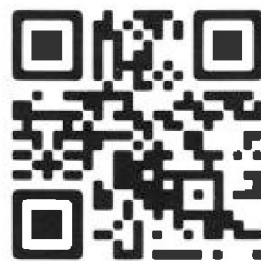




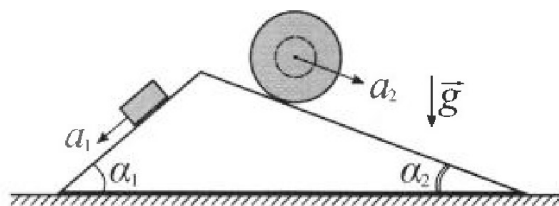
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



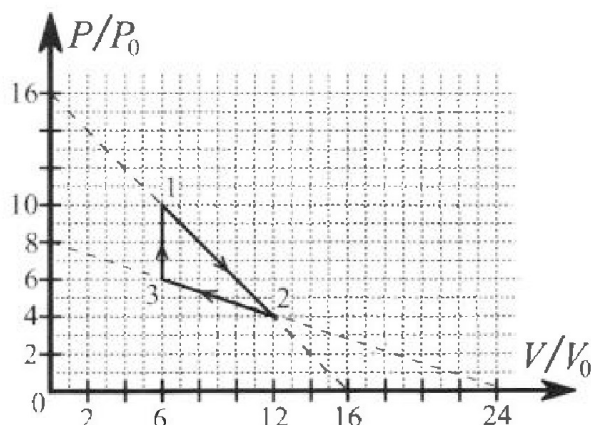
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

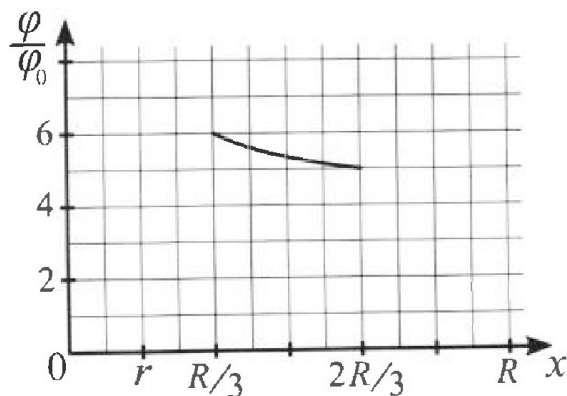
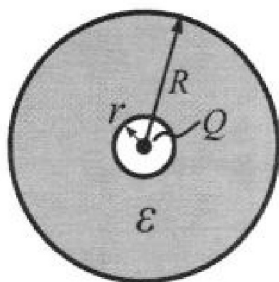


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





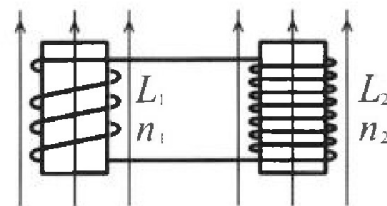
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

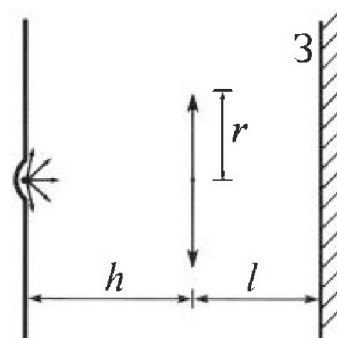


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

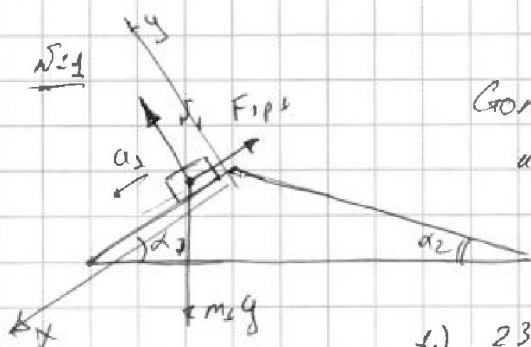


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 покатый.

1.) 23 Н для бруса:

$m = m_1$ масса
бруса.

$$\text{На } OX: m_1 g \sin \alpha_1 - \mu m_1 g \cos \alpha_1 = m_1 a_1$$

На OY

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

$$F_{tr \text{ поперек бруса}} = \mu N_1$$

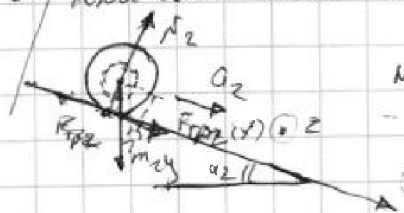
$$\mu m_1 g \cos \alpha_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 a_1$$

$$F_{tr} = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \frac{5g}{17} =$$

$$= m g \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85} m g$$

2) Рассмотрим шар.

Шар движется без проскальзывания, т.е. между нижней точкой шара и полом есть только сила трения поперек.



N_2 - нормальная сила реакции
опоры, действующая на шар
со стороны плоскости.

F_{tr2} - сила трения поперек, действующая между шаром и плоскостью.

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

$$OX^*: m_2 g \sin \alpha_2 + F_{tr2} = m_2 a_2$$

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

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

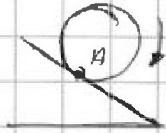


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



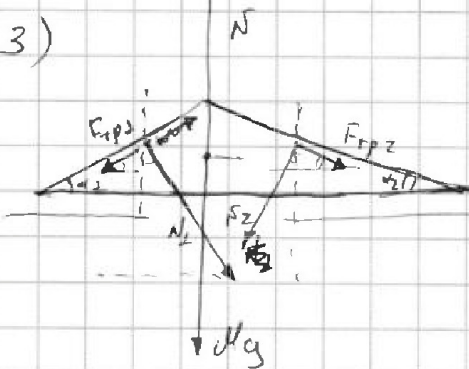
Точка A, хочет проскользнуть вверх по клину, но не может, поэтому сила трения покоя будет направлена против данного напр-я.

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

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

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

3)



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

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

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

Th о движении центра масс
или на OZ:

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

$$OZ: F_{трz} + F_{тр1z} + N_{1z} + N_{2z} + F_{трz} = 0$$

$$F_{тр(z)} + F_{трz} \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 -$$

$$- N_2 \sin \alpha_2 + F_{тр1} \cos \alpha_1 = 0$$

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

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

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



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!

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

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

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

Ответ:

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

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

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

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 12 \\ \hline 12 \\ 120 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ 4 \\ \hline 104 \\ - 475 \overline{) 25} \\ 25 \\ \hline 175 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 18 \\ \hline 72 \\ + 90 \\ \hline 180 \\ 270 \\ \hline 425 \\ \times 25 \\ \hline 175 \\ + 175 \\ \hline 425 \end{array}$$



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!

$\mathcal{N}: 2$

дано:
 p_0, V_0
процесс

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

3-е начало:

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

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

3) $\eta - ?$

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

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

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

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

$$= -18 p_0 V_0$$

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

$$\frac{60}{48} = 1.25$$

2) Проведём обезразмеривание величин.

$$V = x V_0$$

$$p = g p_0$$

$$dV = V_0 \cdot dx$$

$$dp = p_0 \cdot dg$$

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

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

$$Q = q \cdot p_0 V_0$$

$$\delta Q = g p_0 V_0$$

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

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

$$A = p_0 V_0$$

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

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

3-е состояние:

$$xg = z$$

3-е начало

термодинамики в дифференц. форме:

$$\delta q p_0 V_0 = dU \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 + p_0 V_0 \cdot g dx$$

$$\delta q = du \cdot \frac{3}{2} + g dx$$

$$\rightarrow [du = dz]$$



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) Упр.е процесса 1-2:

$$y = 16 - x \quad (\text{из } p-v \text{ диаграммы})$$

$$xy = z$$

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

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

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

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

$$z(8) = 36$$

$$T_{\max} = \frac{z(8)}{2R}$$

$$T_3 = \frac{p_0 \cdot v_0}{2R} \cdot 36$$

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

$$\begin{array}{r} 4 \\ \sqrt{16} \\ 3 \\ \hline 128 \\ - 69 \\ \hline 69 \\ \hline 128 \\ - 110 \\ \hline \end{array}$$

4) Можно заметить, что в данной точке цикла два процесса представляют собой наклонные линии, причем отрицательн. "наклон". Т.е. это не политропич. процесс. Тепло может как подводиться, так и отводиться в ходе данных процессов.

Анализ:

1-2:

$$\begin{cases} xy = z & \text{— ур.е сост. идеал. газа} \\ y = 16 - x & \text{— ур.е процесса 1-2} \\ dy = -dx & \text{— ур.е процесса 1-2 в дифф. ф-е} \\ dx y + dy \cdot x = dz & \text{— ур.е состояния в дифф. ф-е} \\ dy = dz \cdot \frac{2}{z} + y \cdot dx & \text{— Т-е можно в дифференц. форме} \end{cases}$$



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!

Найдём 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:

$xy = z$	- ур-е состояния
$y = 8 - \frac{1}{3}x$	- ур-е процесса 12
$dx y + dy x = dz$	- ур-е сост. в дифф. форме
$dy = -\frac{1}{3}dx$	- ур-е процесса в дифф. форме
$dg = \frac{3}{2} dz + y dx$	- I-е начало в дифф. форме

Найдем зависимость:

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

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

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

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



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.

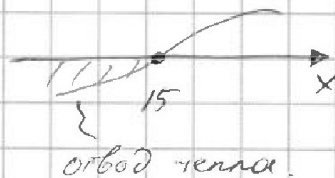


СТРАНИЦА

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.

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

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

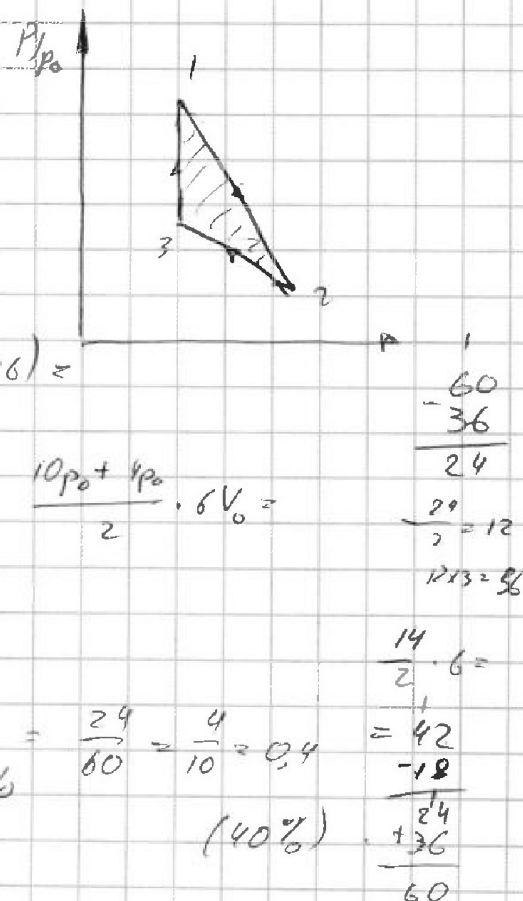
$$Q_+ = Q_{31} + Q_{12}$$

$$\bullet Q_{31} = \Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (-6 \cdot 6 + 10 \cdot 6) =$$

$$= 36 p_0 V_0$$

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

$$= 24 p_0 V_0$$



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

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

$$3) \eta = 40\%$$



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

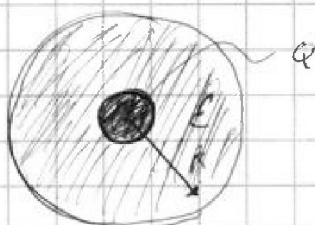
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

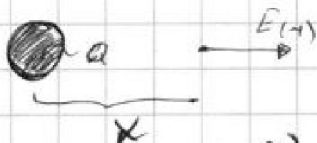
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3



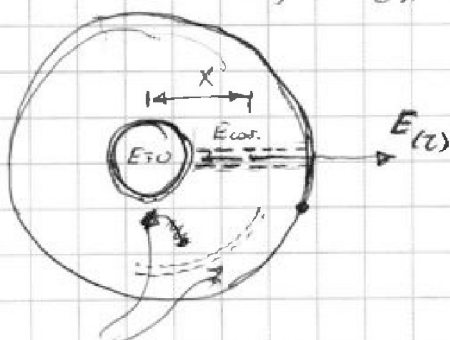
1) поле от шара с зарядом Q , если шар не было диэлектриком:

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



2) Нормальная составляющая и тангенциальная составляющая поля шара диэлектрика будет в 2 раз меньше, чем если бы не было диэлектрика.

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



Из-за вышестоящей симметрии задачи касательная составляющая вектора напряжённости эл. поля не может.



на внутренней и внешней поверхностях тонкого слоя диэлектрика полного шара образует поляризационный заряд $|Q_{пол.}|$, который и создаёт собственное поле, ослабляющее исходное

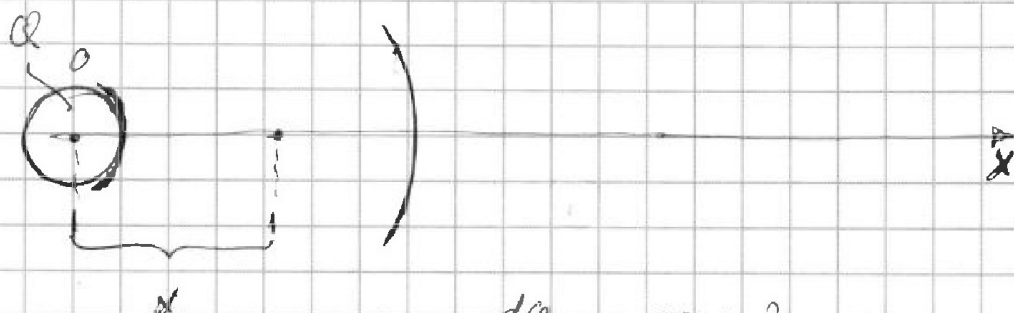


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{aligned} E_x &= -\frac{d\varphi}{dx} \\ \varphi(x) &= \frac{A_{\text{эз}} \times 6 \pi \epsilon_0 \times c \times q_{\infty}}{\varphi} = \frac{\int_{\infty}^x F_{\text{эл}}(x) dx}{\varphi} = \\ &= + \int_x^{\infty} E_x dx = + \left(\int_x^R \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx \right) = \\ &= + \left[\int_x^R \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx \right] = + \left[-\frac{kQ}{\epsilon_0} \frac{1}{x} \Big|_x^R - \frac{kQ}{x} \Big|_R^{\infty} \right] = \\ &= + \left[\frac{kQ}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) + \frac{kQ}{1} \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{R} \right) \right] \cdot (-1) \\ &= -\frac{kQ}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon R} - \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) \\ \boxed{\varphi(x) = -kQ \cdot \left(\frac{1}{\epsilon R} - \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right)} \end{aligned}$$

Находимые ϵ :

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

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



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!

$$\left\{ \begin{aligned} \varphi_1/\varphi_0 &= -\frac{kQ}{\varphi_0 R} \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 - 3 \right) = 6 \\ \varphi_2/\varphi_0 &= -\frac{kQ}{\varphi_0 R} \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 - \frac{3}{2} \right) = 5 \end{aligned} \right.$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ +1,5 \\ \hline 2,5 \end{array}$$

$$\frac{6}{5} = \frac{(1-4\varepsilon) \cdot \frac{1}{\varepsilon}}{\frac{1}{\varepsilon}(1-2,5\varepsilon)} \rightarrow \begin{array}{l} 6-15\varepsilon = 5-20\varepsilon \\ 1 = -5\varepsilon \end{array}$$

Ответ: $\varphi_{(x)} = -kQ \left(\frac{1}{\varepsilon R} - \frac{1}{R} \right) - \frac{1}{x}$

$$\varepsilon = -0,2$$



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!

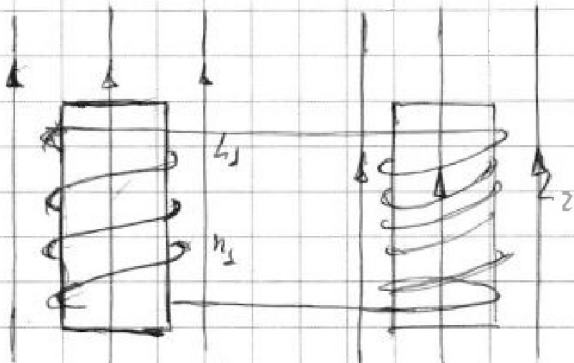
ДСЧ

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

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

S



Катушки достаточно далеко друг от друга.

1) в первой катушке магнитный поток B:

$$\Phi_1 = B \cdot S \cdot n_1$$

катушка 1: изменяющийся поток. B:

$$\Phi_0 = B_0 \cdot S \cdot n_1$$

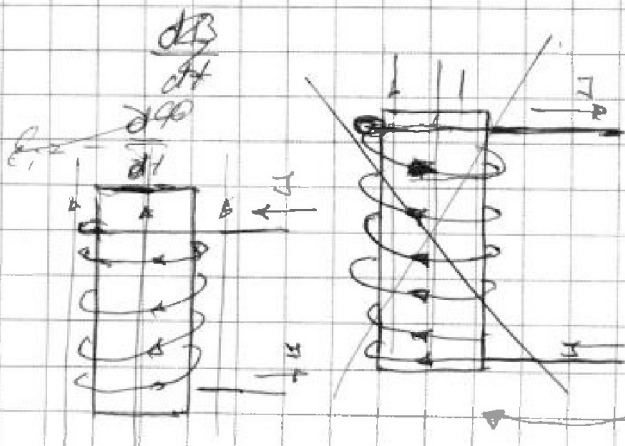
$$\Phi_{(1)} = S \cdot n_1 \cdot B_{(1)}$$

(зависимость потока B от B)

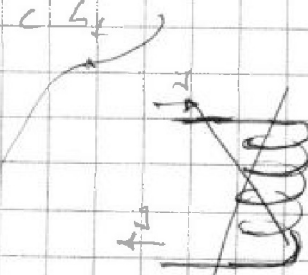
B₀

2) Т.к. изначально тока в катушках не было, но через них проходил поток B₀ при этом их сопр-с → 0. То при вынесении из внешнего магнитного поля ток будет таким, чтобы поток сохранился:

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



Если ток $I < 0$, то ток потечёт в обратную сторону.





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:

$L_1; n_1; S$ $L_2; n_2; S$

$\vec{n}$ - 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.

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

$d\varphi_s = 0$
(т.к. $\mathcal{E}_i = \mathcal{I}R$ $R \rightarrow 0$ $\mathcal{E}_i \neq 0$)

Исключаем от магнитного момента, будучи до момента:

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



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!

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

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

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

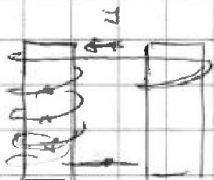
$$\frac{12}{3} - \frac{8}{3} = \frac{4}{3}$$

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

Если подставить наши-то конкретные значения и получить, 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 точностью до направления

см. 2) пункт с предположенным направлением I



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!

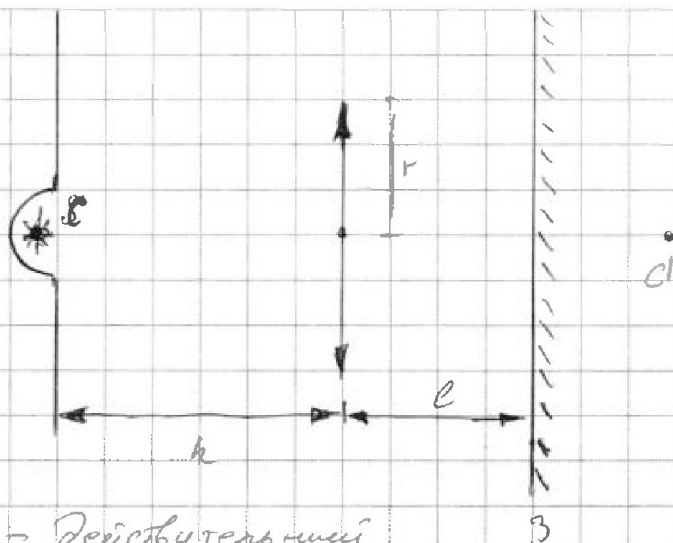
№5

• Приемной
вол от
полюсности
на стену
не попадает.

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

$$r = 4 \text{ см}$$

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



1) $S_{\text{полюсности}} - ?$

2) $S_{\text{полюсности}}$
(2)

1) S - действительный
предмет для линзы

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

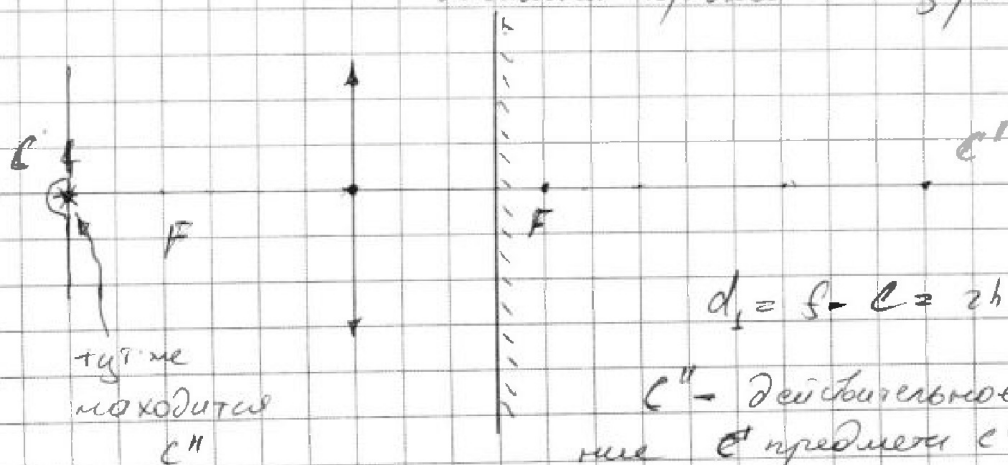
$$d = h; F = \frac{2}{3}h$$

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

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

2) S' - действительное изображение для
линзы.

S' - мнимый предмет для зеркала.



где
находится
 S''

$$d_1 = f - l = 2h + \frac{h}{2} = 1.5h = l + h$$

S'' - действительное изображе-
ние S' предмета S' 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:

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

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

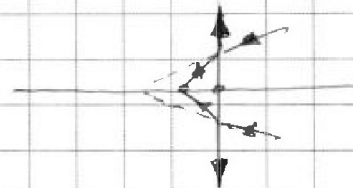
$$d_2 = d_1 - l = 1,5h - \frac{h}{2} = h$$

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

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

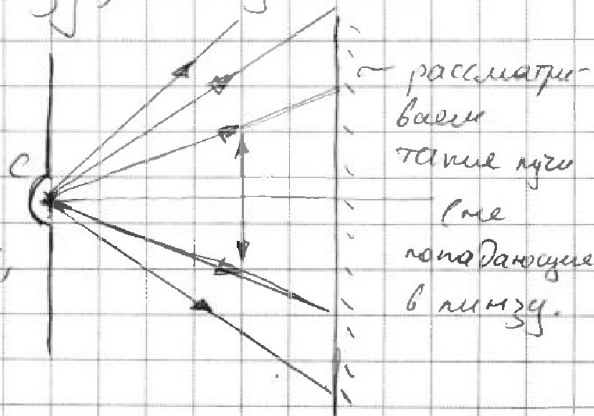
S''' - действительное изображение ~~для~~ S'' в линзе.

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 ^{в зеркале} образованное лучами, не проходящими через линзу.



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

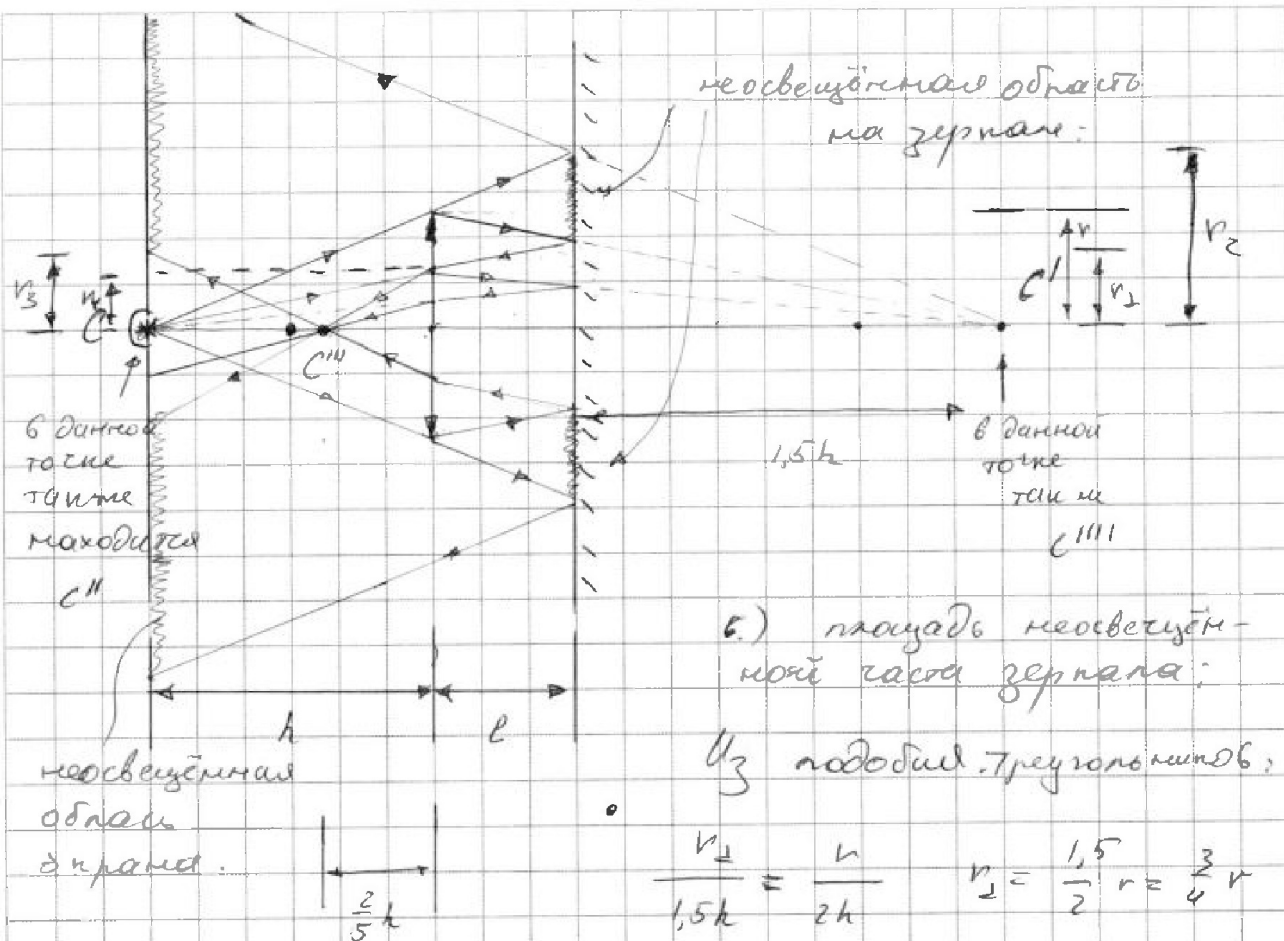


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

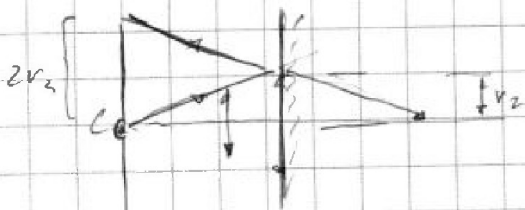


$$\bullet \quad \frac{r}{h} = \frac{r_2}{1,5h} \Rightarrow r_2 = 1,5r$$

$$\begin{aligned} S_{\text{неосвещённая на экране}} &= 2r_2^2 - (rr_2)^2 = 2\left(1,5^2 - \left(\frac{3}{4}\right)^2\right)r^2 \\ &= 2r^2 \cdot \left(\frac{4 \cdot 9}{16} - \frac{9}{16}\right) = \end{aligned}$$

7.) Неосвещённая область экрана:

$$\begin{aligned} &= \frac{2r^2(4-1) \cdot 9}{16} = \frac{9}{16} 2r^2 \cdot 3 = \\ &= \frac{27}{16} 2r^2 \end{aligned}$$



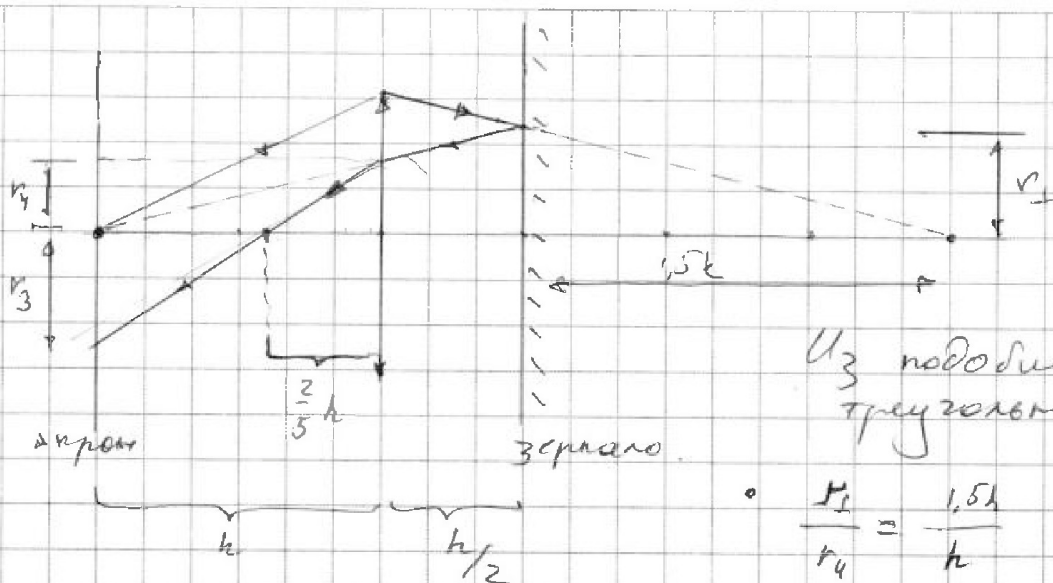


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



из подобия
треугольников:

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

$$r_4 = \frac{r_1}{1,5} = \frac{2}{3} r_1 =$$

$$= \frac{2}{3} r \cdot \frac{3}{4} = \frac{r}{2}$$

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

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

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

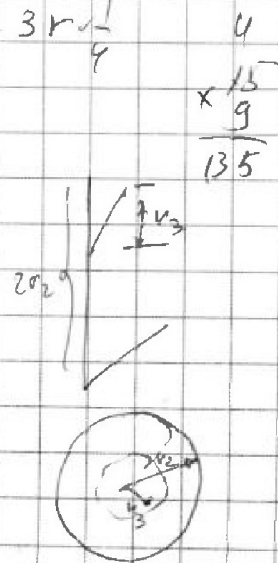
$$r_4 = \frac{2}{3} r_3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{r}{2} = \frac{r}{3}$$

$$r_3 = \frac{3}{2} r_4 = \frac{3}{2} \cdot \frac{r}{2} = 3r \cdot \frac{1}{4}$$

$$S_{\text{неосвещ. пятно на экране}} = S(2r_2)^2 - S(r_3)^2 =$$

$$= S(3r)^2 - S\left(\frac{3}{4}r\right)^2 =$$

$$= S \cdot 9r^2 \left(5 - \frac{1}{16}\right) = \frac{135}{16} r^2$$





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
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) $S_1 = \frac{27}{16} \text{ м}^2 = 272 \text{ см}^2$

2) $S_2 = \frac{135}{16} \text{ м}^2 = 1352 \text{ см}^2$

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



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!

