



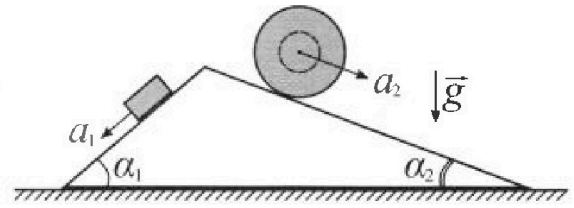
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

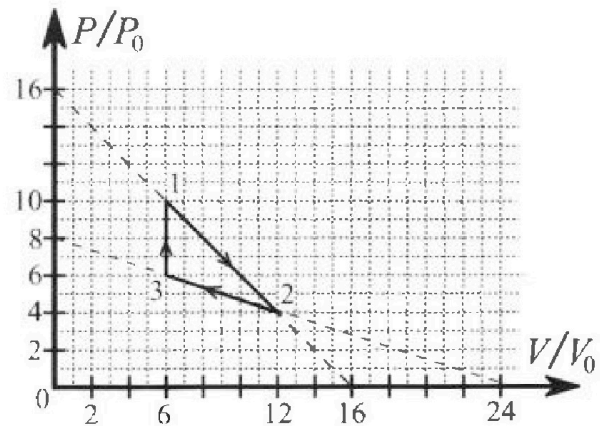
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

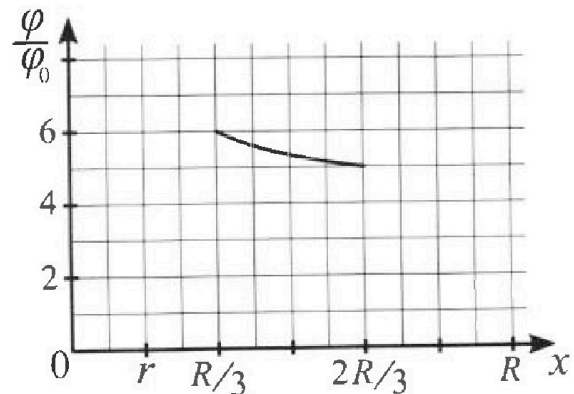
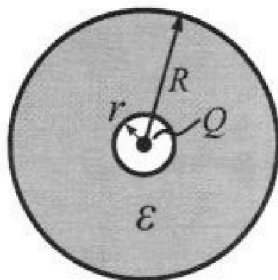


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



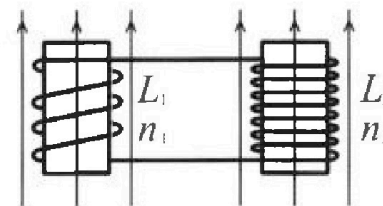
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

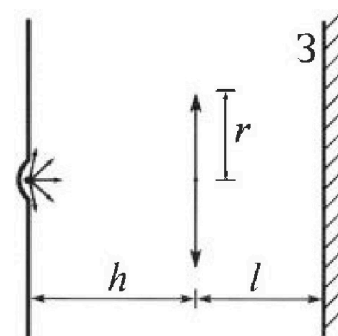


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) и ахнет 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

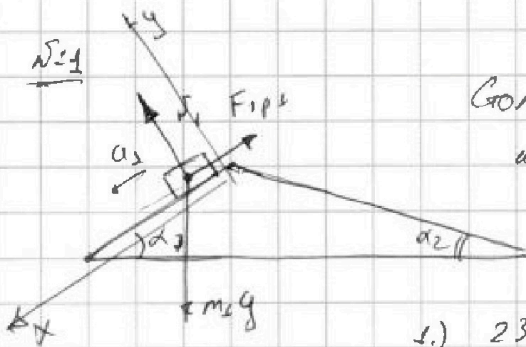


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



Стол горизонтальный  
и шероховатый, или попокая.

1.) 23 кг для бруска:

$m = m_1$  масса  
бруска.

На  $Ox$ :  $m_1 g \sin \alpha_1 - \mu m_1 g \cos \alpha_1 = m_1 a_1$   
На  $Oy$

$$N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 \quad N_1 = m g \cdot \frac{4}{5}$$

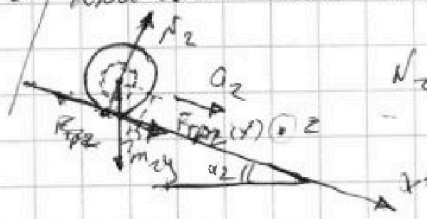
$$F_{тр \text{ бруска}} = \mu N_1$$

$$\mu m_1 g \cos \alpha_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 a_1$$

$$F_{тр} = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \frac{5g}{17} = m g \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85} m g$$

2) Рассмотрим шар.

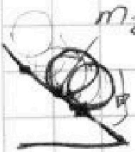
Шар движется без проскальзывания, т.е. между центром точкой шара и  $y^*$  контактом есть только  $\vec{v}$  сила трения попокая.



$N_2$  - нормальная сила реакции  
- опоры, действующая на шар  
со скоростью  $v$ .

$F_{тр2}$  - это трение попокая, действ. между шаром и планкой.  
Т.к.  $v$  движется  $y$ -м. Дви  $v$  планки.

$$m_2 = \frac{9}{4} m$$



$Ox^*$ :  $m_2 g \sin \alpha_2 + F_{тр2} = m_2 a_2$

$Oy^*$ :  $m_2 g \cos \alpha_2 = N_2$

$$N_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \frac{15}{17}$$

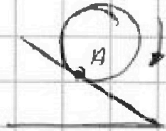


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



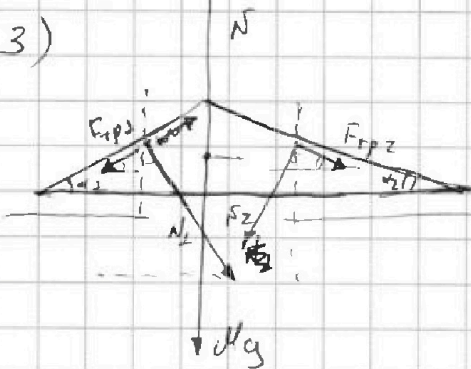
Точка А, хочет проскользнуть вверх по клин, но не может поэтому сила трения посколь будет направлена против данного напр-я.

$$F_{трx} = \frac{9m \cdot 8g}{4 \cdot 17} - \frac{9m}{4} \sin \alpha_2 =$$

$$= \frac{9mg}{4} \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{17} \right) = \frac{9mg \cdot 8}{4} \left( \frac{1}{17} - \frac{1}{17} \right) =$$

$$= \frac{8mg \cdot 8(17-17)}{4 \cdot 17 \cdot 17} = - \frac{9 \cdot mg}{4} \cdot \frac{8 \cdot 10}{17 \cdot 17} = - \frac{mg}{51} \cdot 20$$

3)



$$\frac{8 \cdot 8 \cdot 10}{4 \cdot 17 \cdot 17} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10}{3 \cdot 17} =$$

$$= \frac{20}{51}$$

Th о выборе центра масс илина на ОZ:

$F_{тр}$  - сила трения, действующая на шар со стороны пола

$$OZ: F_{трz} + F_{тр1z} + N_1z + N_2z + F_g = 0$$

$$F_{тр(z)} + F_{тр2} \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{тр1} \cos \alpha_1 = 0$$

$$F_{тр(z)} = N_2 \sin \alpha_2 + F_{тр1} \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_{тр2} \cos \alpha_2 =$$

$$= \frac{9mg}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} =$$

$$= mg \left( \frac{18 \cdot 15}{289} + \frac{104}{475} - \frac{12}{25} - \frac{20 \cdot 15}{289 \cdot 3} \right) =$$



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.

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!

$$= mg \left( \frac{170}{289} + \frac{104}{475} - \frac{12 \cdot 17}{475} \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{17 \cdot 10}{17 \cdot 17} - \frac{100}{25 \cdot 17} \right) = mg \left( \frac{10-4}{17} \right) =$$

$$= \frac{6}{17} mg$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 4 \\ \hline 104 \\ - 425 \overline{) 25} \\ \underline{25} \quad 17 \\ - 175 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ + 18 \\ \hline 270 \\ - 42 \\ \hline 25 \\ \times 17 \\ \hline 173 \\ + 175 \\ \hline 425 \end{array}$$

Ответ:

$$1) F_{TP1} = \frac{26}{85} mg$$

$$2) F_{TP2} = \frac{20}{51} mg$$

$$3) F_{TP} = \frac{6}{17} mg$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 17 \\ \hline 84 \\ + 12 \\ \hline 204 \end{array}$$



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 4

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

$\mathcal{J} = 2$

дано:  
 $p_0, V_0$   
график

1) Модуль приращения внутренней энергии в процессе 1-2:

$\mathcal{J}$ -е начало:

1)  $|\Delta U_{12}| - ?$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

2)  $\frac{T_{\max}}{T_3} - ?$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{21} =$$

3)  $\eta - ?$

$$= \frac{3}{2} (-p_0 \cdot 10 \cdot V_0 \cdot 6 + p_0 V_0 \cdot 12 \cdot 4) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot (-12) =$$

$$= -18 p_0 V_0$$

$$= \frac{60}{12}$$

$$|\Delta U_{12}| = 18 p_0 V_0$$

2) Проведём безразмеривание величин.

$$V = x V_0$$

$x; y; z; u; g$  - безразмерные коэффициенты

$$p = g p_0$$

$$dV = V_0 \cdot dx$$

$$dp = p_0 \cdot dy$$

$\mathcal{J}$ -е состояние:

$$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R} z$$

$$xg = z$$

$$U = u \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$\mathcal{J}$ -е начало

термодинамики в

дифференциальной форме:

$$\delta Q = g p_0 V_0$$

$$dU = du \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2} \nu R \frac{dz p_0 V_0}{\nu R}$$

$$g p_0 V_0 = du \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 + p_0 V_0 \cdot y dx$$

$$dT = \frac{p_0 V_0}{\nu R} dz$$

$$g = du + \frac{3}{2} + y dx$$

$$A = p_0 V_0$$

$$\delta A = p dV = p_0 V_0 \cdot y dx$$

$$\boxed{du = dz}$$



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 4

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

3) Уравнение процесса 1-2:

$$p = 16 - x \quad (\text{из } p \cdot V \text{ диаграммы})$$

$$xy = z$$

$$x \cdot (16 - x) = z$$

$$z(x) = 16x - x^2 \quad \text{квадратичная формула:}$$

$$x_0 = \frac{-16}{2 \cdot (-1)} = 8$$

$$z(8) = 16 \cdot 8 - 64 = 64$$

$$z(8) = 36$$

$$T_{\max} = \frac{p_0 \cdot V_0}{pR}$$

$$T_3 = \frac{p_0 \cdot V_0}{pR} \cdot 36$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{z(8)}{z_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \sqrt{16} \\ \hline 4 \\ - 69 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 6^2 \\ \hline 128 \\ - 144 \\ \hline \end{array}$$

4) Можно заметить, что в данных процессах два процесса представляют собой наклонные линии, причем отрицательный наклон. Т.е. это не политропный процесс. Тепло может как подводиться, так и отводиться в ходе данных процессов.

Анализ:

1-2:

$$\left\{ \begin{array}{ll} xy = z & - \text{уравнение состояния идеального газа} \\ y = 16 - x & - \text{уравнение процесса 1-2} \\ dy = -dx & - \text{уравнение процесса 1-2 в дифференциальной форме} \\ dx \cdot y + dy \cdot x = dz & - \text{уравнение состояния в дифференциальной форме} \\ dy = dz \cdot \frac{z}{x} + y \cdot dx & - \text{Т-е можно в дифференциальной форме} \end{array} \right.$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

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

Найдем зависимость  $\frac{dg}{dx}(x)$ :

$$dg = \frac{3}{2} (dx \cdot y + dy \cdot x) + y dx$$

$$dg = \frac{3}{2} \cdot x dy + \frac{5}{2} y dx$$

$$dg = \frac{3}{2} \cdot x \cdot (-dx) + \frac{5}{2} \cdot (16-x) dx$$

$$\frac{dg}{dx} = \frac{3}{2} \cdot x + 40 - \frac{5}{2} x = 40 - x$$



Тепло будет подводиться во всем процессе 1-2:

2-3:

$$\left. \begin{array}{l} xy = z \\ y = 8 - \frac{1}{3}x \\ dx y + dy x = dz \\ dy = -\frac{1}{3} dx \\ dy = \frac{3}{2} dz + y dx \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{— ур-е состояния} \\ \text{— ур-е процесса 13} \\ \text{— ур-е сост. в дифф. форме} \\ \text{— ур-е процесса в дифф. форме} \\ \text{— I-е начало в дифф. форме} \end{array}$$

Найдем зависимость:

$$\frac{dg}{dx} : dg = \frac{3}{2} (dx y + dy x) + y dx$$

$$dg = \frac{5}{2} y dx + \frac{3}{2} dy \cdot x$$

$$dg = \frac{5}{2} \cdot \left(8 - \frac{1}{3}x\right) dx + \frac{3}{2} \cdot x \cdot \left(-\frac{1}{3} dx\right)$$

$$\frac{dg}{dx} = 20 - \left(\frac{5}{6} + \frac{1}{2}\right)x = 20 - \frac{8}{6}x = 20 - \frac{4}{3}x$$





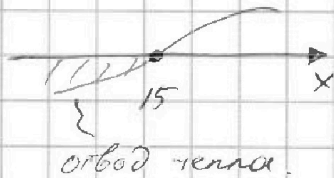
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

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

$$-\frac{dq}{dx} = \frac{4}{3}x - 20$$



Исходя из проведенного анализа можно сказать, что в процессе 1-2 тепло только подводится, а в 2-3 только отводится.

$$A_{\text{цикла}} = S_{\text{граф}}$$

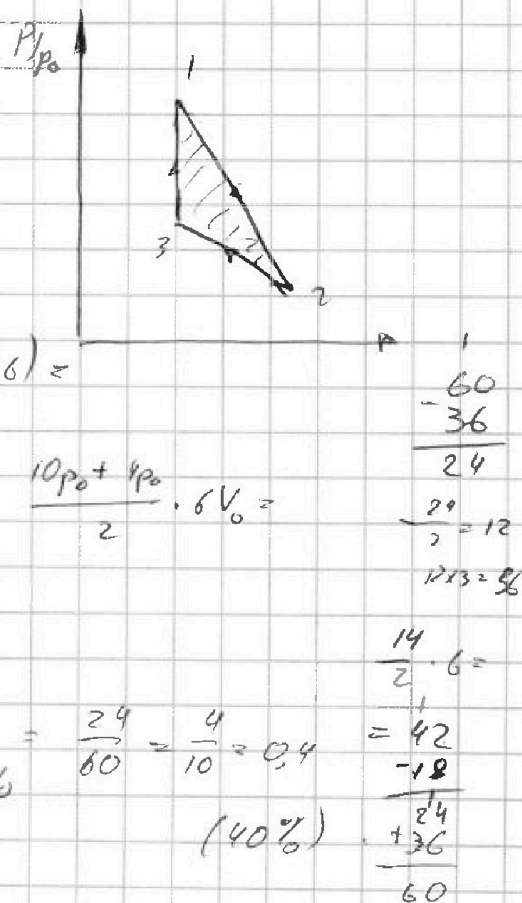
$$= 4p_0 \cdot 6V_0 = 24p_0V_0$$

$$Q_+ = Q_{21} + Q_{12}$$

$$\bullet Q_{21} = \Delta U_{21} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (-6 \cdot 6 + 10 \cdot 6) = 36 p_0 V_0$$

$$\bullet Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \underbrace{-18 p_0 V_0}_{\substack{\Delta U_{12} \\ \text{подсчитано в} \\ \text{пункте 1)}}} + \frac{10p_0 + 4p_0}{2} \cdot 6V_0 = 24 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_+} = \frac{24 p_0 V_0}{(24 + 36) p_0 V_0} = \frac{24}{60} = \frac{4}{10} = 0,4 = 40\%$$



Ответ: 1)  $|\Delta U_{12}| = 18 p_0 V_0$

2)  $\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{16}{9}$

3)  $\eta = 40\%$



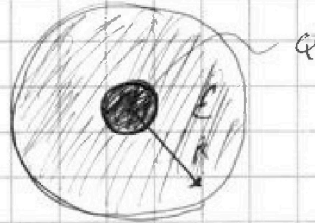
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

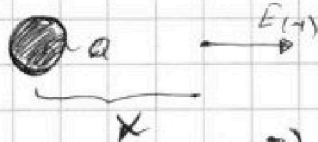
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3



1) поле от шара с зарядом  $Q$ , если  $d > R$  не было диэлектрика:

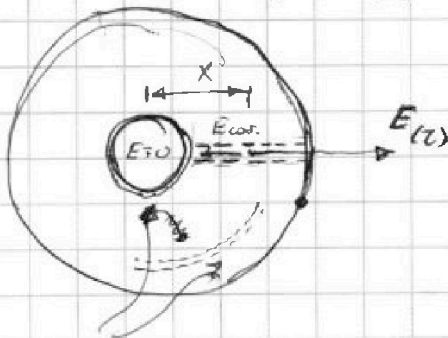
$$E(r) = \frac{kQ}{r^2}$$



2) Нормальная составляющая и каждой малой слою диэлектрика будет в  $\epsilon$  раз меньше, чем если бы не было диэлектрика.

$$E(r) = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

Из-за вышней симметрии задачи касательной составляющей вектора напряжённости эл. поля нет.



на внутренней и внешней поверхностях тонкой слои диэлектрика тонкого шара образуется поляризация индуцир заряд  $|q_{инд}|$ , который и создаёт собственное поле, ослабляющее исходное

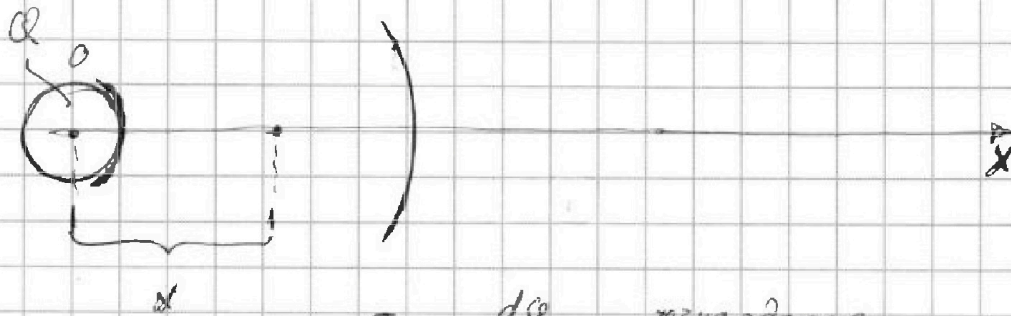


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$$

$$\varphi(x) = \frac{A_{\text{эз}} \times \text{в точке с } q=0}{\varphi} = \frac{\int_{\infty}^{x} +F_{\text{эл}}(x) dx}{\varphi}$$

$$= + \int_{\infty}^{x} E_x dx = + \left( \int_{\infty}^R \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx \right) =$$

$$= + \left[ \int_{\infty}^R \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx \right] = + \left[ -\frac{kQ}{\epsilon_0} \frac{1}{x} \Big|_{\infty}^R - \frac{kQ}{x} \Big|_R^{\infty} \right]$$

$$= + \left[ \frac{kQ}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right) + \frac{kQ}{1} \left( \frac{1}{\infty} - \frac{1}{R} \right) \right] \cdot (-1)$$

$$= -\frac{kQ}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\boxed{\varphi(x) = -kQ \cdot \left( \frac{1}{\epsilon_0 R} - \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right)}$$

Находимые  $\epsilon$ :

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = -\frac{kQ}{\varphi_0} \left( \frac{1}{\epsilon R} - \frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right) = 6$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_0} = -\frac{kQ}{\varphi_0} \left( \frac{1}{\epsilon R} - \frac{1}{R} - \frac{3}{2R} \right) = 5$$



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!

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1/\varphi_0 &= -\frac{kQ}{\varphi_0 R} \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 - 3 \right) = 6 \\ \varphi_2/\varphi_0 &= -\frac{kQ}{\varphi_0 R} \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 - \frac{3}{2} \right) = 5 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} +1,5 \\ 2,5 \end{array}$$
$$\frac{6}{5} = \frac{(1-4\epsilon) \cdot \frac{1}{\epsilon}}{\frac{1}{\epsilon}(1-2,5\epsilon)} \rightarrow \begin{array}{l} 6-15\epsilon = 5-20\epsilon \\ 1 = -5\epsilon \end{array}$$

Ответ:  $\varphi_{(x)} = -kQ \left( \frac{1}{\epsilon R} - \frac{1}{R} \right) - \frac{1}{x}$   
 $\epsilon = -0,2$



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!

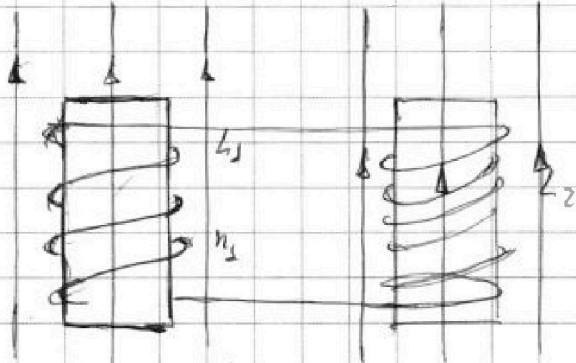
$\Delta \Phi$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{0L}{4}$$

$$n_1 = n; n_2 = \frac{3n}{2}$$

$S$



Катушки достаточно далеко друг от друга.

1) в первой катушке магнитное поле  $B$ :

$$B_1 = \mu_0 n_1 I$$

катушка 1: наибольший поток  $\Phi$ :

$$\Phi_0 = B_1 \cdot S \cdot n_1$$

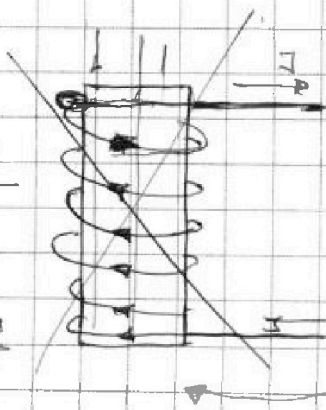
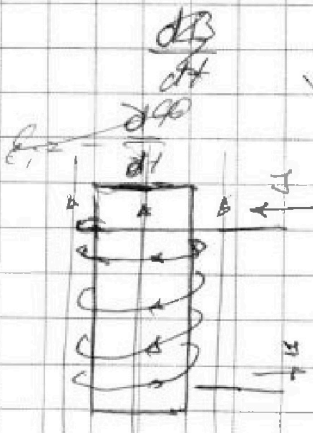
$$\Phi_{(1)} = S \cdot n_1 \cdot B_{(1)}$$

(зависимость потока  $\Phi$  от  $I$ )

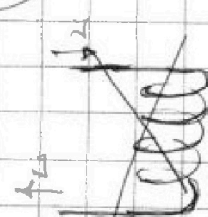
$B_0$

2) Т.к. изначально тока в катушках не было, но через них проходил поток  $B_0$  и при этом их сопр-е  $\rightarrow 0$ . То при внесении увеличим магнитное поле ток будет таким, чтобы поток сохранился:

$$\Phi_{\Sigma} (\text{через катушки}) = B_0 \cdot S \cdot n_2 + B_1 \cdot S \cdot n_1$$



Если ток  $I < 0$ , то ток потечет в ток в катушке  $I_2$



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!

$\mathcal{E}_s = \mathcal{I} \cdot R = 0 \rightarrow d\varphi_s = 0$

Напишем такое напр-е протекания тока:

$L_1 = n_1 \cdot S$        $L_2 = n_2 \cdot S$

$\vec{n}$  — направление нормали к контуру

$$\frac{dB}{dt} \cdot n_1 \cdot S + \frac{d(L_1 \mathcal{I})}{dt} + \frac{d(L_2 \mathcal{I})}{dt} = 0$$

$$-d n_1 S = (L_1 - L_2) \frac{d\mathcal{I}}{dt}$$

$$\mathcal{I}(t) = - \frac{d n_1 S}{L_1 - L_2} \cdot t$$

(с учетом, что магнитный ток через контуры был равен 0)

3) Суммарное изменение полей: поля меняются и в катушке 1 и в катушке 2.

$$\frac{dB_1 \cdot n_1 \cdot S}{dt} + \frac{d(L_1 \mathcal{I})}{dt} + \frac{dB_2 \cdot n_2 \cdot S}{dt} + \frac{d(L_2 \mathcal{I})}{dt} = 0$$

$d\varphi_s = 0$   
(т.к.  $\mathcal{E}_i = \mathcal{I}R$   $\left. \begin{matrix} \mathcal{E}_i \neq 0 \\ R \neq 0 \end{matrix} \right\} \mathcal{I} \neq 0$ )

Иррацируем от магнитного момента, вводим до постоянного:

$$\left( \frac{3B_0}{4} - B_0 \right) n_1 \cdot S - L_1 (\mathcal{I} - 0) + \left( -4B_0 + \frac{8B_0}{3} \right) n_2 \cdot S +$$



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.

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!

$$+ L_2 \cdot (I - 0) = 0$$

$$- \frac{1}{4} B_0 n_1 S - L_1 I - \frac{4}{3} B_0 n_2 S + L_2 I = 0$$

$$(L_1 - L_2) I = - B_0 S \left( \frac{n_1}{4} + \frac{4n_2}{3} \right)$$

$$\frac{12}{3} - \frac{8}{3} = \frac{4}{3}$$

$$I = - \frac{B_0 S (3n_1 + 16n_2)}{(L_1 - L_2) \cdot 12}$$

Если подставить эти  
наши-то конкретные  
значения и попытаться,  
что  $I < 0$ , то  
это означает, что наше  
предположение о направлении  
тока неверное.

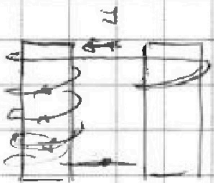
Ответ:

$$1) I_{(1)} = - \frac{4n_1 S}{L_1 - L_2} \cdot I$$

$$2) I = - \frac{B_0 S (3n_1 + 16n_2)}{(L_1 - L_2) \cdot 12}$$

с током  
во направле-  
нии

см. 2) пункт  
с предположи-  
мым направле-  
нием  $I$



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 5

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

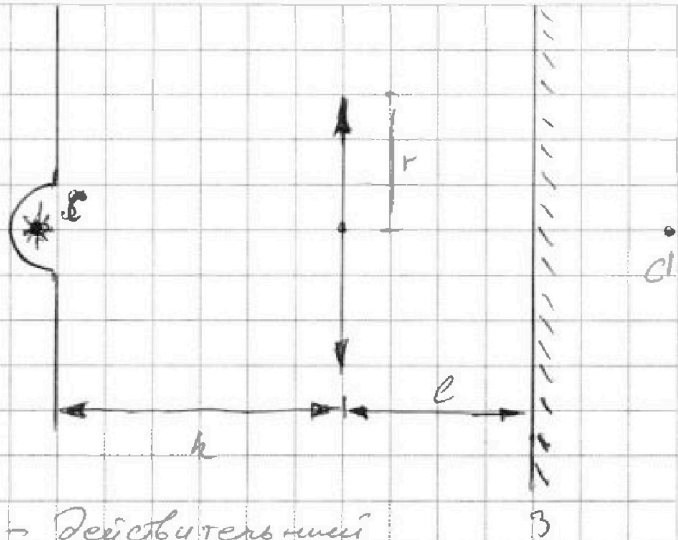
№25

• Прямой свет от лампы на стене не падает.

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

$$r = 4 \text{ см}$$

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



1)  $S_{\text{освещен}} = ?$

2)  $S_{\text{освещен}}(2)$   
(стену)

1)  $C$  - действительный предмет для линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

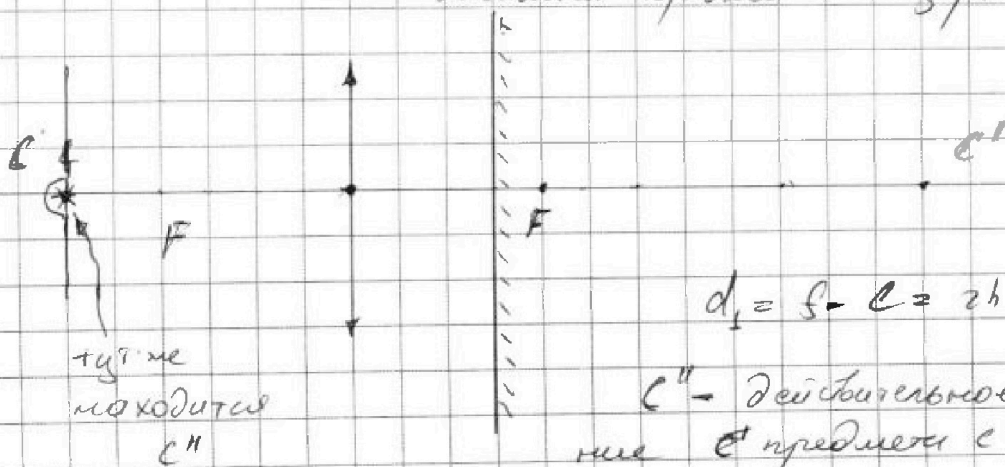
$$d = h; F = \frac{2}{3}h$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \rightarrow f = \frac{F \cdot d}{d - F}$$

$$f = \frac{\frac{2}{3}h \cdot h}{h - \frac{2}{3}h} = 2h > l \quad [l = \frac{1}{2}h]$$

2)  $C'$  - действительное изображение для линзы.

$C'$  - мнимый предмет для зеркала.



туда находится  $C''$

$$d_1 = f - l = 2h + \frac{h}{2} = 1,5h = l + h$$

$C''$  - действительное изображение  $C'$  предмета  $C'$  в зеркале.





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 5

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

3)  $S''$  - мнимый предмет для линзы.

$$\frac{1}{F} = \frac{-1}{d_2} + \frac{1}{s_2}$$

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{s_2}$$

$$d_2 = d_1 - l = 1,5h - \frac{h}{2} = h$$

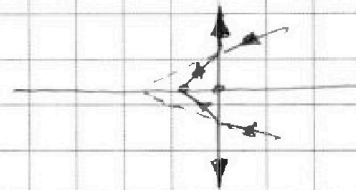
$$s_2 = \frac{F \cdot d_2}{d_2 + F} =$$

$$= \frac{\frac{2h}{3} \cdot h}{h + \frac{2h}{3}} = \frac{2h^2}{5h} =$$

$$= \frac{2}{5}h$$

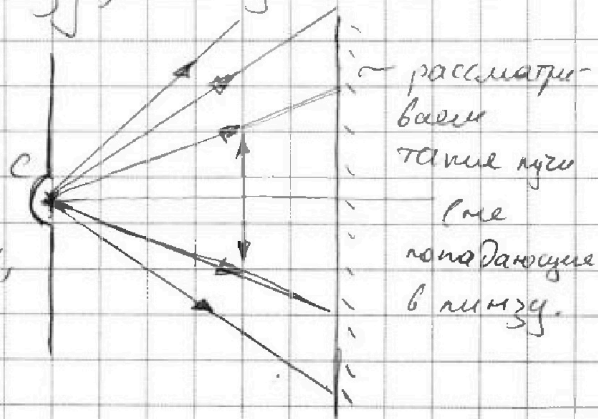
$S'''$  - действительное изображение ~~для~~  $S''$  в линзе.

4) Далее лучи от  $S'''$  будут попадать на экран и рассеиваться частично или полностью;



5) Рассмотрим лучи которые не попадают на линзу, а идут сразу к экрану.

$S'''$  - мнимое изображение предмета  $S$  <sup>в зеркале</sup> образованное лучами, не проходящими через линзу.



$$d_3 = h + l = h + \frac{h}{2} = 1,5h$$

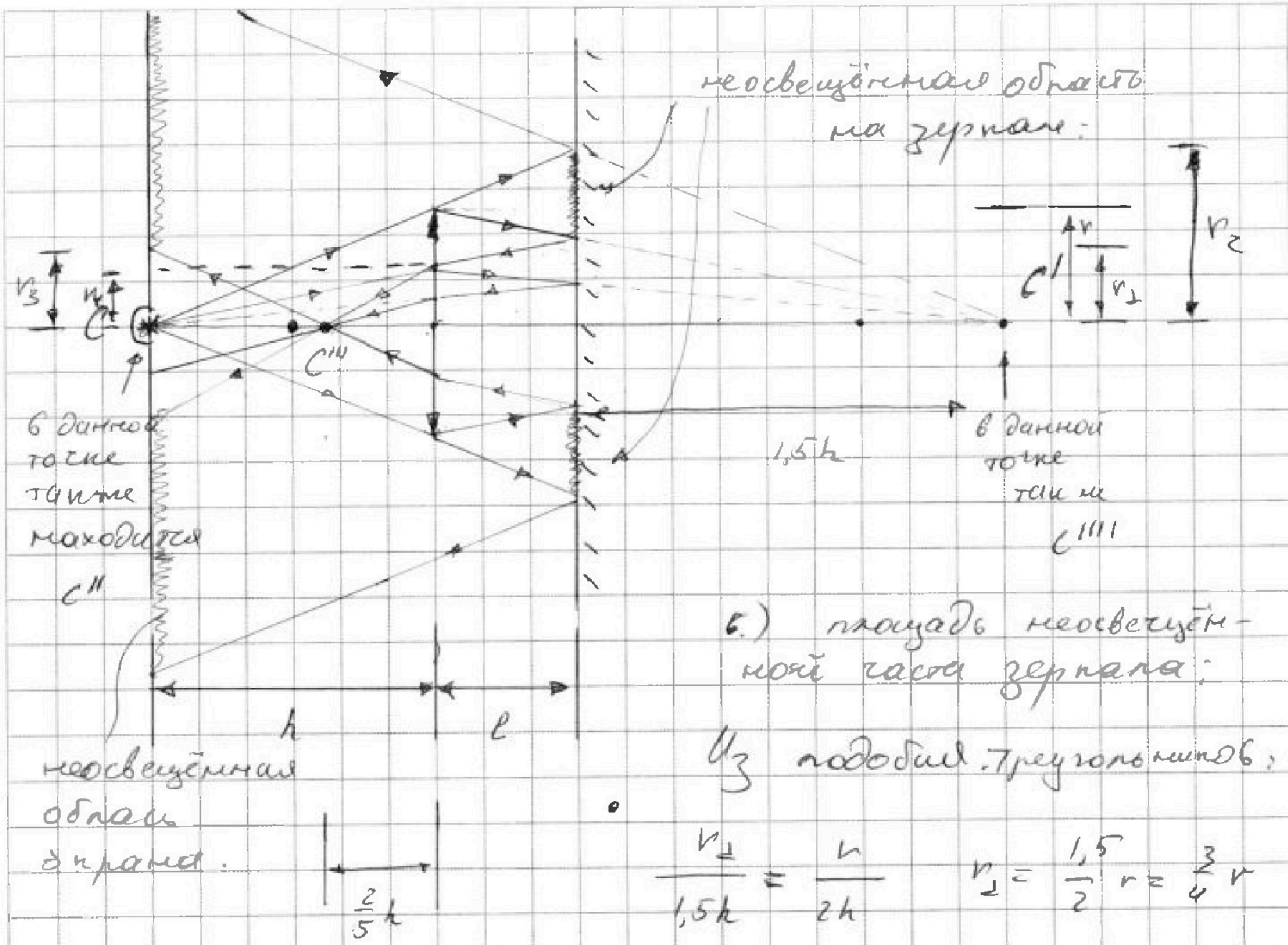


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 5

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



б.) площадь неосвещённой части зеркала:

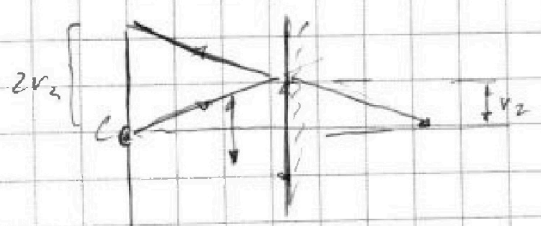
из подобия треугольников,

$$\frac{r_2}{1,5h} = \frac{r}{2h} \quad r_2 = \frac{1,5}{2} r = \frac{3}{4} r$$

•  $\frac{r}{h} = \frac{r_2}{1,5h} \Rightarrow r_2 = 1,5r$

$$S_{\text{неосвещённая на экране}} = 2\pi r_2^2 - \pi r^2 = 2\pi (1,5^2 - \left(\frac{3}{4}\right)^2) r^2 = 2\pi r^2 \cdot \left(\frac{4 \cdot 9}{16} - \frac{9}{16}\right) = \frac{2\pi r^2 (4-1) \cdot 9}{16} = \frac{9}{16} 2\pi r^2 \cdot 3 = \frac{27}{16} 2\pi r^2$$

7.) Неосвещённая область экрана:



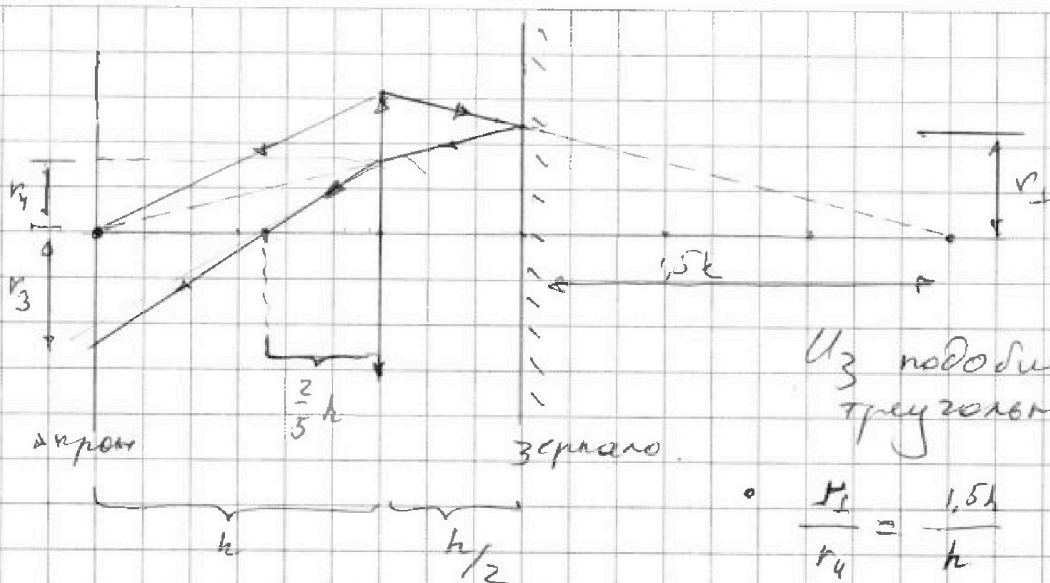


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 5

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



$$\frac{r_1}{r_4} = \frac{1,5h}{h}$$

$$r_4 = \frac{r_1}{1,5} = \frac{2}{3} r_1 = \frac{2}{3} v_1 = \frac{2}{3} v \cdot \frac{3}{4} = \frac{v}{2}$$

$$\frac{r_4}{\frac{2}{5}h} = \frac{r_3}{(h - \frac{2}{5}h)}$$

$$\frac{5r_4}{2} = \frac{5r_3}{3}$$

$$r_4 = \frac{2}{3} r_3$$

$$r_4 = \frac{2}{3} r_3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{v}{2} = \frac{v}{3}$$

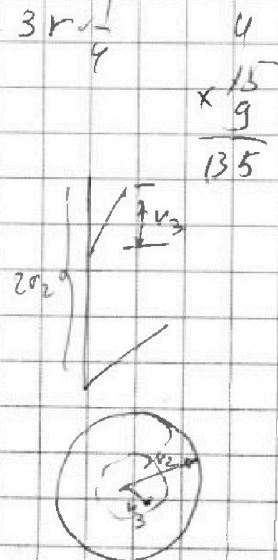
$$r_3 = \frac{3}{2} r_4 = \frac{3}{2} \cdot \frac{v}{3} = \frac{v}{2}$$

$$\Delta_{\text{неосвещ. пятно}} = \Delta(2r_2)^2 - \Delta(r_3)^2 =$$

на  
экране

$$= \Delta(3v)^2 - \Delta\left(\frac{3}{4}v\right)^2 =$$

$$= \Delta 9v^2 \left(5 - \frac{1}{16}\right) = \frac{135 \Delta v^2}{16}$$





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  
5 ИЗ 5

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

Ответ: 1)  $S_1 = \frac{27}{16} \text{ м}^2 = 27 \text{ м}^2$

2)  $S_2 = \frac{135}{16} \text{ м}^2 = 135 \text{ м}^2$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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



Дросселим  
обезразмериваем:



$$V = x \cdot V_0$$

$$p = \gamma p_0$$

$$T = z \cdot T_0 \frac{p_0 V_0}{p R}$$

$$pV = \gamma R T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \gamma R T$$

$$u = \frac{3}{2} \gamma R \frac{p_0 V_0}{p R} \frac{dz}{dt}$$

$$\Delta U = u \cdot \Delta t$$

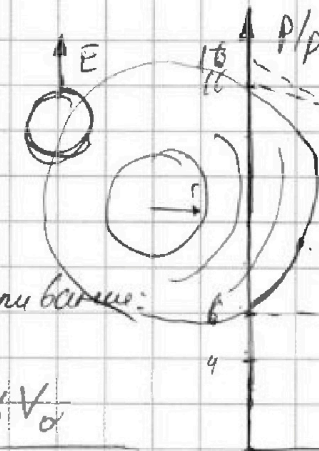
$$\frac{3}{2} \gamma R T = \frac{3}{2} \gamma R \cdot z$$

$$U = \frac{3}{2} \gamma R T = \frac{3}{2} \cdot \frac{p_0 V_0}{p R} \cdot \gamma R \cdot T$$

$$\Phi = (\vec{B}, \vec{S}) = B S \cos \alpha$$

V	$x V_0$
p	$\gamma p_0$
T	$z \frac{p_0 V_0}{p R}$
U	$\frac{3}{2} \frac{pV}{R} = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot z$
$\delta Q$	$\gamma p_0 V_0$

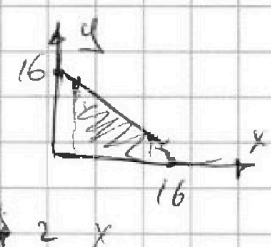
$$U = \gamma R \cdot \frac{3}{2} T$$



$$d\Phi = 0$$

$$\Phi = T R z = 0$$

$$y(x) = 16 + 16x$$



$$12 y = kx + 6 y_0$$

$$y = 66 = 6 y_0$$

$$y = 16 + k \cdot 16 = 0$$

$$k = -1$$

$$y = kx + b$$

$$0 = k \cdot 24 + 6$$

$$y = 8 = k \cdot 0 + b$$

$$b = 8$$

$$y = 8 - \frac{1}{3} x$$

Т-с показало: в дифференциальном уравнении

$$\delta Q = dU + \delta p$$

$$\delta p p_0 V_0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot u + p_0 \gamma dV$$

$$pV = \gamma R T$$

$$p_0 V_0 \cdot x \cdot y = p_0 V_0 \cdot z$$

$$xy = z$$

$$\frac{20 \cdot 3}{4} = 15$$

$$\int \frac{1}{x^2} dx = \frac{1}{-2+1} \cdot \frac{1}{x^{-2+1}} = -\frac{1}{x}$$



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!

