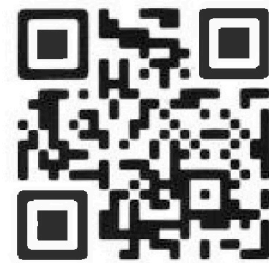




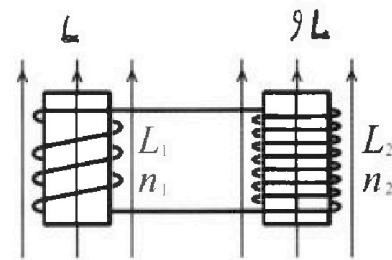
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



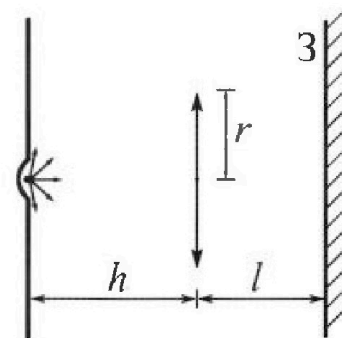
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет t 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.



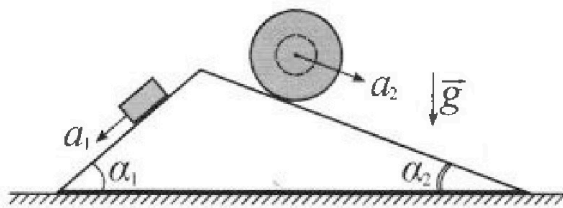
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

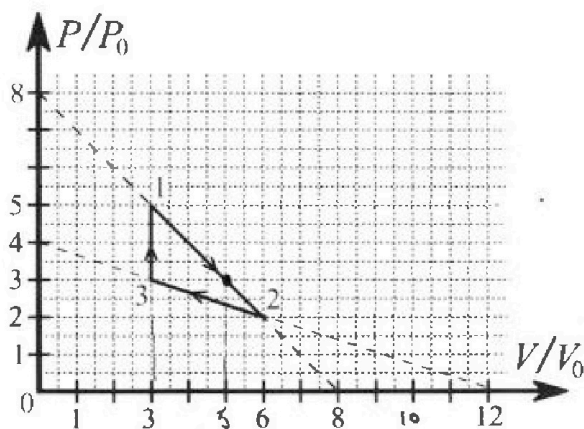
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

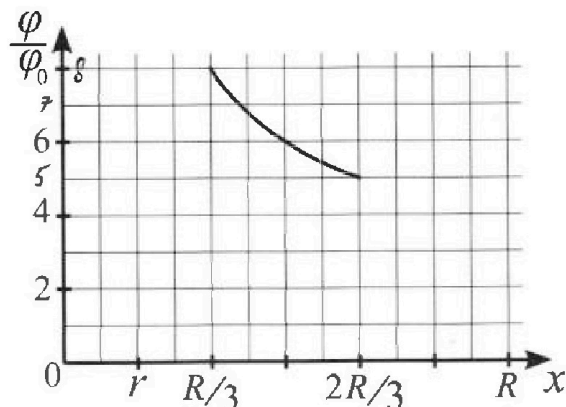
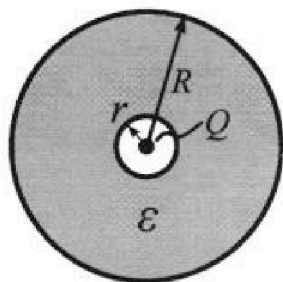


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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
2 ИЗ 2

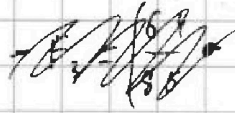
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

Чистовик

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

$$N_2 = \frac{75}{77} mg$$



$$-F_3 = mg \left(\frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} - \frac{75}{17} \cdot \frac{15}{77} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{64 \cdot 3}{17^2} - \frac{75 \cdot 15}{77^2} + \frac{12 \cdot 17}{85 \cdot 5} - \frac{64}{85 \cdot 5} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{192 - 1125}{17^2} + \frac{204 - 64}{25 \cdot 17} \right) = mg \left(\frac{200}{25 \cdot 17} - \frac{933}{77^2} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{136 - 933}{289} \right)$$

$$F_3 = mg \left(\frac{933 - 136}{289} \right) = \frac{797}{289} mg = \frac{41}{17} mg$$

Ответ: $F_1 = \frac{16}{85} mg$

$$F_2 = \frac{64}{85} mg$$

$$F_3 = \frac{41}{17} mg$$



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!

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

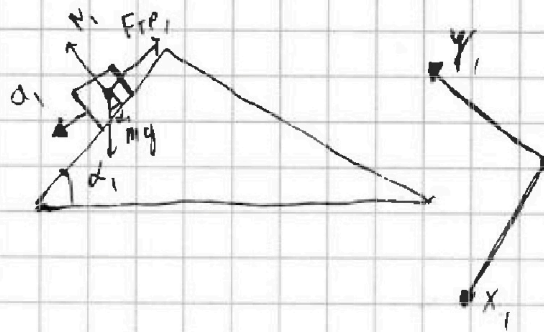
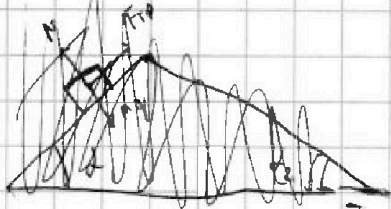
$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$a_1 = \frac{7}{17}g \quad a_2 = \frac{8}{25}g$$

Учитель



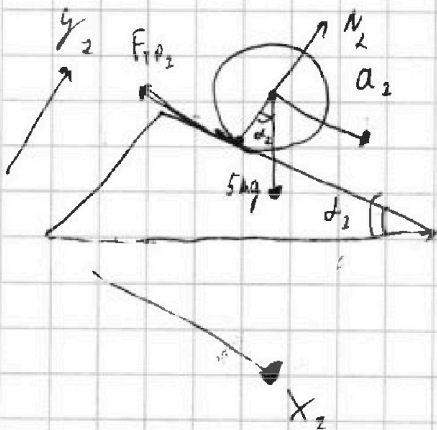
В 3-й для блока

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{TP1} \rightarrow \frac{7}{17}g = \frac{3}{5}g - \frac{F_{TP1}}{m}$$

$$0 = N_1 - m g \cos \alpha_1$$

$$F_{TP1} = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

$$= m g \left(\frac{51 - 35}{85} \right) = \frac{16}{85} m g$$



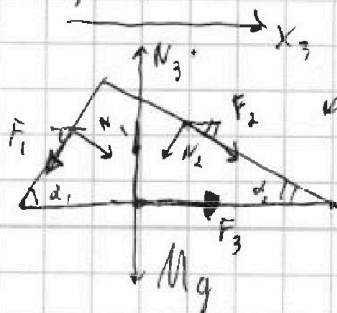
В 3-й для блока: $N_2 = 5 m g \cos \alpha_2$

$$5 m a_2 = 5 m g \sin \alpha_2 - F_{TP2}$$

$$F_{TP2} = 5 m g \frac{8}{17} - 5 m g \frac{8}{25} =$$

$$= m g \left(\frac{40}{17} - \frac{8}{5} \right) = \left(\frac{200 - 136}{85} \right) m g = \frac{64}{85} m g$$

В 3-й для блока:



Судите на картин с уч. 3-й.

~~Решение задачи~~



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!

3) $\eta = \frac{A}{Q_H}$ В процессе 1-3 газ не совершает работы, $U \uparrow \Rightarrow$ газ получил тепло Числитель

$$Q_{31} = \Delta U_{31} = 9 P_0 V_0$$

$$A = 3 P_0 V_0$$

В процессе 1-2 газ получил тепло на отрезке от 1 до точки $P = \frac{5}{8} P_0$

$$V = \frac{5}{8} V_0$$

A^* - работа на этом участке ΔU^* - изменение внутр. энергии на этом участке
 Q^* - количество теплоты на этом участке

$$Q_H = Q^* + Q_{31} \quad Q^* = A^* + \Delta U^*$$

$$A^* = P_0 V_0 \cdot 5^* \quad 5^* = \frac{3+5}{2} \cdot 2 = 8 \quad (\text{из графика, площадь трапеции})$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (5 \cdot 3 P_0 V_0 - 5 \cdot 3 P_0 V_0) = 0 \quad A^* = 8 P_0 V_0$$

$$Q_H = 9 P_0 V_0 + 8 P_0 V_0 = 17 P_0 V_0$$

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

$$\text{Ответ: } 3; \frac{4}{3}; \frac{3}{17}$$

Докажем факты о температуре и теплоте в процессе вида $\frac{P}{P_0} = \alpha \left(\beta - \frac{V}{V_0} \right)$

$$\frac{dP}{P_0} = -\frac{\alpha dV}{V_0}$$

$$dT = \frac{PdV + VdP}{\nu R} = 0 \quad \text{при } T = \text{max}$$

$$PdV = -VdP \rightarrow \frac{dV}{V} = -\frac{dP}{P} \quad dP = -dV \frac{P}{V}$$



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!

$$-\frac{P}{V P_0} dV = -\alpha \frac{dV}{V_0} = \frac{5-P}{P_0} = \frac{V}{V_0} \alpha \Rightarrow \frac{V_0}{V_0} \alpha = \alpha \left(\beta - \frac{V}{V_0} \right) \quad \text{Решено}$$

$$2 \frac{V}{V_0} = \beta$$

$$V = \frac{\beta V_0}{2}$$

$P V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$ ← уравнение адиабаты для одноатомного газа.

$$V^{\frac{5}{3}} dP + \frac{5}{3} P V^{\frac{2}{3}} dV = 0 \quad \frac{dP}{P_0} = -\frac{\alpha}{V_0} dV$$

$$V dP = -\frac{5}{3} P dV$$

$$dP = -\frac{5}{3} \frac{P dV}{V} \rightarrow \frac{5}{3} \frac{P}{V P_0} = \frac{\alpha}{V_0}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{3}{5} \alpha \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{3}{5} \alpha \frac{V}{V_0} = \alpha \left(\beta - \frac{V}{V_0} \right) \quad \alpha = 1 \text{ для процесса 3-1}$$

$$V = \frac{5}{8} V_0 \quad \leftarrow \text{Точка касания адиабаты}$$

→ Точка экстремума для температуры газа.



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!

$PV = \nu RT$ - гр. ние Менделеева - Клапейрона.

Чистовик

$U = \frac{3}{2} \nu RT$ - формул. энергии идеального одноатомного газа.

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R} = 12 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

Максимальная температура газа в цикле T_{\max} очевидно соответствует точке из точек процесса 1-2.

Для процесса газа $\frac{P}{P_0} = \alpha \left(\beta - \frac{V}{V_0} \right)$. T_{\max} соответствует точке

~~1/2~~ $V = V_0 \frac{\beta}{2}$ и следовательно $P = P_0 \frac{\beta}{2}$

~~T_{\max}~~ Для процесса 1-2 $\alpha = 1$ $\beta = 8$ (из условия)

1/ $T_{\max} = \frac{P_0 V_0}{\nu R} \cdot 16$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$dA = P dV$

Работа газа за цикл $A = P_0 V_0 \cdot S$

(Работа +1 для процесса
положительна)

S - площадь треугольника

1-2-3-1

$$S = \frac{(5-2) \cdot (6-3)}{2} - \frac{(3-1) \cdot (6-3)}{2} = \frac{9}{2} - \frac{3}{2} = \frac{6}{2} = 3$$

$$A = 3 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (5 P_0 \cdot 3 V_0 - 3 P_0 \cdot 3 V_0) = 6 \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

2/ $\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$

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
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!

⇒ представлен
График $\frac{\varphi}{\varphi_0}$ - интервала относительно X с разрывом y и
скачком во влётке X . Числови

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{y}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) + \frac{y}{X\varepsilon}$$



$$\begin{aligned} \frac{\varphi(R/3)}{\varphi_0} - \frac{\varphi(2R/3)}{\varphi_0} &= \frac{y}{(R/3)\varepsilon} - \frac{y}{(2R/3)\varepsilon} = \frac{3y}{R\varepsilon} - \frac{3y}{2R\varepsilon} = \frac{3y}{2R\varepsilon} = 3 \end{aligned}$$

← из графика
(8-5)

$$\frac{\varphi(R/3)}{\varphi_0} - 2 \frac{\varphi(2R/3)}{\varphi_0} = \frac{y}{R} \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right) = 8 - 10 = -2$$

$$\frac{y}{R\varepsilon} = 2$$

~~1/2R\varepsilon~~

$$\frac{y}{R} = 2\varepsilon$$

$$2\varepsilon \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right) = -2$$

$$2 - 2\varepsilon = -2$$

$$\boxed{\varepsilon = 2}$$

Ответ: $\frac{\varphi_0}{4\pi\varepsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{3\varepsilon} \right)$
 $\varepsilon = 2$



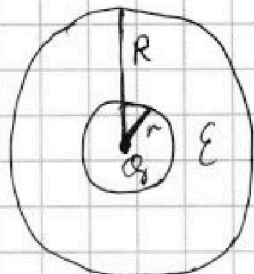
1 2 3 4 5 6 7

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!

№ 3

1)



Опишем сферическую Гауссову поверхность вокруг шара, центр совпадает с положением заряда Q_0 , радиус $> R$!

Плотность \vec{E} через эту поверхность $\varphi = \frac{Q}{\epsilon_0}$

из Гаусса \Rightarrow

\Rightarrow электрическое поле вне шара эквивалентно полю точечного заряда $Q_0 \rightarrow$ потенциал на поверхности шара $\varphi_1 = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 R}$, $\varphi(x > R) = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 x}$.

Пол внутри диэлектрика слабее в ϵ раз относительно поля, создаваемого в этой же точке зарядом Q_0 из вакуума

$$E(r < x < R) = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 \epsilon x^2} \rightarrow \varphi(r < x < R) = \varphi_1 + \int_x^R \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 \epsilon x^2} =$$

$$= \varphi_1 + \left(\frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R} + \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 \epsilon x} \right) =$$

$$= \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{R}{x\epsilon} \right) \quad x = \frac{3R}{4} \rightarrow \varphi = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon} \right)$$

~~$$\varphi = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{3} \right) = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{\epsilon} \right)$$~~

2)
$$\frac{\varphi(r < x < R)}{\varphi_0} = \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{R}{x} \right)$$
, считая что φ_0 - потенциал точки удаленной на $y > R$ от центра шара



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!

$$I = \frac{n S B_0}{10L} \left(\frac{1}{3} + 1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{n S B_0}{10L} \cdot \frac{13}{12}$$

Итого

$$I = \frac{13}{120} \frac{n S B_0}{L}$$

Ответ: $\frac{25n}{10L}; \frac{13}{120} \frac{n S B_0}{L}$

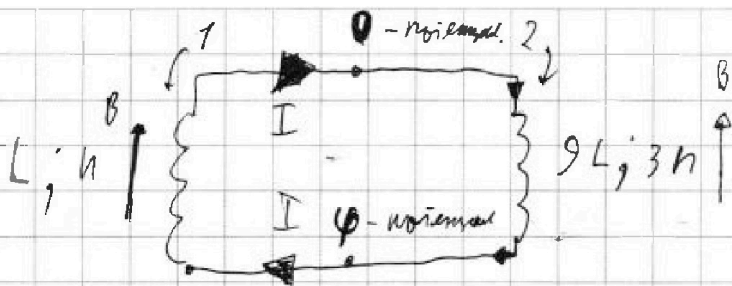


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!



Число витков
 Φ_1 - поток внешнего поля, пронизывающий первую катушку:

$$\Phi_1 = B S n$$

1) Φ_2 - поток внешнего поля, пронизывающий вторую катушку:

Φ_2 - поток внешнего поля через вторую катушку:

$$\Phi_2 = 3n B S \quad 3. \text{ Закон Фарадея: } |\mathcal{E}_i| = \frac{d\Phi_i}{dt}$$

$$\left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| S \frac{dB}{dt} \right| = 2 S n = |\mathcal{E}_i| \quad \text{Учитав } \mathcal{E}_i > 0:$$

↑ ЗС индуцирует возмущение
уменьшения течения
тока

$$\mathcal{U} = \mathcal{E}_{i0} = \frac{dI}{dt} L \quad \text{ЗЗС}$$

↑ индуцирует возмущение самоиндукции

$$\mathcal{U} = \frac{dI}{dt} \cdot 9L$$

$$n \cdot 2 S = 10 L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{2 S n}{10 L}}$$

2) $\mathcal{U} = \mathcal{U}$

$$n S \frac{dB_1}{dt} - \frac{dI}{dt} L = -3n S \frac{dB_2}{dt} + \frac{dI}{dt} 9L$$

$$-n S (dB_1 + 3dB_2) = dI \cdot 10L$$

~~н S (dB1 + 3dB2)~~

$$\frac{n S}{10 L} \left(\left(\frac{2B_0}{3} - \frac{B_0}{3} \right) + 3 \left(\frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{12} \right) \right) = I$$

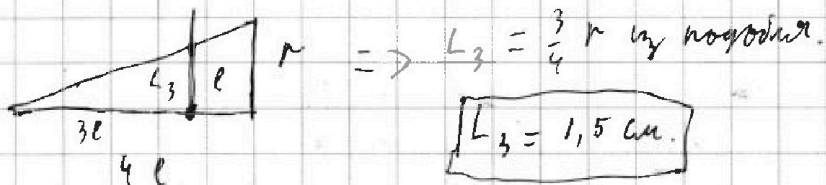


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

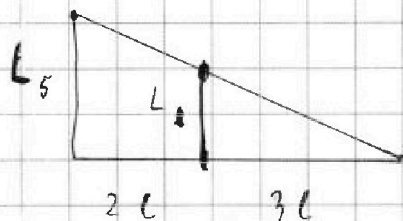
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



$$L_3 = 1,5 \text{ см.}$$

Школьник



$$L_5 = \frac{5}{3} L_4 = 5 \text{ см.}$$

Площадь внешней части сферы $S_4 = S_2 + S_3$

$$S_3 = \pi \cdot 2,25 \text{ см}^2$$

$$S_2 = \pi \cdot (25 - 6,25) \text{ см}^2 = \pi \cdot 18,75 \text{ см}^2$$

$$S_4 = \pi \cdot 21 \text{ см}^2$$

Ответ: $7\pi \text{ см}^2$; $21\pi \text{ см}^2$

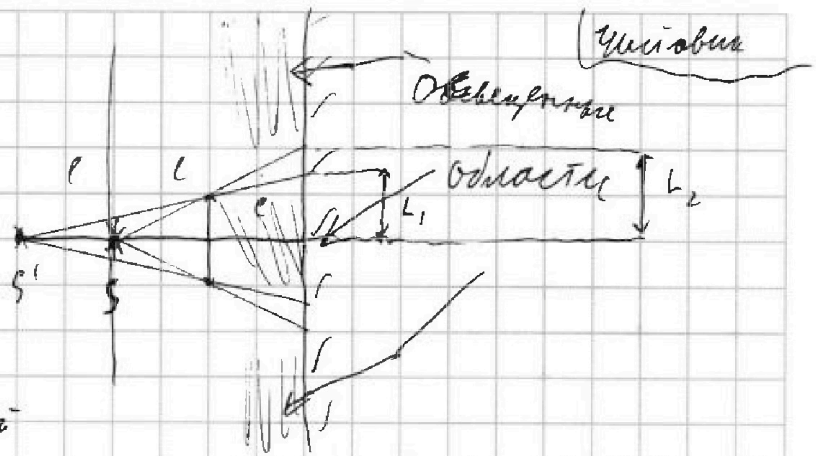
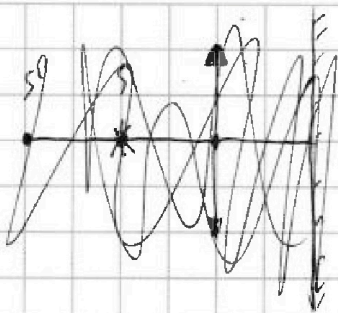


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

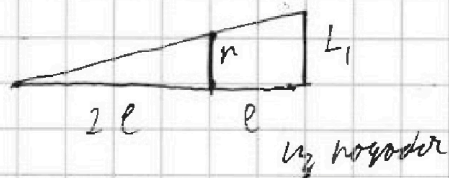
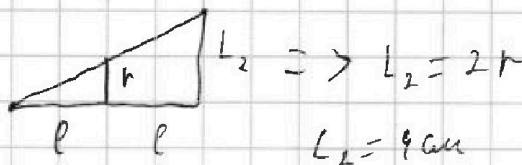
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!



площадь освещенной

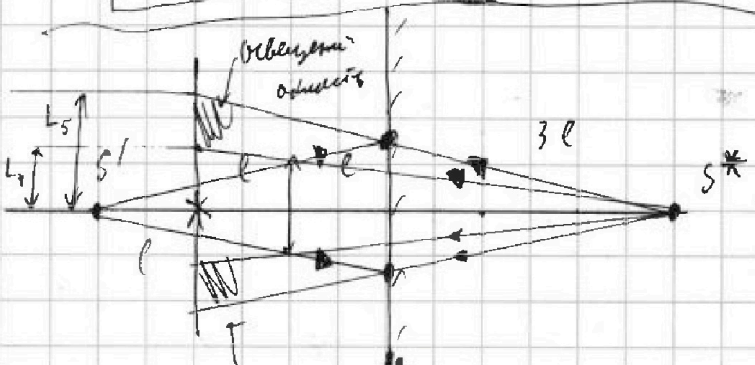
поверхности зеркала \rightarrow площадь кольца $S_1 = \pi(L_2^2 - L_1^2)$



$$\frac{L_1}{3e} = \frac{r}{2e} \Rightarrow L_1 = \frac{3}{2}r$$

$L_1 = 3 \text{ cm}$

$$S_1 = \pi(16 - 9) \text{ cm}^2 = 7\pi \text{ cm}^2$$

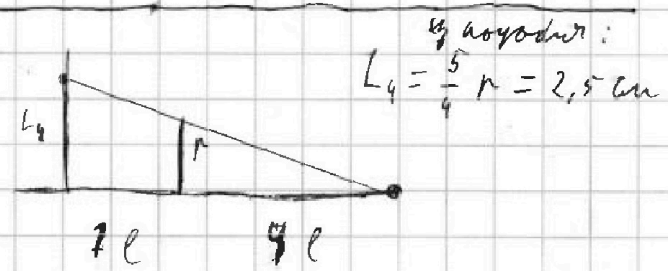


освещенная
область

площадь области

кольца = S_2

$$S_2 = \pi(L_3^2 - L_4^2)$$



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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

№5

Числовик

$l = h \quad F = 2h = 2l \quad r = 2 \text{ см}$

оп. тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

d - расстояние от предмета до линзы

f - расстояние от линзы до изображения.

F - фокусное расстояние линзы.



$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} \quad d_1 = l = e$
 $F = 2e$

$f_1 = \frac{1}{\frac{1}{2e} - \frac{1}{e}} = -\frac{1}{2e} \rightarrow$ изображение мнимое, расположенное на расстоянии $2e$ слева от линзы

S - источник

S^1 - его изображение в линзе

S^* - ~~его~~ источник S^1

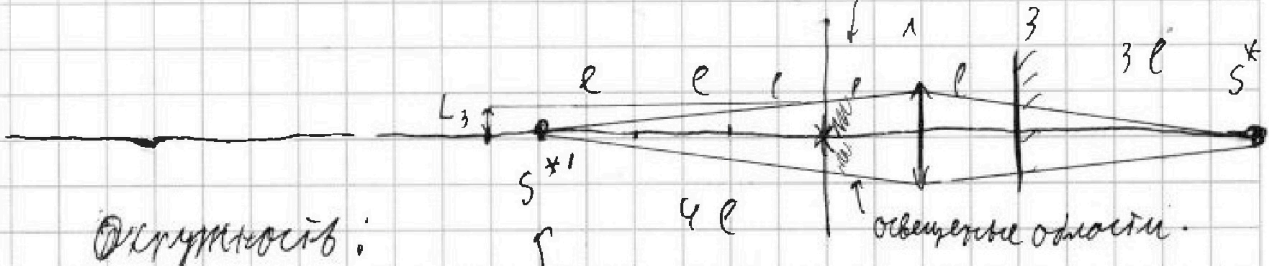
S^{*1} изображение S^* в линзе

расстояние от S^1 до зеркала

$d_2 = 4e$

$f_2 = \frac{1}{\frac{1}{2e} - \frac{1}{4e}} = 4e = 2F$

площадь области S_3



Объемность:

$S_3 = \pi L_3^2$

здесь содержится лучи от S^* прошедшие через линзу

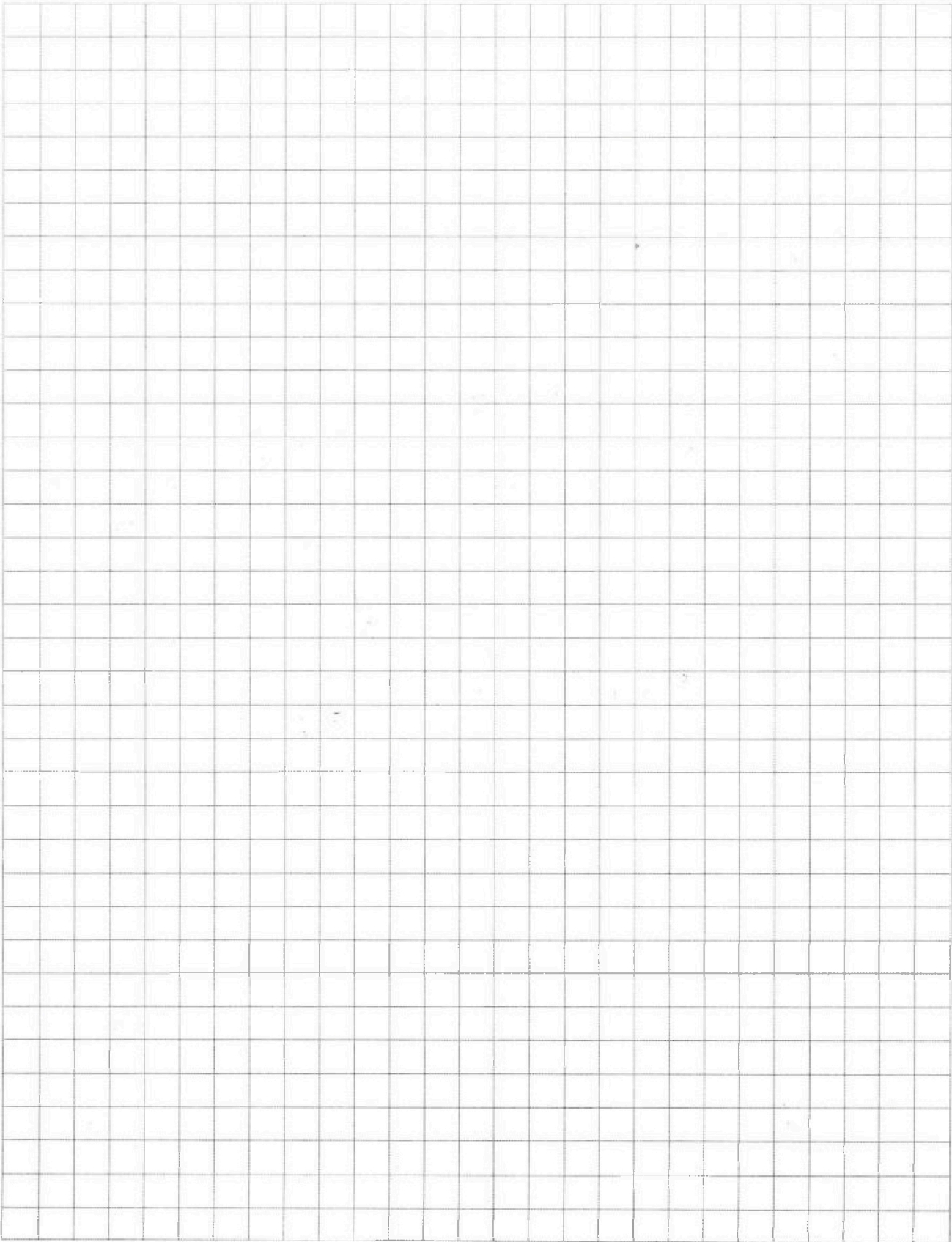


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





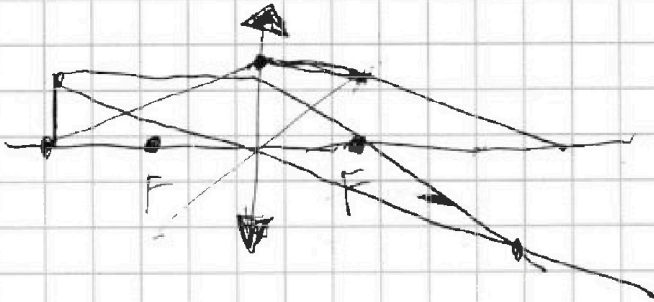
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из 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!

Черновик



$$\frac{4R}{3RE} - \frac{1}{E} = \frac{1}{3RE}$$

192 -

$$\frac{R \rightarrow X}{X} = + \frac{1}{3}$$

$$700 + 325 =$$

$$75 \cdot 15 =$$

$$= 225 \cdot 5 = 1125$$

W

933

$$\begin{array}{r} 31117 \\ + 7 \\ \hline 41 \end{array}$$

$$120 + 34 = 204$$

$$92 - 25 = 67$$

$$1125 - 192 =$$

$$= 1000 - 67 = 933$$