



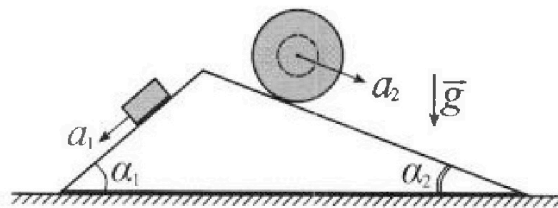
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



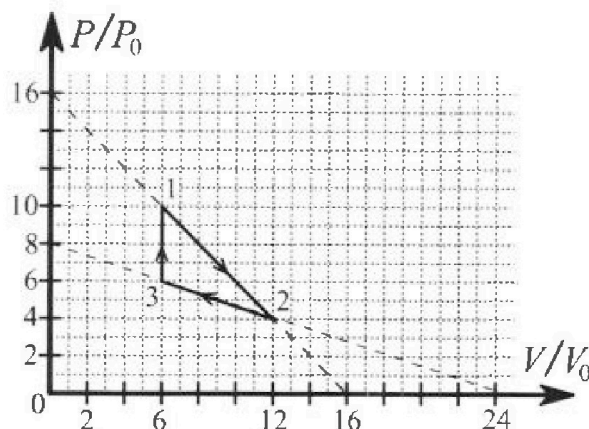
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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.

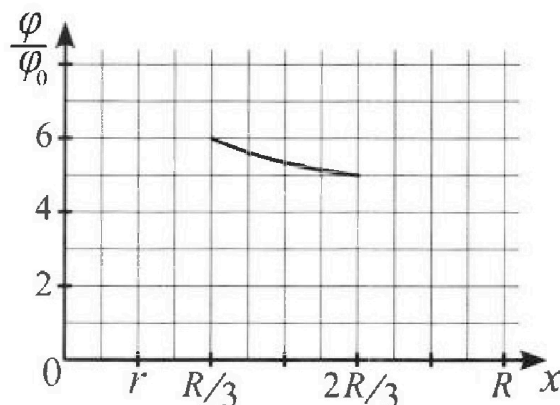
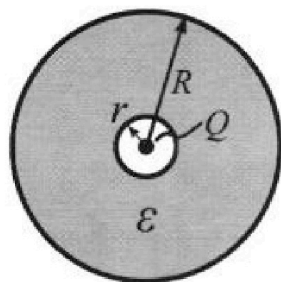


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

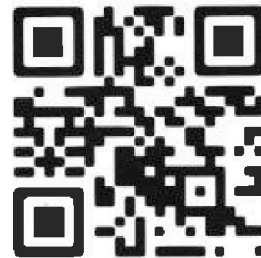




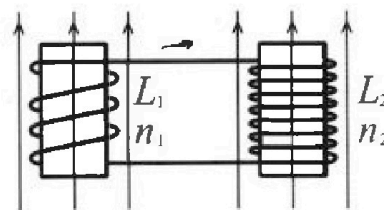
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

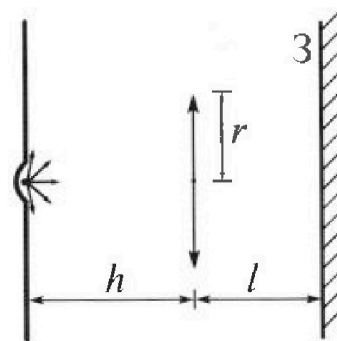


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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:

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

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

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

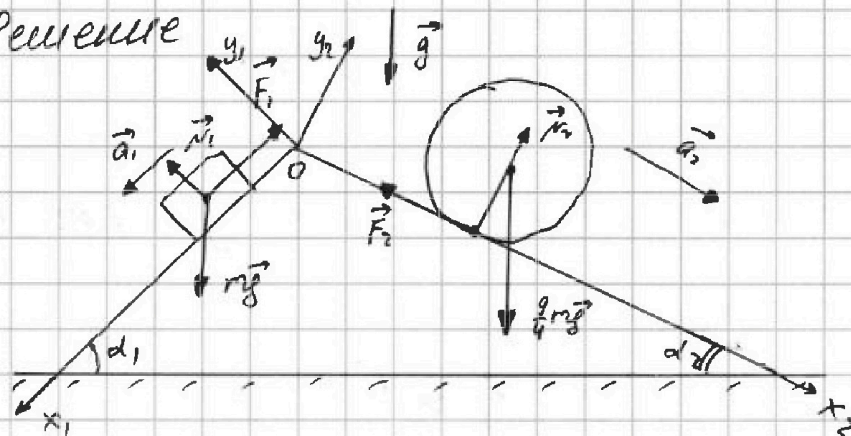
$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$F_1 - ?$$

$$F_2 - ?$$

$$F_3 - ?$$

Решение



1) Запишем II закон Ньютона для бруска:

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

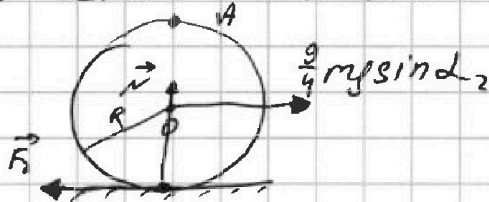
$$O X_1: a_1 m = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = -a_1 m + m g \sin \alpha_1$$

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

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

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



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

$$\frac{9}{4} R \cdot m g \sin \alpha_2 = 2 R \cdot F_2$$





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

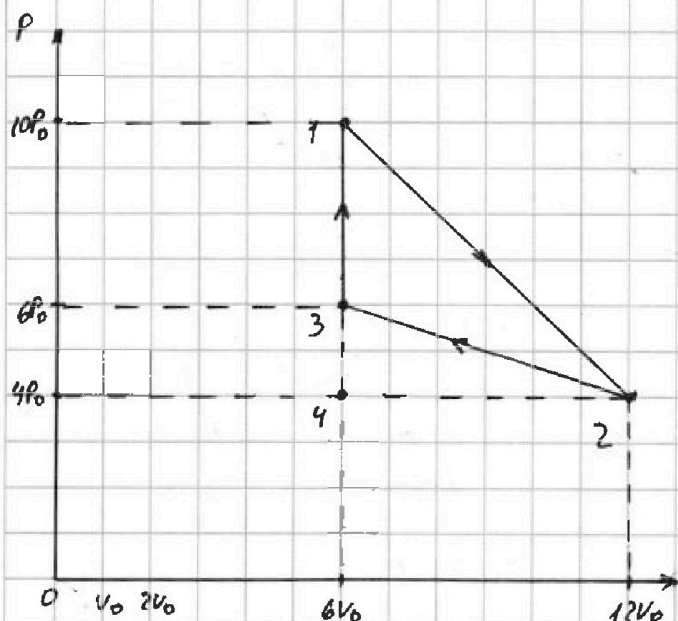
1)  $\frac{|dU_{12}|}{A} - ?$

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!

$$4) \quad \frac{|a_{U_{12}}|}{A} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{3}{2} = 1.5 \quad \boxed{\frac{|a_{U_{12}}|}{A} = 1.5}$$

5) Урав согласно уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu R T$$

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

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

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

Потому зависимость  $T(V)$  имеет вид:

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

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

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

$V_* = 8 V_0$  (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.



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!

$$6) \quad \eta = \frac{A}{Q_{12}}$$

$$\cancel{Q_{12}} = \cancel{Q_{31}}$$

$$\cancel{Q_{12}} = \cancel{A_{12}} + \cancel{\alpha U_{12}} = \cancel{S_{124}} + \cancel{\alpha U_{12}} = \cancel{18 p_0 V_0} - \cancel{18 p_0 V_0} = 0$$

$$\cancel{Q_{31}} \rightarrow 0$$

$$\cancel{Q_{23}} = \cancel{A_{23}} + \cancel{\alpha U_{23}} = S$$

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

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

$$A_{31} = 0$$

$$\alpha U_{12} = -18 p_0 V_0$$

$$\alpha U_{23} = \frac{3}{2} (42 \cdot V_0 \cdot 4 p_0 + 6 V_0 \cdot 6 p_0) = -18 p_0 V_0$$

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

$$Q_{12} = A_{12} + \alpha U_{12} = (42 - 18) p_0 V_0 = 24 p_0 V_0 > 0$$

$$Q_{23} = -30 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 = -48 p_0 V_0 < 0$$

$$Q_{31} = \alpha U_{31} + \cancel{\alpha U_{31}} = 36 p_0 V_0 > 0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} \quad ; \quad \eta = \frac{12 p_0 V_0}{24 p_0 V_0 + 36 p_0 V_0} = \frac{12}{60} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$\eta = 20\%$$

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



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.



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:

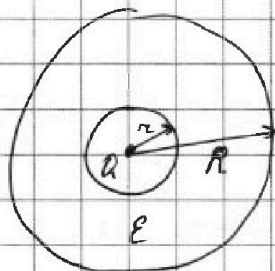
$$\varepsilon; r; R; Q$$

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

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

$$2) \varepsilon - ?$$

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 диэлектри-  
ческой проницаемостью  $\varepsilon$ , 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!

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

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

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

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

$$-\frac{1}{4}nSB_0 + \frac{3}{2}nS \cdot \frac{4}{3}B_0 = J(L + \frac{9}{4}L)$$

$$\frac{7}{4}nSB_0 = \frac{13}{4}LJ$$

$$J = \frac{7nSB_0}{13L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \left| \frac{dJ}{dt} \right| = \frac{4nS}{13L};$$

$$2) J = \frac{7nSB_0}{13L}.$$



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.

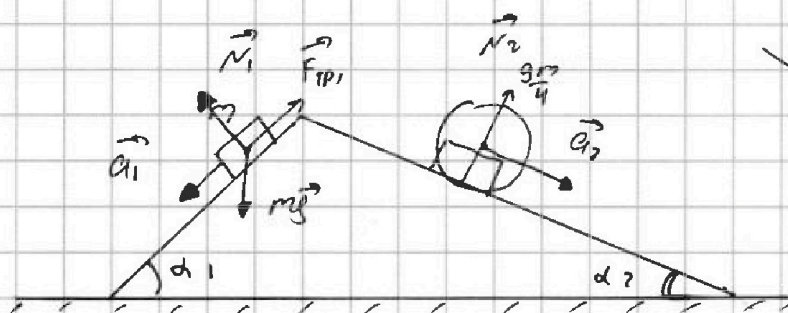
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Черновик!

~1

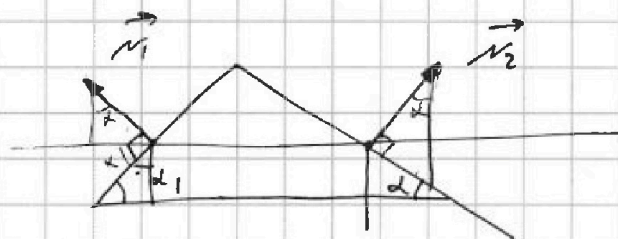


$$a_1 m = m g \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} = m g$$

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

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

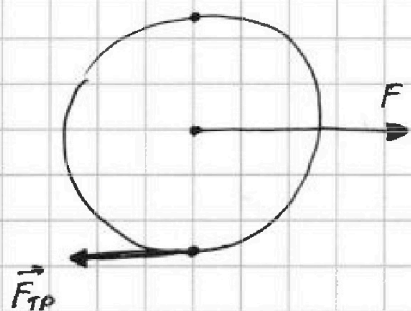
$$I = \frac{L}{\omega}$$



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

$$F_{\text{тр}} = N \mu$$

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



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

$$F_{\text{тр}} = \frac{F}{2} = m g$$

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

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 17 \\ \hline 34 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 12 \\ \hline 36 \end{array}$$

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

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

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

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

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



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:

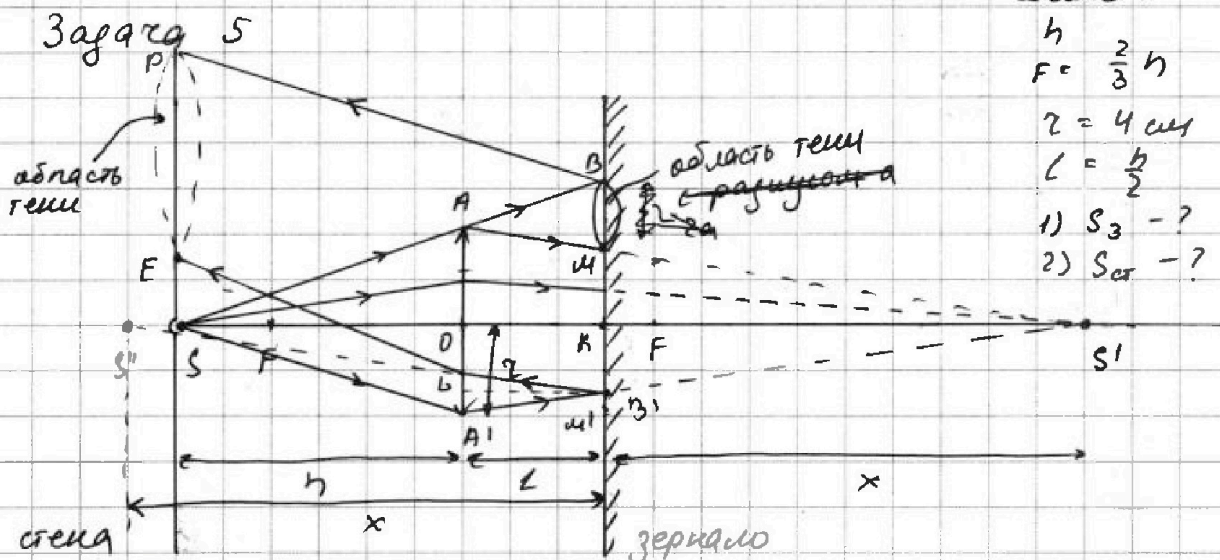
$$h = \frac{2}{3} F$$

$$r = 4 \text{ см}$$

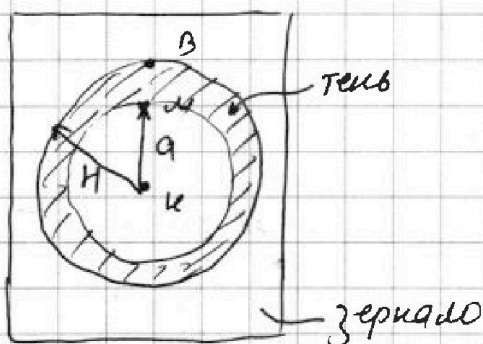
$$l = \frac{h}{2}$$

$$1) S_3 - ?$$

$$2) S_{\text{от}} - ?$$



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



$$S_3 = \pi R^2 - \pi r^2 = \pi (R^2 - r^2)$$

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.

☐☐☐☐☒☐☐

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:

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

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

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 эту линзу 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  
 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

$$pV = 2R\pi$$

$$\pi = \frac{pV}{2R}$$

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

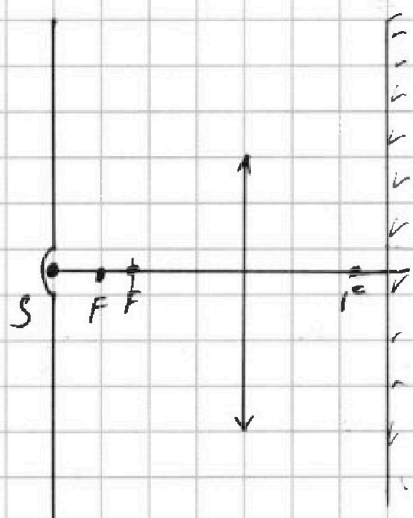
$$\pi(V) = \frac{1}{2R} V (16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V)$$

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

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

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

~ 5

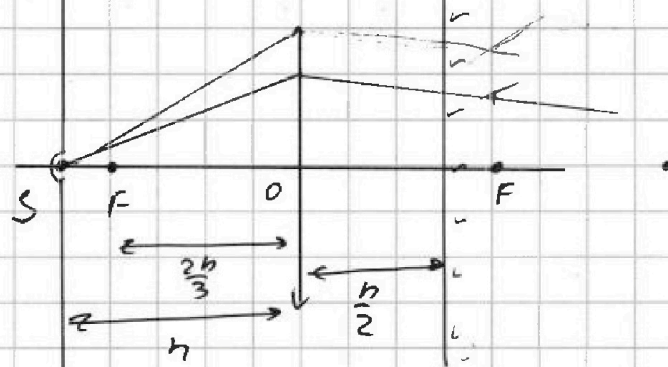
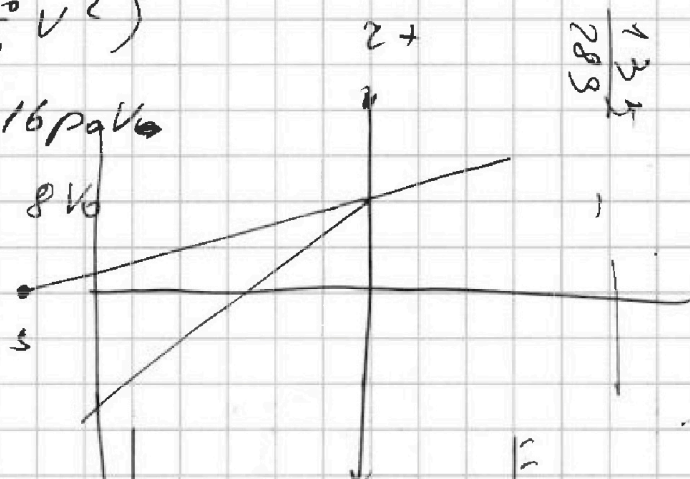


$$\varphi = 2R\varphi_0 \quad 6\varphi_0$$

$$\varphi_2 = 5\varphi_0$$

$$\frac{16}{9} QK \cdot \frac{R}{3} = 6\varphi_0$$

$$QK \cdot \frac{2R}{3} = 5\varphi_0$$



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

$$\frac{2\varepsilon R \varphi_0}{3kQ} = 5$$

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

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

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

$$\frac{3kQ}{2\varepsilon R \varphi_0} = 5$$



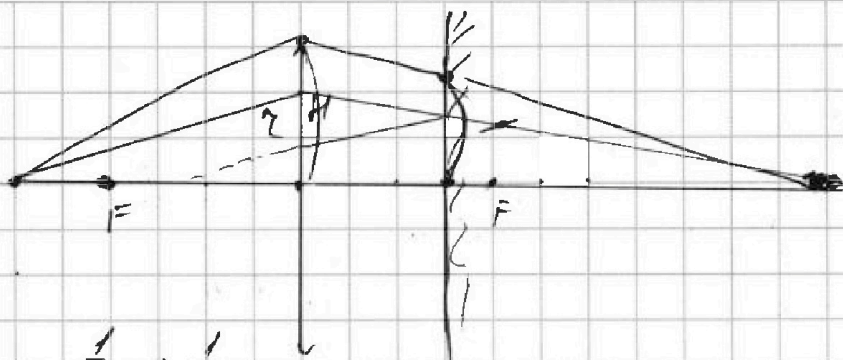


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!



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

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

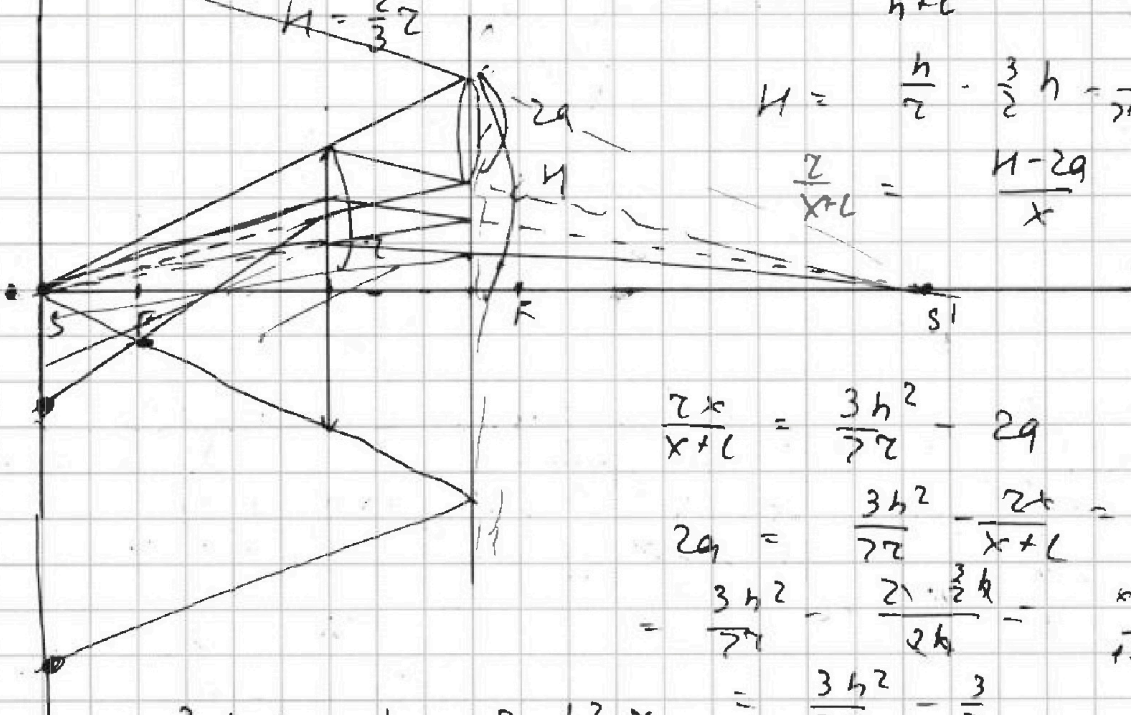
$$H = \frac{z}{h} = \frac{H}{\frac{3}{2}h}$$

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

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

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

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



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

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

$$= \frac{3h^2}{2z} - \frac{2 \cdot \frac{3}{2}h}{2h} = \frac{135}{135}$$

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

$$\frac{3 \cdot 16 - 3}{16} = \frac{135}{16}$$

$$a = \frac{3}{4} \left( \frac{h^2}{z} - 1 \right) = \frac{3}{4} \cdot \frac{h^2 - z}{z}$$

$$\frac{5}{5}h - \frac{2}{5}h = \frac{3}{5}h \quad \frac{3}{2}h \cdot \frac{7}{2} = \frac{21}{4} = 5(16-1)$$

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.

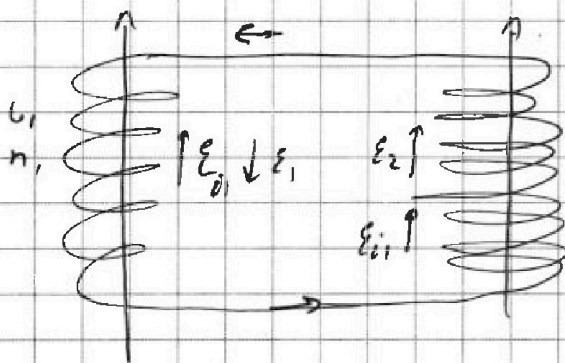


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

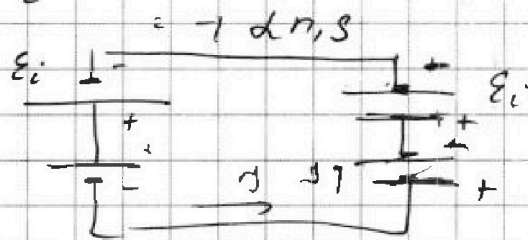
СТРАНИЦА  
из

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



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



$$\epsilon_i = U_1 + U_2$$

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

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

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

$$I = \frac{\frac{1}{9} S \cdot n B_0 + 2 S n B_0}{\frac{13}{4} l} = \frac{5 n B_0 + 8 S n B_0}{13 l}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





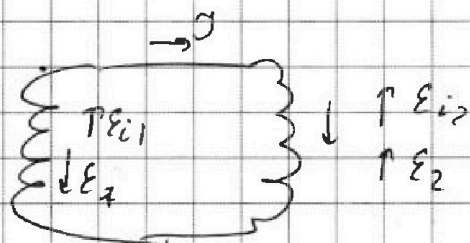
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



$$\frac{dB_1}{dt} nS - L \frac{dI}{dt} - \frac{9}{4} L \frac{dI}{dt} - \frac{dB_2}{dt} \frac{3}{2} S =$$

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

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

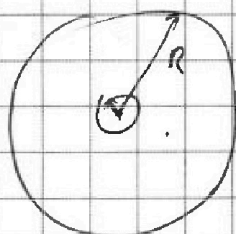
$$nS \left( \frac{3B_0}{4} - B_0 - \frac{3}{2} \left( \frac{8}{3} B_0 - 4B_0 \right) \right) =$$

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

$$\frac{8}{72} \frac{dI}{dt} = \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17}$$

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

785



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

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

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

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

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

$$mv^2 = mgsin\alpha \cdot l$$

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

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

$$q = \frac{gsin\alpha}{2}$$

$$q = \frac{9 \cdot 8}{17 \cdot 2} = \frac{4}{10}$$

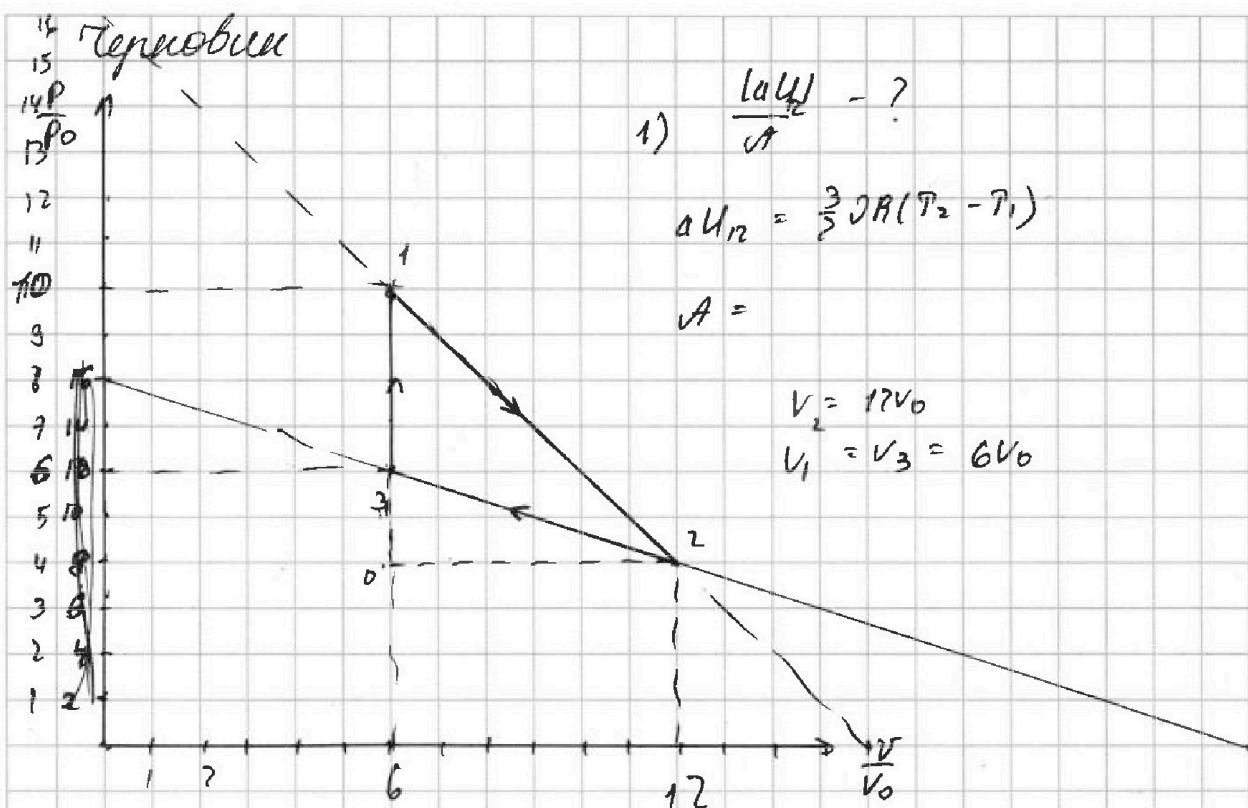


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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





1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

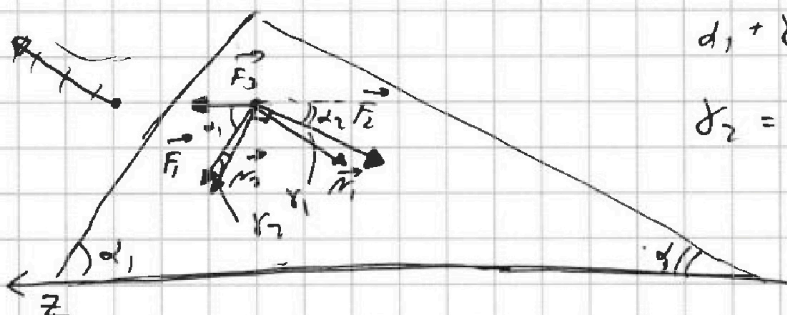
СТРАНИЦА  
2 из 2

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:

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

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

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

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

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

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

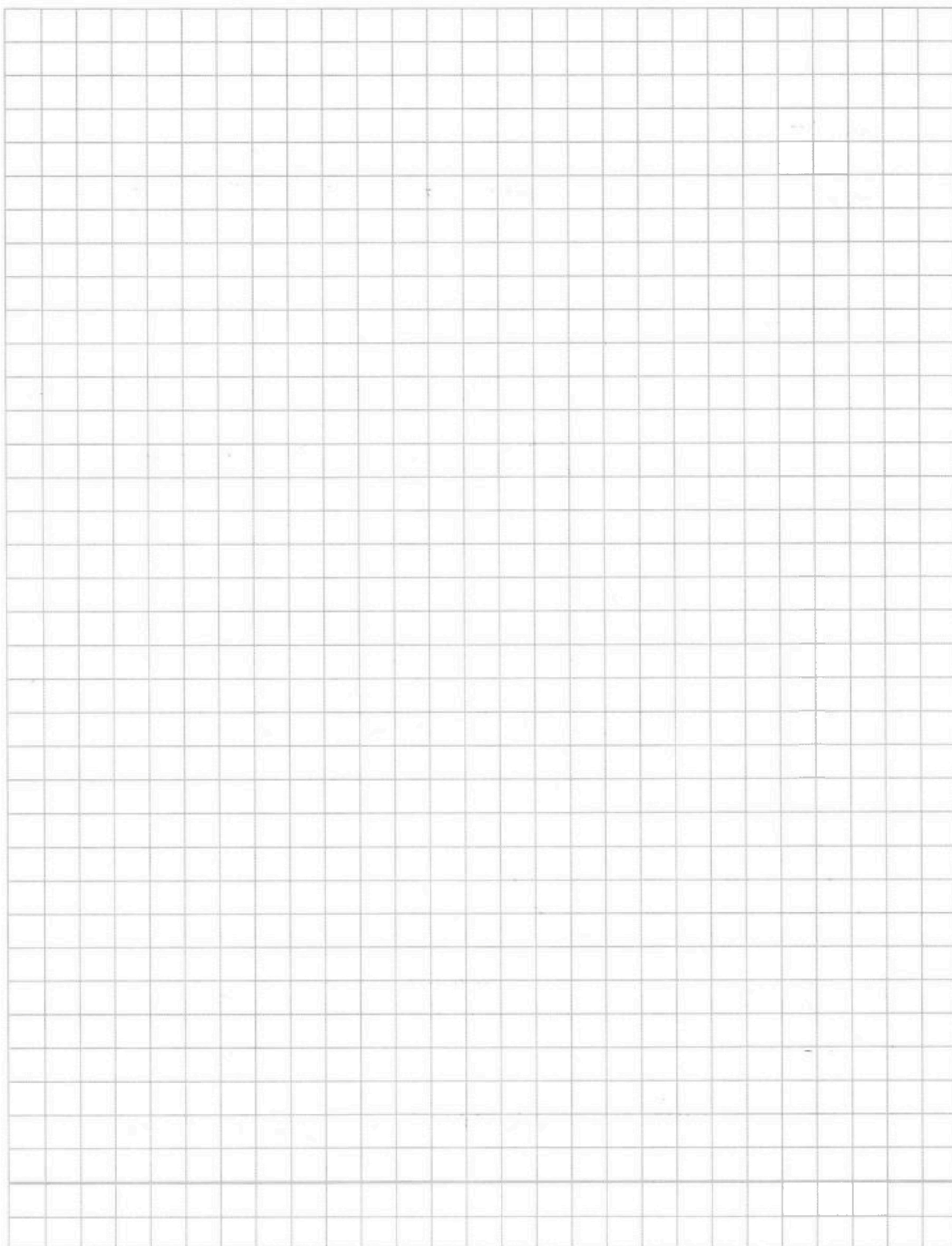


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!







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

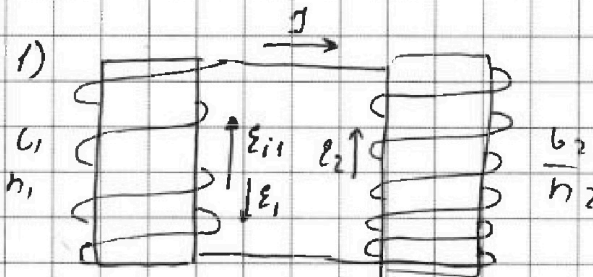
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

Дано:

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= \frac{9}{4} L \\ n_1 &= n \\ n_2 &= \frac{3n}{2} \\ S & \end{aligned}$$

Решение:



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

2)  $I - ?$

При изменении тока в первичной обмотке, возникает ЭДС самоиндукции и взаимной индукции во вторичной обмотке.

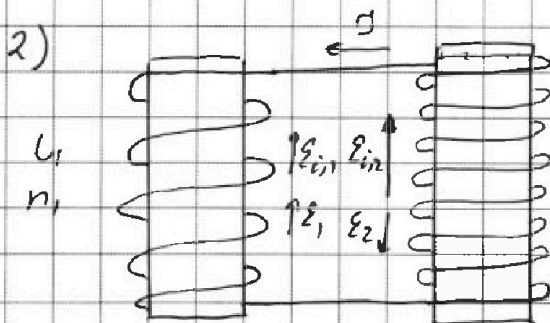
$$\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = 0$$

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

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

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

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



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

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