



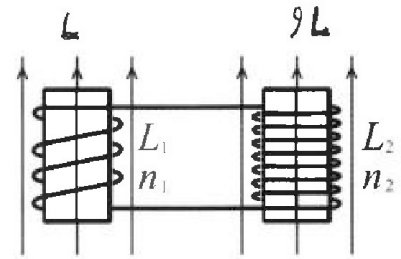
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

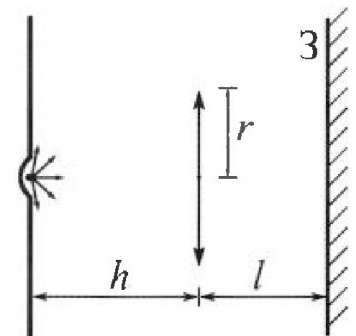


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



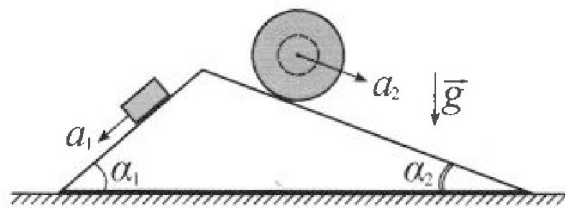
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



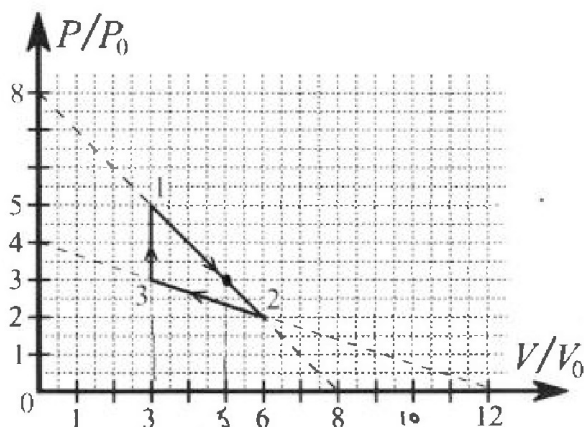
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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.

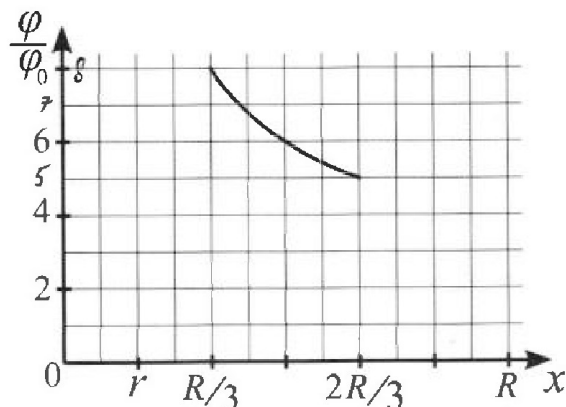
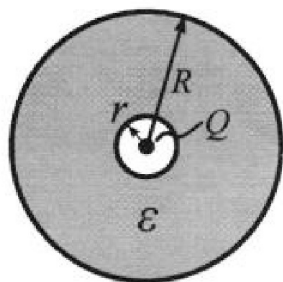


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  - потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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





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.



2



3



4



5



6



7



СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

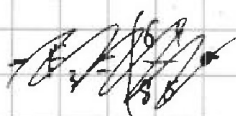
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

Числов

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

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



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

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

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

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

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

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!

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

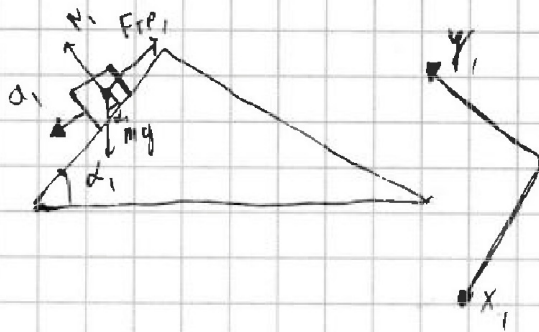
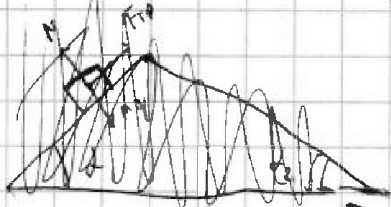
$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

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

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

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

Решение



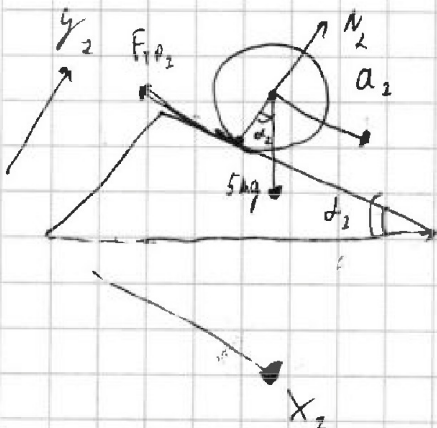
В 3-й для бруса

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{тр1} \rightarrow \frac{7}{17}g = \frac{3}{5}g - \frac{F_{тр1}}{m}$$

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

$$F_{тр1} = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

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



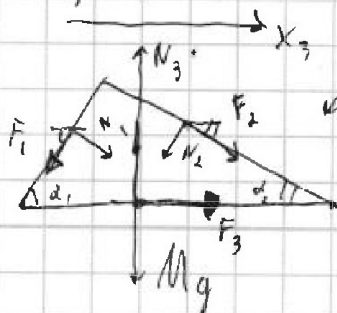
В 3-й для лапы:  $N_2 = 5 m g \cos \alpha_2$

$$5 m a_2 = 5 m g \sin \alpha_2 - F_{тр2}$$

$$F_{тр2} = 5 m g \frac{8}{17} - 5 m g \frac{8}{25} =$$

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

В 3-й для клина:



Судите на клин с ур. 3-й.

~~Решение~~



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, и  $P \Rightarrow$  газ получает тепло

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

$$A = 3 P_0 V_0$$

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

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

$A^*$  - работа на этом участке  $\Delta U^*$  - изменение внутр. энергии на этом участке  
 $Q^*$  - изменение теплоты на этом участке

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

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

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

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

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

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

Докажем факты о температуре и теплоте в процессе вида  $\frac{P}{P_0} = 2 \left( \beta - \frac{V}{V_0} \right)$

$$\frac{dP}{P_0} = - \frac{2}{V_0} dV$$

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

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



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!

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

Решение

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

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

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

$$V^{\frac{5}{3}} dP + \frac{5}{3} P V^{\frac{2}{3}} dV = 0$$

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

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

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

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

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

$$\frac{3}{5} \alpha \frac{V}{V_0} = \alpha \left( \beta - \frac{V}{V_0} \right)$$

$\alpha = 1$  для процесса 3-1

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

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

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

$U = \frac{3}{2} \nu RT$  — внутр. энергия 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 одной из точек процесса 1-2.

Для процесса газа  $\frac{P}{P_0} = 2 \left( \beta - \frac{V}{V_0} \right)$ .  $T_{\max}$  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 рисунка)

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 в этом процессе 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/  $\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$



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!

$\Rightarrow$  предположим график  $\frac{\varphi}{\varphi_0}$  - гипербола относительно  $X$  с расщеплением  $y$  и  $\varepsilon$  числами  
сдвигаем по вертикали  $X$ .

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



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

$$= 3 \frac{y}{R\varepsilon} - \frac{3y}{2R\varepsilon} = \boxed{\frac{3}{2} \frac{y}{R\varepsilon} = 3} \quad \leftarrow \text{из графика}$$

(8-5)

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

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

~~НЕ ПУГАЙСЯ~~

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

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

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

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

Ответ:  $\frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 R} \left( 1 + \frac{1}{3\varepsilon} \right);$   
 $\varepsilon = 2$



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.

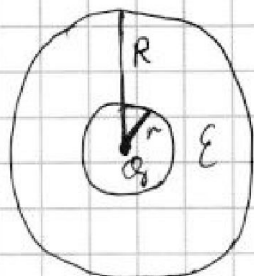
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
1 из 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  $Q$ , радиус  $> R$ :

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

из Гаусса  $\Rightarrow$

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

Поле внутри диэлектрика слабее в  $\epsilon$  раз относительно поля, создаваемого в этой же точке зарядом  $Q$  из диэлектрика

$$E(1 < x < R) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon x^2} \rightarrow \varphi(1 < x < R) = \varphi_1 + \int_x^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon x^2} =$$

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

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

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

2)  $\frac{\varphi(1 < x < R)}{\varphi_0} = \frac{y}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{R}{x} \right)$ , считая что  $\varphi_0$  - 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                        |
| <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 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!

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

Итого:

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

Ответ:  $\frac{2 S n}{10 L} ; \frac{13}{120} \frac{n S B_0}{L}$

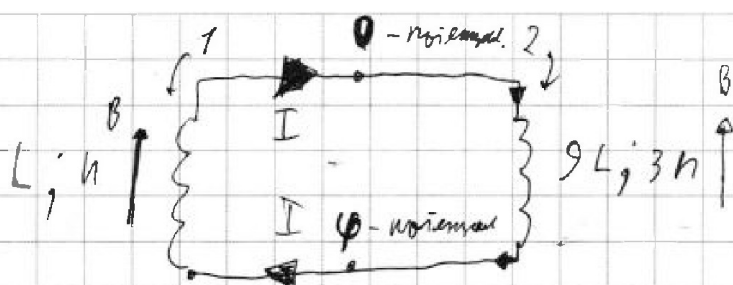


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  
 $\Phi_1$  - поток внешнего поля, пронизывающий первую катушку:

$$\Phi_1 = B S h$$

1)  $\Phi_2$  - поток внешнего поля, пронизывающий вторую катушку:

$$\Phi_2 = 3h B S$$

3. Поле:  $|\mathcal{E}_i| = \frac{1}{L} \frac{d\Phi}{dt}$

$$\left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| S \frac{dB}{dt} \right| = 2 S h = |\mathcal{E}_i|$$

Учитая  $t_i > 0$ :  
↑  $\mathcal{E}_i$  индуцирует возмущение

$$\mathcal{U} = \mathcal{E}_i = \frac{dI}{dt} L$$

↑  $\mathcal{E}_i$  индуцирует возмущение внешнего поля  
↑  $\mathcal{E}_i$  индуцирует возмущение самоиндукции

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

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

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

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

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

~~$$h S \left( \left( \frac{2B_0}{3} - \frac{B_0}{3} \right) + 3 \left( \frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{12} \right) \right) = I$$~~

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



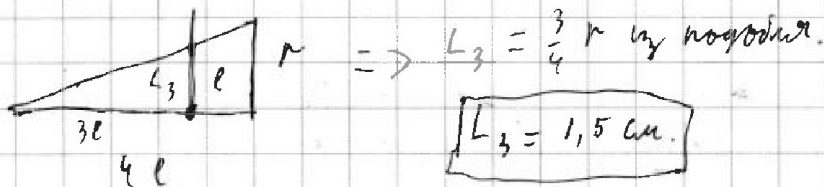
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



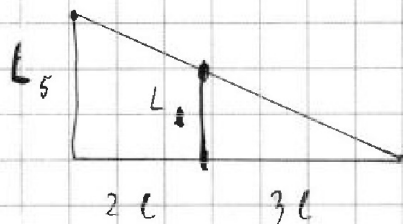
СТРАНИЦА

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!



Читовик



$$L_5 = \frac{5}{3} L_1 = 5 \text{ см.}$$

Площадь освещенной части сцены  $S_4 = S_2 + S_3$

$$S_3 = \pi \cdot 2,25 \text{ см}^2$$

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

$$S_4 = \pi \cdot 21 \text{ см}^2$$

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

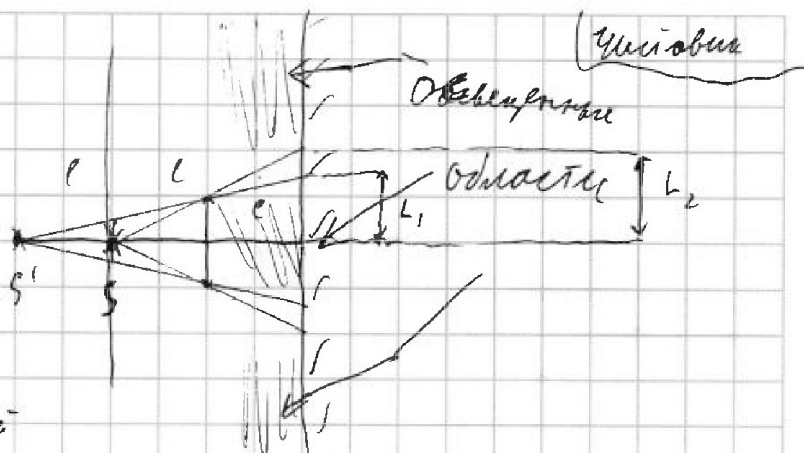
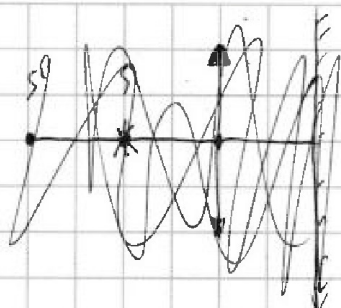


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

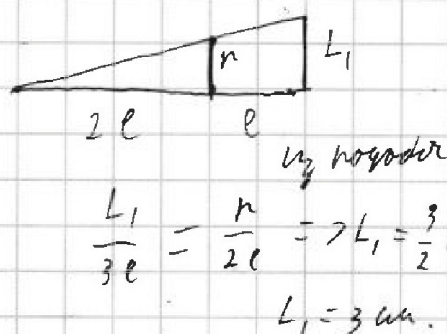
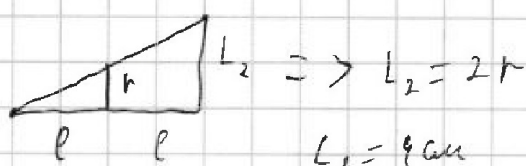
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

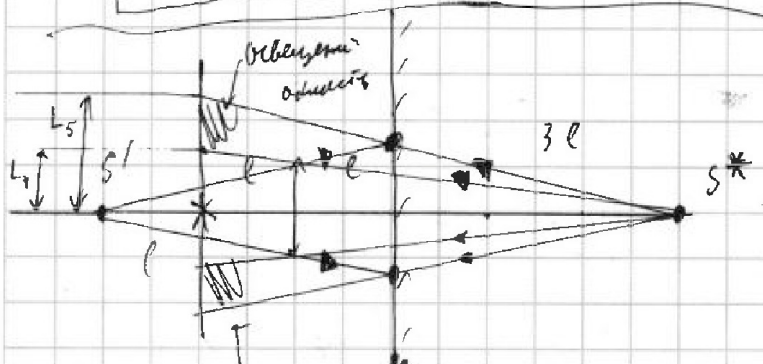
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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



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

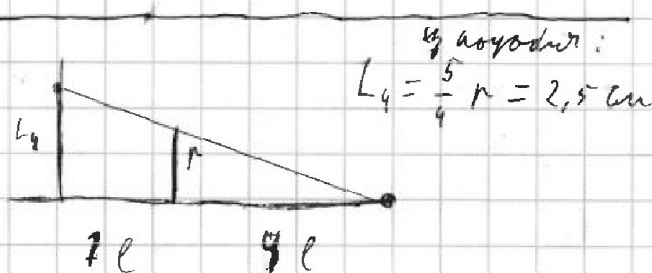


осветленная область

площадь области

кольцо =  $S_2$

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





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

Черновик

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

Фр. 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.

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

$$f_1 = \frac{1}{\frac{1}{2l} - \frac{1}{l}} = -\frac{1}{2l} \rightarrow \text{изображение мнимое,}\br/>
 \text{находящее на расстоянии } 2l \text{ слева от линзы}$$

$S$  - источник

$S^1$  - его изображение в линзе

$S^*$  - ~~его~~ источник  $S^1$

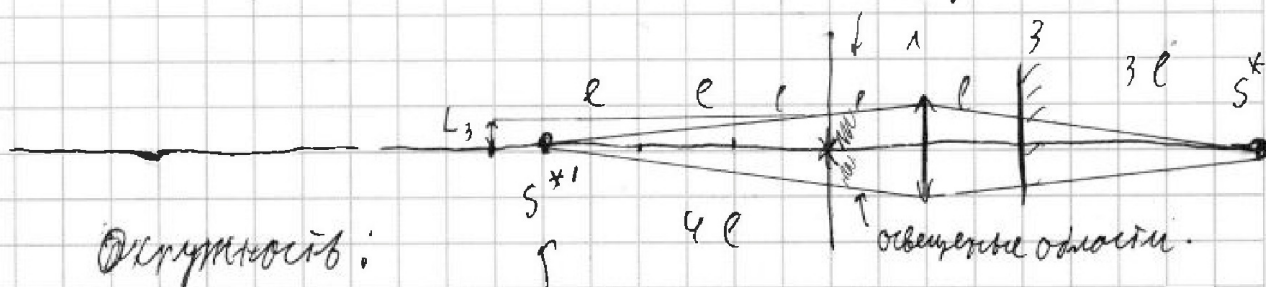
$S^{*1}$  изображение  $S^*$  в линзе

Расстояние от  $S^1$  до зеркала

$$d_2 = 4l$$

$$F_2 = \frac{1}{\frac{1}{2l} - \frac{1}{4l}} = 4l = 2F$$

площадь области  $S_3$



Область освещенности:

$$S_3 = \pi L_3^2$$

здесь содержится лучи от  $S^*$  прошедшие через линзу

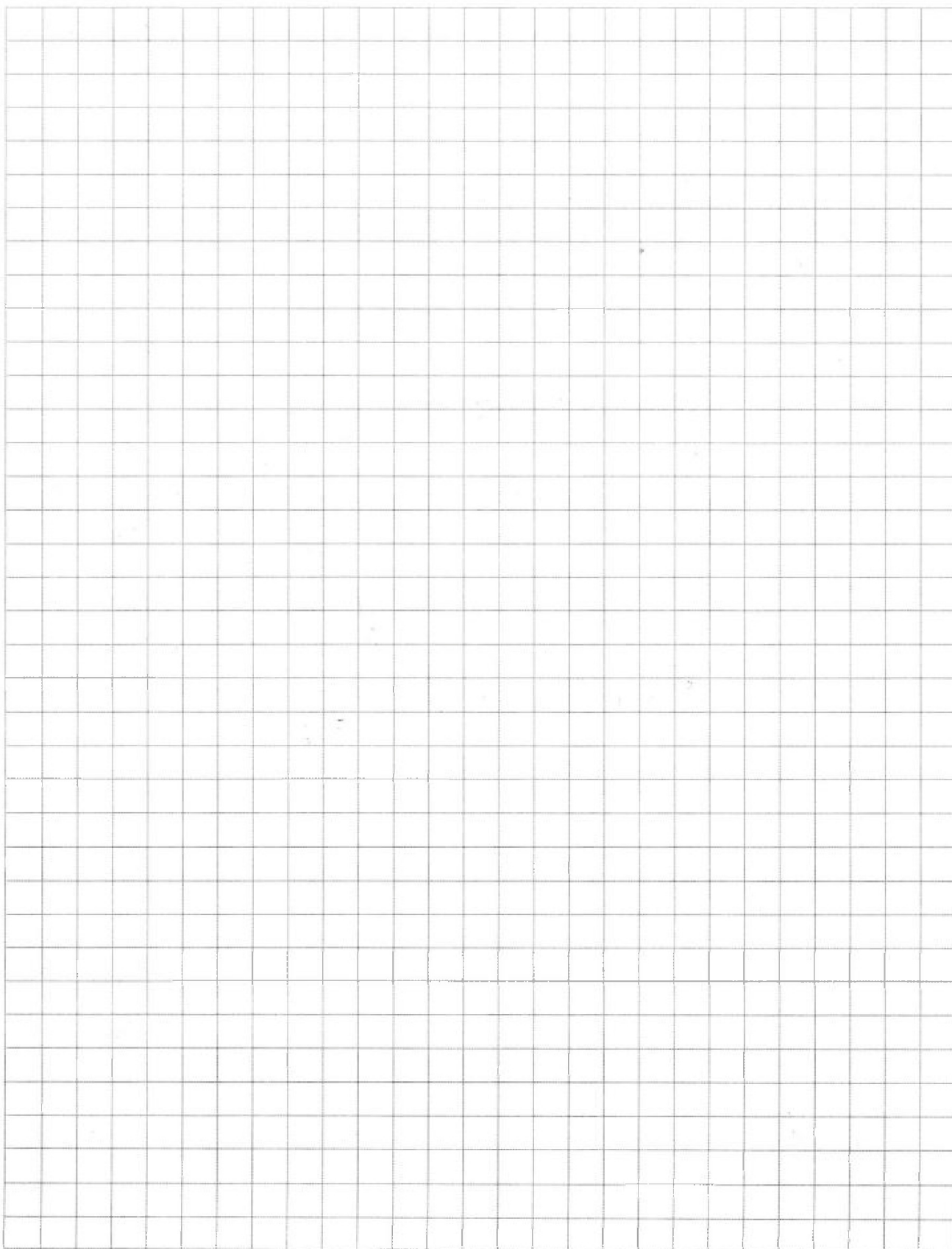


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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.

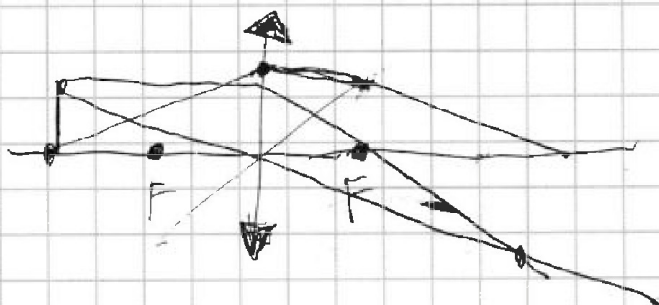


СТРАНИЦА

из 11

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 -

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

$$700 + 325 =$$

$$75.15 =$$

$$= 225.5 = 1125$$

933

$$\begin{array}{r} 311 \overline{) 17} \\ 17 \\ \hline 41 \end{array}$$

$$120 + 34 = 204$$

$$92 - 25 = 67$$

$$1125 - 192 =$$

$$= 1000 - 67 = 933$$