



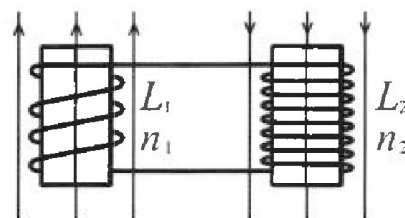
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

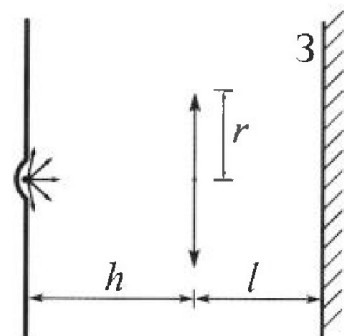


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 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.



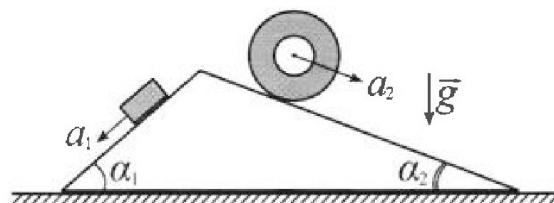
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 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.

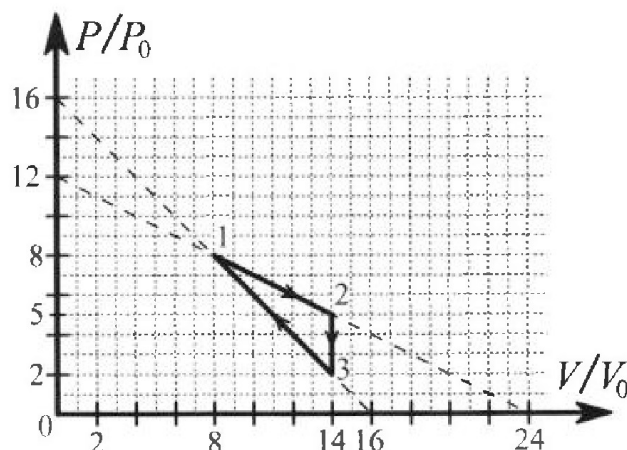


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

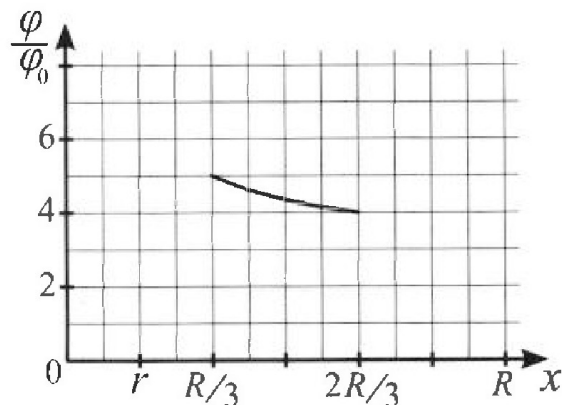
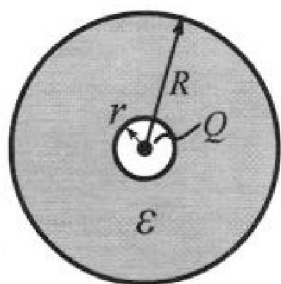
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





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.

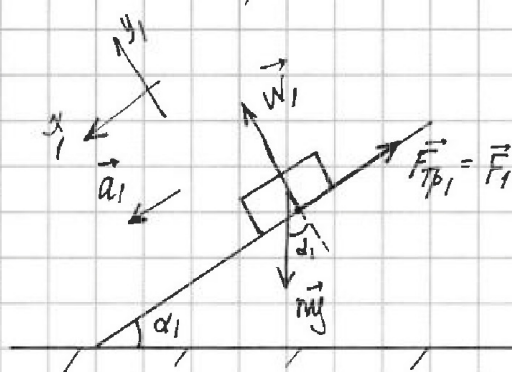
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

1.) Рассмотрим движение бруска по пов-ти клина. Задача №1



По 2ЗН: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$x: mgsin\alpha_1 - F_1 = ma_1$$

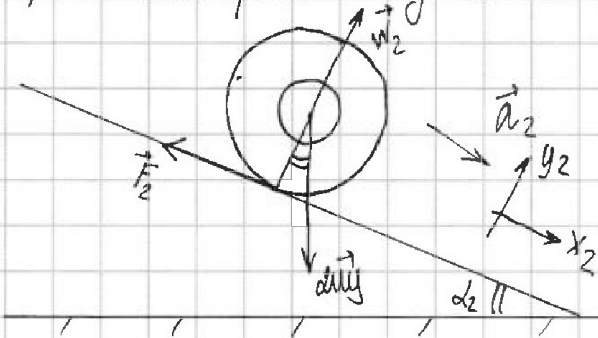
$$F_1 = mgsin\alpha_1 - ma_1$$

$$F_1 = m(gsin\alpha_1 - a_1)$$

$$y: w_1 = mgcos\alpha_1 = \frac{4}{5}mg$$

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

2.) Рассмотрим движение цилиндра по пов-ти клина.



П.к. цилиндр движется без проскальзывания, но F_2 - сила трения покоя

По 2ЗН: $x_2:$

$$dmgsin\alpha_2 - F_2 = dma_2$$

$$F_2 = dm(gsin\alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = dm\left(\frac{5}{13}g - \frac{4}{13}\right) = dm\frac{5-4}{13}g = \frac{4}{13}dm$$

$$y_2: w_2 = dmgsin\alpha_2 = \frac{4}{13}dm$$

3.) Рассмотрим силы, действующие на клин.

Он находится в покое (по усл-ю) $\rightarrow$

$\Rightarrow$ его ускорение = 0:



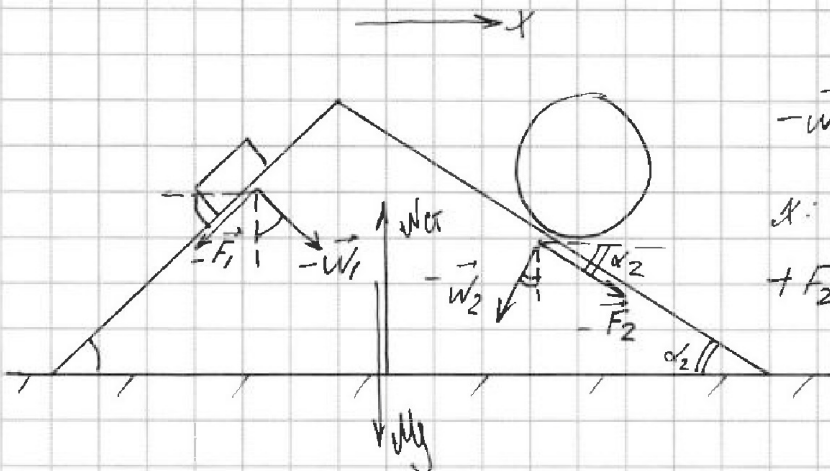
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\text{По 23H: } \sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$-\vec{W}_1 - \vec{F}_1 - \vec{W}_2 - \vec{F}_2 + \vec{N}_C + \vec{M}_C + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

$$x: W_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 +$$
$$+ F_2 \cos \alpha_2 - W_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} = 0$$

$$\frac{4}{5} \text{ кг} \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{65} \text{ кг} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{25} \text{ кг} \cdot \frac{12}{13} - \frac{24}{13} \text{ кг} \cdot \frac{5}{13} + F_{3x} = 0$$

$$\frac{12}{25} \text{ кг} - \frac{36}{25 \cdot 13} \text{ кг} + \frac{48}{169} \text{ кг} - \frac{120}{169} \text{ кг} + F_{3x} = 0$$

$$\frac{120}{325} \text{ кг} - \frac{48}{169} \text{ кг} + F_{3x} = 0 \Rightarrow F_{3x} = \frac{48}{169} \text{ кг} - \frac{120}{325} \text{ кг} =$$

$$= \frac{390}{4225} \text{ кг} = \frac{48}{545} \text{ кг} > 0 \Rightarrow F_3 \text{ сонаправлено с осью } x.$$

Ответ: 1) $\frac{9}{65} \text{ кг}$

2) $\frac{4}{25} \text{ кг}$

3) $\frac{48}{545} \text{ кг}$



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!

Задача №2.

1.) Найдем изменение внутренней энергии газа в процессе 1-2:

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

По ур-ю Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{aligned} p_2 V_2 &= \nu R T_2 \\ p_1 V_1 &= \nu R T_1 \end{aligned} \quad \text{из графика: } \begin{aligned} p_1 &= 8p_0 & p_2 &= 5p_0 \\ V_1 &= 8V_0 & V_2 &= 14V_0 \end{aligned}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = \frac{3}{2} \cdot 8p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

Работу газа за цикл найдем как площадь треугольника, который образует график процесса:

$$\begin{aligned} A_{\Sigma} &= + S_{\Delta} = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (5p_0 - 8p_0) (14V_0 - 8V_0) = \\ &= \frac{1}{2} 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_{\Sigma}} = 1 \end{aligned}$$

2.) Найдем температуру газа в состоянии 3:

По ур-ю Менделеева-Клапейрона: $p_3 V_3 = \nu R T_3 = 2p_0 \cdot 14V_0 = 28p_0 V_0$

$$T_3 = \frac{28p_0 V_0}{\nu R}$$

Найдем зав-ть $p(V)$ в процессе 1-3 (она линейная):

$$p = kV + b$$

$$V=0: p=12p_0 \Rightarrow 12p_0 = 0 + b \Rightarrow b=12p_0$$

$$p=0: V=24V_0 \Rightarrow 0 = k \cdot 24V_0 + 12p_0 \Rightarrow k = -\frac{12p_0}{24V_0} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$p = p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12p_0$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

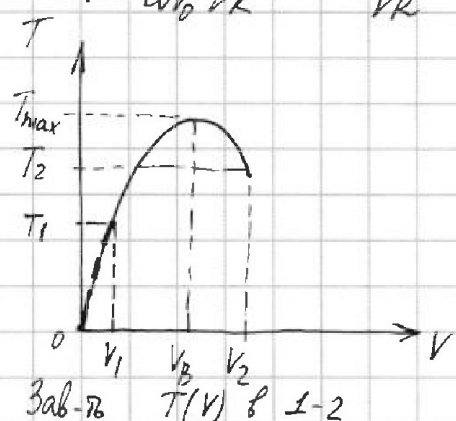
СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

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!

Температура газа в процессе 1-2 определяется с помощью ур-я Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{p(V) \cdot V}{\nu R}$$

$$T = \frac{-\frac{p_0}{2V_0 \nu R} V^2 + \frac{12p_0}{\nu R} V}{\nu R} \Rightarrow T = T_{12} = T(V_B)$$



$$V_B = -\frac{12p_0}{\nu R} \cdot \frac{\frac{p_0}{2V_0 \nu R}}{-\frac{p_0}{2V_0 \nu R}} = 12V_0$$

$$T_{12} = T(12V_0) = -\frac{p_0}{2V_0 \nu R} (12V_0)^2 + \frac{12p_0}{\nu R} \cdot 12V_0 =$$

$$= \frac{144p_0V_0}{\nu R} - \frac{144p_0V_0}{2\nu R} = \frac{144p_0V_0}{2\nu R} = \frac{72p_0V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{12\max}}{T_3} = \frac{72p_0V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{28p_0V_0} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

3.) Найдем зав-ть $p(V)$ в процессе 3-1:

$$p = xV + y$$

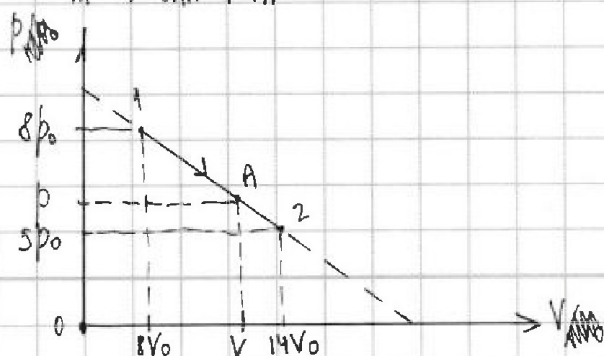
$$p=0: V=16V_0 \Rightarrow 0 = x \cdot 16V_0 + 16p_0 \Rightarrow x = -\frac{p_0}{V_0} \Rightarrow p = p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 16p_0$$

$$V=0: p=16p_0 \Rightarrow 16p_0 = 0 + y \Rightarrow y = 16p_0$$

Найдем зав-ть $Q(V)$ в процессе 1-2:

Рассм. график от т. 1 до произвольной т. А:

$$Q_{1A} = \Delta U_{1A} + A_{1A}$$



$$Q_{1A} = \frac{3}{2} \nu R (T_A - T_1) + A_{1A}$$

$$A_{1A} = +S_{zp} = \frac{8p_0 + p}{2} (V - 8V_0)$$

$$\Delta U_{1A} = \frac{3}{2} (pV - 64p_0V_0)$$



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 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!

$$Q_{1A} = \frac{3}{2}pV - 96p_0V_0 + \frac{8p_0 + p}{2}(V - 8V_0) = \frac{3}{2}pV - 96p_0V_0 + 4p_0V -$$

$$- 32p_0V_0 + \frac{1}{2}pV - 4pV_0 = 2pV + 4p_0V - 4pV_0 - 128p_0V_0$$

$$p = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 12p_0$$

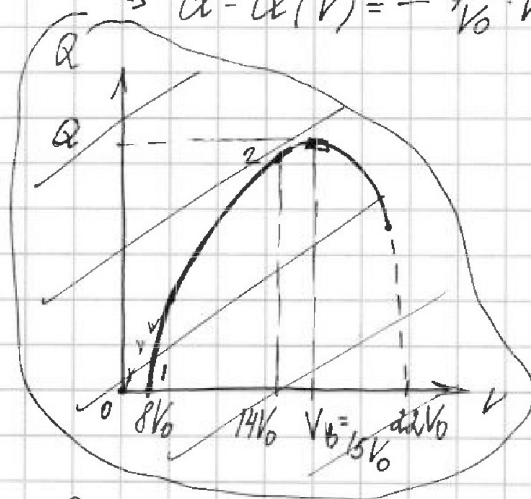
$$Q_{1A} = 2\left(-\frac{p_0}{2V_0}V + 12p_0\right)V + 4p_0V - 4\left(-\frac{p_0}{2V_0}V + 12p_0\right)V_0 - 128p_0V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 + 24p_0V + 4p_0V + 2p_0V - 48p_0V_0 - 128p_0V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 + 30p_0V - 176p_0V_0$$

$$\hookrightarrow Q = Q(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 + 30p_0V - 176p_0V_0$$

зав-ть $Q(V)$ в процессе 1-2, где Q - полез. мощность



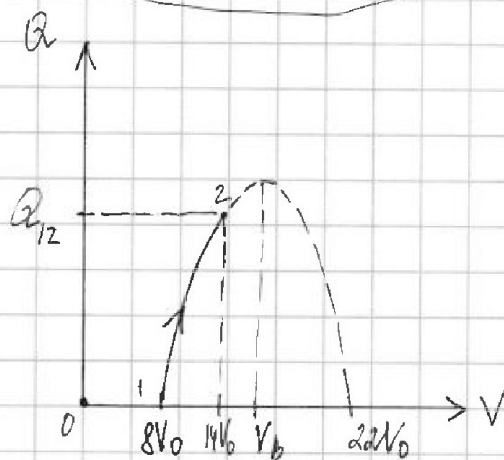
$$Q = 0 = -\frac{p_0}{V_0}V^2 + 30p_0V - 176p_0V_0$$

$$D = 900p_0^2 - 4 \cdot 176p_0^2 = (14p_0)^2$$

$$V = \frac{-30p_0 \pm 14p_0}{-\frac{2p_0}{V_0}} = \begin{cases} 8V_0 \\ 22V_0 \end{cases}$$

$$V_0 = \frac{-30p_0}{-\frac{2p_0}{V_0}} = 15V_0$$

в процессе 1-2 мощность все время увеличивается



$$Q_{12} = Q(14V_0) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot 196V_0^2 + 30 \cdot 14p_0V_0 - 176p_0V_0 = 48p_0V_0$$



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

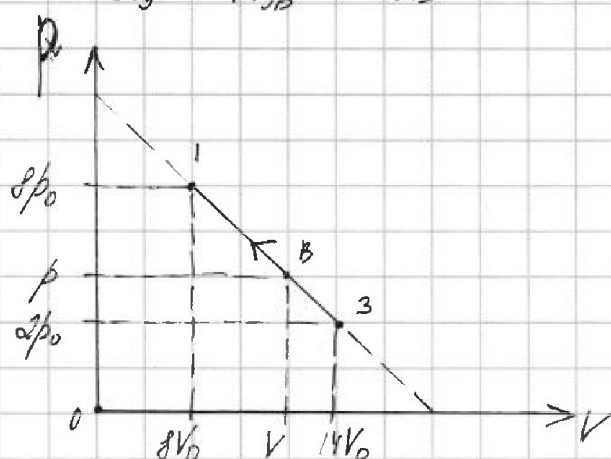
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 5

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

Найдем зав-ть $Q(V)$ в процессе 3-1:

$$Q_{3B} = A_{3B} + \Delta U_{3B}$$



$$\Delta U_{3B} = \frac{3}{2}(pV - 2sp_0V_0)$$

$$A_{3B} = -S_{rp} = -\frac{2p_0 + p}{2}(14V_0 - V)$$

$$Q_{3B} = \frac{3}{2}pV - 4sp_0V_0 - 14p_0V_0 + p_0V - 7pV_0 + \frac{1}{2}pV =$$

$$= 2pV - 7pV_0 + p_0V - 56p_0V_0$$

$$Q_{3B} = 2\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 16p_0\right) \cdot V - 7V_0\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 16p_0\right) +$$

$$+ p_0V - 56p_0V_0 = -\frac{2p_0}{V_0}V^2 + 32p_0V + 7p_0V - 112p_0V_0 +$$

$$+ p_0V - 56p_0V_0 = -\frac{2p_0}{V_0}V^2 + 40p_0V - 168p_0V_0$$

$$Q = Q(V) = -\frac{2p_0}{V_0}V^2 + 40p_0V - 168p_0V_0$$

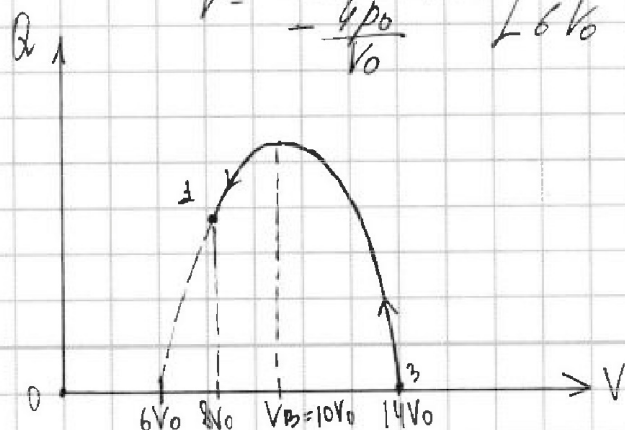
зав-ть $Q(V)$ в проце-
ссе 3-1, где Q - полез.
механика

$$Q = 0 = -\frac{2p_0}{V_0}V^2 + 40p_0V - 168p_0V_0$$

$$D = 1600p_0^2 - 4 \cdot 2 \cdot 168p_0^2 = (16p_0)^2$$

$$V = \frac{-40p_0 \pm 16p_0}{-\frac{4p_0}{V_0}} = \begin{cases} 14V_0 \\ 6V_0 \end{cases}$$

$$V_B = \frac{-40p_0}{-\frac{4p_0}{V_0}} = 10V_0$$



в процессе 3-1 сначала
поглощаем тепло к
двигу а затем -
отводим



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!

$$Q_{3L} = Q(10V_0) = - \frac{dp_0}{\rho_0} \cdot 100V_0^2 + 40p_0 \cdot 10V_0 - 16sp_0V_0 =$$
$$= -200p_0V_0 + 400p_0V_0 - 16sp_0V_0 = 32p_0V_0$$

В процессе 2-3: $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

$$A_{23} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Delta U_{23} < 0, \text{ т.к. } T_3 < T_2 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}(28p_0V_0 - 40p_0V_0) < 0$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 48p_0V_0 + 32p_0V_0 = 80p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_H} = \frac{9p_0V_0}{80p_0V_0} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) 1
2) $\frac{18}{4}$
3) $\frac{9}{80}$

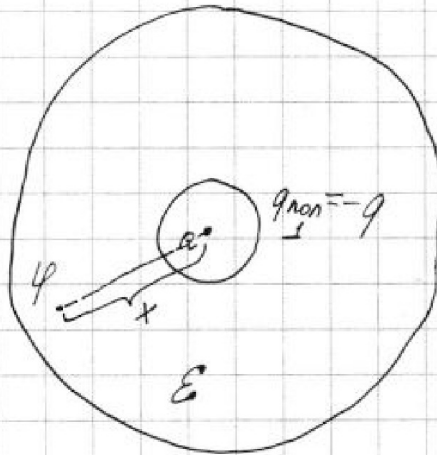


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача №3.



1.) В диэлектрической сфере происходит явление поляризации. На внутр. пов-ти появ. заряд $q_{\text{пол}1}$, а на внешней — $q_{\text{пол}2}$

По ЗЗ: $q_{\text{пол}1} + q_{\text{пол}2} = 0 \Rightarrow$

$q_{\text{пол}2} = q \Rightarrow q_{\text{пол}1} = -q$

$\varphi = \frac{\varphi_0}{\epsilon}$, где φ_0 — потенциал в отсутствие диэлектрика

$\varphi_0 = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{k(Q-q)}{x} + \frac{kq}{R}$

$x = \frac{5}{6}R \Rightarrow \varphi_0 = \frac{6kQ}{5R} - \frac{6kq}{5R} + \frac{kq}{R} = \frac{6kQ}{5R} - \frac{kq}{5R}$

$\varphi = \frac{6kQ}{5\epsilon R} - \frac{kq}{5\epsilon R}$

Для напряженности в этой точке:

$E_{\text{вн}} = \frac{kQ}{x^2}$, $E_{\text{з}} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2} = \frac{E_{\text{вн}}}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

$\epsilon = \frac{Q}{Q-q} \Rightarrow Q\epsilon - \epsilon q = Q$
 $\epsilon q = Q(\epsilon - 1) \Rightarrow q = \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon}$

$\varphi = \frac{6kQ}{5\epsilon R} - \frac{kQ(\epsilon - 1)}{5\epsilon^2 R} = \frac{6kQ\epsilon - kQ\epsilon + kQ}{5\epsilon^2 R} = \frac{5kQ\epsilon + kQ}{5\epsilon^2 R}$



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

☐☐☒☐☐☐☐

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!

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{5kQE + kQ}{5E^2R}$$

$$\begin{aligned} 2.) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) &= \frac{3k(Q-q)}{ER} + \frac{kq}{ER} = \frac{3kQ}{ER} - \frac{2kq}{ER} = \frac{3kQ}{ER} - \frac{2kQ(E-1)}{E^2R} = \\ &= \frac{3kQE - 2kQE + 2kQ}{E^2R} = \frac{kQE + 2kQ}{E^2R} \end{aligned}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3k(Q-q)}{E \cdot 2R} + \frac{kq}{ER}$$

$$\text{Общ.: } \varphi = \frac{5kQE + kQ}{5E^2R}$$



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.



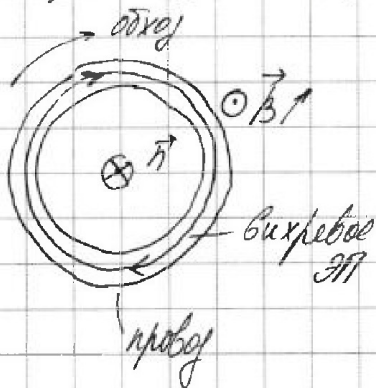
СТРАНИЦА

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!

Задача №4.

1.) $\Phi_2 = -B(t)S = -\alpha t \cdot S$



$$\mathcal{E}_{\text{ЭД}} = L \dot{I} = -\dot{\Phi}_2 = \alpha S$$
$$\dot{I} = \frac{\alpha S}{L}$$

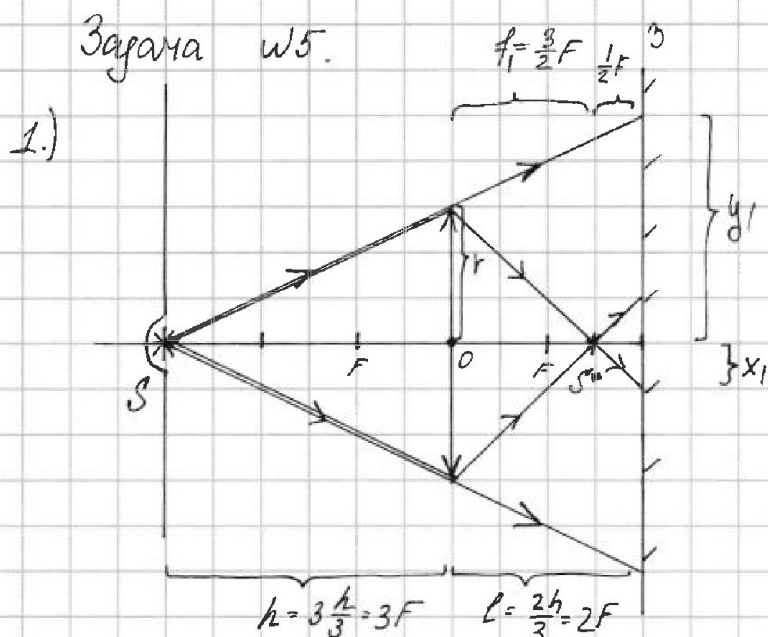
Ответ: $\dot{I} = \frac{\alpha S}{L}$



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!



лучи, идущие выше или ниже оптической оси, проходят без преломления, а лучи, попадающие на линзу преломляются, поэтому на экране возникает освещенная зона.

Из подобия Δ : $\frac{r}{3F} = \frac{y_1}{3F+2F} = \frac{y_1}{5F} \Rightarrow y_1 = \frac{5}{3}r$
Найдем положение втор-го максимума, создаваемого шириной $d = h = 3F > F \Rightarrow$ втор. S^* - действ.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F \cdot h}{h - F} = \frac{3F^2}{3F - F} = \frac{3}{2}F$$

Из подобия Δ : $\frac{x_1}{3F} = \frac{x_1}{F} \Rightarrow x_1 = \frac{r}{3}$

$$S_1 = S_{y_1} - S_{x_1} = \pi y_1^2 - \pi x_1^2 = \pi \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{24}{9} \pi \cdot 0.5 = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi \text{ /cm}^2$$

2.) Далее предмет S^* становится действ. предметом для зеркала, т.к. он находится на 3 раза больше расхож. лучок света. $\#$ Изображение S^{**} предмета S^* находится симметрично ему оси-ю зеркала (см. рис.)
Теперь S^{**} - действ. предмет для линзы,



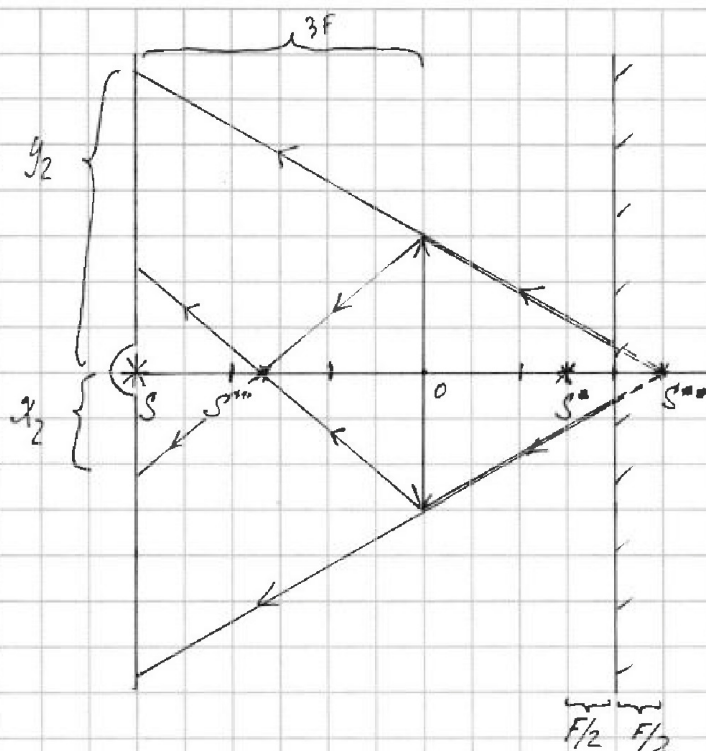
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



т.к. ось опто-
на ось пада-
ет расхо-
дятся светов.

Аналогично
пункту 1, все
лучи пре-
ламываются
иной, поэтому
на стене
появится из-
осветл. область.

$$3F - \frac{5}{3}F = \frac{4}{3}F \quad f_2 = \frac{5}{3}F \quad d_2 = \frac{5}{2}F$$

Найдем изображение в объективе S^{***} предмета S^{**}
 $d_2 = \frac{5}{2}F + \frac{1}{2}F = \frac{3}{2}F > F \Rightarrow$ объектив. S^{***} - действ.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{F \cdot d_2}{d_2 - F} = \frac{F \cdot \frac{5}{2}F}{\frac{5}{2}F - F} = \frac{5F \cdot \frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{25}{3}F$$

По подобию Δ : $\frac{r}{2,5F} = \frac{y_2}{5,5F} \Rightarrow y_2 = \frac{11}{2} \cdot \frac{2}{5}r = \frac{11}{5}r$

$$\frac{3r}{5F} = \frac{3x_2}{4F} \Rightarrow x_2 = \frac{4}{5}r$$

$$S_2 = S_{y_2} - S_{x_2} = \pi y_2^2 - \pi x_2^2 = \pi \left(\frac{121}{25}r^2 - \frac{16}{25}r^2 \right) = \frac{105}{25}\pi r^2 = \frac{21}{5}\pi r^2$$

$$S_2 = \frac{21}{5}\pi \cdot 25 = 105\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

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

