

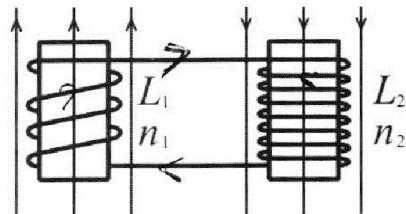
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-01**



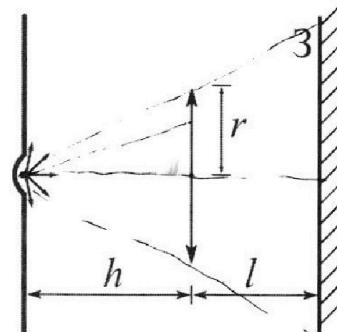
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

- 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 3. 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 [см<sup>2</sup>] в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



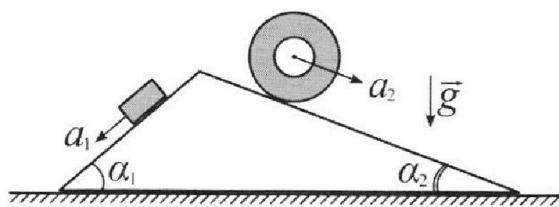
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



## 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 проскальзывания 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.

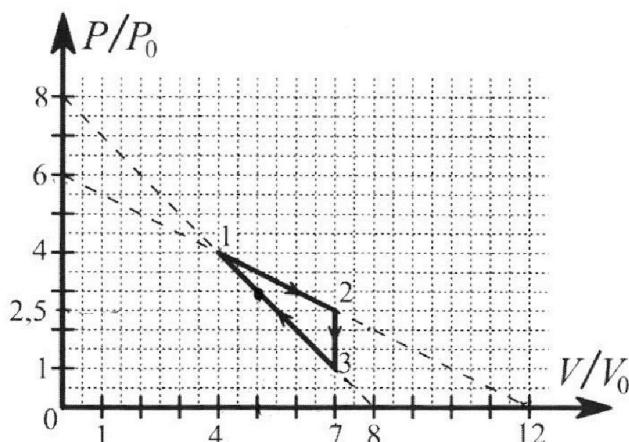


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

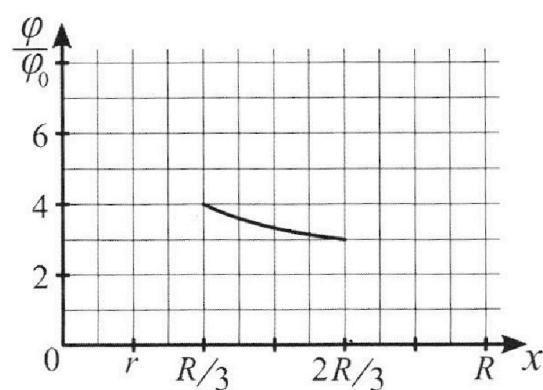
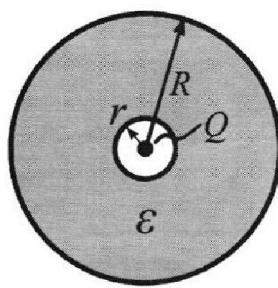
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





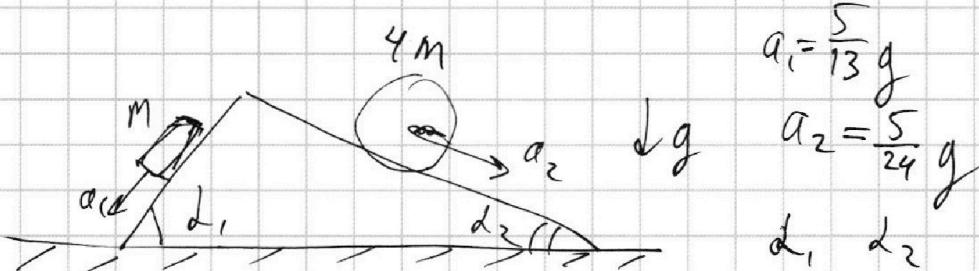
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 из \_\_\_\_\_

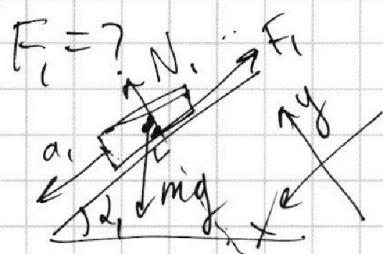
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

N 1



$$A_{\text{качка}} = 0$$

①



Безразмерка это сложн. способ

II з-к Ньютона на OX:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

на OY:

Нет

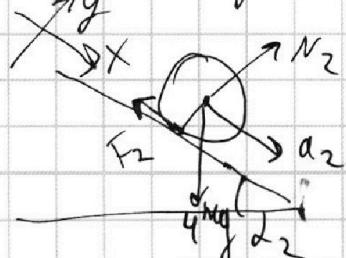
$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13}$$

$$\frac{\frac{13}{65}}{-\frac{25}{14}}$$

$$mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \left( \frac{39 - 25}{65} \right) = mg \cdot \frac{14}{65}$$

② Тр. цилиндр катится без проскальзывания  $\Rightarrow$

на него действует сила трения скольжения  $\leq \mu N_2$



на OX:

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

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



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

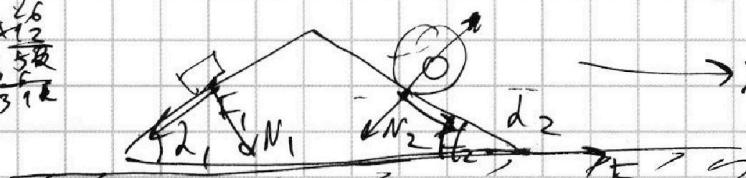
СТРАНИЦА  
2 ИЗ \_\_\_\_

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!

$$F_2 = mg \left( \sin \alpha_2 - \frac{5}{24} \right) = mg \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = mg \left( \frac{120 - 75}{312} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{45}{312} = mg \cdot \frac{15}{104} = mg \cdot \frac{30}{52} = mg \cdot \frac{15}{26}$$

③  $F_3 = ?$



$$N_1 = mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{4}{5} \quad N_2 = mg \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{14}{65} \quad F_2 = mg \cdot \frac{15}{26}$$

на о X:

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

$$\begin{array}{r} 2850/5 \\ \times 13 \\ \hline 34500 \\ 0078 \\ \hline 34500 \\ \times 5 \\ \hline 17250 \\ 240 \\ \hline 1200 \\ 0000 \\ \hline 1200 \\ 728 \\ \hline 6728 \\ 2250 \\ \hline 4778 \end{array}$$

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

$$= mg \left( \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{15}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{15 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{14 \cdot 4 \cdot 13 \cdot 2 + 48 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 2 - 15 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 5 - 4 \cdot 3 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 13}{65 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{2450}{845 \cdot 5} = mg \cdot \frac{490}{845} = mg \cdot \frac{98}{169}$$

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  
7 из 1

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

✓ до найденной м-ки касания

$$Q_{13} = Q_{+13} + Q_{-13}$$

↑  
надеялся на найденной м-ки касания (считаю,  $\Delta U \approx 0$ )

$$\text{от } p=3p_0 \text{ и } V=5V_0 \text{ до } p=p_0 \text{ и } V=7V_0$$

$$Q_{+31} = A_{31} + \Delta U_{+31}$$

$$A = \frac{3p_0 + p_0}{2} \cdot 2V_0 = 4p_0 V_0$$

$$|\Delta U| = \frac{3}{2} \cdot RDT = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 7p_0 V_0) = 12p_0 V_0$$

но тк на участке 31 мы идём

в другую сторону  $\Rightarrow Q_+$  находим

от м-ки 1 до 0 касание с адиабатой (т.е. на участке 12 участок графика "ближе" к ОУ-оси)

$Q_-$ , на участке 3-1 — каобортом:

$$Q_{+31} = A_{31} + \Delta U_{+31}$$

$$A_{+31} = \frac{4p_0 + 3p_0}{2} \cdot V_0 =$$

$$= 3,5 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{+31} = \frac{3}{2} (16p_0 V_0 - 15p_0 V_0) =$$

$$= 1,5 p_0 V_0$$

$$Q_+ = 5 p_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} p_0 V_0 (\text{сумн-н-1}) \Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{20}$$

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  
6 ИЗ

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

$$\frac{p}{V} = -\frac{k}{\gamma} \cdot \frac{p_0}{V_0} \quad p = -\frac{k}{\gamma} \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$p = kV + \frac{p_0}{V_0} + b p_0 = -\frac{k}{\gamma} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$-V \left( \frac{p_0}{V_0} \frac{k}{\gamma} + k \frac{p_0}{V_0} \right) = b p_0$$

$$-V \left( \frac{k}{\gamma} + k \right) = b V_0$$

$$V = -\frac{b \gamma}{k + k \gamma} \cdot V_0$$

$$\begin{aligned} 3 &= \gamma \\ 3 &= \gamma + 1 \\ 2 &= \gamma \end{aligned}$$

$$1 + \gamma = \frac{8}{3}$$

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

$$p = \frac{k}{\gamma} \frac{b \gamma}{k + k \gamma} p_0 = \frac{b}{1 + \gamma} p_0 = \frac{3}{8} b p_0$$

Одна из касающих с адабатой для 1-2:

кара

$$p = \frac{3}{4} p_0 \quad V = ? \quad p = \frac{6 \cdot 3}{8} \cdot p_0 = \frac{9}{4} p_0 =$$

$(2 + \frac{1}{4}) p_0 = 2,25 p_0$ , что находится ниже  
"нулевого" участка  $1-2 \Rightarrow 1-2$  не касалось

"разделять" на части.  $\Rightarrow Q_{1-2} = Q$

$$\text{Одна из: } k = -1 \quad b = 8$$

$$p = 3 p_0 \quad V = 5 V_0 \quad \text{- находится на "использованном" участке}$$



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  
5 ИЗ \_\_\_\_\_

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

(3)

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} \xrightarrow{\text{O}} Q_-$$

$$A = Q_+ - Q_-$$

Чтобы определить на каких участках 12 и 37

$Q_+$ , а на каких  $Q_-$  надо для каждой из этих прямых найти касание с адиабатой:

$$p = k \cdot V^{\gamma} \frac{P_0}{V_0} + b P_0$$

Для адиабаты:

$$Q = \alpha = \frac{3}{2} \cancel{V} R T + \cancel{\frac{3}{2} p_0 V_0} \quad \begin{matrix} \text{наш} \\ \text{случай} \end{matrix}$$

$$\cancel{\frac{dp}{dT}} = p V^{\gamma-1} = \text{const} \quad \gamma = \frac{5}{3} \quad (\text{для } i=3)$$

$$dp \cdot V^{\gamma} + dV \cdot \gamma \cdot V^{\gamma-1} \cdot p = 0$$

$$\frac{dp}{dV} + \frac{\gamma p}{V} = 0$$

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma \cdot \frac{p}{V}$$

Для наших прямых:

$$\frac{dp}{dV} = k \cdot \frac{P_0}{V_0}$$

Для m-ти касания:

$$\frac{dp}{dV} = \frac{df}{dV} = -\gamma \cdot \frac{p}{V} = k \cdot \frac{P_0}{V_0}$$

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.










СТРАНИЦА

Ч 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!

Две цикла 1-2:

$$\frac{P_0}{V_0} = k \frac{V}{V_0} + b \quad \frac{P_0}{V_0} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 6$$

$$P_{12} = -\frac{1}{2} V_{12} \cdot \frac{P_0}{V_0} + 6 P_0$$

$$dP_{12} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot dV_{12}$$

$$P_{12} V_{12} = \nabla R T_{12} \quad \text{Макс значение} \Rightarrow \frac{dT_{12}}{dt} = 0$$

$$\frac{dP_{12} \cdot V_{12} + dV_{12} \cdot P_{12}}{dt} = \nabla R \frac{dT_{12}}{dt} = 0$$

$$dP_{12} V_{12} = -dV_{12} \cdot P_{12}$$

$$\nabla \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot dV_{12} \cdot V_{12} = dV_{12} \cdot \left( -\frac{1}{2} V_{12} \cdot \frac{P_0}{V_0} + 6 P_0 \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V_{12} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_{12} + 6 P_0$$

$$\frac{P_0}{V_0} \frac{V_{12}}{V_0} = 6 \quad V_{12} = 6 \rightarrow p_{12} = 3 P_0 \quad \begin{matrix} \text{для цикла 1-2} \\ \text{если макс} \\ \text{макс} \end{matrix}$$

$$\nabla R T_{\max 12} = P_{12} V_{12} = 18 P_0 V_0$$

$$\nabla R T_1 = 16 P_0 V_0 \quad \frac{T_{\max 12}}{T_1} = \frac{9}{8}$$

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  
3 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!

N 2

i=3

p<sub>0</sub>V<sub>0</sub>

$$\textcircled{1} \frac{\Delta U_{23}}{A} = ?$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nabla R \Delta T = \frac{3}{2} \nabla R (T_3 - T_2)$$

$$\nabla R T_3 = p_0 \cdot 7 V_0$$

$$\nabla R T_2 = 2,5 p_0 \cdot 7 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot 7 V_0 p_0 \cdot (-1,5) = \frac{9}{4} \cdot 7 V_0 p_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$A = A_{12} - |A_{31}| \quad | \text{ (на участке 23 работы = 0)}$$

$$A_{12} = \frac{4p_0 + 2,5p_0}{2} \cdot 3V_0 = p_0 V_0 \cdot \frac{13}{4} \cdot 3 = p_0 V_0 \cdot \frac{39}{4}$$

$$A_{31} = \frac{p_0 + 4p_0}{2} \cdot 3V_0 = p_0 V_0 \cdot \frac{15}{2} = p_0 V_0 \cdot \frac{30}{4}$$

$$A = p_0 V_0 \cdot \frac{9}{4}$$

$$\frac{(\Delta U_{23})}{A} = 7$$

\textcircled{2}

$$\frac{T_{\max 12}}{T_1} = ?$$

$$\nabla R T_1 = 76 p_0 V_0$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
10 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!

МК в данном пункте =  $\frac{R}{6} \Rightarrow$  рассмотреваем  
область в фокусной точке. ( $R_A \frac{R}{3}, R_B \frac{2R}{3} > r$ )

$$\Delta V_{AP} = \left| \int_A^B E dr \right| = \left| \int_A^B \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr \right| = \left| \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right) \right|$$

$$\epsilon = \frac{kQ}{\epsilon R_A r_A^2}$$

$$\Delta V = V_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kQ}{2R\epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{3kQ}{V_0 \cdot 2R} = \frac{3}{2} \frac{kQ}{R V_0}$$

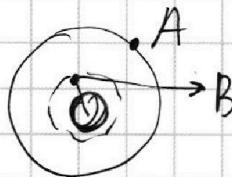
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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  
9 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!

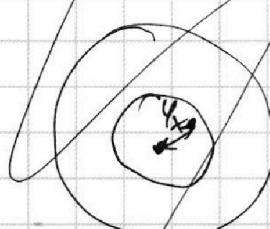
N<sub>3</sub>



Если  $r < \frac{R}{4}$ : <sup>но убываю потенциал</sup>  
<sup>внешний</sup>  
<sup>дист.</sup>

$$\Phi_A - \Phi_B = \int_R^{\frac{R}{4}} \frac{\frac{Q}{r} \frac{E}{\epsilon}}{\epsilon} dr = \int \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr = \left[ \frac{kQ}{\epsilon r} \right]_R^{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot \left( \frac{1}{\frac{R}{4}} - \frac{1}{R} \right) = \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

Если  $r > \frac{R}{4}$ :



внешний потенциал <sup>на</sup> в сторону уменьшения  
поменялся  
просто как от заряда =  $\frac{kQ}{r^2}$  (но ур-ние аналогично (1))

$$\Phi_A = \frac{kQ \cdot 4}{R} = \frac{4kQ}{R} \quad \text{просто как от } m-\text{ии}$$

(2)

из уравнения:

$$\Phi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\Phi_0 \quad \Phi\left(\frac{2}{3}R\right) = 3\Phi_0$$

$$\Delta\Phi = \Phi_0$$



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.

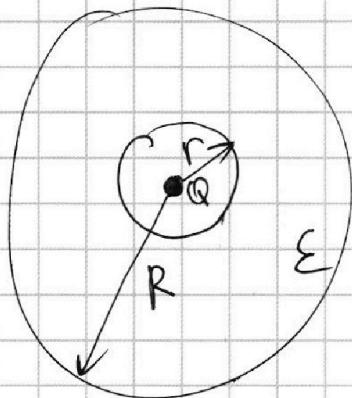
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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  
8 ИЗ \_\_

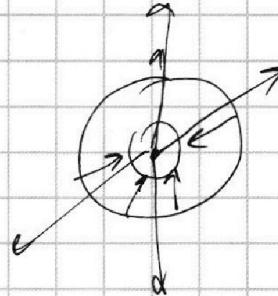
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

$$\frac{R}{3} \quad \frac{2R}{3} \quad \varphi_{\infty} = 0$$



$$\textcircled{1} \quad r, R, Q, \epsilon \quad \varphi_{Rq} = ?$$



За шаром  $E = E_{\text{от заряда}}$   $\textcircled{2}$

и это  $E = \frac{kQ}{r^2}$  ← как от  
~~(н)~~  $m$ -ки

но теор. Гаусса:

$$(1) \quad E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\text{Внутри шара } E = \frac{E_{\text{от } Q}}{\epsilon}$$

$$\varphi_q = \varphi_{\text{на поб-ти шара}} \quad K_{\varphi_{Rq}} = -\frac{kQ}{R} \quad \text{- потенциал}$$

как от  $m$ -ки  $Q$  тк за пределами шара мы  
"видим" картинку как просто один заряд.



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

СТРАНИЦА  
15 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!

N4

$$\textcircled{1} \quad L \cdot \left| \frac{dI}{dt} \right| + 4L \cdot \left| \frac{dI}{dt} \right| = 2 \cdot N \cdot S \quad \frac{d\Phi}{dt} = 2NS = -\epsilon_{ind}$$

по сути это одна  
изменение на замене  
коэффициентов.

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2NS}{5L}$$

а) для изменения

$$\textcircled{2} \quad \left| L \frac{dI}{dt} \right| + 4L \left| \frac{dI}{dt} \right| = \left| L \frac{dB_1}{dt} \right| - 4L \left| \frac{dB_2}{dt} \right|$$

без учёта знаков

~~$$5L \left| \frac{dI}{dt} \right| = L \left( \left| dB_1 \right| - 4 \left| dB_2 \right| \right)$$~~

~~$$5L \cdot \left| \frac{dI}{dt} \right| = L \left( \left| dB_1 \right| - 4 \left| dB_2 \right| \right)$$~~

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot N_i \cdot S = -\epsilon_{ind}$$

$$5L \left| \frac{dI}{dt} \right| = NS \left( \left| \frac{dB_1}{dt} \right| + 2 \left| \frac{dB_2}{dt} \right| \right)$$

$$L \left| \frac{dI}{dt} \right| + 4L \left| \frac{dI}{dt} \right| = NS \left( \left| dB_1 \right| + 2 \left| dB_2 \right| \right)$$

последовательно

$$\left| dB_1 \right| = \frac{B_0}{2} \quad \left| dB_2 \right| = \frac{4}{3} B_0$$

$$5L \cdot \left| \frac{dI}{dt} \right| = NS \left| \frac{B_0}{2} + \frac{8}{3} B_0 \right|$$



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

СТРАНИЦА  
17 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!

$$5L_4I = NS \cdot \left| \frac{3B_0}{6} + \frac{16}{6}B_0 \right|$$

$$5L_4I = NS \cdot B_0 \cdot \frac{19}{6}$$

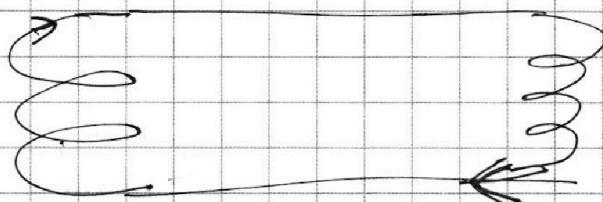
$$I = \frac{NSB_0}{L} \cdot \frac{19}{30}$$

(чтобы зовалось  $\int_a^b dx = b - a = \Delta x$ )

$|dB_1|$  и  $|dB_2|$  или с <sup>присоедин</sup> ~~зажимами~~ МК

при выборе некоторого направления  
<sup>всего</sup> изменения <sup>увеличение</sup> ~~изменение~~ показания <sup>одного</sup> показания

даем показание в одну сторону а изменение  
второго даем показание в ~~вторую~~ <sup>вторую</sup> сторону  
также в ту же сторону



т.е. картина на твоей  
шапочке "шашечки"  
в <sup>одном</sup> <sup>одном</sup> направлении  
и <sup>одном</sup> показывают +



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

СТРАНИЦА  
15 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!

$$L_1 = L, \quad L_2 = 4L$$

$$N_1 = N, \quad N_2 = 2N$$

$$S, \quad R=0, \quad I_0=0$$

①

$$\frac{dB_{\text{out}}}{dt} = 2 \quad | \quad \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = ?$$

$$B_{\text{out}} = \text{const}$$

В первой катушке  $\frac{d\Phi}{dt} \neq 0 \Rightarrow$   
если  $\epsilon_{\text{ind}}$

$$\epsilon_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -2 \cdot S \cdot \dot{\Phi}$$

~~III к R=0  $\Rightarrow \Delta\Phi = 0$  m.e. на катушках не может возникнуть разности потенциалов  $\Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0$~~

~~И если скажем ток через катушки не ток~~  
~~ихской  $\Rightarrow \Phi_0 = B_{\text{out}} \cdot N_S = \text{const}$   $\Phi_{\text{out}} = \text{const}$~~

~~$\frac{d\Phi}{dt}$  из за  $\Rightarrow -\frac{d\Phi}{dt}$  в катушке, которое она вносит~~  
~~создаёт. Видимо  $= \mu_0 I \cdot \frac{N}{R} = \mu_0 I n$~~

~~катушки через саму себя  $= L_i \cdot I = \mu_0 n \cdot S \cdot N \cdot I$~~

$$\frac{d\Phi_{\text{сама}}}{dt} = \frac{dB_{\text{внеш}}}{dt} \cdot S \cdot N = \frac{dI}{dt} \cdot n \cdot \mu_0 \cdot S \cdot N = L \frac{dI}{dt}$$



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  
12 ИЗ 1

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

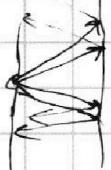
Ческое зеркало - это "бублики"

Радиусом  $a$  и с полостью радиусом  $R$

(мыс, что не попали на мишень - просто светят на зеркало до бесконечности)

$$S_{\text{бублика}} = \pi a^2 - \pi R^2 = \pi (a+R)(a-R) = \\ = \pi (5+1,5)(5-1,5) = \pi \cdot 6,5 \cdot 3,5 = \pi \cdot 22,75 \text{ см}^2 \approx$$

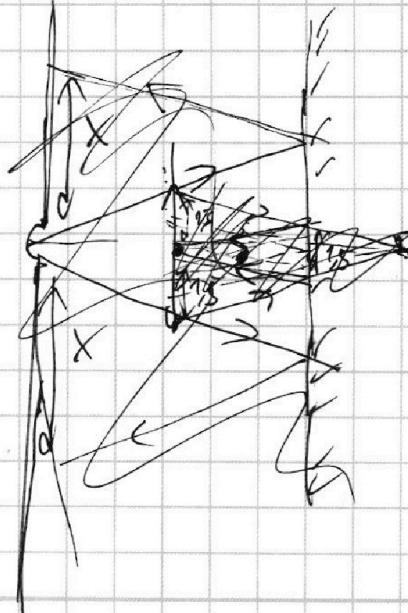
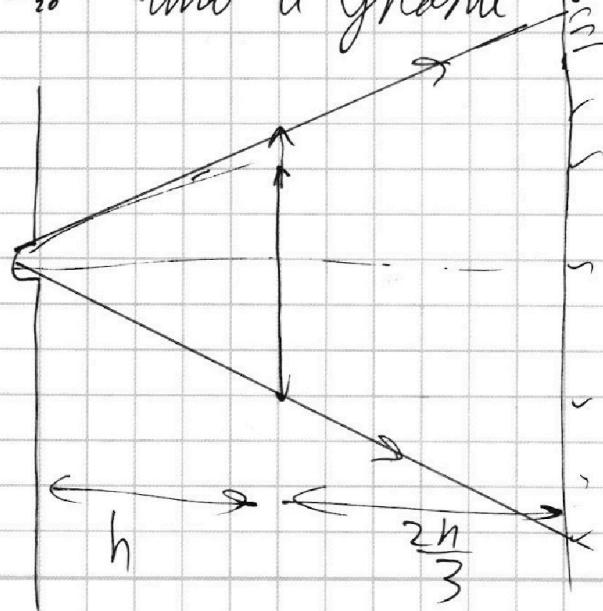
$$\frac{22,75}{\pi} = \frac{7}{2} \cdot \frac{7}{2} = \frac{49}{4} \pi \text{ см}^2$$



② Всё мы, что пришли на зеркало -

отразились под тем же углом,

что и упали



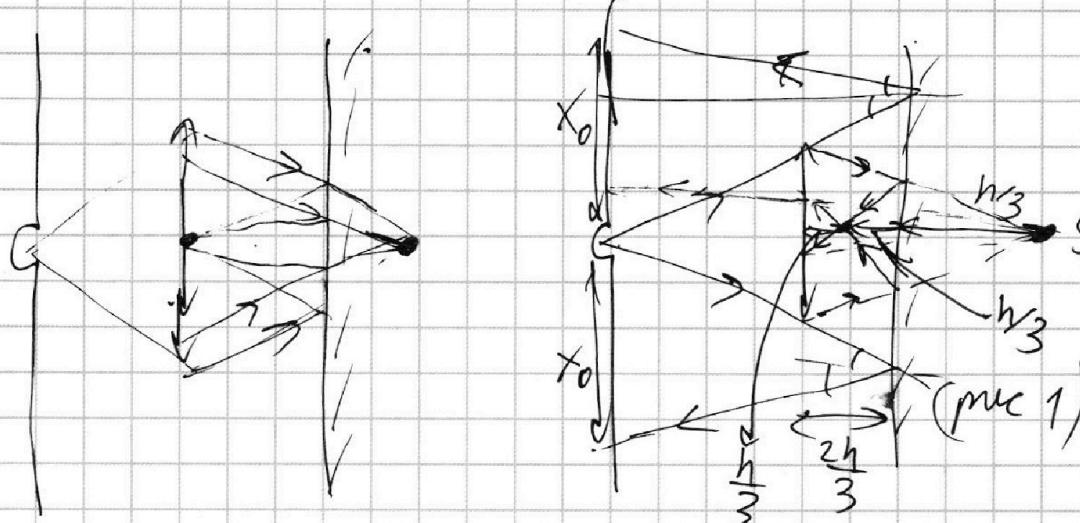


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
13 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!

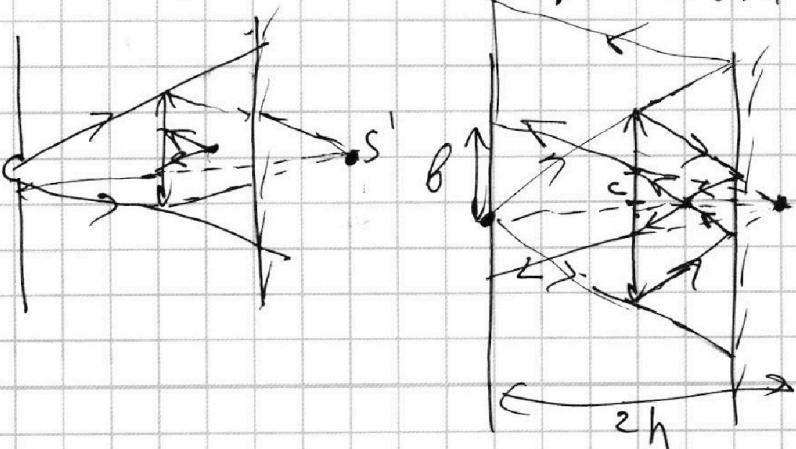


Далее из-за наличия зеркала отражаются "источник изображения" лучей (см. рис.!), для изображения "нового" источника  $S''$  вспомогательная формула той же линзы:

$$\frac{3}{h} + \frac{1}{y} = \frac{2}{h} \quad \frac{1}{y} = -\frac{1}{h}$$

МК "новый" источник  
находится  
приле фокуса ( $\frac{h}{2}$ )  
изображение линзовое

→ Изображение  $S''$  находится в т-ке  $S'$  ⇒





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  
13 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!

Из подобий:

$$\frac{f}{2h} = \frac{c}{h}$$

~~БУДЬ~~  $f = 2c$

$$\frac{c \cdot 3}{h} = \frac{r}{h} \quad c = \frac{r}{3}$$

$$f = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см}$$

найдём  $x_0$  из рис.?

из подобий:  $x_0 = 2d =$

$$= 5 \text{ см} \cdot 2 = 10 \text{ см}$$

Чтото ~~не~~ освещёка

Однако это тоже будем, но у же

$c = V_{out} = 10 \text{ см}$ , а  $V_{in} = 2 \text{ см}$ ;

$$S = \pi (V_{out}^2 - V_{in}^2) = \pi \cdot 8 \cdot 12 = 96\pi \text{ см}^2$$



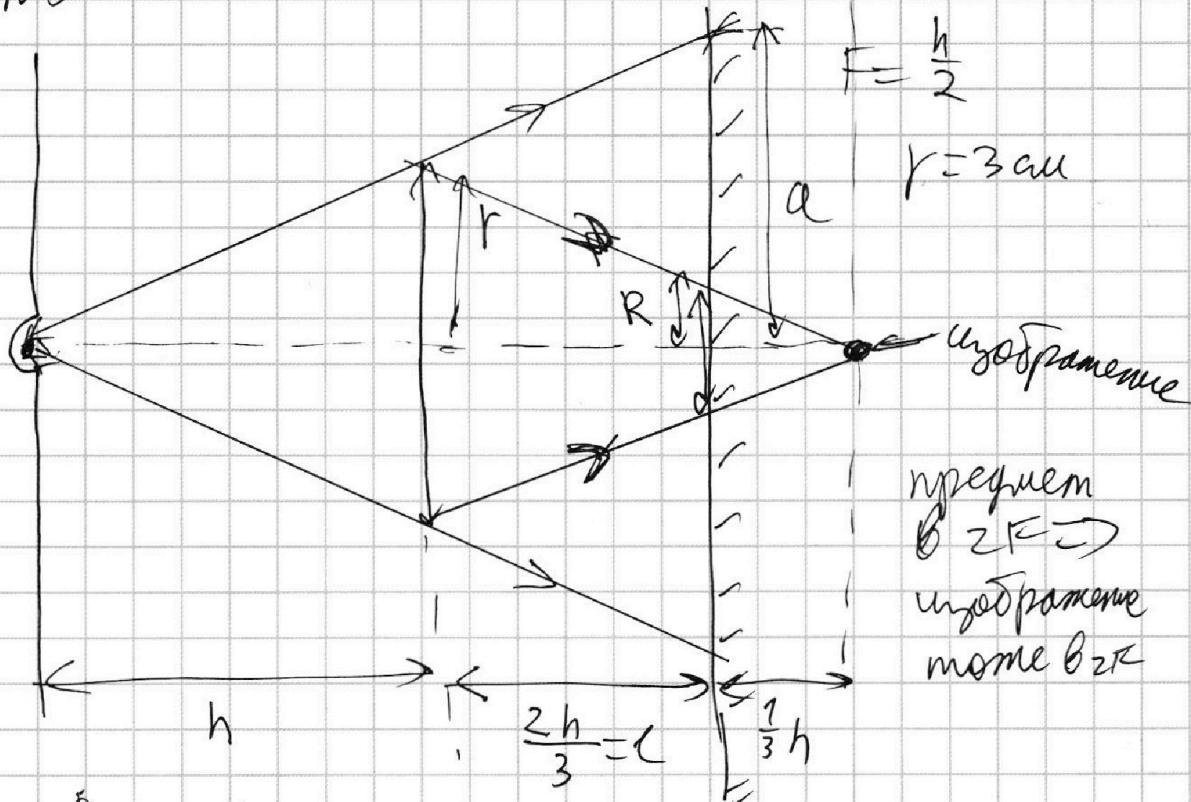
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
11 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!

N5



Все лучи от лампочки, приходящие на линзу, преломляются так, чтобы пересекаться в изображении лампочки, найдём расстояние до этого изображения:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{2}{R} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{h} - \frac{1}{R}$$

из подобий треугольников:

$$\frac{R \cdot 3}{h} = \frac{r \cdot 3}{2h} \quad R = \frac{r}{2} = 7,5 \text{ см}$$

$$\frac{a \cdot 3}{5h} = \frac{r}{h} \quad a = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см}$$

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

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!

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l_2}$$

$$L_1 = L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l_1}$$

$$4L = \mu_0 \frac{4N^2 S}{l_2} \Rightarrow l_1 = l_2$$

Пусть  $r$ -сопротивление катушек и проводов  
( $r \rightarrow 0$ )

то, что катушки далеко друг от друга  $\Rightarrow$  они не взаимоиндуктивны друг на друга магнитным полем.

Для первой катушки:

$$\textcircled{1} \quad L \cdot \frac{dI}{dt} = \cancel{\text{find}} \quad \left( \frac{dI}{dt} \right) \cancel{= 2S \cdot N}$$

$$\textcircled{2} \quad L \cdot \frac{dI_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot NS$$

$$4L \cdot 2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3} \quad 4L \cdot \frac{dI_2}{dt} = \frac{dB_2}{dt} \cdot 2NS$$

$$I_1 = ? \quad I_2 = ?$$