



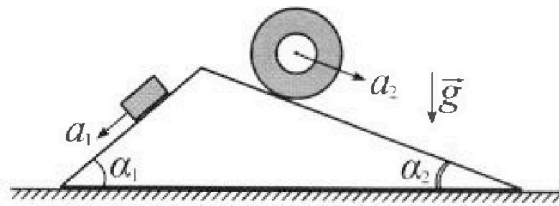
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

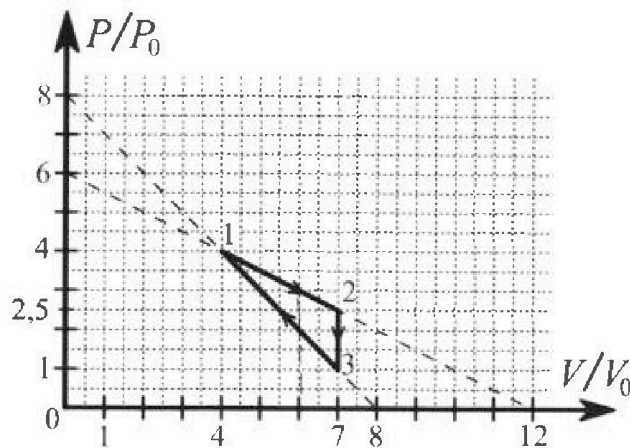


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ 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.

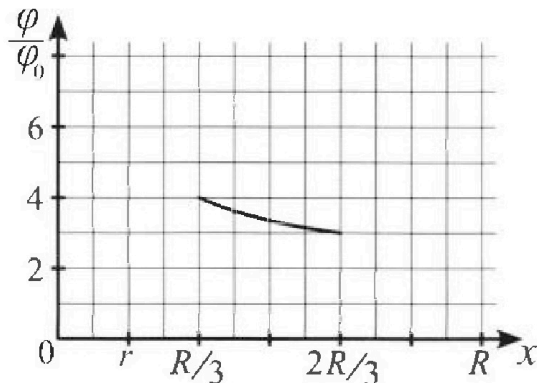
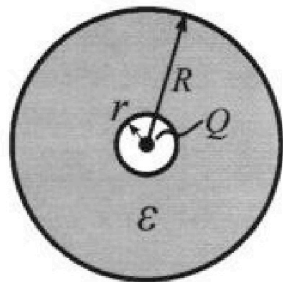
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



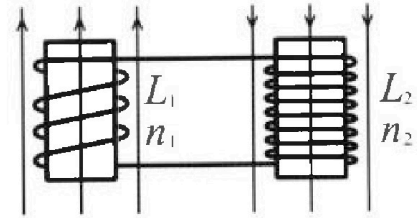
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

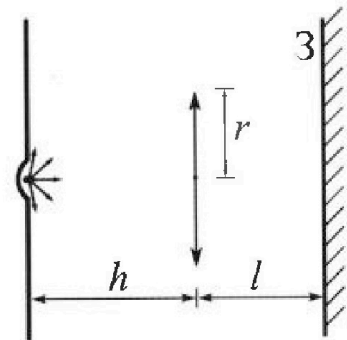


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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. Считают, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 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.



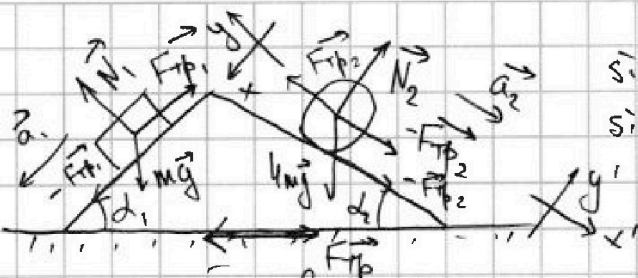
1 2 3 4 5 6 7

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!

1



$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}; \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}; \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

Обозначим действующие на тела силы. N_1 и N_2 - силы реакции опоры, $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$ - силы трения, действующие на данные тела (брусок и цилиндр).

~~Сила трения, действующая на цилиндр, направлена по каск. н-ти (т.е. цилиндр катится).~~

$$1) \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{тр1} = m\vec{a} \quad (\text{I З.Н. для бруска})$$

В проекциях на Ox , Oy :

$$\begin{cases} N_1 = mg \cos \alpha_1 \\ -F_{тр1} + mg \sin \alpha_1 = ma \end{cases} \quad (1) \quad \text{Также } F_{тр} = \mu N \quad (\text{коэф. трения } \mu)$$

$$\text{Из (1)} \quad F_{тр1} = -m(a_1 - g \sin \alpha_1) = -m\left(\frac{5g}{13} - \frac{3g}{5}\right) = m\left(\frac{3g}{5} - \frac{5g}{13}\right) =$$

$$= m\left(\frac{39}{65}g - \frac{25}{65}g\right) = \frac{14}{65}mg$$

$$2) \vec{N}_2 + 4m\vec{g} + \vec{F}_{тр2} = 4m\vec{a}_2 \quad (\text{II З.Н. для цилиндра})$$

В проекциях на Ox' , Oy' :

$$\begin{cases} N_2 = 4mg \cos \alpha_2 \\ -F_{тр2} + 4mg \sin \alpha_2 = 4ma_2 \end{cases} \Rightarrow F_{тр2} = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= 4m\left(\frac{5}{13}g - \frac{5}{26}g\right) = m\left(\frac{20}{13}g - \frac{5}{6}g\right) = mg\left(\frac{120}{78} - \frac{65}{78}\right) = \frac{55}{78}mg$$

3) По III З.Н. на клин действуют силы трения со стороны брусков, направленные противоположно силам трения, действующим со стороны клина.

$$\text{Т.о. } -F_{тр1,2} - F_{тр2,2} + F_{тр2} = 0 \quad (\text{Клин покоится})$$

$$F_{тр2} = F_{тр1,2} + F_{тр2,2} = F_{тр1} \cos \alpha_1 + F_{тр2} \cos \alpha_2$$

$$= \frac{14}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78}mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{56}{325}mg + \frac{660}{1014}mg = \frac{56}{325} + \frac{330}{507}mg = \frac{56}{325} + \frac{110}{169}mg$$

$$= \frac{56}{13 \cdot 25}mg + \frac{110}{13^2}mg = \frac{56 \cdot 13}{65^2}mg + \frac{110 \cdot 25}{65^2}mg =$$



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 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!

$$= \frac{56 \cdot 13 + 110 \cdot 25}{65^2} \text{ мг} = \frac{728 + 2750}{65^2} \text{ мг} = \frac{3478}{4225} \text{ мг}.$$

Ответ: 1) $\frac{14}{65} \text{ мг}$; 2) $\frac{55}{78} \text{ мг}$; 3) $\frac{3478}{4225} \text{ мг}$.

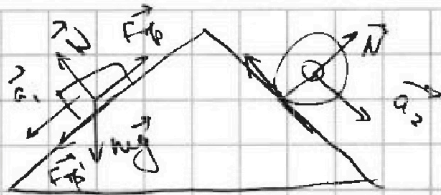


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{3g}{5} - \frac{5g}{13} = \frac{39}{65}g - \frac{25}{65}g = \frac{14}{65}g$$

$$4m(a_2 - g \sin \alpha_2) = \left(\frac{5g}{24} - \frac{5g}{13}\right)$$

$$4mg \sin \alpha_2 = m \frac{20}{13}g = 4m \cdot \frac{5}{13}g$$

$$\begin{array}{r} \times 55 \\ 12 \\ \hline + 110 \\ 55 \\ \hline 660 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 78 \\ 13 \\ \hline + 234 \\ 78 \\ \hline 1014 \end{array}$$

$$1014 \overline{) 2} \quad 507$$

$$\begin{array}{r} \times 56 \\ 13 \\ \hline + 168 \\ 56 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 110 \\ \hline + 25 \\ 2750 \end{array}$$

$$325 \overline{) 5} \quad 65 \overline{) 5} \quad 13 \overline{) 13}$$

$$325 \overline{) 5} \quad \frac{30}{25} \overline{) 65}$$

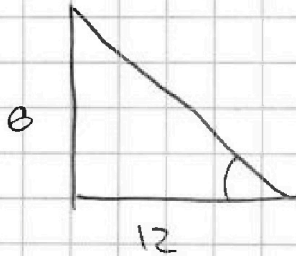
$$169 = 13^2$$

$$\begin{array}{r} + 2750 \\ 728 \\ \hline 3478 \end{array}$$

$$13 \cdot 5 = 5$$

$$\begin{array}{r} \times 65 \\ 65 \\ \hline + 325 \\ 390 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \overline{) 3} \\ - 16 \\ \hline 18 \\ - 18 \\ \hline 0 \end{array}$$



$$\frac{1}{g} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

$$6p_0 - \frac{1}{2}p_0 \cdot \frac{v}{v_0}$$

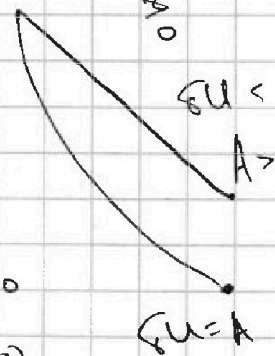
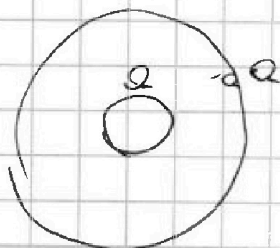
$$6p_0 - \frac{1}{2}p_0 \cdot 4 = 4p_0$$

$$6p_0 - \frac{1}{2}p_0 \cdot 7 = 2.5p_0$$

$$p dV = \frac{3}{2} p dV$$

$$\varphi = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{3Q}{R}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x}$$



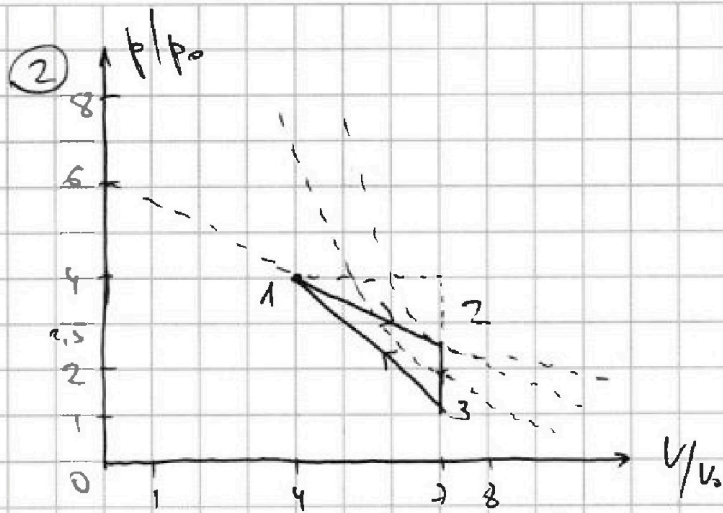
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



1) Посчитаем работу газа за цикл.

$$A = S(\Delta 123) \quad (\text{по св-ву работы на графике})$$

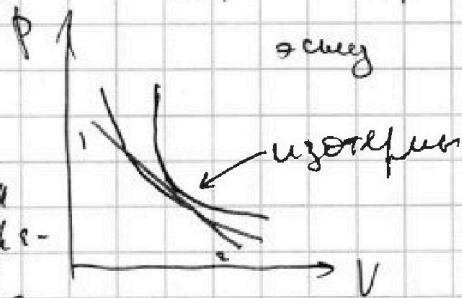
$$A = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot \frac{3}{2} p_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\Delta U_{21} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{21} \quad (\text{газ одноатомный}) - \text{внутр. энергия (кпр.е)}$$

$pV = \nu RT$ - ур-е М-к. Процесс 2-3 изохорный, поэтому

$$\Delta p V = \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow |\Delta U_{23}| = \left| \frac{3}{2} \Delta p V \right| = \left| \frac{3}{2} \cdot 7V_0 \cdot \frac{3}{2} p_0 \right| = 7 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0$$

т.е. $\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{7 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 7.$



2) Рассмотрим процесс 12.

Изотермы пересекают график этого процесса, макс. температура - когда изотерма касается графика (чем больше T , тем "выше" изотерма, и сдвигаясь постепенно переходит в касательную).

Изотерма имеет ф-ю $p(V) = \frac{\nu RT}{V}$, T - темп., которой соотв. эта изотерма; см-е из ур-я М-к.

Функция процесса 1-2: $p_2(V) = 6p_0 \frac{V_0}{V} - \frac{1}{2} p_0 \frac{V}{V_0}$ (из графика знаем \tan угла наклона, он равен $-\frac{1}{2}$).



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

Продифференцируем ф-ю $p(V)$: $p'(V) = -\frac{\partial RT_0}{V^2}$
Упр-е касат. к $p(V)$ в точке V_x :

$$p = -\frac{\partial RT_0}{V_x^2}(V - V_x) + p(V_x) = -\frac{\partial RT_0}{V_x^2}V + \frac{\partial RT_0 V_x}{V_x^2} + \frac{\partial RT_0}{V_x}$$

$$= -\frac{\partial RT_0}{V_x^2}V + 2\frac{\partial RT_0}{V_x}$$

Чтобы касат. совпадала с $p_{12}(V)$:

$$\begin{cases} -\frac{\partial RT_0}{V_x^2} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} \\ 2\frac{\partial RT_0}{V_x} = 6p_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{\partial RT_0}{V_x^2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 \\ p_0 = \frac{\partial RT_0}{3V_x} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial RT_0}{V_x^2} = \frac{1}{6} \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{\partial RT_0}{p_0} \Rightarrow V_x = 6V_0$$

Т.е. темп. газа максимальна, когда объём равен $6V_0$.

В сост. 1: $4p_0, 4V_0, T$; в сост. 2: $3p_0, 6V_0, T_0$

Значит из ф-лы для уд. газа при $V = \text{const}$: $\frac{4p_0 \cdot 4V_0}{T} = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{T_0}$

$$\Rightarrow \frac{T_0}{T} = \frac{18p_0 V_0}{16p_0 V_0} = \frac{9}{8}$$

$$3) \eta_{цикла} = \frac{A}{Q_{пр.}} \quad A = \frac{9}{4} p_0 V_0 \text{ (см. пункт 1)}$$

~~Газ получает тепло~~ $\Leftrightarrow \delta Q = A + \delta U$ для каждого процесса.

В процессе 23: $\delta Q = A + \delta U < 0 \Rightarrow$ тепло отводится от газа

В процессе 12: после прохождения точки с макс. T тепло начинает отводиться от газа, а газ начинает соверш. работу за счёт уменьшения U (работа $p \delta V$, $\delta U = \frac{3}{2} p \delta V$ на малом участке, больше, чем A).

Т.е. тепло подводится только до T_0 (точки с такой T)

$$\delta Q = \frac{(3p_0 + 4p_0)3V_0}{2} = A + \frac{3}{2}(18p_0 V_0 - 16p_0 V_0) = \frac{21}{2} p_0 V_0 + 3p_0 V_0$$

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
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!

$$= \frac{27}{2} p_0 V_0.$$

Рассмотрим процесс 31.



Покажем $T \uparrow \Rightarrow U \uparrow, A < 0$
Потом, после макс. T ,
 $U \downarrow, A < 0$

Т.е. до макс. $T = T'$ тепло подводится, после - отводится.

$$p(V) = \frac{\partial RT}{V} - \text{изотермы}$$

$$p = -\frac{\partial RT}{V^2} V + 2 \frac{\partial RT}{V_x} - \text{касат. в точке } V_x \text{ (см. пункт 2)}$$

$$p_{31}(V) = 8p_0 - p_0 \frac{V}{V_0} \text{ (процесс 31 из графика)}$$

$$\text{Т.е. } \begin{cases} \frac{\partial RT}{V_x^2} = 1 \cdot \frac{p_0}{V_0} \\ 2 \frac{\partial RT}{V_x} = 8p_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{\partial RT}{V_x^2} = \frac{p_0}{V_0} \\ p_0 = \frac{\partial RT}{4V_x} \end{cases} \Rightarrow \frac{\partial RT}{V_x^2} = \frac{\partial RT}{4p_0 V_x} \Rightarrow V_x = 2V_0$$

Это означает, что температура газа увелич. в т.е. всего процесса 31 и Q всегда подводится

$$\text{Т.е. } \delta Q_{31} A + \delta U_{31} = -\frac{(p_0 + 4p_0)}{2} \cdot 3V_0 + \frac{1}{2} (16p_0 V_0 - 7p_0 V_0) \\ = -\frac{15}{2} p_0 V_0 + \frac{27}{2} p_0 V_0 = 6p_0 V_0.$$

$$\eta = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{27}{2} p_0 V_0 + 6p_0 V_0} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{39}{2} p_0 V_0} = \frac{9 \cdot 2}{24 \cdot 39} = \frac{5}{78} = \frac{3}{26}$$

Ответ: 1) 7 ; 2) $\frac{9}{8}$; 3) $\frac{9}{26}$.

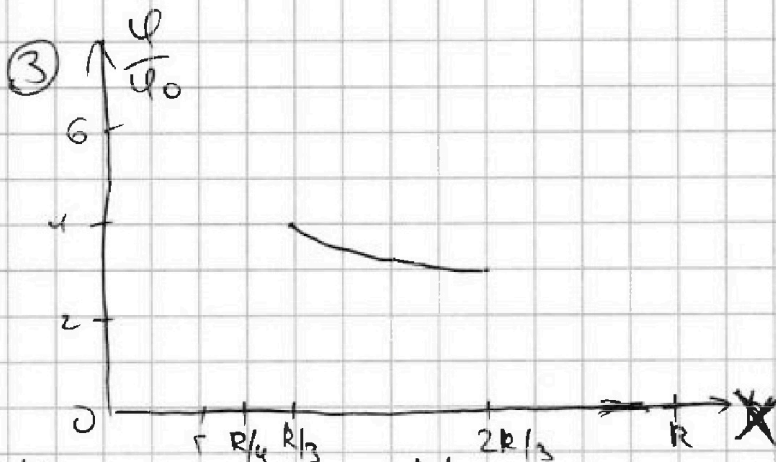


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Из графика $\Gamma < R/4$.

$$E(x) = \begin{cases} k \frac{Q}{x^2}, & x \geq R \\ k \frac{Q}{\epsilon x^2}, & x < R; x \geq \Gamma \end{cases} \quad (\text{поле в системе})$$

т.е. $\varphi(x) = \begin{cases} k \frac{Q}{x}, & x \geq R \\ k \frac{Q}{R} + A_{x \rightarrow R}, & x \in [\Gamma; R) \end{cases}$ $A_{x \rightarrow R}$ - работа по перен.

$$A_{x_0 \rightarrow R} = \int_{x_0}^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \int_{x_0}^R \left[\frac{kQ}{\epsilon x} \right]_{x_0}^R = \frac{kQ}{\epsilon} \left[\frac{1}{x} \right]_{x_0}^R = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{R} \right)$$

т.е. $\varphi(R/4) = k \cdot \frac{Q}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{4}{R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$

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

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

Из графика $\frac{\varphi(R/3)}{\varphi(2R/3)} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{4}{3} \Leftrightarrow 3 + \frac{6}{\epsilon} = 4 + \frac{2}{\epsilon}$

$$\Leftrightarrow 1 = \frac{4}{\epsilon} \Leftrightarrow \epsilon = 4.$$

Ответ: 1) $\varphi(R/4) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$

2) $\epsilon = 4.$

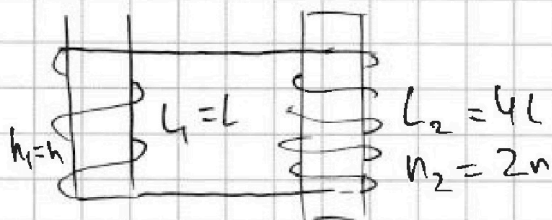


1 2 3 4 5 6 7

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!

4



катушки далеко друг от друга \Rightarrow своими полями они не взаимодействуют.

1) $L \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} nS$ (по определению индуктивности; S не меняется, n не меняется)

~~$\frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} nS$~~

~~$\frac{dI}{dB} = \frac{nS}{L} = \frac{2nS}{L}$~~

2) Возникающую ЭДС можно поделить на 2 части:

$\mathcal{E}_1(\text{внут.}) = -L \frac{dI}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$ - связ. с изменением силы тока

$\mathcal{E}_1(\text{внеш.}) = -\frac{dB}{dt} nS$ - связ. с изменением внеш. МП

$\mathcal{E}_2(\text{внут.}) = -L_2 \frac{dI}{dt}$ - во второй катушке

$\sum \mathcal{E} = 0$ (контур замкнут, сум. э всего $\rightarrow 0$)

$L \frac{dI}{dt} + 4L \frac{dI}{dt} + \frac{dB}{dt} nS = 0 \Leftrightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{2nS}{5L}$

2) То же самое, что и в п.1, только добав. измен. внеш. поле у 2-й катушки.

$5L \frac{dI}{dt} + \frac{dB_1}{dt} n_1 S + \frac{dB_2}{dt} n_2 S = 0 \Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{\frac{dB_1}{dt} n_1 S + \frac{dB_2}{dt} n_2 S}{5L}$

Интегрируем: $\int \left| \frac{dI}{dt} \right| dt = \frac{S}{5L} \left(\int n_1 \frac{dB_1}{dt} dt + \int n_2 \frac{dB_2}{dt} dt \right), I(0) = 0$

т.е. $|I_{\text{кон}}| = \frac{S}{5L} \left(n_1 \frac{B_0}{2} + n_2 \frac{4B_0}{3} \right) = \frac{B_0 S}{5L} \left(\frac{n_1}{2} + \frac{4n_2}{3} \right)$

Ответ: 1) $\frac{2nS}{5L}$; 2) $\frac{B_0 S}{5L} \left(\frac{n_1}{2} + \frac{4n_2}{3} \right) = \frac{B_0 S (3n_1 + 8n_2)}{30L}$



1 2 3 4 5 6 7

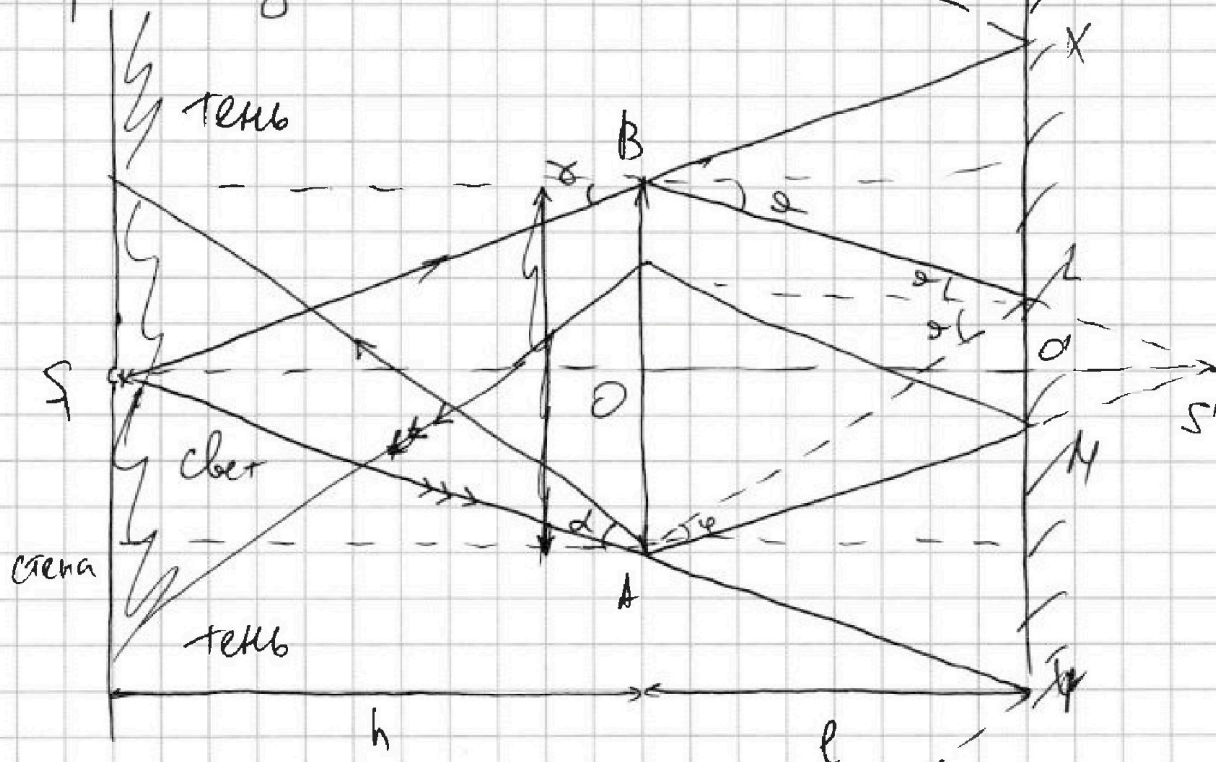
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

Поэтому $S_{\text{тени}} = \frac{\pi d^2}{4}$, где d - диаметр, $\frac{d}{2}$ - радиус, u - теневая высота, g - расстояние от источника до экрана.

$$S_{\Sigma} = \frac{\pi \cdot x l^2}{2} = \frac{\pi \cdot 16 r^2}{18} = \frac{8}{9} \pi r^2 = \frac{8}{9} \cdot 3^2 \pi = 8\pi \text{ (см)}^2$$

2) Про стену



лучи, проходящие изначально мимо линзы, отраж от зеркала и освещ. область, находясь дальше $2 \times \frac{10}{3} r = 10 \text{ см}$ от точки S_1 .

лучи, прошедшие через линзу, отражаются от зеркала, и, пройдя через него, вновь преломляются в линзу и выходит под тем же углом к опти. оси и доходят только в другой точке и в другую сторону. Эти лучи создают на стене светящийся конус, ограниченный крайними лучами (\rightarrow и \leftarrow на рис.)

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.

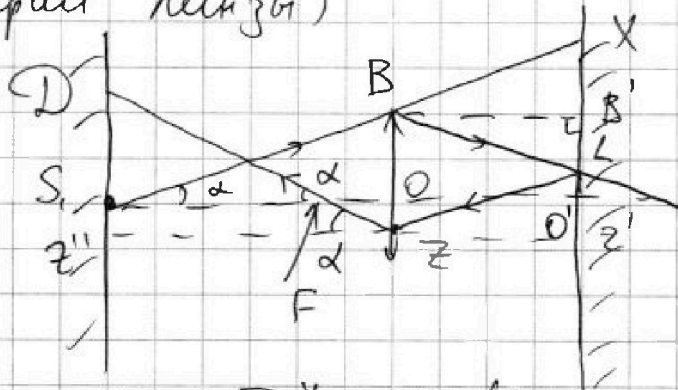


1 2 3 4 5 6 7

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!

Рассм. крайний луч (т.е. падающий на самый край линзы)



обозн-е точек-
сл. ос.
и углов

Сначала найдём zO . Из симметрии $BL = LZ$, т.е. $B'L \neq LZ' \Rightarrow BO - O'L = LO' + OZ \Rightarrow$

$$\Rightarrow OZ = BO - 2LO' = r - 2 \cdot \frac{1}{3}r = \frac{1}{3}r$$

Далее рассм-м соотн-е из подобия:

$$\frac{FS_1}{h} = \frac{DS_1}{Dz''} = \frac{DS_1^*}{DS_1^* + \frac{r}{3}} ; \text{tg } \alpha = \frac{BO}{SO} = \frac{r}{h}$$

$\frac{Dz''}{h} = \text{tg } \alpha \Rightarrow Dz'' = r$. Тогда $DS_1 = Dz'' - \frac{r}{3} = \frac{2r}{3}$ - размер осв. части лучами от зеркала с одной из сторон (с другой симметрично).

Тогда размер тени с кажд. стороны: $10 \text{ см} - \frac{2 \cdot 10 \text{ см}}{3} = 8 \text{ см}$.

$$S_{\text{тени}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 8^2 \text{ см}^2}{4} = 32\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

Ответ: 1) $8\pi \text{ см}^2$, 2) $32\pi \text{ см}^2$

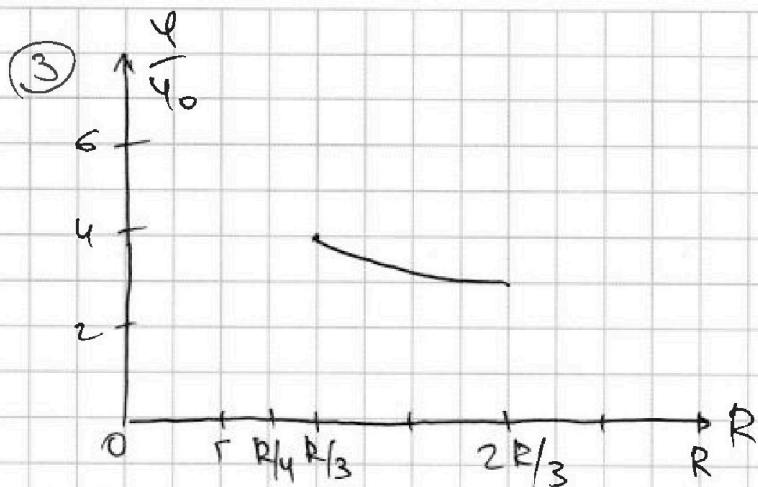


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ _

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) Принято считать, что эл. поле в диэлектрике уменьшается в ϵ раз.
 Указано, что $x = R/4$ наход. внутри диэлектрика.

Поле шарика с зарядом Q вне него такое же, как и у точечного заряда, помещённого в центр этого шара.

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2} \quad (\Rightarrow \text{для потенциала тоже самое})$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} = \frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{x} \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{4Q}{R} \quad \leftarrow \text{внутри шара}$$

Т.е. если $r \leq R/4$: $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{4Q}{R}$.

- 2) Из графика $r < R/4$, поэтому этот ответ верен всегда.

Из графика $\frac{\varphi(R/3)}{\varphi(2R/3)} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{k}{\epsilon}$

Вне шара диэлектрика уже нет, поэтому там потенциал у точек такой же, что был бы и без диэл.

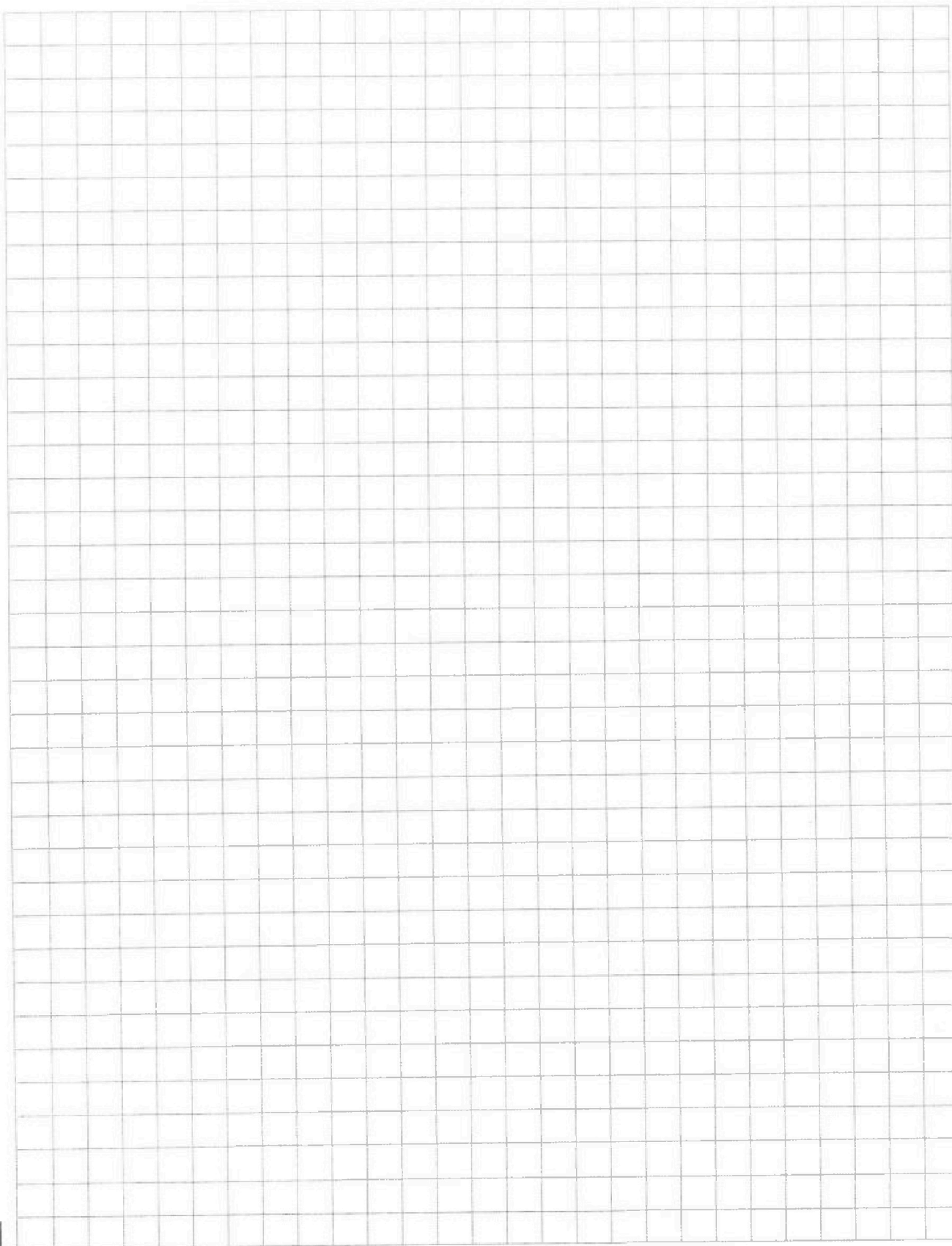


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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





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!

$$\varphi_{R/3} = \varphi_{2R/3} + \varphi_{R/3 \rightarrow RP/3}$$

$$\varphi_{R/3} = \varphi_{R/3 \rightarrow R} + \varphi_{R/3 \rightarrow \infty}$$

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{dB}{dt}$$

$$F = B q v$$

$$[B] = \frac{F}{q v}$$

$$\left[\frac{B}{t}\right] = \frac{H}{\frac{C \cdot \mu}{c} \cdot e} = \frac{\mu \cdot \mu}{c^2 \cdot \frac{C}{H} \cdot C}$$

$$[e] = \frac{\mu \cdot \mu^2}{c^2 \cdot \mu}$$

$$F = B I l$$

$$[B] = \frac{F}{I l}$$

$$\frac{B}{t} = \frac{\mu \cdot \mu}{c^2 \cdot \frac{C}{\mu} \cdot \mu \cdot \mu} = \frac{\mu}{c^2 \cdot \mu}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{dB}{dt} n S$$

$$\mathcal{E}_1 =$$

$$B_0 \downarrow \quad \downarrow 2B_0/3$$

$$W = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$D^* = H \cdot \mu = \frac{C n}{c} \cdot \frac{H \cdot c}{\mu}$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$L_1 \frac{dB}{dt} n S + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{B_0 S}{5L}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{L_1}{L_2} \Delta n S$$

$$\frac{n_1}{2} + \frac{4n_2}{3} = \frac{3n_1 + 8n_2}{6}$$