



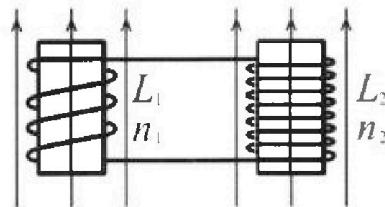
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

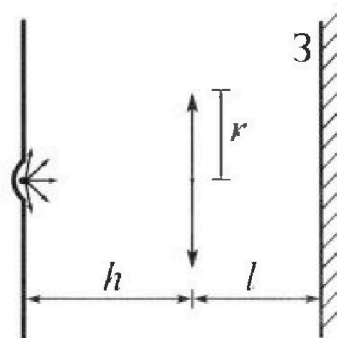


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



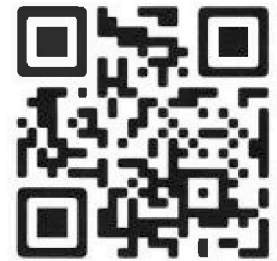
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



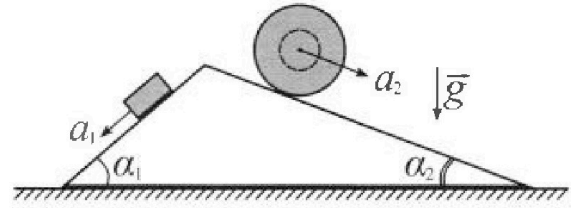
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

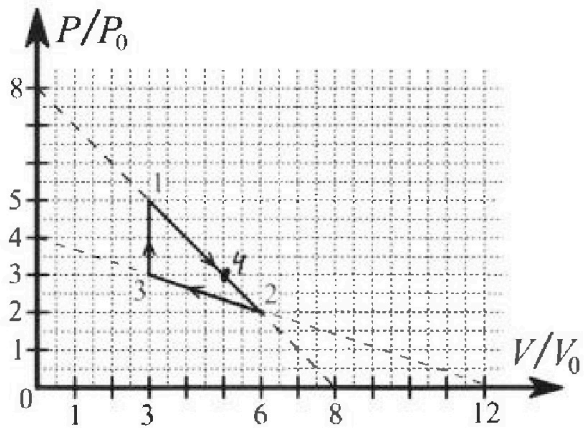


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

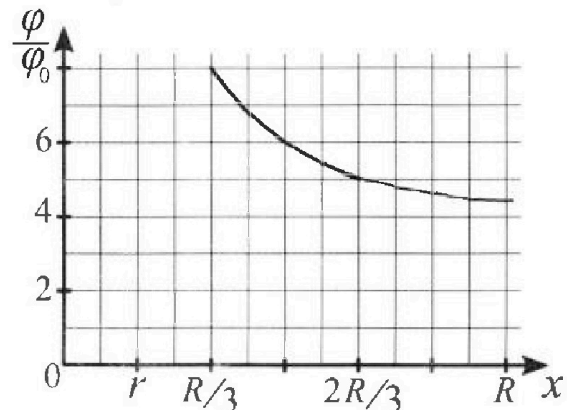
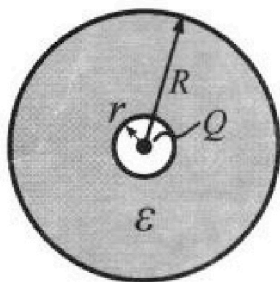
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



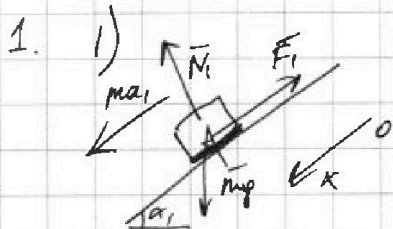


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

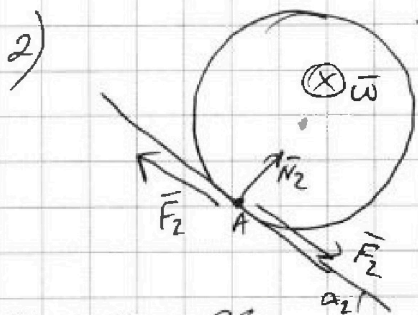
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



|| 3. Н. на ОХ:

$$ma_1 = \frac{7mg}{17} = mg \sin \alpha_1 - F_1 = \frac{3}{5} mg - F_1$$

$$F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) mg = \frac{16}{85} mg$$



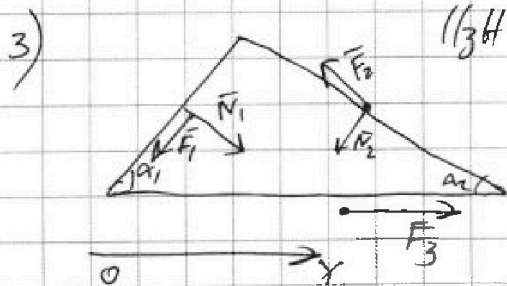
т.к. точка А неподвижна, она является мгновенным центром вращения, значит $vR = (\omega R + v) \cdot 2R$, где ω - угловая скорость шара относительно центра шара $\Rightarrow \dot{v} = a_2 = -\frac{1}{2} \dot{\omega} R$

~~Омментум шара:~~
 ~~$F_2 = ma_2$~~

~~Моменты сил относительно центра шара:~~
 ~~$mR^2 a_2 = (F_2 - N_2) R$~~
~~Этот баланс моментов относ. центра \Rightarrow~~
 ~~$mR^2 a_2 = F_2 - ma_2$~~

Знаем $F_2 = Ma_2$ по правилу моментов.

$$F_2 = 5 \cdot \frac{8}{25} mg = \frac{8}{5} mg$$



|| 3H две осн ОУ:

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 \text{ (из 1 пункта)}$$

$$N_2 = 5mg \cos \alpha_2 \text{ (из 2 пункта)}$$

$$F_3 = \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{8}{5} \cdot \frac{3}{17} + \frac{5 \cdot 15}{17} \cdot \frac{8}{17} \right) mg =$$

$$= \left(\frac{1}{5} \left(\frac{64}{85} - \frac{12}{5} \right) + \frac{1}{17} \left(24 + \frac{600}{17} \right) \right) mg = \left(-\frac{140}{85 \cdot 5} + \frac{1008}{289} \right) mg =$$

$$= \frac{1}{17} \left(\frac{1008}{17} - \frac{140}{25} \right) mg = \frac{1}{17} \cdot \frac{4564}{97.5} mg = \frac{4564}{1445} mg$$

Ответ: 1) $\frac{16}{85} mg$; 2) $\frac{8}{5} mg$; 3) $\frac{4564}{1445} mg$.



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 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!

$$2. 1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2}(2RT_2 - 2RT_3) = \frac{3}{2}(15p_0V_0 - 9p_0V_0) = 6p_0V_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$A = \int_{123} p dV = \frac{2p_0 \cdot 3V_0}{2} = 3p_0V_0$$

$$\chi_1 = \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{6 \cdot 3}{2 \cdot 3} = 3.$$

$$2) 2RT_{12} = pV = (8p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)V = 8p_0V - \frac{p_0}{V_0}V^2 -$$

$$- \text{парабола, } x_0 = -\frac{b}{2a} = \frac{8p_0 \cdot V_0}{2p_0} = 4V_0, \quad 2RT_{2\max} = 8p_0 \cdot 4V_0 -$$

$$- \frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0 = 16p_0V_0$$

$$2RT_2 = 12p_0V_0 \Rightarrow \chi_2 = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}.$$

$$3) \delta Q = \frac{3}{2}(pdV + Vdp) + pdV = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp \Rightarrow$$

$$5pdV + 3Vdp > 0 \text{ если менному надо быть}$$

$$\delta Q = 0 \text{ для 1-2:}$$

$$p_{12}(V) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0}V$$

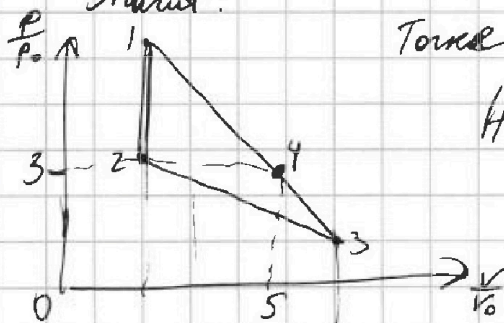
$$\delta Q_{12} = 5(8p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)dV - \frac{3Vp_0}{V_0}dV = 0 \Rightarrow V = 5V_0$$

$$\delta Q = 0 \text{ для 2-3:}$$

$$p_{23}(V) = 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V$$

$$\delta Q_{23} = 5(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V)dV - \frac{3Vp_0}{3V_0}dV = 0 \Rightarrow V = \frac{15}{2}V_0$$

Значит:



Точка 4 соответствует объему $V = 5V_0$, $p = 3p_0$.

На участке 2-4 $\delta Q > 0$, на ~~4-2~~ $\delta Q < 0$.

$$\eta = \frac{Q_-}{Q_+} = \frac{A}{Q_+}$$



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!

$$Q_+ = \Delta U_{43} + A_{43}^{=S_0} = \frac{3}{2}(VRT_4 - VRT_3) + \frac{(3p_0 + 5p_0) \cdot 2V_0}{2} =$$
$$= \frac{3}{2}(15p_0V_0 - 9p_0V_0) + p_0V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 + p_0V_0 = 17p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{17p_0V_0}{3p_0V_0} = \frac{17}{3}$$

Ответ: 1) 3
2) 4/3
3) 17/3

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

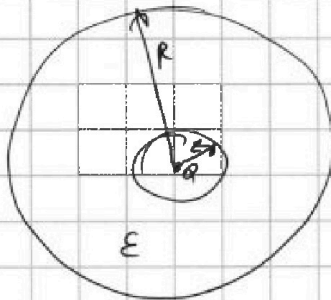


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

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

3. 1)



$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

(внешнее поле в диэлектрике уменьшается в ϵ раз)

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon x} = A + \frac{\alpha}{x}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{4kQ}{\epsilon \cdot 3R}$$

$$2) \begin{cases} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 \Rightarrow 8\varphi_0 = A + \frac{3\alpha}{R} \\ \varphi\left(\frac{R}{2}\right) = 6\varphi_0 \Rightarrow 6\varphi_0 = A + \frac{2\alpha}{R} \end{cases} \Rightarrow 6A + \frac{18\alpha}{R} = 8A + \frac{16\alpha}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2A = \frac{2\alpha}{R} \Rightarrow AR = \alpha \Rightarrow \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 2.$$

Ответ: 1) ~~$\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{4kQ}{3\epsilon R}$~~ $\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \frac{(3\epsilon + 1)}{3\epsilon}$

2) $\epsilon = 2.$

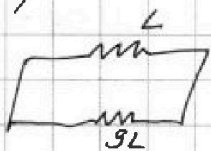


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

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

4. 1) Закон Э-М. инд.: $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB_1 S}{dt} = A S n$



Затем обход: $LI + 9LI = 10LI = A S n$
 $I = \frac{A S n}{10L}$

2) Для первой катушки:

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} = -\frac{dB_1 S n}{dt} = \frac{L dI_1}{dt} \Rightarrow -\Delta B_1 S n = L \Delta I_1$$

Аналогично для второй: $-\Delta B_2 \cdot S \cdot 3n = 9L \Delta I_2$

Т.к. внешнего тока нет, то: $I_K = \Delta I_1 + \Delta I_2 = -\left(\frac{\Delta B_1 S n}{L} + \frac{\Delta B_2 \cdot 3S n}{9L}\right)$

где I_K - общий ток в катушках

$$-\Delta B_1 = \frac{2B_0}{3} - B_0 = -\frac{B_0}{3}$$

$$-\Delta B_2 = \frac{4B_0}{3} - B_0 = \frac{B_0}{3}$$

$$I_K = \frac{B_0 S n}{3L} + \frac{B_0 S n}{4 \cdot 3L} = \frac{B_0 S n}{L} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{12}\right) = \frac{5}{12} \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: ~~$\frac{5 B_0 S n}{12 L}$~~ 1) $\frac{A S n}{10L}$

2) $\frac{5}{12} \frac{B_0 S n}{L}$



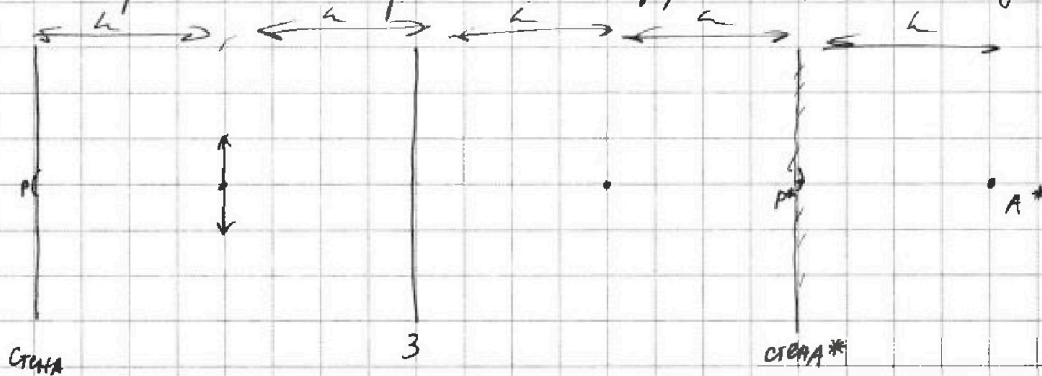
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

2) Построить симметрично относ. зеркала т. A^* и свету (A^* и свет*)

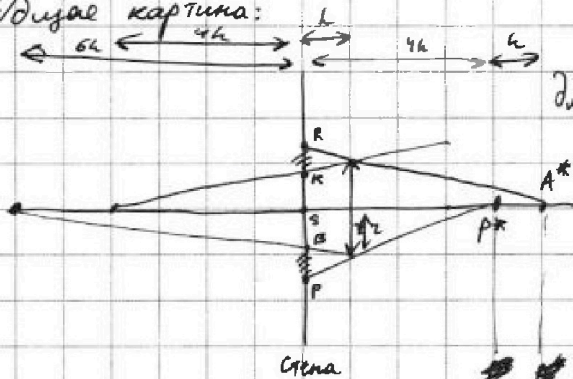


P! лучи от P^* :

$$\text{ФТЛ для } a_2 = 3h, F = 2h: \frac{1}{3h} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b_2 = 6h$$

P! лучи от A^* : $a_3 = 4h, F = 2h: \frac{1}{4h} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b_3 = 4h$

Общая картина:



для A^* под лучей выше главной оптической оси

для P^* под лучей ниже главной оптической оси

Заштрихованные области соответствуют неосвещенной части стены в направлении A^* и P^*

Видно, что большие сушат неосвещенную область точки B и R.

$$\frac{SB}{z} = \frac{6h}{7h}; \quad \frac{SR}{z} = \frac{5h}{4h} \quad \text{— подобие треугольников.}$$

S_2 неосвещенной части стены: $S_2 = \pi(PR^2 - SB^2) = \pi z^2 \left(\frac{25}{16} - \frac{36}{49} \right) =$

$$= \pi z^2 \cdot \frac{649}{784} = \frac{649}{784} \cdot 4 z^2 \pi = \frac{649}{196} \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) ~~7~~; 2) $\frac{649}{196}$



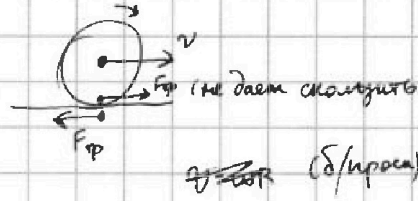
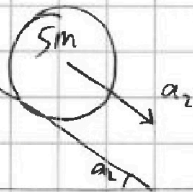
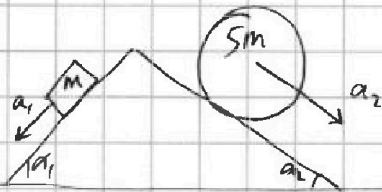
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

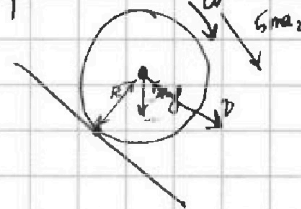
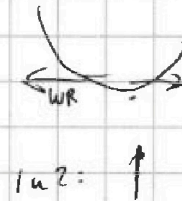
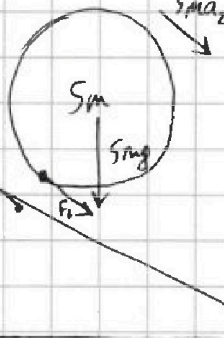
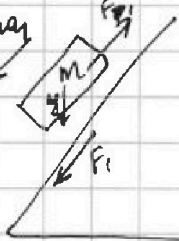
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

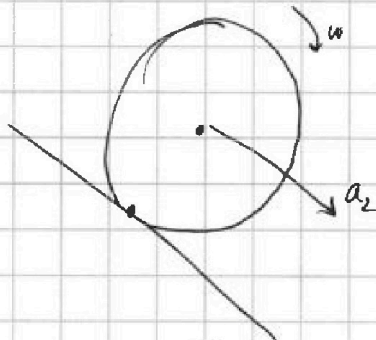
$$\frac{3}{5} - \frac{7}{17} = 16$$



$$\begin{array}{r} \times \frac{17}{5} \\ \frac{51}{35} \\ - \frac{35}{16} \\ \hline \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \frac{17}{5} \\ \times \frac{3}{1} \\ \frac{51}{35} \\ - \frac{35}{16} \\ \hline \end{array}$$



$$\begin{aligned} v \cdot R &= \omega R \\ 2\omega R^2 + vR &= 0 \\ \dot{v} &= -2\dot{\omega}R \\ a_2 &= -2\dot{\omega}R \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Уравнения: } mR^2\dot{\omega} &= -F_2 \\ 2mR^2\dot{\omega} &= -F_2 = 2mR^2 \cdot \frac{a_2}{2R} \\ F_2 &= 2mR^2\dot{\omega} = F_2 \end{aligned}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{7}{17}$$

$$\times \frac{17}{3}$$

$$a_2 = -2\dot{\omega}R$$

$$\dot{\omega} = \frac{-a_2}{2R}$$

$$\text{Отн. } 0 \cdot m_1 + mR^2\dot{\omega} = F_2$$

$$F_2 = \frac{mRa_2}{2R}$$



$$F_2 =$$



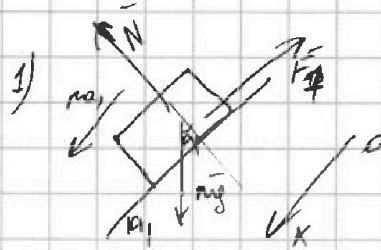
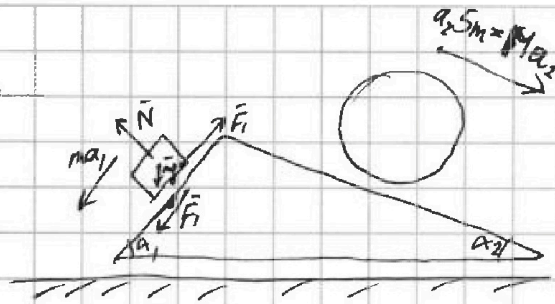
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

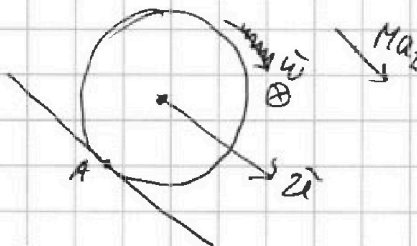
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

1.



2)



Второй закон Ньютона на OX:

$$\frac{7mg}{17} = ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_f = mg \cdot \frac{3}{5} - F_f$$

$$F_f = \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) mg = \frac{16}{85} mg$$

Т.к. движется без проскальзывания;
то $v_A = 0$, запишем для мгновенного
центра вращения A: $vR = (\omega R + v) \cdot 2R$

$$v = -2\omega R$$

$$v = -2\dot{\omega} R$$

По теореме Штейнера: $J_A = J_0 + MR^2 = 2MR^2$

$$J_A \dot{\omega} = 2MR^2 \dot{\omega} = F_f R$$

$$\begin{aligned} & \times \frac{16}{4} & \times \frac{15}{40} & \frac{17}{85} & \times \frac{24}{17} \\ & \frac{16}{4} & \frac{15}{600} & \frac{17}{85} & \frac{24}{17} \\ & & \times 12 & & \times 17 \\ & & \frac{17}{84} & & \frac{168}{17} \\ & & \frac{12}{204} & & \frac{204 + 24}{140} \\ & & & & \frac{408}{600} \\ & & & & \frac{1008}{1008} \\ & & & & \frac{1008}{136} \\ & & & & \frac{1008}{25} \\ & & & & \frac{5}{21} \\ & & & & \frac{196}{476} \\ & & & & \frac{28}{476} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \times 85 \\ & \frac{535}{85} \\ & \frac{1445}{85} \end{aligned}$$



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!

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$p_2 = p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$p_{23} = 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$$

$$3p dV + 3V dp = 0$$

Кас: $(pV^{\frac{5}{3}})' = -p'V^{\frac{5}{3}} + \frac{5}{3}V^{\frac{2}{3}}pV' = 0$

$$p' = \left(\frac{5}{3} \frac{pV^{\frac{2}{3}}}{V^{\frac{5}{3}}} \right) = \frac{5}{3} \left(\frac{p}{V} \right) V^{-\frac{1}{3}}$$

1-2: $5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV = \frac{3p_0}{V_0} dV V$ 2-3: $5(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V) dV = \frac{3p_0}{3V_0} V dV$

~~$40p_0 = \frac{p_0}{3V_0} V$~~
 ~~$5V_0 = V$~~ $5V_0 = V$

$20p_0 - \frac{5}{3} \frac{p_0 V}{V_0} = \frac{p_0 V}{V_0}$

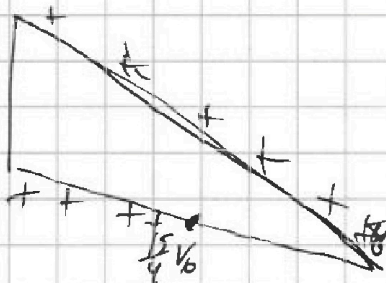
$5V_0 = \frac{2}{3} \frac{V}{V_0}$
 $15V_0 = V$

1-2: $5p dV + 3V dp = 5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV + 3 \frac{p_0}{V_0} V dV$

2-3: $20p_0 - \frac{5}{3} p_0 - 3p_0 = 0$

$20 = \frac{2}{3} \frac{V}{V_0}$

$V = \frac{15}{4} V_0$



~~$Q_+ = \frac{3}{2} p_0 V_0$~~ $3p_0 V_0$

~~Q_+~~

ΔU

$40p_0 - \frac{5p_0}{V_0} V = \frac{3p_0}{V_0}$

$\frac{8p_0}{V_0} V = 40$

$V = 5V_0$

$20p_0 - \frac{5}{3} \frac{p_0 V}{V_0} = \frac{p_0 V}{V_0}$

$\frac{20}{3} \frac{V}{V_0} = \frac{20}{3}$
 $V = \frac{15}{4} V_0$

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

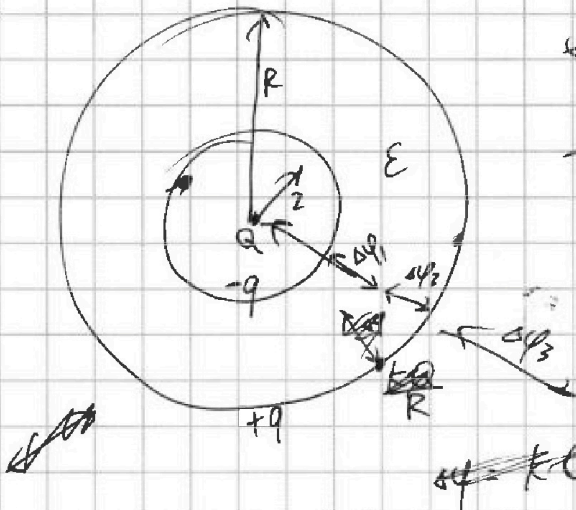


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

3.



$$\begin{aligned} \cancel{\varphi} &= D = \epsilon \epsilon_0 E \\ \cancel{\frac{kQ}{x^2}} - \cancel{\frac{kq}{x^2}} &= E = \epsilon \epsilon_0 D \\ \frac{k(Q-q)}{x^2} &= D = \frac{kQ}{x^2} \\ E &= k \frac{(Q-q)}{x^2} \\ Q &= \epsilon(Q-q) \\ q &= Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \end{aligned}$$

$$\Delta\varphi_1 = kQ \left(-\frac{1}{2}\right) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{x}\right)$$

$$\Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R}\right)$$

$$\Delta\varphi_3 = kQ \left(\frac{1}{R}\right)$$

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{3R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{kQ}{\epsilon} \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{kQ \cdot 4}{\epsilon R \cdot 3}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} A + \frac{q}{R}$$

$$6\varphi_0 = A + \frac{2q}{R}$$

$$8\varphi_0 = A + \frac{3q}{R}$$

$$\cancel{7\varphi_0} = \frac{q}{R}$$

$$8A + \frac{16q}{R} = 6A + \frac{18q}{R}$$

$$2A = \frac{2q}{R}$$

$$\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$1 = \frac{2}{\epsilon} \quad \epsilon = 2$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (VRT_1 - VRT_3) \approx \frac{3 \cdot 12}{2} = 18$$

$$VRT_1 = 5p_0 \cdot 3V_0 \approx 15p_0V_0$$

$$VRT_3 = 9p_0V_0$$

$$X_1 = \underline{\underline{6}}$$

$$A_{12} = \frac{2 \cdot 3}{2} = 3$$

$$2) p(V) = p_0 - p_0 \frac{V}{V_0} \quad \text{и} \quad p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}$$

$$VRT = \int (p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) V = p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2$$

$$\text{верш.} \quad \frac{-b}{2a} = \frac{-p_0}{\frac{p_0}{V_0} \cdot 2} = 4V_0$$

$$VRT_2 = p_0 \cdot 12p_0V_0$$

$$VRT_{\max} = p_0 \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 16V_0 = 16V_0p_0$$

$$X_2 = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

3) Какиме адабаты:

$$C_T = C_V + R$$

$$\frac{C_T}{C_V} = \frac{5}{3}$$

$$\delta Q = pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = 0$$

$$5pdV + 3Vdp = 0 \quad pV^{\frac{5}{3}}$$

$$1-2: \frac{5(p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)dV + 3V \cdot (-\frac{p_0}{V_0})}{5(p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)dV} = \frac{3Vp_0}{V_0}$$

$$\frac{5(p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)dV}{5(p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)dV} = \frac{3Vp_0}{V_0} \Rightarrow (p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)V^{\frac{5}{3}} = p_0 \cdot (3V_0)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_0}{V_0} p_0 (8 - 5 \cdot 3^{\frac{2}{3}}) = \frac{p_0}{V_0} V$$

$$2-3: p_0 (4p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V)V^{\frac{5}{3}} = 3p_0 (3V_0)^{\frac{5}{3}}$$

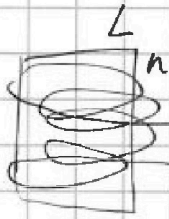


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

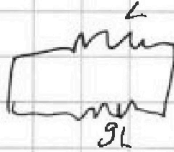
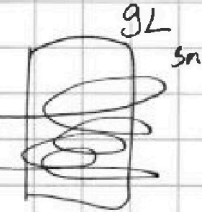
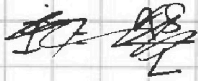
1 2 3 4 5 6 7

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!

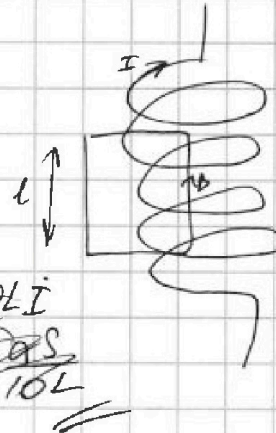


$$\mathcal{E}_i = \alpha S$$



$$\mathcal{E} = 10LI$$

$$I = \frac{\alpha S}{10L}$$



~~$$B = Idl$$~~
~~$$dB = Idl$$~~

$$\oint B \cdot dl = \mu I$$

$$Bl = \mu I n$$

$$\mathcal{E} = \frac{dB S}{dt} = \frac{\mu n I S}{l}$$

L: $B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3}$ (неравномерно)

3L: $\frac{4B_0}{3} \rightarrow \frac{B_0}{12}$ $\Phi = \mu B S$

~~$\Phi_1 = \mu B_1 S$~~
 ~~$\Phi_2 = \mu B_2 S$~~

$I_K - ?$

$$10LI = \mathcal{E} = \alpha S n$$

$$\mathcal{E} = \alpha S n$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = L I_1 = \frac{dB_1 S n}{dt}$$

$$\frac{d\Phi_2}{dt} = 9L I_2$$

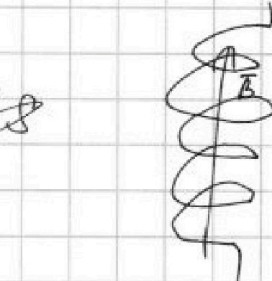
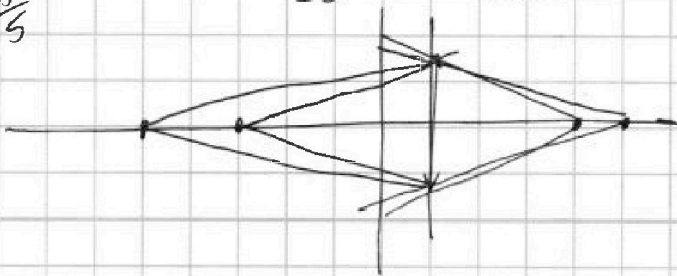
$$\frac{d\Phi}{dt} \text{ обч} = (\Delta B_1 + 3\Delta B_2) S n$$

$$10L \Delta I = (\Delta B_1 + 3\Delta B_2) S n$$

$$10L \Delta I = \frac{4B_0 S n}{3}$$

$$I = \frac{4B_0 S n}{30L} = \frac{2B_0 S n}{15L}$$

$$\frac{289}{5} = 57.8$$



$$\Delta B_1 = \frac{B_0}{3}$$

$$\Delta B_2 = \frac{B_0}{3}$$

$$L \Delta I_1 = \Delta B_1 S n$$

$$9L \Delta I_2 = 3 \Delta B_2 S n$$

~~$$L \Delta I_1 = \frac{B_0 S n}{3}$$~~
~~$$9L \Delta I_2 = \frac{B_0 S n}{3}$$~~

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 49 \\ \hline 225 \\ 100 \\ \hline 1225 \\ 576 \\ \hline 649 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 18 \\ \hline 216 \\ 36 \\ \hline 576 \end{array}$$

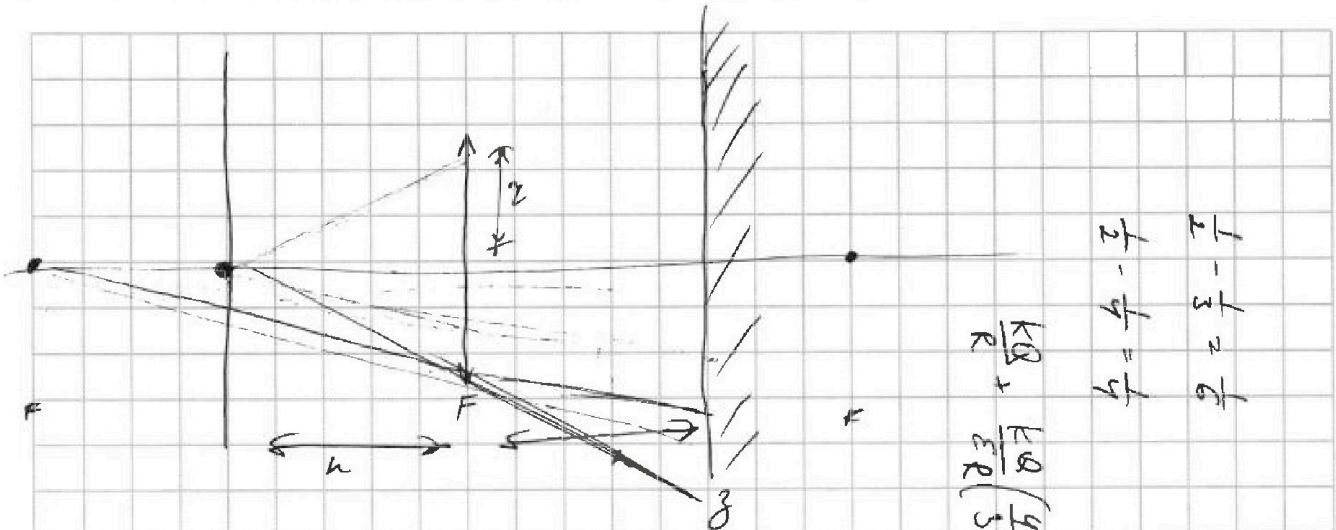
$$\begin{array}{r} 5 \\ 49 \\ \times 16 \\ \hline 294 \\ 49 \\ \hline 784 \\ 14 \\ \hline 38 \\ -36 \\ \hline 24 \end{array}$$

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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

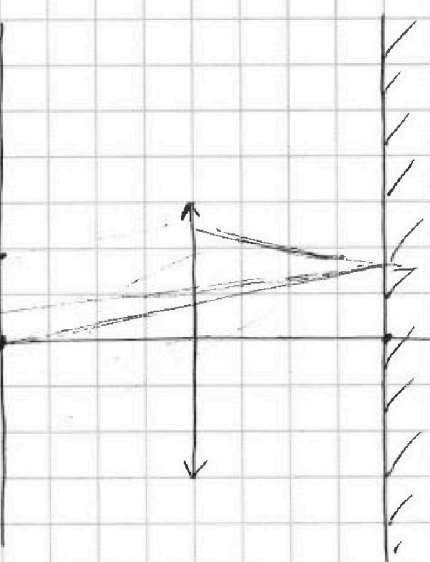
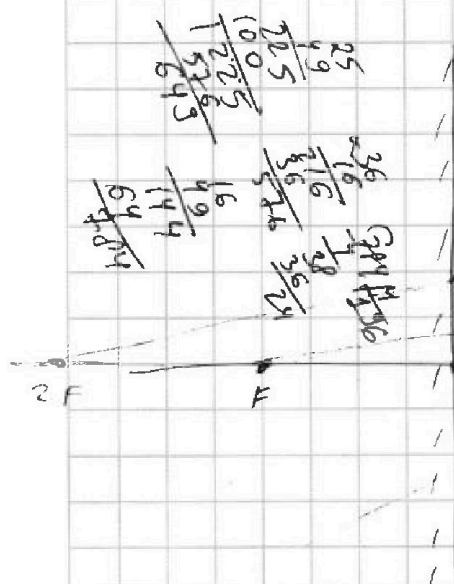
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

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

$$\frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{ER} \left(\frac{y}{z} - 1 \right) = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{3ER} = \frac{KQ}{R} \left(1 + \frac{1}{3E} \right) = \frac{KQ(3E+1)}{3E}$$



$$= \frac{KQ(3E+1)}{3E}$$

Еще вариант: $\frac{2}{F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ $a = -F$
 $a = -\frac{4F}{2}$

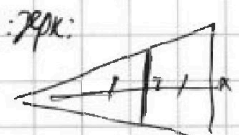
~~$a_1 = \frac{2}{2}F$~~
 $a_2 = 2F$

Несовмещены:

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{2F}$$

$$b = 2F$$



$x = 2z$



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

$\frac{x}{2} = 4z$

