



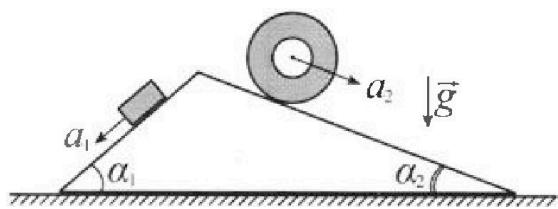
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

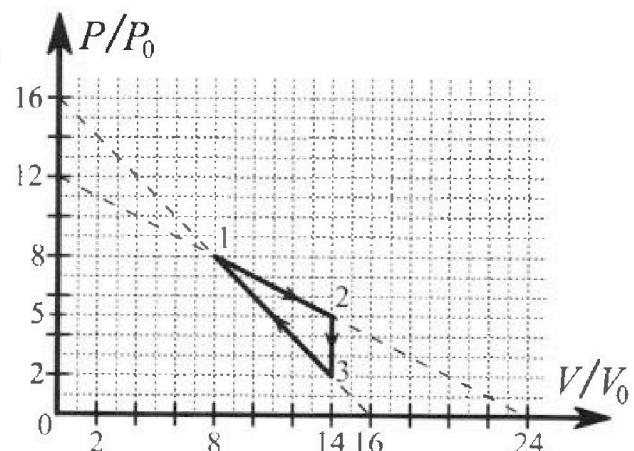
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ 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.

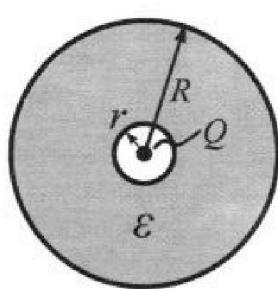
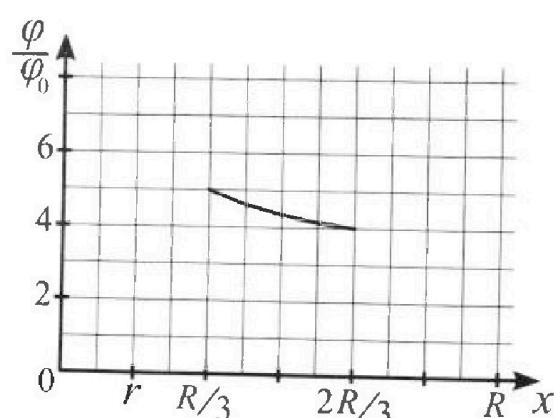
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.



- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

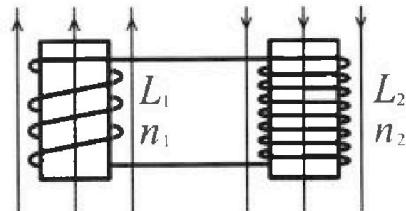
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

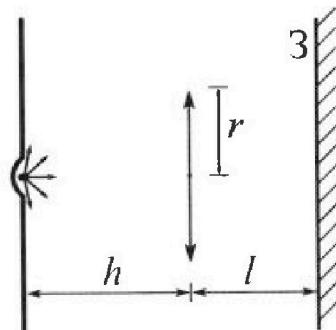


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача 1.

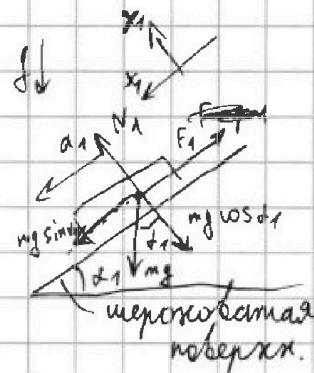
1) Рассмотрим брусков в произв. момен.:

№ 23 Н: на ось x_1 : $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \rightarrow$

$$\rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13} g\right)$$

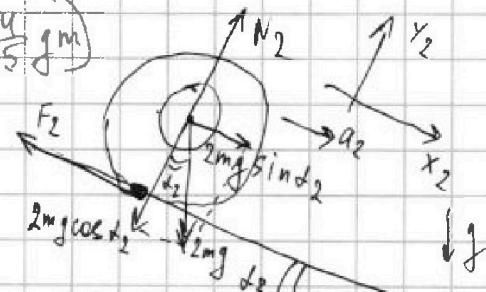
$$[F_1 = mg\left(\frac{3}{5} - \frac{30}{65}\right) = \frac{9}{65} mg]$$

№ 23 Н: на ось y_1 : ($N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$)



2) Рассмотрим цилиндр в произв. момен. времен.

Произв. момен. времен. $2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$
П.к он скатывается без проскальзывания.



Если, то на него действует постоянная сила
касания F_2 . П.к. масса цилиндра находится в
его центре. Сила F_2 действует на точку цилиндра, ка-
сающуюся с кинем.

№ 23 Н: на ось x_2 :

$$2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow [F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m\left(\frac{5}{13}g - \frac{1}{4}g\right) = \frac{21}{26} mg]$$

№ 23 Н: на ось y_2 : ($N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$)

3) Рассмотрим колесо в произв. момен.
времени. П.к он покится, то на него действует
сила трения покоя F_3 . Куда она будет направлена вправо.



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

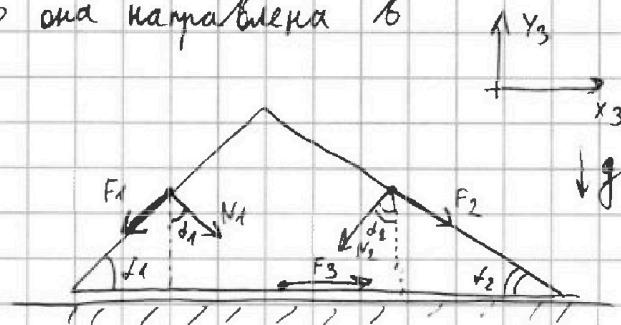
СТРАНИЦА
2 из 2

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

Если окажется, что $F_3 < 0$, то она направлена в противоположную сторону.

По ЗЗК на них будут действовать

силы F_1 и N_1 со стороны



кинка и силы F_2 и N_2 со стороны

цилиндра, направленные в

противоположную сторону.

По ЗЗК: на ось X_3 : $N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0$

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

$$\overline{F_3} = \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} =$$

$$= mg \left(\frac{36}{325} - \frac{12}{25} - \frac{42}{169} + \frac{120}{169} \right) =$$

$$= mg \left(-\frac{120}{325} + \frac{78}{169} \right) = -\frac{78}{845} mg \quad (F_3 < 0, \text{ значит на рисунке она направлена в обратную сторону}).$$

- Ответ:
- 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$
 - 2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$
 - 3) $F_3 = \frac{78}{845} mg$



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

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

5) Рассмотрим процесс 1-2: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$A_{12} = +S_{\text{уп}} = \frac{1}{2} (P_1 + \frac{5}{8} P_1) (\frac{7}{4} V_1 - V_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{8} P_1 \cdot \frac{3}{4} V_1$$

$$A_{12} = \frac{39}{64} P_1 V_1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nabla R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \left(\frac{35}{32} P_1 V_1 - P_1 V_1 \right) = \frac{9}{2} P_1 V_1$$
~~$$\eta = \frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = \frac{9}{2} \cdot \frac{64}{39} = \frac{9 \cdot 32}{13} = \frac{96}{13} \approx 7.3$$~~

6) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$; $A_{\Sigma} = A_{12} - A_{31} = +S_{\text{уп}}$

$$(A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (\frac{7}{4} V_1 - V_1) (\frac{5}{8} P_1 - \frac{2}{8} P_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} V_1 \cdot \frac{3}{8} P_1 = \frac{9}{64} P_1)$$

7) В процессах 1-2 и 3-1 "с" меняется, поэтому на каких-то участках термометра подводится, на каких-то отводится.

Каждый объем уменьшается в обоих процессах при которых $Q=0$ при переходе к адиабате.

$$PV^{\frac{5}{3}} = \text{const} - \text{уп-ие адиаб}$$

$$P(v) = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \Rightarrow P$$

$$P'(v) = \text{const} \cdot \left(-\frac{5}{3}\right) \cdot V^{-1} \cdot V^{-\frac{5}{3}} = -\frac{5P}{3V}.$$

• процесс 1-2: $P'(v) = -\frac{P_0}{2V_0} = -\frac{5P}{3V} \Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{3P_0}{10V_0}$

Очевидно: 1) $\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{2}$ 2) $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = \frac{96}{13}$



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
1 из 2

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

Задача 2:

1) Рассмотрим процесс 1-2: $\frac{P}{P_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \rightarrow P(V) = -\frac{P_0}{2V_0} V$

• Из графика видим: $\frac{P_1}{P_0} = \frac{3}{5} \rightarrow (P_2 = \frac{5}{8} P_1)$, где

P_1 и P_2 - давление газов в ^{точках} 1 и 2 соответственно.

• $\frac{V_1}{V_2} = \frac{8}{14} \rightarrow (V_2 = \frac{7}{4} V_1)$, где V_1 и V_2 - объем газов в точках 1 и 2 соответственно.

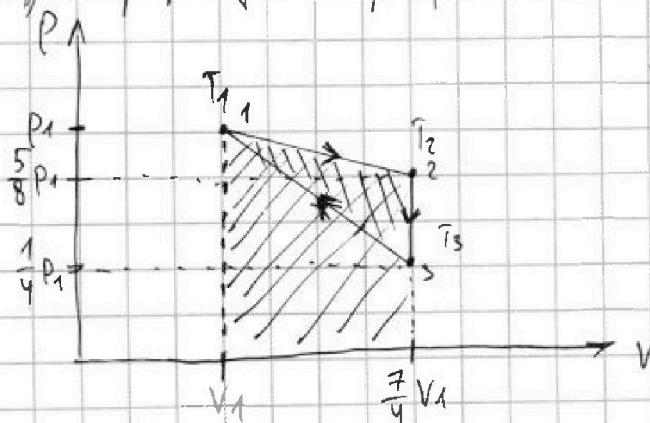
2) Рассмотрим процесс 3-1: $\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} \rightarrow (P(V) = -\frac{P_0}{V_0} V)$

• Из графика: (получено методом из пункта 1) $(V_3 = \frac{7}{4} V_1)$;

$(P_3 = \frac{5}{8} P_1)$, где P_3 и V_3 - давление и объем газа в т. 3.

3) Рассмотрим процесс 2-3: $\frac{V}{V_0} = \text{const} \rightarrow (V = \text{const})$
($V_2 = V_3 = \frac{7}{4} V_1$).

4) Перерисуем график в координатах $P(V)$:



По з. Менделеева - Клапейрона (М.к.):

$$P_1 V_1 = \text{const} \cdot T_1 \rightarrow T_1 = \frac{P_1 V_1}{\text{const}}$$

$$\left. \begin{aligned} P_2 V_2 &= \text{const} \cdot T_2 \rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{\text{const}} = \frac{35 P_1 V_1}{32 \text{const}} \\ P_3 V_3 &= \text{const} \cdot T_3 \rightarrow T_3 = \frac{P_3 V_3}{\text{const}} = \frac{7 P_1 V_1}{16 \text{const}} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\left[\frac{T_2}{T_3} = \frac{35 \cdot 16}{32 \cdot 7} = \frac{5}{2} \right]$$



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.

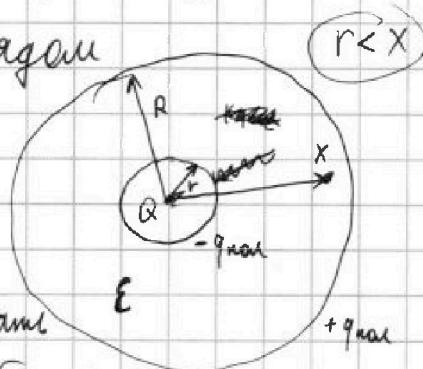
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача 3:

1) Такой шар можно представить в виде двух заряженных сфер радиусами r и R , между которыми находится диэлектрик. Из-за электрического поля, создаваемого зарядом Q в диэлектрике произойдет конгригация зарядов из-за чего заряд сферы радиусом r можно считать $-q_{\text{кон}}$, а заряд большей сферы $+q_{\text{кон}}$. По ЗСЗ: $+q_{\text{кон}} - q_{\text{кон}} = 0$.



2) рассмотрим напряженность в точке на расстоянии

$$x \text{ от центра: } E_{\Sigma}(x) = E_1 - E_2, \text{ где}$$

$$E_1 = \frac{kQ}{x^2}; \quad E_2 = \frac{kq_{\text{кон}}}{x^2}; \quad E_{\Sigma}(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$



$$\text{Пользуясь получаем: } \frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{\text{кон}}}{x^2} \rightarrow \frac{Q}{\epsilon} = Q - q_{\text{кон}} \rightarrow \\ \rightarrow \left(q_{\text{кон}} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \right)$$

3) Поменяв на расстояние x : $\psi(x)$ будет выражаться

$$\text{по формуле: } \left[\psi(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-q_{\text{кон}})}{R} + \frac{kq_{\text{кон}}}{R} = \right. \\ = \frac{6kQ}{5R} - \frac{6kQ(1-\frac{1}{\epsilon})}{5R} + \frac{5kQ(1-\frac{1}{\epsilon})x}{5R} = \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ(1-\frac{1}{\epsilon})}{5R} = \\ = \frac{kQ}{5R} \left(6 - 1 + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{5R} \left(5 + \frac{1}{\epsilon} \right)$$

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

4) Из графика получаем: $\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{5}{4} \rightarrow (\varphi_2 = \frac{4}{5}\varphi_1)$, где

φ_2 и φ_1 - потенциалы на расстоянии $\frac{2R}{3}$ и $\frac{R}{3}$ соответственно.

$$5) \varphi_1 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ(1-\varepsilon)}{R} + \frac{kQ(1-\varepsilon)}{R} = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kQ(1-\varepsilon)}{R} =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$$

$$\varphi_2 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ(1-\varepsilon)}{2R} + \frac{2kQ(1-\varepsilon)}{2R} = \frac{3kQ}{2R} - \frac{kQ(1-\varepsilon)}{2R}$$

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

6) $\varphi_2 = \frac{4}{5}\varphi_1 \rightarrow \cancel{\frac{kQ}{2R}} \cancel{\frac{4kQ}{5R}} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right) \rightarrow$

$$\rightarrow \frac{RQ}{2R} \left(2 - \frac{1}{\varepsilon} \right) = \frac{4RQ}{5R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right) \rightarrow 1 - \frac{1}{2\varepsilon} = \frac{4}{5} + \frac{8}{5\varepsilon} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{5} = \frac{8}{5\varepsilon} + \frac{1}{2\varepsilon} \rightarrow 1 = \frac{16}{2\varepsilon} + \frac{5}{2\varepsilon} \rightarrow 1 = \frac{21}{2\varepsilon} \rightarrow \varepsilon = \frac{21}{2}$$

Ответ: 1) $\varphi(x) = \frac{kQ}{5R} \left(5 + \frac{1}{\varepsilon} \right)$

2) $\varepsilon = \cancel{4.5} \quad \frac{21}{2}$



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 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!

Задача 4:

1) ~~$E_{12} = -\Phi_1 \frac{d\Phi}{dt}$~~ → Рассматриваем левую катушку
т.к. именно в ней изменяется индукция. Принимаем
вход ~~по часовой~~ ^{против} \rightarrow . Тогда $\Phi'_{12} = L_1 I' = (\mathcal{B} S \cos \beta)$,
где β - угол между нормалью входа и \vec{B} , тогда:

$$L_1 I' = -S_n \mathcal{B}' = -S_n \cdot \frac{\Delta \mathcal{B}}{\Delta t} = -S_n \Delta \rightarrow$$

$$\rightarrow I' = -\frac{S_n \cdot \Delta}{L_1}; |I'| = \frac{S_n \cdot \Delta}{L_1}$$

Ответ: 1) $|I'| = \frac{S_n \cdot \Delta}{L_1}$



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

СТРАНИЦА
1 из 2

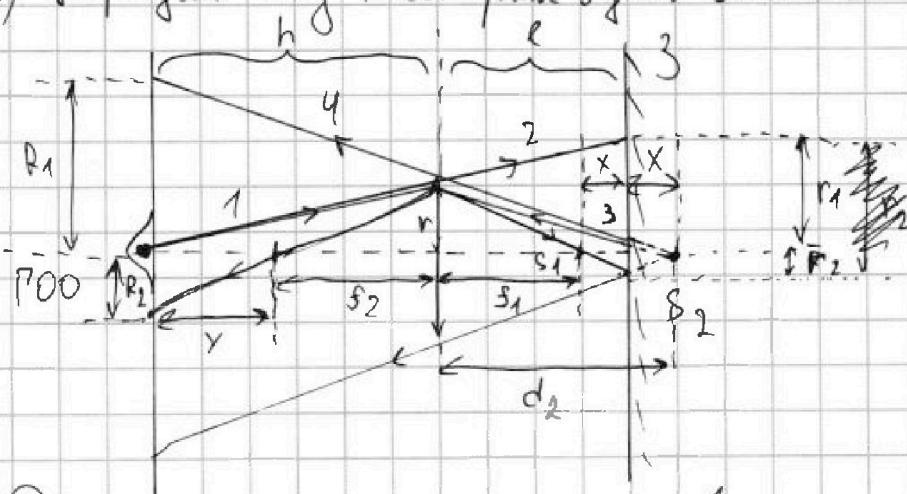
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №5:

1) По формуле тонкой собирающей линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \rightarrow \frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} \rightarrow f_1 = \frac{h}{2} < l.$$

2) Нарисуем ход некоторых лучей света:



3) рассмотрим луч 1, пущенный в край линзы и преломившийся. Он пересечет РОО в точке S_1 на расстоянии s_1 . Этот луч и лучи, пущенные под меньшими углами, сбьют зеркало окружностью радиусом r_2 . При этом

$$\frac{r}{s_1} = \frac{r_2}{x}, \text{ где } x = l - s_1 = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2}$$

$$\text{тогда } \left(r_2 = \frac{rh \cdot \frac{1}{6}}{\frac{1}{2}h} = \frac{r}{3} \right) \quad S_{\text{окр}}(r_2) = \frac{\pi r^2}{9}$$

Пустим луч 2, на границу линзы, который не преломится. Тогда

$$\frac{r_1}{l+h} = \frac{r}{h} \rightarrow r_1 = \frac{\frac{5}{3}rh}{h} = \frac{5}{3}r$$

$$S_{\text{окр}}(r_1) = \frac{25\pi r^2}{9}. \text{ Тогда попадут необ. части зеркала } S_1$$



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
2 из 2

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

$$\begin{aligned} S_1 &= S_{\text{окр}}(r_1) - S_{\text{окр}}(r_2) \\ S_1 &= \frac{25\pi r^2}{9} - \frac{\pi r^2}{9} = \frac{24\pi r^2}{9} \\ S_1 &= \frac{8 \cdot 25\pi}{3} = \frac{200\pi}{3} \end{aligned}$$

ч) Точка S_2 - минное изображение источника б
зеркале и действ. предмет даст минн.

Посмотрим луч 3, пущенный на край экрана и
преломленный 6ней. По формуле тонкой линзы:

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h} \rightarrow$$

$$\rightarrow f_2 = \frac{5}{9}h. \text{ Входящий луч пересечёт ГОД на расстоянии}$$

f_2 от экрана и падёт на стену. радиус светового
пучка на стене будет $R_2 = \frac{ry}{f_2}$, где $y = h - \frac{5}{9}h = \frac{4}{9}h$

$$R_2 = \frac{r \cdot \frac{4}{9}h}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{5}r \quad S_{\text{окр}}(R_2) = \frac{16\pi r^2}{25}$$

Посмотрим луч 4, пущенный на ум экрана, но

не преломившийся 6ней. Из рисунка видно, что

$$R_1 = \frac{r(x+h+l)}{x+l}; R_1 = \frac{rh \frac{11}{5}}{\frac{6}{5}h} = \frac{11}{5}r; S_{\text{окр}}(R_1) = \frac{121\pi r^2}{25}$$

$$\text{г) } S_2 = S_{\text{окр}}(R_1) - S_{\text{окр}}(R_2) = \frac{105\pi r^2}{25} \text{ и } \left[S_2 = \frac{105 \cdot 25 \cdot \pi}{25} = 105\pi \right]$$

Ответ: 1) $S_1 = \frac{200}{3}\pi$ 2) $S_2 = 105\pi$.



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!

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 7СТРАНИЦА
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!

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 3 \\ \hline 39 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 13 \\ 5 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39 - 30 = 9 \\ 65 \\ \hline 65 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 13 \\ 4 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 - 13 = 7 \\ 52 \\ \hline 52 \end{array} =$$

$$\begin{array}{r} \times 65 \\ 5 \\ \hline 325 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 39 \\ + 13 \\ \hline 169 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 29 \\ 5 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$325 = 13 \cdot 25 \quad \cdot 13$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 13 \\ + 36 \\ \hline 190 \\ - 110 \\ \hline 80 \\ + 42 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 12 \\ - 110 \\ \hline 190 \\ - 42 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 169 \\ 25 \\ \hline 845 \\ + 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 120 \\ 13 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 36 \\ + 12 \\ \hline 1560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 25 \\ + 330 \\ \hline 1950 \\ - 1560 \\ \hline 390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 845 \\ 5 \\ \hline 4225 \end{array}$$

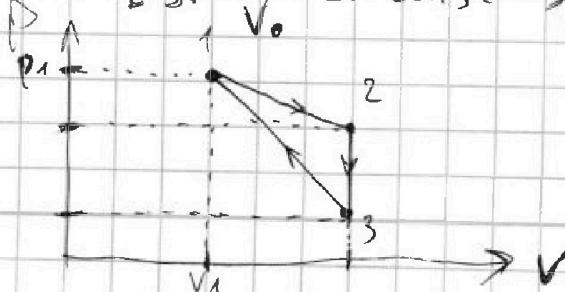
$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_1}$$

$$\frac{390}{4225} = \frac{78}{845} \quad \cancel{A_1}$$

$$2) 1-3: \frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} \rightarrow P = P_0 V \quad (P(V) = -\frac{P_0}{V_0} V)$$

$$1-2: \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \rightarrow P(V) = \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}$$

$$2-3: \frac{V}{V_0} = \text{const} \rightarrow (V = \text{const})$$



$$1-2: \frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{P_0}{P_2} = \frac{8}{5} \quad \cancel{A_1} \quad [P_2 = \frac{5}{8} P_1]$$



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 7СТРАНИЦА
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!

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{5}{4} \rightarrow \varphi_2 = \frac{4}{5} \varphi_1$$
$$\varphi(R/3) = \frac{4}{5} \varphi(2R/3)$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 144 \\ + 150 \\ \hline 400 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 408 \\ \times 25 \\ \hline 200 \end{array}$$~~

$$\begin{array}{r} 391 \\ \times 25 \\ \hline 1955 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 391 \\ + 1955 \\ \hline 782 \end{array}$$

$$\frac{2h}{6} + \frac{11h}{6} = h \frac{5}{6}$$

$$\frac{h}{6} + \frac{4h}{6} + \frac{6h}{6} = \frac{11}{6}h$$

$$\frac{5}{6}h$$

$$\begin{array}{r} .11 \\ - 121 \\ \hline 105 \end{array}$$