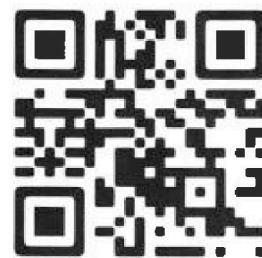
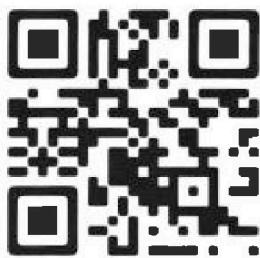


Олимпиада «Физтех» по физике,

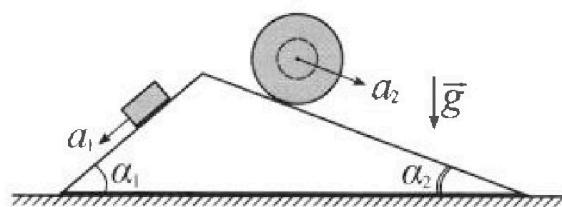
февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.

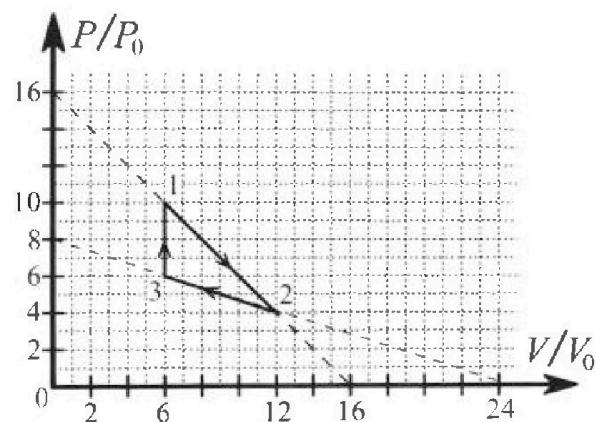


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ вырази ть 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.

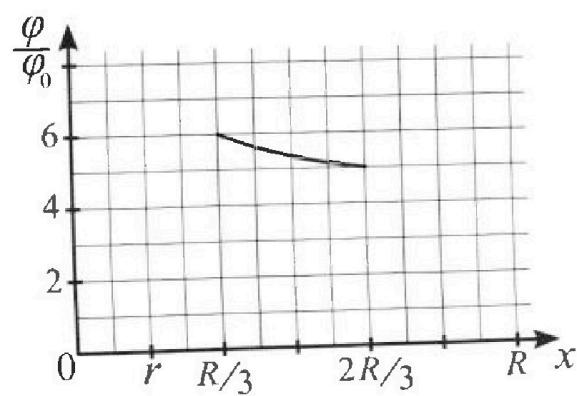
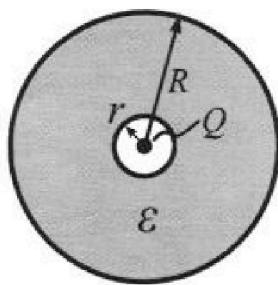
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

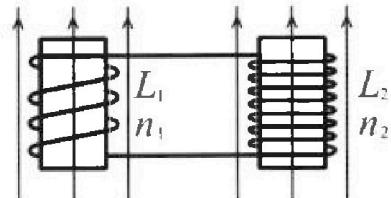


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-04

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

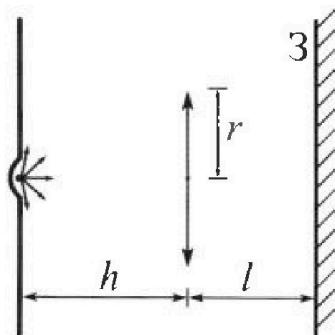


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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) начнет 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 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 $F = 2h/3$. 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 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 [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

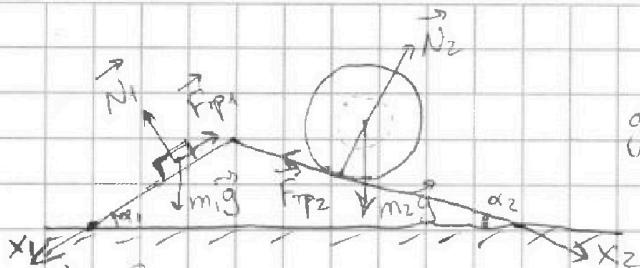


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!



Обозначим на рисунке все силы, действующие на бруск и шар.

1) Запишем II-й закон Ньютона для бруска на Ox_1 :

$$m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - F_{Tp1} \quad | \Rightarrow m \cdot \frac{5g}{17} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_{Tp1}$$

$$m_1 = m; \alpha_1 = \frac{5g}{17}; \sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad | \quad \boxed{F_{Tp1} = mg \cdot \frac{26}{85}}$$

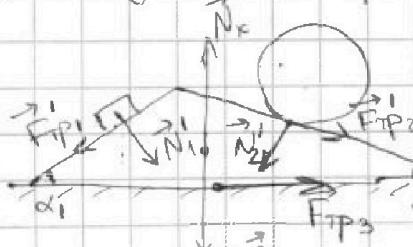
2) Запишем II-й закон Ньютона для шара на Ox_2 :

$$m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - F_{Tp2} \quad | \quad \frac{9m}{4} \cdot \frac{8g}{27} = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{8}{17} - F_{Tp2}$$

$$m_2 = \frac{9m}{4}; \sin \alpha_2 = \frac{8}{17}; \alpha_2 = \frac{8g}{27} \quad | \quad \frac{2mg}{3} = \frac{18mg}{17} - F_{Tp2}$$

$$\boxed{F_{Tp2} = \frac{20}{51} \cdot mg}$$

3) Обозначим на рисунке все силы, действующие на клин.



Мы уже обозначили все силы, действующие на клин. Клину удастся остановить, но противоположно его направлению.

Запишем II-й закон Ньютона на Ox_3 :

$$m_k a_k = F'_{Tp2} \cos \alpha_2 + N'_1 \sin \alpha_1 - N'_2 \sin \alpha_2 - F'_{Tp1} \cos \alpha_1 + F'_{Tp3}$$

т.к. по усл. клин неподвижен, $a_k = 0$.

Кроме того, найдём N_1 и N_2 . Обратимся к рисунку где первые два пункта; по оси Ox_1 и Ox_2 бруск и клин соотв. движутся без ускорения, и $N_2 = m_2 g \cos \alpha_2$; $N_1 = m_1 g \cos \alpha_1$. $|N'_1| = N_1$; $|N'_2| = N_2 \Rightarrow$ уравнение будет выглядеть так:



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!

$$0 = \frac{20}{51}mg \cdot \frac{15}{17} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{4}mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{26}{85}mg \cdot \frac{4}{5} + F_{Tp3}$$
$$F_{Tp3} = mg \left(\frac{9}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

$= \boxed{mg \cdot \frac{6}{17}}$. Сила получилась положительная, значит, с её направлением на рисунке мы угадали.

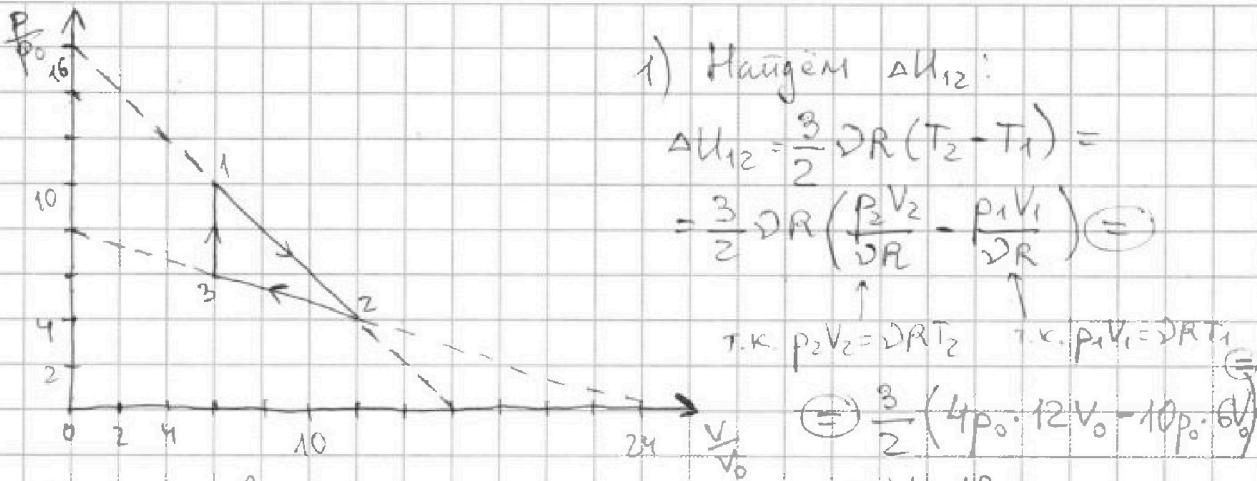
Ответ: 1) $\frac{26}{85}mg$; 2) $\frac{20}{51}mg$; 3) $\frac{6}{17}mg$.



- 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!



Найдем A за участок 0-1-2-0 —

площадь треугольника $\Rightarrow A = \frac{1}{2} (P_1 - P_2) \cdot (V_2 - V_1) = 12 P_0 V_0$.

Тогда $\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \boxed{\frac{3}{2}}$

2) Надо найти, в какой точке участка 1-2 максимальная температура: $PV = \sigma RT \Rightarrow$ тем больше PV , тем больше T .

(т.к. график в коорд. $\frac{P}{P_0} \times \frac{V}{V_0}$, то будет смотреть, где больше $\frac{PV}{P_0 V_0}$). Уравнение этой прямой (1-2): $\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} + 16 \quad (\Rightarrow)$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \left(16 - \frac{V}{V_0} \right) \cdot \frac{V}{V_0} = -\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0}. \quad \text{Это ур-е параболы}$$

вершина вниз \Rightarrow max. знач. в вершине при $\frac{V}{V_0} = -\frac{16}{-2} = 8$;

$\frac{P}{P_0} = 8$. Эта точка как раз прикладывает участку 1-2 \Rightarrow

$$\Rightarrow T_{\max_{1-2}} = \frac{8P_0 \cdot 8V_0}{\sigma R} = 64 \frac{P_0 V_0}{\sigma R}. \quad \text{В т.3 } T_3 = \frac{6P_0 \cdot 6V_0}{\sigma R} = 36 \frac{P_0 V_0}{\sigma R}.$$

$$\frac{T_{\max_{1-2}}}{T_3} = \frac{64}{36} = \boxed{\frac{16}{9}}$$

3) $\eta = \frac{A}{Q_+}$. $A = 12 P_0 V_0$, как мы определили в п.1.

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{31} = A_{12} + \Delta U_{12} + A_{31} + \Delta U_{31}.$$

$$Q_{12} = \frac{4P_0 + 10P_0}{2} \cdot 6V_0 = 42 P_0 V_0; \quad \Delta U_{12} = -18 P_0 V_0 (\text{п.1}); \quad A_{31} = 0 \quad (\text{т.к. объем не изменяется на этом участке}); \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (60 P_0 V_0 - 36 P_0 V_0) \quad (\text{---})$$



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 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!

⊕ 36 p₀V₀. Тогда:

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{12 p_0 V_0}{42 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 + 0 + 36 p_0 V_0} = \cancel{p_0 V_0} \cdot \frac{12}{60} = \boxed{\frac{1}{5}} = 20\%$$

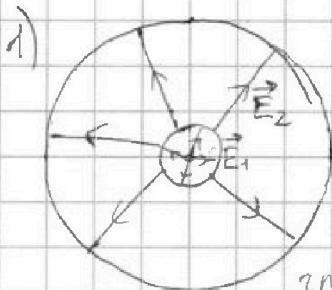
Ответ: 1) $\frac{3}{2}$; 2) $\frac{16}{9}$; 3) $\frac{1}{5}$ или 20%



- 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!



$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{kQ}{\epsilon r^2} \\ E_2 &= \frac{kQ}{\epsilon R^2} \end{aligned}$$

Мы знаем значение потенциала φ границы полости и диэлектрика: $\varphi_r = \frac{kQ}{r}$

$$\begin{aligned} \text{После графика } E_2 &= \frac{kQ}{\epsilon x^2}; d\varphi = -E_2 dx \Rightarrow d\varphi = \int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx \\ \varphi - \varphi_r &= \frac{kQ}{\epsilon x} \Big|_{R}^{\frac{11}{12}R} \rightarrow \varphi - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{11}{12}R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{R - \frac{11}{12}R}{\frac{11}{12}R} \right) = \\ &= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{12R - 11R}{11R} \right) \Rightarrow \varphi = \varphi_r + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{12R - 11R}{11R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(1 + \frac{12R - 11R}{11R\epsilon} \right) \\ &= \boxed{\frac{kQ}{\epsilon} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12R}{11R\epsilon} \right)} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12R}{11R\epsilon} \right) \quad (k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}) \end{aligned}$$

2) Аналогично тому, как мы нашли потенциал в $\frac{11}{12}R$, мы можем найти потенциал в $\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3}$ (мы знаем $\frac{\varphi}{\varphi_0}$ в при этих x из графика).

$$\begin{aligned} \varphi_1 - \varphi_r &= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R/3} - \frac{1}{R} \right); \varphi_2 - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{2R/3} - \frac{1}{R} \right) \\ \varphi_1 &= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{R - R/3}{\epsilon R/3} \right); \varphi_2 = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{R - 2R/3}{\epsilon 2R/3} \right) \\ \varphi_1 &= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3R - R}{\epsilon R} \right); \varphi_2 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3R - 2R}{\epsilon 2R} \right) \end{aligned}$$

Давайте разделим выражения друг на друга:

$$\begin{aligned} \frac{\varphi_1}{\varphi_2} &= \frac{1 + \frac{3R - R}{\epsilon R}}{1 + \frac{3R - 2R}{\epsilon 2R}} = \frac{6\varphi_0}{5\varphi_0} = \frac{6}{5} \quad (\text{из графика}) \\ \downarrow & \\ 5 + \frac{15R - 5R}{\epsilon R} &= 6 + \frac{18R - 12R}{\epsilon 2R}; R = \frac{R}{6} \quad (\text{из графика}) \\ 5 - \frac{2S}{\epsilon} &= 6 - \frac{4S}{\epsilon} \rightarrow \frac{2}{\epsilon} = 1 \Rightarrow \boxed{\epsilon = 2} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\varphi = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12R}{11R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{12R}{11R\epsilon} \right);$

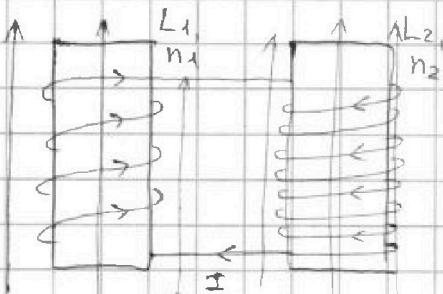
2) $\epsilon = 2$

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

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

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!



$$1) \mathcal{E}_{\text{ct}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -n_1 S \frac{dB}{dt} = -n_1 S$$

Направлено \mathcal{E} : против уменьшения поля, и склоняют расчеты
сделать так:



Тогда по правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_i}{L_1 + L_2} = \frac{\mathcal{E}_i}{13L}$$

(~~Взято по модулю, уменьшается какое-то поле~~)

2) В любой момент времени схема выглядит так:

$$\mathcal{E}_{in} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}; \quad \mathcal{E}_{in} - \text{ЭДС самоиндукции}$$

$\mathcal{E}_{in} dt = (L_1 + L_2) dI$ (в данный момент, это
нам не нужно)

$$-d\Phi_n = \mathcal{E}_{in} dt \leftarrow \text{если смотреть на ЭДС по модулю}$$

$$-d\Phi_n = (L_1 + L_2) dI$$

№1. Ток в катушках изменяется до 0, а $\Phi_2 =$

$$\Phi_0 = (B_0 n_2 - B_0 n_1) S = B_0 n S \left(4 \cdot \frac{3}{2} - 1\right) = 5 B_0 n S$$

$$\Phi_{in} = \left(\frac{8}{3} B_0 n_2 - \frac{3}{4} B_0 n_1\right) S = B_0 n S \left(\frac{8}{3} \cdot \frac{3}{2} - \frac{3}{4}\right) = 13 B_0 n S \cdot \frac{1}{4}$$

Мы вычитаем поток через первую катушку из потока через вторую,
т.к. при уменьшении внешних полей \mathcal{E}_i создаются напр.

друг против друга (один против убывающего поля), и второе ЭДС
и поддается "первое" ($\mathcal{E}_{in} = \mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}$)

$$-\int d\Phi_n = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{13L}{4} \cdot I_K = 5 B_0 n S - 13 B_0 n S = 8 B_0 n S \cdot \frac{7}{4}$$

$$I_K = \frac{78 B_0 n S}{13L}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{14 B_0 n S}{13}; \quad 2) I_K = \frac{8 B_0 n S}{13L} \cdot 7$$

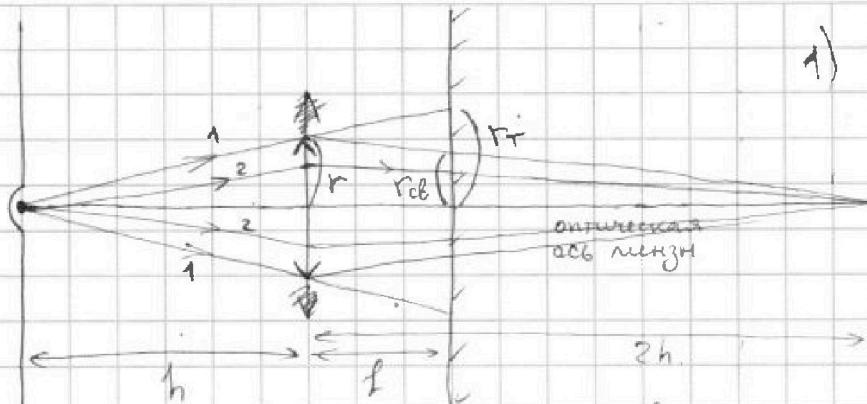


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



1) Рассмотрим, как пойдут лучи.
Т.е., что не попадают в линзу, пойдут прямо, как 1, а те, что попадают,

преломятся и будут сходиться в некоторой точке (точнее сбираться бы, если бы не было зеркала). Т.к. точка находится на расст. x , таком, что $\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{h} \Rightarrow x = 2h$

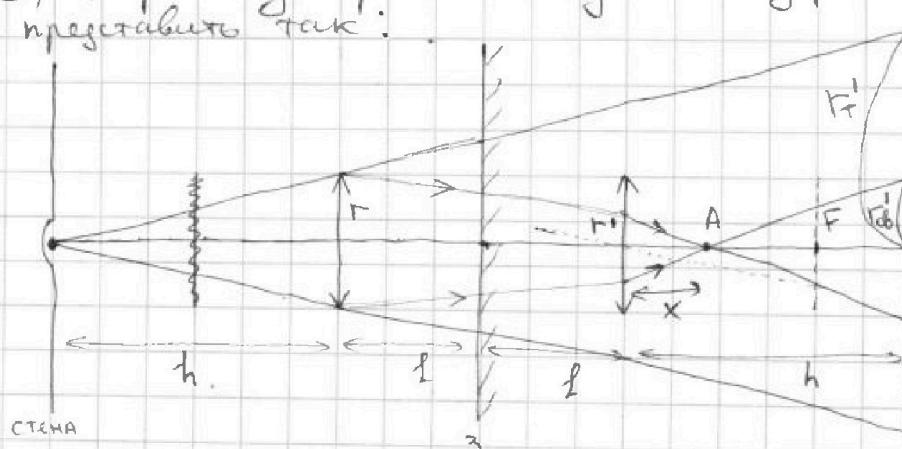
Чтобы найти радиус скатки пучка от преломлённых в линзе лучей, запишем подобие треуг.: $\frac{r}{2h} = \frac{r_{cb}}{2h-1} \Rightarrow r_{cb} = h \cdot \frac{2h-1}{2h} =$

$= \frac{3}{4} F$. Ауга, не преломленные линзой, будут приходить в зеркало на расст., начинаящемся с r_t : $\frac{r_t}{h+1} = \frac{r}{h}$ \Leftrightarrow

$\Leftrightarrow r_t = r \cdot \frac{h+1}{h} = r \cdot \frac{h+h}{h} = \frac{3}{2} r$. Радиус неосвещ. части зеркала

тогда будет $r_{ur} = r_t - r_{cb} = \frac{3}{2} r - \frac{3}{4} r = \frac{3}{4} r \Rightarrow S = \pi r_{ur}^2 = \pi \cdot 9 \text{ см}^2$

2) Картины отражения лучей от зеркала можно представить так:



Лучи, не задевавшие линзу, так и будут прямолинейно распространяться, а лучи, проходящие линзу, после отражения пройдут через неё снова. Тогда

$$r'_t = r_t \cdot 2 = 3r$$

$$\frac{r'_t}{r_t} = \frac{r}{h+2} \Rightarrow r'_t = \frac{r \cdot h}{h+2} = \frac{r}{2}; \frac{r'}{x} = \frac{r'_{cb}}{h-x} \Rightarrow r'_{cb} = \frac{r}{2} \cdot \frac{h-x}{x}.$$

Найдём x с помощью формулы линзы: лучи, выходящие



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

иу + А, после преломления в линзе должны давать сходящиеся в той же самой, куда они ишли, пучок лучей (мы нашли се в п.1). Но сопадение, эта точка совпадает с стеной. $(h+2l=2h) \Rightarrow \frac{1}{x} - \frac{1}{h} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{2h} = \frac{5}{2h}$
 $x = \frac{2}{5}h = 0,4h$. Тогда $r_{cb}' = \frac{r}{2} \cdot \frac{h-0,4h}{0,4h} = \frac{3}{4}r$

Радиус неодвещ. части стекла $R_{ut} = r_t' - r_{cb}' = 3r - \frac{3r}{4} = \frac{9r}{4}$

Тогда $S = \pi R_{ut}^2 = \boxed{\pi \cdot 81 \text{ см}^2}$

Ответ: 1) $9\pi \text{ см}^2$; 2) $81\pi \text{ см}^2$

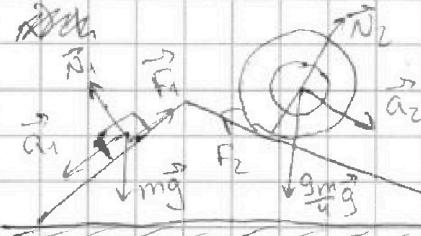
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



$$\frac{3}{5} - \frac{5}{17} = \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85}$$

~~DE/EP~~

$$\frac{18}{17} - \frac{2}{3} = \frac{54 - 34}{51} = \frac{20}{51}$$

$$\frac{30 \cdot 9}{17 \cdot 17} + \frac{104}{85 \cdot 5} - \frac{20 \cdot 15}{17 \cdot 17 \cdot 3} - \frac{12}{28}$$

$$\frac{310 - 300}{17 \cdot 17 \cdot 3} - \frac{510}{17 \cdot 17 \cdot 3} - \frac{10}{17}$$

$$48 - 60 = +12 \cdot \frac{3}{2} = 18$$

$$2p_0 + 6V_0$$

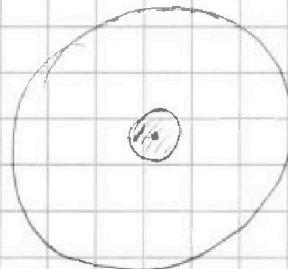
$$\varphi = E d$$

$$\varphi = Ed$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{l} = \frac{3d\varphi}{2h}$$

$$\frac{1}{l} = \frac{3}{2h} - \frac{2}{2h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow l = 2h$$

$$\frac{kQ}{r}$$



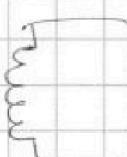
$$\frac{kQ}{r}$$

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

$$\frac{18R}{6} - 5R = -2,5R \quad - \frac{25}{2}$$

$$\frac{3 - 12R}{2} = -4,5$$

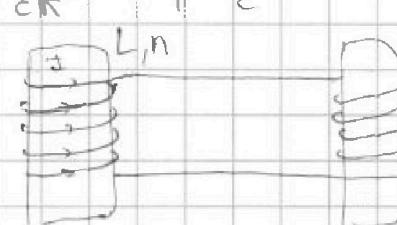
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{l}$$



$$L_1, n$$

$$E = \frac{kQ}{\epsilon R^2} \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{kQ}{\epsilon}$$

$$\frac{9L}{4} \cdot \frac{3n}{12}$$



$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB \cdot S_n}{dt} = -\alpha S_n \cdot \frac{dI}{dt} = E_i$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = -E_i \alpha S_n$$

$$\frac{1}{h} \cdot \frac{1}{R^2 h} = \frac{3}{2h} = \frac{3}{2h} + \frac{2}{2h}$$

$$\frac{5}{2} \rightarrow \frac{2}{2}$$



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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

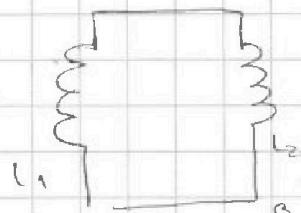
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$E_i = - \frac{d\Phi}{dt} = nS\alpha = \frac{LdI}{dt}$$

$$\left(\frac{dI_1}{dt} = L_1 \frac{dI_2}{dt} \right) \times$$

$$E_i = L \frac{dI}{dt} \quad \frac{SL}{4} \cdot \frac{dI}{dt} = \alpha n S$$



$$d\Phi = nS dB \Rightarrow \Phi_0 = nS \Delta B$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = E_i \quad I \quad d\Phi \checkmark$$

$$(L_1 + L_2) \int dI = \int E_i dt$$