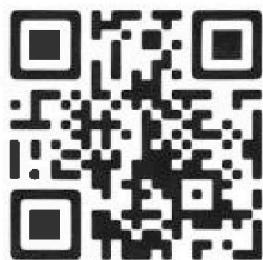


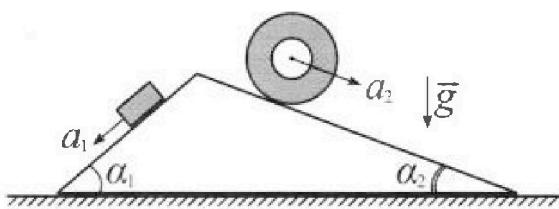
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзываия полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

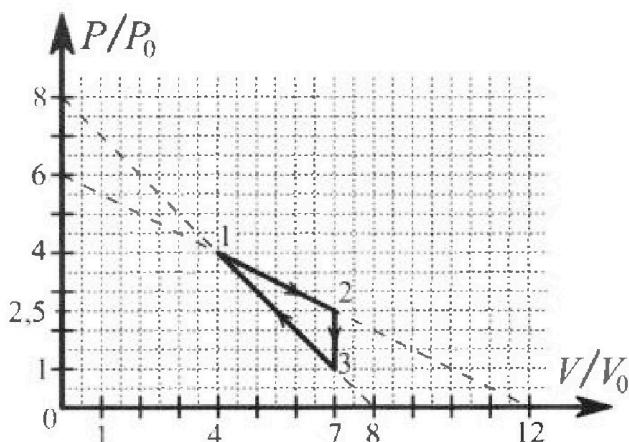


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

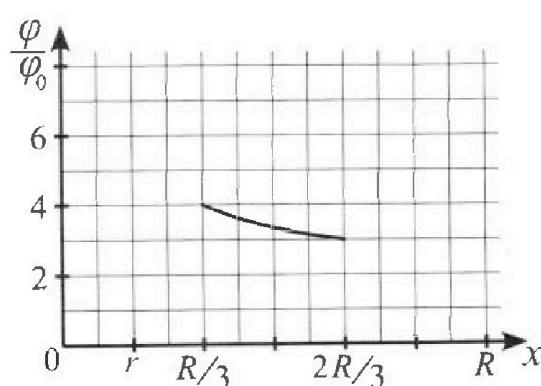
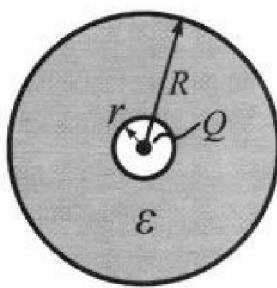
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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,

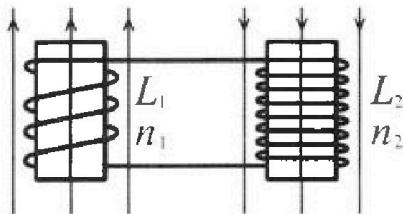
февраль 2024

Вариант 11-01



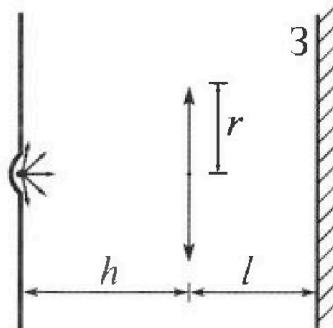
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 изменились 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 З. 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 [см²] 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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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:

$$q_1 = \frac{59}{13}$$

$$q_2 = \frac{59}{24}$$

$$m, 4\text{м}$$

$$\sin \angle_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \angle_1 = \frac{4}{5}$$

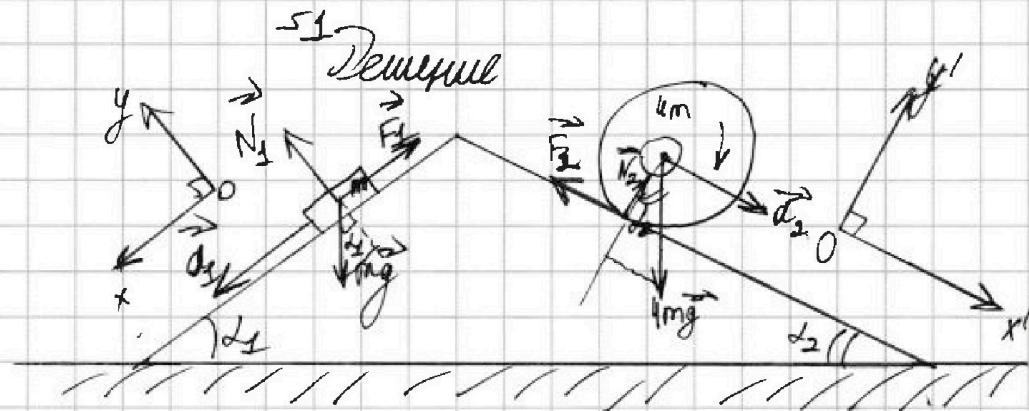
$$\sin \angle_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \angle_2 = \frac{12}{13}$$

1) $F_1 - ?$

2) $F_2 - ?$

3) $F_3 - ?$



Формул: $\vec{m\ddot{g}} + \vec{N_1} + \vec{F_1} = \vec{m\ddot{a}_1}$ (Для движения центра масс)

$\text{Dy: } N_1 - mg \sin \angle_1 = 0$

$$N_1 = mg \sin \angle_1 = \frac{3}{5}mg$$

$\text{Dx: } mg \sin \angle_1 - F_1 = m\ddot{a}_1$

$$F_1 = m(g \sin \angle_1 - q_1)$$

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

Чаше: ~~но~~ для движения центра масс:

$$\vec{F_2} + \vec{N_2} + \vec{4mg} = 4m\ddot{a}_2$$

$\text{Dy: } N_2 - 4mg \cos \angle_2 = 0$

$$N_2 = 4mg \cos \angle_2 = \frac{48}{13}mg$$

$\text{Dx: } 4mg \sin \angle_2 - F_2 = 4m\ddot{a}_2$

$$F_2 = 4m(g \sin \angle_2 - q_2)$$

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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

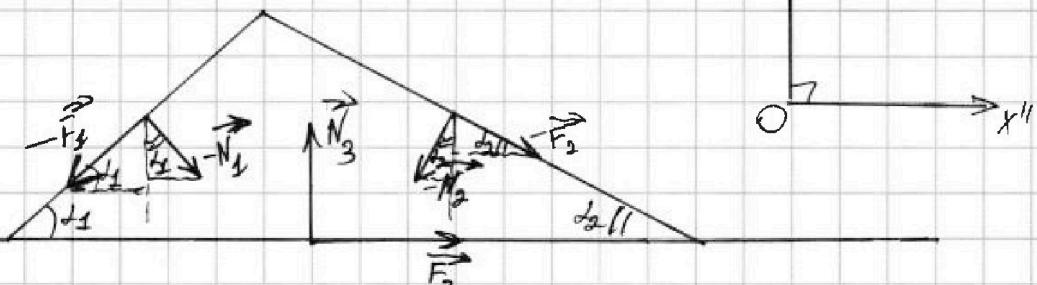
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

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

$$= mg \frac{5 \cdot 11}{6 \cdot 13} = \frac{55}{78} mg$$

Кинч:



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

Оx'':

$$F_3 + F_2 \cdot \cos \angle_2 - N_2 \cdot \sin \angle_2 + N_1 \cdot \sin \angle_1 - F_1 \cdot \cos \angle_1 = 0$$

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

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

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

Онлам: 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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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:

$$i=3$$

Участок.

$$1) \frac{\Delta U_2-3}{A_g} = ?$$

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

$$3) \eta = ?$$

52

Решение:

$$1: P_2 = 4P_0$$

$$V_2 = V_0$$

$$P_3 V_3 = \sqrt{R} T_1, \text{ но}$$

$$T_2 = \frac{P_3 V_3}{\sqrt{R}} = \frac{16 P_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$U_2 = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_2 = \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{3 \cdot 4 \cdot 4}{2} \cdot P_0 V_0 = 24 P_0 V_0$$

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

$$V_2 = 2V_0$$

$$U_2 = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_2 = \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 2} P_0 V_0 = \frac{105}{4} P_0 V_0 = 26,25 P_0 V_0$$

$$3: P_3 = P_0$$

$$V_3 = 2V_0$$

$$P_3 V_3 = \sqrt{R} T_3$$

$$\text{но } T_3 = \frac{3V_3}{\sqrt{R}} = \frac{3 \cdot 2V_0}{\sqrt{R}}$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_3 = \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{3 \cdot 7}{2} P_0 V_0 = \frac{21}{2} P_0 V_0 = 10,5 P_0 V_0$$

$$(\Delta U_2-3) (= U_2 - U_3) = (26,25 - 10,5) P_0 V_0 = 15,75 P_0 V_0 =$$

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

$$A_g = S_{\text{диска}} = \pi r^2$$

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

$$3) \frac{|\Delta U_2-3|}{A_g} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = \frac{63}{9} = \frac{21}{3} = 7$$

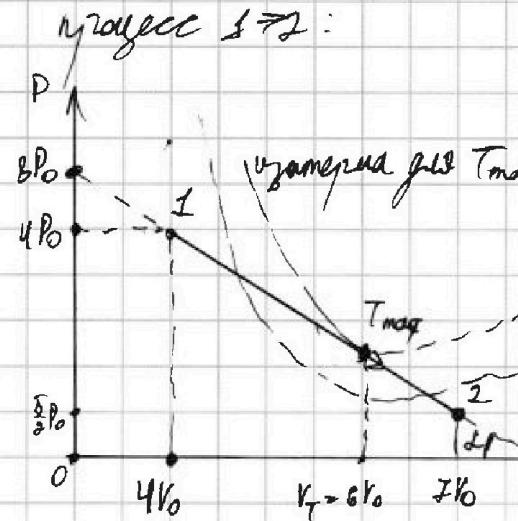
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



$$t_{0,2} = \frac{6P_0}{12V_0} = \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

1 → 2 задается прямой:

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

$$P(V) \cdot V = VRT$$

$$T(V) = \frac{1}{VR} \left(6P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V^2 \right)$$

$$T(V) - \text{квадратичная } f\text{-из}, \text{ но } T_{max}, \text{ при } V_T = \frac{6V_0}{-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = 6V_0$$

~~Изотерма~~, тогда $T_{max} = T(6V_0) =$

$$= \frac{1}{VR} \cdot \left(6P_0 V_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_0^2 \right) = \frac{1}{VR} \left(36P_0 V_0 - \frac{18}{2} \frac{P_0}{V_0} V_0^2 \right) = \frac{48P_0 V_0}{VR}$$

$$2) \frac{T_{max}}{T_2} = \frac{\frac{48P_0 V_0}{VR}}{\frac{16P_0 V_0}{VR}} = \frac{48}{16} = \frac{3}{2}$$

Найдем $Q(V)$ — это $Q = f - U$ как-то ^{получим} $1 \rightarrow 2$

$$dQ(V) = dU(V) + dU(V)$$

$$Q(V) = U(V) + \Delta U(V)$$

$$U(V) = \frac{3}{2} VR T(V) - \frac{3}{2} VR T_2 = \frac{3}{2} VR \left(\frac{6P_0 V}{VR} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{18P_0 V_0}{VR} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \left(6P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - 18P_0 V_0 \right) = -\frac{3P_0}{4} V^2 + \frac{9}{4} P_0 V - 24P_0 V_0$$

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.



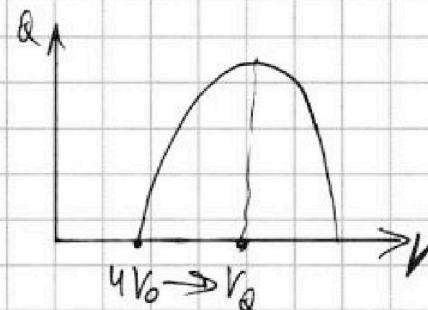
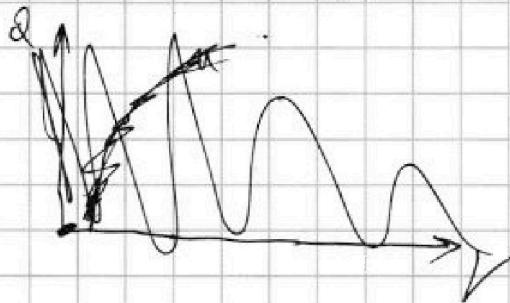
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$A(V) = S_{\text{запасной}} = \frac{4P_0 + P(V)}{2} \cdot (V - 4V_0) = \\ = \frac{4P_0 + 6P_0 - \cancel{\frac{1}{2}P_0 V}}{2} (V - 4V_0) = \left(\cancel{6P_0} - \frac{P_0 V}{V_0} \right) (V - 4V_0) = \\ = -\cancel{\frac{1}{16}P_0 V^2} + \cancel{\frac{1}{4}P_0 V} - 20P_0 V_0$$

$$Q(V) = \frac{3P_0}{4V_0} V^2 - \cancel{\frac{1}{4}P_0 V^2} + \cancel{\frac{9}{16}P_0 V_0} + \cancel{\frac{15}{16}P_0 V} - 24P_0 V_0 - 20P_0 V_0 = \\ = -\cancel{\frac{1}{16}P_0 V^2} + \cancel{\frac{15}{16}P_0 V} - 44P_0 V_0$$



тогда получаем только одна $Q > 0$ (учитывая $Q \propto V$ возрастает)

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

$$Q_{\text{нек-2}} = -\frac{225}{4} P_0 V_0 + \frac{225}{2} P_0 V_0 - 44P_0 V_0 = \frac{225}{4} P_0 V_0 - \frac{176}{4} P_0 V_0 = \\ = \frac{49}{4} P_0 V_0$$

В процессе $Q_{2-3} < 0$ (6 положение было проанализировано), но $Q_{2-3} = 0$ и $Q_{2-3} < 0$.

Рассмотрим процесс $3 \rightarrow 1$. Внуждении генера
дующему $1 \rightarrow 2$.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

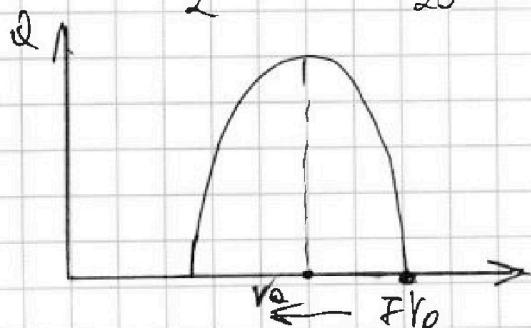
$$P(V) = 8P_0 - \frac{8P_0}{8V_0} \cdot V = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

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

$$U(V) = \frac{\frac{3}{2}VR}{DR} \left(8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \right) - \frac{3}{2}VR \cdot \frac{2P_0}{VR} = \\ = 12P_0 V - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{21}{2} P_0 V_0 = -\frac{P_0^2}{V_0} V^2 + 12P_0 V - \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta(V) = -S_{\text{излуч}} = -\frac{P_0 + P(V)}{2} \cdot (V_0 - V) = \\ = -\frac{P_0 + 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V}{2} (V_0 - V) = \left(\frac{9}{2}P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \right) (V_0 - V) = \\ = -\left(\frac{63}{2} P_0 V_0 - \frac{1}{2} P_0 V - \frac{9}{2} P_0 V_0 + \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 \right) = \\ = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 8P_0 V - \frac{63}{2} P_0 V_0$$

$$Q(V) = -\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{8}{2} P_0 V + 12P_0 V - \frac{21}{2} P_0 V_0 - \frac{63}{2} P_0 V_0 = \\ = -\frac{5}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + \frac{20}{2} P_0 V - 42P_0 V_0$$



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

$$120 Q_{V=5V_0} = Q(5V_0) =$$

$$= -2 \frac{P_0}{V_0} \cdot 25V_0^2 + 20P_0 \cdot 5V_0 - 42P_0 V_0 = \\ = 100P_0 V_0 - 42P_0 V_0 - \frac{25}{2} P_0 V_0 = \frac{91}{2} P_0 V_0$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$3) \eta = \frac{\frac{A_3}{Q_H}}{Q_H} \cdot 100\% = \frac{\frac{A_3}{Q_H}}{Q_{H3 \rightarrow 1} + Q_{L3 \rightarrow 2}} \cdot 100\% =$$

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

$$= \frac{4 \cdot 25 \cdot 11}{231} \% = \frac{100}{231} \% .$$

решение:

- 1) $\frac{A_{H3 \rightarrow 1}}{A_3} = 7$
- 2) $\frac{T_{E2 \text{ max}}}{T_E} = \frac{g}{2}$
- 3) $\eta = \frac{100}{231} \%$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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:

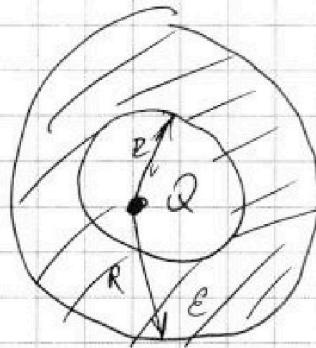
Z, R, Qe

найдите Чему

$$1) x = \frac{R}{4} : \varphi ?$$

$$2) из условия: E - ?$$

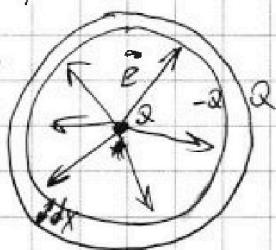
решение:



$$Z = \frac{R}{6} \text{ (из условия)}$$

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

сфера внутрь сферы
наружу сферы



Сильные линии направляются
и заканчиваются на
разных по знаку, но
на одинаковых по модулю
зарядах, то на внешней
стороне сферы есть заряд
обратный заряд $= -Q$.

из условия соглас. заряда \Rightarrow что на внешней стороне
сфера обладает зарядом $Q = -Q + 0 - (-Q) = Q$
(сумма зарядов $= 0$) тогда на на внешней границе
сфера обладает зарядом $-Q$ (как внутри сферы).

значит

3) сферу с зарядом внутрь и окружностью с-точкой зарядом.

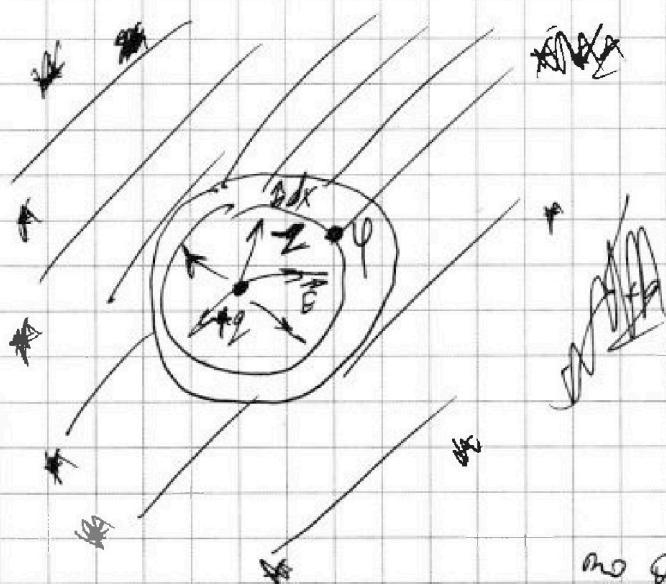
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



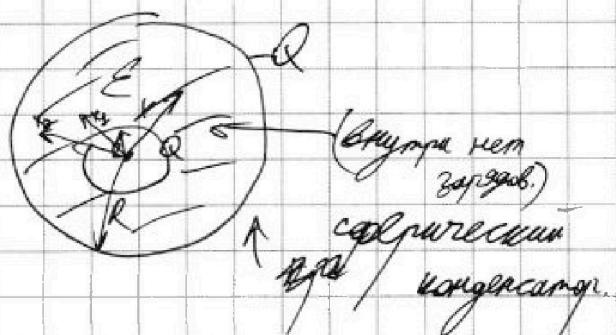
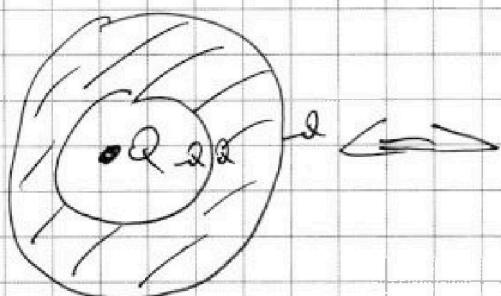
Любая система зарядов и сферы создают себе заряд

также с $E = 0$ (так как заряды лежат на внешн. границе сферы), значит еще одна система $E = 0$, это эквивалентно той, находящей вне сферы.

$$\varphi = \varphi_{\infty} (так как E_{\infty} = 0), \text{ то}$$

то зарядов весь бесконечный проводник получаем, что $\varphi_{\infty} = 0$ (так $E_{\infty} = 0$) значит наша система не выходит на внешние электрические поля, т.е. её можно не учитывать (также вне её).

Могут подумать:



Внешняя сфера создает вектора пол. $E = 0$.

Внутренняя сфера создает все сферы $E = \frac{kQ}{r^2}$

$$dU = E \cdot dx$$

$$U = \int_{x_1}^{x_2} E \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x^2} = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left[\frac{1}{x} \right]_{x_1}^{x_2}$$

$$\int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x^2}$$

$$\left. \frac{dx}{x^2} \right|_{x_1}^{x_2}$$

$$\left. -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(\frac{1}{x} \right) \right|_{x_1}^{x_2}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\Delta \varphi_2 U = -\frac{kQ}{E} \cdot \frac{1}{(z+R)} + \frac{kQ}{E(z+R)}, \text{ тогда получаем, что}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{E(x+R)} \quad \text{при } z < x < R.$$

$$1) \text{ тогда } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{E\left(\frac{R}{4}+R\right)} = \frac{4kQ}{ER}.$$

но $\frac{R}{4} > z$, и $\frac{R}{4} < R$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{E\left(\frac{R}{3}+R\right)}, \text{ но } \varphi_0 = \frac{3kQ}{4E(R+R)} \quad (2)$$

но $\frac{R}{3} > z$, и $\frac{R}{3} < R$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0 = \frac{kQ}{E\left(\frac{2R}{3}+R\right)}, \text{ но } \varphi_0 = \frac{kQ}{2ER} \quad (2)$$

$$(2) = 0, \text{ но } \frac{4}{3}R - 4z = 2R - 3z$$

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

I-

I-



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

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\text{Получаем: } \frac{1}{2}B_0S_R + LI + \frac{4}{3}B_0S_R + 4LI = 5B_0S_R$$

$$5LI = \left(5 - \frac{4}{3} - \frac{1}{2}\right)B_0S_R$$

$$5LI = \frac{29}{6}B_0S_R$$

$$2) I = \frac{29}{30} \frac{B_0S_R}{L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{dI}{dt} = \frac{S_R}{L}$$

$$2) I = \frac{29}{30} \frac{B_0S_R}{L}$$



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 7СТРАНИЦА
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

Решение:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

S

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

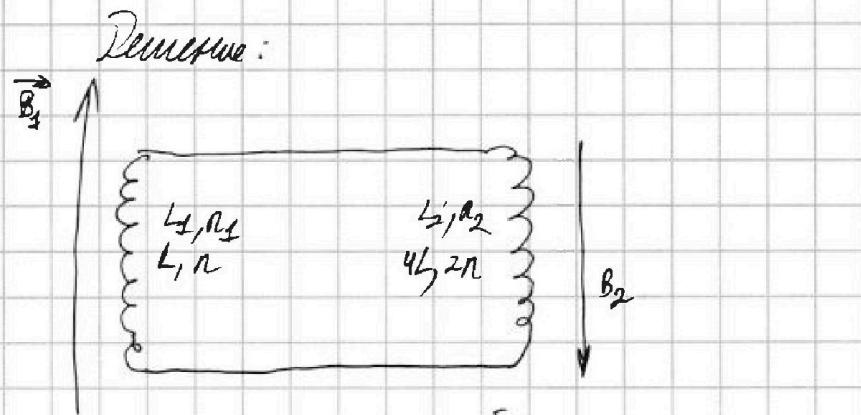
$$B_2 = \text{const}$$

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

$$2) \boxed{L_2: B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2}}$$

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

I-?



~~Общий случай: (все меняется)~~
~~все кроме времени~~

~~Изменяется~~

$$L_1 \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + L_2 \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 0$$

Общий случай: (что меняется)

~~все кроме времени~~

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$L_1 \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + L_2 \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 0$$

$$L_1 \Delta I_1 + L_2 \Delta I_2 = 0$$

$\Delta \Phi_1 + \Delta \Phi_2 = 0$, но если поле изменяется, то поле в катушках будет изменять, что также суммарный магнитный поток в катушках не меняется.

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

$$\Phi_{20} = B_2 S \cdot n_2 = 2B_0 S \cdot n$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Катушка 2

$$6 \text{ } \text{ } \text{ } \text{ } \text{ } : \quad E_{\text{ кат }} = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - \frac{d(B \cdot S \cdot n)}{dt} = - n S n \cdot \frac{dB_1}{dt} = \\ = - \frac{n S n \cdot \Delta B_1}{\Delta t} = - S n d$$

$$U_{\text{ кат}} = U_{\text{ кат}} = - E_{\text{ кат}} = - S n d$$

$$U_{\text{ кат}} = L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

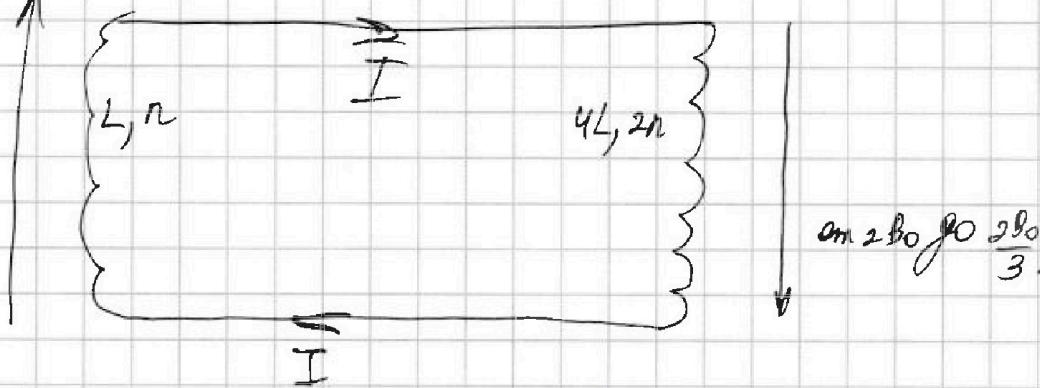
$$\text{но } L \cdot \frac{dI_1}{dt} = S n d$$

$$R \cdot L \cdot \frac{dI_1}{dt} = S n d$$

$$\text{т) } \frac{dI_1}{dt} = \frac{S n d}{L}$$

После упрощения получим:

от $B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2}$



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

$$\Phi_{10} = B_0 \cdot S \cdot n \quad \text{и} \quad \Phi_{20} = \frac{2}{3} B_0 S n$$

$$\Phi_{10} + \Phi_{20} = \frac{5}{3} B_0 S n$$

$$\Phi_1 = \Phi_{10} + \Phi_{11} = \frac{B_0 S n}{2} + L_1 \cdot I = \frac{B_0 S n}{2} + L_1 I.$$

$$\Phi_2 = \Phi_{20} + \Phi_{22} = \frac{2}{3} B_0 \cdot 2n \cdot S + L_2 I = \frac{4}{3} B_0 S n + 4 L_2 I$$

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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 4

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



-55

Дано:

h

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

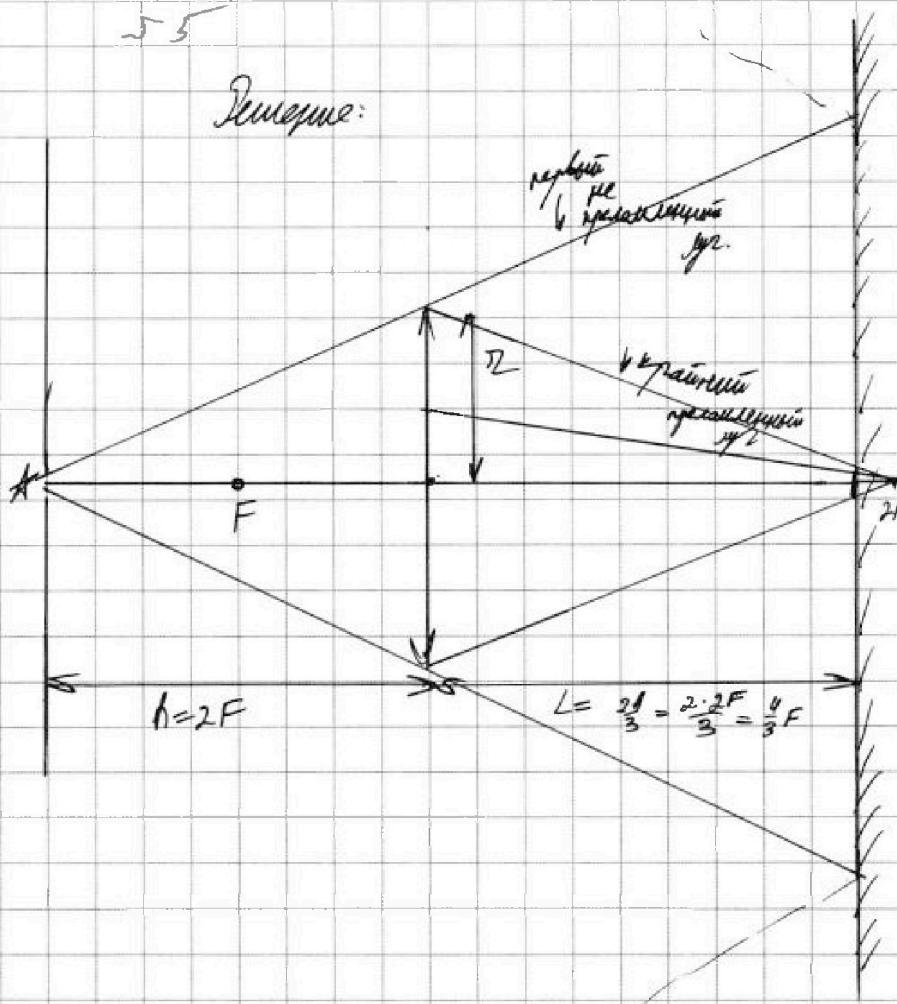
$$L = 3 \text{ см.}$$

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

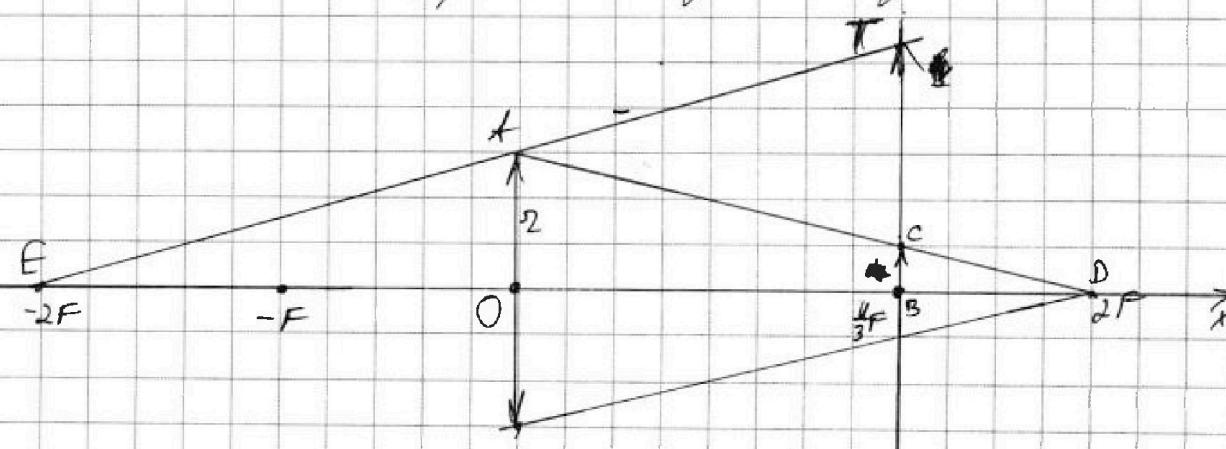
1) Сколько зеркал?

2) Сколько света?

Нашли:



$L = \frac{4}{3}F < 2F$, а, но дальше находится в $2F$, то
если изображение можно дальше находиться в $2F$.





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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

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!

$$\triangle ODA \sim \triangle BDC, \text{ но } \frac{BC}{OA} = \frac{BD}{OD} \neq$$

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

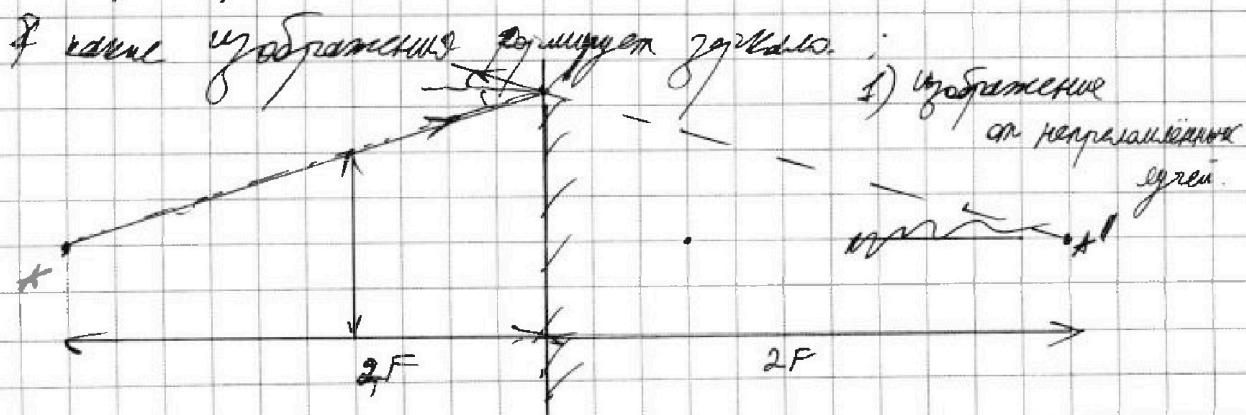
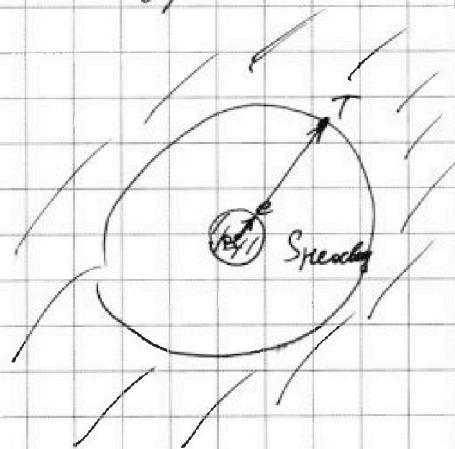
$$BC = \frac{2 \cdot \frac{2}{3}}{2} = \frac{2}{3}$$

$$\triangle EOD \sim \triangle EBT, \text{ но } \frac{EO}{EB} = \frac{OD}{BT}, \text{ но}$$

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

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

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





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

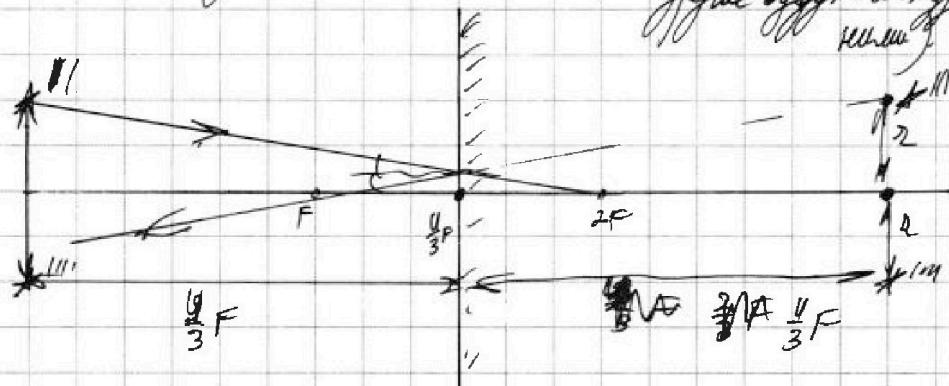
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

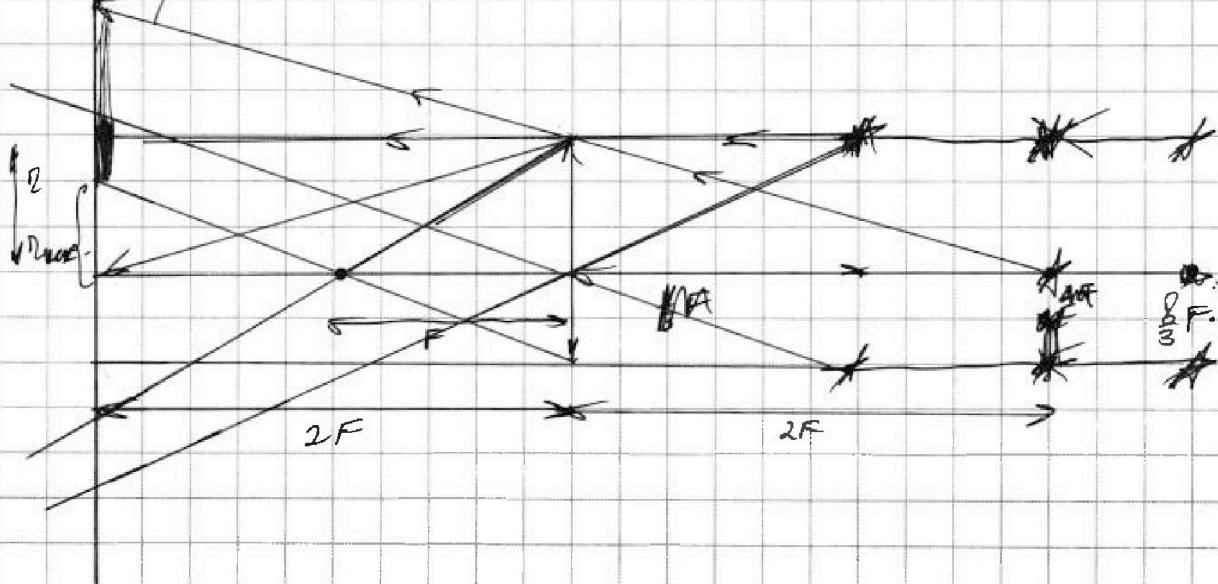
№. кратчайшии луши с зеркалом образуют поглощущие, что это же зеркало входит на расстоянии $2F$ от него луши.

2) от преломленных луши (расходяще луши, но другие будут линии)



№. от преломленных луши формируется ве источника на расстояние от зеркальной врк = $2F$ на расстояниии от зеркала.

Исправь:



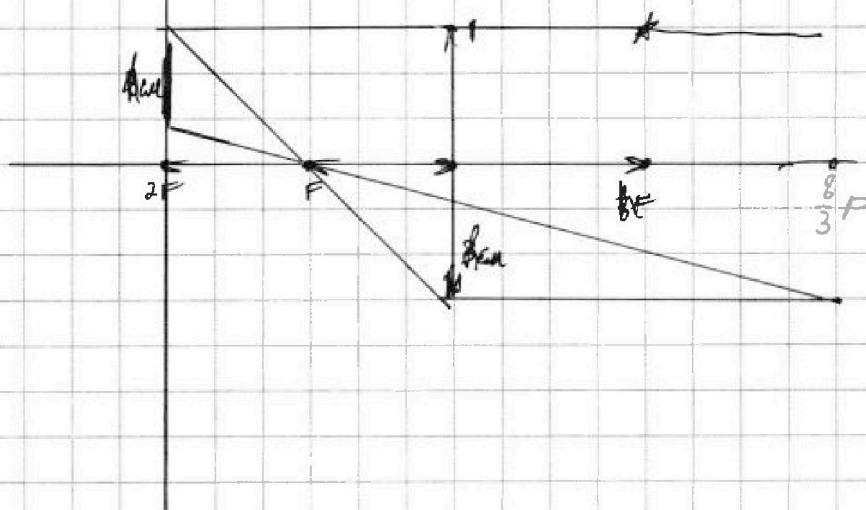
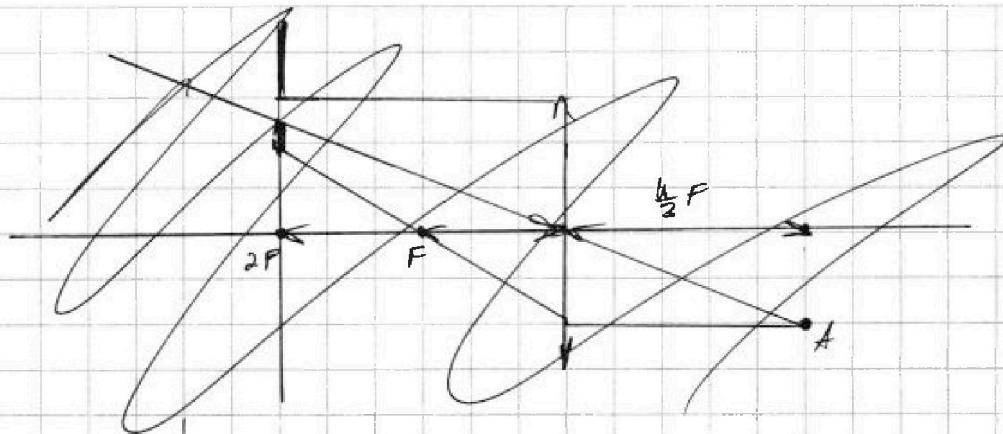


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

чертежи.

$$5 P_0 V + P_0 V$$

$$-46 + \frac{60}{45} - 44 = 0.$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 4 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$9 \cdot 4 + 28 = \frac{36}{24} \quad \ddot{\dot{225}} \quad \ddot{\dot{41}}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ \times 4 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 2 \\ \hline 95 \\ + 57 \\ \hline 153 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 182 \\ \hline 231 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ \times 13 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \cdot 89 + 153 \cdot 7 \\ \hline 8 \end{array} = 12.$$

$$153 - 77 = 48$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 77 \\ \hline 98 \\ 125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 419 + 20 \cdot 7 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$20 - 14 = 6$$

$$\begin{array}{r} 166 \\ \times 25 \\ \hline 31 \\ + 4515 \\ \hline 580 \end{array}$$

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

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

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

чертежные

$$\frac{55 \cdot 52}{78 \cdot 43} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 4 \cdot 2}{4 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{110}{169}$$

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

$$\frac{18}{13} \cdot \frac{5}{43} = \frac{210}{169}$$

$$\begin{array}{r} 26 \cdot 4 \\ + 26 \cdot 4 \\ \hline 104 \end{array}$$

$$\frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{1}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{4 \cdot 4 \cdot 4 + 58 \cdot 4}{3} = 48.$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 18 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 15 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$\frac{210}{169}$$

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

$$\begin{array}{r} 58 \cdot 4 = 92 \\ 42 / 14 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ 8 \\ \hline 25 \\ 24 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\frac{120}{13 \cdot 25}$$

$$(58 - 16) \cdot 4 = 42 \cdot 4 = 168$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ 15 \\ \hline 75 \end{array}$$

$$-16 + 168 - 24 = 148 - 16 - 24 = 108$$

$$\frac{58}{36} = \frac{14}{9}$$

$$6 P_0 V_f \frac{4}{3} B V =$$

$$f(4V) = 32 - 2^2$$

$$\frac{42}{3} \frac{13}{14} = \frac{18+4}{3} P_0 V = \frac{22}{3} B V$$

$$12 \cdot 3 + 22 =$$

$$14 \cdot 4 = 56.$$

$$= 36 + 22 =$$

$$5 - \frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{30 - 8 - 3}{6} = \frac{36}{58} = \frac{30 - 14}{6} = \frac{29}{6}$$