

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарем)

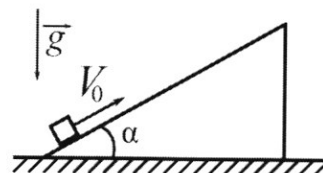
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0 = 2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,9$.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

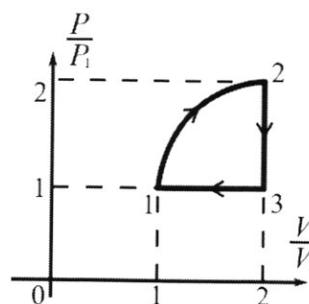
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .

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

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

Универсальная газовая постоянная R .



5. Заряд $Q > 0$ однородно распределен по сфере радиуса R . В первом опыте на расстоянии $2R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом $q > 0$.

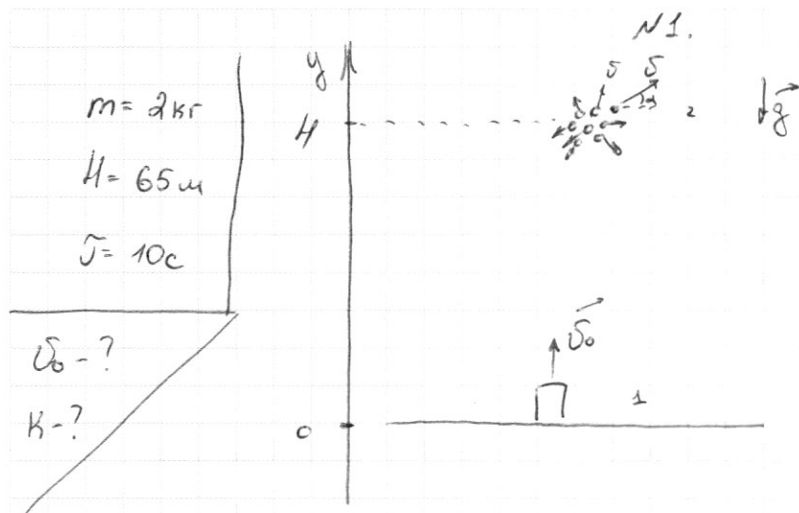
1) Найдите силу F_1 , действующую на заряженный шарик.

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 $2R$ от центра.

2) Найдите силу F_2 , с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

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

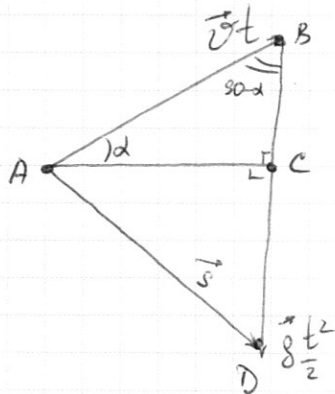
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Закон сохранения энергии для всего фейерверка, связывающий моменты 1 и 2.

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H; \quad v_0 = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = 10 \sqrt{13} \approx 36 \text{ м/с}$$

2) Рассмотрим осколок, который вылетел со скоростью v под углом α к горизонту. Изобразим траекторию перемещения при движении осколка до падения на землю: $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2}$



~~BC~~ - высота CD - высота H

$$BC = v t \sin \alpha \Rightarrow H = BD - BC = \frac{g t^2}{2} - v t \sin \alpha \Rightarrow (1)$$

$$\Rightarrow t = \frac{v \sin \alpha + \sqrt{v^2 \sin^2 \alpha + 2 g H}}{g}$$

Из условия задачи и полученной формулы видно, что если $\sin \alpha$ максимален, то есть равен 1, то

$t = T$. Перезапишем уравнение 1:

$$H = \frac{g T^2}{2} - v T \sin \alpha \Rightarrow v = \frac{g T}{2 \sin \alpha} - \frac{H}{T \sin \alpha}; \quad v = \frac{g T}{2} - \frac{H}{T} \quad (2)$$

Тогда $K = \frac{m v^2}{2}$. Подставим v из уравнения 2 и получим:

$$K = \frac{m}{2} \left(\frac{g T}{2} - \frac{H}{T} \right)^2 = \frac{2}{2} \cdot \left(\frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{65}{10} \right)^2 = 43,5^2 \approx 19 \text{ кДж}$$

Ответ: $v_0 \approx 36 \text{ м/с}; K \approx 19 \text{ кДж}$.

№2.

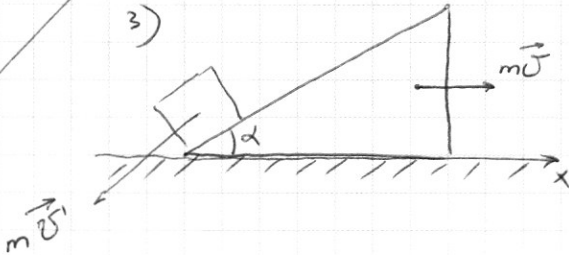
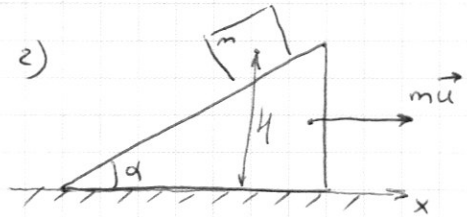
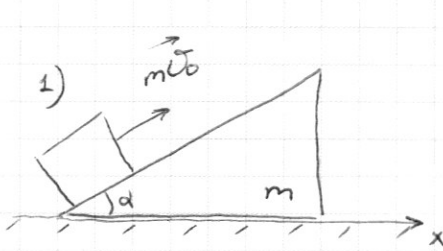
$$\alpha = 30^\circ$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

H-?

v-?



① Так как внешних сил нет, то справедлив закон сохранения импульса. Запишем его, связывая ситуации 1 и 2 в проекции на ось X:

$$m v_0 \cos \alpha = m u; \quad u = v_0 \cos \alpha = \sqrt{3} \text{ м/с} \quad (1)$$

② Закон сохранения энергии, связывающий 1 и 2 ситуации:

$$m \frac{v_0^2}{2} = m g H + \frac{m u^2}{2}; \quad 2 g H = v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha; \quad H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} =$$

$$= \frac{4 \cdot \frac{1}{4}}{20} = 0,05 \text{ м}$$

③ ЗСЧ для ситуаций 2 и 3:

$$m u = m v' - m v_0' \cos \alpha; \quad u = v' - v_0' \cos \alpha \quad (2)$$

④ ЗСЭ для ситуаций 2 и 3: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v'^2}{2} + \frac{m v_0'^2}{2}; \quad v_0^2 = v'^2 + v_0'^2 \Rightarrow$

$\rightarrow v_0'^2 = v_0^2 - v'^2$. Подставим полученное значение v_0' в (2):

$$u^2 = v_0^2 - v'^2 \Rightarrow (v_0^2 - v'^2) \cos^2 \alpha = v'^2 + u^2 - 2 u v'; \quad v_0^2 + v_0'^2 - 2 v_0 v_0' \cos \alpha = v'^2 + u^2 - 2 u v';$$

$$\frac{4}{4} v_0^2 - 2 \sqrt{3} v_0 v' = 0; \quad v' = \frac{4 \cdot 2 \sqrt{3}}{2} \text{ м/с} \approx 1,94 \text{ м/с}$$

Ответ: $H = 0,05 \text{ м}; \quad v' \approx 1,94 \text{ м/с}.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

$\mu = 0,9$
 $R = 1,2 \text{ м}$
 $v_0 = 97 \text{ м/с}$
 $m = 0,4 \text{ кг}$
 $\alpha = \frac{\pi}{6}$

$\rho = ?$
 $v_{\min} = ?$

№3.

Рассставим силы в ИСО машинки, без сдвига.

① I-ый закон Ньютона в проекции на ось x :

$$N + mg \sin \alpha = \frac{m v_{\min}^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{m v_{\min}^2}{R} - mg \sin \alpha$$

② $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu m \left(\frac{v_{\min}^2}{R} - g \sin \alpha \right)$

③ II-ой закон Ньютона в проекции на ось y : $F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha$;

$$\mu m \left(\frac{v_{\min}^2}{R} - g \sin \alpha \right) = mg \cos \alpha; \quad \frac{v_{\min}^2}{R} - g \sin \alpha = \frac{g \cos \alpha}{\mu}; \quad v_{\min}^2 = \frac{gR(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{\mu}$$

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{gR(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{\mu}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1,2 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{9}{10} \right)}{0,9}} \approx 4,2 \text{ м/с}$$

2)

Рассставим силы в ИСО машинки

① II закон Ньютона в проекции на ось z : $N = \frac{m v_0^2}{R}$

② II закон Ньютона в проекции на ось h :

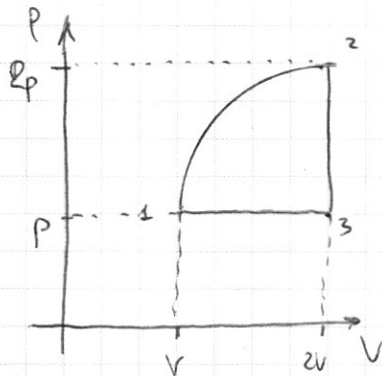
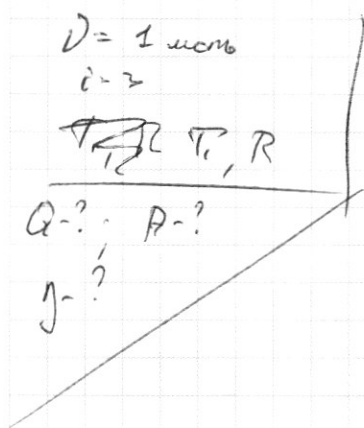
$$F_{\text{тр}} = mg \quad (1)$$

③ ~~$F_{\text{тр}} = \mu N = \frac{\mu m v_0^2}{R}$ Рассставим в ИСО~~

③ по III закону Ньютона $P = Q$, где Q - полная реакция опоры, то есть $P = \sqrt{N^2 + F_{TP}^2} = \sqrt{\left(\frac{mv^2}{R}\right)^2 + (mg)^2}$; $P = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$
 $= 0,4 \cdot \sqrt{\frac{3,7^4}{1,2^2} + 100} \approx 6,1 \text{ Н}$

Ответ: $P \approx 6,1 \text{ Н}$; $v_{\min} \approx 4,2 \text{ м/с}$.

м.



① $Q = \Delta U + A_T$ (1)

1. $\Delta U = \frac{i}{2} \Delta R \Delta T = \frac{i}{2} \Delta R (T_2 - T_1)$

2. $\frac{pV}{T_1} = \frac{4pV}{T_2} \Rightarrow T_2 = 4T_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta T = 3T_1 \Rightarrow \Delta U = \frac{i}{2} \Delta R \cdot 3T_1 = \frac{3}{2} R T_1$

3. A_T - площадь под дугой полна

$A_T = pV + \frac{1}{4} \pi pV = pV \left(1 + \frac{\pi}{4}\right)$

4. Закон Менделеева-Клапейрона для 1-го состояния

$pV = \Delta R T_1 \Rightarrow A_T = \Delta R T_1 \left(1 + \frac{\pi}{4}\right)$

Подставим все в (1): $Q = R T_1 \left(\frac{3}{2} + 1 + \frac{\pi}{4}\right) = R T_1 \frac{\pi + 22}{4} \approx 6,3 R T_1$

② A - площадь сектора окружности

$A = pV \cdot \frac{\pi}{4} = \Delta R T_1 \cdot \frac{\pi}{4} = 0,8 R T_1$

③ $|Q_{2-3}| = \Delta U = \frac{i}{2} \Delta R |(T_3 - T_2)| = \frac{i}{2} \Delta R \cdot 2T_1 = 3 R T_1$

1. $\Delta R \frac{4pV}{T_2} = \frac{2pV}{T_3} \Rightarrow T_2 = 2T_3 = 4T_1$

④ $|Q_{3-1}| = \Delta U + A = \frac{i}{2} \Delta R \cdot |T_1 - T_3| + pV = \frac{3}{2} R T_1 + R T_1 = \frac{5}{2} R T_1$

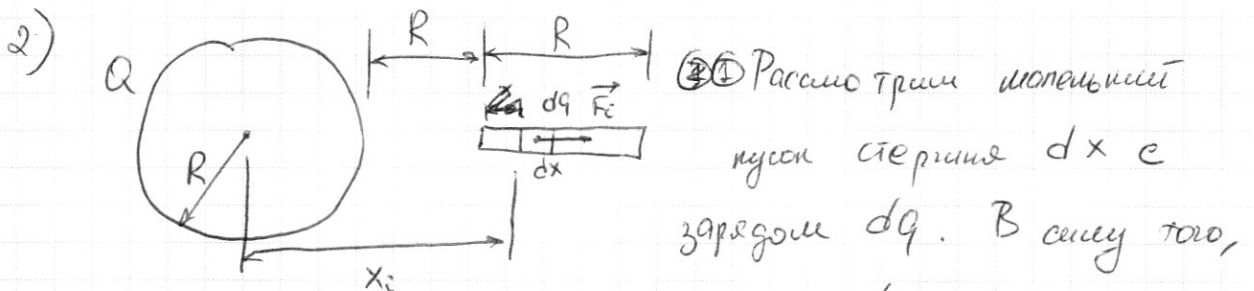
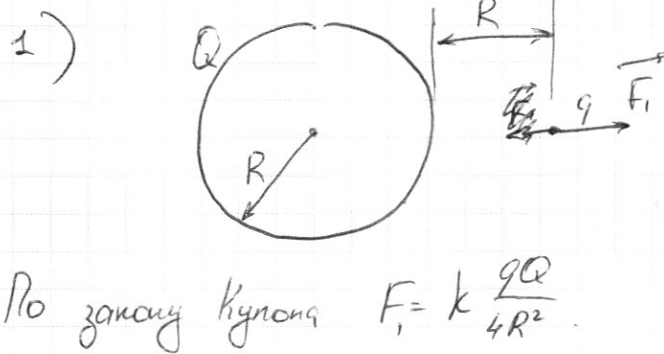
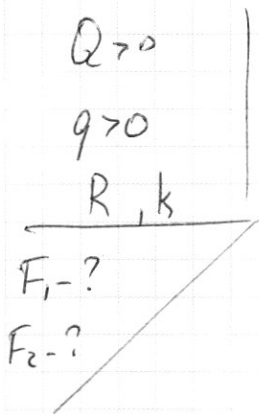
⑤ $Q = 1 - \frac{Q_{2-3}}{Q_{3-1}} = 1 - \frac{3}{5} = \frac{2}{5} = 0,4$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\textcircled{5} \quad \eta = 1 - \frac{k_{2-1} + |k_{3-1}|}{Q} = 1 - \frac{3RT_1 + 2,5RT_1}{6,3RT_1} \approx 0,13$$

Ответ: $Q = 6,3RT_1$; $A = 0,8RT_1$; $\eta \approx 0,13$.

vs.

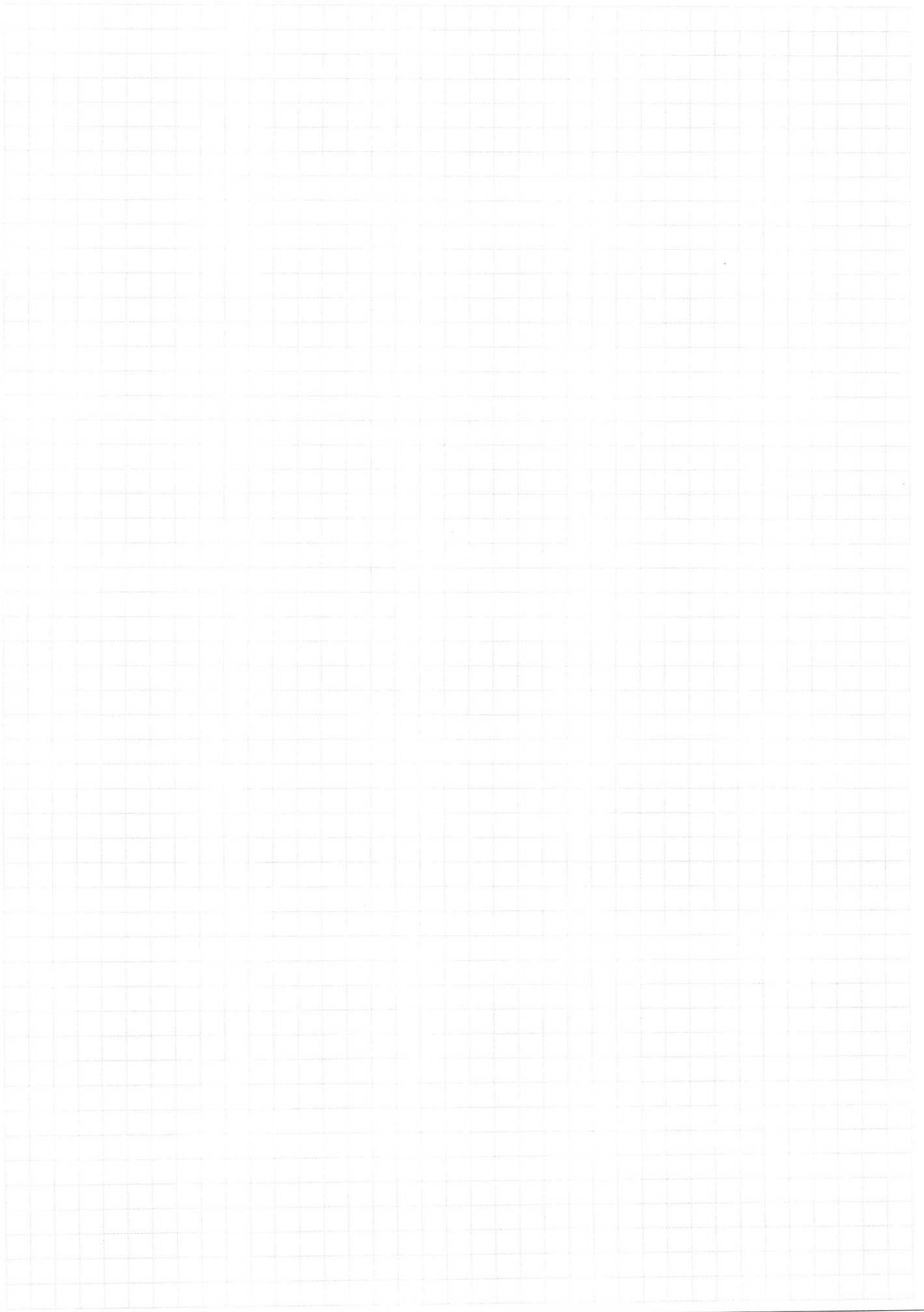


что стержень заряжен равномерно, то $dq = q \frac{dx}{R}$ (1)

$$\textcircled{2} \quad F_c = k \frac{dq \cdot Q}{x_c^2} \Rightarrow F_2 = \int_{2R}^{3R} \frac{kQdq}{x^2} = \int_{2R}^{3R} \frac{kQq}{x^2} \cdot \frac{dx}{R} = \frac{kQq}{R} \int_{2R}^{3R} \frac{dx}{x^2} =$$

$$= \frac{kQq}{R} \left(-\frac{1}{x} \Big|_{2R}^{3R} \right) = \frac{Qq}{R} \left(-\frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} \right) = \frac{1}{6} \frac{kQq}{R^2}$$

Ответ: $F_1 = \frac{1}{4} \cdot k \frac{qQ}{R^2}$; $F_2 = \frac{1}{6} \cdot k \frac{qQ}{R^2}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$v) \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + m \frac{v^2}{2}; \quad v_0^2 = v^2 + v^2;$$

$$v_0^2 = v^2 + \frac{(v - v_{\text{min}})^2}{\cos^2 \alpha}; \quad v = \sqrt{v_0^2 - v^2} = \sqrt{4 - \frac{64}{49}}$$

$$m v_{\text{min}} = m v - m v' \cos \alpha; \quad m v_{\text{min}} = v - v' \cos \alpha;$$

$$v' \cos \alpha = v - v_{\text{min}}; \quad v'^2 \cos^2 \alpha = v^2 - 2 v v_{\text{min}} + v_{\text{min}}^2; \quad v_0^2 \cos^2 \alpha - v^2 \cos^2 \alpha = v^2 - 2 v v_{\text{min}} + v_{\text{min}}^2;$$

$$v^2 + v^2 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot \sqrt{3} v + 2 \cdot \sqrt{3} v = 0; \quad \frac{7}{4} v^2 - 2 \sqrt{3} v = 0; \quad \frac{7}{4} v = 2 \sqrt{3}; \quad v = \frac{8 \sqrt{3}}{7} \text{ м/с} \approx 2 \text{ м/с}$$

$$= \frac{8 \cdot 1,7}{7}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 3 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 192 \quad 149 \\ \times 147 \quad 83,9 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 8 \\ \hline 136 \end{array}$$

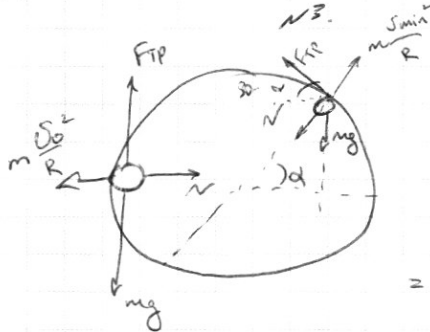
$$\begin{array}{r} 136 \quad 70 \\ - 70 \quad 1,94 \\ \hline 660 \\ - 630 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$v_0 = 3,7 \text{ м/с}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,9$$



$$N = \frac{m v_0^2}{R}; \quad F_{tr} = \mu m \frac{v_0^2}{R}$$

$$P = \sqrt{\frac{m^2 v_0^4}{R^2} + \mu^2 m^2 \frac{v_0^4}{R^2}} = \frac{m v_0^2}{R} \sqrt{1 + \mu^2}$$

$$= \frac{0,4 \cdot 3,7^2}{3} \sqrt{1 + \frac{81}{100}} = \frac{3,7^2}{3} \cdot 1,5$$

$$\begin{array}{r} 3,2 \\ \times 3,7 \\ \hline 259 \\ + 111 \\ \hline 13,69 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{181}{100}} = \frac{\sqrt{181}}{10}$$

$$13,69 \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 1369 \quad 200 \\ - 1200 \quad 4,563333 \\ \hline 1690 \\ - 1500 \\ \hline 1900 \\ - 1800 \\ \hline 1000 \\ - 900 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4563 \\ \times 13,5 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$14^2 = 196$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ + 119 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$13^2 = 169$$

$$17^2 = 289$$

$$\sqrt{\frac{10 \cdot 1,2 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{9}{10} \right)}{0,9}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 4}{3} \cdot \frac{10\sqrt{3} + 9}{20}} =$$

$$= \sqrt{\frac{20\sqrt{3} + 18}{3}} = \sqrt{\frac{20}{\sqrt{3}} + 6}$$

$$\sqrt{17,764} \approx 4,2$$

$$\begin{array}{r} 4,2 \\ \times 4,2 \\ \hline 84 \\ + 168 \\ \hline 17,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200 \quad 17 \\ - 17 \quad 10 \\ \hline 309 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200 \quad 17 \\ - 17 \quad 11,464 \\ \hline 30 \\ - 17 \\ \hline 130 \\ - 119 \\ \hline 110 \\ - 102 \\ \hline 80 \\ - 68 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\sqrt{m \frac{v_0^2}{R} + (mg)^2} =$$

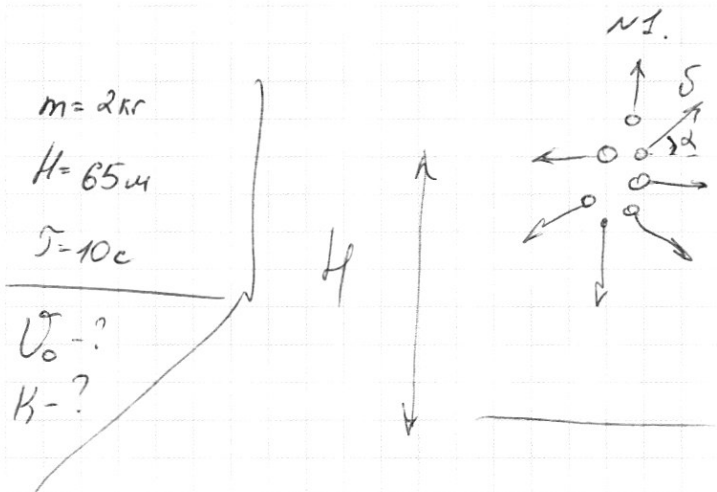
$$\sqrt{m \frac{v_0^2}{R^2} + g^2} =$$

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

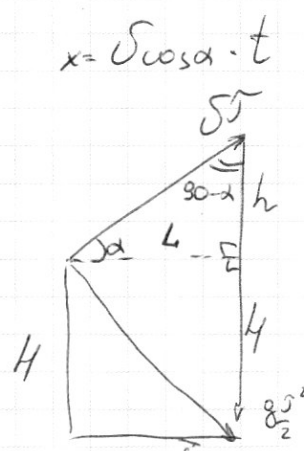
Страница № _____
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$J = \int_0^R dm x^2 = \int_0^R m \cdot \frac{3 \cdot 4\pi x^2 dx}{4\pi R^3} \cdot x^2 = \frac{3m}{R^3} \int_0^R x^4 dx = \frac{3m}{R^3} \cdot \frac{R^5}{5} = \frac{3}{5} m R^2$$



$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 36 \\ \hline 108 \\ \hline 1296 \end{array}$$



$$\begin{aligned}
 h &= S \sin \alpha \\
 H &= \frac{gS^2}{2} - h \\
 &= \frac{gS^2}{2} - S \sin \alpha \Rightarrow \\
 S \sin \alpha &= \frac{gS^2}{2} - H \Rightarrow \\
 S &= \frac{gS^2}{2 \sin \alpha} - \frac{H}{\sin \alpha} = \\
 &= \frac{gS^2}{2} - \frac{H}{S} = \frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{65}{10} = 50 - 6,5 = \\
 &= 43,5 \text{ м/с} \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{mv_0^2}{2} &= mgH \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \\
 &= \sqrt{4 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 13} = 10\sqrt{13} \approx 10 \cdot 3,5 \approx 35 \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

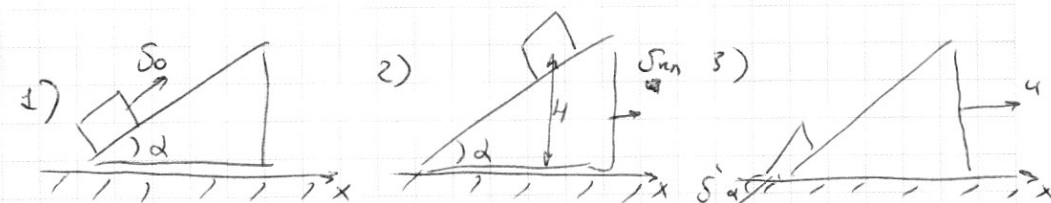
$\sin \alpha = \frac{2}{5}, \alpha = 30^\circ$

$$\begin{array}{r} \times 43,5 \\ 43,5 \\ \hline 2175 \\ 1305 \\ \hline 1740 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{mv_0^2}{2} &= \frac{mS^2}{2} - 2S \sin \alpha - 24 = 0 \\
 85^2 &= S^2 - 2S \sin \alpha - 24 = 0
 \end{aligned}$$

$$\frac{D}{4} = S^2 \sin^2 \alpha + 2gH \Rightarrow S = \frac{S \sin \alpha + \sqrt{S^2 \sin^2 \alpha + 4gH}}{2}$$

$\alpha = 30^\circ$
 $v_0 = 2 \text{ м/с}$
 $M_{\text{ки}} = M_{\text{кн}} = m$



$$\begin{aligned}
 1) \quad m v_0 \cos \alpha &= m v_{\text{кн}} \Rightarrow v_{\text{кн}} = v_0 \cos \alpha = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \text{ м/с} \\
 2) \quad \frac{mv_0^2}{2} &= mgH + \frac{mv_{\text{кн}}^2}{2}, \quad v_0^2 - v_{\text{кн}}^2 = 2gH \Rightarrow H = \frac{4 - 3}{20} = 0,05 \text{ м} \\
 3) \quad m v_{\text{кн}} &= m v - m v_0 \cos \alpha \Rightarrow v = \frac{v - v_{\text{кн}}}{\cos \alpha} \approx 1,9 \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\nu = 1 \text{ моль}$
 $i = 3$

$Q = ?$
 $A = ?$
 $\nu = ?$

$\Delta T = T_2 - T_1$

$\frac{P_2 V}{T_2} = \frac{4P V}{T_2} \rightarrow T_2 = 4T_1 \Rightarrow \Delta T = 3T_1$; $A_{1-2} = pV + \frac{1}{4}\pi pV = pV(1 + \frac{\pi}{4})$

$pV = \nu R T_1 \Rightarrow A_{1-2} = \nu R T_1 (1 + \frac{\pi}{4})$

$Q = \frac{i}{2} \nu R \cdot 3T_1 + \nu R T_1 (1 + \frac{\pi}{4})$; $Q = \frac{3}{2} \cdot 3RT_1 + RT_1 (1 + \frac{\pi}{4}) =$
 $= RT_1 (\frac{9}{2} + 1 + \frac{\pi}{4}) = RT_1 \cdot \frac{11 + 2\pi}{4}$

$A_{1-2} = \nu R T_1 \cdot \frac{1 + \pi}{4} = RT_1 \cdot \frac{1 + \pi}{4}$

$Q = \Delta U + A_{1-2}$; $Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + A_{1-2}$

$\Delta T = T_2 - T_1$

$\frac{P_2 V}{T_2} = \frac{4pV}{T_2} \rightarrow T_2 = 4T_1 \Rightarrow \Delta T = 3T_1$; $A_{1-2} = pV + \frac{1}{4}\pi pV = pV(1 + \frac{\pi}{4})$

$pV = \nu R T_1 \Rightarrow A_{1-2} = \nu R T_1 (1 + \frac{\pi}{4})$

$Q = \frac{i}{2} \nu R \cdot 3T_1 + \nu R T_1 (1 + \frac{\pi}{4})$; $Q = \frac{3}{2} \cdot 3RT_1 + RT_1 (1 + \frac{\pi}{4}) =$

$= RT_1 (\frac{9}{2} + 1 + \frac{\pi}{4}) = RT_1 \cdot \frac{11 + 2\pi}{4}$

$A_{1-2} = \nu R T_1 \cdot \frac{1 + \pi}{4} = RT_1 \cdot \frac{1 + \pi}{4}$

$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

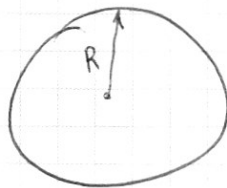
~4.

~5.

~4

25,14 L4

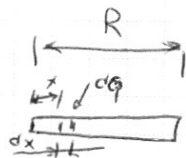
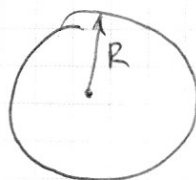
$$\begin{array}{r} 550 \overline{) 63} \\ 504 \quad 0,87 \\ \underline{460} \\ 441 \\ \underline{130} \end{array}$$



$q > 0$

$F = E \cdot q = \frac{kQ}{R^2}$
 $F = k \frac{qQ}{4R^2}$

2514 / 400



$F_i = k \cdot \frac{dq \cdot Q}{(2R+x)^2}$

$F = \sum F_i = \int F_i = \int_0^l \frac{kQ}{(2R+x)^2} \cdot dq =$

$-2 + 1 = -1$

$(\frac{1}{2R+x})' = -1 \cdot (-1) \cdot \frac{1}{(2R+x)^2} = \frac{1}{(2R+x)^2}$

$= \frac{kqQ}{R} \left(-\frac{1}{2R+x} \Big|_0^R \right) = \frac{kqQ}{R} \left(-\frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} \right) = \frac{kqQ}{R} \cdot \frac{1}{6R} = \frac{1}{6} \frac{kqQ}{R^2}$

$$m \sqrt{\frac{U_0^2}{R^2} + g^2} = 0,4 \sqrt{\frac{3,7^2}{1,2^2} + 100} = 0,4 V$$

$$\begin{array}{r} \times 3,7 \\ \times 3,7 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 13,69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13,69 \\ \times 13,69 \\ \hline 12321 \\ 8214 \\ \hline 4107 \\ 1369 \\ \hline 1874161 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{1,44} \\ \times 12 \\ \hline 187,4161 \quad | \quad 1,44 \\ \hline 1874161 \quad | \quad 14400 \\ \hline 14400 \quad 13 \quad 1,50 \\ \hline 43416 \\ -43200 \\ \hline 21610 \\ -14400 \\ \hline 72000 \\ -72000 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 14400 \\ \times 85 \\ \hline 43200 \\ 72000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1874161 \quad | \quad 14400 \\ -14400 \quad 13 \\ \hline 43416 \\ -43200 \\ \hline 2161 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14400 \\ \times 131 \\ \hline 144 \\ 432 \\ 144 \\ \hline 1886400 \end{array}$$

$$131 + 100 = \sqrt{231} = 15,2 \cdot 0,4 = \frac{152 \cdot 4}{100} = \frac{608}{100} = 6$$

$$13,69 \cdot 13,5$$

$$\begin{array}{r} \times 1369 \\ \times 135 \\ \hline 6845 \\ 4107 \\ 1369 \\ \hline 184815 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13,69 \\ \times 1,2 \\ \hline 1369 \quad | \quad 120 \\ -120 \quad 11 \\ \hline 109 \\ -120 \\ \hline 49 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2514 \quad | \quad 400 \\ -2400 \quad 6,285 \\ \hline 1140 \\ -800 \\ \hline 3400 \\ -3200 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3140 \quad | \quad 400 \\ -2800 \quad 7,85 \\ \hline 3400 \end{array}$$

$$\int \frac{dx}{x^2} = \left(-\frac{1}{x} \right)' = -\left(-\frac{1}{x^2} \right) = \frac{1}{x^2}$$

$$k \cdot \frac{49Q}{5^2 R^2}$$