



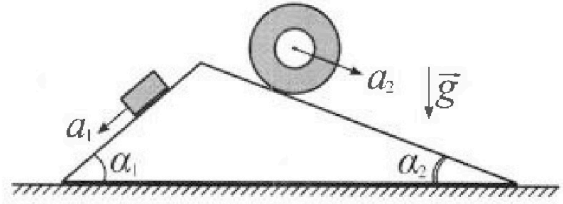
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

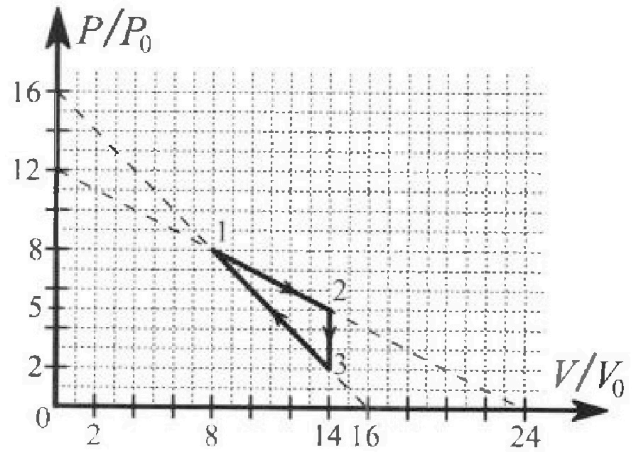


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

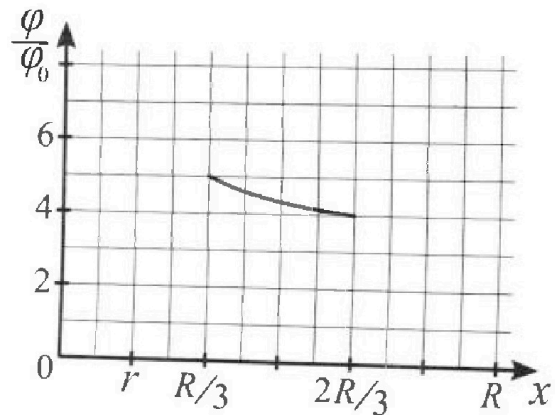
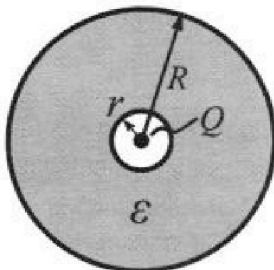
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





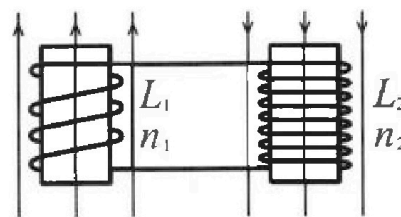
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

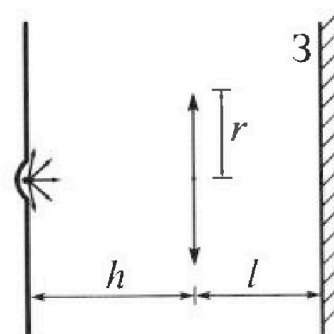


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 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  $F = h/3$ . 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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  
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!

Ответ:  $F_1 = \frac{9}{65} mg$ ;  $F_2 = \frac{7}{26} mg$ ;  $F_3 = \frac{6}{65} mg$

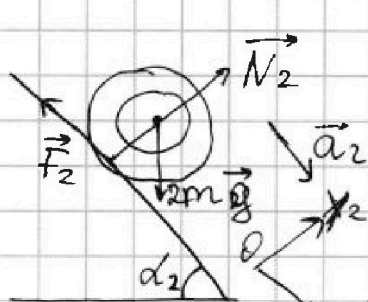


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~Плат как клин~~

Находимся в ИСО земли →

можно использовать второй закон

Ньютона:

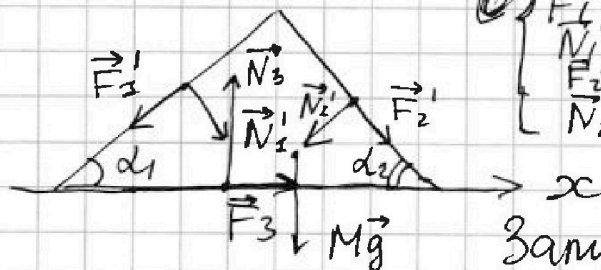
$$2m\vec{a}_2 = \vec{F}_2 + 2m\vec{g} + \vec{N}_2$$

Введём систему координат как показано на рисунке

$$\begin{cases} OX_2: 2ma_2 = 2mg \sin d_2 - F_2 \\ OY_2: 0 = N_2 - 2mg \cos d_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_2 = 2mg \sin d_2 - 2ma_2 \\ N_2 = 2mg \cos d_2 \end{cases}$$

$$F_2 = \frac{10}{13} mg - \frac{mg}{2} = \frac{7}{26} mg$$

Рассмотрим силы, действующие на клин.



$$\begin{cases} \vec{F}_1' = -\vec{F}_1 \text{ (по 3 закону Ньютона)} \\ \vec{N}_1' = -\vec{N}_1 \\ \vec{F}_2' = -\vec{F}_2 \\ \vec{N}_2' = -\vec{N}_2 \end{cases}$$

Запишем условие равновесия для клина в проекции на ось X.

$$OX: -F_1 \cos d_1 + N_1 \sin d_1 - N_2 \sin d_2 + F_2 \cos d_2 + F_{3x} = 0$$

$$- \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} mg + mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - 2mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} mg$$

$$+ F_{3x} = 0; \left( \frac{3 \cdot 4 \cdot 13 - 9 \cdot 4}{65 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 6 - 10 \cdot 12}{13 \cdot 13} \right) mg + F_{3x} = 0$$

$$\left( \frac{24}{65} - \frac{6}{13} \right) mg + F_{3x} = 0; \quad F_{3x} = \frac{6}{65} mg$$



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

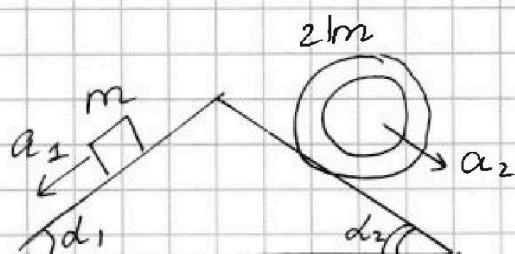
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№9.

$$a_1 = 6g/13; \quad a_2 = g/4;$$

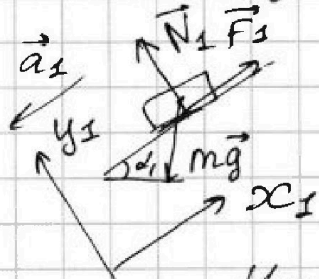
$$d_1 (\sin d_1 = \frac{3}{5}; \cos d_1 = \frac{4}{5})$$

$$d_2 (\sin d_2 = \frac{5}{13}; \cos d_2 = \frac{12}{13})$$



Рассмотрим силы, действующие

на брусок со стороны клина



Введём оси координат  $Ox, Oy$ , так, как показано на рисунке.

Мы находимся в ИСО земли, поэтому можно использовать 2 закона Ньютона.

$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1, \text{ где } m\vec{g} - \text{это сила тяжести}$$

Спроецируем на оси  $Ox_1, Oy_1$

$\vec{N}_1$  - это сила реакции опоры, действующая на брусок со стороны клина.  
 $\vec{F}_1$  - это сила трения между бруском и клином.

$$\begin{cases} Ox_1: -ma_1 = F_1 - mg \sin d_1 \\ Oy_1: 0 = N_1 - mg \cos d_1 \end{cases}$$

$$1) F_1 = \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) mg = \left( \frac{9}{65} \right) mg$$

$$\begin{cases} F_1 = mg \sin d_1 - ma_1 \\ N_1 = mg \cos d_1 \end{cases}$$

Теперь рассмотрим силы, действующие на цилиндр.



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!

$$\gamma = \frac{9\rho_0 V_0}{80\rho_0 V_0} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) 1      2)  $\frac{18}{7}$       3)  $\frac{9}{80}$



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!

$$pV^{5/3} = \text{const}; \quad p = \frac{\text{const}}{V^{5/3}}$$

$$p'(V) = -\frac{5}{3} \frac{\text{const}}{V^{8/3}}; \quad \text{в точке D}$$

$$p'(V) = -\frac{p_m}{V_m}; \quad \frac{5}{3} \frac{p_D V_D^{5/3}}{V^{8/3}} = \frac{p_m}{V_m}$$

$$\frac{p_D}{V_D} = \frac{3}{5} \frac{p_m}{V_m}; \quad p_D = \frac{3}{5} \frac{p_m}{V_m} \cdot V_D;$$

подставим в уравнение прямой:

$$\frac{3}{5} \frac{p_m}{V_m} V_D = p_m - \frac{p_m}{V_m} V_D;$$

$$V_D \cdot \left(\frac{3}{5} + 1\right) = V_m, \rightarrow \begin{cases} V_D = \frac{5}{8} V_m \\ p_D = \frac{3}{8} p_m \end{cases}$$

Отметим на графике критические точки:

Заметим, что на процессе 1-2; точка D лежит вне отрезка 1-2;

а значит в течении всего процесса 1-2

$Q > 0$ ; точка K(10;6);

3-K:  $Q > 0$

K-1:  $Q < 0$ ;

$$\gamma = \frac{A_{\text{газа}}}{Q_{12} + Q_{3K}};$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{13}{2} \cdot 6 p_0 V_0 + 9 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

$$Q_{3K} = A_{3K} + \Delta U_{3K} = -16 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (0 - 28) p_0 V_0 = 32 p_0 V_0$$

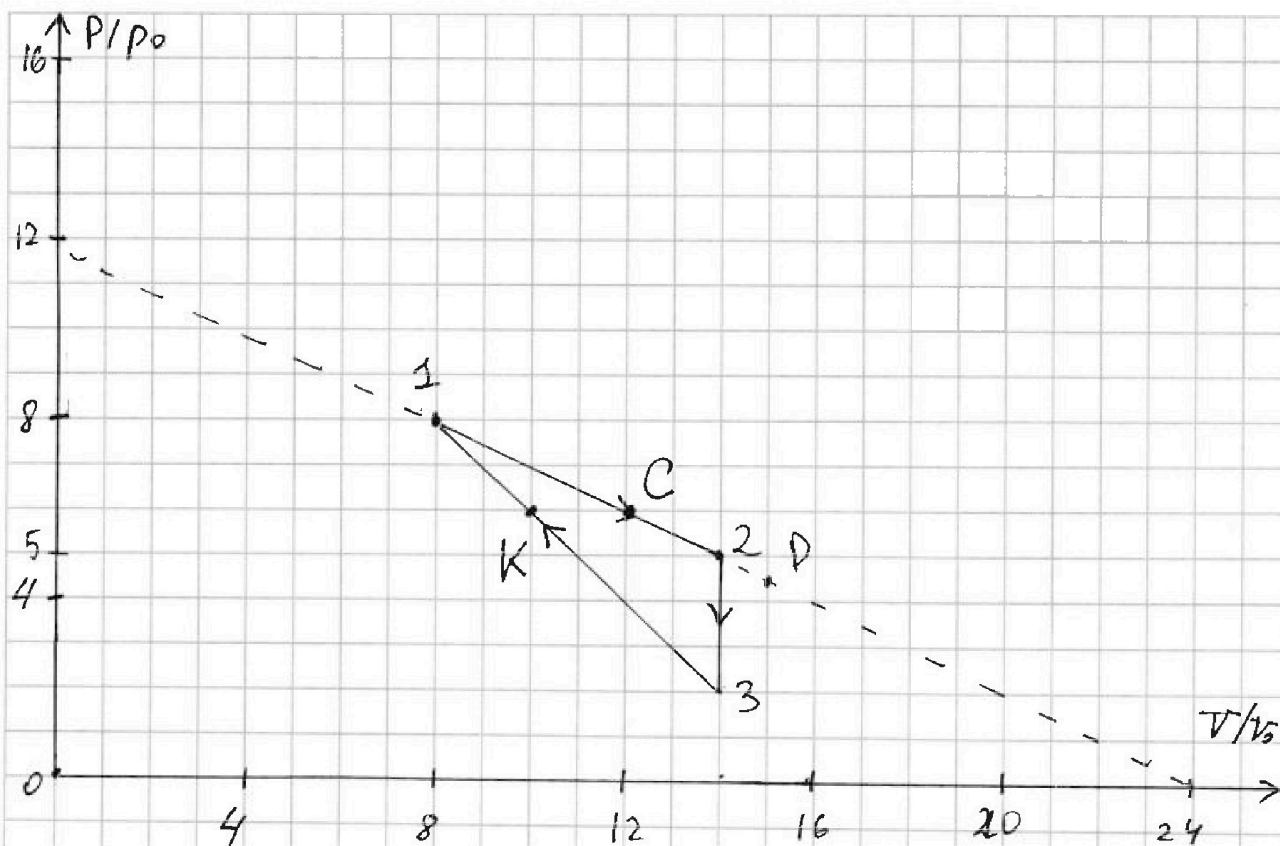


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!



1)  $A_{\text{газа}}$  - можно найти как площадь под графиком  $PV$ , заметим что в нашем случае газ совершил положительную работу за цикл.

$$A_{\text{газа}} = S_{\Delta 123} = \frac{3 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$U = \frac{i}{2} \nu R T$$

$$i = 3; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1$$

Пользуясь законом Клапейрона Менделеева так как газ идеальный:  $pV = \nu R T$ ;

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (70 - 64) p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 из 5

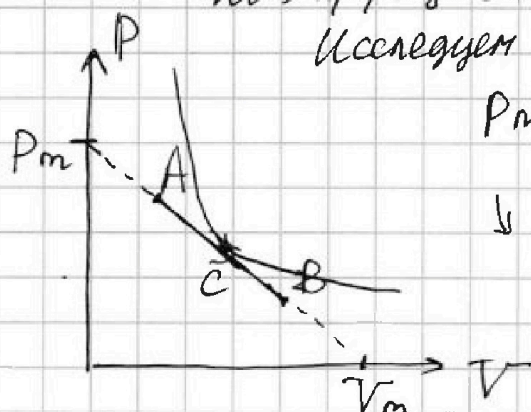
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{газа}} = 1;$

- Исследуем процесс, который описывается линейной зависимостью  $p$  от  $V$  с отрицательным коэффициентом.

Исследуем процесс А-В

$p_m, V_m$  - точки касания  
прямой графика. Оси координат.



$$p(V) = p_m - p_m \frac{V}{V_m}$$

Температура будет возрастать до точки касания прямой АВ с изотермой а потом будет убывать. Точка максимума будет в точке касания изотермы и прямой А-В;

А-С:  $T \uparrow$ ; С-В:  $T \downarrow$ ; найдём такую точку С;

Уравнение изотермы &

$$pV = \nu RT, T = \text{const}; \quad p = \frac{\nu RT}{V}$$

$$p'(V) = -\frac{\nu RT}{V^2}; \quad p'(V_c) = -\frac{\nu RT}{V_c^2}$$

Так как изотерма касается прямой, то

$$p'(V_c) = -\frac{\nu RT}{V_c^2} = -\frac{p_m}{V_m}; \quad \frac{p_c}{V_c} = \frac{p_m}{V_m}$$

$$p_c = \frac{p_m}{V_m} V_c; \quad \text{подставим это в уравнение прямой}$$



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!

$$p_c = p_m - \frac{p_m}{V_m} V_c; \quad \frac{p_m}{V_m} V_c = p_m - \frac{p_m}{V_m} V_c$$

$$\rightarrow V_c = \frac{V_m}{2}; \quad p_c = \frac{p_m}{2};$$

А теперь рассмотрим процесс 1-2 и найдём момент с мин температурой.

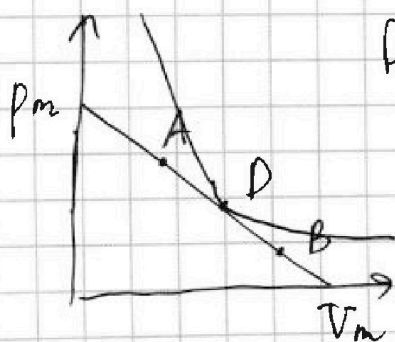
По написанному выше, это будет точка с координатами:  $C(6;12)$

$$\begin{aligned} \mu R T_c &= 72 p_0 V_0 \rightarrow \frac{T_c}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7} \\ \mu R T_3 &= 28 p_0 V_0 \end{aligned}$$

3) Найти КПД цикла.

$$\eta = \frac{A_{\text{заг}}}{Q^+}; \quad \text{Заметим, что в процессе}$$

1-2 теплота будет ~~то~~ меняться сложным образом, опять же исследуем это:



D - точка касания прямой с адиабатой ( $Q=0$ )

A-D:  $Q > 0$ ;

D-B:  $Q < 0$ ;

$$p(V) = p_m - \frac{p_m}{V_m} V;$$

Уравнение адиабаты:  $pV^\gamma = \text{const}$ ,

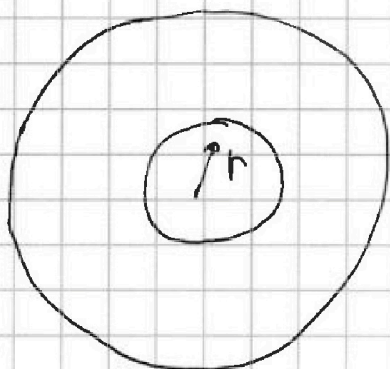
$$\text{где } \gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3};$$



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!



Внутри полой области  
где  $x < r$ , заряд  $Q$   
будет создавать электростатическое поле  $E$ , меняющееся по закону  $E = \frac{kQ}{x^2}$

А внутри диэлектрика  $E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

и аналогично с потенциалом.

$$\begin{cases} \varphi = \frac{kQ}{x}; & x < r \end{cases}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon r};$$

$x \geq r$  и  $x \leq R$

1) при  $x = \frac{5}{6} R$ ;  ~~$\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon r}$~~

$$\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{6}{5} \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon r};$$

2) Найдём численное значение  $\epsilon$ ;

$$\varphi(R/3) = 5\varphi_0$$

$$r = R/6;$$

$$\varphi(2R/3) = 4\varphi_0$$

$$5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{kQ}{2\epsilon R}$$

$$\begin{cases} 5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} \\ 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} \end{cases}$$



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

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

$$\frac{5}{4} = \frac{6 - 3/\varepsilon}{6 - 4,5/\varepsilon}; \quad 30 - \frac{22,5}{\varepsilon} = 24 - \frac{12}{\varepsilon}$$

$$6 = \frac{10,5}{\varepsilon}; \quad (\varepsilon = 1,75)$$

Ответ:  $\varepsilon = 1,75$

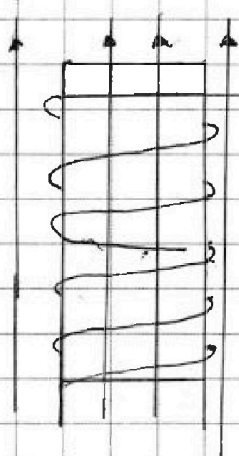


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

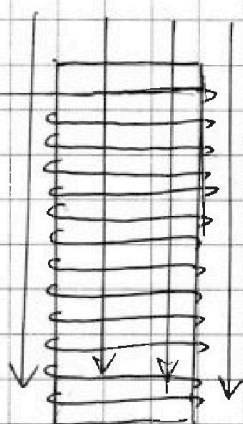
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$L_1$   
 $n_1$



$L_2$   
 $n_2$

$$L_1 = L \quad L_2 = 16L$$

$$n_1 = n \quad n_2 = 4n$$

С какой скоростью  
начнётся менять ток  
в катушках

при увеличении магнитной индукции  
в первой катушке  $dB/dt = d(\downarrow > 0)$ ?

Закон электромагнитной индукции:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_{in} = -L \cdot \frac{dI}{dt}; & \text{то есть в катушке} \\ \frac{d\varphi}{dt} = \mathcal{E}; & \text{в первой катушке возникнет ЭИ индукции} \end{cases}$$

$$\mathcal{E}_{in} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dB \cdot n_1 \cdot S}{dt} = d n_1 \cdot S;$$

эта  $\mathcal{E}_{in}$  вызовет ток, но из-за  
свойства инерции в катушках, в них  
возникнет Э самоиндукции, и уравновесит

$$\mathcal{E}_{самоиндукции 1} = L_1 \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{самоиндукции 2} = L_2 \cdot \frac{dI}{dt}$$

второе  
правило  
Ларенца

$$\mathcal{E}_{in} = \mathcal{E}_{самоиндукции 1} + \mathcal{E}_{самоиндукции 2}$$



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 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!

$$\mathcal{E}_{NS} = L \cdot \frac{dI}{dt} + 16L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\left( \frac{dI}{dt} = \frac{1}{17} \cdot \frac{\mathcal{E}_{NS}}{L} \right) \quad \frac{dI}{dt} = \text{const}, \text{ а значит ток будет меняться равномерно со скоростью } \frac{\mathcal{E}_{NS}}{17L};$$

2) за некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L$ , уменьшится от  $B_0$  до  $B_0/3$ , а во второй от  $3B_0/4$  до  $B_0/4$ .

$$\frac{dB_1}{dt} \cdot n \cdot S = \mathcal{E}_{in1};$$

$$\frac{dB_2}{dt} \cdot 4n \cdot S = \mathcal{E}_{in2};$$

$$\mathcal{E}_{in1} + \mathcal{E}_{in2} = \mathcal{E}_{\text{самоиндукции}} + \mathcal{E}_{\text{самоиндукции}}$$

Правило Кирхгофа для контура.

$$\frac{dB_1}{dt} nS + \frac{dB_2}{dt} 4nS = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt}$$

$$n \cdot dB_1 \cdot S + dB_2 \cdot 4n \cdot S = 17L dI \quad / \text{про-суммируем маленькие изменения.}$$

$$\Delta B_1 \cdot n \cdot S + \Delta B_2 \cdot 4n \cdot S = 17L \cdot \Delta I$$

$$\frac{2}{3} B_0 nS + \frac{3}{4} B_0 \cdot 4n \cdot S = 17L \Delta I$$

$$\Delta I = I - 0; \quad \left( I = \frac{11}{51} \frac{B_0 nS}{L} \right);$$





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  
2 из 4

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

Что же мы увидим в зеркале?

Мы увидим кольцо из тени.

на картинке, точки лежащие на окружности с диаметром  $CD$  будут освещены

а области  $E-D$  и  $C-F$  не будут освещены.

из подобия найдем высоту точки  $E$ ;

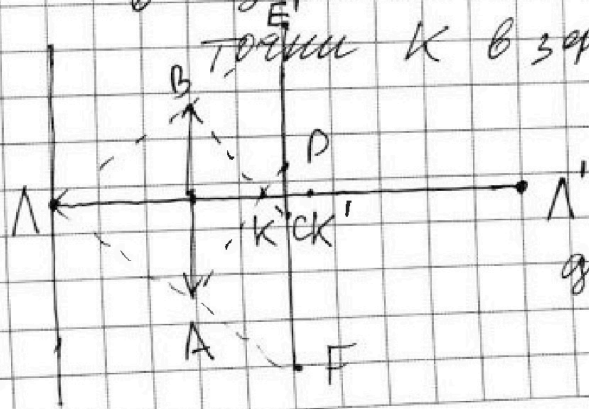
$$h_E = \frac{5}{3}r; \text{ аналогично из подобия:}$$

$$h_D = \frac{r}{3}; \rightarrow \text{найдем площадь неосвещенной части зеркала } S = \pi \left(\frac{5}{3}r\right)^2 - \pi \left(\frac{r}{3}\right)^2 =$$

$$= \frac{8\pi r^2}{3} = \frac{200\pi \text{ см}^2}{3}$$

2) Найдем площадь неосвещенной части зеркала.

для этого найдем изображение лампы  $L$  в зеркале и изображение изображения точки  $K$  в зеркале.



После отражения через зеркало у нас появятся два реальных источника света.

Область от точки  $S$  до точки  $P$   
будет освещена. Дальше рассмотрим  
лучи из  $K'$  проходящие через линзу



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 4

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

Найдём изображение точки  $K'$  в линзе.

$OK' = \frac{5}{6}h = d$ ;  $f$  - расстояние от линзы  
до изображения; тогда:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ ;

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{h} \quad f = \frac{5}{9}h$$

$OK'' = \frac{5}{9}h$ ;  $K''$  - изображение  
точки  $K'$  в линзе.

Найдём пересечение  $K''A$  со стенкой

Пусть это точка  $Q$ ;

т.е.  $OK'' = \frac{5}{9}h$ ;  $AK'' = \frac{4}{9}h$ ;  $\rightarrow$

$$h_Q \text{ (из подобия)} = \frac{4}{5}h$$

на стене тоже будет кольцо  
тени.

неосвещённая область будет  $Q-M$ ;

Площадь неосвещённой области на

стене:  $S = \pi \cdot h_M^2 - \pi \cdot h_Q^2 =$

$$= \pi \cdot \left(\frac{11}{5}r\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{4}{5}r\right)^2 = 105\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $\frac{200}{3}\pi$ , 2)  $105\pi$