



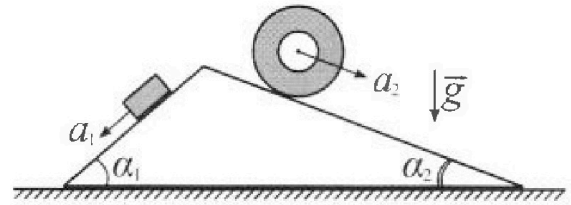
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

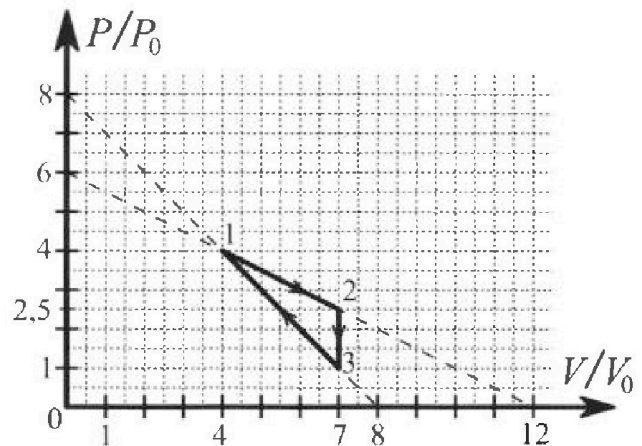


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

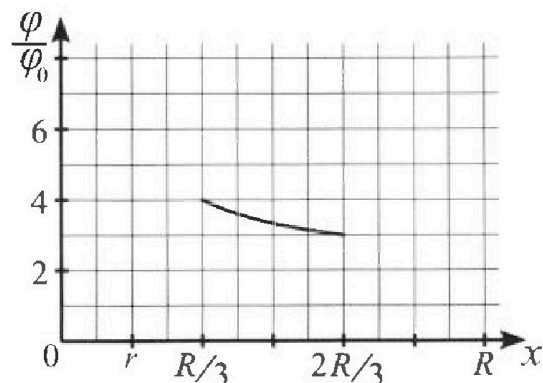
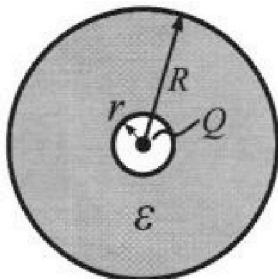
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



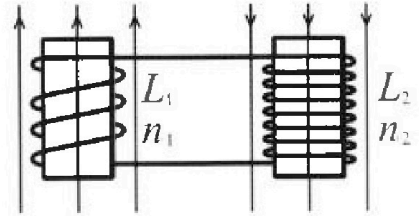
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

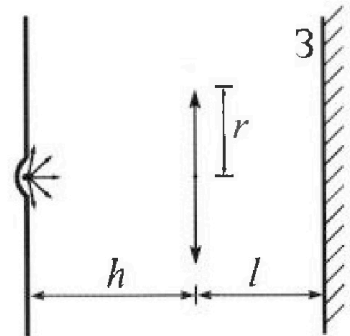


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

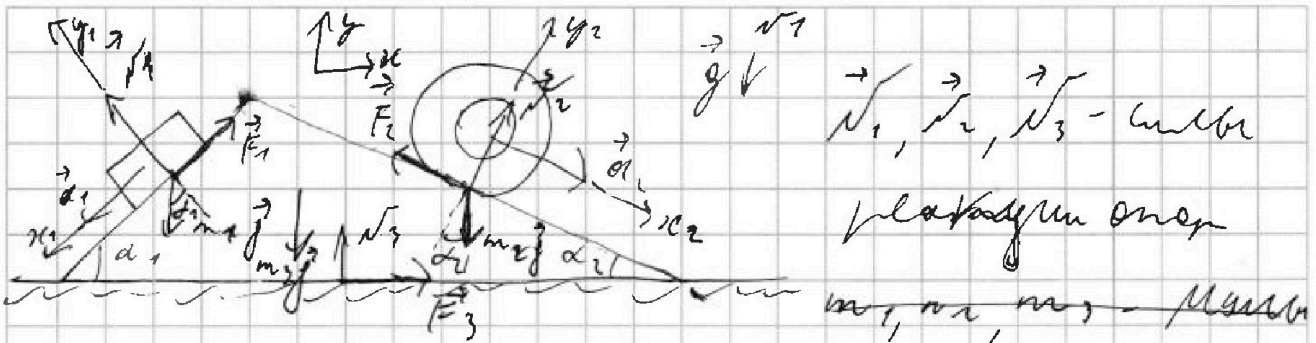


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 опор

m_1, m_2, m_3 - массы

брусьев, цилиндров и вращающихся дисков

m_3 - масса кубика

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

1) II з. Криволинейная брусья

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

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

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

$$F_1 = m g \frac{3}{5} - \frac{5}{13} g m = m g \frac{24-25}{65} = \frac{14}{65} m g$$

4) II з. Криволинейная брусья

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

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

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

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

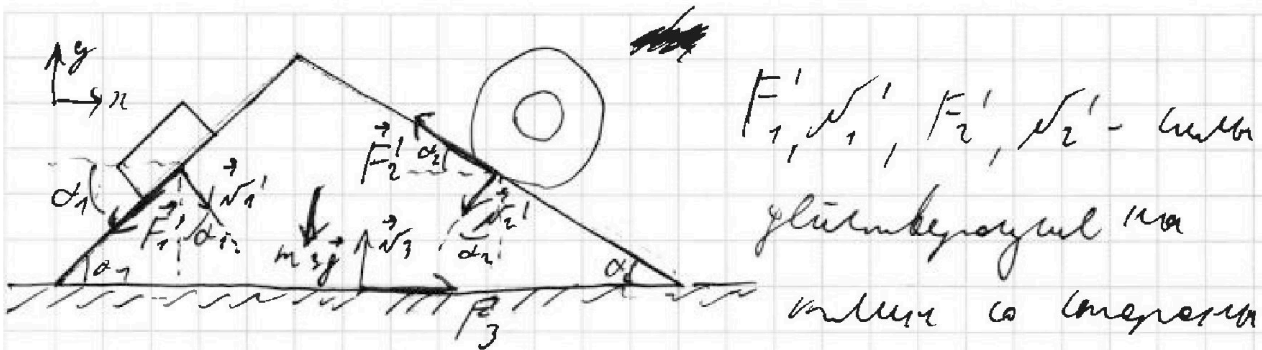


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

брусья и цилиндра соответственно.

1) 1-й закон Ньютона для бруска

$$0_{y1}: N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 = m g \frac{4}{5}$$

$N_{12} = N_{21}$ - III закон Ньютона

II закон Ньютона для цилиндра

$$0_{y2}: N_2 = m_2 g \cos \alpha_2 = 4 m g \frac{12}{13}$$

$N_2 = -N_2'$ - III закон Ньютона

$F_1 = -F_1', F_2 = -F_2'$ - III закон Ньютона.

III закон Ньютона для цилиндра

$$0 = m_3 \vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m_2 \vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_3'$$

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

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

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

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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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) ΔU_{23} - изменение температуры в процессе 2-3

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_0 2V_0 - 1,5 p_0 \cdot$$

$$\times 2V_0/2) = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \cdot 2 p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

x - работа газа ~~за~~ за цикл - работа внутреннего
выгорания топлива на выхлопных

$$x = 3V_0 \cdot 1,5 p_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{9}{4} p_0 V_0 - \text{работа работы,}$$

указан на термометре.

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{x} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 7.$$

2) Макс. работа газа ~~за~~ одним на процесс 1-2. Дана ли температура в процессе 1-2? ~~необходимо использовать принцип равенства работы и~~ ~~слова~~ ~~вычисления~~ ~~принципи~~ ~~1-2.~~

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

$$pV = pV + \Delta p V + \Delta V p + \Delta p \Delta V$$

$\frac{\Delta p}{\Delta V} = -\frac{p}{V}$ - тогда, чем больше изменение в массе топлива

$$p(V_1) = -\frac{p_1 V_1}{2V_1} + 6p_0 \dots$$

$$-\frac{p_1}{2V_1} = -\frac{p}{V}$$

$$\frac{p_1}{2V_1} = \frac{p}{V} - \text{подставим в уравнение (1)}$$



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 $\frac{p}{r}$.

На графике V_0 и $6V_0$

~~1-2 V_0 ; 2 п. - решение задачи определения угла~~

~~1-2, а, к.т. - решение задачи определения угла~~

~~контакт, но имеет индивидуальную длину l~~

~~масса m~~

$$I_{12} = \frac{16p \cdot V_0}{vR} \quad T_{12} = \frac{4p \cdot 4V_0}{vR}$$

$$\frac{I_{12}}{T_{12}} = \frac{5 \cdot 2 \cdot p \cdot V_0}{16p \cdot V_0} = \frac{1}{4} \quad T_{12} = \frac{3p \cdot 6V_0}{vR}$$

$(6V_0; 3p.)$ - решение задачи определения угла 1-2.

$$T_{12} = \frac{16p \cdot V_0}{vR} \quad T_{max} = \frac{18p \cdot V_0}{vR} - \text{максимальная скорость в процессе 1-2}$$

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

$pV_2 = vR T$ - уравнение 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.

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

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

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

$$pV^{\gamma} = pV^{\gamma} + dpV^{\gamma} + \gamma pV^{\gamma} \frac{dV}{V} + \gamma dpV^{\gamma} \frac{dV}{V} + \dots$$

$$\frac{dp}{p} = -\gamma \frac{dV}{V} - \text{членов второго порядка в малых величинах}$$

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

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

$$-\frac{1}{2} = -\frac{5}{3} \frac{p_0}{p_0}$$

$$V = \frac{5}{3} p_0$$

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

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

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

$$p = \frac{3}{8} p_0 = \frac{3}{4} p_0 - \text{маленькие объемы поршня 1-2, следовательно}$$

маленькие объемы поршня 2-3, следовательно газ находится между поршнями.

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

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

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

$$= 12 p_0 V_0$$

Q_0 - затраченная теплота

$$\tau_{г\text{т}} = 2,25 p_0 V_0$$

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

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

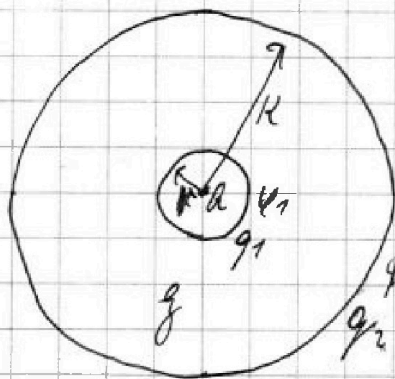


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ - экв. 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. $q_1 + q_2 = 0$~~

~~$$\varphi_2 = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{R} = k \frac{q_1}{r} - k \frac{q_1}{R} = k \frac{q_1}{r} \left(1 - \frac{r}{R}\right)$$~~

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

Напряженность электрического поля

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

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

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

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!

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

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

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

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

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

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

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

$$14\varphi_0 = 12$$

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

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



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:

$$2n_2 \int \left(\frac{B_1}{3} - \frac{2B_0}{3} \right) = 4L_2 \Delta I_2$$

$$\Delta \varphi_2 = \frac{2n_2 S \frac{B_1}{3}}{4L_2} = \frac{n_2 S B_1}{6L_2}$$

$$\Delta \varphi_1 - \Delta \varphi_2 = \frac{3n_1 S B_1 - n_2 S B_1}{6L_2} = \frac{n_2 S B_1}{3L_2} \text{ а факт.}$$

$$I_2 = \frac{n_2 S B_1}{3L_2}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{2n_1 S}{L}; \quad 2) \frac{n_2 S B_1}{3L_2}.$$



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 уменьшению потока в катушке 2, следовательно, изменение магнитного потока -

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

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

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

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -\frac{\alpha n_1 S}{L}$$

$$\left| \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \right| = \frac{\alpha n_1 S}{L}$$

2) Для второй катушки:

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

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

Тренируем закон сохранения энергии:

$$n_2 S \left(B_1 - \frac{B_0}{2} \right) = L_2 \Delta I_2 \quad \text{ФЭД}$$

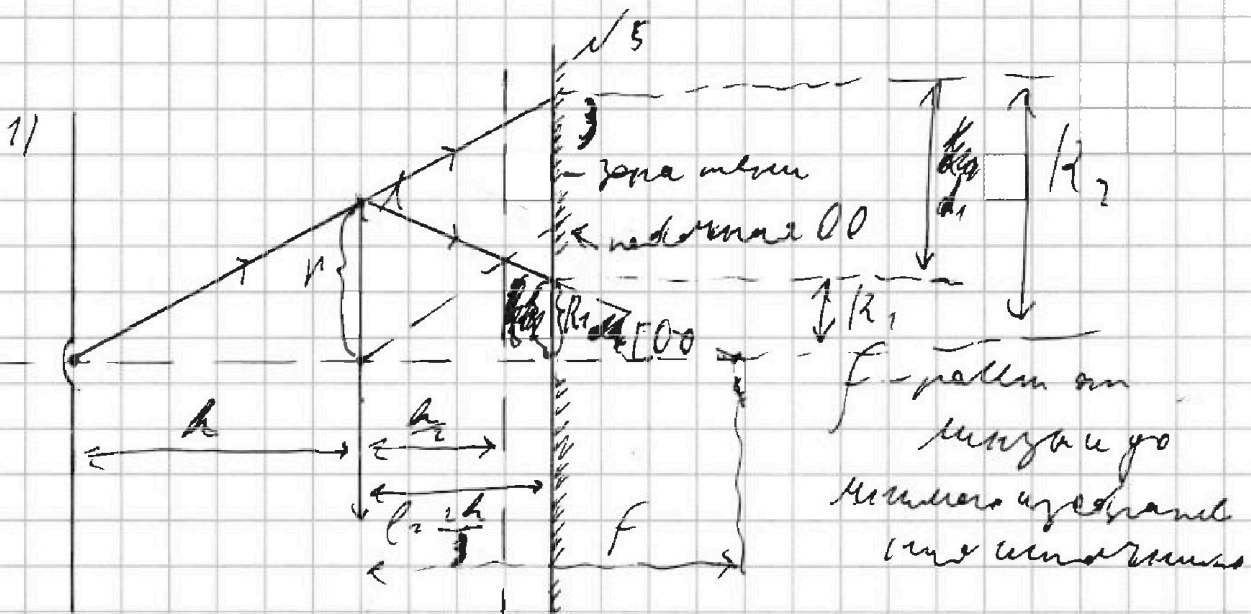


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 местности известен
 $\alpha = 30^\circ$

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

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

$$F = h$$

Из геометрии:

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

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

$$R_1 = 1 \text{ км}$$

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

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

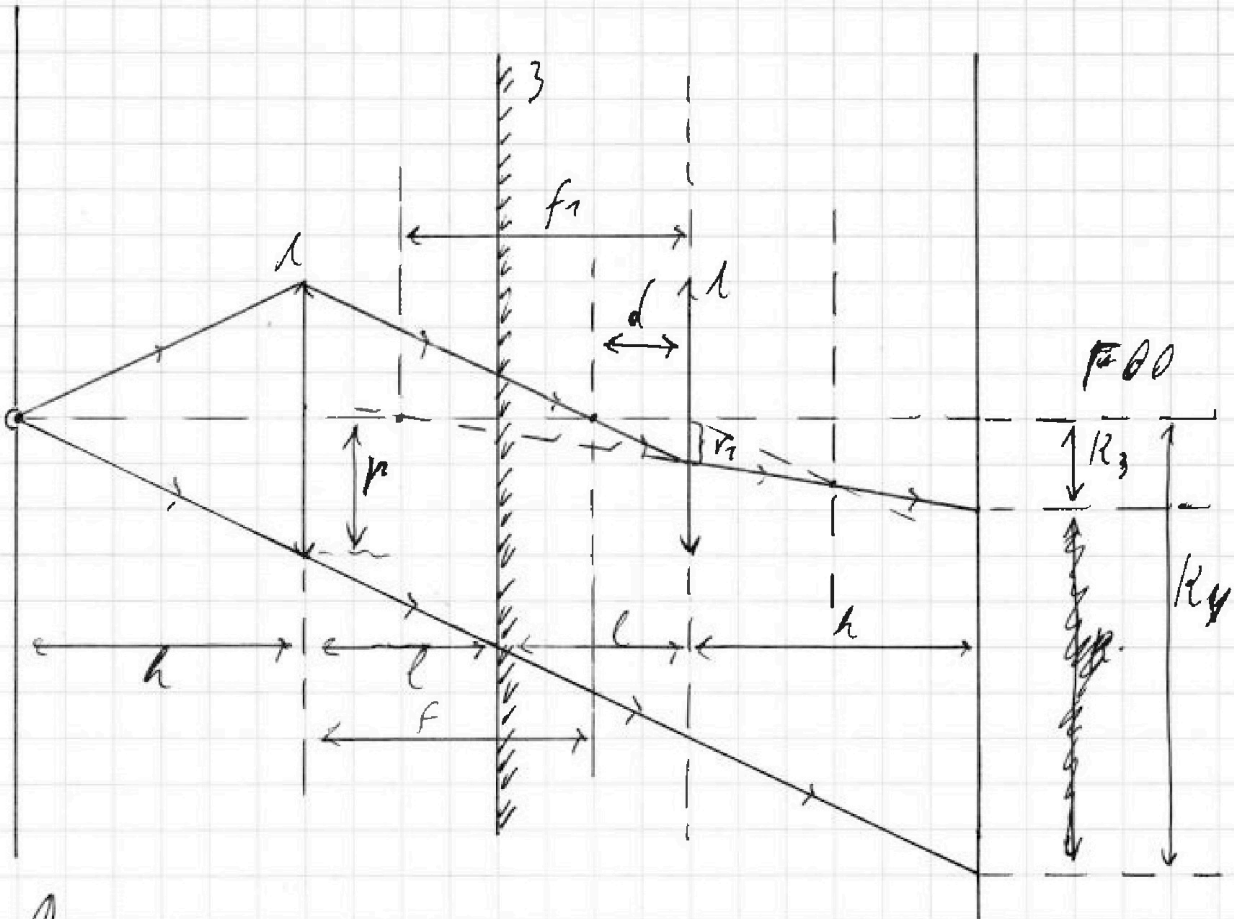


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 параллельной запертой системы можно на контроле
предельных положений и минимальном угловом увеличении

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

По формуле минимального увеличения

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1} \quad (\text{углов. миним.})$$

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

$$f_1 = h$$

Узнаем:

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

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

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



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.

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 R4 R3*

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

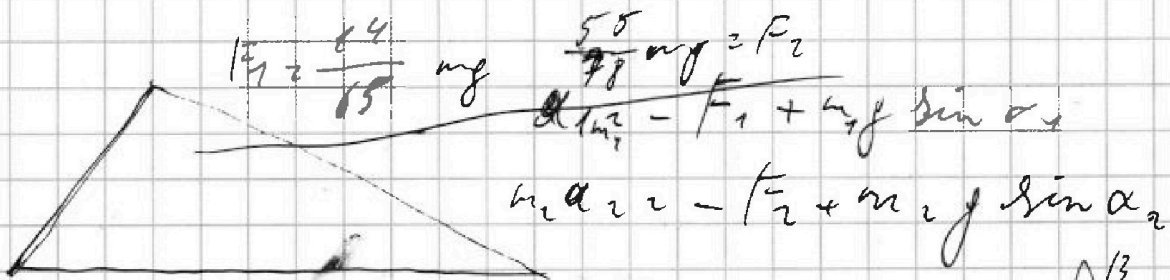
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



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

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

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

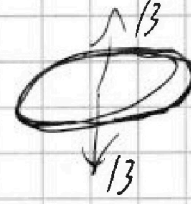
$$m_2 a_{2z} = F_2 + m_2 g \sin \alpha_2$$

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

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

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

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



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

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

B =

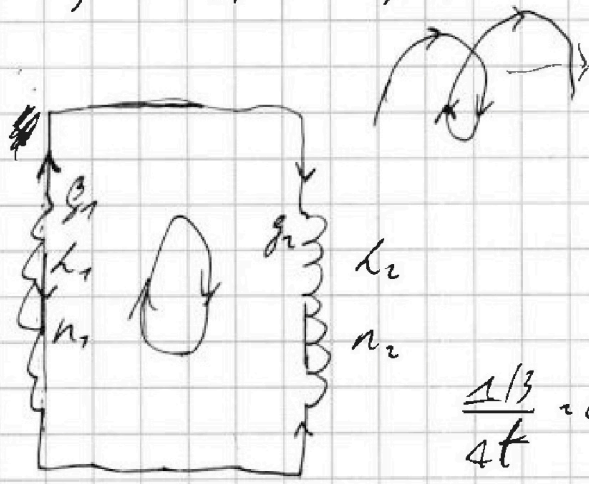
$$\frac{272}{315} = \frac{330}{219}$$

$$\begin{array}{r} \times 272 \\ 13 \\ \hline 636 \end{array}$$

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

$$\frac{272}{2246}$$

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



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

$$\begin{array}{r} -1 \\ 8250 \\ - 2746 \\ \hline 5504 \end{array}$$

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

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

$$\frac{g_1 L_1 \mu_0 n_1^2 B S}{l} \frac{dI_1}{dt}$$

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

$$g_1 = g_2$$

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

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

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

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!

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

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

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

$$pV = p_0(V_0 + \alpha(V_1 - V_0))$$

$$pV = p_0V_0 + \alpha p_0(V_1 - V_0)$$

$$g_1 = g_2$$

$$h_1 = h_2$$

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

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

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

$$2p = V$$

$$2p = 6p_0$$

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

$$p = 3p_0$$

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

$$n S \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

Q_1

$$n S \frac{dB}{dt} = L_1 \frac{dI_1}{dt} \quad g_1 S \frac{B_0}{l} = \frac{4 \pi r g_2}{3}$$

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

$$g_1 = \frac{n S B_0}{2 l} \quad g_2 = \frac{n S B_0}{3 l}$$

$$g_1 - g_2 = \frac{n S B_0}{6 l}$$

$$n_1 S \frac{dB}{dt} = L_1 \frac{dI_1}{dt}$$

$$n_1 S \frac{B_0}{l} = L_1 I_1 \quad n_2 S \frac{B_0}{l} = L_2 I_2$$



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): A geometric diagram showing a vertical line on the left and a slanted line on the right. A horizontal dashed line is drawn from the top of the vertical line to the slanted line. Angles are labeled α . A point is marked on the slanted line.

Diagram 2 (Middle): A similar geometric diagram with a vertical line on the left and a slanted line on the right. A horizontal dashed line is drawn from the top of the vertical line to the slanted line. A point is marked on the slanted line.

Diagram 3 (Bottom): A geometric diagram showing a vertical line on the left and a slanted line on the right. A horizontal dashed line is drawn from the top of the vertical line to the slanted line. A point is marked on the slanted line.

Calculations:

- Top left:
$$\begin{array}{r} +2 \\ \times 5 \\ \hline 325 \end{array}$$
- Top right:
$$\frac{5h}{3} = 90$$
- Top right:
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$
- Top right:
$$\frac{1}{f} = \frac{7}{h}$$
- Top right:
$$f = h$$
- Middle left:
$$\begin{array}{r} +1 \\ 25 \\ \times 13 \\ \hline 75 \\ 25 \\ \hline 325 \end{array}$$
- Middle left:
$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 13 \\ \hline 75 \\ 25 \\ \hline 325 \end{array}$$
- Middle left:
$$\begin{array}{r} 2268 \\ \times 13 \\ \hline 68 \\ 26 \\ \hline 294 \\ -68 \\ \hline 78 \end{array}$$
- Middle left:
$$\begin{array}{r} 73 \\ +13 \\ \hline 86 \\ 73 \\ \hline 756 \end{array}$$
- Middle left:
$$\begin{array}{r} 756 \\ -42 \\ \hline 714 \end{array}$$
- Middle right:
$$\frac{-42}{325} + \frac{70}{25} = \frac{-42 + 956}{13 \cdot 25} = \frac{914}{13 \cdot 25}$$
- Middle right:
$$\frac{660}{6 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{110}{732} = \frac{240}{13^2}$$
- Middle right:
$$= \frac{350}{13^2}$$
- Middle right:
$$\begin{array}{r} 8750 \\ -1482 \\ \hline 7268 \end{array}$$
- Middle right:
$$\begin{array}{r} 71 \\ 55 \\ \hline 12 \\ 110 \\ 55 \\ \hline 660 \end{array}$$
- Middle right:
$$\begin{array}{r} +1 \\ 350 \\ \times 25 \\ \hline 1750 \\ 700 \\ \hline 8750 \end{array}$$
- Middle right:
$$\frac{104h}{3} = \frac{104h}{r}$$
- Bottom left:
$$\frac{1}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$
- Bottom left:
$$\frac{1}{h} = \frac{3}{h} - \frac{1}{f} \quad f = h$$
- Bottom right:
$$\begin{array}{r} +1 \\ 114 \\ \times 13 \\ \hline 342 \\ 114 \\ \hline 1482 \end{array}$$



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!

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

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

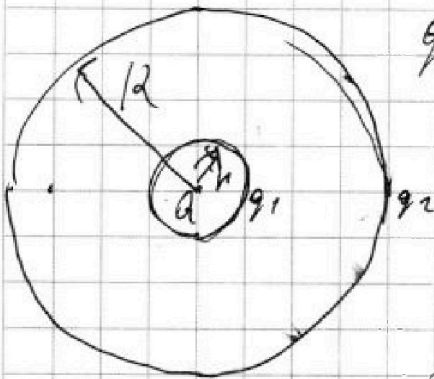
$$\varphi_1 = k \frac{q_1}{r_1}$$

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

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

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

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



$$q_1 = q_2 = Q$$

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

$$q_1 = Q$$

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

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

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

$$q_1 = -Q$$

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



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!

