



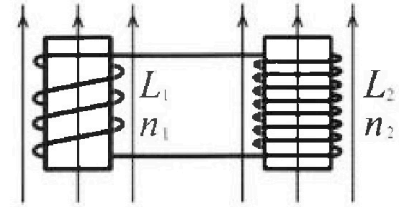
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02



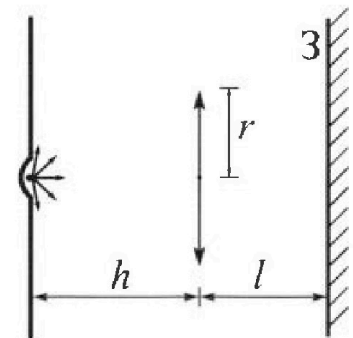
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  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. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) на чет 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  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.

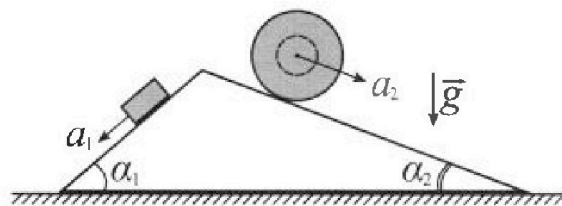
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



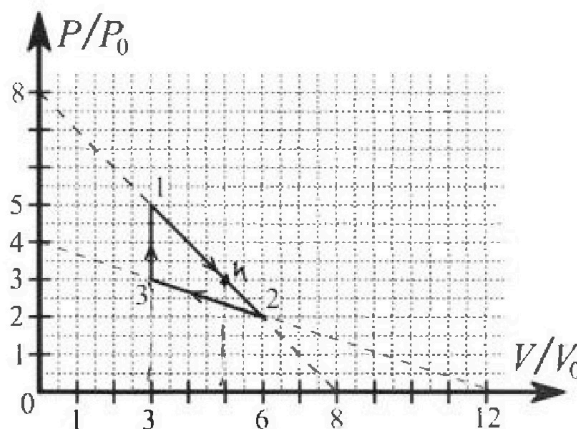
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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 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.

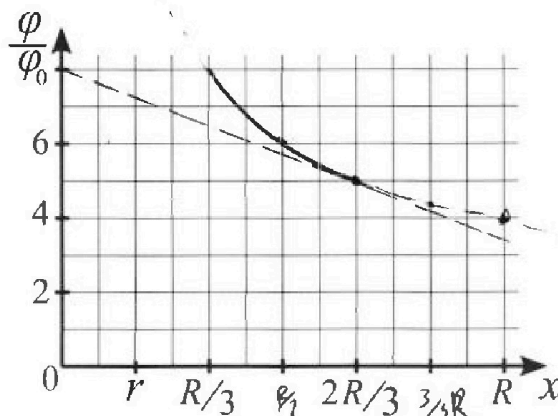
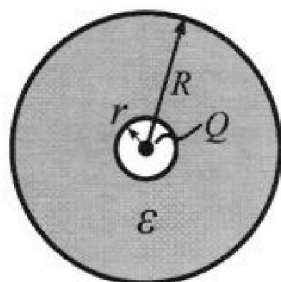


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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!

показатели (1) и (3) и (2):

$$F_3 = \frac{16 \text{ mg} \cdot 4}{85 \cdot 5} + \frac{75 \text{ mg} \cdot 8}{17 \cdot 17} - \frac{864 \text{ mg} \cdot 15}{425 \cdot 17} - \frac{12}{25}$$

$$- \frac{4}{5} \text{ mg} \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_3 = \text{mg} \left( \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} + \frac{75 \cdot 8}{17 \cdot 17} - \frac{864 \cdot 15}{425 \cdot 17} - \frac{12}{25} \right)$$

$$F_3 = \text{mg} \left( \frac{64}{5^2 \cdot 17} + \frac{5^2 \cdot 3 \cdot 8}{17^2} - \frac{864 \cdot 15}{17^2 \cdot 5^2} - \frac{12}{5^2} \right)$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{64 \cdot 17 + 5^4 \cdot 3 \cdot 8 - 864 \cdot 15 - 12 \cdot 17^2}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{17(64 - 12 \cdot 17) + 5 \cdot 3(5^3 \cdot 8 - 864)}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{17 \cdot 4(16 - 3 \cdot 17) + 8 \cdot 3 \cdot 3(5^3 - 108)}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{17 \cdot 4 \cdot (-35) + 8 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 17}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = \text{mg} \frac{4(-7) + 8 \cdot 3}{5 \cdot 17}$$

$$F_3 = - \text{mg} \frac{3}{85} \Rightarrow \text{условное направление силы в обратную сторону, предполагаемое было неверно}$$

Ответ:  $F_1 = \frac{16}{85} \text{ mg}$ ;  $F_2 = \frac{864}{425} \text{ mg}$ ;  $F_3 = \frac{3}{85} \text{ mg}$

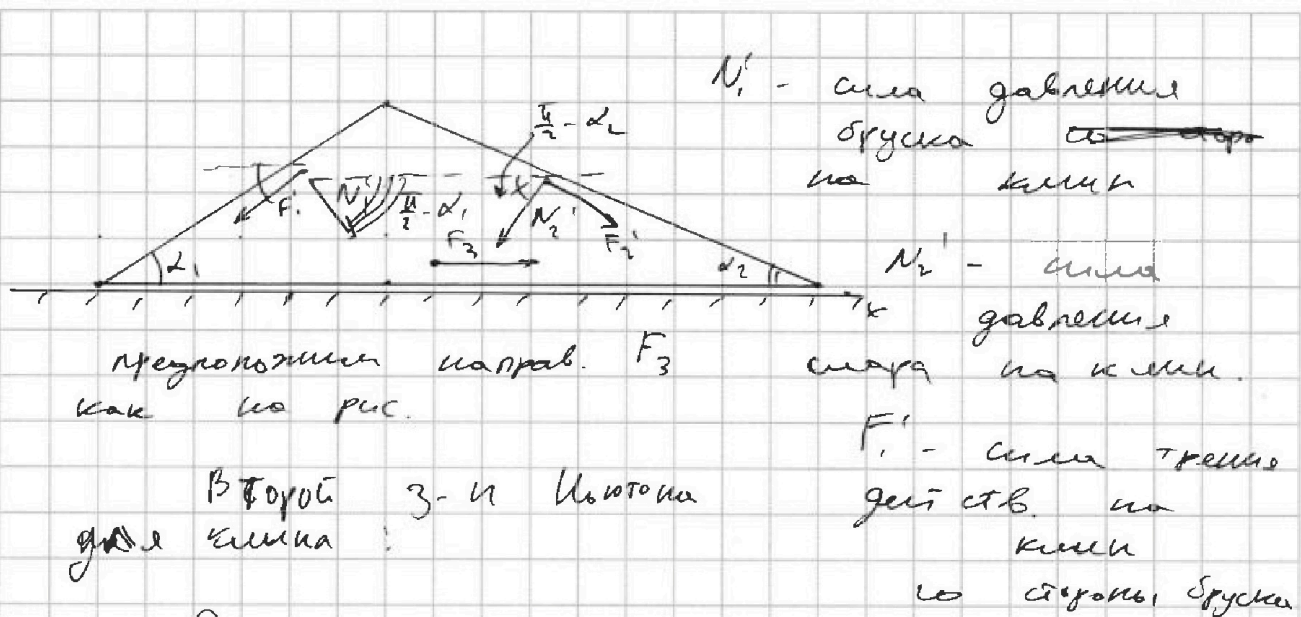


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



предположим направ.  $F_3$  как на рис.

Второй закон Ньютона для клина:

$$O_x: F_3 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 = 0$$

$$(2) F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1$$

второй закон Ньютона на шар:

$$O_y: \begin{cases} N_2 = mg \cos \alpha_2 \\ O_z: m a_z = mg \sin \alpha_2 - F_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ F_2 = mg \left( \frac{40}{17} - \frac{8}{25} \right) \end{cases}$$

$$F_3 = m(5g \sin \alpha_2 - a_z)$$

$$(3) \begin{cases} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ F_2 = \frac{864}{425} mg \end{cases}$$

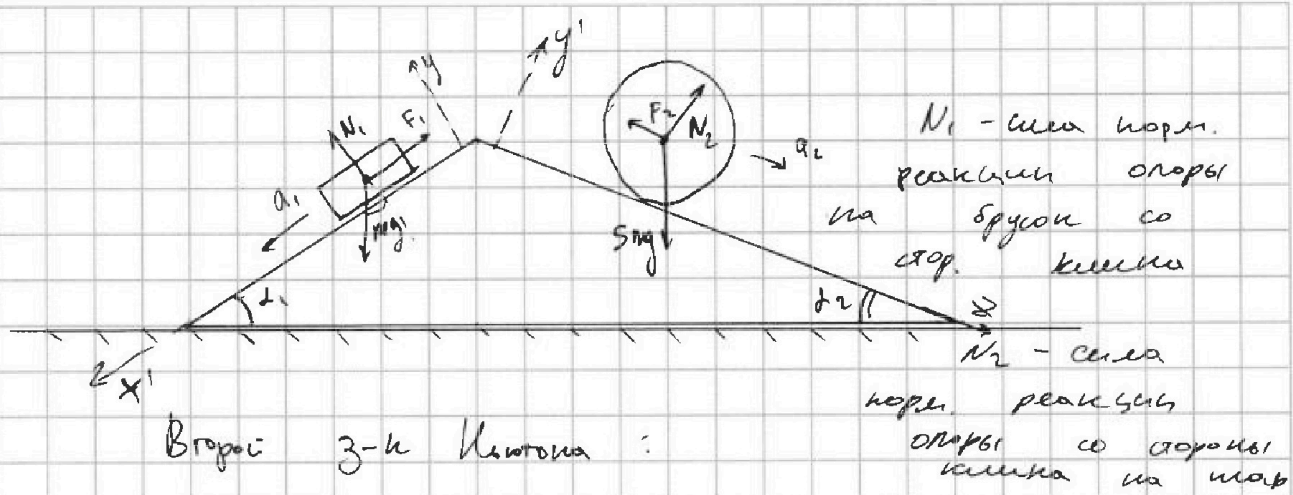


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!



Второй закон Ньютона:

для бруска:

$$\begin{cases} O_{x_1}: & ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1 \\ O_{y_1}: & 0 = N_1 - mg \cdot \cos \alpha_1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = -ma_1 + mg \sin \alpha_1 ; \quad \left\{ \begin{aligned} N_1 &= \frac{4}{5} mg \\ F_1 &= m(g \sin \alpha_1 - a_1) \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$F_1 = m \left( \frac{3}{5}g - \frac{7}{17}g \right) \Rightarrow F_1 = \frac{16}{85} mg$$

~~проектирование~~ ~~для шарика~~ ~~по~~ ~~второму~~ ~~закону~~ ~~Ньютона~~ ~~на~~ ~~шарик~~ ~~со~~ ~~стор.~~ ~~шара~~ ~~и~~ ~~бруска~~ ~~действуют~~ ~~силы~~  ~~$5mg$~~   ~~$\cos \alpha_2$~~   ~~$\sin \alpha_2$~~

проектирование  $\frac{40}{17} \cdot \frac{8}{25} = \frac{40 \cdot 8}{17 \cdot 25} = \frac{320}{425} = \frac{64}{85}$

по третьему закону Ньютона на клин со стороны шара и бруска действуют

~~силы~~ ~~реакции~~ ~~опор~~ ~~на~~ ~~шарик~~ ~~и~~ ~~брусок~~ ~~которые~~  $N_1', N_2', F_1', F_2'$

$$\begin{aligned} N_1 &= N_1' & F_1 &= F_1' \\ N_2 &= N_2' & F_2 &= F_2' \end{aligned}$$



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!

первый закон термодинамики:

для процесса 31:  $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$

$$A_{31} = 0$$



$$Q_{31} = \Delta U_{31} = 3 P_0 V_0$$

для процесса 14:

$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14}, \text{ где}$$

$A_{14}$  - найдет, как величину, пропор. площади под графиком

$$\Delta U_{14} = \frac{3}{2} P R (T_4 - T_1)$$

уравнение состояния:

для г. 1:  $15 P_0 V_0 = P R T_1$

для г. 4:  $15 P_0 V_0 = P R T_4$

$$A_{14} = \frac{3 \cdot 5}{2} P_0 \cdot 2 V_0$$

$$A_{14} = 8 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{14} = 0$$

$$Q_{14} = A_{14}$$

$$Q_{14} = 8 P_0 V_0$$

за цикл подведено Э. энерг. кол-во теплоты:

$$Q_{14} = Q_{14} + Q_{31} = 11 P_0 V_0 \quad (10)$$

тогда КПД по опр-но:

$$\eta_{3(1)4(10)}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{14}} = \frac{3}{11}$$

Ответ:  $\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$  ;  $\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12}$  ;  $\eta = \frac{3}{11}$

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!

работа газа за цикл пропорциональна площади, ограниченной графиком, ~~сек~~ отсюда

$$A = \frac{2P_0 \cdot 3V_0}{2} = 3P_0V_0 \quad (1)$$

уравнение состояния идеального газа:

$$pV = \nu RT$$

тогда для точек 1, 2, 3 видо выведет след. образом:

$$\text{для т. 3: } 3P_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_3$$

$$\text{для т. 1: } 5P_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_1$$

$$\text{откуда } 3P_0V_0 = \nu R(T_1 - T_3) \quad (2)$$

изм. внутр. энергии газа в процессе 31:

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R(T_1 - T_3) \quad (3)$$

из (2) и (3) следует:

$$\Delta U_{31} = 9P_0V_0 \quad (4)$$

тогда искомое отношение приращение

внутр. энергии 31 к работе за цикл:

$$\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9}{2}$$

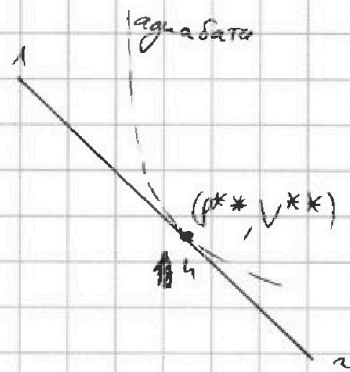


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



первый закон  
+ если процесс изохорный:

$$\delta Q = \delta A + dU$$

откуда

$$\delta Q = \frac{C_p}{R} p dV + \frac{C_v}{R} V dp$$

так как адиабата:

$$0 = \frac{C_p}{R} p dV + \frac{C_v}{R} V dp$$

так из уравнения  $C_p = \frac{5}{2}$ ;  $C_v = \frac{3}{2}$

$$0 = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \quad (a)$$

из (a) и (b):

$$0 = \frac{5}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} V^{**} + \delta p_0 \right) dV + \frac{3}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} \right) V^{**} dV$$

тогда из (a):  $\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$

~~$\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$~~

~~$\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$~~

тогда  $p^{**} =$

$$\frac{5}{2} V^{**} \frac{p_0}{V_0} = 2 p_0$$

$$V^{**} = 5 V_0$$

тогда из (b):  $p^{**} = 3 p_0$ , тогда в процессе  $\mu_3$  подводится, а в процессе  $\mu_2$  - отводится.





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!

уравнение процесса 12 в PV-коор.:

$$P = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0 \quad (5)$$

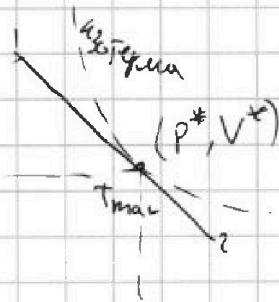
условие изотермы:  $PV = \text{const}$

откуда  $VdP + PdV = 0 \quad (6)$

условие максимума температуры:

изотерма касается прямой 12.

из (5) и (6):



~~$$V \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0}\right) dV + \left(-\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0\right) dV = 0$$~~

$$V^* \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0}\right) dV + \left(-\frac{P_0}{V_0}V^* + 8P_0\right) dV = 0$$

$$2 \frac{P_0}{V_0} V^* = 8P_0$$

то есть из (5):  $V^* = 4V_0$

$P^* = 4P_0$ , откуда уравнение состояния:

из (7) и (8):

где  $T_1$  — кот. соот.  $T_{max}$

$$P^* V^* = 2R T_{max} \quad (7)$$

$$16P_0 V_0 = 2R T_{max} \quad (7)$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12}$$

где  $T_2$ :

$$2P_0 \cdot 6V_0 = 2R T_2 \quad (8)$$

процесса 12 тепло подводится к газу в до некоторой точки, коор. которой  $(P^{**}, V^{**})$

эта точка будет явл. точкой касания адиабаты к прямой 12



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  
7 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!

Тогда в точке  $x = \frac{3}{2} R$ :  
исходим потенциал

$$\varphi_1 = kQ \frac{4}{3\epsilon R} + kQ \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R}$$

$$\varphi_1 = kQ \left( \frac{4 + 3(\epsilon - 1)}{3\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_1 = kQ \cdot \frac{1 + 3\epsilon}{3\epsilon R}$$

расщ. т. с координатами ~~в точке~~  $x$ :

$$\frac{d\varphi}{dx} = - \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$\frac{d\varphi}{dx}$  — коэф. угла наклона касательной

так найдем веретину  $\frac{kQ}{\epsilon x^2}$  как  
коэф. угла наклона касательной в  $x = \frac{3}{2} R$   
из графика:

запомним  $\epsilon = \frac{kQ \epsilon}{\varphi_0 \cdot R}$   
~~граф.  $\frac{kQ}{\epsilon x^2}$  —  $kQ \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R}$~~

из графика (касательная в т.  $x = \frac{2}{3} R$ )

$$\frac{kQ}{\epsilon x^2} \Big|_{x = \frac{2}{3} R} = \frac{3\varphi_0}{\frac{2}{3} R} \Rightarrow \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 3\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{2\epsilon R} \quad (5)$$



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!

Заметим из графика, что:  $\varphi(R) = 4\varphi_0$

тогда из (4) с

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{4R} \quad (6)$$

из (5) и (6) с (5):

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2\epsilon}$$

и

$$\epsilon = 2$$

Ответ:  $\varphi_1 = kQ \cdot \frac{1+3\epsilon}{3\epsilon R}$ ;  $\epsilon = 2$

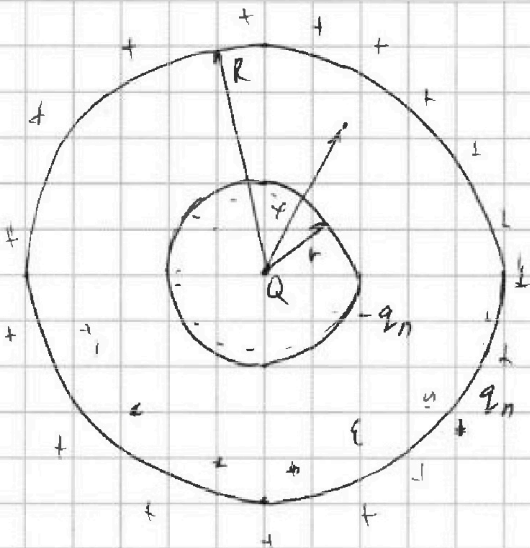


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



диэлектрик ослабляет  
эл. поле заряда в  $\epsilon$  раз:

поле внутри диэлектрика;

пусть поле от заряда  $E$ ,

поле от эквипот. заряда  $E_n$   
примем суперпозиция:

$$\frac{E}{\epsilon} = E + E_n \quad (1)$$

заряды на ~~внеш.~~ ~~внеш.~~ поверхности ~~поверх.~~

шара поле не создают поэтому

внутри диэлектрика:  $E_n = - \frac{q_n}{k^2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad (2)$

поле от заряда  $Q$ :

~~поле~~  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \quad (3)$

из (1); (2); (3):  $\frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{r^2} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{q_n k}{r^2}$

тогда потенциал в  
точке ~~такой же~~

такой же  
точка эквипот.  
от  $q_n$

$$\frac{k}{\epsilon} Q = kQ - q_n k$$

$$q_n = Q \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$q_n = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{q_n k}{k} + \frac{kq_n}{R}$$

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

~~поле~~  $\varphi = kQ \frac{1}{\epsilon x} + kQ \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \quad (4)$

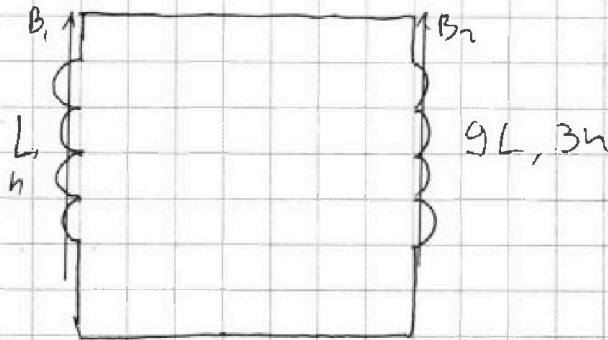
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

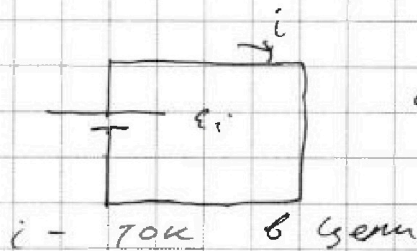
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



по условию

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha \quad (1)$$

1) Эквивалентная схема в 1 случае:



~~Эквивалентная схема~~  
напряжение на катушке

$$U_{\text{кз}} \quad \epsilon_i = \frac{L di}{dt} \quad (2)$$

закон электро-магнит. индукции:

$$\epsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{N \cdot S \cdot dB}{dt} = - N S \frac{dB}{dt} \quad (3)$$

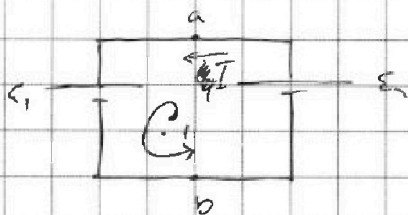
из (1), (2) и (3):

$$L \frac{di}{dt} = N S \alpha$$

$\frac{di}{dt}$  - скорость изменения тока в цепи

$$\frac{di}{dt} = \frac{N S \alpha}{L}$$

2) Эквивалентная схема во 2 случае:



~~Эквивалентная схема~~  
i - ток в цепи  
момент времени

I - ток



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!

$$10L \frac{di}{dt} = \dots \epsilon_2 - \epsilon_1$$

$$\int_0^I 10L di = 3 \int_{\frac{B_0}{3}}^{\frac{B_0}{12}} nS dB_2 - \int_{B_0}^{\frac{2}{3}B_0} nS dB_1$$

$$10LI = 3nS \left( \frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) - nS \left( \frac{2}{3}B_0 - B_0 \right)$$

$$10LI = 3nS \cdot \left( -\frac{3B_0}{12} \right) - nS \left( -\frac{B_0}{3} \right)$$

$$10LI = -\frac{3}{4}nSB_0 + nS\frac{B_0}{3}$$

$$I =$$

Ответ:  $\frac{di}{dt} = \frac{nS \times}{L}$  ,  $I = \frac{-\frac{3}{4}nSB_0 + \frac{nSB_0}{3}}{10L}$



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!

Закон ~~схр.~~ магнитного потока,  
(контур - сверхпроводящий):

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi'_1 + \Phi'_2$$

$\Phi_1, \Phi_2$  - потоки через ~~сверхпроводящий~~ индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  соот. го потока  $i$  изм. магнит. индукции

$\Phi'_1, \Phi'_2$  - потоки через ~~контур~~, индуктивности  $L_2$  и  $L_1$  соотв. поле изм. индуктивности:

$$hS B_0 + 3h \cdot 5 \cdot \frac{B_0}{3} = i(L_1 + L_2)$$

за  $\partial$ -м индукция:

$$\cancel{\Phi_1} = -\epsilon_1 = L \frac{di}{dt}$$

$$\epsilon_2 = 9L \frac{di}{dt}$$

при этом:

$$\epsilon_1 = \cancel{\frac{d\Phi_1}{dt}} = hS \frac{dB_1}{dt}$$

$$\epsilon_2 = \frac{3h \cdot 5}{3} \frac{dB_2}{dt}$$

$B_1, B_2$  - индукция произведенные соот. катушкой

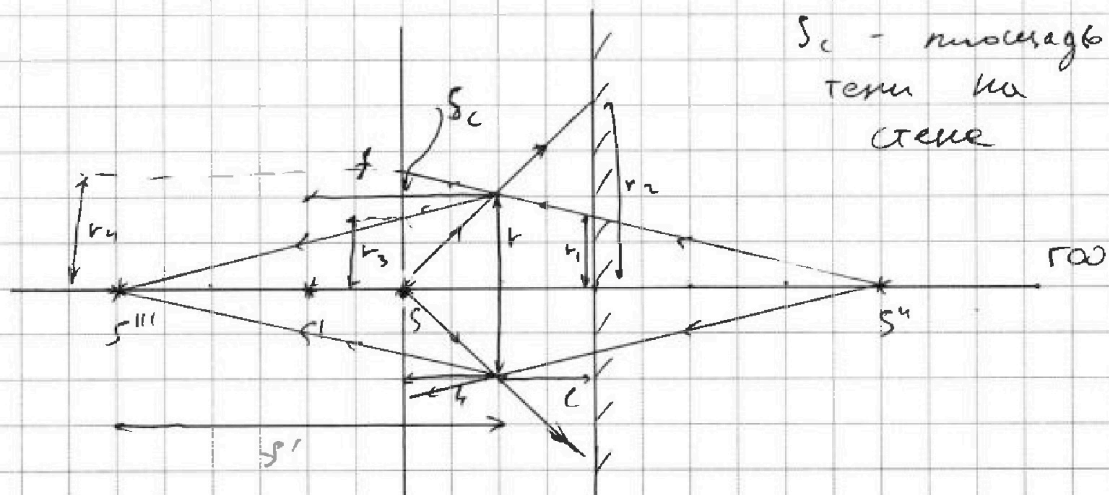
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



$S_c$  - площадь  
тени на  
стене

из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{r_3}{r} = \frac{3h}{4h} \Rightarrow r_3 = \frac{3}{4} r$$

$$\frac{r_4}{r} = \frac{5h}{4h} = \frac{5}{4} r$$

откуда

$$S_c = \pi (r_4^2 - r_3^2) = \pi \left( \frac{25}{16} - \frac{9}{16} \right) r^2$$

$$= \pi r^2 = 1 \cdot \pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $S_3 = \pi \frac{55}{16} \text{ см}^2$ ;  $S_c = \pi \cdot 1 \text{ см}^2$





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  
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!

$S_3$  - площадь тени на зеркале:

$r_1, r_2$  - радиусы окр., огр. областей тени (см. рисунок):

из подобия  $\Delta$ :

$$\begin{array}{l|l} \frac{r_1}{h} = \frac{a}{a+l} & r_1 = \frac{3}{4}l \\ \frac{r_2}{h} = \frac{2h}{h} & r_2 = 2h \end{array} \Rightarrow$$

тогда искоемая площадь тени:

$$S_3 = \pi (r_2^2 - r_1^2) = \pi \left( 4h^2 - \frac{9}{16}l^2 \right)$$
~~$$= \pi \left( 4h^2 - \frac{9}{16}l^2 \right) = \pi \frac{55}{16} h^2 = \pi \frac{55}{16} \text{ см}^2$$~~

из формулы тонкой линзы ~~расстояние~~ расстояние от линзы до  $S''$  (это  $S'$ ):

$$\frac{1}{S'} + \frac{1}{4h} = \frac{1}{2h}$$

$$S' = \frac{1}{2h}$$

тогда найдем  $r_3$  и  $r_4$  - радиусы, огр. обл. тени на стекле:

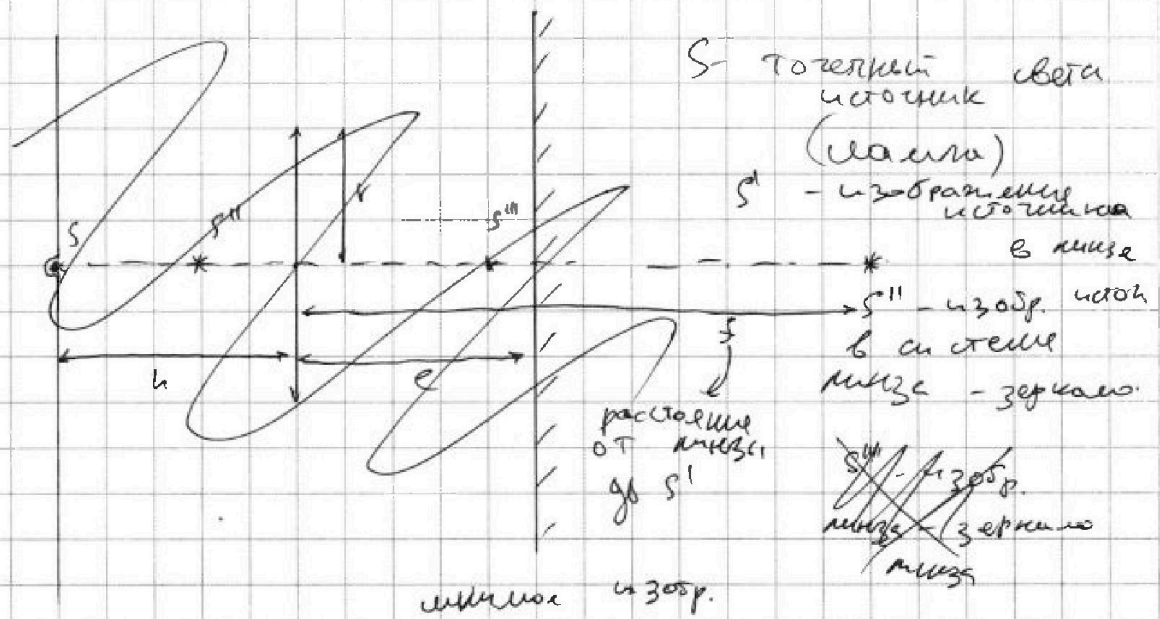
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



~~Зная~~ формулу тонкой линзы:  
 $\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$   
 $f$  - расстояние от линзы до  $S'$

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

$$f = -2h$$

$S'''$  - изобр. источника  $S''$  в линзе  
 тогда расстояние от  $S'$  до зеркала:  
~~равно~~  $a = 3h$

