



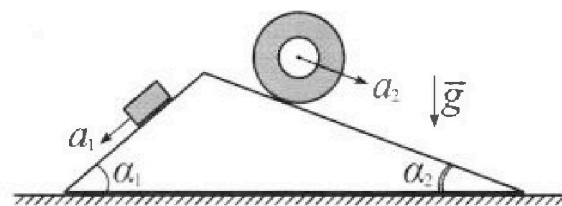
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

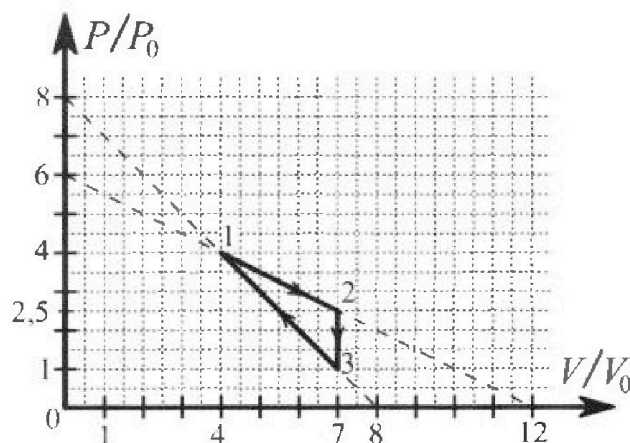


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

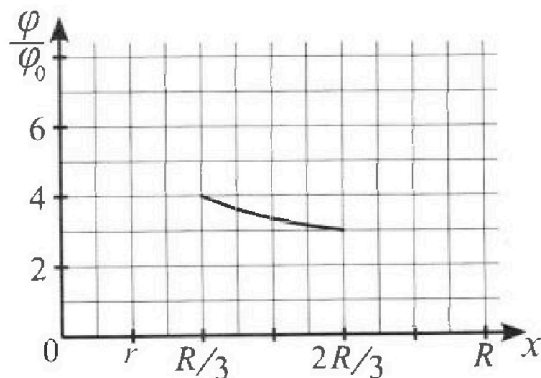
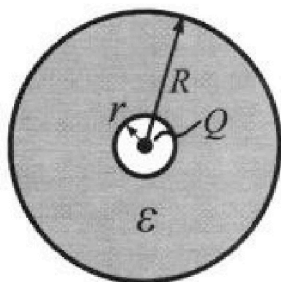
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



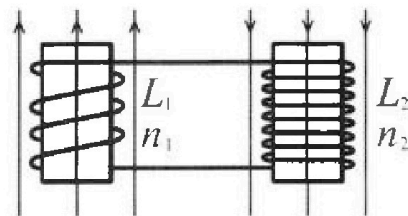
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

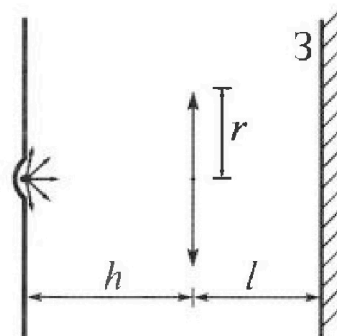


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 возрастать 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Дано:

$$a_1 = \frac{39}{13}$$

$$a_2 = \frac{59}{24}$$

$$m, 4m$$

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

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

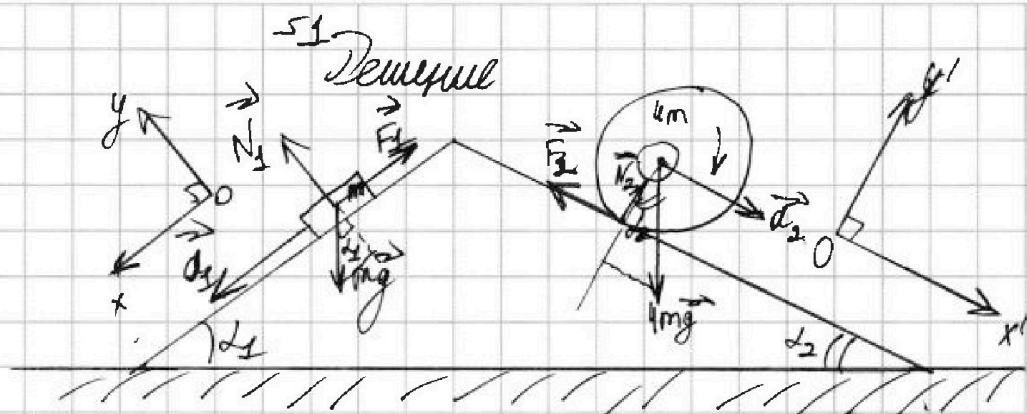
$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1) F_1 - ?

2) F_2 - ?

3) F_3 - ?



Блок: $\vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 = m\vec{a}_1$ (по движению центра масс)

$\mathcal{O}_y$: $N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$\mathcal{O}_x$: $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$1) F_1 = m \left(\frac{39}{5} - \frac{59}{13} \right) = mg \frac{39 - 25}{5 \cdot 13} = mg \frac{14}{65}$$

Цилиндр: по движению центра масс:

$$\vec{F}_2 + \vec{N}_2 + 4m\vec{g} = 4m\vec{a}_2$$

$\mathcal{O}_y'$: $N_2 - 4mg \cos \alpha_2 = 0$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$$

$\mathcal{O}_x'$: $4mg \sin \alpha_2 - F_2 = 4ma_2$

$$F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$



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 ☐

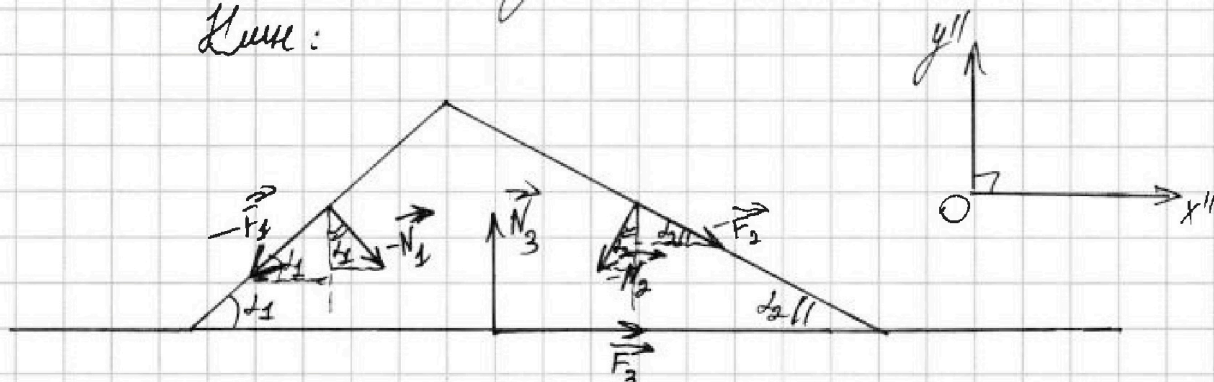
СТРАНИЦА

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!

$$2) F_2 = 4m \left(\frac{5}{13}g - \frac{5}{24}g \right) = 4mg \frac{5(24-13)}{24 \cdot 13} =$$
$$= mg \frac{5 \cdot 11}{6 \cdot 13} = \frac{55}{78} mg$$

Кин:



$$-\vec{F}_1 - \vec{N}_1 - \vec{N}_2 - \vec{F}_2 + \vec{N}_3 + \vec{F}_3 = 0$$

Ox'':

$$F_3 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 = 0$$

$$F_3 + \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} = 0$$

$$F_3 = \frac{240}{169} mg - \frac{110}{169} mg + \frac{56}{13 \cdot 25} mg - \frac{12}{25} mg$$

$$3) F_3 = \frac{130}{169} mg + \frac{56-156}{13 \cdot 25} mg = \left(\frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) mg = \frac{6}{13} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3) $F_3 = \frac{6}{13} mg$



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 5

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

Дано:

$i=3$

Условие:

1) $\frac{|\Delta U_{2-3}|}{A_g} = ?$

2) $\frac{T_1 - 2 \max}{T_1} = ?$

3) $\eta = ?$

Решение:

1: $P_1 = 4P_0$

$V_1 = 4V_0$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1, \text{ мо}$$

$$\text{но } T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{4P_0 V_0}{\nu R}$$

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3 \cdot 4 \cdot 4}{2} P_0 V_0 = 24 P_0 V_0$$

2: $P_2 = \frac{5}{2} P_0 = 2,5 P_0$

$V_2 = 2V_0$

$$U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} P_2 V_2 = \frac{3 \cdot 5 \cdot 2}{2 \cdot 2} P_0 V_0 = \frac{15}{2} P_0 V_0 = 7,5 P_0 V_0$$

3: $P_3 = P_0$

$V_3 = 2V_0$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$\text{но } T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{2 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} P_3 V_3 = \frac{3 \cdot 2}{2} P_0 V_0 = 3 P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$|\Delta U_{2-3}| = U_2 - U_3 = (7,5 - 3) P_0 V_0 = 4,5 P_0 V_0$$

$$= 15 \frac{3}{4} P_0 V_0 = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

$$A_g = S_{\text{цикла}} = S_{1-2}$$

$$A_g = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} P_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

1) $\frac{|\Delta U_{2-3}|}{A_g} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = \frac{63}{9} = 7$



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.

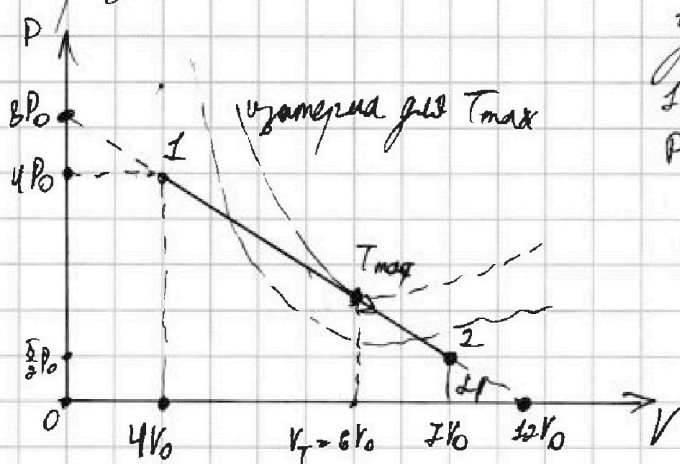
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 5

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 1-2:



$$\gamma_{\text{gas}} = \frac{P_0}{\frac{1}{2}V_0} = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

1-2 задается прямой:

$$P(V) = \frac{6}{5}P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

$$P(V) \cdot V = \nu R T$$

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left(\frac{6}{5}P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 \right)$$

$T(V)$ - квадратичная ф-ла, но T_{max} , при $V_T = \frac{6}{5} \frac{P_0}{\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = 6V_0$

~~$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left(\frac{6}{5}P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 \right)$~~ , тогда $T_{\text{max}} = T(6V_0) =$

$$= \frac{1}{\nu R} \cdot \left(\frac{36}{5}P_0 V_0 - \frac{18}{5}P_0 V_0 \right) = \frac{1}{\nu R} \left(\frac{36}{5}P_0 V_0 - \frac{18}{5}P_0 V_0 \right) = \frac{18}{5} \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$2) \frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{\frac{18}{5} \frac{P_0 V_0}{\nu R}}{\frac{16}{5} \frac{P_0 V_0}{\nu R}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

Найти $Q(V)$ - иде Q - ф-ла кол-ва тепла $1 \rightarrow 2$

$$\delta Q(V) = \delta T(V) + dU(V)$$

$$Q(V) = T(V) + U(V)$$

$$U(V) = \frac{3}{2} \nu R T(V) - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{6}{5} \frac{P_0 V}{\nu R} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \frac{V^2}{\nu R} - \frac{16 P_0 V_0}{\nu R} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \left(\frac{6}{5} P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - 16 P_0 V_0 \right) = -\frac{3 P_0}{4 V_0} V^2 + \frac{9}{5} P_0 V - 24 P_0 V_0$$



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
3 из 5

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!

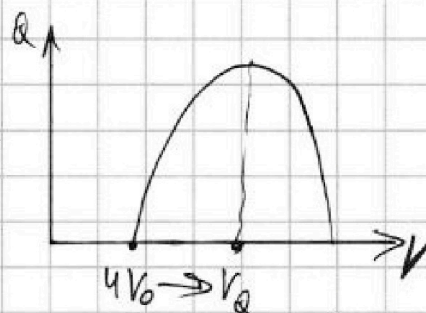
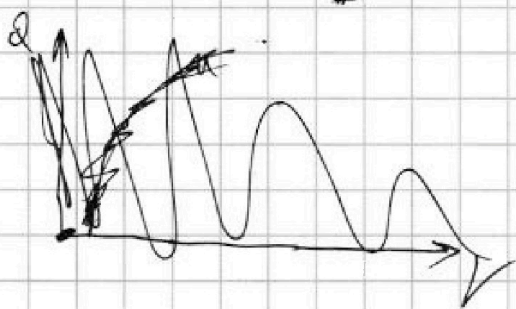
$$A(V) = S_{\text{проекции}} = \frac{4P_0 + P(V)}{2} \cdot (V - 4V_0) =$$

$$= \frac{4P_0 + 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V}{2} (V - 4V_0) = \left(\frac{5}{2} P_0 - \frac{P_0 V}{4V_0} \right) (V - 4V_0) =$$

$$= -\frac{1}{4} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{6}{1} P_0 V - 20 P_0 V_0$$

$$Q(V) = -\frac{3P_0}{4V_0} V^2 - \frac{1}{4} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{9}{1} P_0 V + \frac{6}{1} P_0 V - 24 P_0 V_0 - 20 P_0 V_0 =$$

$$= -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{15}{1} P_0 V - 44 P_0 V_0$$



тогда найдем место пока $SQ > 0$ (уравам Q и V выравняем)

тогда $Q_{n+2} = Q(V_Q)$, где $V_Q = \frac{-15 P_0}{-2 \frac{P_0}{V_0}} = \frac{15}{2} V_0$

$$Q_{n+2} = -\frac{225}{4} P_0 V_0 + \frac{225}{2} P_0 V_0 - 44 P_0 V_0 = \frac{225}{4} P_0 V_0 - \frac{176}{4} P_0 V_0 =$$

$$= \frac{49}{4} P_0 V_0$$

В процессе $Q_{2-3} < 0$ (в течение всего процесса), так $Q_{2-3} = 0$ и $V_{2-3} < 0$.

Рассмотрим процесс $3 \rightarrow 1$. Аналогично $1 \rightarrow 2$.



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 5

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!

$$P(V) = 8P_0 - \frac{8P_0}{8V_0} \cdot V = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{VR} = \frac{1}{VR} \left(8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \right)$$

$$U(V) = \frac{3}{2} \frac{1}{VR} \left(8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \right) - \frac{3}{2} VR \cdot \frac{7P_0 V_0}{VR} =$$

$$= 12P_0 V - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{21}{2} P_0 V_0 = -\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12P_0 V - \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$s(V) = -\int_{V_0}^V P(V) dV = -\frac{P_0 + P(V)}{2} \cdot (7V_0 - V) =$$

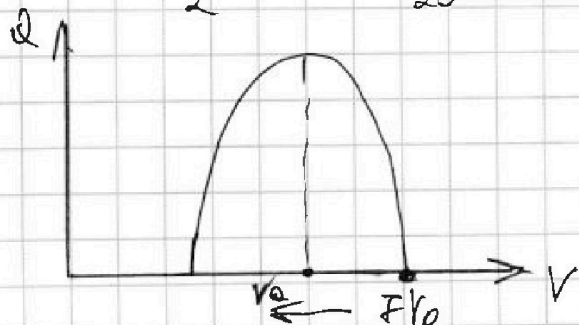
$$= -\frac{P_0 + 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V}{2} (7V_0 - V) = -\left(\frac{9}{2} P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \right) (7V_0 - V) =$$

$$= -\left(\frac{63}{2} P_0 V_0 - \frac{7}{2} P_0 V + \frac{9}{2} P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 \right) =$$

$$= -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V - \frac{63}{2} P_0 V_0$$

$$Q(V) = -\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{8}{20} P_0 V + 12P_0 V - \frac{21}{2} P_0 V_0 - \frac{63}{2} P_0 V_0 =$$

$$= -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{20}{20} P_0 V - 42P_0 V_0$$



$$V_Q = \frac{-20P_0}{-2 \cdot \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = \frac{20V_0}{4} = 5V_0,$$

$$Q_{max} = Q(5V_0) =$$

$$= -2 \frac{P_0}{V_0} \cdot 25V_0^2 + 20P_0 \cdot 5V_0 - 42P_0 V_0 =$$

$$= 400P_0 V_0 - 42P_0 V_0 - \frac{25}{2} P_0 V_0 = \frac{91}{2} P_0 V_0$$



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 5

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!

$$3) \eta = \frac{A_g}{Q_H} \cdot 100\% = \frac{A_g}{Q_{H3 \rightarrow 1} + Q_{1 \rightarrow 2}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{\frac{9}{4} P_0 V_0 \cdot 100\%}{\frac{49}{4} P_0 V_0 + \frac{91}{2} P_0 V_0} \cdot 100\% = \frac{9 \cdot 25\%}{\frac{49 + 182}{4}} = \frac{4 \cdot 25 \cdot 9}{231} \% =$$

$$= \frac{4 \cdot 25 \cdot 9}{231} \% = \frac{100}{21} \%.$$

Ответ: 1) $\frac{|A_{12-3}|}{A_g} = 7$

2) $\frac{T_{12 \rightarrow \max}}{T_1} = \frac{9}{2}$

3) $\eta = \frac{100}{21} \%$



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!

53

Дано:

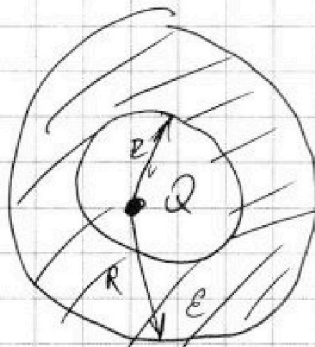
z, R, QE

укажите φ от x

1) $x = \frac{R}{4}$: φ ?

2) из графика: E ?

Решение:



$z = \frac{R}{6}$ (из графика)

$\frac{R}{6} < \frac{R}{4} < \frac{R}{3}$, но $\frac{R}{4} > z$.



Силы линии начинаются и заканчиваются на разных по знаку, но одинаковых по модулю зарядах, то на внешней сфере образуется заряд $= -Q$.

из закона сохранения заряда $\Rightarrow$ что на внешней сфере образуется заряд $Q = 0 - (-Q) = Q$ (сумма зарядов $= 0$), тогда на внешней сфере образуется заряд $= -Q$ (как внутри сферы).

аналогично

$\Rightarrow$ сферу с зарядом внутри и окружающей ∞ -той проводим.

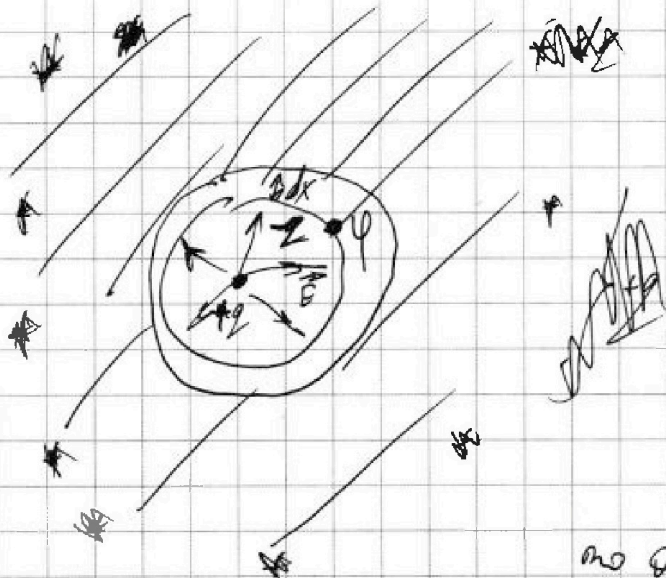


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 9

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!

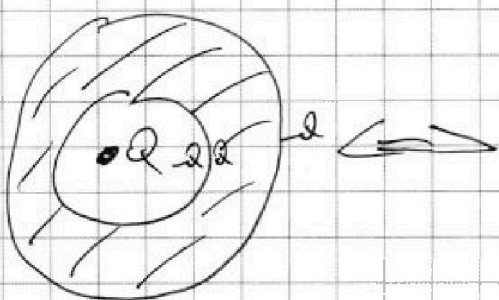


Для системы зарядов и
сфер вокруг себя создаёт
поле с $\vec{E} = 0$ (по $\vec{E}$ от закон
Гauss на внутр. участке сферы),
значит вне всей системы $\vec{E} = 0$,
это эквивалентно ~~одной~~ $\rightarrow$ одной
проводнику вне сферы.

$\varphi = \varphi_0 = 0$ (т.е. $\vec{E}_{вне} = 0$), то

то образует весь бесконечный провод-
ник нулевым, то φ также $= 0$ (т.е. $\vec{E}_{вне} = 0$) значит
такая система не влияет на внешние электрическое поле,
т.е. её можно не учитывать (только вне её).

Тогда получаем:



Ваша сфера создаёт внутри себя $E = 0$.

Ваша сфера создаёт вне себя $E = \frac{kQ}{r^2}$

$$dU = \vec{E} \cdot d\vec{x}$$

$$U = \int_{R_2}^{R_1} E \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \int_{R_2}^{R_1} \frac{dx}{x^2} = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{R_2}^{R_1}$$



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!

$$\Delta \varphi = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{(x-1)} + \frac{kQ}{\epsilon(x-1)}, \text{ тогда получаем, что}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon(x-1)} \quad \text{при } 2 < x < R.$$

$$1) \text{ тогда } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{\epsilon\left(\frac{R}{4}-1\right)} = \frac{4kQ}{\epsilon R}.$$

$$\text{так } \frac{R}{4} > 2, \text{ и } \frac{R}{4} < R$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon\left(\frac{R}{3}-1\right)}, \text{ то } \varphi_0 = \frac{3kQ}{4\epsilon R} \quad (1)$$

$$\text{так } \frac{R}{3} > 2, \text{ и } \frac{R}{3} < R$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon\left(\frac{2R}{3}-1\right)}, \text{ то } \varphi_0 = \frac{3kQ}{2\epsilon R} \quad (2)$$

$$2) = 0, \text{ то } \frac{4}{3}R - 42 = 2R - 32$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{\epsilon R}$$



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!

Получаем: $\frac{1}{2} B_0 S n + LI + \frac{4}{3} B_0 S n + 4LI = 5 B_0 S n$

$$5LI = \left(5 - \frac{4}{3} - \frac{1}{2}\right) B_0 S n$$

$$5LI = \frac{29}{6} B_0 S n$$

$$2) I = \frac{29}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{S n \dot{B}_0}{L}$

$$2) I = \frac{29}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$



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
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!

54

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

S

$$1) \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = 2 \quad (2 > 0)$$

$$B_2 = \text{const}$$

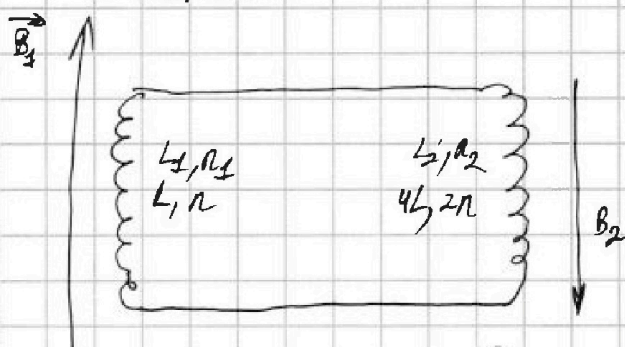
$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = ?$$

$$2) L_1: B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2}$$

$$L_2: 2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3}$$

$$I = ?$$

Решение:



~~Общий поток: $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ (пока не меняется)~~
~~2-е правило Кирхгофа:~~

$$U_1 + U_2 = 0$$

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

~~Общий поток: (пока меняется)~~
~~2-е правило Кирхгофа:~~

$$U_1 + U_2 = 0$$

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$L_1 dI_1 + L_2 dI_2 = 0$$

$\Delta \Phi_1 + \Delta \Phi_2 = 0$, но если поле меняется, то ток в катушках будет — так, что ~~общий магнитный поток в катушках не меняется~~.

$$\Phi_{10} = B_1 \cdot S \cdot n_1 = B_1 S n \quad \text{и} \quad \Phi_{10} + \Phi_{20} = \text{const}$$

$$\Phi_{20} = B_2 S n_2 = 2B_2 S n$$



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!

6 вариант 2

$$\mathcal{E}_{cu1} = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - \frac{d(B_0 \cdot S \cdot n_1)}{dt} = - \frac{S n_1 \cdot dB_0}{dt} =$$

$$= - \frac{S n_1 \cdot \Delta B_0}{\Delta t} = - S n_1 \Delta B_0$$

$$U_{cu1} = U_{L1} = - \mathcal{E}_{cu1} = S n_1 \Delta B_0$$

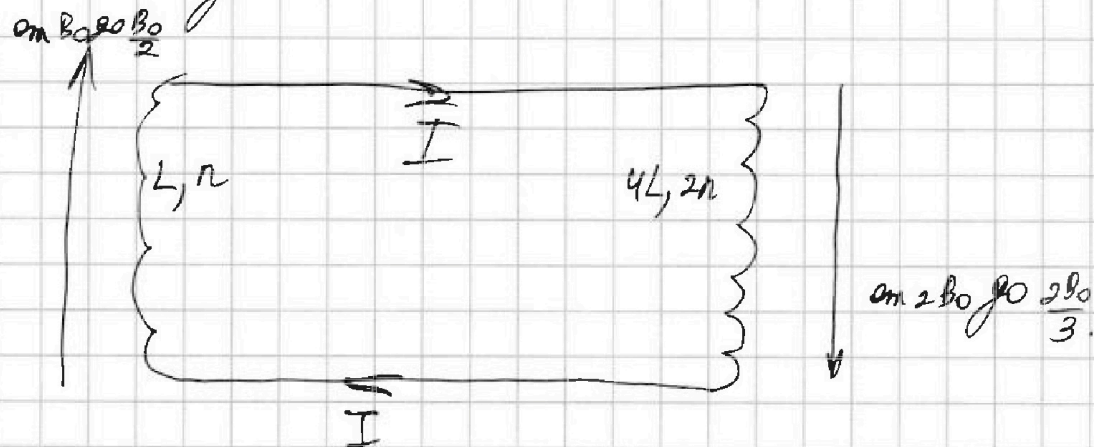
$$U_{L1} = L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} = S n_1 \Delta B_0$$

$$L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} = S n_1 \Delta B_0$$

$$1) \frac{dI_1}{dt} = \frac{S n_1 \Delta B_0}{L_1}$$

После увеличения магн.



$$\Phi_{10} + \Phi_{20} = \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const (см. решение)}$$

$$\Phi_{10} = B_0 \cdot S \cdot n_1 \quad \text{и} \quad \Phi_{20} = 4 B_0 S n_1$$

$$\Phi_{10} + \Phi_{20} = 5 B_0 S n_1$$

$$\Phi_1 = \Phi_{B1} + \Phi_{I1} = \frac{B_0 S n_1}{2} + L_1 I = \frac{B_0 S n_1}{2} + L_1 I$$

$$\Phi_2 = \Phi_{B2} + \Phi_{I2} = \frac{2}{3} B_0 \cdot 2 n_1 \cdot S + L_2 I = \frac{4}{3} B_0 S n_1 + 4 L_1 I$$



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



СТРАНИЦА

2 из 4

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!

$$\triangle ODA \sim \triangle BDC, \text{ то } \frac{BC}{OA} = \frac{BD}{OA}$$

$$BC = \frac{OA \cdot BD}{OA} = \frac{2 \cdot (2F - \frac{4}{3}F)}{2F}$$

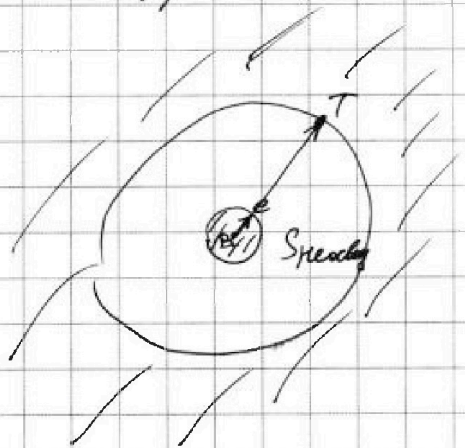
$$BC = \frac{2 \cdot \frac{2}{3}}{2} = \frac{2}{3}$$

$$\triangle EOA \sim \triangle EBT, \text{ то } \frac{EO}{EB} = \frac{OA}{BT}, \text{ то}$$

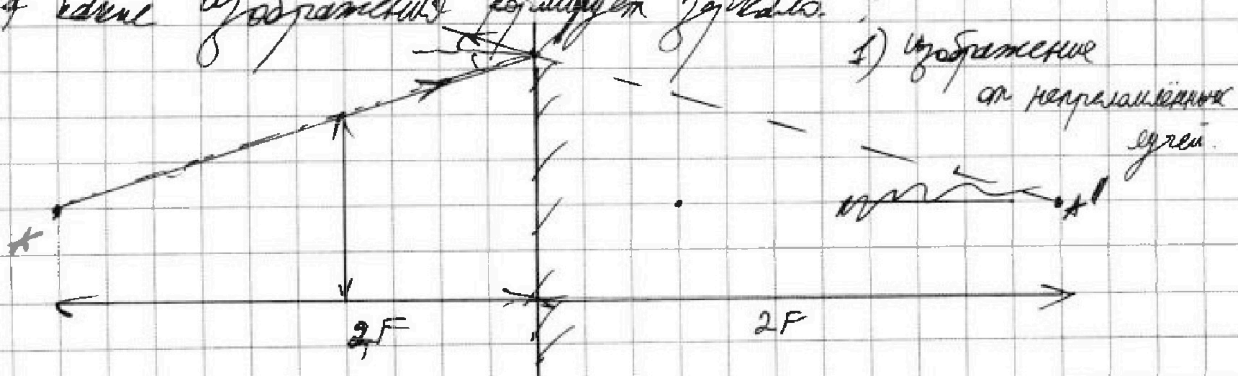
$$\text{то } BT = \frac{EB \cdot OA}{EO} = \frac{(\frac{4}{3}F + 2F) \cdot 2}{2F}$$

$$BT = \frac{\frac{10}{3} \cdot 2}{2} = \frac{5}{3} \cdot 2$$

$$1) S_{\text{несв. зеркала}} = (BT - BC)^2 \pi = \left(\frac{5}{3} \cdot 2 - \frac{2}{3}\right)^2 \pi = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \pi = \frac{16}{9} \pi$$



2) как изображение формирует зеркало:





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
☐

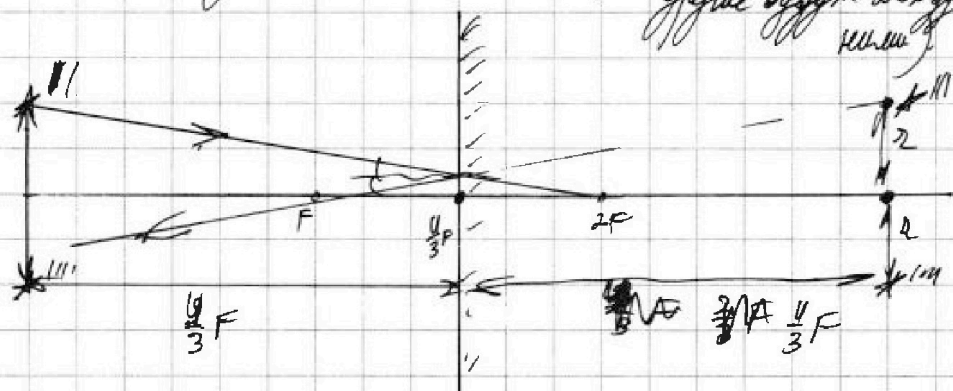
7
☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!

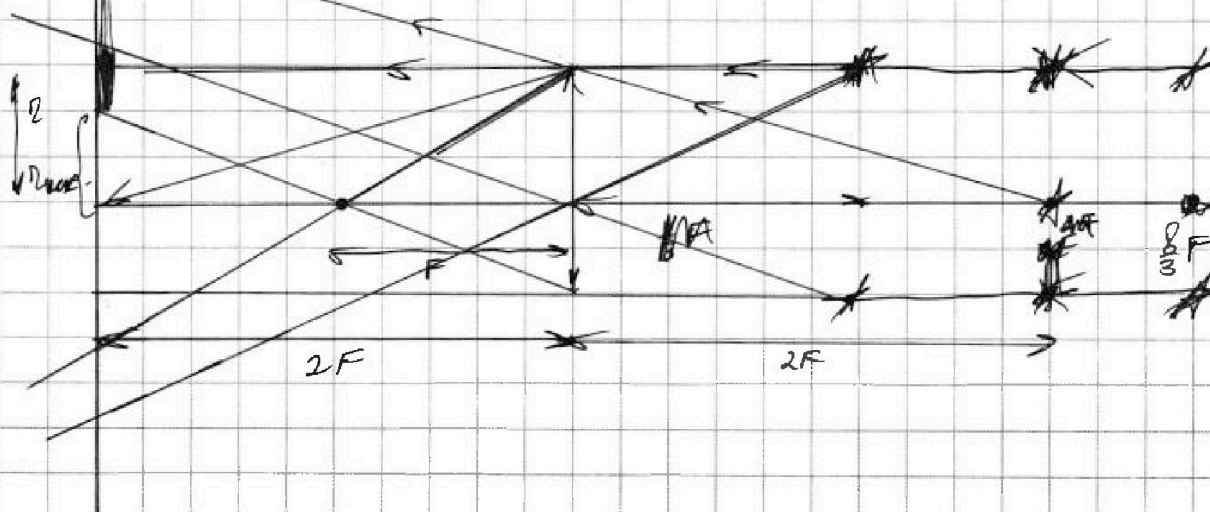
ме. перпендикуляр. лучи с зеркалом образуют такое изображение, что оно эквивалентно изображению на расстоянии $2F$ от источника.

2) от параллельных лучей: (расстояние F крайние лучи, их фокус будет между ними)



ме. от параллельных лучей формируется два источника на расстоянии от оптической оси $= 2$ на расстоянии $\frac{1}{3}F$ от зеркала.

теперь:



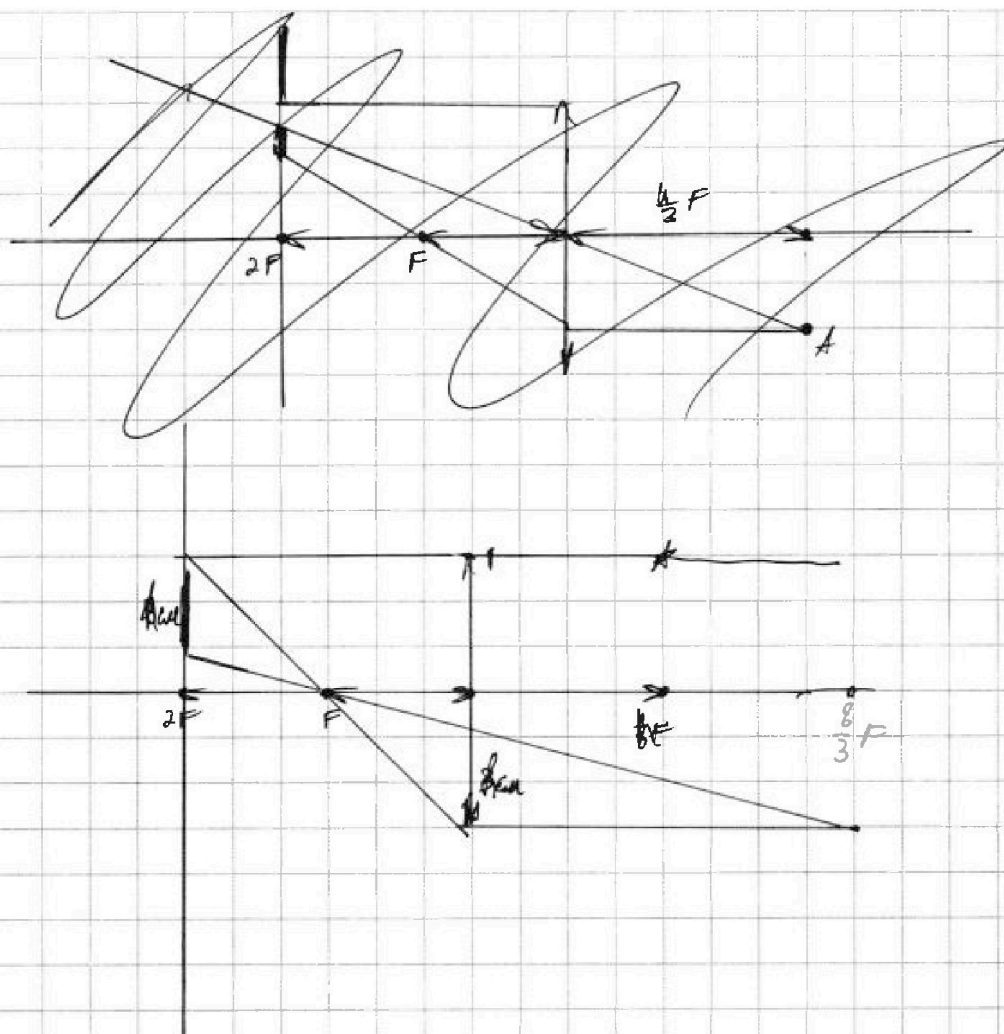


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 4

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!



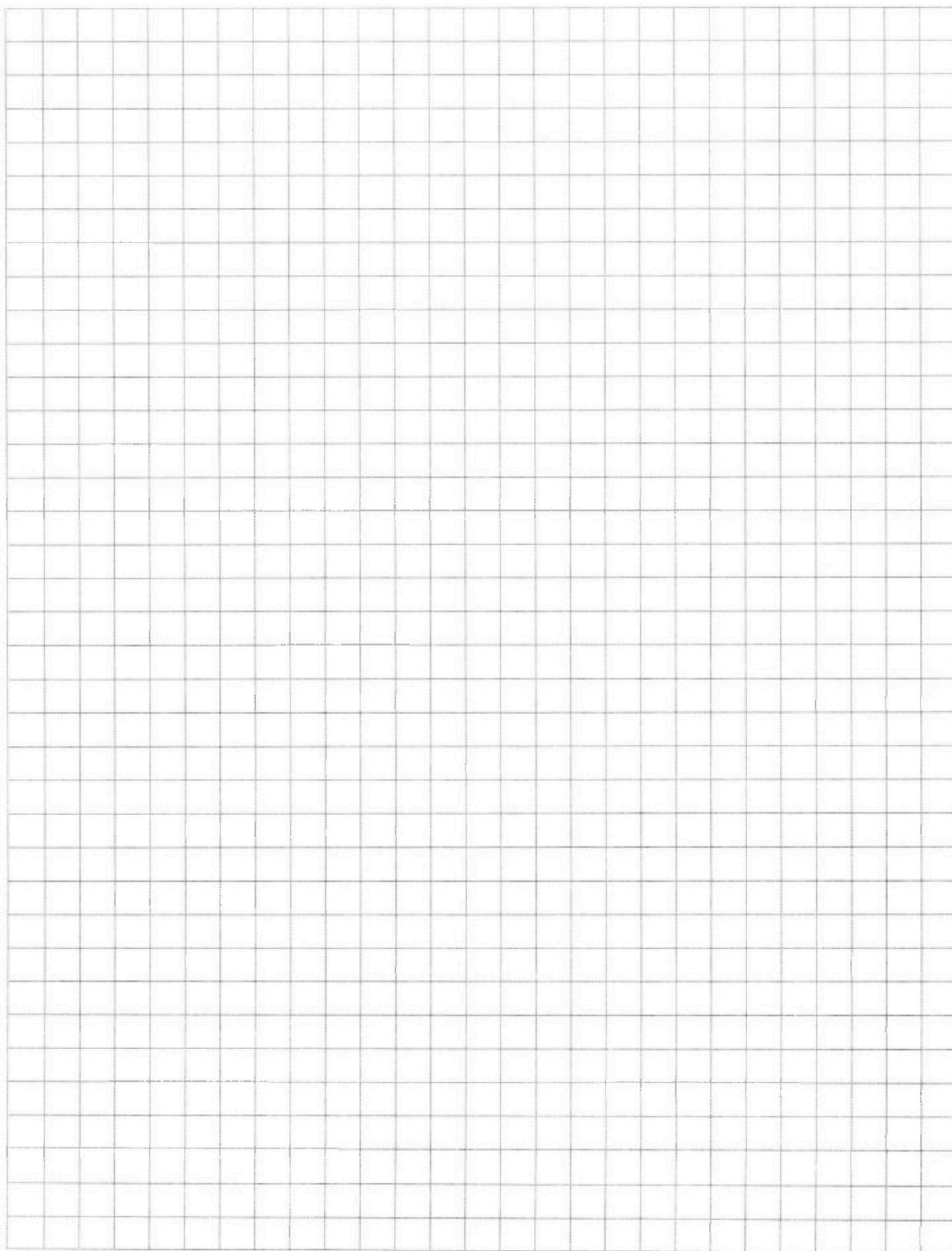


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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

$$5 P_0 V + P_0 V$$

$$-16 + \frac{60}{15} - 44 = 0.$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 44 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ - 176 \\ \hline 49 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 44 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$9.4 + 21 = 30.4$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 76 \\ \hline 90 \\ + 57 \\ \hline 153 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ + 63 \\ \hline 84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 122 \\ \hline 233 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ - 21 \\ \hline 20 \end{array} \quad \begin{array}{l} 13 \\ 87 \end{array}$$

$$\frac{-11 \cdot 76 + 153 \cdot 7}{8} = 12$$

$$153 - 77 = 48$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 77 \\ \hline 48 \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ - 2 \cdot 49 + 20 \cdot 7 = 12 \\ 20 - 14 = 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 116 \\ - 25 \\ \hline 91 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 45.5 \\ \hline 12.5 \\ 58.0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 42 \\ \hline 58 \end{array}$$

$$58 - \frac{25}{2} = \frac{116 - 25}{2} = \frac{91}{2}$$



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!

черновик

$$\frac{55 \cdot 12}{78 \cdot 13} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 4 \cdot 2}{4 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{110}{169}$$

$$\frac{18}{13} \cdot \frac{5}{13} = \frac{240}{169}$$

$$\frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{13 \cdot 25}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{240}{169} - \frac{110}{169} = \frac{130}{169}$$

$$\frac{130}{169} = \frac{10}{13}$$

$$\frac{4 \cdot 4 \cdot 4 + 38 \cdot 4}{3} = 48$$

$$\frac{58 - 16}{3} = 12$$

$$\frac{42 \cdot 4}{3} = 56$$

$$\frac{15}{60}$$

$$\frac{26 \cdot 25}{1}$$

$$\frac{14 \cdot 26 \cdot 4}{2 \cdot 26 \cdot 4} = \frac{104}{104}$$

$$\frac{105}{105}$$

$$\frac{105}{8} = \frac{105}{26} = 4$$

$$16 + 12 \cdot 4 - 24 = 48 - 16 - 24 = 8$$

$$\frac{58 \cdot 4 - 4 \cdot 4 \cdot 4}{3} = \frac{25 \cdot 16}{3}$$

$$\frac{26}{13} = \frac{156}{156}$$

$$\frac{100}{12 \cdot 25}$$

$$(58 - 16) \cdot 4 = \frac{42 \cdot 4}{3} = 56$$

$$\frac{58}{26} = \frac{42}{13}$$

$$6 \text{ PoV} + \frac{4}{3} \text{ BV} =$$

$$\frac{105}{15 \cdot 75} = \frac{26,25}{26,25}$$

$$+ (46) = 32 - 2$$

$$\frac{42 \cdot 13}{3 \cdot 14} = \frac{18 \cdot 4}{3} \text{ PoV} = \frac{22}{3} \text{ BV}$$

$$14 \cdot 4 = 56$$

$$\frac{5 \cdot 6}{3} - \frac{4 \cdot 12}{2} = \frac{30 - 24}{6} = \frac{6}{6} = 1$$

$$\frac{30 - 8 - 3}{6} = \frac{19}{6}$$

$$\frac{26}{22} = \frac{58}{58}$$

$$\frac{30 - 11}{6} = \frac{19}{6}$$

$$12 \cdot 3 + 22 = 36 + 22 =$$