



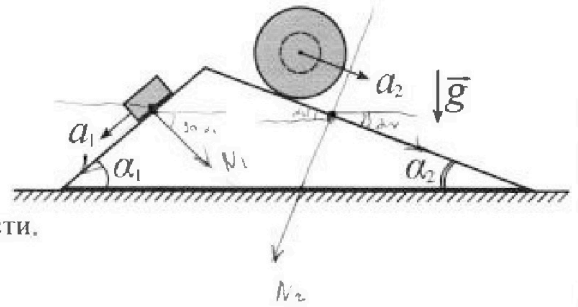
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

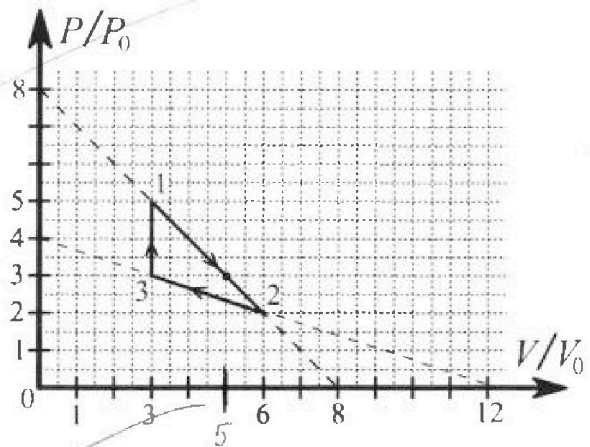


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

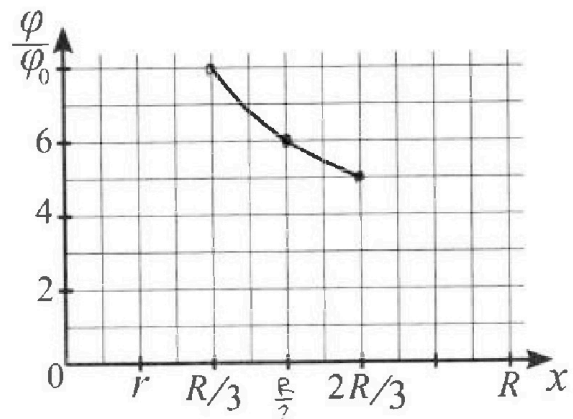
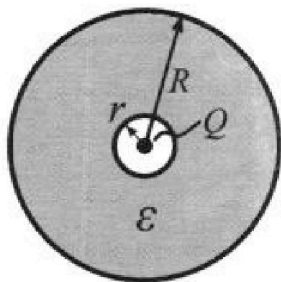
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



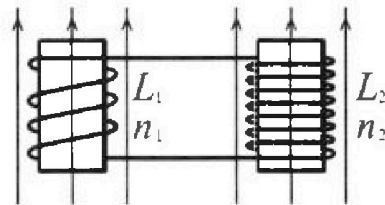
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

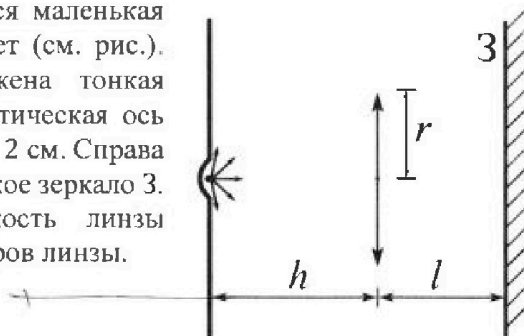


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 уменьшаться 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - 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.

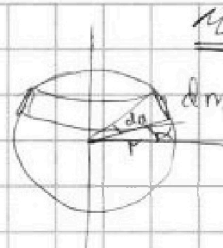


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

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!

Задача 1.



Мускетер

1) На спуске: $x: mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} = mg \cdot \frac{7}{17}$
 $y: mg \cos \alpha_1 = N_1; N_1 \sin \alpha_1 = F_{\text{тр}1}$

$$F_{\text{тр}1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \left(\frac{51-35}{85} \right) = \frac{mg \cdot 16}{85} \quad \text{Ответ 1}$$

2) На шар можно рассмотреть в центре масс

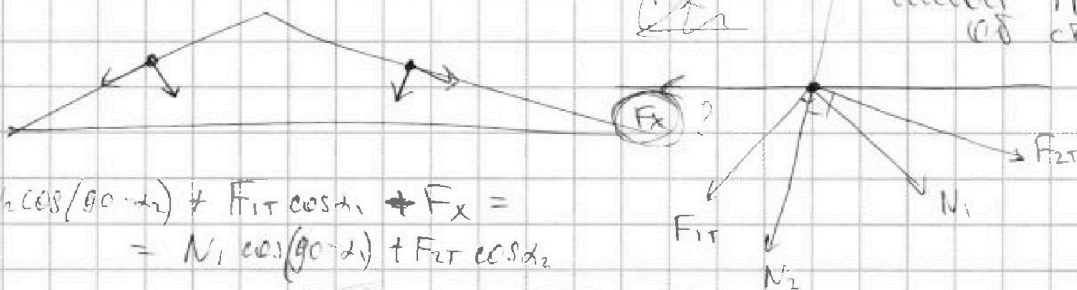
\Rightarrow УДТ $M_{\text{тр}} = \dot{p}$ $J = \left(\int_{-\frac{R}{2}}^{\frac{R}{2}} \cos^2 \alpha \, dm \right) \cdot \frac{m R^2}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{m R^2}{2} = \frac{1}{3} m R^2$
 $F_{2r} v = \frac{dL}{dt} = \frac{2}{3} m_2 v$ (масса мускетера) (объём на поверхности) (от центра масс)

(Остальные силы и центр масс, они без момента)

$$F_{2r} = \frac{2}{3} \cdot 5m \cdot \frac{8}{25} g = \frac{16}{15} mg \quad \text{Ответ 2} \quad N_2 = 5m \cos \alpha_2$$

3) На кривой действуют только $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2}$ вдоль грани и N_1 и N_2 перпендикулярно грани (по III закону)

Иными словами, если в массе, это полные реакции опор в массе на ось x сбалансированы, если третья ось z



$$N_2 \cos(90-\alpha_2) + F_{\text{тр}} \cos \alpha_1 + F_x = N_1 \cos(90-\alpha_1) + F_{\text{тр}} \cos \alpha_2$$

$$5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + mg \cdot \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4mg \cdot 3}{5} - \frac{16 \cdot 15}{15 \cdot 17} mg = -F_{\text{тр}x}$$

$$F_{\text{тр}x} = \frac{5820}{17^2 \cdot 25} mg = \frac{1164}{17^2 \cdot 5} mg \quad 2mg + \frac{12mg}{289}$$

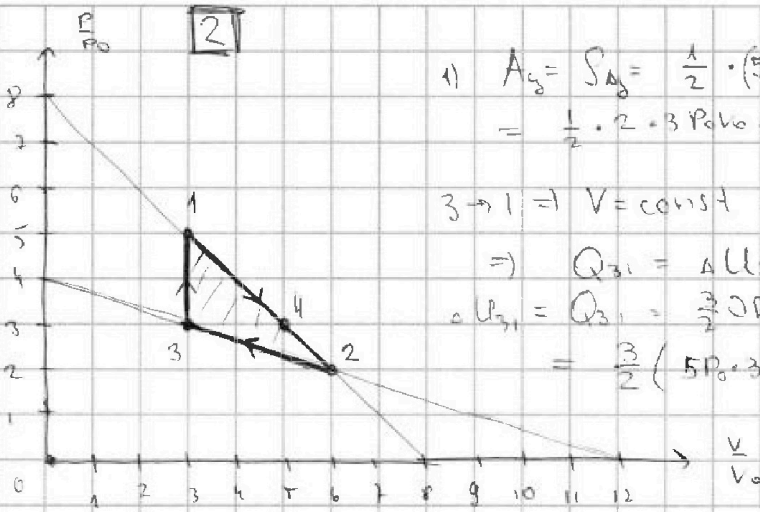


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!



числовик

$$1) A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \frac{1}{2} \cdot (5-3)P_0 \cdot (6-3)V_0 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$3 \rightarrow 1 \Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow A_{3 \rightarrow 1} = \int P dV = 0$$

$$\Rightarrow Q_{31} = \Delta U_{31}$$

$$Q_{31} = Q_{31} = \frac{3}{2} \int_{T_3}^{T_1} P dT - \frac{3}{2} \int_{T_3}^{T_1} P dT = \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_3 V_3 = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot (15-9) P_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{31}}{A_{12}} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = \boxed{3} \text{ ответ}$$

$$2) \frac{P_i}{P_0} = 8 - \frac{V_i}{V_0} \quad P_2 V_2 = \int R T_2 \quad 2 P_0 \cdot 6 V_0 = \int R T_2$$

$$\frac{12 P_0 V_0}{\int R} = T_2$$

$$P_i V_i = \int R T_i \quad \left(8 - \frac{V_i}{V_0}\right) P_0 \cdot V_i \cdot \frac{1}{\int R} = T_i$$

$$\frac{P_0}{\int R V_0} \cdot (8V_i V_0 - V_i^2) = T_i \quad (8V_i V_0 - V_i^2) / \text{max} \quad -V_i^2 + 8V_i V_0 / \text{max}$$

$$\frac{P_0}{\int R V_0} \cdot (8 \cdot 4 V_0 \cdot V_0 - 16 V_0^2) = \frac{P_0}{\int R V_0} \cdot (16 V_0^2)$$

$$\frac{-8V_0}{-2 \cdot 1} = 4V_0$$

$$\frac{16 P_0 V_0}{\int R} = T_{\text{max}} \Rightarrow \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{16}{12} = \boxed{\frac{4}{3}} \text{ ответ}$$

3) В процессе $1 \rightarrow 2$ происходит касание с адиабатой, известной график, это же точка $\frac{1+2V^*}{2+2} = \frac{3+2V^*}{2 \cdot 3+2} = \frac{5}{8} V^*$

где V^* на оси абсцисс, т.е. у нас $V^* = 8V_0$

$\Rightarrow 5V_0$ касание адиабаты. $\cancel{P_{12} + Q_{12}}$ $\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{13}}$

$$P_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad A_{12} = \frac{1}{2} \cdot (2P_0 + 5P_0) \cdot 3V_0 = \frac{1}{2} \cdot (7P_0) \cdot 3V_0 = \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2P_0 \cdot 6V_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot (12-15) P_0 V_0 = -\frac{9}{2} P_0 V_0 \Rightarrow Q_{12} = 6 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3 P_0 V_0}{6 P_0 V_0 + 9 P_0 V_0} = \frac{3}{15} = \frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{20\%} \text{ ответ}$$



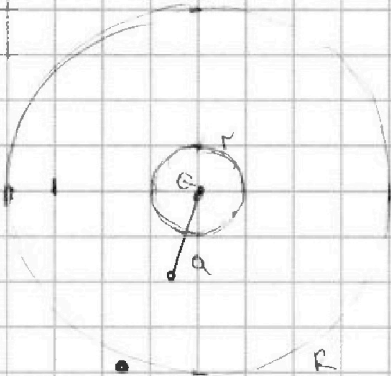
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



1) Диаметром так устроили, что индуцируемая зарядов делится в обе части $\frac{Q}{2}$ по половине или если бы его не было.

Черновик

Тут диаметр шариков не связан с нашим, $E_{tot} = \frac{kQ}{R^2}$ | else

$$\Rightarrow \text{Найдём } \varphi_{внеш} = \int \frac{kQ}{a^2} da = kQ \left(-\frac{1}{\infty} + \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R}$$

Теперь найдём для области $R < a < R$

$$\Rightarrow \int \frac{kQ}{\epsilon a^2} + \varphi_{внеш} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{a} \right) + \frac{kQ}{R}$$

$$\text{нас интересует } \varphi_x = \varphi_a = \frac{3Q}{4} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{4}{3R} \right) + \frac{kQ}{R} =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{3R} + \frac{3\epsilon kQ}{3\epsilon R} = \boxed{\frac{kQ}{3\epsilon R} (3\epsilon + 1)} \text{ Ответ.}$$

(правильно)

$$2) \varphi_0 = \frac{kQ}{A} \quad \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{3}{R} \right) + \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{3}{2R} \right) + \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{8}{A} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{2}{R} + \frac{1}{R} \quad ; \quad \frac{5}{A} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{40}{A} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{5}{R} = \frac{40}{A} = \frac{10}{2\epsilon R} + \frac{8}{R}$$

$$\frac{8^2}{\epsilon R} = \frac{3}{R}$$

$$2R = \epsilon R$$

$$\boxed{\epsilon = 2} \text{ Ответ}$$

$\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{2}{R} + \frac{1}{R} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{8}{R}$
 $\frac{5}{A} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$
 $\frac{40}{A} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{8}{R}$
 $\frac{8^2}{\epsilon R} = \frac{3}{R}$



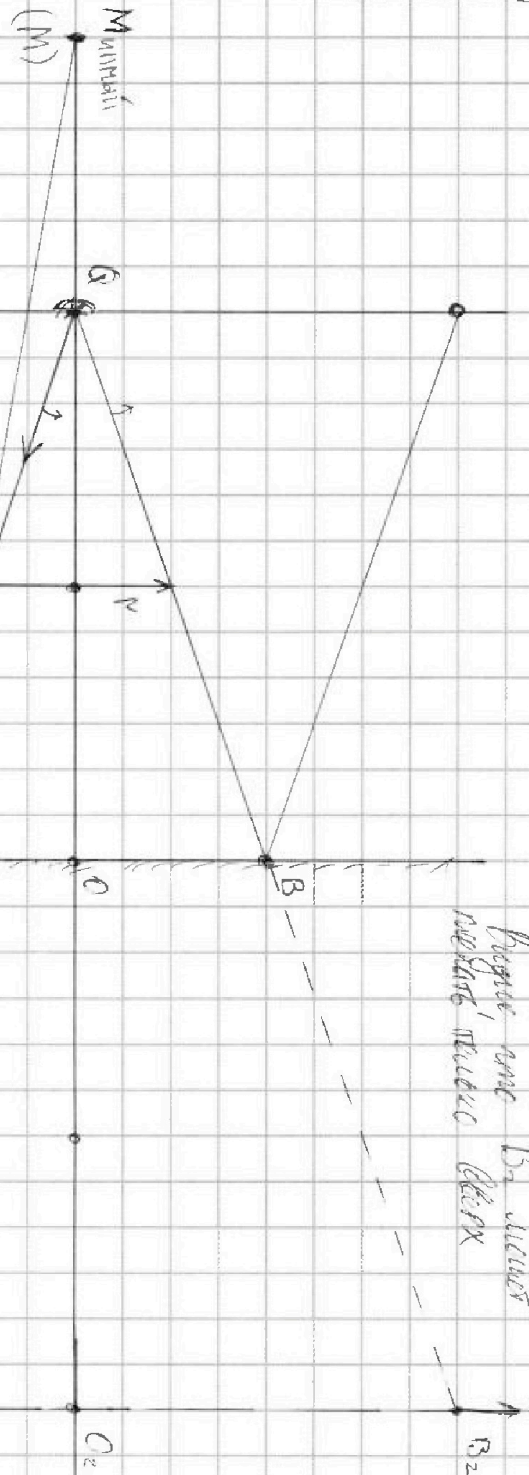
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

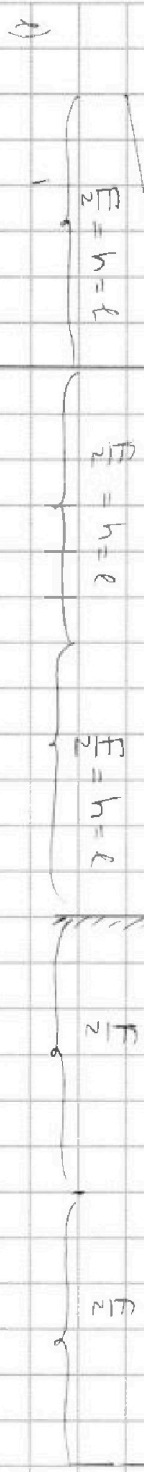
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

Решение



Решить, как в видео
методом виртуальных перемещений



1) $\frac{\delta W_A}{\delta w_2} = \frac{N}{\frac{l}{2}}$

$\delta W_B = \frac{2}{3} N$

$\frac{\delta W_F}{\delta w_2} = \frac{F}{\frac{l}{2}}$

$\delta W_{OC} = 2N$

2) $\frac{\delta W_{A_2}}{\delta w_2} = \frac{N}{\frac{l}{2}}$

$\delta W_{A_2} = \frac{5}{2} N$

$\frac{\delta W_{B_2}}{\delta w_2} = \frac{N}{\frac{l}{2}}$

$\delta W_{B_2} = 4N$

A_2 имеет вид, равное
вектору $\vec{O_2 A_2}$
т.е. $R_{A_2} = -O_2 B_2$
 A_2 (по условию)

\Rightarrow виртуальные перемещения нулевы.

Следовательно: $\delta W (16N - \frac{25}{4} N^2)$

Отсюда:

$\delta W = 57 \cdot N^2 \left(\frac{64 - 25 N}{4} \right) = 57 \cdot \frac{39}{4} N = 51 \cdot \frac{39}{4} \cdot 4 \text{ кэВ} = 39 \cdot 57 \text{ (кэВ)}$

39 57 (кэВ)

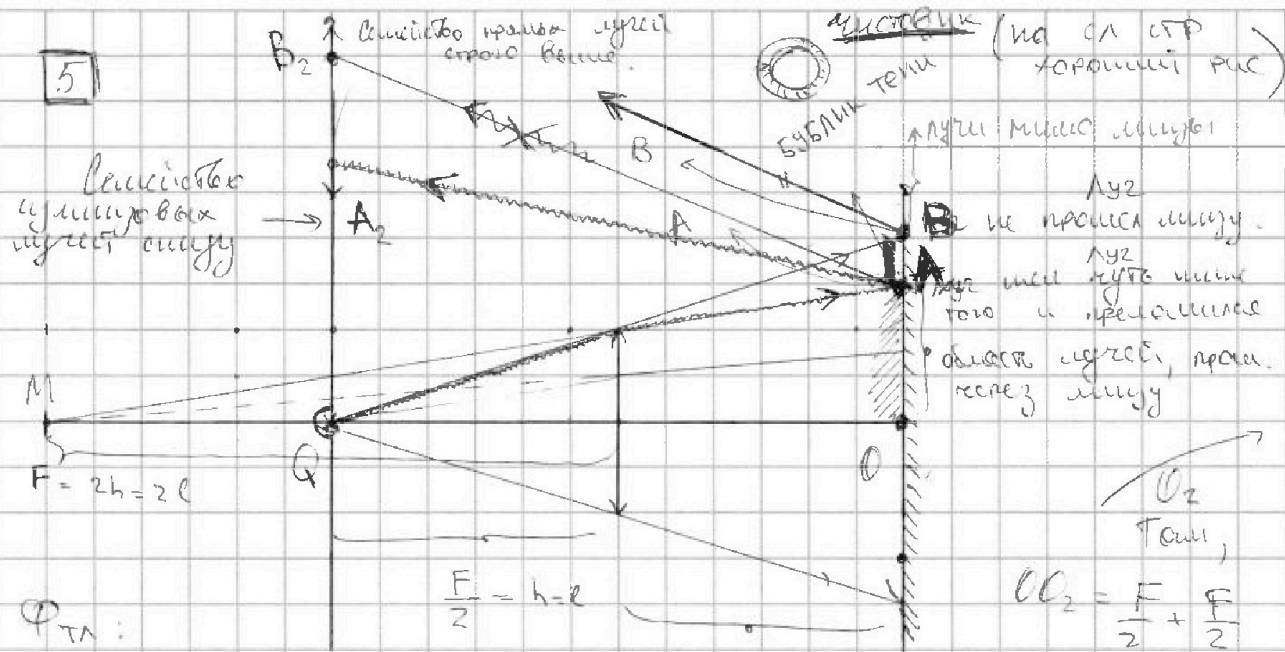


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



φ_{TL} :

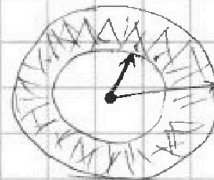
$$\frac{1}{\frac{F}{2}} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{x} = -\frac{1}{F}$$

→ мнимое изображение увеличивается в 2 раза в левом фокусе

$$\frac{OA}{\frac{3}{2}l} = \frac{M}{F} \quad OA = \frac{2}{3}M$$

Линзу для удобства

$$\frac{OB}{F} = \frac{M}{\frac{F}{2}} \quad OB = 2M$$



$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Площадь пятна} &= \pi \left((2M)^2 - \left(\frac{2}{3}M \right)^2 \right) = \\ &= \pi \cdot \left(4M^2 - \frac{4}{9}M^2 \right) = \pi \cdot \frac{32}{9}M^2 = \pi \cdot \left(4M^2 \left(1 - \frac{1}{9} \right) \right) = \\ &= \pi \cdot 4M^2 \cdot \frac{8}{9} = \frac{32}{9} \cdot 2 \text{ см}^2 \cdot \pi = \boxed{\frac{64}{9} \pi \text{ (см}^2\text{)}} \quad \text{Ответ} \end{aligned}$$

2) На стене образуется аналогичная конусообразная область тени. Линзу аналогично перевернуть, изображение отразится в заданном треугольнике $MA_2O_2 \sim MAO$, $QBO \sim QBO_2$

Рисунок погрешен мимими, см стр далее.



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!

$$\cos^3 \alpha = \cos \alpha (\cos^2 \alpha) = \cos \alpha \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} = \frac{1}{2} (\cos 2\alpha \cos \alpha + \cos \alpha) \text{ неприменяем}$$

$$\cos^3 \alpha = \cos 2\alpha \cos \alpha - \sin 2\alpha \sin \alpha = \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha =$$

$$= \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \cos \alpha + \cos^3 \alpha \quad - 2(1 - \cos^2) \cos = -2\cos + 2\cos^3$$

$$2\cos^3 = \cos 2\alpha \cos \alpha + \cos \alpha$$

$$2\cos^3 = \cos 3\alpha + 2\cos \alpha + \cos^3 \alpha + \cos \alpha \quad 3\cos^3 \alpha = \cos 3\alpha + 3\cos \alpha$$

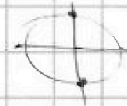
$$\cos^3 \alpha = \frac{\cos 3\alpha + 3\cos \alpha}{3}$$

$$3 \int \cos^3 \alpha + 3\cos \alpha d\alpha = 3 \left(\frac{\sin 3\alpha}{3} + 3\sin \alpha \right) = \left(\frac{\sin 3\alpha}{3} \right)' = \frac{3\cos 3\alpha}{3}$$

$$\sin \frac{3\pi}{2} = -1$$

$$\sin \frac{-3\pi}{2} = 1$$

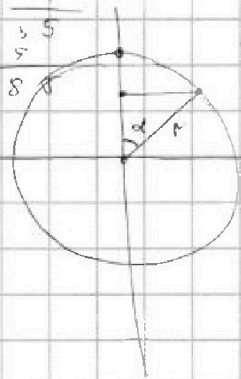
$$3 \cdot 2 = 6$$



$$\frac{51}{35} = \frac{17}{16}$$

$$\frac{5}{17} = \frac{5}{17}$$

$$\frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 7}{5 \cdot 17} = \frac{51 - 35}{5 \cdot 17}$$



$$dl = dm \cdot N^2 \sin^2 \alpha$$

$$dm = \rho d\alpha \cdot 2r \sin \alpha \cdot \frac{m}{2} = \frac{m}{2} \sin \alpha d\alpha$$

$$\int \frac{m}{2} N^2 \sin^3 \alpha d\alpha$$

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{m}{2} N^2 \cos^3 \alpha d\alpha$$

$$\sin^3 = \sin^2 \sin$$

$$2\cos^3 = \cos \alpha \cos 2\alpha + \cos \alpha$$

$$\sin^2 = 1 - \cos^2 = 1 - \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} = 1 - \frac{1}{2} - \frac{\cos 2\alpha}{2} = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

$$\left(\frac{1 - \cos 2\alpha}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} (\sin \alpha - \cos 2\alpha \sin \alpha)$$

$$\sin 3\alpha = \sin 2\alpha \cos \alpha + \sin \alpha \cos 2\alpha = 2\sin \alpha \cos^2$$

$$\cos^3 \alpha = \cos^2 \cos = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} \cos = \frac{1}{2} (\cos \alpha \cos 2\alpha + \cos \alpha)$$

$$\cos 3\alpha = \cos \alpha \cos 2\alpha - \sin \alpha \sin 2\alpha = \cos \alpha \cos 2\alpha - 2\sin^2 \alpha \cos \alpha =$$

$$= \cos \alpha \cos 2\alpha - 2(1 - \cos^2) \cos = \cos \alpha \cos 2\alpha - 2\cos + 2\cos^3$$

$$\cos 3\alpha = 2\cos^3 - \cos \alpha - 2\cos \alpha + 2\cos^3 \quad 4\cos^3 = \cos 3\alpha + 3\cos \alpha$$

$$\cos^3 = \frac{\cos 3\alpha + 3\cos \alpha}{4}$$



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!

$\frac{2}{5} m r^2$? Черновик

$mg \sin \alpha$
 $T \alpha$
 $\alpha \cdot r$

$mg \sin \alpha - F_{fr1} = m \cdot \frac{7}{17} g$
 $mg \cos \alpha = N_1$ $F_{fr} = N_1 \cdot \mu$

$J = 2 \alpha r m$
 $J = \alpha \cdot 5 m r^2$
 $N F_{fr2} = \beta J$
 $\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{dV}{r dt} = \frac{a_2}{r}$
 $F_{fr2} = \frac{a_2}{r} \cdot \frac{2}{5} m r^2$
 $F_{fr2} = a_2 \cdot \frac{2}{5} m$
 $F_{fr2} = \frac{8}{25} g \cdot \frac{2}{5} m$
 $F_{fr2} = \frac{8}{5} m g \alpha$

$dm = \rho \cdot r da \cdot 2\pi r \cos \alpha$
 $\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3}$
 $dm = \frac{m}{4\pi R^2} \cdot 2\pi r^2 \cos \alpha da = \frac{m}{2} \cos^3 \alpha da$
 $dJ = dm \cdot \frac{1}{2} r^2 \cos^2 \alpha$
 $J = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{m}{2} R^2 \cos^3 \alpha da = \frac{3}{2} m R^2 (\frac{1}{2} - \frac{1}{2})$

$\cos^3 = \cos^2 \cos = (1 - \sin^2) \cos = \cos - \cos \sin^2$
 $\cos^2 \cos =$
 $2 \cos^3 - 1 = \cos 2\alpha$
 $\cos^2 = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$
 $2 \cos^2 \cdot \cos \alpha =$

$\frac{\cos 2\alpha + 1}{2} \cdot \cos \alpha = \frac{\cos \alpha \cdot \cos 2\alpha + \cos \alpha}{2}$

$\cos(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta + \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$
 $\cos 3\alpha = \cos(2\alpha + \alpha) = \cos 2\alpha \cos \alpha - \sin 2\alpha \sin \alpha =$
 $= \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \cos \alpha - \cos^3 \alpha$

$x = 0$
 $y = 8$
 $x = 8$
 $y = 0$



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 __

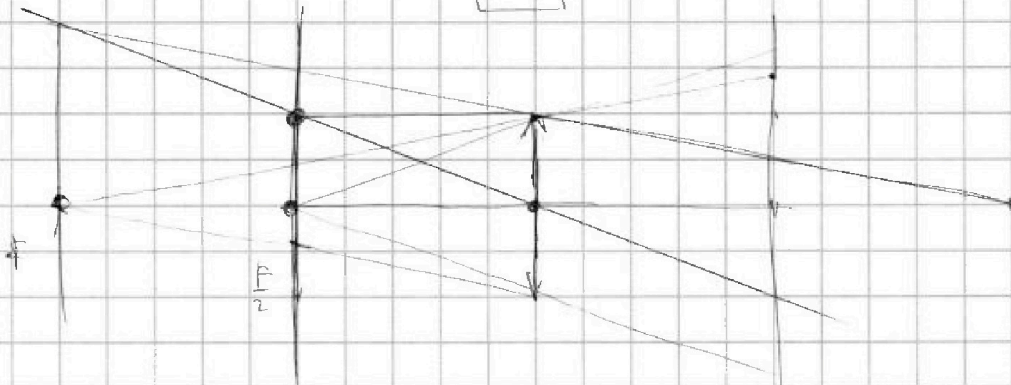
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$B = \mu_0 n I$$



$$L I' = 9 L I$$

Черновик



$$\frac{1}{L_1 I} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{F} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{2}{F} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{B_2 Q}{2F + F} = \frac{2}{F}$$

$$A_2 Q$$

$$\Phi_0 = B_0 S (n_1 + n_2) = L_2 I + L_1 I$$

$$B_0 S n_2 - B_0 S n_1 = L_2 I + L_1 I$$

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!

$$\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 x = \frac{1}{4} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos 3x dx + 3 \cos x = \frac{1}{4} \left(\frac{\sin 3x}{3} + 3 \sin x \right) \Big|_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}$$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{\sin \frac{3\pi}{2} + \sin \frac{3\pi}{2}}{3} + 3 \sin \frac{\pi}{2} + 3 \sin \frac{\pi}{2} \right) = \frac{1}{4} \left(-\frac{2}{3} + 6 \right) = 289$$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{18-2}{3} \right) = \frac{1}{4} \cdot \frac{16}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{m}{2} v^2 \cdot \frac{4}{3} = \frac{2}{3} m v^2$$

$$\frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} + \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} = \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{16}{17}$$

$$= \frac{(5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 25) + (16 \cdot 4 \cdot 17) - (4 \cdot 3) \cdot 17^2 - 16 \cdot 17 \cdot 25}{25 \cdot 17^2}$$

$$= \frac{25 \cdot 3 \cdot 8 + 8^2 \cdot 17 - 17^2 \cdot 4 \cdot 3 - 25 \cdot 4^2 \cdot 17}{25 \cdot 17^2}$$

$$25 \cdot 15000 + 1088 - 3468 - 6800 = 289$$

$$\frac{3+2}{2 \cdot 3+2} \cdot 8V_0 = \frac{5}{7} \cdot V_0$$

$$Q = \Delta U + A'$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

$$1164 \quad | \quad 17$$

$$153 \quad | \quad 937$$

$$63$$

$$51$$

$$124$$

$$123$$

$$25 \cdot 8 = 590$$



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!

Черно

$$\int \frac{1}{R^2} dE = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$R^2 \quad -R^{-1} \rightarrow +R^{-2}$$

$$\frac{kQ}{R^2} dl$$

$$\int \frac{kQ}{a^2} da = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{E} \left(\frac{1}{R} + \frac{3}{R} \right)$$

$$= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{E} \cdot \frac{2}{R}$$

$$= \frac{3kQ}{R}$$

Каждому из элементов dl на dl.

$B = \mu_0 n I$

$\frac{3}{5} mg - F_{\text{пр}} = m \cdot \frac{7}{17} g$
 $F_{\text{пр}} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \cdot \frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 7}{5 \cdot 17}$
 $= \frac{51 - 35}{85} mg = \frac{16}{85} mg$

$\frac{8}{25} g \cdot \frac{2}{3} \cdot 5m \cdot \frac{1}{2} = F_{\text{пр}}$
 $\frac{16}{25 \cdot 3} \cdot 5mg = \frac{16}{15} mg$

$5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{16}{85} mg \cdot \frac{1}{5} = mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{16}{1585} mg + X$

$\frac{10}{51} - \frac{35}{17} = \frac{2}{16}$
 $5 \cdot 17 = 85$
 $8 \cdot 17 = 136$
 $5 \cdot 17 = 85$
 $8 \cdot 17 = 136$
 $5 \cdot 17 = 85$
 $8 \cdot 17 = 136$
 $5 \cdot 17 = 85$
 $8 \cdot 17 = 136$
 $5 \cdot 17 = 85$
 $8 \cdot 17 = 136$



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

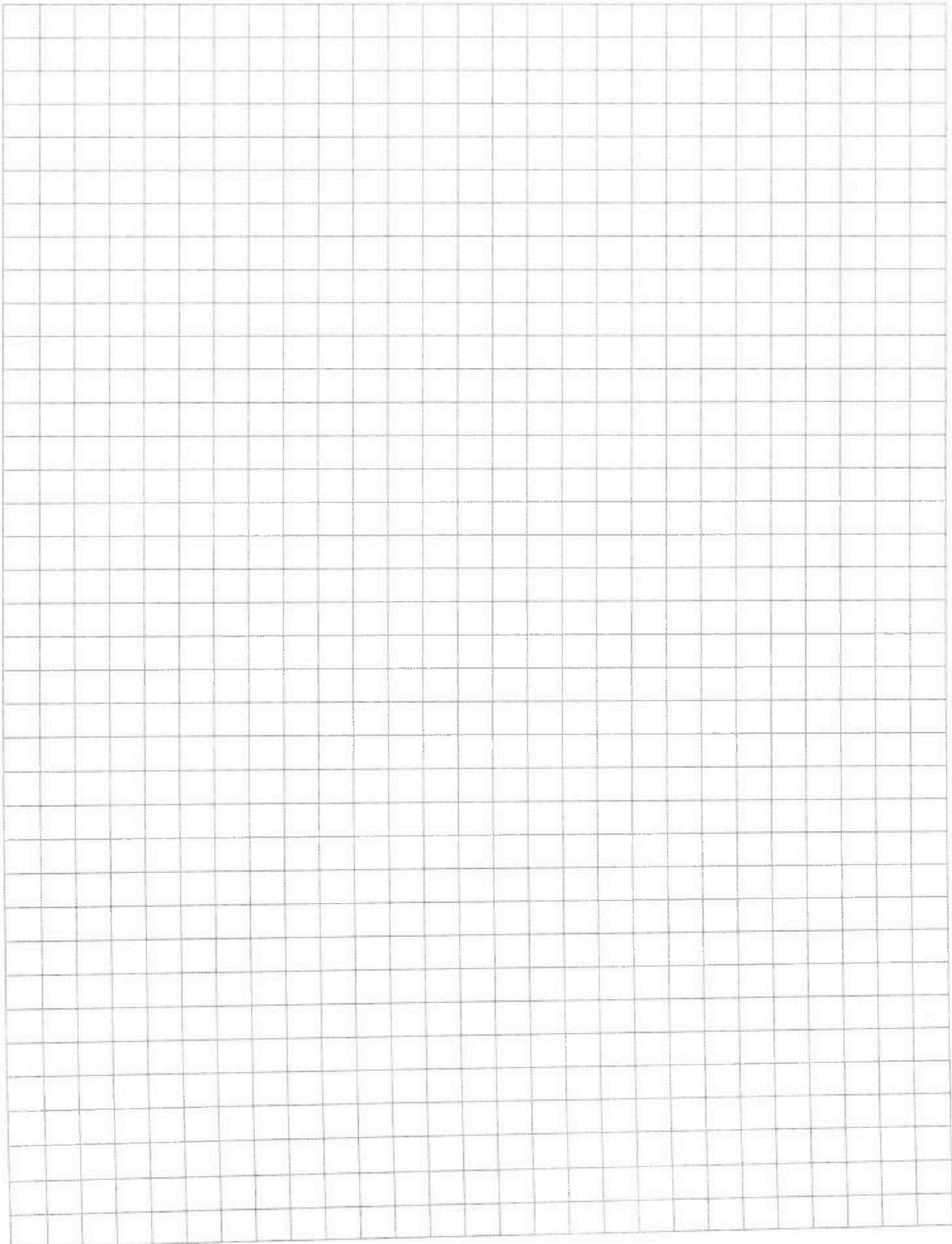
5

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!



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 1

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 Катушка при токе I_0 создает ^{поле} в себе однородное магнитное поле

$B = \frac{\mu_0 N I}{L}$. Такие катушки сопротивляются изменению через себя магнитного потока и создают за счет наличия тока свое поле B чтобы вернуть "как было"

В начале катушки соединены и в них выполняется равенство $B_0 S n_2 = B_0 S n_1$ → протекать ток через себя катушка L вызывает ток, что порождает поле B в катушке L



$$\begin{aligned} B_0 S n_2 &= \mu_0 I_0 N_2 \\ B_0 S n_1 &= L I \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} \text{равенство катушки в} \\ \text{с-цу или где соединены} \\ \text{такой ток, } I_0 \neq 0 \end{array} \right)$$

$$B_0 S n_2 - B_0 S n_1 = L_2 I_0 + L_1 I_0$$

$$B_0 S n_2 - (B + \mu B) S n_1 = L_2 I + L_1 I$$

Выражение про убывающую μ (разность градиентов) / dt

$$B S n_1 = (L_2 + L_1) I$$

$$I = \frac{-\Delta S n}{L_1 + L_2} \quad \text{Ответ } I = \frac{-\Delta S n}{10L}$$

Проинтегрировав по времени

$$-\left(B_0 - \frac{2B_0}{3}\right) S n_1 + \left(\frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{12}\right) S n_2 = (L_1 + L_2) \Delta I$$

$$-\frac{B_0}{3} S n_1 + \frac{B_0}{6} \cdot 3 S n_2 = 10L \Delta I$$

$$I = \frac{1 B_0 S n}{60L} \quad \left[\Delta I = \frac{B_0 S n}{60L} \right] \text{ Ответ}$$