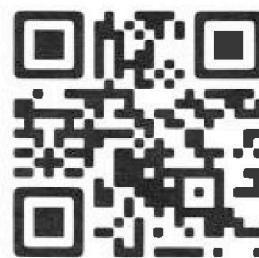




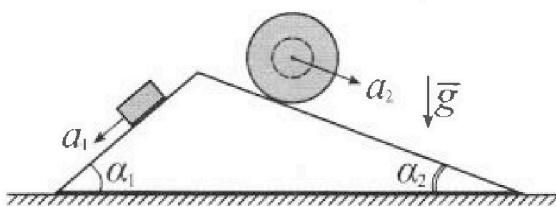
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

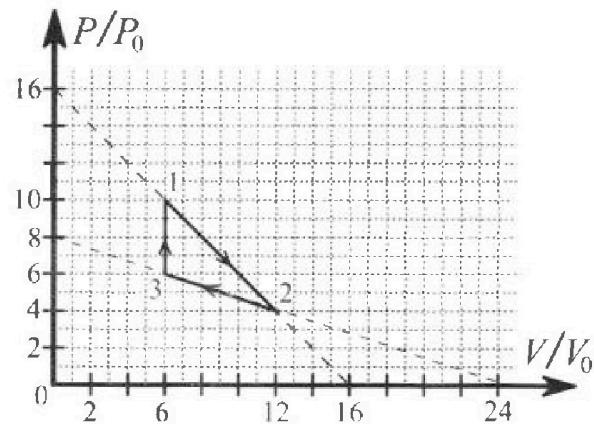


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

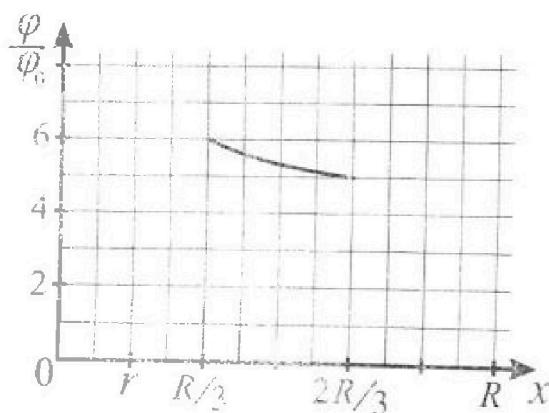
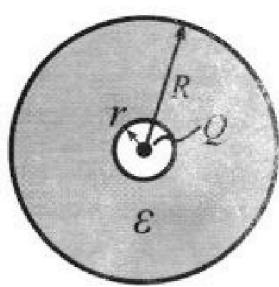
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



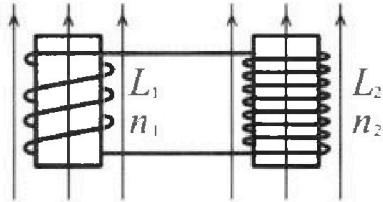
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-04

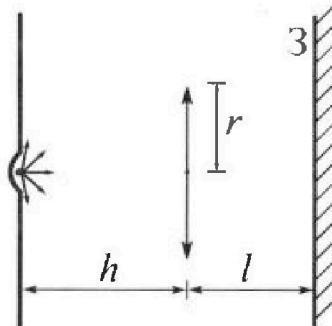
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С како́й скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

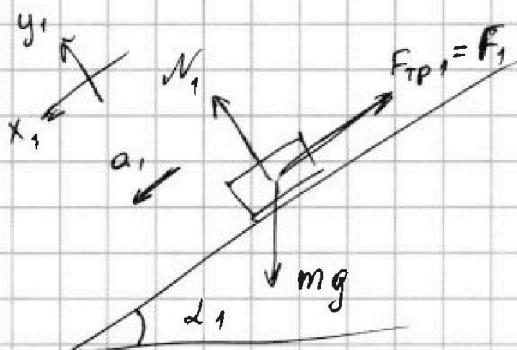
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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) Отделено брускот:



брускот скатывается, поэтому
 \vec{F}_1 направлена вверх &
показывает вдоль клина.

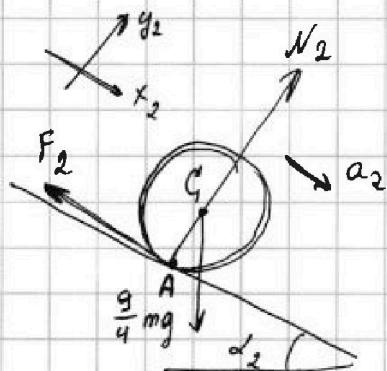
$$23 \text{ Н.у.: } N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1,$$

$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

математика: $N_1 = \frac{4}{5} mg$

$$\boxed{F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = \frac{2}{5} \cdot mg - m \cdot \frac{5}{17} g = \frac{51-25}{5 \cdot 17} mg = \frac{26}{85} mg}$$

2) Отделено шар:



и скатывается вдоль толкости
шар получает, поэтому его центр
масс находится в центре.

(Обозначим точкой G)

к точке соприкосновения шара
и клина (точка A) к шару

приложены сила трения (F_2) и сила реакции

спорта (N_2)

Центр масс шара движется с тем же ускоре-
нием, что и шар $a_g = a_2$.

По Th. о движении ч.л.: $\vec{N}_2 + \vec{F}_2 + \frac{g}{4} \vec{m}g = \frac{g}{4} m \vec{a}_2$



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
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!

$$= \frac{17 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 25 + 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot (-34)}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17} = \frac{4 - 10}{17} = -\frac{6}{17} \text{ mg}$$

$F_3 = \frac{6}{17} \text{ mg}$ и направлена вправо.

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{85} \text{ mg}$

2) $F_2 = \frac{20}{51} \text{ mg}$

3) $F_3 = \frac{6}{17} \text{ mg}$

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

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!

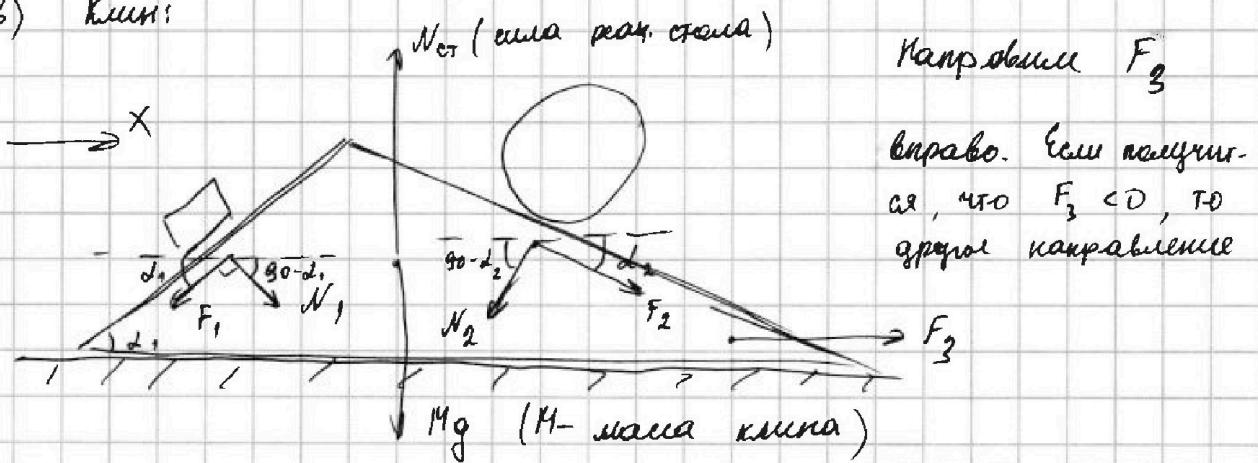
$$x_2: \left(-F_2 + \frac{g}{4}mg \cdot \sin \alpha_2 = \frac{g}{4}ma_2 \right)$$

$$y_2: \left(N_2 = \frac{g}{4}mg \cdot \cos \alpha_2 \right)$$

$$\text{Математика: } \left[N_2 = \frac{g}{4}mg \cdot \frac{15}{17} = \frac{135}{68}mg \right]$$

$$\left[F_2 = \frac{g}{4}m(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{17}g) = \frac{31}{17}mg - \frac{17}{3}mg = \frac{54-34}{51} = \frac{20}{51}mg \right]$$

3) Клин:



Направление F_3

вправо. Если получится, что $F_3 < 0$, то другое направление

$$23H: x: \left(-F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 + F_3 = 0 \right)$$

$$\text{Математика: } -\frac{4}{5} \cdot \frac{26}{25}mg + \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}mg - \frac{135}{68} \cdot \frac{8}{17}mg + \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17}mg = -F_3$$

$$-F_3 = \left(-\frac{4 \cdot 26}{5 \cdot 25} + \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - \frac{135 \cdot 2}{17 \cdot 17} + \frac{20 \cdot 15}{51 \cdot 17} \right) mg =$$

$$= \frac{-4 \cdot 26 \cdot 17 \cdot 3 + 3 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 3 - 135 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 3 + 20 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 5}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 3} mg =$$

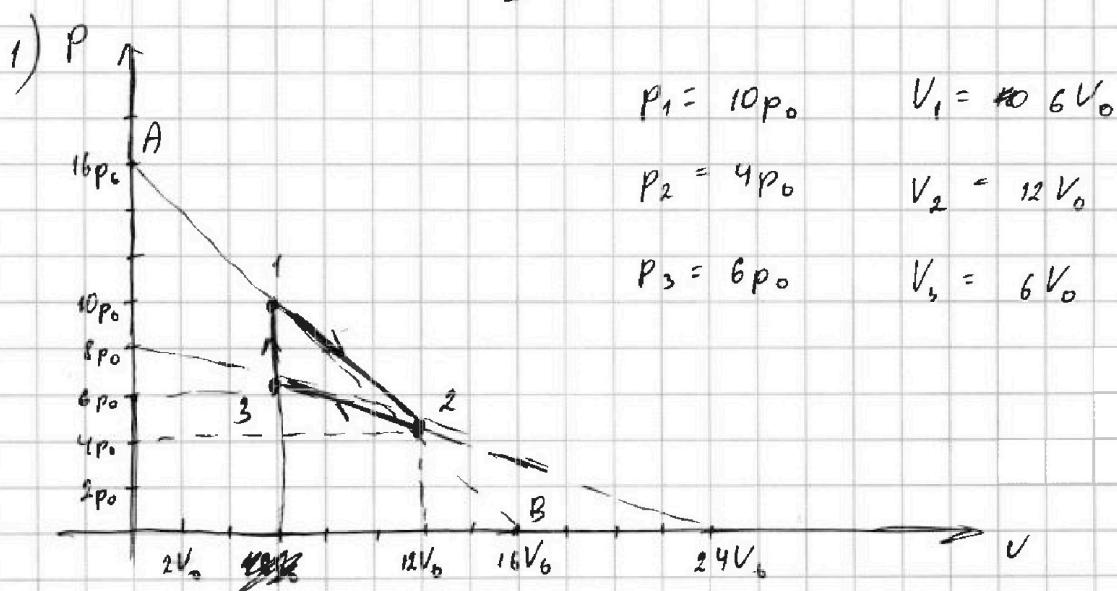
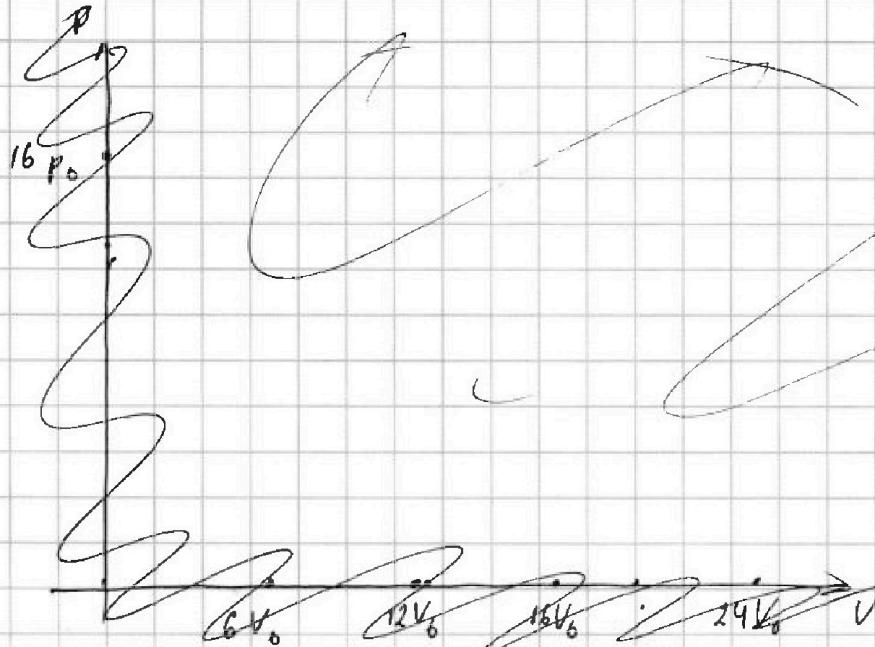
$$= \frac{17 \cdot 4 \cdot 3 (-26 + 51) + 3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 (-22 \cdot 2 + 60)}{5 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 3} mg =$$

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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 7

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!



Процесс 1-2: линейная зависимость: $p(V) = \alpha V + \beta$

$$A: 16p_0 = \alpha \cdot 0 + \beta \Rightarrow (\beta = 16p_0)$$

$$B: 0 = \alpha \cdot 16V_0 + \beta \rightarrow \alpha = -\frac{\beta}{16V_0} = -\frac{16p_0}{16V_0} = -\frac{p_0}{V_0}$$



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
2 ИЗ 7

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!

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

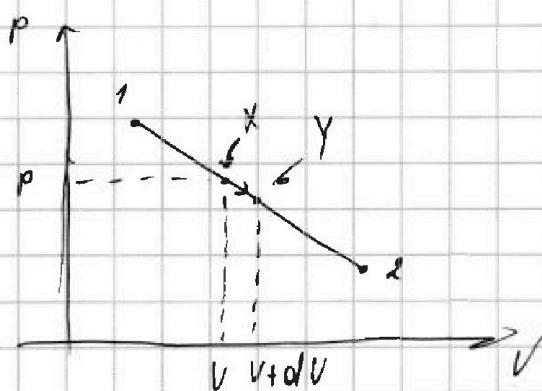
2) Рассмотрим малый процесс:

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

$$\delta Q = \partial C dT \quad \# \quad C \neq \text{const}$$

$$dU = \frac{3}{2} \partial R dT$$

$$\delta A = p \cdot dV$$



Решение - календарий для X и Y:

$$pV = \partial R T \quad \text{и} \quad (p + dp)(V + dV) = \partial R(T + dT)$$

после вычитки из симметрии получаем:

$$\cancel{dpV} + p \cancel{dV} + \cancel{dp} \cdot \cancel{dV} = \partial R dT$$

изменение
температуры

$$\cancel{dpV} + p \cancel{dV} = \partial R dT$$

3) Найдем зависимость $T(V)$.

$$pV = \partial R T$$

$$\left(T = \frac{pV}{\partial R} = - \frac{\left(\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0 \right) \cdot V}{\partial R} = \frac{p_0 V_0}{\partial R} \cdot \left(-\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0} \right) \right)$$

Построим этот график.

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



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

СТРАНИЦА
Ч ИЗ 7

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!

$$5) 3-76 \Delta u(V): T_1 = \frac{P_1 V_1}{\sigma R} = 60 T_0$$

$$\Delta u = \frac{3}{2} \sigma R (T - T_1) = \frac{3}{2} \sigma R (T_0 \cdot \left(-\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0} \right) - 60 T_0) = \\ = \frac{3}{2} \sigma R T_0 \left(-\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0} - 60 \right)$$

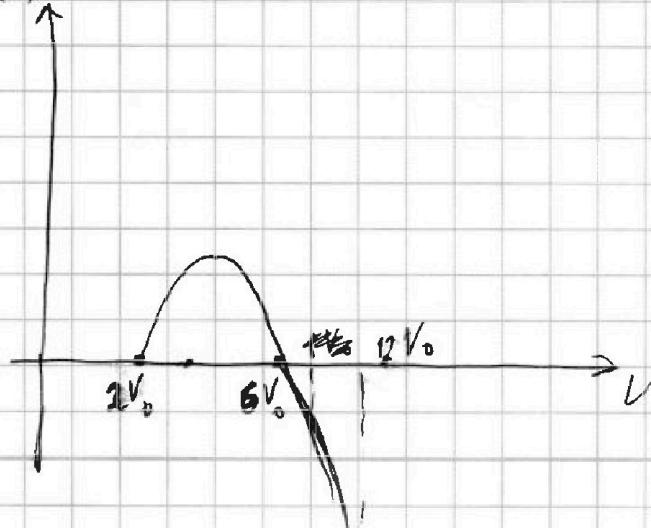
6) ~~(AN)~~

6) Первый закон термодинамики от нач. до конц.:

$$Q = \Delta u(V) + A(V)$$

$$Q = \frac{3}{2} \sigma R T_0 \left(-\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0} - 60 \right) + P_0 V_0 \left(\frac{V^2}{2V_0^2} - 16 \frac{V}{V_0} + 28 \right) = \\ = P_0 V_0 \left(\left(-\frac{3}{2} + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{V^2}{V_0^2} + \left(\frac{3}{2} \cdot 16 - 16 \right) \frac{V}{V_0} - 60 \cdot \frac{3}{2} + 28 \right) = \\ = P_0 V_0 \left(-\frac{V^2}{V_0^2} + 8 \frac{V}{V_0} - 12 \right) =$$

$Q(V)$



$$Q(V) = 0$$

$$-\frac{V^2}{V_0^2} + 8 \frac{V}{V_0} - 12 = 0$$

$$\frac{V^2}{V_0^2} + 8 \frac{V}{V_0} + 12 = 0$$

Квадратное уравнение

$$V = 2V_0 \quad V = 6V_0$$

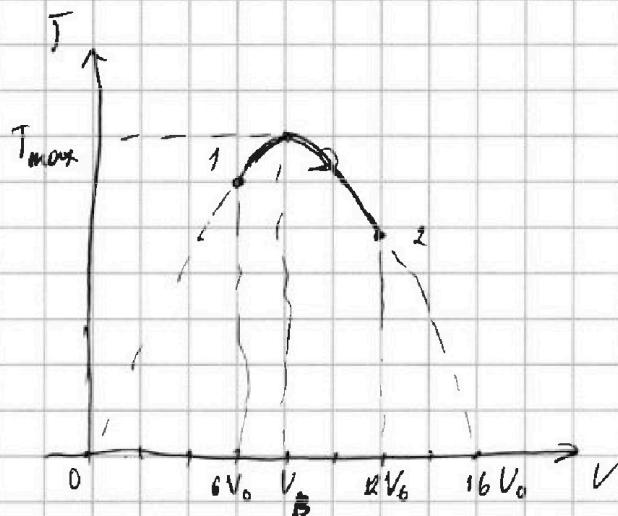
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

Рисунок $T_0 = \frac{P_0 V_0}{JR}$



$$T(V) = 0$$

$$+ \frac{V^2}{V_0^2} = 16 \frac{V}{V_0}$$

$$V=0 \quad V \quad V=16V_0$$

$$V_B = \frac{0+16V_0}{2} = 8V_0$$

$$T_{max} = T(V_B) = T_0 \cdot \left(-\frac{64V_0^2}{V_0^2} + 16 \cdot \frac{8V_0}{V_0} \right)$$

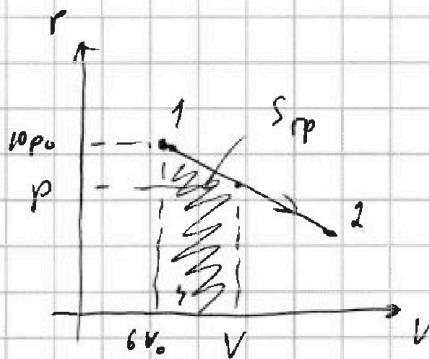
$$T_{max} = 64T_0$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{JR} = \frac{6P_0 - 6V_0}{JR} = 36T_0$$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

← Ответ на 2 вопрос.

4) Найдите г-диаграмму $A(V)$:



$$\begin{aligned}
 A(V) &= S_{RP} = (6V_0 - V) \cdot \frac{1}{2} (10P_0 + P) = \\
 &= (6V_0 - V) \cdot \frac{1}{2} (10P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot V + 16P_0) = \\
 &= P_0 \left(5 - \frac{V}{2V_0} + 8 \right) (6V_0 - V) = \\
 &= P_0 \left(13 - \frac{V}{2V_0} \right) (6V_0 - V) = \\
 &= P_0 \left(78V_0 - 13V - 3V + \frac{V^2}{2V_0} \right) = \\
 &= P_0 V_0 \left(78 - 16 \frac{V}{V_0} + \frac{V^2}{2V_0^2} \right)
 \end{aligned}$$



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.

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

СТРАНИЦА
5 ИЗ 7

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!

Видно, что на участке от $6V_0$ до $12V_0$

теплоту отводят в δt .

$$7) A_{\bar{2}} = S_{C_{123}}; \text{ где } A_{\bar{2}} - \text{ работа за цикл.}$$

$$S_{C_{123}} = \frac{1}{2} \cdot (10p_0 - 6p_0) \cdot (12V_0 - 6V_0) = 12p_0V_0$$

$$A_{\bar{2}} = 12p_0 V_0$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{12} &= u_2 - u_1 = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \partial R (48T_0 - 60T_0) = \\ &= -18 \partial R T_0 = -18 p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$\frac{A_{\bar{3}}}{\Delta U_{12}} \quad \left| \frac{\Delta U_{12}}{A_{\bar{2}}} \right| = \left| \frac{-18p_0V_0}{12p_0V_0} \right| = \frac{3}{2} \quad \leftarrow \text{Ответ на первый вопрос.}$$

$$8) \eta = \frac{A_{\bar{2}}}{Q_H}, \text{ где } Q_H - \text{ теплота, подведенная к нагр.}$$

процесс 1-2: он уже был исследован, поэтому

можно сказать, что $\delta Q_{12} < 0 \text{ Jt}$, т.е.

теплоту выдают в Q_H .

$$\text{процесс 3-1: } \delta Q_{31} = C_V \partial T, \quad \partial T > 0 \text{ и } C_V = \frac{3}{2} R = 70, \\ = \text{const} \quad \text{т.е. } \delta Q_{31} > 0 \text{ Jt.}$$

таким образом в Q_H .



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

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

СТРАНИЦА
6 ИЗ 7

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

про Q_{23} так легко отберуть не получится. Исследование $2-3$ аналогично 12 ,

$$\bullet \quad p(V) = \alpha V + \beta,$$

$$\begin{cases} 0 = \alpha \cdot 24V_0 + \beta \\ 8p_0 = \alpha \cdot 0 + \beta \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta = 8p_0 \\ \alpha = -\frac{p_0}{3V_0} \end{array} \right. \quad \textcircled{p(V) = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 8p_0}$$

$$\bullet \quad T = \frac{P \cdot V}{J \cdot R} = \frac{1}{J \cdot R} \cdot \left(-\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V = \frac{p_0 V_0}{J \cdot R} \cdot \left(-\frac{V^2}{3V_0^2} + 8 \frac{V}{V_0} \right)$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad A(V) &= -S_{RP} = -\frac{1}{2} (V_2 - V) \cdot (p + p_2) = -\frac{1}{2} (12V_0 - V) \cdot \left(-\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 8p_0 + \frac{p_0}{V_0} \right) \\ &= -\frac{1}{2} (12V_0 - V) \cdot p_0 \left(-\frac{V}{3V_0} + 12 \right) = -p_0 V_0 \left(6 - \frac{V}{2V_0} \right) \left(-\frac{V}{3V_0} + 12 \right) \\ &= -p_0 V_0 \left(-\frac{2V}{V_0} + 48 + \frac{V^2}{6V_0^2} - \frac{6V}{V_0} \right) = -p_0 V_0 \left(\frac{V^2}{6V_0^2} - \frac{8V}{V_0} + 48 \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \Delta U(V) &= \frac{3}{2} J \cdot R(T - T_2) = \frac{3}{2} J \cdot R T_0 \left(-\frac{V^2}{3V_0^2} + 8 \frac{V}{V_0} - 48 \right) = \\ &= \frac{3}{2} p_0 V_0 \left(-\frac{V^2}{3V_0^2} + 8 \frac{V}{V_0} - 48 \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Q(V) &= \Delta U(V) + A(V) = \frac{3}{2} p_0 V_0 / -\frac{V^2}{2V_0^2} + 12 \frac{V}{V_0} - 22 - \frac{V^2}{6V_0^2} + \\ &+ 8 \frac{V}{V_0} - 48 = p_0 V_0 \left(-\frac{2V^2}{3V_0^2} + 20 \frac{V}{V_0} - 144 \right) \end{aligned}$$

$$Q(V) = 0 : -\frac{2V^2}{3V_0^2} + 20 \frac{V}{V_0} - 144 = 0$$

$$\frac{V^2}{V_0^2} - 30 \frac{V}{V_0} + 216 = 0$$

$$D = 900 + 4 \cdot 216 = 900 + 864 = 1764 ; \quad \frac{V}{V_0} = \frac{30 \pm \sqrt{1764}}{2} = \frac{30 \pm \sqrt{1764}}{2} =$$



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.

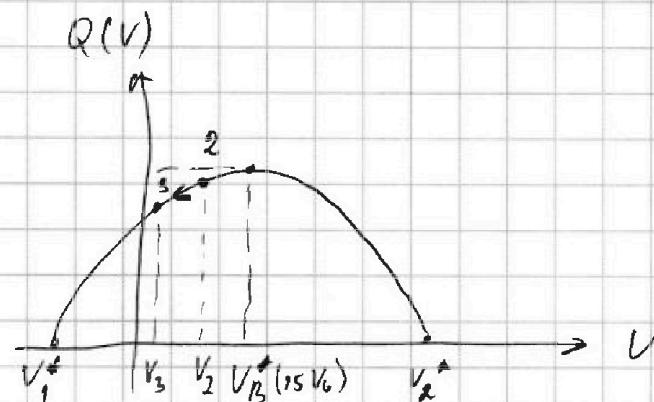
 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
7 ИЗ 7

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!

Выходит, что

$$= \frac{30 \pm 2 \cdot \sqrt{641}}{2} = 15 \pm \sqrt{641}$$



$$V_B = \frac{V_1^* + V_2^*}{2} = 15V_0$$

Выходит, что в процессе 2-3 температура постоянна отводится. Q_{23} - теплосъем в конденсатор.

$$\left(\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{II}} = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{31}} = \frac{12 p_0 V_0}{C_V \partial(\Gamma - T_3)} = \frac{12 p_0 V_0}{\frac{3}{2} \partial R (60T_0 - 36T_0)} = \right)$$

$$= \frac{12 p_0 V_0 \cdot 2}{3 \cdot 24 \partial R T_0} = \frac{1}{3}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2}$

2) $\frac{16}{9}$

3) $\frac{1}{3}$



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

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

При $\varepsilon = 0$ из графика следует, что:

$$5\varphi_2 = 6\varphi_3$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3KQ}{R} - \frac{3Kq}{R} + \frac{Kq}{R} = \frac{3KQ - 2Kq}{R} = \varphi_2$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{5}\right) = \frac{3KQ}{2R} - \frac{3Kq}{2R} + \frac{Kq}{R} = \frac{3KQ - Kq}{2R} = \varphi_3$$

Подставим в соотношение для φ_2 и φ_3 :

$$\frac{15KQ - 10Kq}{R} = \frac{18KQ - 6Kq}{2R} = \frac{9KQ - 3Kq}{R}$$

$$6KQ = 7Kq$$

$$6Q = 7q$$

Подставим q :

$$6Q = 7Q\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

$$6 = 7 - \frac{7}{\varepsilon}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = 1 \rightarrow \varepsilon = 1$$

Ответ: 1) $\varphi_1 = \frac{KQ\left(11 + \frac{1}{\varepsilon}\right)}{11R}$

2) $\varepsilon = 1$



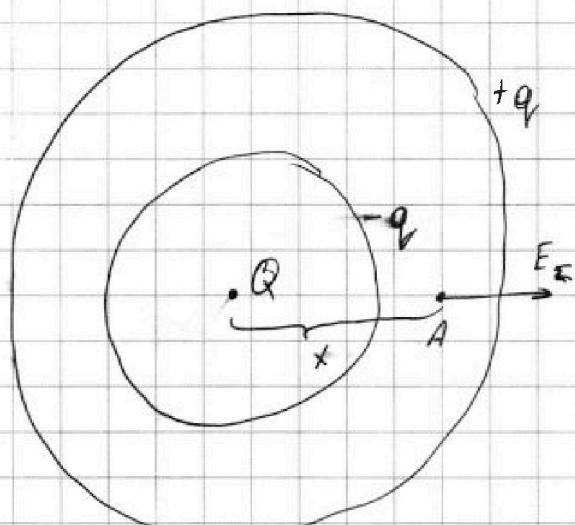
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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
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!

На поверхности шара действует внешнее электрическое поле заряд, также образует, что внутри заряда поля будет в ϵ раз меньше.



Суммарный заряд внутренней сферы равен 0, поэтому если снаружи $+q$, то внутри $-q$.

Заряд Q создает поле напряженностью:

$$E(x) = \frac{k|Q|}{x^2} = \frac{kQ}{x^2},$$

будем считать, что $Q > 0$ и $q > 0$ (для определенности).

угл x - расстояние от $\bullet Q$ до точки A .

по определению: $E_{\Sigma} = \frac{E}{\epsilon}$, где E_{Σ} - результирующая напряженность (если $r < x < R$)

$$\bullet x < r: E_{\Sigma} = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\bullet r < x < R: E_{\Sigma} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{x^2 \epsilon}$$

$$Q - q = \frac{Q}{\epsilon}$$

$$q = Q(1 - \frac{1}{\epsilon}) \leftarrow \text{наприз. заряд.}$$



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

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

$$\bullet x > R: E_{\Sigma} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kQ}{R^2} + \frac{kQ}{x^2} = \frac{kQ}{x^2}$$

Потенциалы:

$$\bullet x \leq r: \varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{R}$$

$$\bullet r < x \leq R: \varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R}$$

$$\bullet x > R: \varphi(x) = \frac{k(Q-q+q)}{x} = \frac{kQ}{x}$$

$$\text{Рисунок } U_0 = \varphi(x_0) = \frac{kQ}{x_0}$$

На первый вопрос:

$$\bullet r < x = \frac{11R}{12} \leq R:$$

$$\varphi_1 = \varphi\left(\frac{11R}{12}\right) = \frac{12kQ}{11R} - \frac{12kQ\left(1-\frac{1}{\epsilon}\right)}{11R} + \frac{11kQ\left(1-\frac{1}{\epsilon}\right)}{11R} =$$

$$\frac{12kQ - kQ\left(1-\frac{1}{\epsilon}\right)}{11R} = \frac{12kQ - kQ + \frac{1}{\epsilon}kQ}{11R}$$

$$U_1 = \frac{kQ\left(11 + \frac{1}{\epsilon}\right)}{11R}$$

На второй вопрос:

$$\text{Рисунок } U_2\left(\frac{R}{3}\right) = U_1 \text{ и } \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = U_3$$



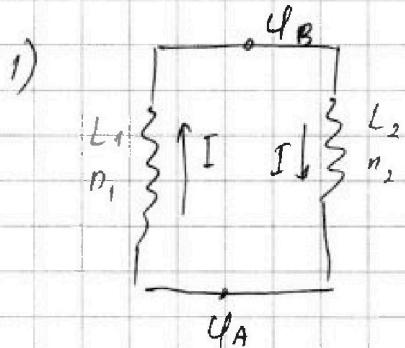
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$$U_L = L \cdot I'_L + nS \cdot B'$$



$$U_{L1} + U_{L2} = -U_{L2}$$

$$L_1 I' + n_1 S B' = -L_2 I'$$

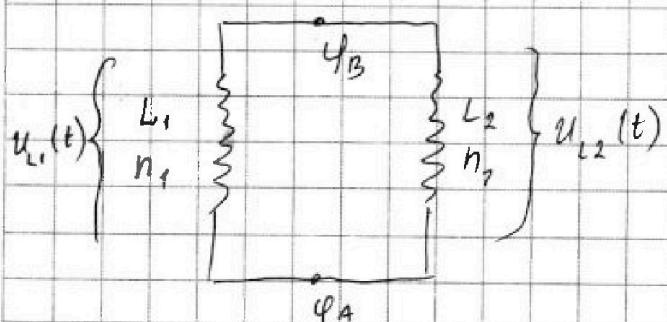
$$I' = -\frac{n_1 S B'}{L_1 + L_2} = -\frac{n S \cdot (-\alpha)}{L + \frac{g}{4} L} = +\frac{n S \alpha}{\frac{5}{4} L}$$

по модулю: $|I'| = \frac{4n S \alpha}{13L}$

тут благодаря тому нет, поскольку первое равно -
значие:



2) Рассмотрим просачиваемый момент:



$$U_{L1}(t) = -U_{L2}(t)$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + n_1 S \frac{dB}{dt} =$$



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

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

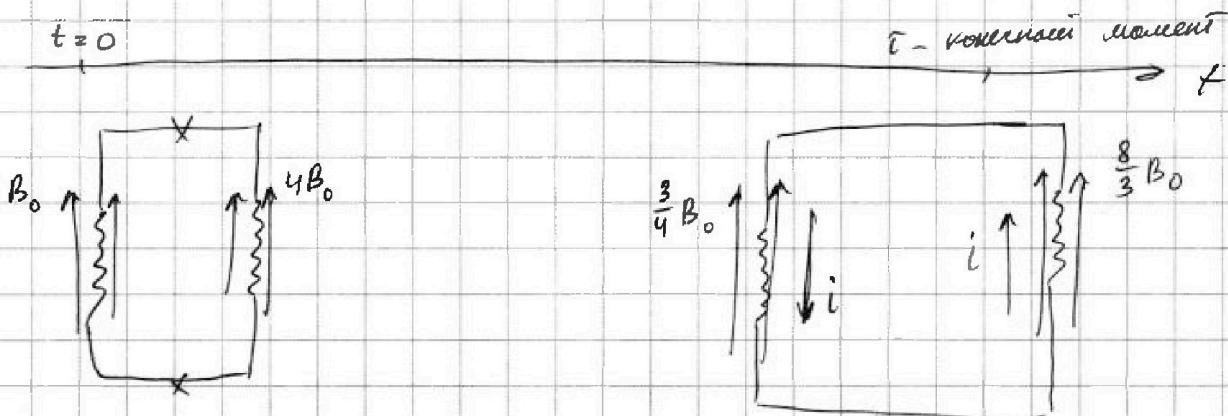
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$L_1 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} + n_1 S \cdot \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = - L_2 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} - n_2 S \cdot \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$\Delta I (L_1 + L_2) = - S (n_1 \cdot \Delta B_1 - n_2 \cdot \Delta B_2)$$

$$\Delta I (L + \frac{9}{4}L) = - S n (\Delta B_1 - \frac{3}{2} \Delta B_2) \quad (*)$$



Продолжимардем (*) от $t=0$ до $t=2$:

Решение:

$$\frac{13}{4}L \cdot \sum \Delta I = - S n \sum \Delta B_1 - \frac{3}{2} S n \sum \Delta B_2$$

$$\frac{13}{4}L \cdot (i - 0) = - S n \left(\frac{3}{4}B_0 - B_0 \right) - \frac{3}{2} S n \left(\frac{8}{3}B_0 - 4B_0 \right)$$

$$\frac{13}{4}L i = \frac{1}{4} S n B_0 + \frac{4}{3} S n B_0 = \frac{19}{12} S n B_0$$

$$i = \frac{19 S n B_0 \cdot 4}{12 \cdot 13 L} = \frac{19 S n B_0}{39 L}$$

Ответ: 1) $I' = \frac{4 n S d}{13 L}$ 2) $i = \frac{19 S n B_0}{39 L}$



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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

$$1) h = \frac{3}{2} F \quad \text{и} \quad l = \frac{3}{4} F$$

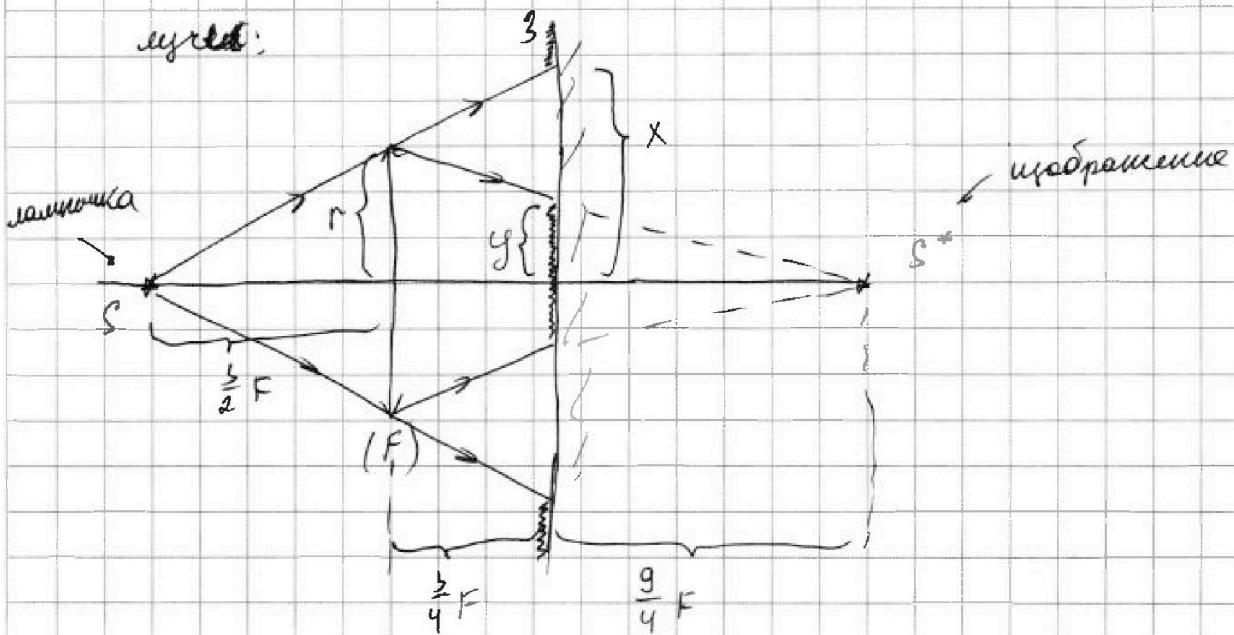
$h > F$; лампочка - действительный предмет для линзы;

изображение будет действительное

Равенство линий линз: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{l}$ $d = h = \frac{3}{2} F$

Следовательно, что $l = 3F$

$f > l$. Рассмотрим изображение действительное, прямое "нормальное".



Освещенные участки отмечены на рисунке |

из подобий следует, что $\frac{\frac{9}{4}F + \frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{x}{r} \Rightarrow \frac{3+6}{6} = \frac{x}{r} \Rightarrow$

$\rightarrow \text{(отм.)} \quad x = \frac{9}{2} r$

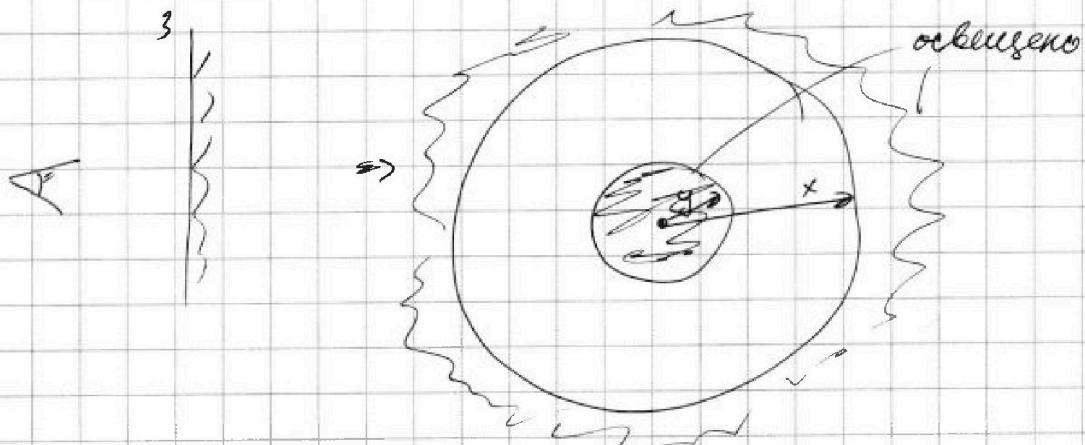
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

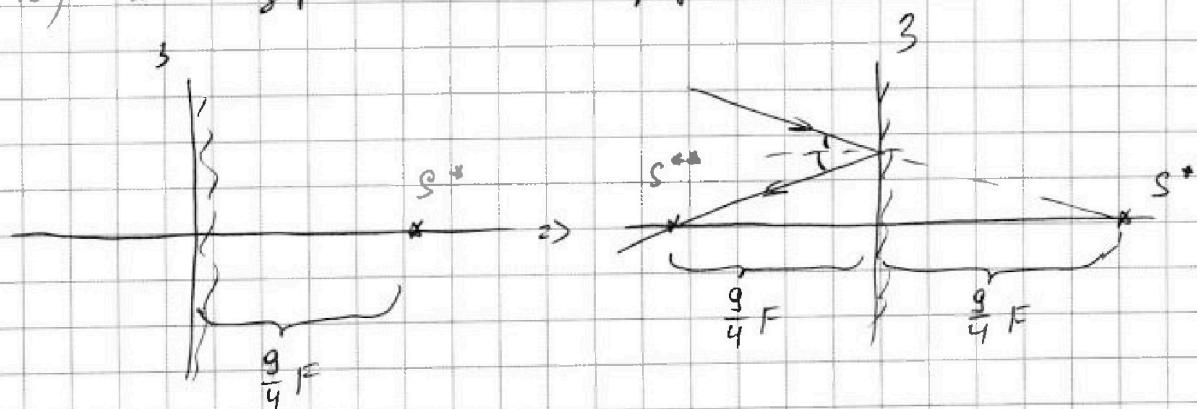
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$u \frac{y}{r} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{9}{4}F + \frac{3}{4}F} = \frac{\frac{3}{4}}{9+3} = \frac{3}{4} \rightarrow y = \frac{3}{4}r$$



$$\begin{aligned} S_1 &= \pi x^2 - \pi y^2 = \pi(x-y)(x+y) = \pi \left(\frac{3}{2}r - \frac{3}{4}r\right) \left(\frac{3}{2}r + \frac{3}{4}r\right) = \\ &= \pi r \cdot \frac{9}{4}r \cdot \frac{135}{16} = \pi \cdot \frac{3}{4}r \cdot \frac{9}{4}r \end{aligned}$$

2) для зеркала S^* - предел:



$\frac{9}{4}F > l$, поэтому S^{**} будет максимальный предел для зеркала.



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

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

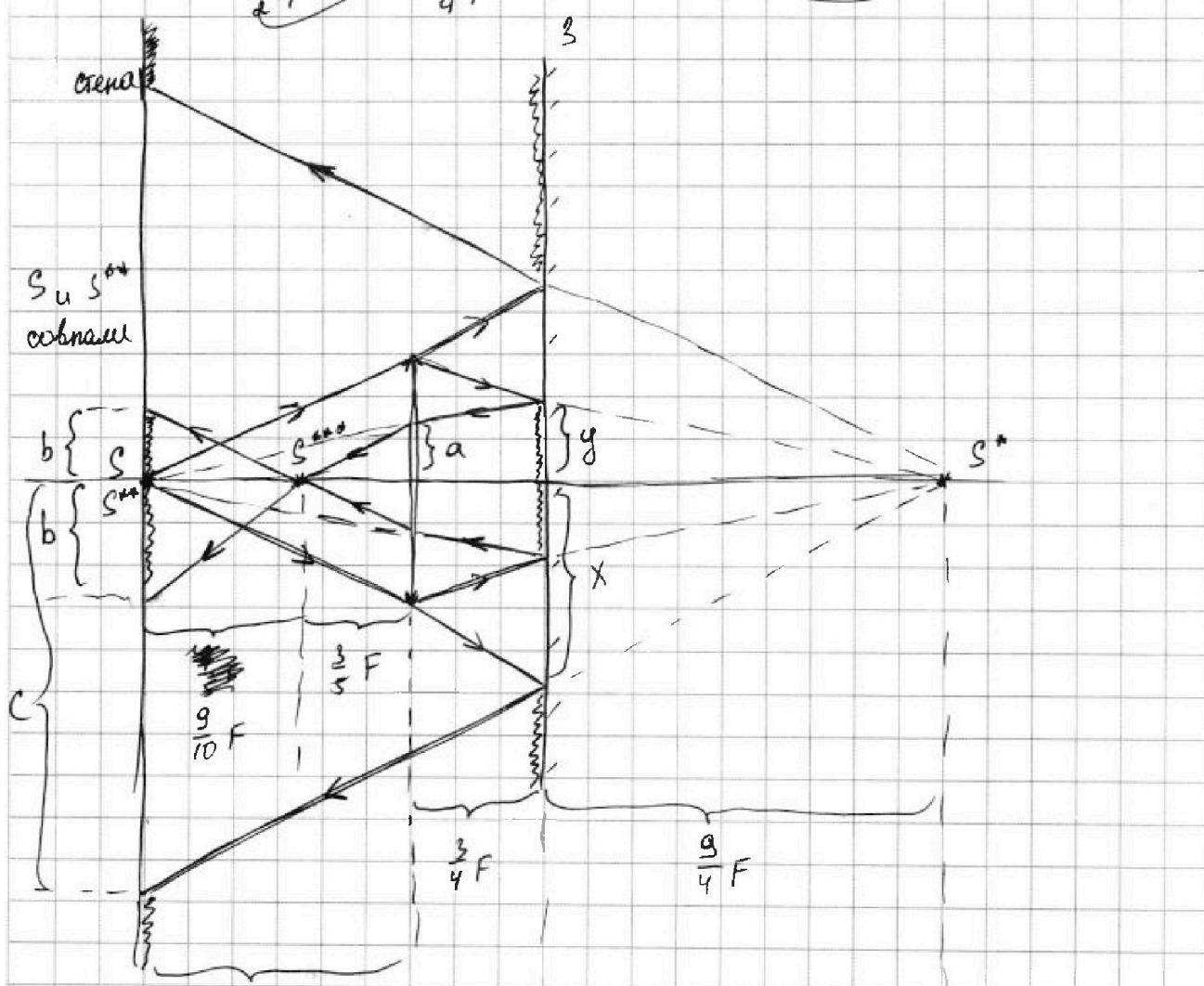
СТРАНИЦА
3 из 4

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!

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \rho_* \frac{1}{F}$$

$$\rho_* = \frac{1}{F} + \frac{2}{3F} = \frac{5}{3F}$$

$$\rho_* = \frac{3}{5} F$$





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 7СТРАНИЦА
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!

Чтобы подобный следил, что:

$$\frac{y}{a} = \frac{\frac{3}{2}F + \frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{6+3}{6} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} \quad (a = \frac{2}{3}y = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4}r = \frac{1}{2}r)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\frac{3}{5}F}{\frac{9}{10}F} = \frac{5 \cdot 10}{5 \cdot 9} = \frac{2}{3} \rightarrow (b = \frac{3}{2}a = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2}r = \frac{3}{4}r)$$

$$\frac{x}{c} = \frac{\frac{9}{4}F}{\frac{9}{4}F + \frac{3}{4}F + \frac{3}{2}F} = \frac{9}{9+3+6} = \frac{1}{2} \quad (c = 2x = 2 \cdot \frac{3}{2}r = 3r)$$

Стена:

$$\begin{aligned}
 S_2 &= \pi c^2 - \pi b^2 = \pi(c-b)(c+b) = \\
 &= \pi(3r - \frac{3}{4}r)(3r + \frac{3}{4}r) = \\
 &= \pi \cdot \frac{9}{4}r \cdot \frac{15}{4}r = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 4} r^2 \pi = \\
 &= \frac{225}{16} r^2 \pi = \frac{225}{16} \cdot 10^2 \pi
 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $S_1 = \frac{27}{16} r^2 \pi = 135 \pi \text{ см}^2 = 27 \pi \text{ дм}^2$

2) ~~$S_2 = \frac{567}{16} r^2 \pi = 567 \pi \text{ см}^2$~~

$$S_2 = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 4} r^2 \pi = 9 \cdot 15 \pi, \text{ см}^2 = 135 \pi \text{ см}^2$$



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
— 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!