



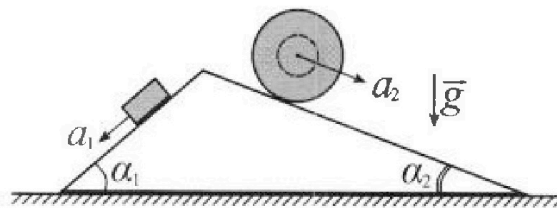
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

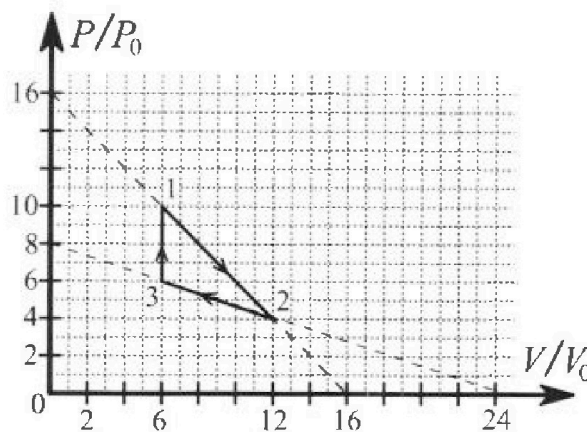
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

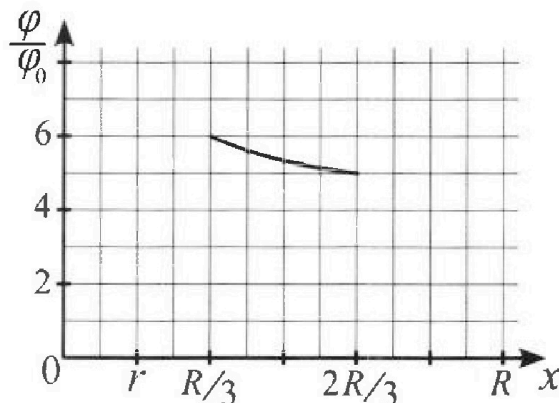
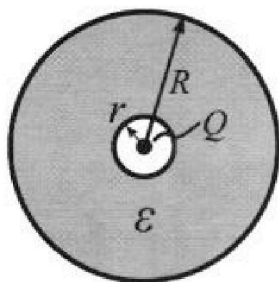


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

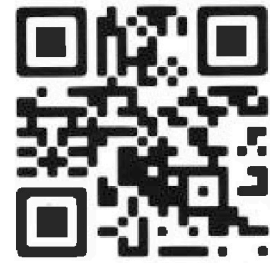
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



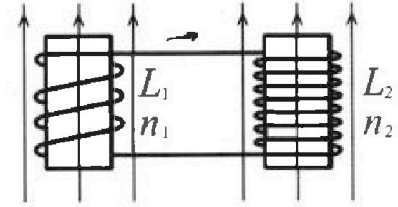
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

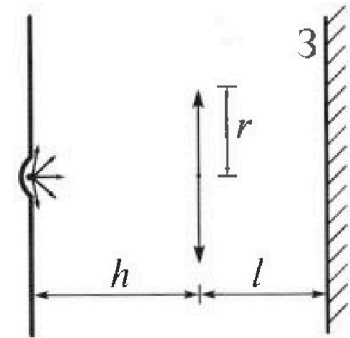


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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 $u\pi$, где u - 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 непустима!

Задача 1

Дано:

$$a_1 = \frac{5}{17} g$$

$$a_2 = \frac{8}{27} g$$

$$\sin d_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos d_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin d_2 = \frac{8}{17}$$

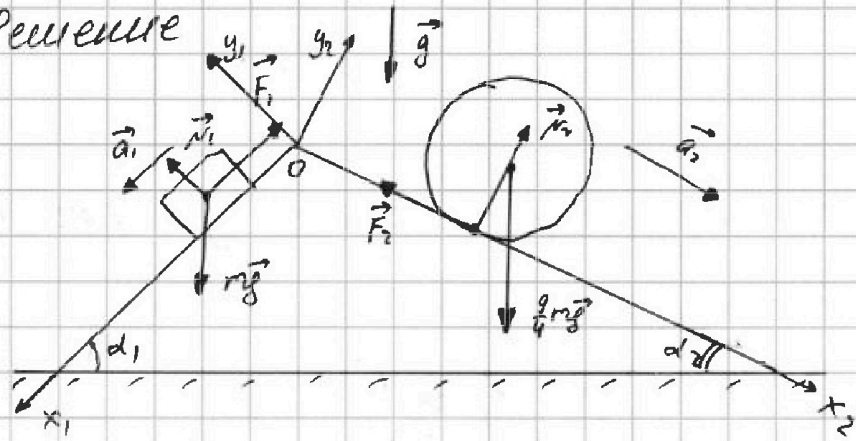
$$\cos d_2 = \frac{15}{17}$$

$$F_1 - ?$$

$$F_2 - ?$$

$$F_3 - ?$$

Решение



1) Запишем II закон Ньютона для бруска:

$$\vec{a}_1 m = m \vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1$$

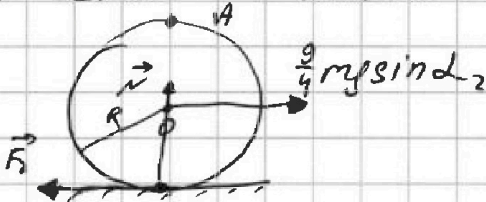
$$O X_1: a_1 m = m g \sin d_1 - F_1$$

$$F_1 = -a_1 m + m g \sin d_1$$

$$F_1 = -\frac{5}{17} m g + \frac{3}{5} m g = \frac{8 \cdot 26}{85} m g$$

$$F_1 = \frac{26}{85} m g$$

2) Рассмотрим силы, действующие на шарик в какой-то момент времени:



Шарик скатывается без проскальзывания, поэтому относительно т. А должно выполняться равенство моментов сил:

$$\frac{9}{4} R \cdot m g \sin d_2 = 2R \cdot F_2$$



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!

Задача 2

Дано:

График $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$

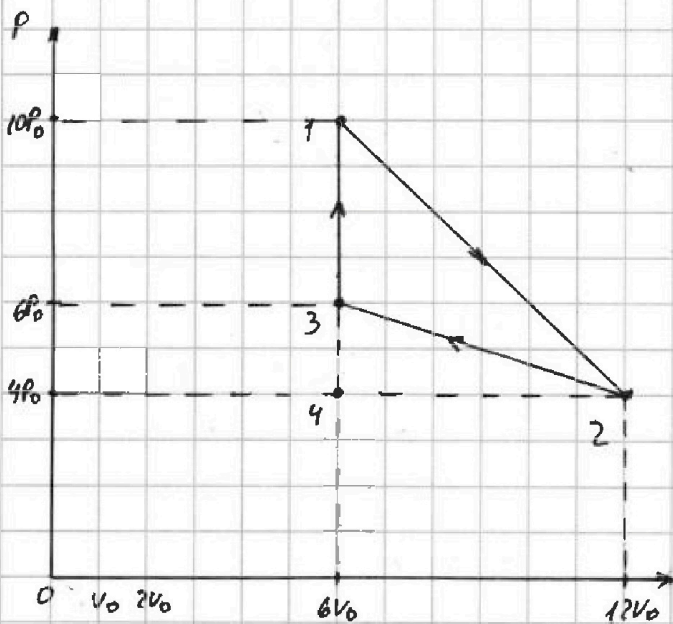
1) $\frac{|dU_{12}|}{A} - ?$

2) $\frac{P_{\max}}{P_3} - ?$

3) $\eta - ?$

Решение

1) Так как P_0 и V_0 это некие постоянные величины, то данную зависимость можно представить в координатах $P(V)$, где P будет измеряться в ед. P_0 , а V в ед. V_0 .



2) Работа газа за цикл, это площадь $\Delta 1-2-3$, её можно представить как:

$$S_{123} = S_{124} - S_{324}$$

$$S_{124} = \frac{1}{2} (P_1 - P_4) (V_2 - V_4) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 6P_0 \cdot 6V_0 = 18P_0V_0$$

$$S_{324} = \frac{1}{2} (P_3 - P_4) (V_2 - V_4) =$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 6V_0 = 6P_0V_0$$

$$A = S_{123} = 18P_0V_0 - 6P_0V_0 = 12P_0V_0$$

$$3) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (P_2 - P_1) = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (4P_0 \cdot 12P_0V_0 - 10P_0 \cdot 6V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot P_0V_0 (48 - 60) = \frac{3}{2} \cdot (-12) P_0V_0 = -18P_0V_0$$



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!

$$4) \quad \frac{|a_{12}|}{A} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{3}{2} = 1,5 \quad \boxed{\frac{|a_{12}|}{A} = 1,5}$$

5) Урав согласно уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$T = \frac{1}{\nu R} pV$$

Из графика видно, что в процессе 1-2 зависимость $p(V)$ имеет линейную зависимость, которая выражается как:

$$p = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

Поэтому зависимость $T(V)$ имеет вид:

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left(16 p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 \right) =$$

$$= \frac{16 p_0}{\nu R} V - \frac{p_0}{2 \nu R V_0} V^2 \quad \text{— парабола с ветвями вниз, наибольшее значение принимается в вершине.}$$

$$V_0 = \frac{-\frac{16 p_0}{\nu R}}{-2 \cdot \frac{p_0}{\nu R V_0}} = 8 V_0$$

$V_* = 8 V_0$ (объем при котором достигается T_{\max})

$p_* = 8 p_0$ (из графика)

$$T_{\max} = \frac{1}{\nu R} \cdot 8 p_0 \cdot 8 V_0 = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{6 p_0 \cdot 6 V_0}{\nu R} = \frac{36 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\boxed{\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}}$$



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!

$$6) \eta = \frac{A}{Q_H}$$

~~$$Q_H = Q_{31}$$~~

~~$$Q_{12} = A_{12} + aU_{12} = S_{124} + aU_{12} = 10p_0V_0 - 18p_0V_0 = 0$$~~

~~$$Q_{31} > 0$$~~

~~$$Q_{23} = A_{23} + aU_{23} = S$$~~

$$A_{12} = 4p_0 \cdot 6V_0 + \frac{1}{2} 6p_0 \cdot 6V_0 = (24 + 18)p_0V_0 = 42p_0V_0$$

$$A_{23} = -4p_0 \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} 2p_0 \cdot 6V_0 = -(24 + 6)p_0V_0 = -30p_0V_0$$

$$A_{31} = 0$$

$$aU_{12} = -18p_0V_0$$

$$aU_{23} = \frac{3}{2}(12 \cdot V_0 \cdot 4p_0 + 6V_0 \cdot 6p_0) = -18p_0V_0$$

$$aU_{31} = \frac{3}{2}(10p_0 \cdot 6V_0 - 6p_0 \cdot 6V_0) = 36p_0V_0$$

$$Q_{12} = A_{12} + aU_{12} = (42 - 18)p_0V_0 = 24p_0V_0 > 0$$

$$Q_{23} = -30p_0V_0 - 18p_0V_0 = -48p_0V_0 < 0$$

$$Q_{31} = aU_{31} + \overset{0}{Q_{31}} = 36p_0V_0 > 0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} ; \eta = \frac{12p_0V_0}{24p_0V_0 + 36p_0V_0} = \frac{12}{60} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$\eta = 20\%$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{|aU_{12}|}{A} = \frac{3}{2} ; 2) \frac{P_{MAX}}{P_3} = \frac{16}{9} ; 3) \eta = 20\%$$



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!

Задача 3

Дано:

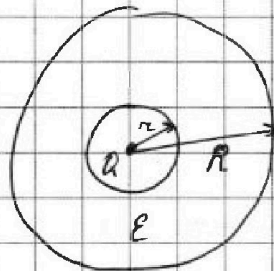
$$\varepsilon; r; R; Q$$

$$\Gamma_D - \text{и } \frac{\varphi}{\varphi_0}(R)$$

$$1) \varphi_x \text{ при } x = \frac{11}{12}R$$

$$2) \varepsilon - ?$$

Решение



1) Потенциал электрического поля на расстоянии x от центра вычисляется как:

$$\varphi = \frac{kQ}{x}$$

Этот как если точка, в которой мы хотим вычислить потенциал находится в среде с диэлектрической проницаемостью ε , то он вычисляется как:

$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon x}$$

$$\text{При } x = \frac{11}{12}R:$$

$$\varphi_x = \frac{3Q}{11\pi\varepsilon_0 \varepsilon R}$$

Из графика следует, что:

$$\varphi_1 \left(\frac{R}{3} \right) = 6\varphi_0$$

$$\varphi_2 \left(\frac{2R}{3} \right) = 5\varphi_0$$

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 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!

$$-\frac{3}{2} S n \frac{dB_2}{dt} + n S \frac{dB_1}{dt} = \frac{dJ}{dt} (L_1 + L_2)$$

$$n S (dB_1 - \frac{3}{2} dB_2) = dJ (L_1 + L_2)$$

$$\int_{B_0}^{\frac{3}{4} B_0} n S dB_1 - \int_{4B_0}^{\frac{8}{3} B_0} \frac{3}{2} n S dB_2 = \int_0^J dJ (L_1 + L_2)$$

$$n S (\frac{3}{4} B_0 - B_0) - \frac{3}{2} n S (\frac{8}{3} B_0 - 4B_0) = J (L_1 + L_2)$$

$$-\frac{1}{4} n S B_0 + \frac{3}{2} n S \cdot \frac{4}{3} B_0 = J (L_1 + \frac{9}{4} L_2)$$

$$\frac{7}{4} n S B_0 = \frac{13}{4} L J$$

$$J = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

Ответ: 1) $\left| \frac{dJ}{dt} \right| = \frac{4 d S n}{13 L}$

2) $J = \frac{7 n S B_0}{13 L}$



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.

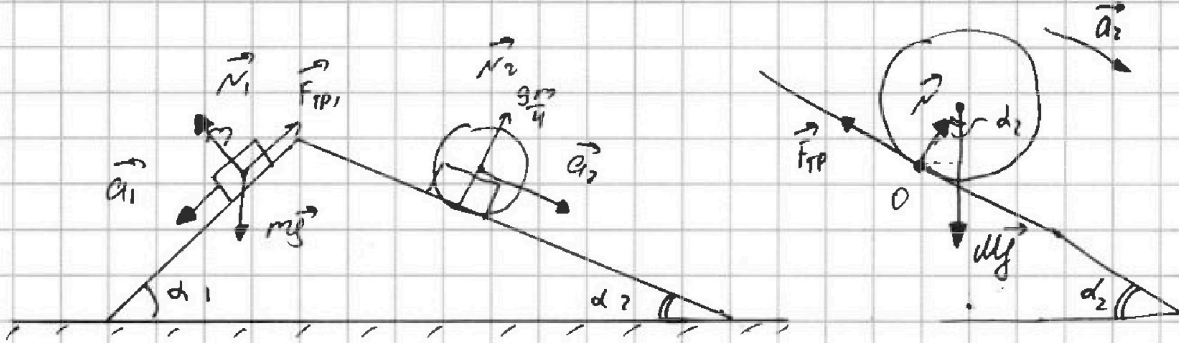
1 2 3 4 5 6 7

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!

Черновик!

~1



$$a_1, m = m g \sin \alpha_1, - F_{\text{тр}1} = m g$$

$$F_{\text{тр}1} = m (g \sin \alpha_1 - a_1)$$

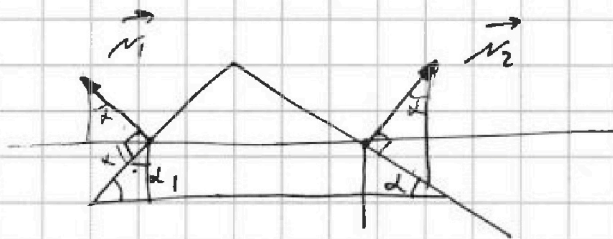
$$\frac{m v^2}{2} = m g H$$

$$I = \frac{E}{\omega}$$

$$N = m g \cos \alpha_2$$

$$F_{\text{тр}} = N \mu$$

$$a_2 m = m g \sin \alpha_2$$



$$N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 =$$

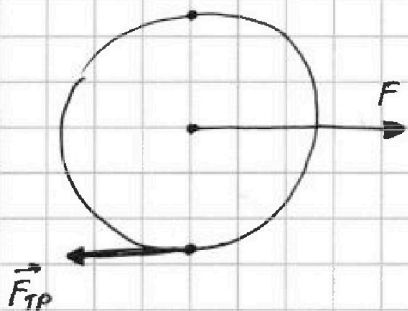
$$= m g \sin^2 \alpha_1$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ \hline 25 \\ \times 3 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\frac{-25 + 3 \cdot 17}{17 \cdot 5} =$$

$$= \frac{-25 + 51}{17 \cdot 5} =$$

$$= \frac{26}{17 \cdot 5}$$



$$F_{\text{тр}} \cdot 2R = F \cdot R$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{F}{2} = m g$$

$$\frac{8}{27} g m = \frac{9}{4} m g \cdot \frac{8}{17} \cdot 2$$

$$\frac{8}{27} = \frac{18}{17}$$

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!

Дано:

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

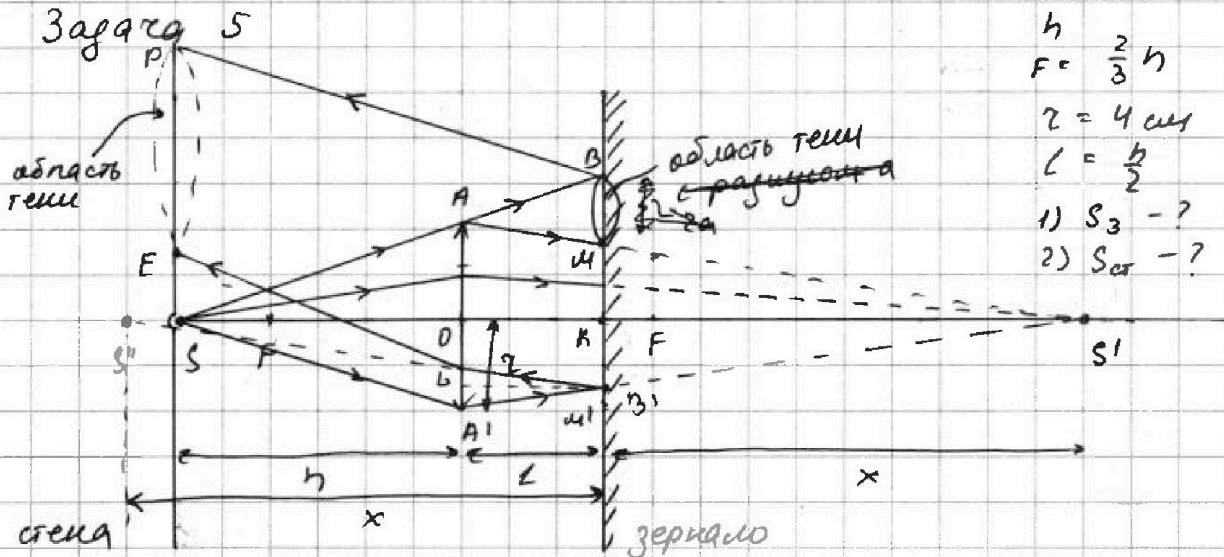
$$F = \frac{2}{3} h$$

$$r = 4 \text{ см}$$

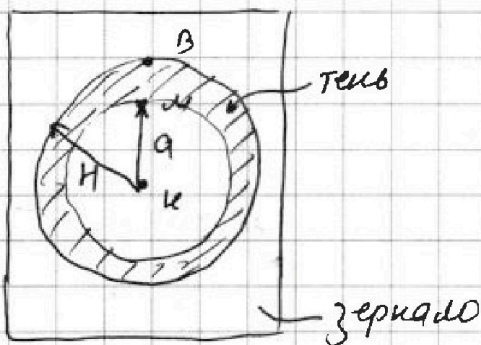
$$l = \frac{h}{2}$$

1) S_3 - ?

2) $S_{\text{от}}$ - ?



1) Если луч проходит через край линзы в т. В, он преломляется и образует луч АМ, если он проходит чуть выше точки А, то не преломляется и образует луч АВ. Область В — диаметр зоны ВМ и является неосвещенной частью зеркала. Симметрично



$$S_3 = \pi H^2 - \pi a^2 = \pi(H^2 - a^2)$$

2) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x+l} \Rightarrow x+l = \frac{Fh}{h-F}$$

$$x + \frac{h}{2} = \frac{2h^2}{3(h - \frac{2}{3}h)} = 2h \Rightarrow x = \frac{3}{2}h$$



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!

3) $\triangle SOA \sim \triangle SKB$, тогда:

$$\frac{AO}{SO} = \frac{KB}{SK}$$

$$\frac{2b}{h} = \frac{H}{\frac{3}{2}h} \Rightarrow H = \frac{3}{2}h$$

4) $\triangle S'OA \sim \triangle S'KM$

$$\frac{S'O}{OA} = \frac{S'K}{KM}$$

$$\frac{2h}{2} = \frac{3h}{2a} \Rightarrow a = \frac{3}{4}h$$

$$5) S_3 = \pi(H^2 - a^2)$$

$$S_3 = \pi\left(\frac{9}{4}h^2 - \frac{9}{16}h^2\right) = \pi h^2 \frac{36 - 9}{16} =$$

$$= \frac{27}{16} \pi h^2 ; \boxed{S_3 = \frac{27}{16} \pi h^2}$$

$$S_3 = \frac{27}{16} \pi \cdot 16 = 27\pi (\text{см}^2)$$

6) Луч, отраженный от зеркала пытается попасть в точку S'' , которая расположена симметрично точке S' относительно зеркала, но он вновь преломляется линзой. Чтобы отследить ход преломленного луча можно интерпретировать ф.у. линзы как рассеивающую линзу AA' и предмет S'' :

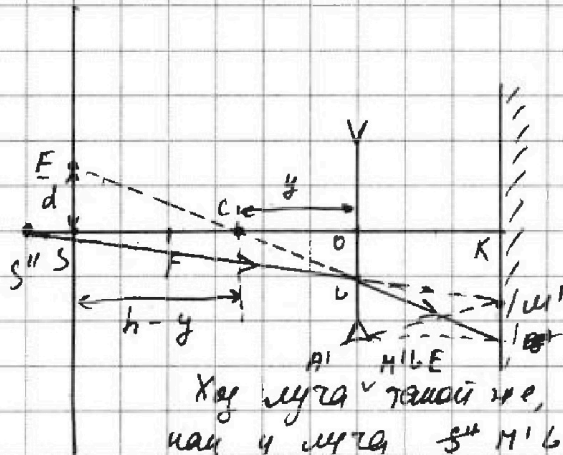


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Ход луча ν такой же, как у луча $S''M'BE$ на предыдущем рисунке

7) По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x-l} - \frac{1}{y}$$

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{x-l} + \frac{1}{F}$$

$$y = \frac{F(x-l)}{F+x-l}$$

$$y = \frac{2h \cdot h}{3(2h+h)} = \frac{2}{5}h$$

$$y = \frac{2}{5}h$$

8) $OB = z = 2$ и $S''OB \sim S''KM'$:

$$\frac{S''O}{OB} = \frac{S''K}{KM'}$$

$$\frac{x-l}{OB} = \frac{x}{9} \Rightarrow OB = \frac{9(x-l)}{x}$$

$$OB = \frac{32 \cdot 2 \cdot h}{29 \cdot 3h} = \frac{2}{2}$$

9) $\triangle ES''C \sim \triangle OBC$:

$$\frac{ES''}{OB} = \frac{S''C}{OC}$$

$$d = \frac{(h-y) \cdot OB}{y}; \quad d = \frac{(h - \frac{2}{5}h) \cdot 2}{\frac{2}{5}h} = \frac{3}{4}z$$

10) $ES = \frac{3}{4}z$; $SP = 2H = 3z$

$$S_{CF} = \pi(PS)^2 - \pi(ES)^2 = \pi(9z^2 - \frac{9}{16}z^2) =$$

$$= \pi z^2 \frac{135}{16}; \quad \boxed{S_{CF} = \frac{135}{16} \pi (\text{см}^2)}$$

Ответ: 1) $S_3 = 27\pi (\text{см}^2)$; 2) $S_{CF} = 135\pi (\text{см}^2)$



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!

Герцовик

$$pV = \partial R \pi$$

$$\pi = \frac{pV}{\partial R}$$

$$p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$\pi(V) = \frac{1}{\partial R} V (16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V)$$

$$= \frac{1}{\partial R} (16p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2)$$

$$y(V) = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 16p_0 V$$

$$V = \frac{-16p_0}{-2 \frac{p_0}{V_0}} = 8V_0$$

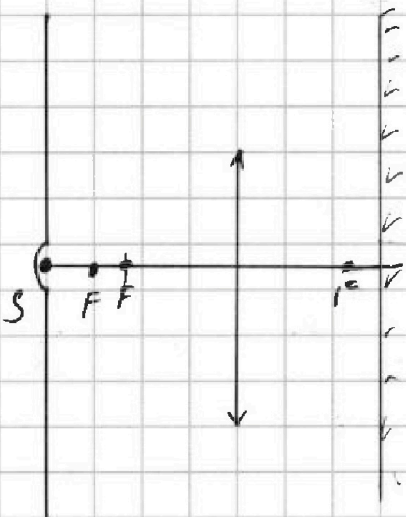
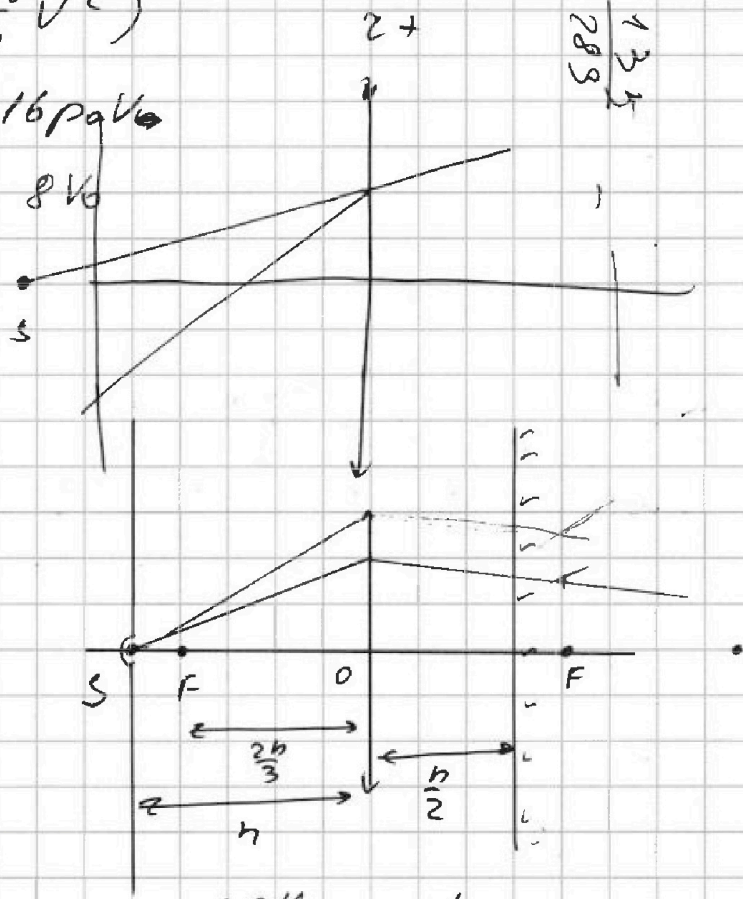
~ 5

$$\varphi = 2R \varphi_0 = 640$$

$$\varphi_2 = 540$$

$$\frac{16}{9} QK \cdot \frac{R}{3} = 640$$

$$QK \frac{2R}{3} = 540$$



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

$$\frac{3kQ}{8R\varphi_0} = 8 \quad 2$$

$$\frac{4Q}{8R\varphi_0} = 2$$

$$\frac{8R\varphi_0}{kQ} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{28R\varphi_0}{3kQ} = 5$$

$$\frac{3kQ}{28R\varphi_0} = 5$$

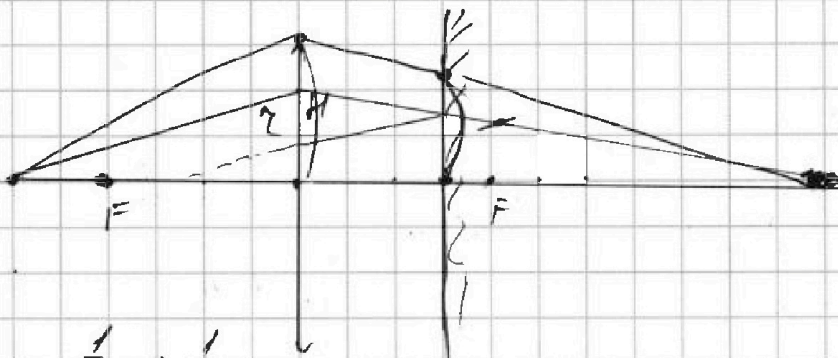


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

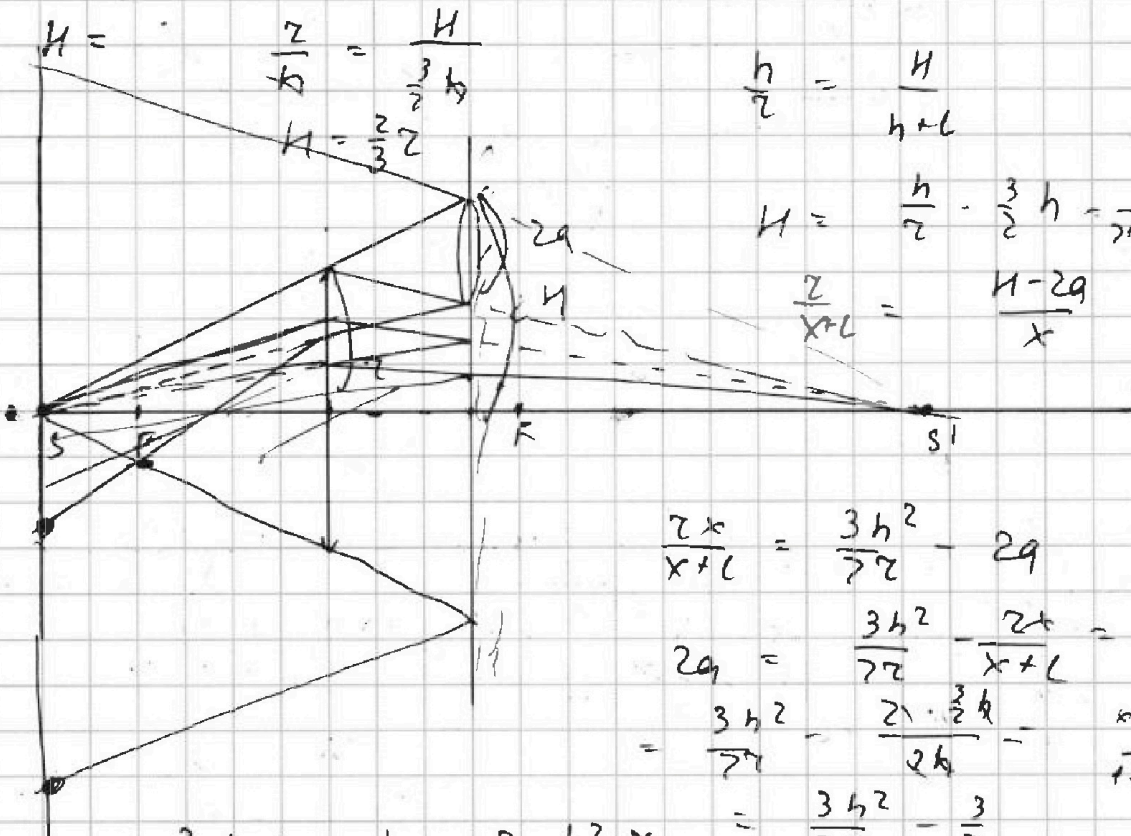
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



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

$$x = \frac{Fh}{h-F} = \frac{\frac{2h}{3} \cdot h}{h - \frac{2h}{3}} = \frac{\frac{2h^2}{3}}{\frac{h}{3}} = 2h$$



$$H = \frac{z}{k} = \frac{H}{\frac{3}{2}k}$$

$$H = \frac{2z}{3}$$

$$\frac{h}{z} = \frac{H}{h+l}$$

$$H = \frac{h}{z} \cdot \frac{3}{2}h = \frac{3}{2z}h^2$$

$$\frac{z}{x+l} = \frac{H-2a}{x}$$

$$\frac{zx}{x+l} = \frac{3h^2}{2z} - 2a$$

$$2a = \frac{3h^2}{2z} - \frac{2x}{x+l} = 4$$

$$= \frac{3h^2}{2z} - \frac{2 \cdot \frac{3}{2}h}{2h} = \frac{3h^2}{2z} - \frac{3}{2}$$

$$\frac{3h^2}{2z} - \frac{3}{2} = 4$$

$$\frac{3h^2}{2z} = \frac{11}{2}$$

$$\frac{3h^2}{2 \cdot \frac{3}{2}} = \frac{11}{2}$$

$$h^2 = \frac{11}{3}$$

$$h = \sqrt{\frac{11}{3}}$$

$$a = \frac{3}{9} \left(\frac{h^2}{z} - 1 \right) = \frac{3}{9} \cdot \frac{h^2 - z}{z}$$

$$\frac{5}{5}h - \frac{2}{5}h = \frac{3}{5}h \quad \frac{3}{2}h \cdot \frac{z}{z} = \frac{3z}{2} = 5(16-1)$$

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.

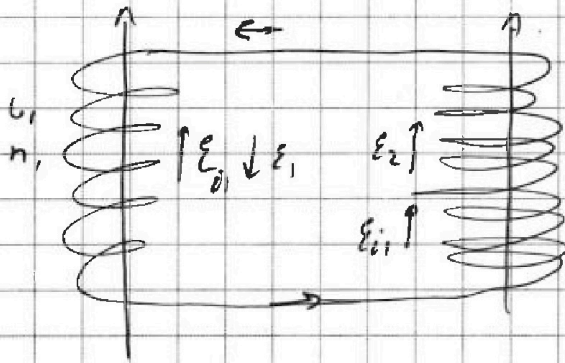


1 2 3 4 5 6 7

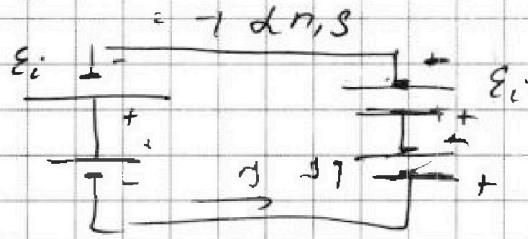
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

Черновик



$$\epsilon_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{n_1 S dB}{dt}$$



$$\epsilon_i = U_1 + U_2$$

$$\epsilon_i = d n_1 S = l_1 \frac{dI}{dt} + l_2 \frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dt} (l_1 + l_2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{d n_1 S}{l_1 + l_2}$$

$$\frac{1}{9} S \cdot n B_0 + 2 S n B_0 =$$

$$\epsilon_i = \epsilon_1 + \epsilon_2 = \frac{dI}{dt}$$

$$I =$$

$$\frac{13}{4} B_0$$

$$= \frac{5 n B_0 + 8 S n B_0}{13 l}$$

$$\epsilon_{i1} = - n_1 S \frac{dB_1}{dt}$$

$$\epsilon_{i2} = - n_2 S \frac{dB_2}{dt}$$

$$= \frac{9 S n B_0}{13 l}$$

$$\epsilon_{i1} + \epsilon_{i2} + \epsilon_1 + \epsilon_2 = 0$$

$$\epsilon_{i1} - \epsilon_1 - \epsilon_2 - \epsilon_{i2} = 0$$

$$- n_1 S \frac{dB_1}{dt} - n_2 S \frac{dB_2}{dt} - l_1 \frac{dI}{dt} - l_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$- \left(n_1 S \frac{dB_1}{dt} + n_2 S \frac{dB_2}{dt} \right) = (l_1 + l_2) \frac{dI}{dt}$$

$$- S (n_1 dB_1 + n_2 dB_2) = (l_1 + l_2) dI$$

$$- S n_1 \left(\frac{3 B_0}{4} - B_0 \right) - S n_2 \left(\frac{8 B_0}{3} - 4 B_0 \right) = (l_1 + l_2) I$$

$$S n_1 \cdot \frac{B_0}{4} + S n_2 \cdot \frac{4}{3} B_0 = (l_1 + l_2) I$$

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.

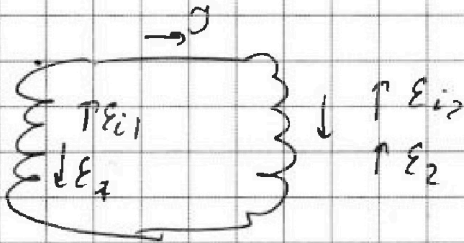


1 2 3 4 5 6 7

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!

$$\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_{i2} = 0$$



$$\frac{dB_1}{dt} n_1 S - L \frac{dI}{dt} - \frac{9}{4} L \frac{dI}{dt} - \frac{dB_2}{dt} n_2 S =$$

$$= \frac{dB_1}{dt} n_1 S - \frac{dB_2}{dt} \frac{3}{2} n_2 S - \frac{13}{4} L \frac{dI}{dt}$$

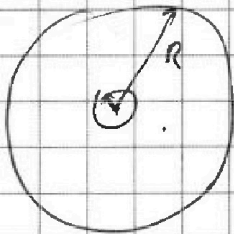
$$n_1 S (dB_1 - \frac{3}{2} dB_2) = \frac{13}{4} L \frac{dI}{dt}$$

$$n_1 S \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 - \frac{3}{2} \left(\frac{8}{3} B_0 - 4B_0 \right) \right) =$$

$$= n_1 S \left(\frac{1}{4} B_0 - 4B_0 + 6B_0 \right)$$

$$\frac{8}{77} \frac{g}{4} = \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17}$$

$$2 - \frac{1}{4} = \frac{8-7}{4} = \frac{1}{4}$$



$$E = \frac{kq}{R^2}$$

$$\varphi = \frac{kq}{R}$$

$$\varphi_1 = \frac{3kq}{R} = \frac{3kq}{R}$$

$$\varphi_2 = \frac{3kq}{7R}$$

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

$$mv^2 = mgs \sin \alpha \cdot l$$

$$e = \frac{v^2}{2g}$$

$$mgs \sin \alpha = mgs \sin \alpha \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$e = \frac{gs \sin \alpha}{2}$$

$$a = \frac{g \cdot 8}{17 \cdot 2} = \frac{4}{17}$$

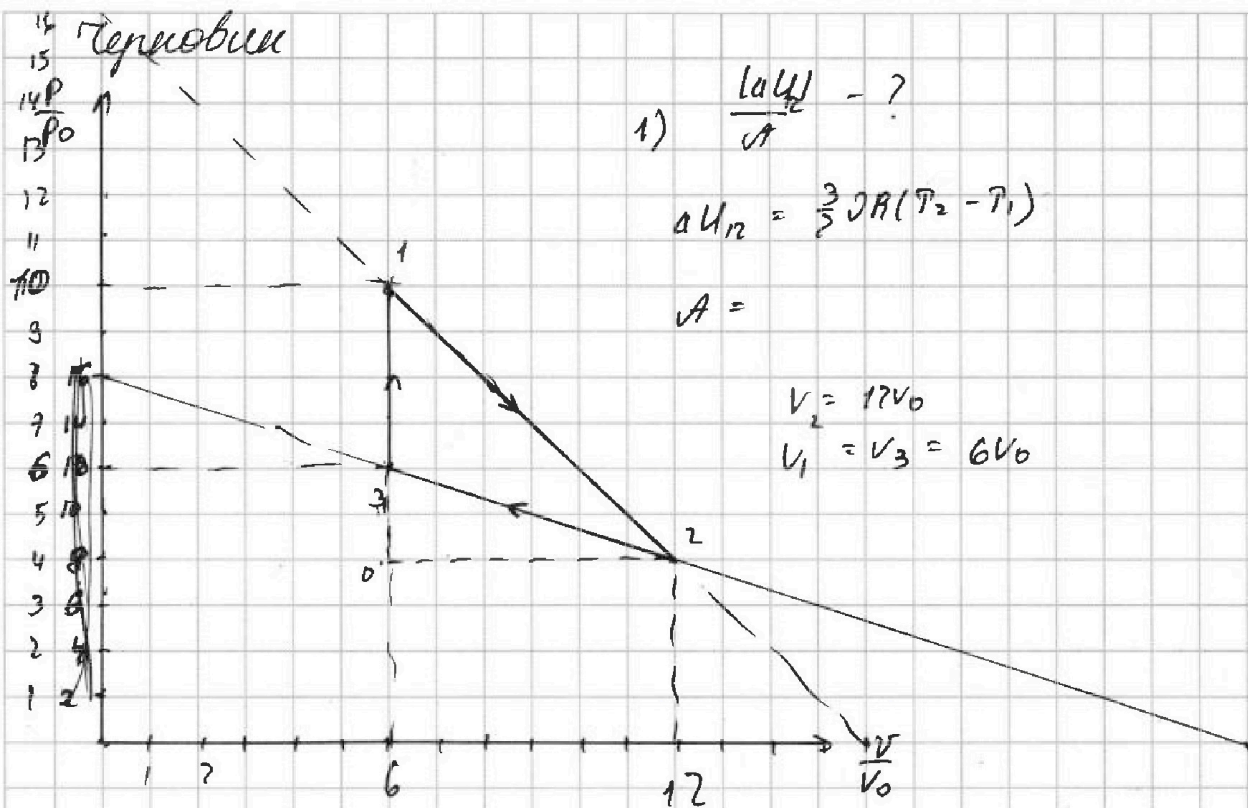


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$S_{021} \rightarrow S_{022} = \frac{1}{2} \Delta P_0 \cdot 6V_0 = 12P_0V_0 - 6P_0V_0$$

$$S_{021} = \frac{1}{2} \cdot 6P_0 \cdot 6V_0 = 18P_0V_0$$

$$A = 18P_0V_0 - 6P_0V_0 = 12P_0V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (\Delta R T_2 - \Delta R T_1) =$$

$$T_2 = \frac{12V_0 \cdot 4P_0}{\Delta R} ; T_1 = \frac{6V_0 \cdot 10P_0}{\Delta R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (48P_0V_0 - 60P_0V_0) = -18P_0V_0$$

$$\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$$

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$



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

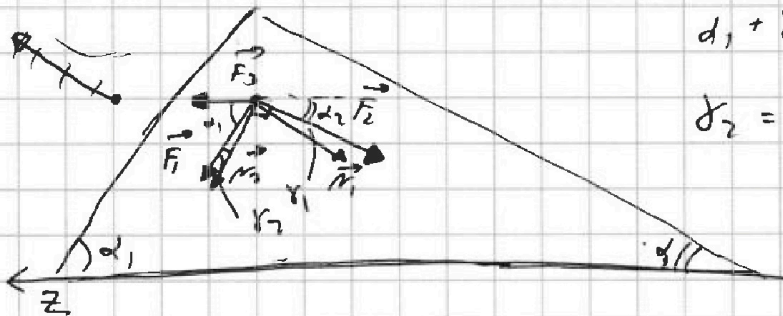
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

$$F_2 = \frac{9}{4} \frac{mg \sin d_2}{2}$$

$$F_2 = \frac{9}{8} \cdot \frac{8}{17} mg \Rightarrow \boxed{F_2 = \frac{9}{17} mg}$$

3) Рассмотрим силы, действующие на клин:



$$d_1 + \delta_2 + 90^\circ + d_2 = 180^\circ$$

$$\delta_2 = 90^\circ - (d_1 + d_2)$$

$$d_2 + \delta_1 + 90^\circ + d_1 = 180^\circ$$

$$\delta_1 = 90^\circ - (d_1 + d_2) ; \delta_1 = \delta_2 = \delta$$

В проекции на ось z запишем условие равновесия клина:

$$F_3 + F_1 \cos d_1 + N_2 \cos (d_1 + \delta) = F_2 \cos d_2 + N_1 \cos (d_2 + \delta)$$

$$F_3 + F_1 \cos d_1 + N_2 \cos (90^\circ - d_2) = F_2 \cos d_2 + N_1 \cos (90^\circ - d_1)$$

$$F_3 = F_2 \cos d_2 - F_1 \cos d_1 + mg \cos d_1 \sin d_1 - \frac{9}{4} mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$F_3 = \frac{9}{17} mg \cos d_2 - \frac{26}{85} mg \cos d_1 + \frac{4}{5} mg \cos d_1 \sin d_1 - \frac{9}{4} mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$F_3 = mg \left(\frac{9}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} \right)$$

Ответ: $F_1 = \frac{26}{85} mg ; F_2 = \frac{9}{17} mg$

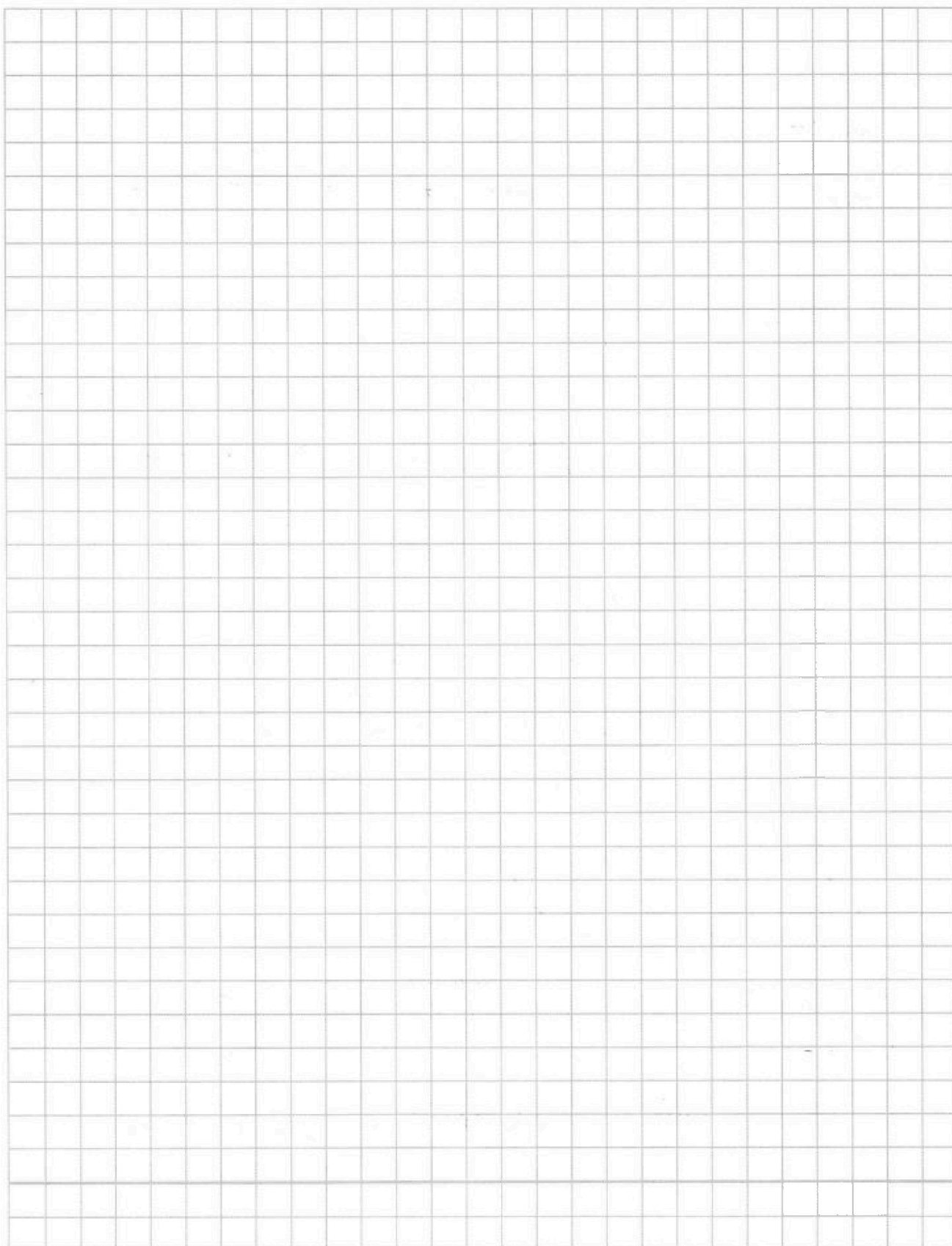


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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
/ 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!

Задача 4

Дано:

$$L_1 = L$$

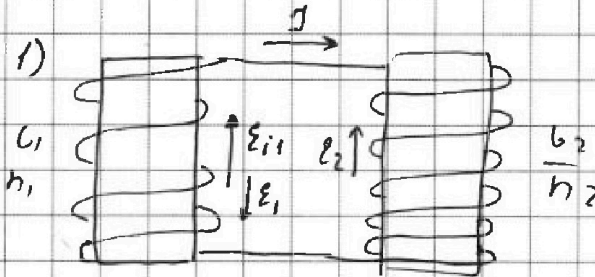
$$L_2 = \frac{9}{4} L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3n}{2}$$

$$S$$

Решение:



1) $\left| \frac{dI}{dt} \right| - ?$

2) $I - ?$

При изменении тока во всех витках в 1-ой катушке, возникнет ЭДС самоиндукции и взаимной индукции в катушке 2.

$$\varepsilon_{i1} - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 0$$

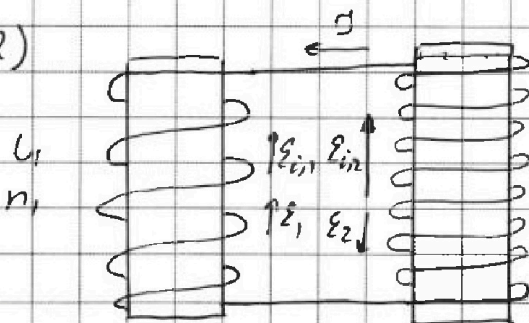
$$\frac{d\Phi}{dt} = -L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = -\frac{dI}{dt} (L_1 + L_2)$$

$$-d\Phi = dI (L_1 + L_2)$$

$$-Sn_1 dB = dI (L_1 + L_2) \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dSn_1}{L_1 + L_2}$$

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{4dSn}{13L}}$$

2)



$$\varepsilon_{i2} = \varepsilon_{i1} - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 0$$

$$\frac{L_2}{n_2} - n_2 S \frac{dB_2}{dt} + n_1 S \frac{dB_1}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$