



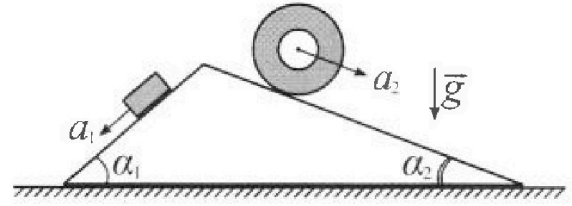
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

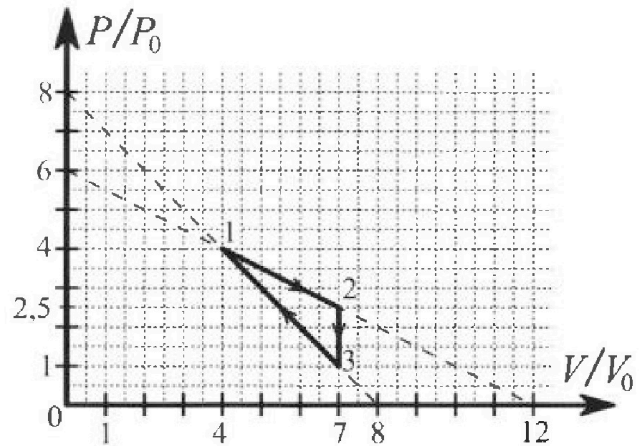


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

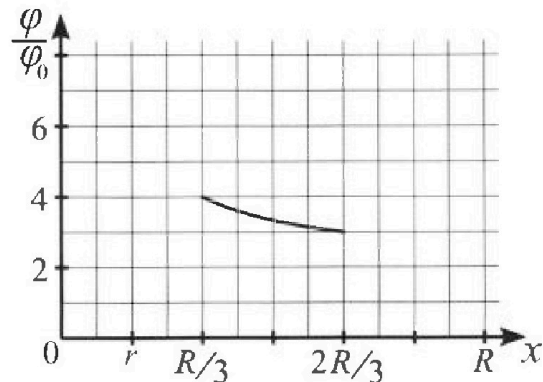
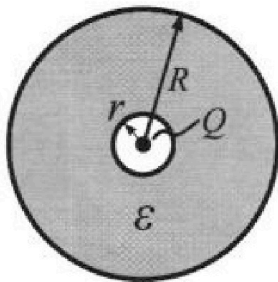
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





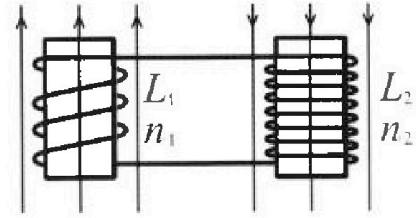
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

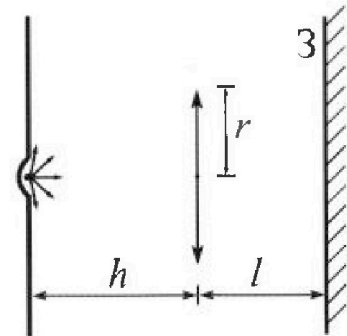


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\alpha\beta$ , где  $\alpha$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

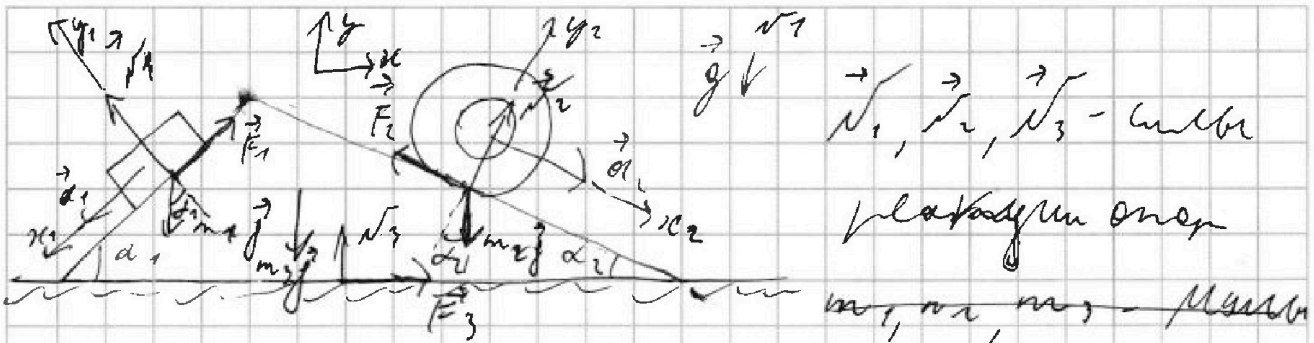


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$\vec{N}_1, \vec{N}_2, \vec{N}_3$  - силы

плоскостных масс

$m_1, m_2, m_3$  - массы

брусьев, цилиндров и шаров соответственно

$m_3$  - масса шара

$(N_1, y_1), (N_2, y_2)$  - оси для брусьев и цилиндров.  $N$  и  $y$  - координатная и вертикальная оси соответственно

1) II з. Криволинейная брусья

$$\vec{a}_{1m} = N_1 + m\vec{j} + \vec{F}_1$$

$$0) N_1: a_{1m} = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - a_{1m} \quad 39$$

$$F_1 = m g \frac{3}{5} - \frac{5}{13} g m = m g \frac{25-25}{65} = \frac{14}{65} m g$$

2) II з. Криволинейная брусья

$$\vec{a}_{24m} = N_2 + 4m\vec{j} + \vec{F}_2$$

$$0) N_2: 4a_{2m} = 4m g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 4m g \frac{5}{13} - 4m g \frac{5}{24} = 4m g \frac{120-65}{24 \cdot 13} = 4m g \frac{55}{24 \cdot 13}$$

$$= 4m g \frac{55}{312} = \frac{55}{78} m g$$

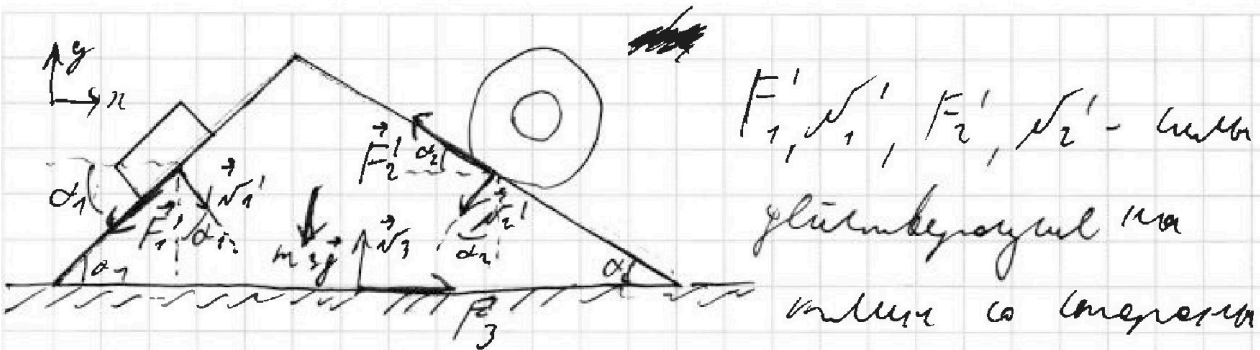


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$F_1, N_1, F_2, N_2$  - силы  
гравитационная  
и сила со стороны

бруса и цилиндра соответственно.

1) Для II з. Нормальная сила бруса

$$Q_{y1}: N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 = m g \frac{4}{5}$$

$N_{12} = N_1' = III$  з. Нормальная

II з. Нормальная сила цилиндра

$$Q_{y2}: N_2 = m_2 g \cos \alpha_2 = 4 m g \frac{12}{13}$$

$N_2 = -N_2' = III$  з. Нормальная

$F_1 = -F_1', F_2 = -F_2' = III$  з. Нормальная.

III з. Нормальная сила цилиндра

$$0 = m_3 g + F_1 + N_1 + m_2 g + N_2 + F_2 + F_3 + F_3$$

$$0 = -F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3$$

$$0 = -\frac{14}{65} m g \frac{3}{5} + m g \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{55}{13} \frac{12}{13} - 4 m g \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} + F_3$$

$$F_3 = \frac{1}{13} \left( \frac{214}{25} - \frac{350}{13} \right) m g = \frac{7268}{13 \cdot 25} m g$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65} m g$ ; 2)  $\frac{55}{13} m g$ ; 3)  $\frac{7268}{13 \cdot 25} m g$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $\Delta U_{23}$  - приращение внутренней энергии 2-3

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (\nu \cdot 2V_0 - 1,5 \nu \cdot 2V_0) \cdot 2V_0 / 2 = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \cdot 2 \nu \cdot V_0 = \frac{63}{4} \nu \cdot V_0$$

$\Delta$  - работа газа ~~за~~ за цикл - работа излучения  
вырабатываемая на излучении

$$\Delta = 3V_0 \cdot 1,5 \nu \cdot \frac{7}{2} = \frac{9}{4} \nu \cdot V_0 - \text{работа работы,}$$

уменьшительной.

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{\Delta} = \frac{\frac{63}{4} \nu \cdot V_0}{\frac{9}{4} \nu \cdot V_0} = 7.$$

2) Макс. мин. работа ~~об~~  $\Delta W_{12}$  на участке 1-2. Давление излучения ~~проблема~~ ~~математическое~~ ~~излучения~~ ~~Кейплен~~ ~~материал~~ ~~содержит~~ ~~указание~~ ~~указания~~ 1-2.

$$pV = (p + \sigma p) (V + \sigma V)$$

$$pV = pV + \sigma p V + \sigma V p + \sigma^2 p V$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p}{V} - \text{каждое слагаемое уменьшится в 2 раза}$$

$$p(V) = -\frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0} + b p_0 \quad \text{уменьшительной уменьшительной уменьшительной}$$

$$-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} = -\frac{p}{V}$$

$$\frac{1}{2} p_0 = p - V - \text{переставим в ур. (1)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$p^2 - \frac{24}{24} p + 6p.$$

$$2p = 6p.$$

$p = 3V_0$  - точка касания по оси  $\frac{p}{r}$ .

$V_{max} = 6V_0$

~~$18V_0; 2p.1$  - значение за пределами графика~~

~~$1-2$ , а, к.т.а.  $18V_0$  - значение за пределами~~

~~граф. и, что  $18V_0$  - значение за пределами~~

~~максимум~~

$$I_{max} = \frac{16p \cdot V_0}{vR} \quad T_{max} = \frac{4p \cdot V_0}{vR}$$

$$\frac{I_{max}}{T_{max}} = \frac{16p \cdot V_0}{vR} \cdot \frac{vR}{4p \cdot V_0} = 4$$

$(6V_0; 2p.)$  - значение за пределами графика 1-2.

$$T_{12} = \frac{16p \cdot V_0}{vR} \quad T_{max} = \frac{18p \cdot V_0}{vR} - \text{максимум на графике}$$

$$\frac{T_{max}}{T_{12}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

$pV_2 vR T$  - ур. с Карлаунгерена - Мингелеса



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3) Газ находится между двумя поршнями 1-2 по

малым начальным объемам.

$$pV^{\gamma} = (p + dp)(V + dV)^{\gamma}$$

$$pV^{\gamma} = (p + dp)V^{\gamma} \left(1 + \frac{dV}{V}\right)^{\gamma}$$

$$pV^{\gamma} = (p + dp)V^{\gamma} \left(1 + \gamma \frac{dV}{V}\right)$$

$$pV^{\gamma} = pV^{\gamma} + dpV^{\gamma} + \gamma pV^{\gamma} \frac{dV}{V} + \gamma dp dV V^{\gamma-1}$$

$$\frac{dp}{p} = -\gamma \frac{dV}{V} - \text{член } \gamma dp dV V^{\gamma-1} \text{ малее чем } dp \text{ и } dV \text{ и не учитывается}$$

для уравнения

$\gamma = \frac{5}{3}$  - для одноатомного газа.

$$p(V) = -\frac{p_0 \gamma V}{\gamma} + b p_0$$

$$-\frac{1}{2} = -\frac{5}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$V = \frac{3}{5} p$$

$$p = -\frac{1}{2} \frac{5 \cdot 2}{3} p + b p_0$$

$$p + \frac{5}{3} p = b p_0$$

$$\frac{8}{3} p = b p_0$$

$p = \frac{3}{8} p_0 = \frac{3}{4} p_0$  - минимум вилки поршня 1-2, следовательно минимальный объем газа поршня 2-3 по началу процесса.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$Q_{н\text{н}}$  - полезная теплота

$$Q_{н\text{н}} = \Delta U_{г\text{т}} \kappa_{г\text{т}} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{2,5 p_1 + 4 p_1}{2} 3 V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} (27,5 p_0 V_0 - 26 p_0 V_0) + 9,75 p_0 V_0 = 2,25 p_0 V_0 + 9,75 p_0 V_0$$

$$= 12 p_0 V_0$$

$Q_0$  - затраченная теплота

$$\kappa_{г\text{т}} = 2,25 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{Q_{н\text{н}}}{Q_0} = \frac{Q_{н\text{н}} - Q_0}{Q_{н\text{н}}} = \frac{\kappa}{Q_{н\text{н}}} = \frac{2,25}{12} = \frac{9}{48}$$

Ответ: 1)  $\frac{|2V_0|}{\kappa} = 7$ ; 2)  $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$ ; 3)  $\eta = \frac{9}{48}$ .



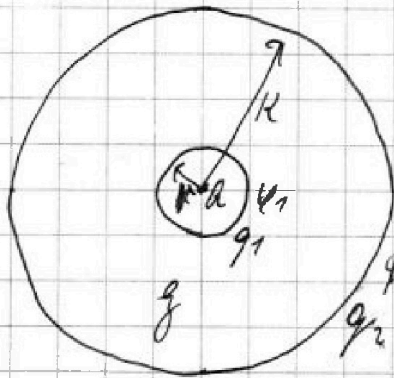


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
7 ИЗ 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1)  $q_1, q_2$  - сосредоточенные заряды на окружностях

Радиусы  $r$  и  $R$  различны

заряды равны

~~$$\varphi_2 = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{R}$$~~

~~$$\varphi_2 = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{R}$$~~

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  го-эл. константа

~~$$\varphi_1 = \varphi_2$$~~

~~$$k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{R} = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{R}$$~~

~~$$q_1 = q_2$$~~

~~$q_1 = q_2$  и т.д.  $q_1 + q_2 = 0$~~

~~$$\varphi_2 = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{R} = k \frac{q_1}{r} - k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_1}{R} =$$~~

~~$$= k \frac{q_1}{R}$$~~

Напряженность электрического поля

~~$$-k \frac{q_1}{r^2} + k \frac{q_2}{R^2} = k \frac{q_1}{R^2}$$~~

~~$$\varphi_2 = -\varphi_1 = a \left( \frac{1}{r} - 1 \right) = -a \left( 1 - \frac{1}{r} \right)$$~~

~~$$q_1 = \frac{a}{k} \left( \frac{1}{r} + 1 \right)$$~~

~~$$\text{и т.д. } q_1 + q_2 = 0$$~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}
 y_{11} &= k \frac{a}{R} + k \frac{a}{R} + k \frac{a}{R} = \\
 &= k \frac{4a}{R} + \cancel{k \frac{4a(1-\frac{7}{8})}{R}} \leftarrow k \frac{4a(1-\frac{7}{8})}{R} = \\
 &= k \frac{4a}{R} + \frac{3a(1-\frac{7}{8})}{R} = k \frac{a}{R} \left( 4 - \frac{3}{8} \right)
 \end{aligned}$$

2) ~~4y~~  $y\left(\frac{R}{3}\right) = 4y_0$

$$4y_0 = k \frac{3a}{R} + k \frac{3a(1-\frac{7}{8})}{R} - k \frac{a(1-\frac{7}{8})}{R}$$

$$4y_0 = 3k \frac{a}{R} + 2k \frac{a(1-\frac{7}{8})}{R}$$

$$4y_0 = k \frac{a}{R} \left( 5 - \frac{2}{8} \right)$$

$$\frac{4y_0 R}{ka} = 5 - \frac{2}{8}$$

$$\frac{2}{8} = 5 - \frac{4y_0 R}{ka}$$

$$y = \frac{2}{5 - \frac{4y_0 R}{ka}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$3\varphi_0 = k \frac{3a}{2R} + k \frac{3a(9 - \frac{7}{8})}{2R} - k \frac{a(7 - \frac{7}{8})}{R}$$

$$3\varphi_0 = k \frac{3a}{2R} + k \frac{a(7 - \frac{7}{8})}{2R}$$

$$3\varphi_0 = \frac{k a}{2R} (4 - \frac{7}{8})$$

$$\frac{\varphi_0 R}{k a} = \frac{4 - \frac{7}{8}}{6}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{5 - 4 \frac{4 - \frac{7}{8}}{6}}$$

$$5\varphi_0 - 4\varphi_0 \frac{4 - \frac{7}{8}}{6} = 2$$

$$30\varphi_0 = 4\varphi_0 \cdot 4 - 4 = 12$$

$$14\varphi_0 = 12$$

$$\varphi_0 = \frac{6}{7}$$

$$\text{Ответ: } k \frac{a}{R} (7 - \frac{3}{8}), \quad 2\varphi_0 = \frac{8}{7}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$n_1 \int \frac{B_1}{r} = L \Delta \varphi_1$$

$$\Delta \varphi_1 = \frac{n_1 S B_1}{2L}$$

Для второй катушки

$$n_2 \int \frac{\Delta B}{\Delta t} = L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$n_2 \int \frac{1}{3} \Delta B = L_2 \Delta I_2$$

Получим:

$$2n_2 \int \frac{1}{3} (\beta_1 - \frac{2\beta_0}{3}) = 4L_2 \Delta I_2$$

$$\Delta \varphi_2 = \frac{2n_2 S \frac{\beta_0}{3}}{4L_2} = \frac{n_2 S \beta_0}{6L_2}$$

$$\Delta \varphi_1 - \Delta \varphi_2 = \frac{3n_1 S \beta_1 - n_2 S \beta_0}{6L_2} = \frac{n_2 S \beta_0}{3L_2} \text{ а факт.}$$

$$I_2 = \frac{n_2 S \beta_0}{3L_2}$$

Ответ: 1)  $\frac{2n_2 S}{L_2}$ ; 2)  $\frac{n_2 S \beta_0}{3L_2}$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№4

1)  $\Phi_1 = n_1 S B_1$  - поток через катушку 1.

Уменьшение потока в катушке 1 равно изменению потока в катушке 2, следовательно, изменение магнитного потока -

$$\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$n_1 S \frac{\Delta B}{\Delta t} = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$n_1 S \Delta B = -L_1 \Delta I_1$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta n S}{L}$$

$$\left| \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta n S}{L}$$

2) Для второй катушки:

$$n_2 S \frac{\Delta B}{\Delta t} = L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$n_2 S \Delta B = L_2 \Delta I_2$$

Продифференцируем по времени:

$$n_2 S (B_1 - \frac{B_0}{2}) = L_2 \Delta I_2$$

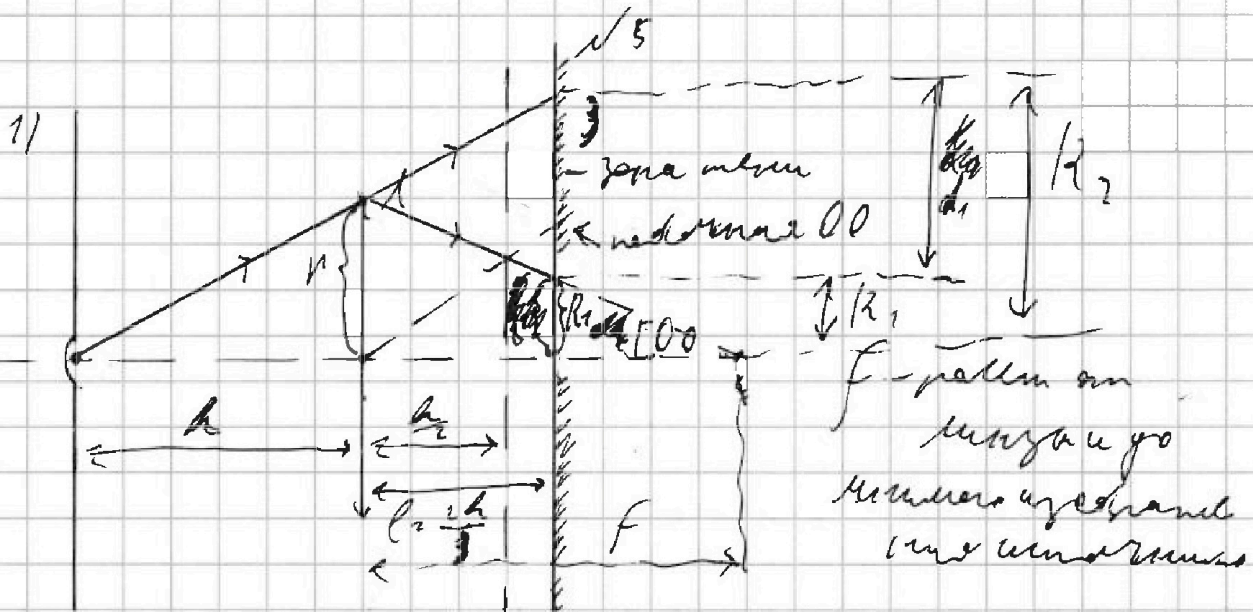


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Угол наклона поверхности мелиорации  
и площадь мелиорации

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

$$F = h$$

Угол наклона:

$$\frac{R_2}{1} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{h}$$

$$\frac{R_1}{h} = \frac{F - \frac{2h}{3}}{F}$$

$$R_1 = 1 \text{ км}$$

$$\frac{R_2}{h} = \frac{5}{3}, R_2 = 5 \text{ км}$$

$$S_{m_2} = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 = \pi 24 \text{ км}^2 - \text{площадь мелиорации}$$

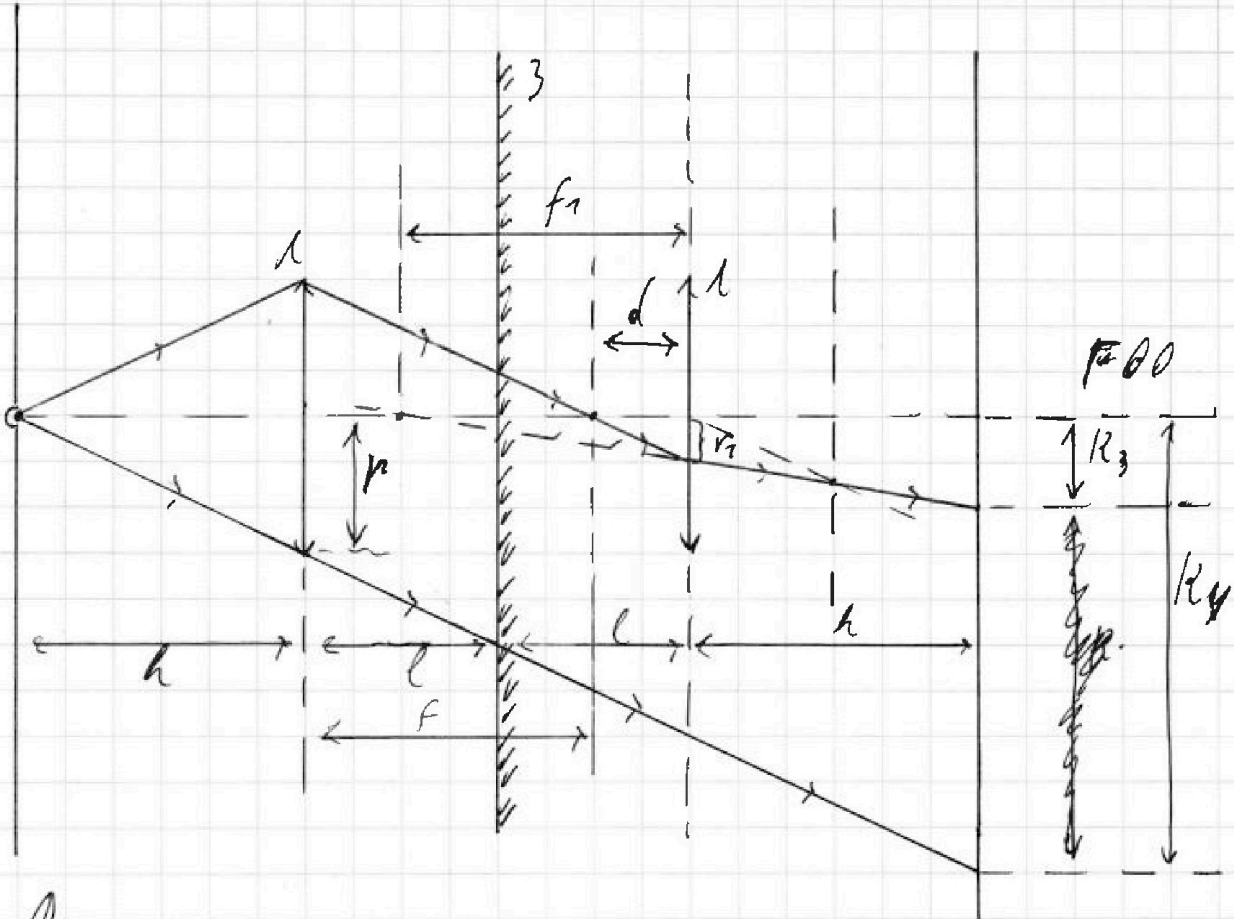


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Для канонической замкнутой системы на вход  
предельный объект с мнимым изображением

$$d = 2l - f_2 \frac{h}{f_1}$$

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1} \quad (\text{изобр. мнимое})$$

$$\frac{1}{h} = \frac{3}{2h} = \frac{1}{f_1}$$

$$f_1 = h$$

Узнаем:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{d}{f}$$

$$v_1 = \frac{h}{3} \quad v = 2h$$

$$\frac{v_1}{R_3} = \frac{f_1}{f_1 + h} \quad R_3 = 2h$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$R_4 = \frac{2h + 11}{h}$$

$$R_4 = \frac{2h + \frac{4}{3}h}{h} \quad r = \frac{10}{3}h \quad r = 20 \text{ см}$$

$$S_{m2} = R_4^2 \pi - R_3^2 \pi = \pi(200 - 4) \text{ см}^2 = 96 \text{ см}^2$$

*- площадь  
кольца (20 см)*

Ответ: 1)  $24\pi \text{ см}^2$ ;  $96\pi \text{ см}^2$ .



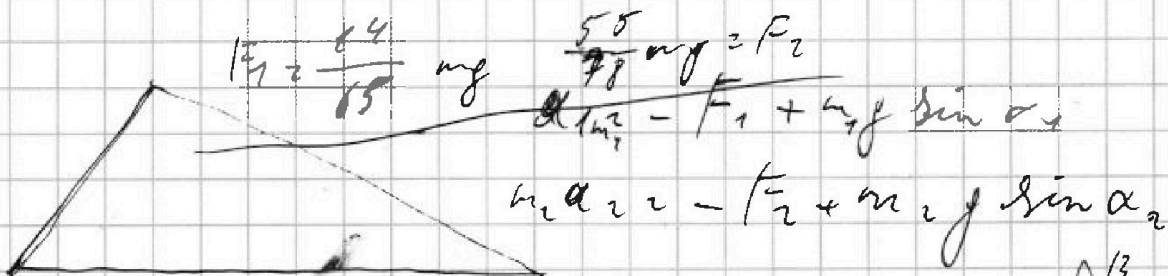


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$F_1 = \frac{24}{85} mg$$

$$\frac{55}{78} mg = F_2$$

$$m_1 a_{1z} = F_1 + m_1 g \sin \alpha_1$$

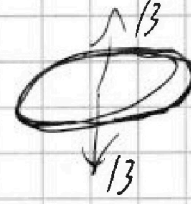
$$m_2 a_{2z} = F_2 + m_2 g \sin \alpha_2$$

$$\begin{array}{r} +1 \\ 25 \\ + 13 \\ \hline 25 \\ \hline 25 \\ \hline 325 \end{array}$$

$$\frac{h_1 \mu \mu_0 n_1^2 B S}{l} = \frac{h_2 \mu \mu_0 n_2^2 B S}{l}$$

$$F_1 = \frac{74}{65} mg$$

$$F_2 = \frac{55}{78} mg$$



$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 13 \\ \hline 36 \\ 18 \\ \hline + 756 \\ + 56 \\ \hline 272 \end{array}$$

$$B_2 = \frac{16 \mu_0 I}{2R}$$

B =

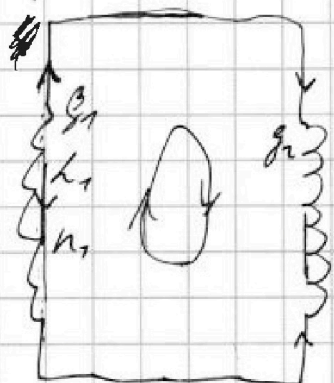
$$\frac{272}{315} = \frac{330}{219}$$

$$\frac{272}{2746}$$

$$\frac{1}{13} \left( \frac{272}{25} - \frac{330}{13} \right)$$

$$\frac{272}{2746}$$

$$\begin{array}{r} 8250 \\ + 2746 \\ \hline 370 \\ 25 \\ \hline 1650 \\ 660 \\ \hline 1250 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 550973 \\ 52 \\ \hline 30 \\ - 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8250 \\ - 2746 \\ \hline 5504 \end{array}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$$

$$g_2 L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{g_1 L_1 \mu_0 n_1^2 B S}{l} \frac{dI}{dt}$$

$$g_2 L \frac{dI}{dt}$$

$$g_1 = g_2$$

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} = L_2 \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{g_1 L_1 \mu_0 n_1^2 B S}{l} I$$

$$g_2 \frac{dI}{dt} =$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$p = -\frac{1}{2}V + 6p_0$$

$$p' = -\frac{1}{2}$$

$$\begin{array}{r} +1 \quad +1 \\ 2 \quad 25 \\ \times 1 \quad 4 \\ \hline 9 \quad 0 \end{array}$$

$$pV = p_0(V_0 + \alpha(V - V_0)) = c$$

$$pV = p_0V_0 + \alpha p_0(V - V_0) = c$$

$$\alpha p_0(V - V_0) = c - p_0V_0$$

$$\alpha p_0 V = -\alpha p_0 V_0 + c - p_0V_0$$

$$g_1 = g_2$$

$$h_1 =$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p}{V}$$

$$-\frac{1}{2} = -\frac{p}{V}$$

$$p = -\frac{1}{2}2p + 6p_0$$

$$2p = V$$

$$2p = 6p_0$$

$$7 \cdot 7,5 = \frac{35}{2} = 17,5$$

$$p = 3p_0$$

$$(p + \alpha p_0)(V^\gamma + \gamma V^{\gamma-1} dV) = pV^\gamma + d(pV^\gamma) + \gamma pV^{\gamma-1} dV$$

$$+ \gamma V^{\gamma-1} d(p_0 V)$$

$$d(pV^\gamma) = \gamma p V^{\gamma-1} dV$$

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma \frac{p}{V}$$

$$-\frac{\gamma p_0}{2V_0} = -\frac{p}{2V_0}$$

$$2p = \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$\frac{6,5 - 3}{2} = \frac{3,5}{2} = 1,75$$

$$V = \frac{2V_0}{p_0} p$$

$$1,5 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} p_0 V_0 \cdot 2,25 p_0 V_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$g = \frac{L \mu_0 n^2 I}{r} \frac{dB}{dt} = \frac{4 \pi L \mu_0 n^2 I}{4 \pi r^2 S} \frac{dB}{dt}$$

$$Q = \frac{\mu_0 n^2 I S}{l} I$$

$$L \frac{dI_1}{dt} = 4 \pi r \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = 4 \pi r \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{\mu_0 n^2 I}{l} = \frac{L}{n^2 I S}$$

$$g = \frac{\mu_0 n^2 I S}{l}$$

$$\mu_0 n^2 I S = L$$

$$\mu_0 n^2 \frac{dB}{dt} = L \frac{dI_1}{dt}$$

$Q_1 =$

$$\mu_0 n S \frac{dB}{dt} = L_1 \frac{dI_1}{dt} \quad g_1 = \frac{\mu_0 n S}{l} \frac{dB}{dt}$$

$$\mu_0 n S \frac{dB_0}{2} = L_1 I_1 \quad g_2 = \frac{\mu_0 n S B_0}{3 l}$$

$$I_1 = \frac{\mu_0 n S B_0}{2 L_1} \quad I_2 =$$

$$g_1 - g_2 = \frac{\mu_0 n S B_0}{2 l}$$

$$\mu_0 n S \frac{dB}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mu_0 n S \frac{dB_0}{2} = L_1 I_1 \quad \mu_0 n S \frac{dB_0}{3} = L_2 I_2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_\_ ИЗ \_\_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Handwritten mathematical work on grid paper, including diagrams and calculations.

**Diagram 1 (Top):** Shows a geometric construction with a vertical line and a horizontal line. A point is marked with a cross and the number 5. The distance from the vertical line to this point is labeled as 5. The total distance from the vertical line to the right edge is labeled as 325. Angles  $\alpha$  and  $\beta$  are indicated. Calculations include  $\frac{5h}{3} = 90$  and  $\frac{1}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$ .

**Diagram 2 (Middle):** Shows a similar geometric construction with a vertical line and a horizontal line. A point is marked with a cross and the number 5. The distance from the vertical line to this point is labeled as 5. The total distance from the vertical line to the right edge is labeled as 325. Angles  $\alpha$  and  $\beta$  are indicated. Calculations include  $\frac{5h}{3} = 90$  and  $\frac{1}{f} = \frac{1}{h}$ .

**Diagram 3 (Bottom):** Shows a geometric construction with a vertical line and a horizontal line. A point is marked with a cross and the number 5. The distance from the vertical line to this point is labeled as 5. The total distance from the vertical line to the right edge is labeled as 325. Angles  $\alpha$  and  $\beta$  are indicated. Calculations include  $\frac{5h}{3} = 90$  and  $\frac{1}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$ .

**Calculations:**

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 13 \\ \hline 75 \\ 25 \\ \hline 325 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2268 \\ \times 13 \\ \hline 6804 \\ 4536 \\ \hline 29496 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ \times 13 \\ \hline 330 \\ 1100 \\ \hline 1430 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 350 \\ \times 13 \\ \hline 1050 \\ 3500 \\ \hline 4550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 350 \\ \times 25 \\ \hline 8750 \\ 7000 \\ \hline 87500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ \times 13 \\ \hline 357 \\ 1190 \\ \hline 1547 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$E(r) = k \frac{q}{r^2}$$

$$E_1(r) = k \frac{q_1}{r^2}$$

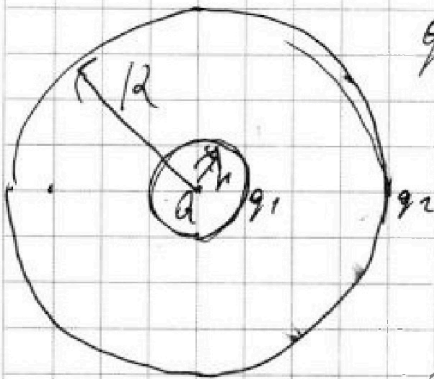
$$\varphi_1 = k \frac{q_1}{r_1}$$

$$\varphi_2 = k \frac{q_2}{R}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

$$\frac{q_1}{r_1} = \frac{q_2}{R}$$

$$\varphi_2 = k \frac{Q}{R} + k \frac{q_1}{R} + k \frac{q_2}{R}$$



$$q_1 = q_2 = Q$$

$$E_{tot} = k \frac{q_1}{r_1^2} + k \frac{Q}{r_1^2} = k \frac{Q}{r_1^2}$$

$$q_1 = Q$$

$$k \frac{Q}{r} + k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{r} = k \frac{Q}{R} + k \frac{q_1}{R} + k \frac{q_2}{R}$$

$$\frac{Q}{r} + \frac{q_1}{r} = \frac{Q}{R} + \frac{q_1}{R}$$

$$Q \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = q_1 \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$q_1 = -Q$$

$$\xi = \frac{L}{5 - 4 \frac{4 \cdot R}{k Q}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

