



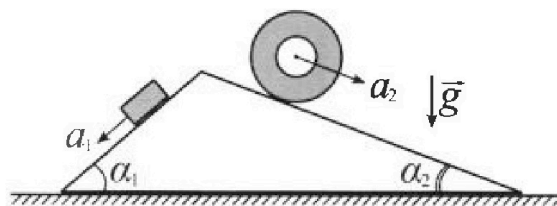
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

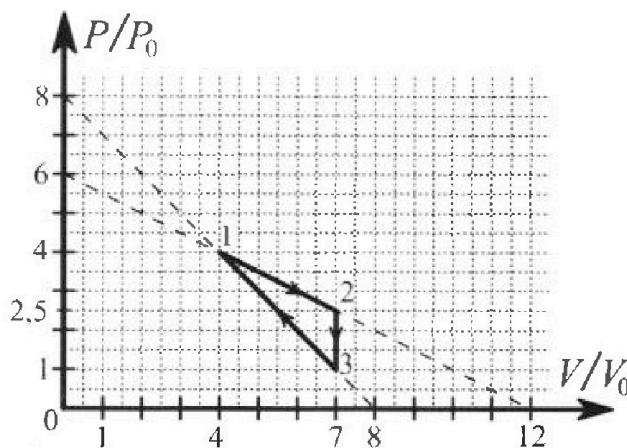


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

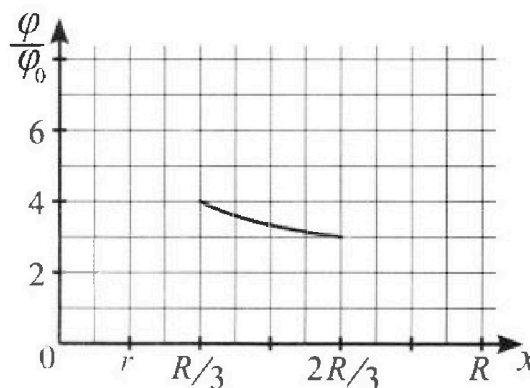
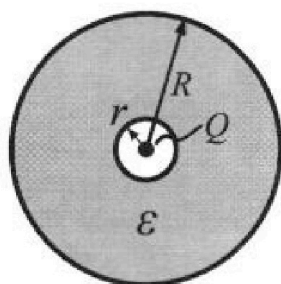
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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



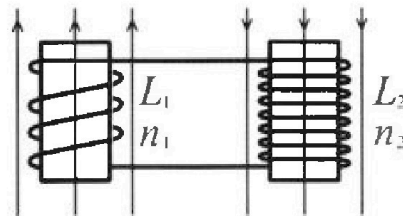
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

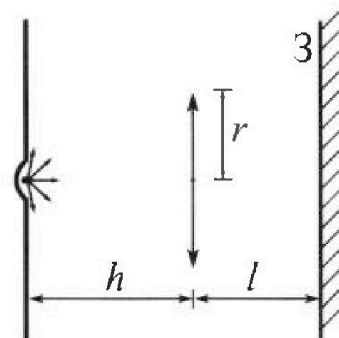


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

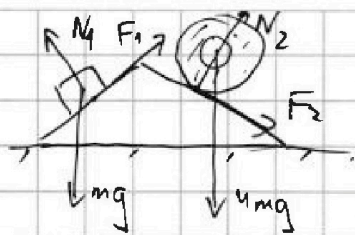
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

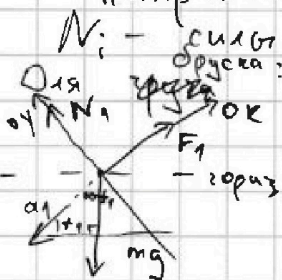
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



бруска F_1 тогда направлена против вращения, т.е. в месте соприкосновения есть отс. скорость $\Rightarrow F_1$ - сила трения скольж.

А F_2 - сила трения покоя, т.е. приложена к мгновенному центру вращ.

и мы не можем с уверенностью сразу сказать ее направление.



N_i - сила реакции клина на (1-бруска 2 - цилиндр)

II з. Ньютона:

ок:

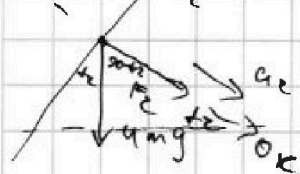
$$-ma_1 = F_1 - mg \cos(90^\circ - \alpha_1)$$

оу:

$$0 = N_1 - mg \cos \alpha_1$$

Пусть F_2 направлена "вниз". Если мы не угадали, то $F_2 < 0$

Для цилиндра * я выбрал новые оси ox и oy .



ок:

$$ma_2 = F_2 + 4mg \cos(90^\circ - \alpha_2)$$

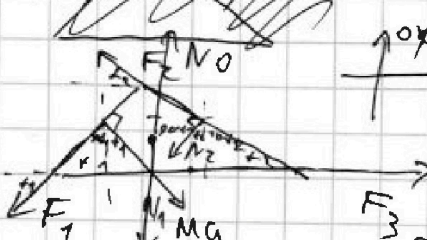
оу:

$$0 = N_2 - 4mg \cos \alpha_2$$

* нули по оси \perp плоск. движ. - это условие не отрывности контактной поверхности предмета.

Для клина:

Пусть F_3 вправо на исходном рис. (ниже просто $F_3 < 0$)
Расставим силы на от груза и цилиндра



* опять забудем про пред. ox и oy .

II з. Ньютона по ox :

$$0 = F_3 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \cos(\beta_0 - \alpha_1) + (-N_2 \cos(\beta_0 - \alpha_2))$$

Забудь по oy :

Внимем всё, что знаем

$$0 = F_2 \cdot \cos(\beta_0 - \alpha_2) - F_1 \cdot \cos(\beta_0 - \alpha_1) - N_1 \cos \alpha_1 - N_2 \cos \alpha_2 + N_0 - Mg$$



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
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!

$$\begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \\ mg \cos \alpha_1 = N_1 \\ 4ma_2 = F_2 + 4mg \sin \alpha_2 \\ N_2 = 4mg \cos \alpha_2 \\ 0 = F_3 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 \end{cases}$$

записываю клин по оу бессмысленная из-за того, это мы и е знаем его массы (M) и N₀ (его реакция в землей)

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{5}{13} mg = \frac{3}{5} mg - F_1 \\ \frac{4}{5} mg = N_1 \\ \frac{5}{6} mg = F_2 + mg \cdot \frac{20}{13} \\ N_2 = \frac{48}{13} mg \\ 0 = F_3 - \frac{4}{5} F_1 - \frac{12}{13} F_2 + \frac{3}{5} N_1 - \frac{5}{13} N_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right)$$

$$F_1 = mg \frac{39 - 25}{13 \cdot 5}$$

$$F_1 = mg \frac{14}{65}$$

$$F_2 = mg \left(\frac{5}{6} - \frac{20}{13} \right)$$

теперь это мы с направлением мы не угадали. ~~Правильно F₂ и F₃~~

$$F_2 = mg \cdot \left(\frac{20}{13} - \frac{5}{6} \right)$$

$$F_2 = mg \frac{120 - 65}{78}$$

$$F_2 = mg \cdot \frac{55}{78}$$

$$F_3 = \frac{4}{5} F_1 + \frac{12}{13} F_2 - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} mg + \frac{5}{13} \cdot \frac{48}{13} mg$$

$$F_3 = \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg + \frac{12}{13} \cdot \frac{55}{78} mg - \frac{12}{25} mg + \frac{5 \cdot 48}{169} mg$$

$$F_3 = mg \cdot \left(\frac{8 \cdot 7}{25 \cdot 13} - \frac{12}{25} + \frac{5 \cdot 48}{13^2} - \frac{12 \cdot 55}{13^2 \cdot 6} \right)$$

$$F_3 = mg \left(\frac{56 - 12 \cdot 13}{25 \cdot 13} + \frac{5 \cdot 48 - 2 \cdot 55}{13^2} \right)$$



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.

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!

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 12 \\ \hline 26 \\ \times 23 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ \times 5 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$F_3 = mg \cdot \left(-\frac{100}{25 \cdot 13} + \frac{240 - 110}{13^2} \right)$$

$$\Rightarrow F_3 = mg \cdot \left(\frac{130}{13^2} - \frac{25 \cdot 4}{25 \cdot 13} \right)$$

$$F_3 = mg \cdot \left(\frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right)$$

$$F_3 = mg \cdot \frac{6}{13}$$



1 2 3 4 5 6 7

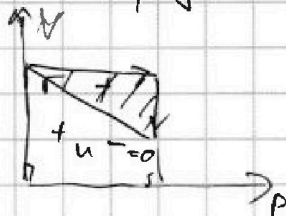
СТРАНИЦА
1 ИЗ 5

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!

Работа газа будет площадью, ограниченной процессами на газе.

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot \text{ширина} \cdot \text{высота} \quad (\text{до } p_2)$$

из графика
 $p_2 = 1,5 p_0$



высота $p_2 = 1,5 p_0$ от $4V_0$ до $7V_0 = 3V_0$

$\Rightarrow A_{\text{газа}} = 4,5 p_0 V_0$

газ нашего газа:

$$U_i = \frac{3}{2} \nu R T_i$$

ν - кол-во газа (моль)

T_i - температура в к. в этот момент

U_i - внутренняя энергия в этот момент

Пусть U_{12} - количество приращенной вн. энергии из 1 в 2:

$$U_{12} = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \right|$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \\ 7 \\ \hline 17,5 \end{array}$$

где ν по уравнению:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

\Rightarrow из графика

$$4 p_0 \cdot 4 V_0 = \nu R T_1$$

$$1,5 p_0 \cdot 7 V_0 = \nu R T_2$$

$$U_{12} = \left| \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) \right|$$

$$U_{12} = \left| \frac{3}{2} (17,5 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0) \right|$$

$$U_{12} = 1,5^2 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{U_{12}}{A_{\text{газа}}} = \frac{1,5 \cdot 1,5 p_0 V_0}{3 \cdot 1,5 p_0 V_0} = \frac{1}{2}$$

$$T_1 = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

~~max температура на участке 12 будет в точке касания с изотермой. Пусть это не так, тогда в этой точке изотерма пересекает~~
 Давайте без экзотики с касанием изотермы.



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!

Я просто бивегу $P(V)$ и носителям как PV
т.к. \sqrt{R} - здесь просто коэф-т:

$\max T$ при $\max PV$

из графика, завис. 1-2 $\in P(V)$:

$$P_{12} = b p_0 \epsilon - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V$$

$(b p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V) \cdot V$ найдём \max на $V \in [V_0, 2V_0]$

$$b p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2$$

парабола с вершиной вниз - \max в вершине

$$V_{\text{в.}} = -\frac{b p_0}{2 \cdot (-\frac{p_0}{2V_0})} \quad V_{\text{в.}} = \frac{b p_0}{p_0} \cdot V_0 = b V_0$$

как видим, эта точка $\in [V_0, 2V_0]$

$$\Rightarrow T_{\max, 12} = \frac{b V_0 \cdot (b p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot b V_0)}{\sqrt{R}}$$

$$T_{\max, 12} = \frac{b V_0 \cdot (b p_0 - \frac{3}{2} p_0)}{\sqrt{R}}$$

$$T_{\max, 12} = \frac{b p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\max, 12}}{T_1} = \frac{b p_0 V_0}{\sqrt{R}} \cdot \frac{\sqrt{R}}{16 p_0 V_0} = \frac{b}{16} = \frac{9}{8}$$

$$k_B = \frac{b}{2a} \text{ гл. 1}$$

$$y = 2ax^2 + bx + c$$

А вот с Q применим, то, что в точке смены поведения тела на отведение происходит кас. с адiabатой этого газа. Найдём их (если они есть) для 1-2 и 3-4.
* 2-3 - изотер. процесс и так всё-ся контролируем.

для одноатомного газа:

$$C_V = \frac{3}{2} \sqrt{R}$$

$$C_P = \frac{5}{2} \sqrt{R} + \sqrt{R}$$

Адiabата $c = 0$

ур-е политроты

$$PV^\gamma = \text{const} \quad \gamma = \frac{C_P - C_V}{C_P} = \frac{C_P}{C_V} = \frac{1,5 + 1}{1,5} = \frac{5}{3}$$



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!

f - какой-то разл. (глав 1-2 и 1-3) коэфф.

каким 90-уго 1-3:

из графика $P_{31}(V)$:

$$P_{31} = \delta P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

глав 1-2:

кас. криве = равенство произв. и ~~пересечение~~ 90-уго.

$$p V^{\frac{5}{3}} = f;$$

$$p = \frac{f_i}{V^{\frac{5}{3}}} \quad p' = -\frac{5 f_i}{3 V^{\frac{8}{3}}}$$

глав 31:

2гр т. кас $X(V_{31}, P_{31})$

$$\begin{cases} \frac{P_0}{V_0} V_{31} = -\frac{5 f_i}{3 V_{31}^{\frac{8}{3}}} \\ \delta P_0 - \frac{P_0}{V_0} V_{31} = \frac{f_i}{V_{31}^{\frac{5}{3}}} \end{cases} \Rightarrow f_i = \delta P_0 V_{31}^{\frac{5}{3}} - \frac{P_0}{V_0} V_{31}^{\frac{8}{3}}$$

$$\Rightarrow -\frac{P_0}{V_0} V_{31} = -\frac{5}{3 V_{31}^{\frac{8}{3}}} \cdot \left(\delta P_0 V_{31}^{\frac{5}{3}} - \frac{P_0}{V_0} V_{31}^{\frac{8}{3}} \right)$$

$$-\frac{P_0}{V_0} V_{31} = -\frac{5}{3} \cdot \left(\delta P_0 V_{31}^{-1} - \frac{P_0}{V_0} \right)$$

$$\begin{array}{r|l} 162 & 3 \\ 15 & 54 \\ \hline 72 & \end{array}$$

$$\frac{V_{31}}{V_0} = \frac{40 V_{31}}{3} - \frac{1}{V_0}$$

$$V_{31} + V_{31} - \frac{40}{3} V_0 = 0$$

$$V_{31} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + \frac{160}{3}}}{2}$$

$$V_{31} = \frac{-1 \pm \sqrt{\frac{163}{3}}}{2}$$

$$V_{31} = \frac{\sqrt{\frac{163}{3}} - 1}{2}$$

$$\frac{V_{31}}{V_0} = \frac{40}{3} V_{31}^{-1} - \frac{5}{3 V_0} \quad | \cdot 3 V_{31} V_0$$

$$3 V_{31}^2 + 5 V_{31} - 40 V_0 = 0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$V_{31} = \frac{-5 \pm \sqrt{25 + 160 \cdot 3}}{6}$$
~~$$V_{31} = \frac{-5 \pm \sqrt{505}}{6}$$

$$V_{31} = \frac{\sqrt{505} - 5}{6}$$

$$V_{31} = \frac{-5 \pm \sqrt{25 + 160 \cdot 3}}{6}$$

$$V_{31} = \frac{-5 \pm \sqrt{505}}{6}$$

$$V_{31} = \frac{\sqrt{505} - 5}{6}$$~~

$V_{31} \text{ тогда } > 0$
 $22 < \sqrt{505} < 23$
 $\Rightarrow V_{31} < 3$

\Rightarrow не прилагается 31 и на 31 пост. теплёмкость.

919 12:

тогда смеш;

$$\begin{cases} -\frac{p_0}{2V_0} V_{12} = -\frac{5 \Delta_i}{3 V_{12}^{\frac{5}{3}}} \\ 6 p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V_{12} = \frac{\Delta_i}{V_{12}^{\frac{5}{3}}} \end{cases} \quad Y(V_{12}; P_{12})$$

* новое Δ_i

$$\Delta_i = 6 p_0 V_{12}^{\frac{5}{3}} - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V_{12}^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_0}{2V_0} V_{12} = \frac{5}{3 V_{12}^{\frac{5}{3}}} \cdot \left(6 p_0 V_{12}^{\frac{5}{3}} - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V_{12}^{\frac{5}{3}} \right)$$

$$\frac{V_{12}}{2V_0} = 10 V_{12}^{-1} - \frac{5}{6 V_0} \quad | \cdot 6 V_0 V_{12}$$

$$3 V_{12}^2 + 5 V_{12} - 60 V_0 = 0$$

$$V_{12} = \frac{-5 \pm \sqrt{25 + 12 \cdot 60}}{6}$$

$$V_{12} = \frac{-5 \pm \sqrt{745}}{6}$$

$$V_{12} > 0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$V_{12} = \frac{-5 + \sqrt{745}}{6} \quad \sqrt{745} < 28$$

$$\Rightarrow V_{12} < \frac{-5 + 28}{6}$$

$$V_{12} < \frac{23}{6} < 4$$

\Rightarrow тоже не подходит

$$\eta = 1 - \frac{|Q_x|}{|Q_H|}$$

\leftarrow ищется Q_H

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot J R \cdot (T_2 - T_1) + A_{2130}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (17,5 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot 3 V_0 \cdot (2,5 p_0 + 4 p_0)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 6,5 p_0 V_0$$

\leftarrow Q_H

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \cdot J R (T_3 - T_2) + A_{2330} \leftarrow 0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} (7 p_0 V_0 - 2,5 p_0 \cdot 7 V_0)$$

\leftarrow Q_x

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \cdot J R \cdot (T_1 - T_3) + A_{2330} \leftarrow \text{в обратную от } 6V$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) - 3 V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot (p_0 + 4 p_0)$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \cdot 9 p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot 5 p_0 V_0$$

\leftarrow Q_H

$$\eta = 1 - \frac{\frac{3}{2} \cdot (7 p_0 V_0 + 2,5 \cdot 7 p_0 V_0)}{\frac{3}{2} \cdot 4 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (9 p_0 V_0 + 6,5 p_0 V_0)}$$

$$\eta = 1 - \frac{2,5 \cdot 7 - 7}{4 + 1,5 + 6,5}$$

$$\eta = 1 - \frac{7 \cdot (2,5 - 1)}{4 + 8}$$

$$\eta = 1 - \frac{7 \cdot 1,5}{12} = 1 - \frac{7 \cdot 1,5}{8 \cdot 1,5} = \frac{1}{8}$$

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



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!

Потенциал в некоторой точке - ~~работы~~ ^{на пр.} ~~путь по перемещению~~ между ~~ниги~~ и этой точкой и бесконечности (\leftrightarrow не суть дела)

Диэлектрик ~~никак~~ не влияет на поле вне себя (вне - не находится в материале. При этом можно находиться в его полости)

но добавка уменьшает внутри себя поле в ϵ раз.

До диэл. всё одинаково:

~~$$\varphi_i - 0 = \int_{x_i}^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = \int_{x_i}^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx$$~~

~~$$\varphi_i = -\frac{kQ}{x} \Big|_{x_i}^{\infty} = \frac{kQ}{x_i}$$~~

~~$$\varphi_i - 0 = \int_{\infty}^{x_i} \frac{kQ}{x^2} dx$$~~

~~$$\varphi_i = -\frac{kQ}{x} \Big|_{\infty}^{x_i} = \frac{kQ}{x_i}$$~~

~~$$\varphi_i = \frac{kQ}{x_i} - \frac{kQ}{\infty}$$~~

~~$$\varphi_i = \frac{kQ}{x_i}$$~~

Итак, до диэл.:

$$\varphi_R = \frac{kQ}{R}$$

Дальше в диэл-ке:

$$\varphi_i - \varphi_R = \int_{x_i}^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$$

$$\varphi_i - \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{\epsilon x_i} - \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_i = \frac{kQ}{\epsilon x_i} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

так же γ , тогда опять нормально

$$\varphi_i - \varphi_r = \frac{kQ}{x_i} - \frac{kQ}{r} \quad \varphi_i = \frac{kQ}{x_i} + \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \frac{r}{r}$$

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 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!

$$U_i = \frac{kQ}{r_i} + \frac{kQ}{r} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right) - \frac{kQ}{R} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right)$$

$$U_i = \frac{kQ}{r_i} + \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \cdot \left(\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{r}\right)$$

некоторое U_0 будет:

$$\frac{kQ}{L} \quad (\text{на расстоянии } L)$$

из радиуса $r = \frac{R}{6}$

$\Rightarrow k = \frac{R}{n}$ в гн см.

$$\Rightarrow U_{\frac{R}{n}} = \frac{kQ}{\frac{R}{n}} + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$U_{\frac{R}{n}} = \frac{4kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ\epsilon - kQ}{\epsilon R}$$

$$U_{\frac{R}{n}} = \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot (3 + \epsilon)$$

из радиуса:

$$\frac{U_{\frac{R}{3}}}{U_{\frac{R}{3}}} = \frac{4}{3}$$

$$3 \cdot U_{\frac{R}{3}} = 4 \cdot U_{\frac{R}{3}}$$

$$3 \cdot kQ \cdot \left(\frac{1}{\epsilon \frac{R}{3}} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R}\right) = 4kQ \cdot \left(\frac{1}{\epsilon \frac{2R}{3}} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R}\right)$$

$$\frac{9}{\epsilon} + \frac{3\epsilon - 3}{\epsilon} = \frac{6}{\epsilon} + \frac{4\epsilon - 4}{\epsilon} \quad | \cdot \epsilon \quad (\epsilon \neq 0)$$

$$9 + 3\epsilon - 3 = 6 + 4\epsilon - 4$$

$$\epsilon = 9 - 3 - 6 + 4$$

$$\epsilon = 4$$

$$U_{\frac{R}{n}} = \frac{7kQ}{4R}$$

~~не, если радиус
я не понимаю, как
получается, это что
было некая преграда~~

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.

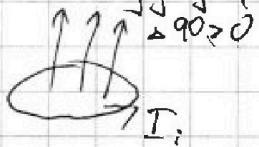


1 2 3 4 5 6 7

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!

В правой катушке будет ЭДС Индукции и самоиндукции, а в левой только самоиндукция.
направлен (по правилам правой руки и из свойств самоиндукции: её поле противодействует внешнему)



От самоиндукции $\Rightarrow B$ против. сторону.
для катушки в моменте:

$$\varphi_0 = n_1 B S$$

$$\varphi_0' = B' n_1 S$$

из II пр. короткозамкн.

$$\cancel{+n_1 S} \cancel{-L_1 I'} - L_2 I' = 0$$

$$\cancel{+n_1 S} = I' \cdot (L_1 + L_2)$$

$$I' = \frac{\cancel{+n_1 S}}{SL}$$

скорость изм. тока.

~~А вот 2~~ ~~должно~~ ~~заметим~~, ~~это~~

А вот 2 должно делаться через ЭИ-ЭИ внешнего магн. поля и ЭИ-ЭИ катушек. Но я её не знаю. Может её и нет.
Пусть была какая-то столбчатая $B_1(t)$ и $B_2(t)$ (поле в левое и правое, для любого момента времени)

$$n_1 S B_1' + n_2 S B_2' = L_1 I' + L_2 I'$$

* индукция направлена в одну сторону

$$n S B_1' + 2n S B_2' = SL I'$$

$$n S \frac{dB_1}{dt} + 2n S \frac{dB_2}{dt} = SL \frac{dI}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$n S \cdot dB_1 + 2n S dB_2 = SL dI$$

$$\int_{4B_0}^{\frac{B_0}{2}} n S dB_1 + \int_{2B_0}^{\frac{2B_0}{3}} 2n S dB_2 = \int_0^I SL dI$$

$$n S \cdot \left(\frac{B_0}{2} - 4B_0\right) + 2n S \cdot \left(\frac{2B_0}{3} - 2B_0\right) = SL I$$

$$I = \frac{n S}{SL} \cdot \left(-\frac{B_0}{2} - 4B_0 + \frac{4B_0}{3}\right) \quad I = \frac{B_0 n S}{SL} \cdot \frac{10}{6}$$

* $I < 0$ - просто обход контура против

$$\Rightarrow I = \frac{10}{60} \frac{B_0 n S}{L}$$



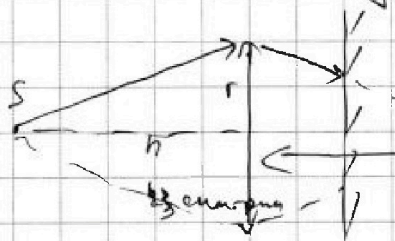
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

Пока что это осветится ^{вне} фокуса ^{вне} по окантовке линзы. Это будет со светом ^{из} линзы на том же расстоянии, на котором он сфокусировался изобразит, без зеркала.

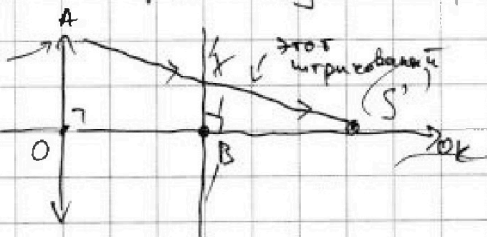


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{2}{h} - \frac{1}{h}$$

$d = h$ а, куда, это же двойной фокус

Рассмотрим подобные треугольники.



O - центр линзы
A - верхняя точка
X - пересечение луча от линзы с зеркалом
S' - изобр на ок
B - ок и зеркало

$\angle AOS' = \angle OXB$, и $\angle AOS' = \angle OXB = 90^\circ$

$$\Rightarrow \triangle AOS' \sim \triangle OXB$$

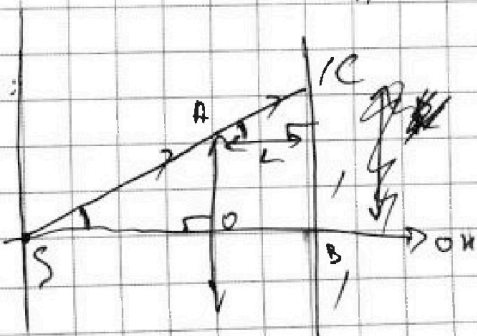
$$\Rightarrow \frac{AO}{XB} = \frac{OS'}{BS'}$$

$$XB = \frac{BS'}{OS'} \cdot AO$$

$$XB = \frac{d-l}{d} \cdot r$$

$$XB = \frac{h - \frac{2h}{3}}{h} \cdot r \quad XB = \frac{\frac{1}{3}h}{h} \cdot r \Rightarrow \frac{r}{3} = r(\text{см})$$

↑
радиус кривизны освещ. от линзы.



↑
т.к. = зеркало и самым близким к линзе непрозрачная линза.
т.к. < rS - ист. свет
т.к. < S - объект



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!

$$\alpha \angle AOS = \angle CBS = 90^\circ$$

$$\rightarrow \triangle ASO \sim \triangle CSB$$

$$\frac{CB}{AO} = \frac{BS}{OS}$$

$$CB = \frac{BS}{OS} \cdot AO$$

$$CB = \frac{h+L}{h} \cdot r$$

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

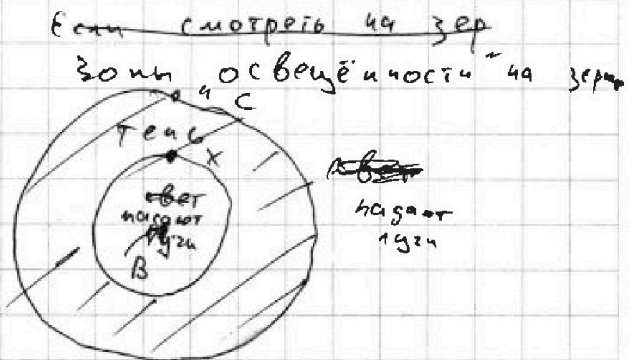
$$CB = \frac{5}{3} r \quad (CB = 5 \text{ см})$$

$$\Rightarrow S_{\text{неосв.з}} = \pi \cdot CB^2 - \pi \cdot Bx^2$$

$$S_{\text{неосв.з}} = \pi \cdot (CB - Bx) \cdot (CB + Bx)$$

$$S_{\text{неосв.з}} = \pi \cdot 4 \cdot 6 \text{ (см)}^2$$

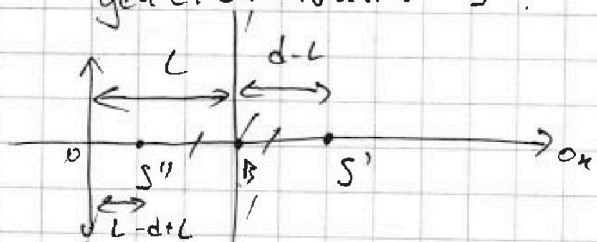
$$S_{\text{неосв.з}} = 24\pi \text{ (см)}^2$$



Давайте сначала разберёмся с преломлёнными лучами. Представим ~~луч~~ какой-то точки выходящий от преломлённого луча. Зеркало может отра-

ить ~~луч~~ без зеркала ~~туда~~ ~~туда~~

От "мнимого" источника (S' за зеркалом) мы получим действительный S'' :



$$\text{т.к. } S''B = S'B$$

$$S''B = d - L$$

$$S''B = \frac{h}{3}$$

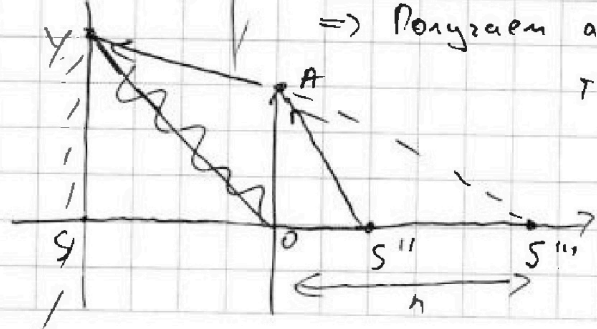
$$\Rightarrow OS'' = \frac{h}{3}$$

\Rightarrow Получаем аналогичную задачу, как и находим AB

$r \cdot Y$ - пересечение стены и, крайнего преломлённого луча

Поэтому найдем S''' по Ox :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{OS''} + \frac{1}{OS'''}$$





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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

$$\frac{z}{h} = \frac{z}{h} + OS'''$$

$$\Rightarrow OS''' \text{ мнимое и } |OS'''| = h$$

Просто зуго-зуго, другое название:

т.к. $\angle S''''$ - острый

$$\angle AOS'''' = \angle YSS'''' = 90^\circ$$

$$\triangle YSS'''' \sim \triangle AOS''''$$

$$\frac{YS}{AO} = \frac{SS''''}{OS''''}$$

$$YS = AO \cdot \frac{SS''''}{OS''''}$$

$$YS = r \cdot \frac{zh}{h}$$

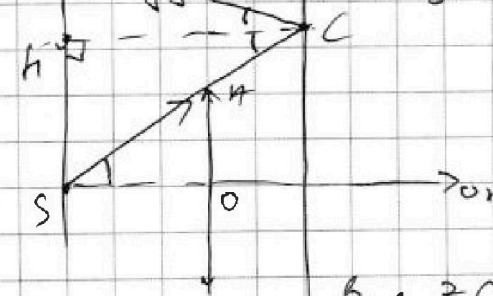
$$YS = zr \quad YS = z(\text{см})$$

Про непреломлённые лучи:

Очевидно - они не могут попасть в линзу после отраж.

Рассмотрим луч, который ~~упадет~~ ^{идёт} ближе всего к S .

Рассмотрим отражение кратчайшего непреломлённого луча, он же будет самым близким лучом к $r-S$ упавшим на стену.



Пусть $r \cdot z = \text{кр. кр. } \perp \text{ стене}$

т.к. стена параллельна OS

$\angle ZSC = \angle SCB$ и верт. OS, TC также параллельны и \perp стене

$$\Rightarrow \angle ASO = \angle HCS = \angle CH \quad (H - \text{верт. из } TC \perp \text{ стене})$$

$\triangle ZCS$ и CS - бис-са (угол пад = углу отр) и бис-са $(\angle H \perp SO)$

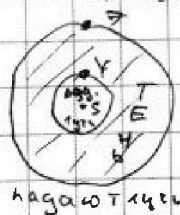
\rightarrow они равнов.

$$zS = z \cdot CH \cdot \tan(\angle CSO), \text{ где } \angle \text{ из } \triangle ASO$$

$$zC = z \cdot (h + l) \cdot \frac{r}{h}$$

$$zC = z \cdot (h + \frac{2h}{3}) \cdot \frac{r}{h} \quad zC = \frac{10}{3}r \quad zC = 10 \text{ см}$$

$$S_{\text{неосв. ст}} = \pi \cdot zC^2 - \pi YS^2 \quad (\text{см. рис. ниже левее})$$



$$S_{\text{неосв. ст}} = \pi (zC - YS) \cdot (zC + YS)$$

$$S_{\text{неосв. ст}} = \pi \cdot 8 \cdot 12 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$S_{\text{неосв. ст}} = 96 \pi \text{ (см}^2\text{)}$$

