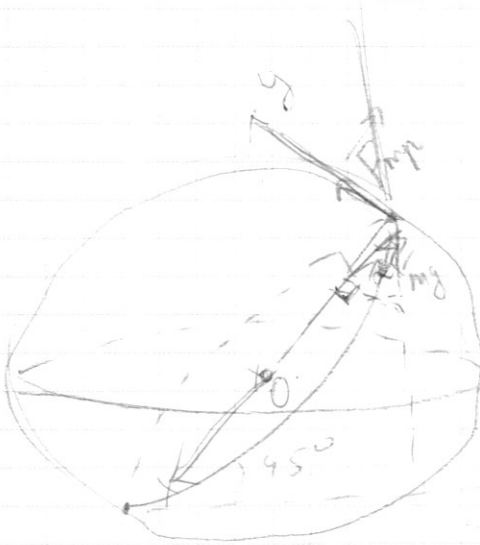
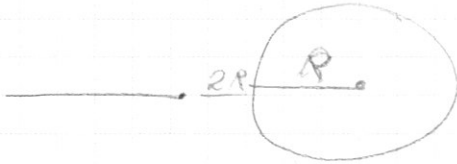
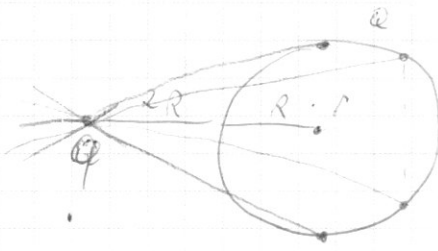
$\vec{F}_1$  мы можем разложить ~~по~~ ~~по~~ ~~по~~  
суперпозиции, в каждой окружности ~~разложить~~  
результативную силу и ~~найти~~.



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

5)



$$N \cos \alpha + mg = \frac{mv^2}{R}$$

$$mg = \mu N \sin \alpha$$

$$\mu N \cos \alpha + N = m \frac{v^2}{R}$$

$$N = \frac{mg}{\mu \sin \alpha}$$

$$\frac{mg}{\mu} + \frac{mg}{\mu \sin \alpha} = m \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{gR \left( 1 + \frac{1}{\mu \sin \alpha} \right)} = \sqrt{10 \left( 1 + \frac{1}{0.8 \sqrt{2}} \right)}$$

$$= \sqrt{10 \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{0.8} \right)}$$

$$= \sqrt{10 \left( \frac{0.8 + \sqrt{2}}{0.8} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{25}{2} (0.8 + \sqrt{2})}$$

$$= \sqrt{\frac{5}{2} (4 + 5\sqrt{2})} = \sqrt{\frac{5}{4} (8 + 10\sqrt{2})}$$

$$N + mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

$$\mu N = mg \sin \alpha$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{\mu} + mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{gR \left( \frac{\sin \alpha}{\mu} + \cos \alpha \right)}$$

$$= \sqrt{10 \frac{4^2}{4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (1 + 1.25)}$$

$$= \sqrt{\frac{45 \sqrt{2}}{4}} = \frac{3}{2} \sqrt{5 \sqrt{2}}$$

3)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t_{no} - t_{ne} = 10.$$

$$60 t_{ne} + 5 t_{ne}^2 = H.$$

$$60 t_{no} - 5 t_{no}^2 = H.$$

$$v t_1 + \frac{g}{2} t_1^2 = H.$$

$$v t_2 - \frac{g}{2} t_2^2 = H.$$

$$t_2 - t_1 = 10.$$

$$v t_1 + \frac{g}{2} t_1^2 = v t_2 - \frac{g}{2} t_2^2$$

$$v(t_2 - t_1) = \frac{g}{2}(t_1^2 + t_2^2).$$

$$v \bar{v} = \frac{g}{2} ($$

$$t_2 = t_1 + 10$$

$$v \bar{v} = \frac{g}{2} (t_1^2 + t_1^2 + 2 t_1 \bar{v} + \bar{v}^2)$$

$$g t_1^2 + g t_1 \bar{v} + (g \frac{\bar{v}^2}{2} - v \bar{v}) = 0.$$

$$D = g^2 \bar{v}^2 - 4g(\frac{g \bar{v}^2}{2} - v \bar{v})$$

$$D = g^2 \bar{v}^2 - 2g^2 \bar{v}^2 + 4g v \bar{v} > 0.$$

$$D = 4g v \bar{v} + g^2 \bar{v}^2 = 24000 - 10000 = 14000 > 0.$$

$$\bar{v}_1 = \frac{-g \bar{v} + \sqrt{D}}{2g}$$

$$= \frac{-10 \cdot 10 + \sqrt{14000}}{20}$$

$$= -5 + \sqrt{35}.$$

$$60(t_{ne} - t) + 60 t_{ne} + 5 t_{ne}^2 = 60 t_{no} - 5 t_{no}^2.$$

$$60(t_{no} - t_{ne}) = 5(t_{ne}^2 + t_{no}^2).$$

$$12(t_{no} - t_{ne}) = (t_{ne} + t_{no})^2.$$

$$120 = (t_{ne} + t_{no})^2.$$

$$t_{no} + t_{ne} = 2\sqrt{30}.$$

$$t_{no} - t_{ne} = 10$$

$$t_{no} = \frac{10 + 2\sqrt{30}}{2}$$

$$t_{no} = 5 + \sqrt{30}.$$

$$H = 300 + 60\sqrt{30} - 5(25 + 30 + 10\sqrt{30}) =$$

$$= 300 + 60\sqrt{30} - 275 - 50\sqrt{30} =$$

$$= 25 + 10\sqrt{30}.$$

$$12 \cdot 10 = (t_{ne} + t_{no})^2 = t_{ne}^2 + t_{no}^2.$$

$$120 = t_{ne}^2 + t_{no}^2 + 100 + 20 t_{ne}$$

$$t_{no} = t_{ne} + 10.$$

$$2 t_{ne}^2 + 20 t_{ne} - 20 = 0.$$

$$t_{ne}^2 + 10 t_{ne} - 10 = 0.$$

$$D = 140 > 0.$$

$$t_{ne} = \frac{-10 \pm \sqrt{140}}{2} = -5 + \sqrt{35}.$$

$$t_{no} = 5 + \sqrt{35}.$$

$$H = 300 + 60\sqrt{35} - 5(60 + 10\sqrt{35}) =$$

$$= 10\sqrt{35} \text{ м.}$$

$$\frac{14000}{1400}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)  $v_{0y}$  - наче скорость =  $60 \frac{м}{с}$

$$T = \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = gT = 30 \frac{м}{с}$$

~~$t_{max} = 100$~~   ~~$t_{max} = 100$~~

$$H = v_0 T - \frac{gT^2}{2} = 90 \cdot 10 - 45 \cdot 10 = 45 \text{ м}$$

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

~~$H = 60 \cdot 10 - 5 \cdot 100 = 100 \text{ м}$~~

~~$360 = 60 \cdot 6 - 10 \cdot 18 = 180 \quad 60t + 10t^2 = 45$~~

~~$(180 + H) \cdot 2 = g \cdot 16$~~

~~$2t^2 + 12t - 9 = 0$~~

~~$36 + 0,2H = 16$~~

~~$0,2H = 20$~~

~~$H = 100 \text{ м}$~~

~~$D = 144 + 72 = 216 > 0$~~

~~$t = \frac{-12 \pm \sqrt{216}}{4} = \frac{-12 \pm 6\sqrt{6}}{4}$~~

~~$= \frac{-6 \pm 3\sqrt{6}}{2}$~~

2)  $t$  - первая на земле

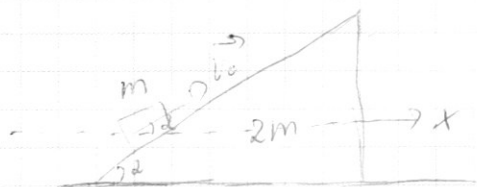
$$60 \cdot t + 5t^2 = 100$$

$$t^2 + 12t - 20 = 0$$

$$D = 224 > 0$$

$$t = \frac{-12 \pm \sqrt{224}}{2} = -6 + 2\sqrt{14}$$

2)



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

$$\textcircled{2} \quad mgh = (M+m) \frac{v^2}{2}$$

$$mgh = m v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{gh} = \sqrt{2} \frac{м}{с}$$

$$v_1^2 + g/2 \cdot \bar{t}_1^2 = g/2 \cdot \bar{t}_2^2 - 3H$$

$$\frac{g}{2} (\bar{t}_2^2 - \bar{t}_1^2) = 3H + v_1^2$$

$$\bar{t}_2^2 = \bar{t}_1^2 + 36$$

$$\bar{t}_1^2 =$$

$$\bar{t}_2^2 = \bar{t}_1^2$$

$$\bar{t}_2^2 - \bar{t}_1^2 = 9$$

$$\bar{t}_2^2 = \frac{2H + 36}{g}$$

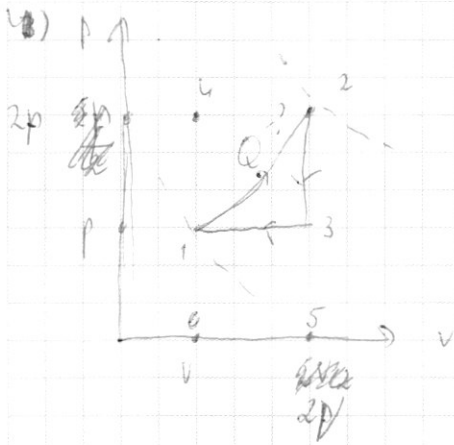
$$\bar{t}_2^2 = \frac{2H + 2v_1^2}{g} = \frac{2H + v_1^2}{g}$$

$$40 = \sqrt{1400 - 36H} - 20 \sqrt{0,2H + 3,6}$$

$$2 = \frac{\sqrt{1400 - 36H}}{20} - \frac{2000,2H + 3,6}{20}$$

$$\frac{2H + v_1^2}{g} + \frac{2v_1 - \sqrt{4v_1^2 - 3917}}{1g} = 40$$

$$\frac{2H + 360}{10} + \frac{120 - \sqrt{14000 - 36H}}{20} = 40$$



$$Q_{12} = A_{12} + W_{12}$$

$$A_{12} = A_{0425} - A_{142} = 2p \cdot V - \pi \cdot p \cdot V_4 \cdot \frac{1}{4} = pV(2 - \frac{\pi}{4})$$

$$\Delta W_{12} = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot (4pV - 2pV) = 4,5pV$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta W_{12} = pV(6,5 - \frac{\pi}{4})$$

$$A_{41} = A_{12} - A_{0435} = pV(2 - \frac{\pi}{4}) - pV = pV(1 - \frac{\pi}{4})$$

$$Q^+ = Q_{12} = pV(6,5 - \frac{\pi}{4})$$

$$\eta = \frac{A_{41}}{Q^+} = \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4}}$$

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

$$g\sqrt{L}^2 - 2v\sqrt{L} + 2H = 0$$

$$\sqrt{L} = \frac{2v \pm \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$$

$$\sqrt{L} = \frac{2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$$

$$\sqrt{L} = \frac{2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$$

$$\sqrt{L} = \frac{2v + \sqrt{4v^2 - 8gH}}{2g}$$

$$\sqrt{L}_1 + \sqrt{L}_2 = 10$$

$$\frac{4v^2 - 8gH}{g} = 10$$

$$4v^2 - 8gH = 100g$$

$$14400 - 80H = 10000$$

$$4400 = 80H$$

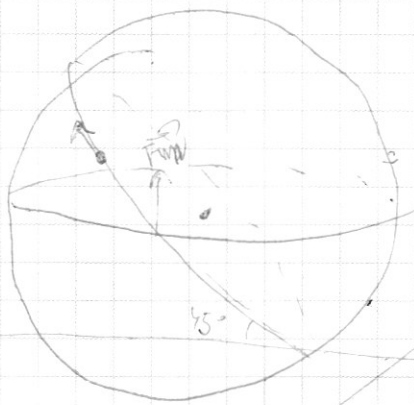
$$H = 55 \text{ m}$$

$$235$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 100 \cdot 16000 \\ \hline 1600000 \end{array} = 67500$$

$$\frac{100 \cdot 3600}{4} = 90000$$

3)



$$N = 2mg$$

$$N = m \frac{v^2}{R}$$

$$2mg = ma$$

$$a = 2g$$

$$N = ma$$

$$2mg = m \cdot a$$

$$2g = a$$

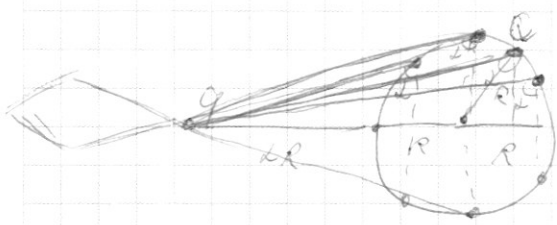
$$a = \frac{g}{\mu}$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{g}{\mu}$$

$$v = \sqrt{\frac{gR}{\mu}}$$

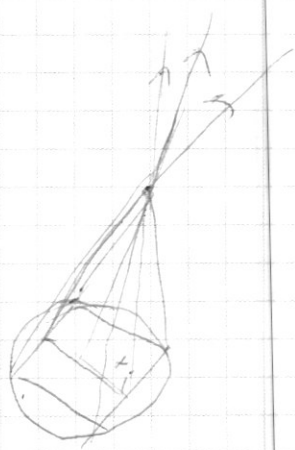
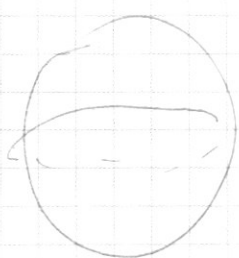
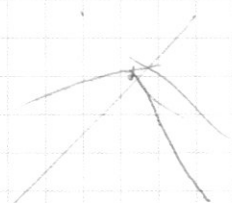
ШИФР (заполняется секретарём)
----------------------------------

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



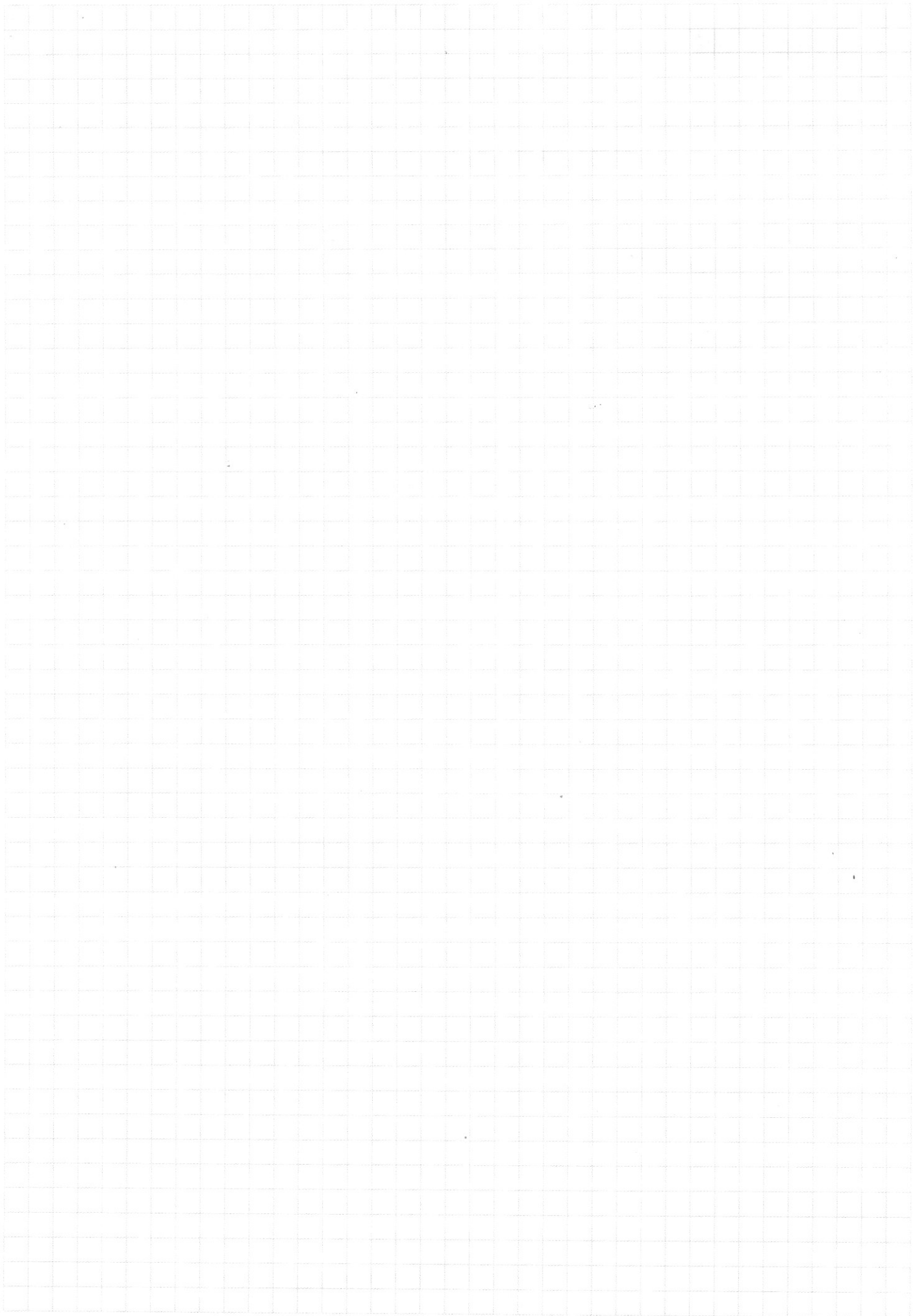
~~с = \frac{q}{4\pi R^2}~~      $\lambda = \frac{q}{2\pi R}$

о



$y = F \cos \alpha$





черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)