



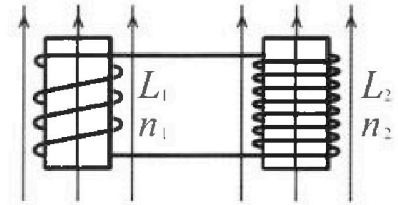
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



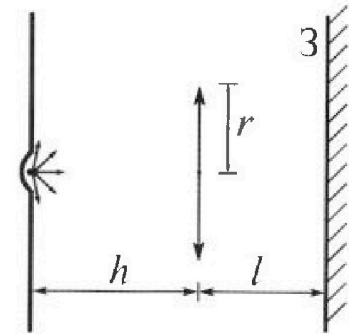
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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



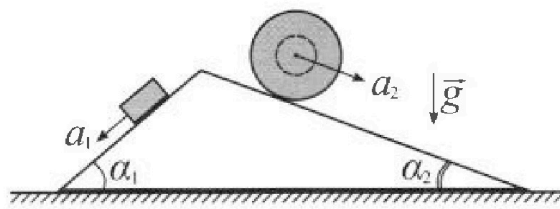
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

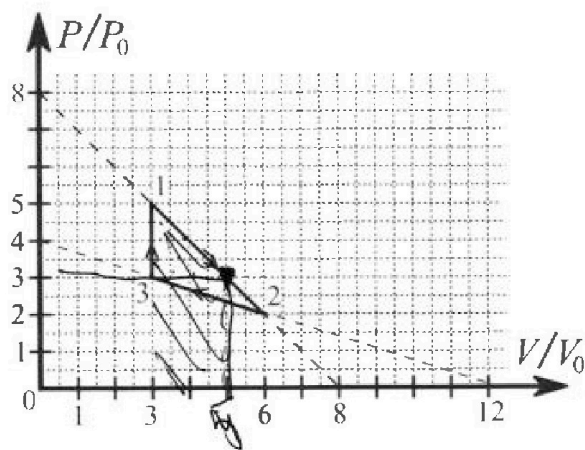
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

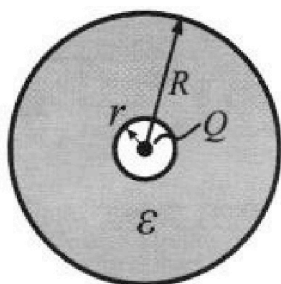
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



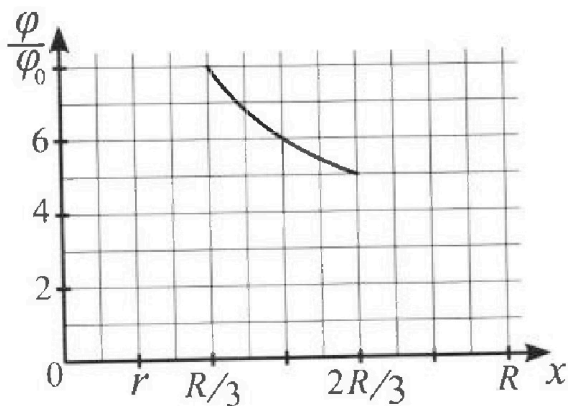
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



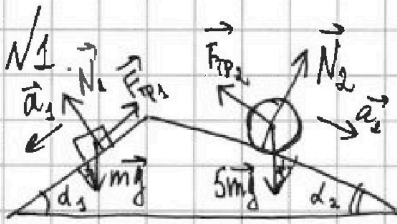


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Запишем II з. Ньютона для бруска:

$$m\vec{a}_1 = \vec{m}g + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр1}$$

В проекции на плоскость клина:  $ma_1 = mg \sin d_1 - F_{тр1}$

$$F_{тр1} = m(g \sin d_1 - a_1) = m\left(g \cdot \frac{3 \cdot 17}{5} - g \cdot \frac{7}{17}\right) = mg \frac{51 - 35}{17 \cdot 5} = \frac{16}{85} mg$$

$$\boxed{F_{тр1} = \frac{16}{85} mg}$$

2) Запишем II з. Ньютона для шара:  $5m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 5\vec{m}g + \vec{F}_{тр2}$

В проекции на клин:  $5ma_2 = 5mg \sin d_2 - F_{тр2}$

$$F_{тр2} = 5m(g \sin d_2 - a_2) = 5m\left(g \cdot \frac{8}{17} - g \cdot \frac{8}{25}\right) =$$

$$= 5mg \cdot 8 \cdot \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25}\right) = 40mg \frac{25 - 17}{17 \cdot 25} = \frac{80mg \cdot 8}{17 \cdot 25} = \frac{64}{85} mg$$

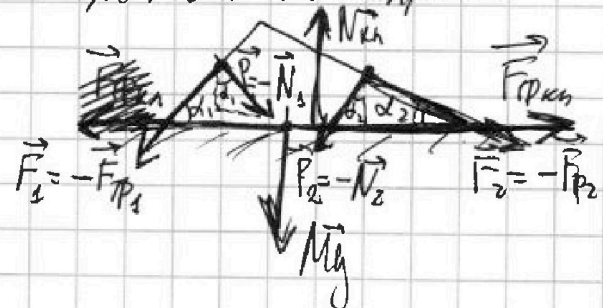
$$\boxed{F_{тр2} = \frac{64}{85} mg}$$

3) По III з-ку Ньютона на клин действуют силы трения, реакции по модулю и противоположные по направлению силам трения на брусок и шар, а также веса бруска и шара (которые равны по мод. и противополож. по направ-ию силам реакции опоры)

~~Запишем~~

$$N_1 = mg \cos d_1; N_2 = 5mg \cos d_2$$

(II з-н Ньют. для тел в покое по нормали к клину)





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!

II 3. Ньютона для клина (все ускор равно нулю)

$$0 = -\vec{F}_{P_1} - \vec{N}_1 - \vec{F}_{P_2} - \vec{N}_2 + \vec{Mg} + \vec{N}_{кл} + \vec{F}_{P_{кл}}$$

В проекции на горизонталь:

$$F_{P_{кл}} + F_{P_2} \cos d_2 + N_1 \sin d_1 = F_{P_1} \cos d_1 + N_2 \sin d_2$$

$$F_{P_{кл}} = -\frac{64}{85} mg \cdot \frac{1}{\cos d_2} + mg \cos d_1 \cdot \sin d_1 + \frac{16}{85} mg \cdot \cos d_1 + 6mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$\Leftrightarrow mg \cos d_2 \left( \frac{64}{85} + 5 \sin d_2 \right) + mg \cos d_1 \left( \sin d_1 + \frac{16}{85} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left( -\frac{64}{85} + 5 \cdot \frac{8}{17} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left( \frac{16}{85} - \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left( \frac{200 - 64}{85} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left( \frac{16 - 17}{85} \right) = \frac{15 \cdot 36 \cdot mg}{17 \cdot 85 \cdot 17} - \frac{mg \cdot 4}{5 \cdot 85}$$

$$= \frac{4mg}{85} \left( \frac{15 \cdot 36}{17 \cdot 17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg}{85} \left( \frac{675 - 17}{17 \cdot 17} \right) = \frac{4mg \cdot 658}{85^2}$$

$$= \frac{4mg}{17} \left( \frac{3 \cdot 9}{17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg \cdot 658}{17 \cdot 17 \cdot 25} = \frac{2732}{85^2} mg$$

Ответ: 1)  $F_{P_1} = \frac{16}{85} mg$  2)  $F_{P_2} = \frac{64}{85} mg$  3)  $F_{P_{кл}} = \frac{2732}{85^2} mg$



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

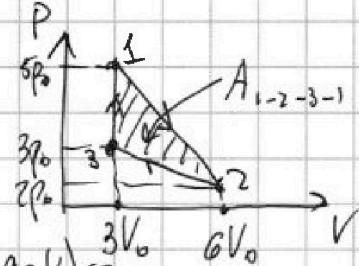
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

N2

Упр-ие Клан-Мену. gold розки 1, 2 и 3:

$$\begin{cases} 5p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1 \\ 2p_0 \cdot 6V_0 = \nu R T_2 \\ 3p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 15p_0 V_0 = \nu R T_1 \quad (1) \\ 12p_0 V_0 = \nu R T_2 \quad (2) \\ 9p_0 V_0 = \nu R T_3 \quad (3) \end{cases}$$



$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} (6p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

$$A_{1-2-3-1} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 \quad \left( \frac{5p_0 + 2p_0}{2} \cdot (6V_0 - 3V_0) - \frac{3p_0 + 2p_0}{2} \cdot (6V_0 - 3V_0) \right)$$

напряж. под 1-2      напряж. под 2-3 со зна. под и

$$\Leftrightarrow \frac{21p_0 V_0}{2} - \frac{15p_0 V_0}{2} = \frac{6p_0 V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

Тогда  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$  ;  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = 3$

2) Из упр-ия (1) - (3) :  $T_1 = \frac{15p_0 V_0}{\nu R}$  ;  $T_2 = \frac{12p_0 V_0}{\nu R}$  ;  $T_3 = \frac{9p_0 V_0}{\nu R}$

Тогда ~~Зависимость~~ Зависимость  $p(V)$  в процессе 1-2:  $p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$

Подставим в упр-ие Клан-Мену:

$$\left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V = \nu R T$$

~~Зависимость~~  $T = \frac{8p_0 V - \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2}{\nu R}$

Температура макс, когда производная 0:

$$T' = \frac{8p_0}{\nu R} - \frac{p_0}{\nu R V_0} \cdot 2V = 0 \Rightarrow V = 4V_0 - \text{при этом объем температуры в 1-2 макс-м}$$



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!

$$\text{Поиск } T_{\max} = \frac{8p_0 \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0^2}{9R} = \frac{16p_0V_0}{9R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{16p_0V_0}{9R}}{\frac{12p_0V_0}{9R}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad ; \quad \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

3) Чтобы найти КПД, нам нужно найти на каких участках процессов 1-2 и 2-3 мы отдаём тепло, а на каких получим, т.к. температура в этих процессах не изменяется. Для этого найдем при помощи объёма произойдет касание с квадратом (в этот момент  $dQ = 0$ )

$$\text{Процесс 1-2: } dQ = \frac{3}{2} 9R dT + p dV = \frac{3}{2} 9R \cdot d \frac{pV}{9R} + p dV =$$

$$= \frac{3}{2} 9R d \left( -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V_0 \right) + \left( -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) \cdot dV =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 8p_0 \cdot dV - \frac{p_0}{V_0} \cdot V dV + 8p_0 dV =$$

$$= -4 \frac{p_0}{V_0} \cdot V dV + 20p_0 \cdot dV$$

$$dQ = 0 \Rightarrow 20p_0 \cdot dV = 4 \frac{p_0}{V_0} \cdot V \cdot dV \Rightarrow V = 5V_0$$

При этом объёме  $p = 3p_0$ , поэтому процесс 1-2 отдаёт тепло, а процесс 2-3 получает. Температура 2-го процесса:  $T = \frac{p}{9R} = \frac{5p_0 \cdot 3V_0}{9R} = \frac{15p_0V_0}{9R}$

Поиск количества теплоты в процессе 1-2:

$$Q_{\text{нар}1-2} = \frac{3}{2} 9R (T_2 - T_1) + (5V_0 - 3V_0) \cdot \frac{5p_0 + 3p_0}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} 9R \left( \frac{15p_0V_0}{9R} - \frac{15p_0V_0}{9R} \right) + 2V_0 \cdot \frac{8p_0}{2} = 8p_0V_0$$





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!

2) По закону Вегнера, то потенциалы в точке  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  относительно нуля  $\frac{\varphi_{R/3}}{\varphi_{2R/3}} = \frac{8}{5}$

Найдем эти потенциалы:

$$1) \varphi_{R/3} = \varphi_{R/3} - \varphi_{R/3} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{R/3}$$

$$\varphi_{R/3} = \int_0^{R/3} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = kQ \epsilon \int_{r}^{R/3+r} \frac{dt}{t^2} =$$

$$= kQ \epsilon \left( -\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{R/3+r} = kQ \epsilon \left( -\frac{1}{R/3+r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR}$$

Тогда  $\frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{R/3} \Rightarrow \varphi_{R/3} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR}$

$$2) \varphi_{2R/3} = \varphi_r - \varphi_{2R/3} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{2R/3}$$

$$\varphi_{2R/3} = \int_0^{2R/3} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = kQ \epsilon \int_{r}^{2R/3+r} \frac{dt}{t^2} =$$

$$= kQ \epsilon \left( -\frac{1}{2R} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ \epsilon (2R-3r)}{2Rr}$$

Тогда  $\varphi_{2R/3} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (2R-3r)}{2Rr}$

$$\frac{8 \varphi_{R/3}}{\varphi_{2R/3}} = \frac{8 \left( \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR} \right)}{\frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (2R-3r)}{2Rr}} = \frac{2(R - \epsilon(R-3r))}{2R - \epsilon(2R-3r)}$$

$$16R - 16\epsilon R + 24\epsilon r = 10R - 10\epsilon R + 30\epsilon r$$

$$6R = 6\epsilon R - 6\epsilon r \Rightarrow \epsilon = \frac{R}{R-r} \text{ (a)}$$

$$\frac{6R}{11R-3r} \text{ (a)}$$





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) Найти поле электростатического потенциала  $\varphi_R$  (по оси  $OX$  от  $O$  до  $R$ )

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \varphi_r - \varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{\frac{R}{6}}$$

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \int_0^{\frac{R}{6}} E(y) \cdot dy = \int_0^{\frac{R}{6}} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = \int_r^{\frac{R}{6}+r} kQ \epsilon \frac{dt}{t^2}$$

$$\textcircled{=} kQ \epsilon \left( -\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{\frac{R}{6}+r} = kQ \epsilon \left( -\frac{1}{\frac{R}{6}+r} + \frac{1}{r} \right) = kQ \epsilon \frac{R-6r}{rR}$$

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (R-6r)}{rR} = \frac{kQ}{rR} (R - \epsilon R + 6\epsilon r)$$

$$\frac{\varphi_{\frac{R}{6}}}{\varphi_{\frac{R}{3}}} = \frac{6}{8} = \frac{\frac{kQ}{rR} (R - \epsilon R + 6\epsilon r)}{\frac{kQ}{rR} (R - \epsilon R + 3\epsilon r)}$$

$$6R - 6\epsilon R + 4\epsilon r = 8R - 8\epsilon R + 4\epsilon r$$

$$2\epsilon R - 2R = 30\epsilon r$$

$$\epsilon R - R = 15\epsilon r$$

$$\epsilon R - 15\epsilon r = R \Rightarrow \epsilon = \frac{R}{R - 15r} \quad (5)$$

Программа из  $\varphi_{\frac{R}{6}}$  (5) и (6)

$$\frac{R}{R-15r} = \frac{6R}{11R-9r}$$

$$11R^2 - 9rR = 6R^2 - 15rR$$

$$5R^2 = 6rR$$

Ответ:  $\varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (3R - 4r)}{3rR}$

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

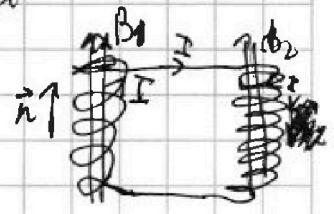
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

НЧ.

1) Возникают ЭДС индукции от  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  в катушках и ЭДС самоиндукции  $\mathcal{E}_s$  катушек  
 угол нормаль сонаправлен с  $\vec{B}_1$

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi} = -\frac{dB_1}{dt} \cdot S \cdot N_1 \cdot \cos 0^\circ =$$

$$= -(-d) \cdot S N_1 = d S N_1$$



$$\mathcal{E}_{s1} = -L_1 \frac{dI}{dt} \quad ; \quad \mathcal{E}_{s2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

По II урав. Кирхгофа:  $\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{s1} + \mathcal{E}_{s2} = 0$

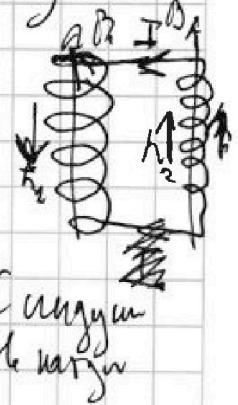
$$d S N_1 - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{d S N_1}{L_1 + L_2} = \frac{d S N}{L_1 + L_2}$$

2) В катушке 2 две направленных вектора нормаль сонаправлены с  $\vec{B}_1$  и ток течет по направлению  $\vec{B}_2$  по часовой стрелке, тогда  $\vec{B}_2$  и ток течет по направлению  $\vec{B}_1$  по часовой стрелке, направлена нормаль  $\vec{n}_2$  в катушке  $\vec{B}_2$

$$\text{Тогда } \mathcal{E}_{i1} = -\frac{dB_1}{dt} \cdot S N_1 \cos 0^\circ = + \frac{dB_1}{dt} \cdot S N$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -\frac{dB_2}{dt} \cdot S N_2 \cos 180^\circ = + \frac{dB_2}{dt} \cdot 3 S N$$

$$\mathcal{E}_{s1} = -L_1 \frac{dI}{dt} \quad ; \quad \mathcal{E}_{s2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$



По II урав. Кирхгофа

$$+ \frac{dB_1}{dt} S N + \frac{dB_2}{dt} \cdot 3 S N - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0$$

$$+ \frac{dB_1}{dt} S N + \frac{dB_2}{dt} \cdot 3 S N = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\int_0^{\frac{2\pi}{3}} \left( + \frac{dB_1}{dt} S N + \frac{dB_2}{dt} \cdot 3 S N \right) = (L_1 + L_2) \cdot \int_0^{\frac{I}{3}} dI$$



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!

$$\left( +\frac{12B_0}{3} \cdot S_n + B_0 S_n \right) + \left( -\frac{B_0}{12} S_n + \frac{B_0}{3} S_n \right) = (L_1 + L_2) \cdot I$$

$$-\frac{B_0}{3} S_n + \frac{3B_0}{4} S_n = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{9B_0 S_n - 4B_0 S_n}{12(L_1 + L_2)} = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_n}{L_1 + L_2}$$

Ответ: 2)  $I = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_n}{L_1 + L_2}$

1)  $\frac{dI}{dt} = \frac{dS_n}{L_1 + L_2}$

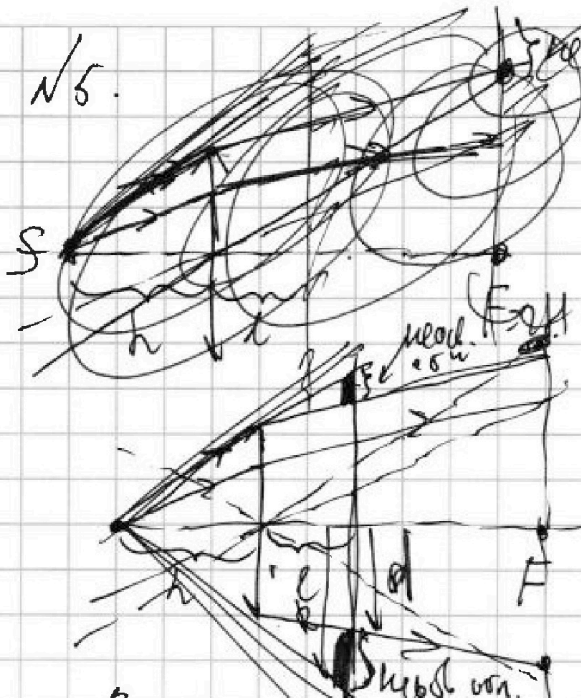


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



лучи через линзу проходят так, как если бы они прошли в свободном пространстве.  
Лучи, не прошедшие через линзу свободно

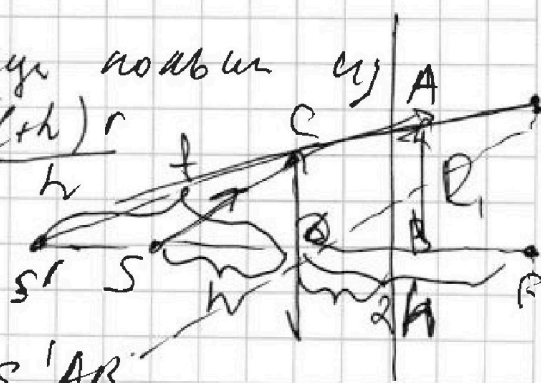
~~Рассмотрим~~  
Рассмотрим луч на краю линзы.

Все лучи в поле зрения проходят свободно и освещают внешнюю обр., все лучи ниже переломляются и освещают против направления линзы. По лучам не освещен остается только по краю линзы лучами, проходящими свободно и переломленным моментом лучами

Радиус R больше радиуса объектива и  
подобен  $\frac{r}{R} = \frac{h}{l+h} \Rightarrow R = \frac{(l+h)r}{h}$

$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{2h}$  (уп-ая связь линзы)  
 $f = \frac{2h}{1} = 2h$

Пом  $\frac{f}{R} = \frac{f+l}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{(f+l)r}{f} = \frac{(2h+l)r}{2h}$



След

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!

$$p = a \cdot V + b$$

Уравнение

$$V=0; p = 8p_0: \quad 8p_0 = b$$

$$V = 8V_0; p = 0: \quad 0 = a \cdot 8V_0 + 8p_0 \quad \left(\frac{2}{3}-1\right) B_0 S n_1 +$$

$$a = -\frac{8p_0}{8V_0} = -\frac{p_0}{V_0} + \left(\frac{B_0}{12} + \frac{B_0^2}{3}\right) B_0 S n_1$$

$$\frac{\partial p}{\partial R} = \frac{\partial p}{\partial R V_0}$$

$$V = 4V_0$$

$$= -\frac{B_0 S n_1}{3} + \frac{B_0 S n_1}{4} = -\frac{B_0 S n_1}{3} + \frac{3B_0 S n_1}{4}$$

$$p = aV + b$$

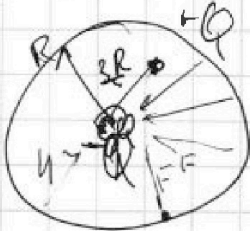
$$V=0; p = 4p_0$$

$$4p_0 = b$$

$$V = 12V_0; p = 0: \quad 0 = a \cdot 12V_0 + 4p_0$$

$$a = -\frac{4p_0}{12V_0} = -\frac{p_0}{3V_0}$$

на



на  $B_1$ -ей стороне магнитного поля  $-Q$

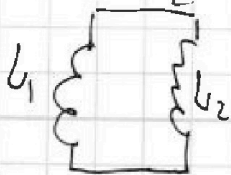
Тогда, т.к. магнитное поле  $B_2$  направлено в другую сторону, на  $B_2$ -ой стороне магнитного поля  $+Q$

$$U = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{4R} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{4R} = \frac{3kQ}{4R}$$

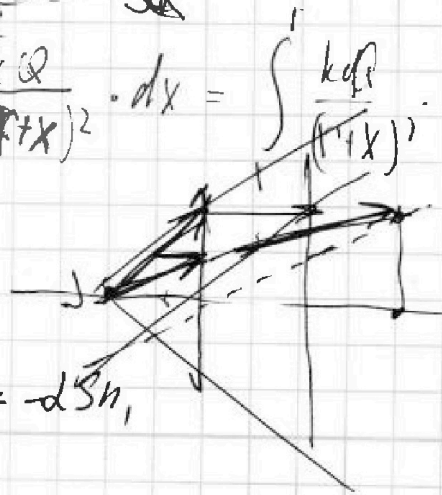


$$U = \int_R^r E \cdot dx = \int_R^r \frac{kQ}{(R+x)^2} \cdot dx = \int_R^r \frac{kQ}{(R+x)^2} \cdot d(R+x)$$

$$= \left[ -\frac{1}{R+x} \right]_R^r =$$



$$E_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S n_2 = -dS n_1$$





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  
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!

Процесс 2-3:  $dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV = \frac{3}{2} \nu R \cdot d \frac{pV}{\nu R} + p dV$   
 $(pV) = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{3}{2} \cdot d \left( -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 4p_0 V \right) + \left( 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV &= \\ = \frac{3}{2} \cdot \left( -\frac{p_0}{3V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot dV + \left( 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV &= \\ = -\frac{p_0}{V_0} V dV + 6p_0 dV + 4p_0 dV - \frac{p_0}{3V_0} V dV &= \\ = -\frac{4p_0}{3V_0} V dV + 10p_0 dV ; dQ = 0 & \end{aligned}$$

$$10p_0 dV = \frac{4p_0}{3V_0} \cdot V dV$$

этот объем был  $\rightarrow V = \frac{30V_0}{4} = \frac{15V_0}{2} = 7,5V_0$   
 1-2, значит по этому процессу тепло не идет так

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) - A_{32} = \frac{3}{2} \nu R \frac{9p_0V_0 - 18p_0V_0}{\nu R}$$

$\Rightarrow \frac{(9p_0 + 4p_0)(6V_0 - 3V_0)}{2} = -\frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 - \frac{18p_0V_0}{2} < 0$ , значит тепло отходит

Процесс 3-1:

$$Q_{31} = \nu U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{15p_0V_0 - 9p_0V_0}{\nu R}$$

$= \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0 > 0 \Rightarrow$  это тепло нагнетается

Итого  $Q_{heat} = Q_{sum 12} + Q_{31} = 8p_0V_0 + 9p_0V_0 = 17p_0V_0$

Тогда  $\eta = \frac{A_{sum}}{Q_{sum}} = \frac{3p_0V_0}{17p_0V_0} = \frac{3}{17}$

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{31}} = 3$  2)  $\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{4}{3}$  3)  $\eta = \frac{3}{17}$

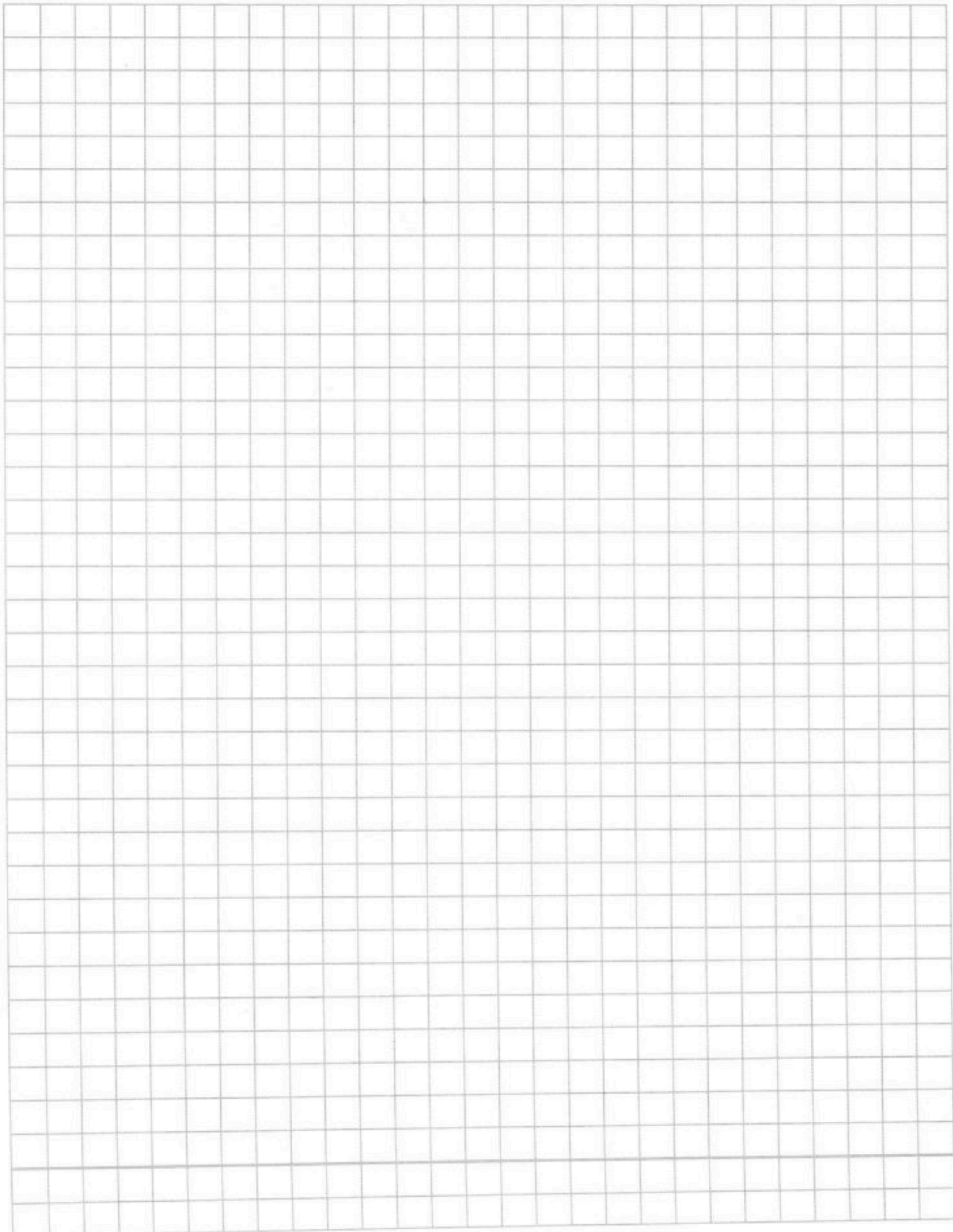


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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

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

$R_5$

$$1) ma_1 = mg \sin d_1 - F_{\text{пр}1}$$

$$\frac{m \cdot 7g}{17} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_{\text{пр}1} \Rightarrow F_{\text{пр}1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right)$$

$$\stackrel{16}{51-35} \stackrel{16}{5 \cdot 17} mg = \frac{16}{5 \cdot 17} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$2) 5m a_2 = -F_{\text{пр}2} + 5mg \sin d_2$$

$$F_{\text{пр}2} = -5m(a_2 - g \sin d_2) = -5m \left( \frac{8g}{25} - g \cdot \frac{8}{17} \right) =$$

$$= 5mg \left( -\frac{8}{25} + \frac{8}{17} \right) = \frac{5mg \cdot 8 \cdot 8}{5 \cdot 25 \cdot 17} = \frac{64mg}{85}$$

$$3) N_1 = P_1 = mg \cos d_1; \quad N_2 = P_2 = 5mg \cos d_2$$

$$\vec{F}_{\text{пр}1} + \vec{F}_{\text{пр}2} - \vec{P}_1 - \vec{P}_2 + \vec{M}_g + \vec{N}_1 = 0$$

$$0_x: F_{\text{пр}1x} + \frac{64mg}{85} \cos d_1 + mg \cos d_1 \sin d_1 - F_{\text{пр}2} = 0$$

$$\stackrel{16}{85} mg \cos d_1 + 5mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$F_{\text{пр}1x} + \frac{64mg}{85} \cdot \frac{12}{17} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + 5mg \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{8}{17}$$

$$F_{\text{пр}1x} = mg \left( \frac{64}{85 \cdot 17} + \frac{200}{172} - \frac{12}{25} - \frac{64 \cdot 3}{436 \cdot 172} \right) = \left( \frac{64 - 12 \cdot 17}{25 \cdot 17} + \frac{200 - 192}{172} \right) mg =$$

$$= \left( -\frac{140}{25 \cdot 17} + \frac{8}{172} \right) mg = m \left( \frac{40 - 28 \cdot 17}{17^2 \cdot 5} \right) = mg \left( -\frac{436}{17^2 \cdot 5} \right)$$

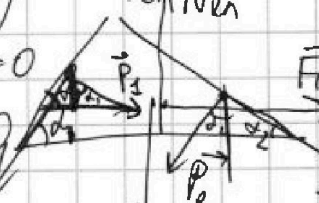
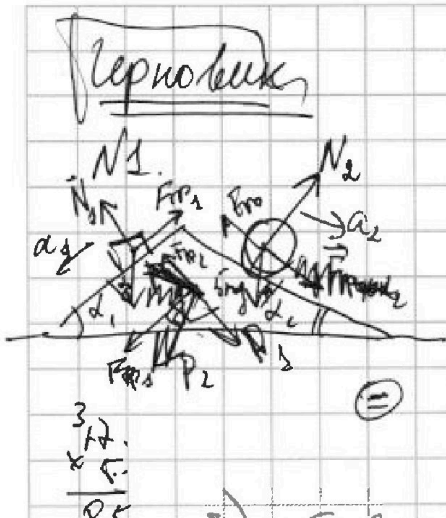
$$\frac{2}{15} \times 45 = 75$$

$$\frac{675}{17}$$

$$\frac{675}{658}$$

$$3.36 mg$$

$$\frac{3}{85} \times 27 = \frac{81}{85}$$



Vertical calculations on the left margin:  
 $196$   
 $228$   
 $140$   
 $10$   
 $40$

Vertical calculations on the right margin:  
 $204$   
 $64$   
 $140$   
 $12$   
 $172$   
 $194$   
 $864$   
 $204$   
 $192$   
 $75$   
 $200$