



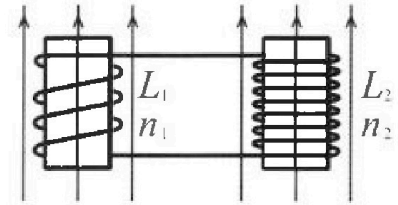
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



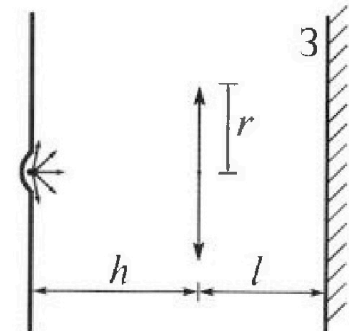
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



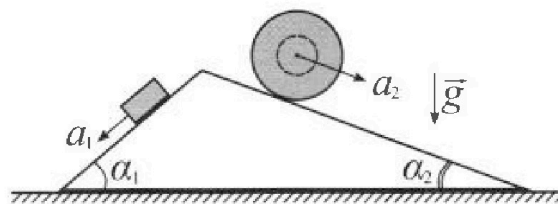
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

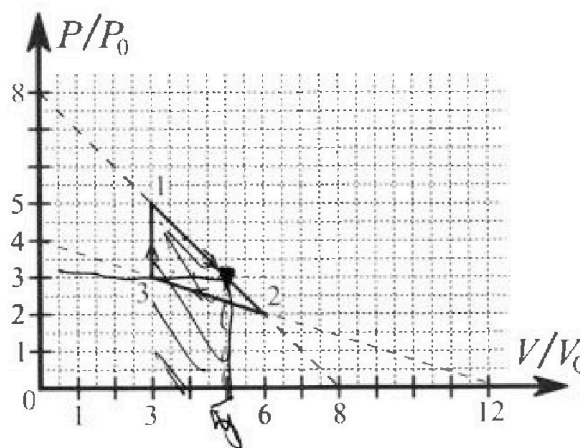


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

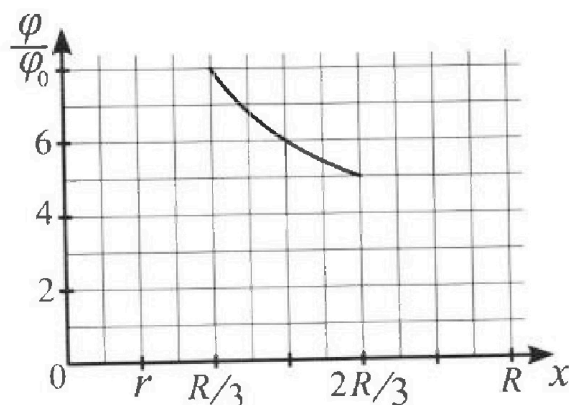
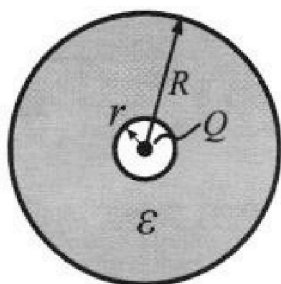
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



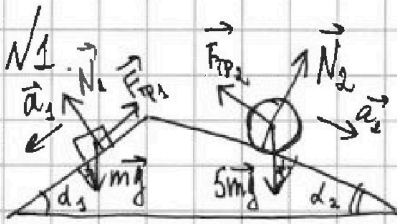


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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: $ma_1 = mg \sin d_1 - F_{тр1}$

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

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

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: $5ma_2 = 5mg \sin d_2 - F_{тр2}$

$$F_{тр2} = 5m(g \sin d_2 - a_2) = 5m\left(g \cdot \frac{8}{17} - g \cdot \frac{8}{25}\right) = 5mg \cdot 8 \cdot \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25}\right) = 40mg \frac{25-17}{17 \cdot 25} = \frac{80mg \cdot 8}{17 \cdot 25} = \frac{64}{85} mg$$

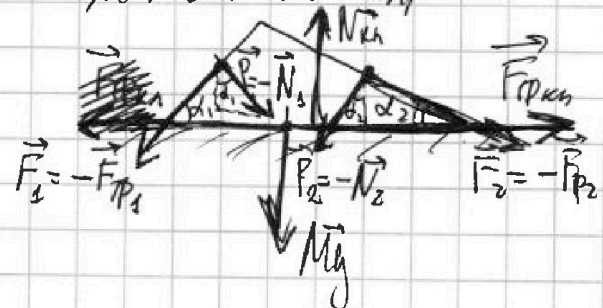
$$\boxed{F_{тр2} = \frac{64}{85} mg}$$

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)

$$0 = -\vec{F}_{P1} - \vec{N}_1 - \vec{F}_{P2} - \vec{N}_2 + \vec{Mg} + \vec{N}_{кл} + \vec{F}_{Pкл}$$

В проекции на горизонталь:

$$F_{Pкл} + F_{P2} \cos d_2 + N_1 \sin d_1 = F_{P1} \cos d_1 + N_2 \sin d_2$$

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1) $F_{P1} = \frac{16}{85} mg$ 2) $F_{P2} = \frac{64}{85} mg$ 3) $F_{Pкл} = \frac{2732}{85^2} mg$



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

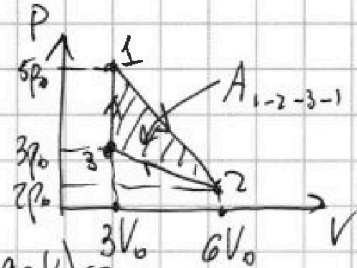
СТРАНИЦА
1 из 3

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

Ур-ие Клаузиуса. gold по тем 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 знаками "

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

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

Подставим в ур-ие Клаузиуса:

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

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

Температура макс, когда производная = 0:

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

Температура 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 получаем, т.к. теплоёмкости в этих процессах не одинаковы. Для этого найдем при помощи объёма производной касательные к уравнениям (в этот момент $dQ = 0$)

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

$$(p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0)$$

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

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

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

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

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

Поиск количества теплоты в процессе 1-2:

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

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



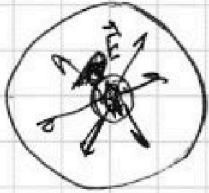
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

№3.



Эл. поле, создаваемое зарядом Q в вакууме
соответствует формуле $E = \frac{kQ}{x^2} \cdot E$ (убав-ие в $E_{\text{пол}}$)

$\varphi_r = \frac{kQ}{r}$ (потенциал на внешней пов-ти ~~внутри~~
создаваемый пол. зарядом Q)

~~Направление
исходно по формуле
шар~~
~~Уравнение
от внешнего
пов-ти по формуле~~

~~$\int_{R-r}^R \frac{kQ}{x^2} dx = kQ \left[-\frac{1}{x} \right]_{R-r}^R = kQ \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R-r} \right) = \frac{kQ(R-r)}{Rr}$~~

~~Направление ~~исходно~~ направление исходно по формуле
шар от расстояния y от внут- пов-ти по формуле~~

~~$U = Ed = \int_0^{\frac{3R-r}{4}} E(y) \cdot dy = \int_0^{\frac{3R-r}{4}} \frac{kQ}{(y+r)^2} \cdot dy = \left[-\frac{kQ}{y+r} \right]_0^{\frac{3R-r}{4}} = kQ \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\frac{3R-r}{4} + r} \right) = \frac{kQ(3R-4r)}{3rR}$~~

~~$\int_0^{\frac{3R-r}{4}} kQ \cdot \frac{dt}{t^2} = kQ \left[-\frac{1}{t} \right]_0^{\frac{3R-r}{4}} = kQ \left(-\frac{1}{\frac{3R-r}{4} + r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ(3R-4r)}{3rR}$~~

~~$\frac{kQ(3R-4r)}{3rR}$~~

$$U_{\frac{3R}{4}} = \varphi_r - \varphi_{\frac{3R}{4}} \Rightarrow \varphi_{\frac{3R}{4}} = \varphi_r - U_{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ(3R-4r)}{3rR}$$



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

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

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

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

~~$\frac{6R}{11R-3r}$ (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) Найдем поле электростатический потенциал φ_R (по оси OX от O до R)

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

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

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

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

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

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

$$2\epsilon R - 2R = 3\epsilon r$$

$$\epsilon R - R = 1.5\epsilon r$$

$$\epsilon R - 1.5\epsilon r = R \Rightarrow \epsilon = \frac{R}{R - 1.5r} \quad (5)$$

Проверяем $\varphi_{\frac{R}{6}}$ (по оси OX)

$$\frac{R}{R - 1.5r} = \frac{6R}{11R - 9r}$$

$$11R^2 - 9rR = 6R^2 - 1.5 \cdot 6rR$$

$$5R^2 =$$

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

$$1) \varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (3R - 4r)}{3rR}$$



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

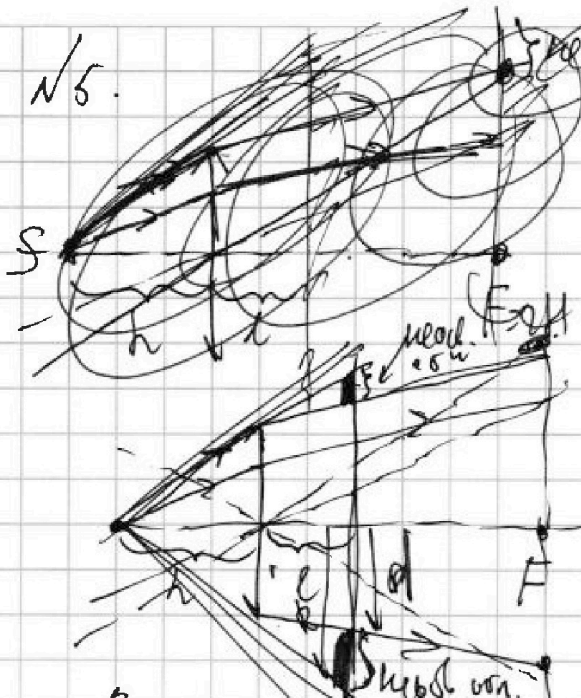


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 свободное пространство.
Лучи, не проходящие через линзу свободно

Рассмотрим луч на краю линзы.

Все лучи в центре линзы проходят свободно и освещают внешнюю об., все лучи в центре перпендикулярны и освещают против направления линзы. По лучам не освещен остается только по краям линзы, проходящим свободно и перпендикулярно линзы.

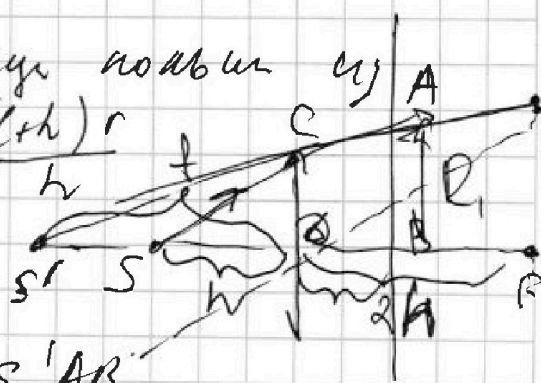
Радиус R больше радиуса объектива и у A

но добуд $\frac{r}{R} = \frac{h}{l+h} \Rightarrow R = \frac{(l+h)r}{h}$

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

$f = 2h$

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

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

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

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

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

$$V = 4V_0$$

$$= -\frac{B_0 S n_1}{3} + \frac{B_0 S n_1}{4} = -\frac{B_0 S n_1}{12}$$

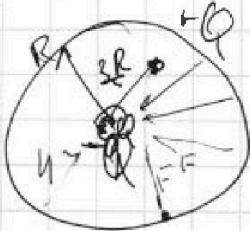
$$p = aV + b$$

$$V=0; p = 4p_0 \quad 4p_0 = b$$

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

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

на



на B_0 -ли n_1 -м n_2 -м n_3 -м n_4 -м n_5 -м n_6 -м n_7 -м n_8 -м n_9 -м n_{10} -м n_{11} -м n_{12} -м n_{13} -м n_{14} -м n_{15} -м n_{16} -м n_{17} -м n_{18} -м n_{19} -м n_{20} -м n_{21} -м n_{22} -м n_{23} -м n_{24} -м n_{25} -м n_{26} -м n_{27} -м n_{28} -м n_{29} -м n_{30} -м n_{31} -м n_{32} -м n_{33} -м n_{34} -м n_{35} -м n_{36} -м n_{37} -м n_{38} -м n_{39} -м n_{40} -м n_{41} -м n_{42} -м n_{43} -м n_{44} -м n_{45} -м n_{46} -м n_{47} -м n_{48} -м n_{49} -м n_{50} -м n_{51} -м n_{52} -м n_{53} -м n_{54} -м n_{55} -м n_{56} -м n_{57} -м n_{58} -м n_{59} -м n_{60} -м n_{61} -м n_{62} -м n_{63} -м n_{64} -м n_{65} -м n_{66} -м n_{67} -м n_{68} -м n_{69} -м n_{70} -м n_{71} -м n_{72} -м n_{73} -м n_{74} -м n_{75} -м n_{76} -м n_{77} -м n_{78} -м n_{79} -м n_{80} -м n_{81} -м n_{82} -м n_{83} -м n_{84} -м n_{85} -м n_{86} -м n_{87} -м n_{88} -м n_{89} -м n_{90} -м n_{91} -м n_{92} -м n_{93} -м n_{94} -м n_{95} -м n_{96} -м n_{97} -м n_{98} -м n_{99} -м n_{100} -м

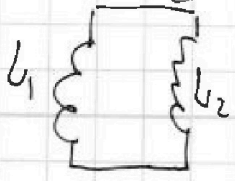
Тогда, i -е. n_1 -м n_2 -м n_3 -м n_4 -м n_5 -м n_6 -м n_7 -м n_8 -м n_9 -м n_{10} -м n_{11} -м n_{12} -м n_{13} -м n_{14} -м n_{15} -м n_{16} -м n_{17} -м n_{18} -м n_{19} -м n_{20} -м n_{21} -м n_{22} -м n_{23} -м n_{24} -м n_{25} -м n_{26} -м n_{27} -м n_{28} -м n_{29} -м n_{30} -м n_{31} -м n_{32} -м n_{33} -м n_{34} -м n_{35} -м n_{36} -м n_{37} -м n_{38} -м n_{39} -м n_{40} -м n_{41} -м n_{42} -м n_{43} -м n_{44} -м n_{45} -м n_{46} -м n_{47} -м n_{48} -м n_{49} -м n_{50} -м n_{51} -м n_{52} -м n_{53} -м n_{54} -м n_{55} -м n_{56} -м n_{57} -м n_{58} -м n_{59} -м n_{60} -м n_{61} -м n_{62} -м n_{63} -м n_{64} -м n_{65} -м n_{66} -м n_{67} -м n_{68} -м n_{69} -м n_{70} -м n_{71} -м n_{72} -м n_{73} -м n_{74} -м n_{75} -м n_{76} -м n_{77} -м n_{78} -м n_{79} -м n_{80} -м n_{81} -м n_{82} -м n_{83} -м n_{84} -м n_{85} -м n_{86} -м n_{87} -м n_{88} -м n_{89} -м n_{90} -м n_{91} -м n_{92} -м n_{93} -м n_{94} -м n_{95} -м n_{96} -м n_{97} -м n_{98} -м n_{99} -м n_{100} -м

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



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

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



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





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: $dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV = \frac{3}{2} \nu R \cdot d \frac{pV}{\nu R} + p dV \text{ (1)}$
 $(pV) = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0$

$$\text{(2)} \quad \frac{3}{2} \cdot d \left(-\frac{p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 4p_0 V \right) + \left(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left(-\frac{p_0}{3V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot dV + \left(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V dV + 6p_0 dV + 4p_0 dV - \frac{p_0}{3V_0} V dV =$$

$$= -\frac{4p_0}{3V_0} V dV + 10p_0 dV \quad ; \quad dQ = 0$$

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

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

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

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

Процесс 3-1:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{18p_0V_0 - 9p_0V_0}{\nu R} =$$

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

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) $\eta = \frac{3}{17}$

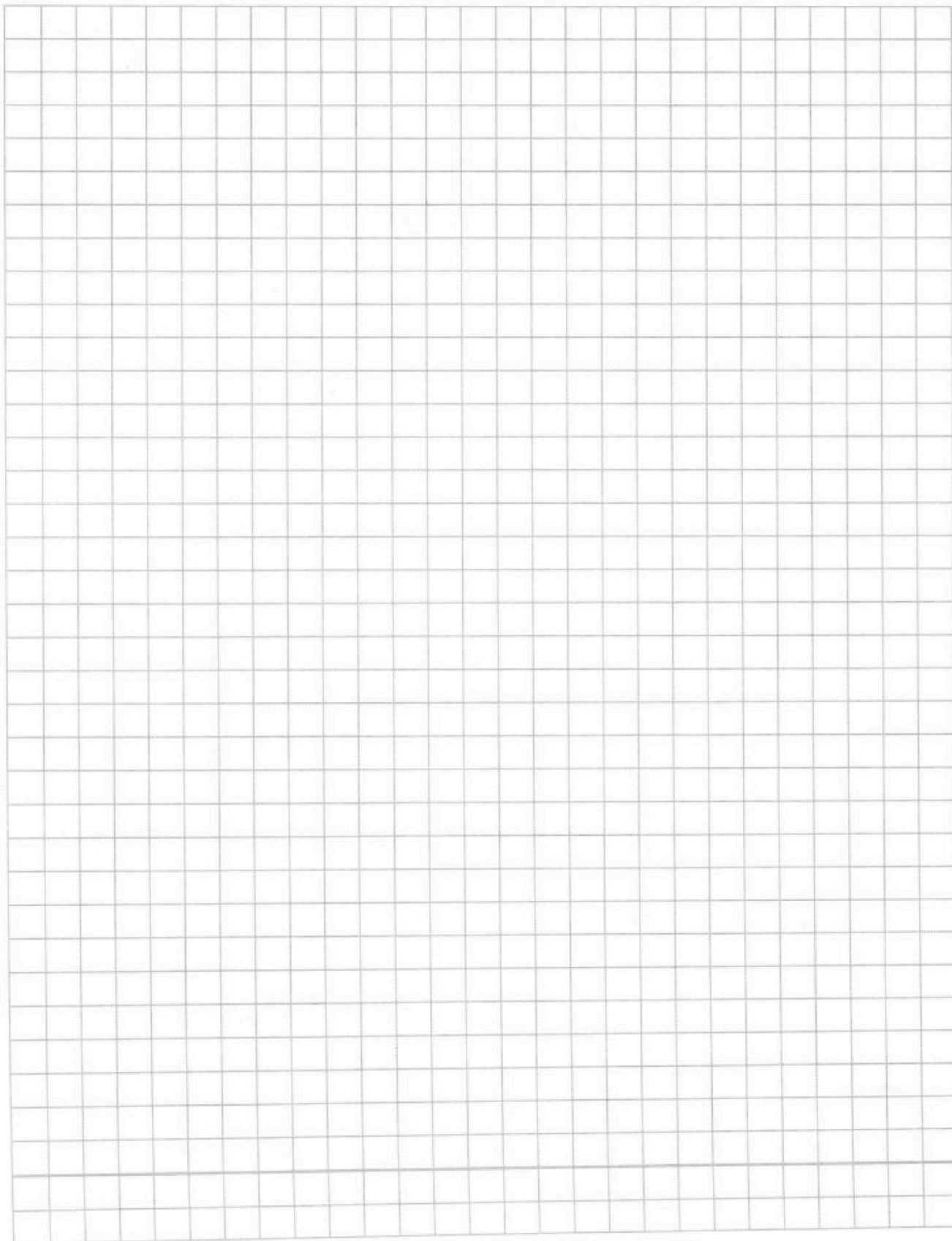


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$F_{\text{пр}1} + F_{\text{пр}2} - F_{\text{пр}1} - F_{\text{пр}2} + P_1 + P_2 + Mg + N_1 = 0$$

$$0_x: F_{\text{пр}1} + \frac{64mg}{85} \cos d_1 + mg \cos d_1 - F_{\text{пр}1} - F_{\text{пр}2} + N_1 + N_2 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{16}{85} mg \cos d_1 + 5mg \cos d_2 + mg \cos d_1 - F_{\text{пр}1} - F_{\text{пр}2} + N_1 + N_2 = 0$$

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

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

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

$$\frac{675}{17} \quad \frac{675}{658} \quad 3.36 mg$$

Handwritten calculations on the left margin:
 $5 \cdot 17 = 85$
 $3 \cdot 17 = 51$
 $51 - 35 = 16$
 $16 / 85$
 $2 \cdot 38 = 76$
 $76 / 17 = 4$
 $2 \cdot 52 = 104$
 $104 / 17 = 6$
 $6 \cdot 17 = 102$
 $104 - 102 = 2$
 $2 / 17 = 0.117$
 $6 + 0.117 = 6.117$
 $6.117 \cdot 17 = 104$
 $104 / 17 = 6.117$
 $6.117 \cdot 17 = 104$
 $104 - 102 = 2$
 $2 / 17 = 0.117$
 $6.117 + 0.117 = 6.234$
 $6.234 \cdot 17 = 106$
 $106 - 102 = 4$
 $4 / 17 = 0.235$
 $6.234 + 0.235 = 6.469$
 $6.469 \cdot 17 = 110$
 $110 - 102 = 8$
 $8 / 17 = 0.470$
 $6.469 + 0.470 = 6.939$
 $6.939 \cdot 17 = 118$
 $118 - 102 = 16$
 $16 / 17 = 0.941$
 $6.939 + 0.941 = 7.880$
 $7.880 \cdot 17 = 134$
 $134 - 102 = 32$
 $32 / 17 = 1.882$
 $7.880 + 1.882 = 9.762$
 $9.762 \cdot 17 = 166$
 $166 - 102 = 64$
 $64 / 17 = 3.764$
 $9.762 + 3.764 = 13.526$
 $13.526 \cdot 17 = 230$
 $230 - 102 = 128$
 $128 / 17 = 7.529$
 $13.526 + 7.529 = 21.055$
 $21.055 \cdot 17 = 358$
 $358 - 102 = 256$
 $256 / 17 = 15.058$
 $21.055 + 15.058 = 36.113$
 $36.113 \cdot 17 = 614$
 $614 - 102 = 512$
 $512 / 17 = 30.117$
 $36.113 + 30.117 = 66.230$
 $66.230 \cdot 17 = 1126$
 $1126 - 102 = 1024$
 $1024 / 17 = 60.235$
 $66.230 + 60.235 = 126.465$
 $126.465 \cdot 17 = 2150$
 $2150 - 102 = 2048$
 $2048 / 17 = 120.470$
 $126.465 + 120.470 = 246.935$
 $246.935 \cdot 17 = 4198$
 $4198 - 102 = 4096$
 $4096 / 17 = 240.941$
 $246.935 + 240.941 = 487.876$
 $487.876 \cdot 17 = 8294$
 $8294 - 102 = 8192$
 $8192 / 17 = 481.882$
 $487.876 + 481.882 = 969.758$
 $969.758 \cdot 17 = 16486$
 $16486 - 102 = 16384$
 $16384 / 17 = 963.764$
 $969.758 + 963.764 = 1933.522$
 $1933.522 \cdot 17 = 32870$
 $32870 - 102 = 32768$
 $32768 / 17 = 1927.529$
 $1933.522 + 1927.529 = 3861.051$
 $3861.051 \cdot 17 = 65638$
 $65638 - 102 = 65536$
 $65536 / 17 = 3855.058$
 $3861.051 + 3855.058 = 7716.109$
 $7716.109 \cdot 17 = 131174$
 $131174 - 102 = 131072$
 $131072 / 17 = 7710.117$
 $7716.109 + 7710.117 = 15426.226$
 $15426.226 \cdot 17 = 262246$
 $262246 - 102 = 262144$
 $262144 / 17 = 15420.235$
 $15426.226 + 15420.235 = 30846.461$
 $30846.461 \cdot 17 = 524390$
 $524390 - 102 = 524288$
 $524288 / 17 = 30840.470$
 $30846.461 + 30840.470 = 61686.931$
 $61686.931 \cdot 17 = 1048678$
 $1048678 - 102 = 1048576$
 $1048576 / 17 = 61681.529$
 $61686.931 + 61681.529 = 123368.460$
 $123368.460 \cdot 17 = 2097264$
 $2097264 - 102 = 2097162$
 $2097162 / 17 = 123362.470$
 $123368.460 + 123362.470 = 246730.930$
 $246730.930 \cdot 17 = 4194426$
 $4194426 - 102 = 4194324$
 $4194324 / 17 = 246725.529$
 $246730.930 + 246725.529 = 493456.459$
 $493456.459 \cdot 17 = 8388760$
 $8388760 - 102 = 8388658$
 $8388658 / 17 = 493450.470$
 $493456.459 + 493450.470 = 986906.929$
 $986906.929 \cdot 17 = 16777418$
 $16777418 - 102 = 16777316$
 $16777316 / 17 = 986895.058$
 $986906.929 + 986895.058 = 1973801.987$
 $1973801.987 \cdot 17 = 33554634$
 $33554634 - 102 = 33554532$
 $33554532 / 17 = 1973796.058$
 $1973801.987 + 1973796.058 = 3947598.045$
 $3947598.045 \cdot 17 = 67109167$
 $67109167 - 102 = 67109065$
 $67109065 / 17 = 3947592.058$
 $3947598.045 + 3947592.058 = 7895190.103$
 $7895190.103 \cdot 17 = 134218232$
 $134218232 - 102 = 134218130$
 $134218130 / 17 = 7895184.058$
 $7895190.103 + 7895184.058 = 15790374.161$
 $15790374.161 \cdot 17 = 268436361$
 $268436361 - 102 = 268436259$
 $268436259 / 17 = 15790374.058$
 $15790374.161 + 15790374.058 = 31580748.219$
 $31580748.219 \cdot 17 = 536872720$
 $536872720 - 102 = 536872618$
 $536872618 / 17 = 31580748.058$
 $31580748.219 + 31580748.058 = 63161496.277$
 $63161496.277 \cdot 17 = 1073745437$
 $1073745437 - 102 = 1073745335$
 $1073745335 / 17 = 63161496.058$
 $63161496.277 + 63161496.058 = 126322992.335$
 $126322992.335 \cdot 17 = 2147490870$
 $2147490870 - 102 = 2147490768$
 $2147490768 / 17 = 126322992.058$
 $126322992.335 + 126322992.058 = 252645984.393$
 $252645984.393 \cdot 17 = 4295081735$
 $4295081735 - 102 = 4295081633$
 $4295081633 / 17 = 252645984.058$
 $252645984.393 + 252645984.058 = 505291968.451$
 $505291968.451 \cdot 17 = 8589963464$
 $8589963464 - 102 = 8589963362$
 $8589963362 / 17 = 505291968.058$
 $505291968.451 + 505291968.058 = 1010583936.509$
 $1010583936.509 \cdot 17 = 17179927121$
 $17179927121 - 102 = 17179927019$
 $17179927019 / 17 = 1010583936.058$
 $1010583936.509 + 1010583936.058 = 2021167872.567$
 $2021167872.567 \cdot 17 = 34360853834$
 $34360853834 - 102 = 34360853732$
 $34360853732 / 17 = 2021167872.058$
 $2021167872.567 + 2021167872.058 = 4042335744.625$
 $4042335744.625 \cdot 17 = 68719707659$
 $68719707659 - 102 = 68719707557$
 $68719707557 / 17 = 4042335744.058$
 $4042335744.625 + 4042335744.058 = 8084671488.683$
 $8084671488.683 \cdot 17 = 137439415308$
 $137439415308 - 102 = 137439415206$
 $137439415206 / 17 = 8084671488.058$
 $8084671488.683 + 8084671488.058 = 16169342976.741$
 $16169342976.741 \cdot 17 = 274878830605$
 $274878830605 - 102 = 274878830503$
 $274878830503 / 17 = 16169342976.058$
 $16169342976.741 + 16169342976.058 = 32338685952.799$
 $32338685952.799 \cdot 17 = 549757661298$
 $549757661298 - 102 = 549757661196$
 $549757661196 / 17 = 32338685952.058$
 $32338685952.799 + 32338685952.058 = 64677371904.857$
 $64677371904.857 \cdot 17 = 1100515322383$
 $1100515322383 - 102 = 1100515322281$
 $1100515322281 / 17 = 64677371904.058$
 $64677371904.857 + 64677371904.058 = 129354743808.915$
 $129354743808.915 \cdot 17 = 2199030644752$
 $2199030644752 - 102 = 2199030644650$
 $2199030644650 / 17 = 129354743808.058$
 $129354743808.915 + 129354743808.058 = 258709487616.973$
 $258709487616.973 \cdot 17 = 4408061290489$
 $4408061290489 - 102 = 4408061290387$
 $4408061290387 / 17 = 258709487616.058$
 $258709487616.973 + 258709487616.058 = 517418975233.031$
 $517418975233.031 \cdot 17 = 8796122578962$
 $8796122578962 - 102 = 8796122578860$
 $8796122578860 / 17 = 517418975233.058$
 $517418975233.031 + 517418975233.058 = 1034837950466.089$
 $1034837950466.089 \cdot 17 = 17592245157924$
 $17592245157924 - 102 = 17592245157822$
 $17592245157822 / 17 = 1034837950466.058$
 $1034837950466.089 + 1034837950466.058 = 2069675900932.147$
 $2069675900932.147 \cdot 17 = 35184490315847$
 $35184490315847 - 102 = 35184490315745$
 $35184490315745 / 17 = 2069675900932.058$
 $2069675900932.147 + 2069675900932.058 = 4139351801864.205$
 $4139351801864.205 \cdot 17 = 70368980631692$
 $70368980631692 - 102 = 70368980631590$
 $70368980631590 / 17 = 4139351801864.058$
 $4139351801864.205 + 4139351801864.058 = 8278703603728.263$
 $8278703603728.263 \cdot 17 = 140737961263381$
 $140737961263381 - 102 = 140737961263279$
 $140737961263279 / 17 = 8278703603728.058$
 $8278703603728.263 + 8278703603728.058 = 16557407207456.321$
 $16557407207456.321 \cdot 17 = 281475922526758$
 $281475922526758 - 102 = 281475922526656$
 $281475922526656 / 17 = 16557407207456.058$
 $16557407207456.321 + 16557407207456.058 = 33114814414912.379$
 $33114814414912.379 \cdot 17 = 562951845053511$
 $562951845053511 - 102 = 562951845053409$
 $562951845053409 / 17 = 33114814414912.058$
 $33114814414912.379 + 33114814414912.058 = 66229628829824.437$
 $66229628829824.437 \cdot 17 = 1125903690107016$
 $1125903690107016 - 102 = 1125903690106914$
 $1125903690106914 / 17 = 66229628829824.058$
 $66229628829824.437 + 66229628829824.058 = 132459257659648.495$
 $132459257659648.495 \cdot 17 = 2251807380214025$
 $2251807380214025 - 102 = 2251807380213923$
 $2251807380213923 / 17 = 132459257659648.058$
 $132459257659648.495 + 132459257659648.058 = 264918515319296.553$
 $264918515319296.553 \cdot 17 = 4503614760428041$
 $4503614760428041 - 102 = 4503614760427939$
 $4503614760427939 / 17 = 264918515319296.058$
 $264918515319296.553 + 264918515319296.058 = 529837030638592.611$
 $529837030638592.611 \cdot 17 = 9007229520856075$
 $9007229520856075 - 102 = 9007229520855973$
 $9007229520855973 / 17 = 529837030638592.058$
 $529837030638592.611 + 529837030638592.058 = 1059674061277184.669$
 $1059674061277184.669 \cdot 17 = 17914459041712139$
 $17914459041712139 - 102 = 17914459041712037$
 $17914459041712037 / 17 = 1059674061277184.058$
 $1059674061277184.669 + 1059674061277184.058 = 2119348122554368.727$
 $2119348122554368.727 \cdot 17 = 36028918083424269$
 $36028918083424269 - 102 = 36028918083424167$
 $36028918083424167 / 17 = 2119348122554368.058$
 $2119348122554368.727 + 2119348122554368.058 = 4238696245108736.785$
 $4238696245108736.785 \cdot 17 = 72057836166848525$
 $72057836166848525 - 102 = 72057836166848423$
 $72057836166848423 / 17 = 4238696245108736.058$
 $4238696245108736.785 + 4238696245108736.058 = 8477392490217472.843$
 $8477392490217472.843 \cdot 17 = 144135672333697039$
 $144135672333697039 - 102 = 144135672333697037$
 $144135672333697037 / 17 = 8477392490217472.058$
 $8477392490217472.843 + 8477392490217472.058 = 16954784980434944.901$
 $16954784980434944.901 \cdot 17 = 288231344667394064$
 $288231344667394064 - 102 = 288231344667394062$
 $288231344667394062 / 17 = 16954784980434944.058$
 $16954784980434944.901 + 16954784980434944.058 = 33909569960869888.959$
 $33909569960869888.959 \cdot 17 = 576462689334788113$
 $576462689334788113 - 102 = 576462689334788111$
 $576462689334788111 / 17 = 33909569960869888.058$
 $33909569960869888.959 + 33909569960869888.058 = 67819139921739777.017$
 $67819139921739777.017 \cdot 17 = 1152925378669576230$
 $1152925378669576230 - 102 = 1152925378669576228$
 $1152925378669576228 / 17 = 67819139921739777.058$
 $67819139921739777.017 + 67819139921739777.058 = 135638279843479554.075$
 $135638279843479554.075 \cdot 17 = 2305850757339152420$
 $2305850757339152420 - 102 = 2305850757339152418$
 $2305850757339152418 / 17 = 135638279843479554.058$
 $135638279843479554.075 + 135638279843479554.058 = 271276559686959108.133$
 $271276559686959108.133 \cdot 17 = 4611701514678304838$
 $4611701514678304838 - 102 = 4611701514678304836$
 $4611701514678304836 / 17 = 271276559686959108.058$
 $271276559686959108.133 + 271276559686959108.058 = 5425$