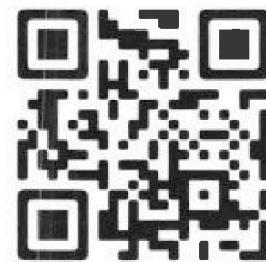


Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2024

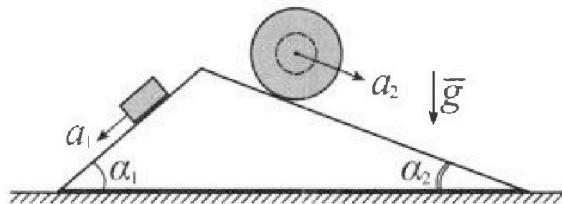


Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

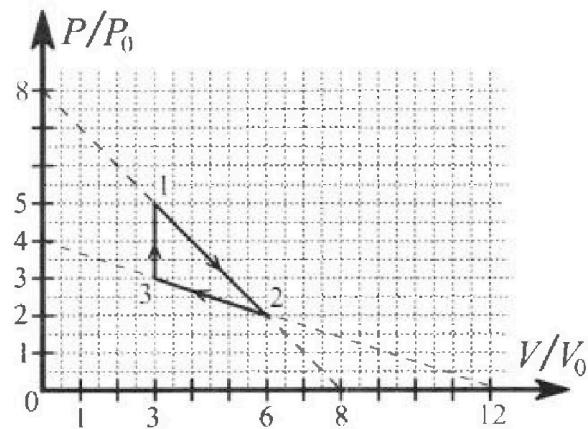


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

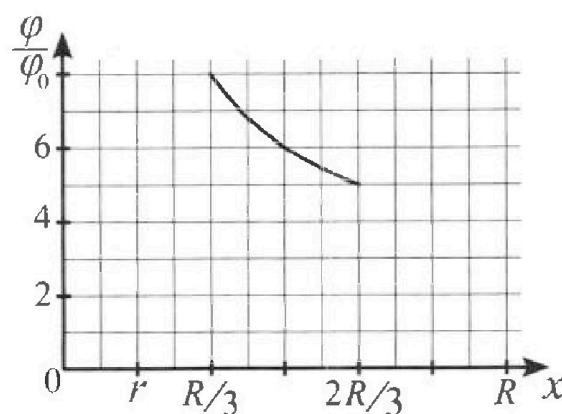
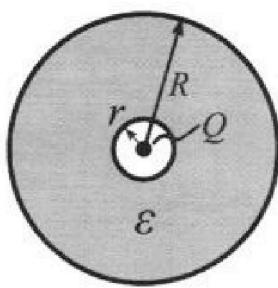
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



Олимпиада «Физтех» по физике,

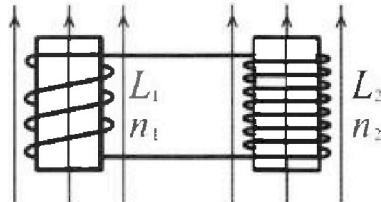
февраль 2024

Вариант 11-02



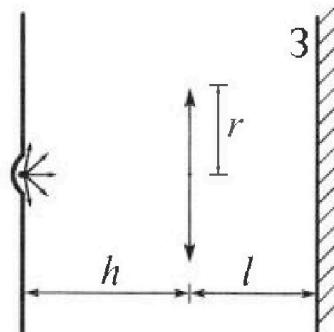
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью $\dot{\varphi}$ (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 $2B_0/3$, 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 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 $F = 2h$. 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 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 $y\pi$, где y - целое число или простая обыкновенная дробь.

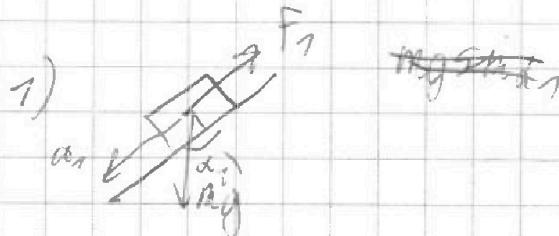
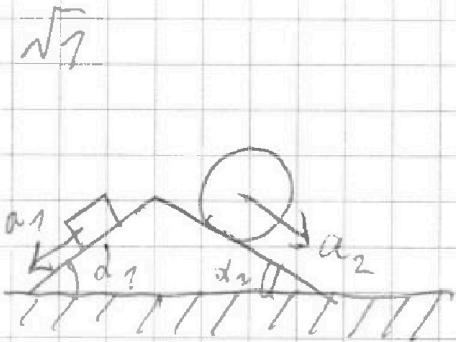


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

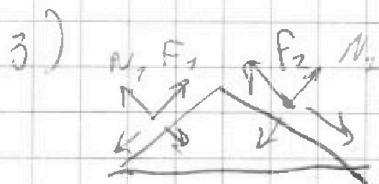
$$m \frac{4g}{77} = m g \cdot \frac{3}{5} - F_1 \Rightarrow$$

$$F_1 = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{77} \right) = m g \frac{51-35}{85} = \frac{16}{85} m g$$

2) при α_2 сила трения направлена против движения
и не проскальзывает. $5m a_2 = 5m g \sin \alpha_2 - F_2$

$$5m \frac{8g}{25} = 5m g \frac{8}{77} - F_2$$

$$F_2 = 5m g \left(\frac{8}{25} - \frac{8}{77} \right)$$



$$\begin{aligned} F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 \\ + N_2 \sin \alpha_2 = 0 \quad 3 \end{aligned}$$

$$N_1 = m g \cos \alpha_1$$

$$N_2 = 5m g \cos \alpha_2$$

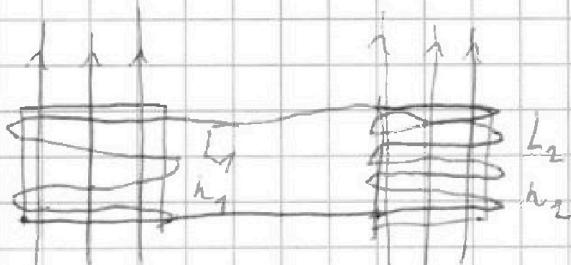


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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!

№4

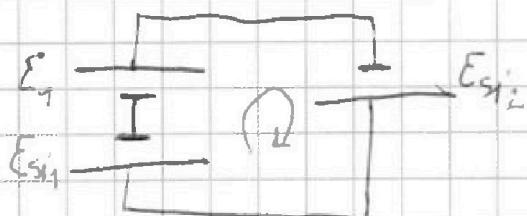


$$L_1 = L \quad n_1 = n$$

$$L_2 = 9L \quad n_2 = 3n$$

5- миллиард витков

1) Из рисунка мы видим, что направления обмотки у катушек разные (сторона сперху, у первой - против, а у второй - по часовой стрелке). Из этого следует, что ЭДС самоиндукции в катушках действует в разные стороны, заменив схему эквивалентной:



E_{S11} и E_{S12} - ЭДС самоиндукции первая и вторая катушки соответственно,
 E_1 - ЭДС индукции внешней.
 Принимая второе правило Кирхгофа.

$$E_1 + E_{S12} - E_{S11} = 0$$

$$\{ E_1 = -\frac{d\Phi}{dt} = \alpha n_1 S = \alpha n S$$

$$\left. \begin{aligned} E_{S11} &= L_1 i \\ E_{S12} &= L_2 i' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha n S + g L i =$$

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!

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{5}{3} \quad \frac{8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V}{V}$$

$$\frac{3V}{V_0} = 40 - 5 \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{8V}{V_0} = 40$$

$$V = 5V_0; P = 3P_0$$

$$\gamma R T_k = 15P_0 V_0$$

$$\frac{P_0}{3V_0} = \frac{5P}{3V}$$

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{5}{V} \left(4P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V \right)$$

$$\frac{V}{V_0} = 20 - \frac{5}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{8}{3} V = 20 V_0$$

$$V = \frac{75V_0}{2} = 37,5V_0 > 6V_0$$

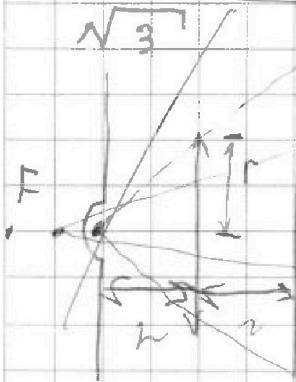
$$Q_H = Q_{1K} + Q_{3T} = \frac{3}{2} \gamma R (t_K - t_3) + A_{1K} + \Delta U_{3T}$$

$$= 0 + A_{1K} + 9P_0 V_0$$

$$A_{1K} = \left(\frac{5+3}{2} \cdot 2 \right) P_0 V_0 = 8P_0 V_0$$

$$Q_H = 77P_0 V_0 \Rightarrow 0 = \frac{A}{Q_H} = \frac{3P_0 V_0}{77P_0 V_0} = \frac{3}{77}$$

НТ симметрическое: 1) 3, 2) $\frac{4}{3}$, 3) $\frac{3}{77}$



1) $h < F = 2h \Rightarrow$ изображение искажено. Равнодействующая параллельна оси симметрии.

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{r} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{2h} = \frac{1}{d} \Rightarrow d = 2h$$



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
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!

Т максимального изгиба $\delta p_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2$ максимальна

$$V = \frac{-8P_0}{-2\frac{P_0}{V_0}} = 4V_0 \quad , \quad P = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot 4V_0 = 4P_0$$

$$T_{max} = \frac{16P_0V_0}{\gamma R}$$

В точке 2:

$$2P_0 \cdot 6V_0 = \gamma R T_2 \Rightarrow \frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{72} = \frac{4}{3}$$

3) Запишем первое начало термодинамики:

$$\delta Q = \delta A + dU, \quad Q > 0 \text{ до конца машины, изгиба изгиба } \delta Q = 0.$$

Найдём эти точки на 72 и 23.

$$dQ = PdV + \frac{3}{2} \nu R dT = PdV + \frac{3}{2} PdV + \frac{3}{2} VdP \Rightarrow$$

$$\frac{5}{2} PdV = -\frac{3}{2} VdP \Rightarrow \frac{dP}{dV} = -\frac{5P}{3V}$$

В 1-2:

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$$

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{5}{3} \frac{P}{V}$$

В 2-3:

$$\frac{P}{P_0} = \gamma - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} \Rightarrow P = P_0 - \frac{P_0}{3V_0} V$$

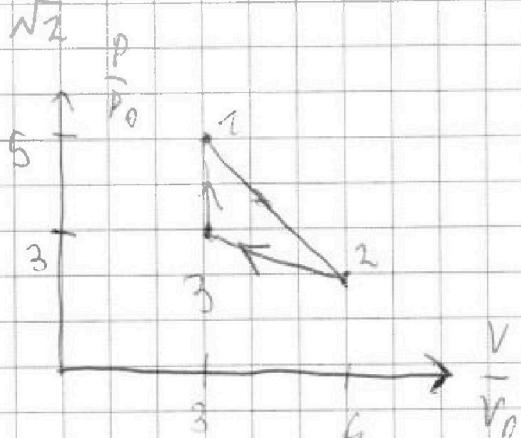
$$\Rightarrow \frac{dP}{dV} = -\frac{P_0}{3V_0}$$

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"/> 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
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) Уравнение состояния в 1 и 3:

$$5P_0 \cdot 3V_0 = \sqrt{R} T_1$$

$$3P_0 \cdot 3V_0 = \sqrt{R} T_2$$

Изм. Внешней энергии б 3-1 (раз одноступенчатой):

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (25P_0V_0 - 9P_0V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 = 9P_0V_0$$

Работа A за цикл - площадь 1-2-3-8 P-V:

$$A = \left(\frac{2+5}{2} \cdot 3 - \frac{2+3}{2} \cdot 3 \right) P_0 V_0 = 3P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$K = \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9P_0V_0}{3P_0V_0} = 3$$

2) запишем уравнение нужной, промежуточной

$$\text{через 1 и 2: } \frac{P}{P_0} = 8 - \frac{P_0}{V_0} V \Rightarrow P = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

Подставляем в уравнение состояния:

$$(8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) V = \sqrt{R} T$$

$$(8P_0V - \frac{P_0}{V_0} V^2) \frac{1}{\sqrt{R}} = T$$

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.

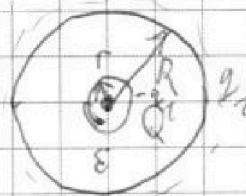


- 1 2 3 4 5 6 7

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!

$\sqrt{3}$



1) Поменяться ψ в внешности

$$\text{шара: } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2} = \psi$$

и внутри ячеса,

ψ находит q_1 :

$$K \frac{Q}{x^2} - K \frac{q_1}{x^2} = K \frac{q_1}{\epsilon_0 R^2}$$

$$Q - q_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0}$$

$$q_1 = Q(1 - \frac{1}{\epsilon_0}) = \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} Q$$

Если $r < \frac{3R}{4} = x$:

$$\psi = K \frac{Q}{x} - K \frac{q_1}{x} + K \frac{q_1}{R} =$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \left(\frac{1}{x} - \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0 x} + \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0 R} \right) = \frac{KQ}{R} \left(\frac{4}{3} - \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} \frac{4}{3} \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} \right)$$

$$= \frac{KQ}{R} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x} + \frac{4}{3\epsilon_0} + \frac{4}{3\epsilon_0} - \frac{4}{3\epsilon_0} \right) = \frac{KQ}{R} \left(1 + \frac{1}{3\epsilon_0} \right)$$

Если $r > \frac{3R}{4} = x$:

$$\psi = K \frac{Q}{x} - K \frac{q_1}{r} + K \frac{q_1}{R} = KQ \left(\frac{1}{x} - \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0 r} + \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0 R} \right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} \left(\frac{4}{3} + \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right) \right)$$



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 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!

$$2) r < \frac{R}{3}$$

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

для $x = \frac{R}{3}$:

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

для $x = \frac{2R}{3}$

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



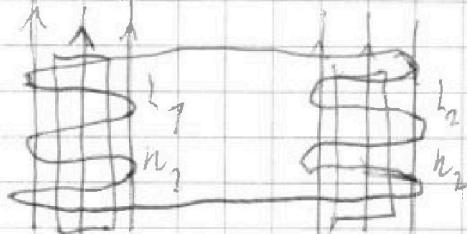
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

№



1) Поле создает \Rightarrow ЭДС индуцирует
изменение потоков, спровоцированное
изменением избывающего потока.

ЭДС самоиндукции двух катушек выражены при-
мыв взаимной индукции тока.



E - ЭДС, создаваемая внешней
индукцией,

E_{S11} и E_{S12} - ЭДС самоин-
дукции первой и второй катушек соответст-
венно

Второе правило Фарadays.

$$E - E_{S12} - E_{S11} = 0$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} = E_{S11} + E_{S12}$$

Φ - поток внешней
индукции

$$-R_S \frac{\Delta B}{\Delta t} = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

\dot{I} - скорость измене-
ния тока

$$\alpha n S = L_1 \dot{I}_1 + g L_2 \dot{I}_2 = 10 L_1 \dot{I}$$

$$\frac{dRS}{10L} = \dot{I}$$

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.

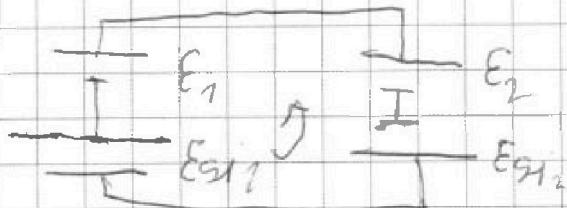


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

2)



E_1 и E_2 - ЭДС, софт.

Определили подавли
через 1-ую и 2-ую
катушки.

Так E_{S1} и E_{S2} - ЭДС сдвигнувшись через 1-ую
и 2-ую катушку. Идея правильная.

$$E_2 - E_1 - E_{S1} - E_{S2} = 0$$

$$\frac{d\Phi_2}{dt} - \frac{d\Phi_1}{dt} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \quad | \cdot dt$$

$$d\Phi_2 - d\Phi_1 = L_1 dI + gL dI \quad | \int \text{- интегри-} \\ \text{-руем}$$

$$\Delta\Phi_2 - \Delta\Phi_1 = 10L \Delta I, \text{ где } \Delta - \text{ разница}$$

$$\left(\frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{12}\right) n_2 S - \left(\frac{B_0}{12} - \frac{1}{3} B_0\right) n_1 S = \text{изменение} \\ \text{магнитных} \\ \text{запасов,}$$

$$10L(I - 0)$$

$$3 \cancel{\frac{B_0}{12}} n_2 S - \frac{B_0}{3} n_1 S = 10L I$$

$$\cancel{\frac{9}{12}} B_0 n_2 S - \cancel{\frac{4}{12}} B_0 n_1 S = 10L I$$

$$\frac{5}{12} B_0 n_2 S = \cancel{10L I} \Rightarrow I = \frac{B_0 n_2 S}{24L}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{dn_2 S}{70L} = I, 2) I = \frac{B_0 n_2 S}{24L}$$



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

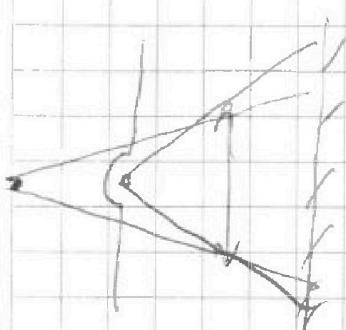
6

7

СТРАНИЦА
7 из 9

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!

№3



1) $h < F = 2h \Rightarrow$ изображение
меньше. Формула тонкой линзы:
 d - расст. до изобр.

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = \frac{1}{2h} \Rightarrow d = 2h$$

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!

$$\frac{R_3 - 5r}{3h} = \frac{5}{3} \quad R_3 = \frac{5}{3} \cdot \frac{3}{2} r = \frac{5}{2} r$$

$$\text{Но } \frac{r - R_1}{R_1} = \frac{r}{3h} \Rightarrow 3r - 3R_1 = R_1 \Rightarrow 3r = 4R_1 \\ R_1 = \frac{3}{4} r$$

Все радиусы от внешней окружности определены выше и также r_1 приведут через радиус. Решение можно записать:

$$\frac{1}{3h} + \frac{1}{5} = \frac{1}{2h} \quad \frac{1}{f} = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}\right) \frac{1}{2} = \frac{1}{6h} \Rightarrow f = 6h$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{6h}$$

из условия:

$$\frac{8h}{6h} = R_2 = 5r + \operatorname{tg} \beta = \frac{5r}{6h} r = \frac{5}{6} r$$

Значит, неизвестна площадь поперечного

~~$$S_r: S_1 = \pi \left(16r^2 - \frac{25}{4} r^2 \right) + \pi \left(\frac{25}{4} r^2 - \frac{25}{36} r^2 \right)$$~~

~~$$20\pi \left(16r^2 - \frac{25}{36} r^2 \right)$$~~

$$S_1 = \pi \left(16r^2 - \frac{25}{4} r^2 \right) + \pi \left(\frac{25}{4} r^2 - \frac{25}{36} r^2 \right)$$

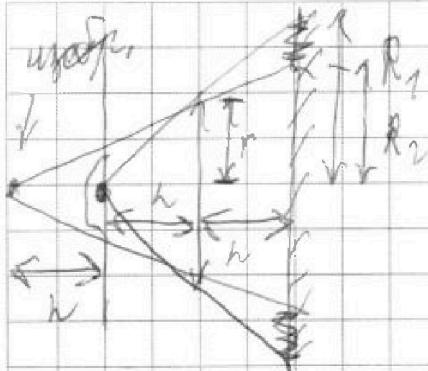
$$= 16\pi r^2 - 4\pi r^2 - \frac{25}{36} \pi r^2 - 12\pi r^2 - \frac{25}{36} \pi r^2$$

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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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



заштриховано
 R_1 и R_2 - радиусы симметрических
освещаемых источниками
и линии их излучения.

$$S_1 = \pi R_1^2$$

$$S_2 = \pi R_2^2$$

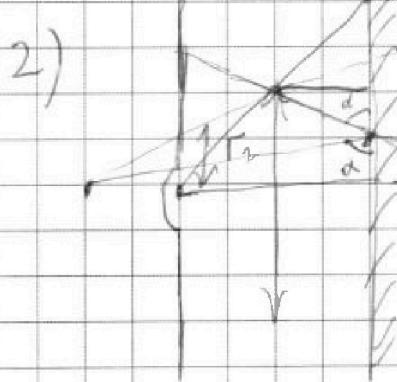
Несвещаемая область; $S = S_1 - S_2 = \pi(R_1^2 - R_2^2)$

Из условия:

$$\frac{r}{R_1} = \frac{i}{h+r} = \frac{h}{2h} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2r = R_1$$

$$\frac{r}{R_2} = \frac{2h}{3h} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{3}{2} r = R_2$$

$$S = \pi \left(4r^2 - \frac{9}{4} r^2 \right) = \pi r^2 \frac{16-9}{4} = \pi r^2 \frac{7}{4}$$



Все лучи, исходящие от
источника не будут освещать
после отражения на
стене область радиуса

$$2R_1 = 4r$$

Лучи от источника изменя-

ются, не проходящие через зеркало
отражение будут освещать область си-

$$r_1 = 80 \text{ см}, R_2 = 30 \text{ см}$$



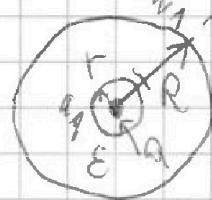
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

$\sqrt{3}$



$$K \frac{Q}{R^2}$$

$$-K \frac{q_1}{r^2}$$

$$K \frac{Q}{R^2} - K \frac{q_1}{r^2} = K \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$\frac{Q}{R^2} - \frac{q_1}{r^2} = \frac{Q}{\epsilon r^2}$$

$$\frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

$$- \frac{6\pi r_1 q_1}{\epsilon_0 4\pi r^2}$$

$$Q - q_1 = \frac{Q}{\epsilon}$$

$$Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) = q_1$$

$$q_1 = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$$

$$\Phi = K \frac{Q}{R} - K \frac{q_1}{R} = K \left(Q - \frac{q_1}{R} \right) = \frac{KQ}{\epsilon R}$$

$$= \frac{KA}{R}$$

$$\Phi = K \frac{Q}{R} - \int_R^{\infty} K \frac{Q}{\epsilon x^2} dx = K \frac{Q}{R} - K \frac{Q}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x} + \frac{1}{R} \right)$$

$$= K \frac{Q}{R} - K \frac{Q}{\epsilon R} + K \frac{Q}{\epsilon x} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{x} \right)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{4}{3\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(-\frac{2}{3\epsilon} + \frac{4}{3\epsilon} \right) =$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{2}{3\epsilon} \right)$$



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

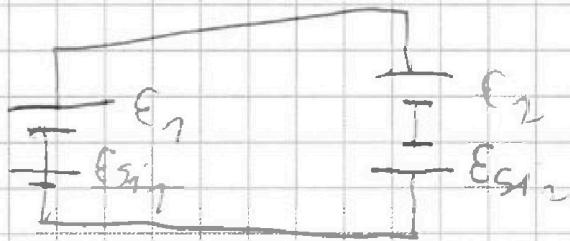
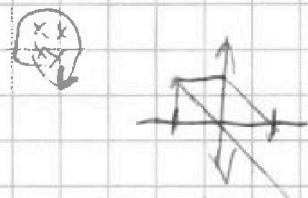
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$\Delta L_1 I = \Delta \Phi_1 - \Delta \Phi_2 = \frac{B_0}{3} Sh - \left(\frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{72} \right) \cdot 3nS = \\ \frac{B_0}{3} Sh - \frac{3 B_0}{72} \cdot 3nS = \approx \frac{4 B_0 Sh}{72} - \frac{9 B_0 S n}{72}$$

~~$\frac{5 B_0 S n}{72}$~~

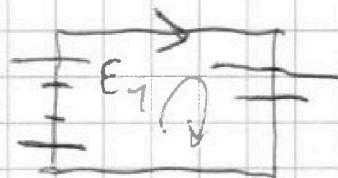
$$\Delta \Phi_1 - L_1 I = \Delta \Phi_2 - \Delta L_1 I$$



$$E_1 + E_{S11} = E_2 - E_{S12}$$

$$\Delta \Phi_1 + L_1 I = \Delta \Phi_2 - \Delta L_1 I$$

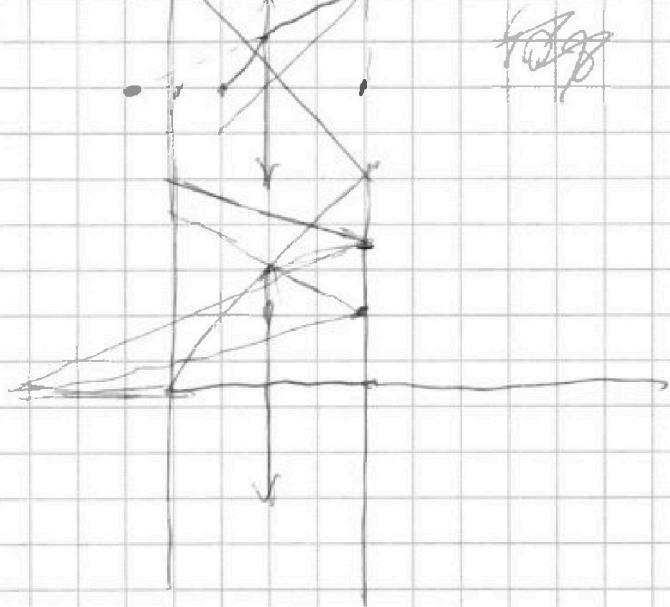
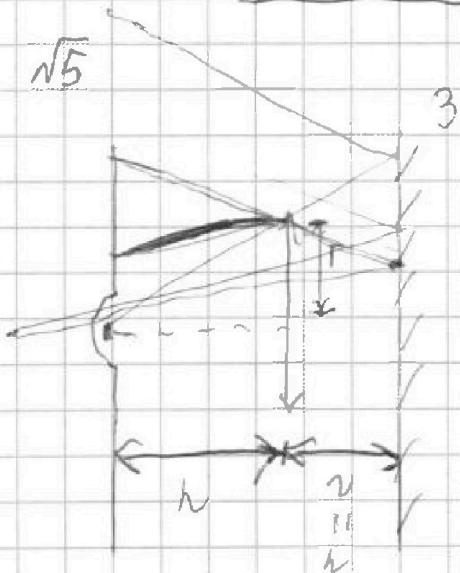
то



$$E_1 + E_{S12} = E_{S11}$$



так



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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$K \frac{Q}{x} + K \frac{\epsilon_1}{x} - K \frac{\epsilon_1}{R} = K \frac{Q}{x} + K \frac{Q}{x} \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) - K \frac{Q}{R} \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

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

$$\left. \frac{1+\frac{1}{\epsilon}}{3\epsilon} \right) = \frac{KQ}{R} \left(\frac{5}{3} - \frac{1}{3\epsilon} \right)$$

N5

~~$$L_1 \dot{I}_1 = \frac{d\Phi}{dt} = \Phi_{h1} + \frac{dB}{dt} = dSh_1$$~~

~~$$1) \quad \cancel{\frac{d\Phi}{dt}} = \cancel{\epsilon + \epsilon_{S11}} \quad \frac{d\Phi}{dt} = -dSh_1$$~~

~~$$\frac{d\Phi}{dt} = \epsilon h \quad \epsilon + \epsilon_{S11} = \epsilon_{S12}$$~~

~~$$L_1 \dot{I}_1 +$$~~

~~$$dSh_1 + L_1 \dot{I}_1 = L_2 \dot{I}$$~~

~~$$dSh + L_1 \dot{I} = gIL_1$$~~

~~$$\frac{dSh}{dt} = I$$~~

~~$$2) \quad \frac{d\Phi_1}{dt} + L_4 \frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt}$$~~

~~$$+ gL \frac{dI}{dt}$$~~

~~$$\Delta \Phi_1 + L_4 \Delta I = \Delta \Phi_2 + gL$$~~

~~$$BL_4 \Delta I = \Delta \Phi_1 - \Delta \Phi_2 = \frac{B_0}{3} - \left(\frac{4B_0}{72} - \frac{B_0}{72} \right) = \frac{B_0}{3} - \frac{3B_0}{72}$$~~

~~$$\frac{4B_0}{72} - \frac{B_0}{72} = \frac{B_0}{72}$$~~



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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$0 = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

Уравнение приложено
через 1+2:

$$\frac{5}{2} P dV = -\frac{3}{2} V dP$$

$$\frac{5P}{3V} = -\frac{dP}{dV}$$

$$\frac{P}{P_0} = 8 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow$$

$$P = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0}V \Rightarrow$$

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$$

$$\frac{5P}{3V} = \frac{P_0}{V_0}$$

$$\frac{5 \left(8P_0 - \frac{P_0}{V_0}V \right)}{3V} = \frac{P_0}{V_0}$$

$$40P_0 - 5 \frac{P_0}{V_0}V = 3 \frac{P_0}{V_0}V$$

$$5 \cancel{V} = 8 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 5V_0 ; P = 3P_0$$

В течение, где машина получила максимума:

$$3P_0 \cdot 5V_0 = VR T_{max}$$

В течение 2:

$$2P_0 \cdot 6V_0 = VR t_2 \Rightarrow \frac{T_{max}}{t_2} = \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 6} = \frac{15}{12} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP = 0$$

$$\frac{3}{2} VR dT + P dV = 0$$

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
— 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!

№

$L_1 = L \quad n_1 = n$

$L_2 = 9L \quad n_2 = 3n$



5 - индукция витка.

1) При изменении внешней поля в катушках получим пол. т.к. возникнет ЭДС индуцированная, и возникнут ЭДС самоиндукции. Простотой ради рассуждений можно заметить, что если пол. проходит через катушки, то по симметрии он не меняет пол., а по зеркално-противоположной стороны, то меняет ЭДС самоиндукции направление в разные стороны.

Замечаем, что для индукции в первой катушке будем стараться сократить пол. через неё, а для самонадоинкции будем направлять пол. (так её уменьшаем).

$$\Delta \Phi_2 - \Delta \Phi_1 = 10L \Delta I$$



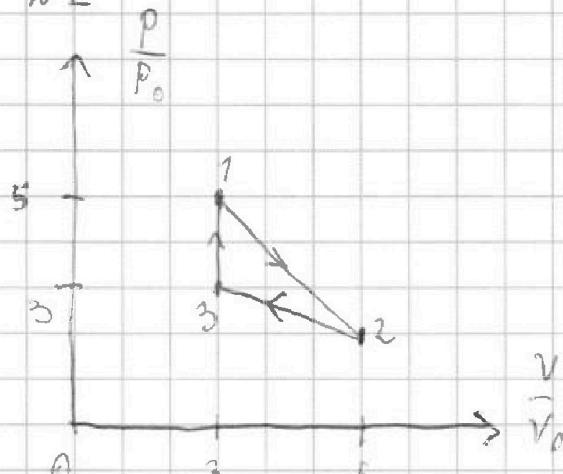
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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!

N₂



1) Задача 1: изображение циклического процесса газа в координатах P/V .

$$5p_0 \cdot 3V_0 = \gamma R T_1$$

$$3p_0 \cdot 3V_0 = \gamma R T_3$$

T_1/T_3 - или - во сколько раз

и температуры в К .

2) Кул-бо стоящей свободы - 3.

Изменение ви. энергии в 3 - 1:

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \gamma VR (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (15p_0V_0 - 9p_0V_0) = \\ \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0$$

Работа А за цикл 3 - максимум фигуры Р-В:

$$A = \left(\frac{2+5}{2} \cdot 3 - \frac{2+3}{2} \cdot 3 \right) p_0V_0 = 3p_0V_0$$

$$K = \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9p_0V_0}{3p_0V_0} = 3$$

2) В точке 1 где температура максимальна

изохорическая дT температура равен 0.

Первое начало термодинамики:

$$C_V dT = p dV + \frac{3}{2} \gamma R dT$$

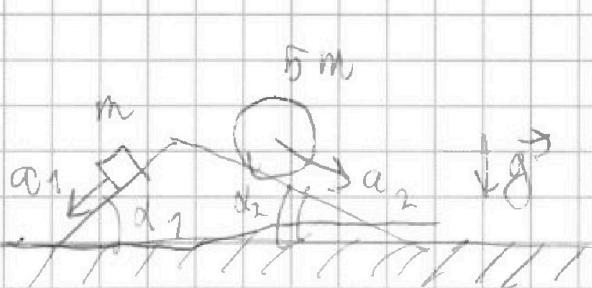
$$0 = p dV + \frac{3}{2} (p dV + V dP)$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

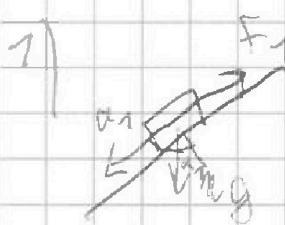
СТРАНИЦА
ИЗ

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!



$$a_1 = \frac{7g}{17}$$

$$a_2 = \frac{8g}{25}$$



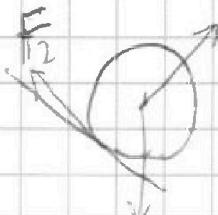
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

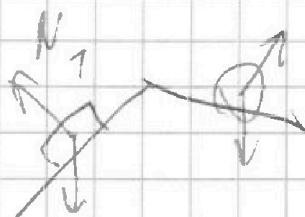
$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = m (g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(g \frac{3}{5} - \frac{7g}{17} \right)$$

$$2) J\epsilon = F_2 R$$



$$5mR^2 \frac{a_2}{R} = F_2 R$$



$$F_2 = 5m \frac{R^2}{R^2} a_2 = 5m a_2$$

$$3) m g \cos \alpha_1 = N_1$$

$$m g \cos \alpha_2 = N_2$$

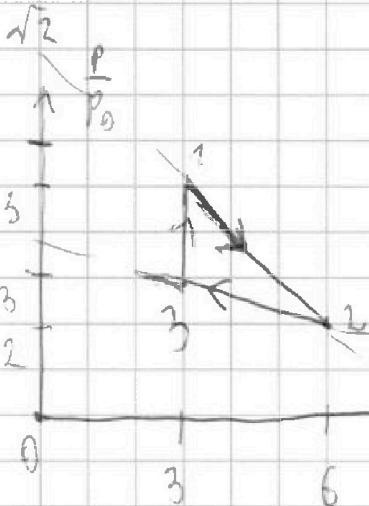
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$2) \Delta U_{3,1} = \frac{3}{2} \gamma R (T_1 - T_3)$$

$$\Delta U_{3,1} = \frac{3}{2}$$

$$5p_0 \cdot 3V_0 = \gamma R T_1$$

$$3p_0 \cdot 3V_0 = \gamma R T_2$$

$$\frac{3}{2}(15p_0V_0 - 9p_0V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0$$

$$S = \frac{2+5}{2} \cdot 3 - \frac{2+3}{2} \cdot 3 = \frac{3}{2} (4-5) = 3$$

$$A = 3p_0V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3,1}}{4} = \frac{9p_0V_0}{3p_0V_0} = 3$$

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

$$p = \frac{V}{V_0} p_0$$

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

$$\delta U = -\delta A$$

$$\frac{3}{2} p dV - \frac{3}{2} V dp = -p dV$$

$$\frac{5}{2} p dV = -\frac{3}{2} V dp$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{5p}{3V}$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$-\frac{p_0}{V_0} = -\frac{5p}{3V}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{5}{3} \quad 8P_0 - \frac{V}{V_0} P_0$$

$$3 \frac{P_0}{V_0} V = 40P_0 - 5 \frac{P_0}{V_0} V$$

$$8 \frac{P_0}{V_0} V = 40P_0$$

$$\frac{V}{V_0} = 5 \Rightarrow V = 5V_0$$

$$p = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V = 9P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot 5V_0 = 3P_0$$

$$3P_0 \cdot 5V_0 = \gamma R T_{\max}$$

$$2P_0 \cdot 6V_0 = \gamma R T_2$$

$$\frac{15}{T_2} = \frac{T_{\max}}{T_2}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{T_{\max}}{T_2}$$

$$3) p dV = -\frac{3}{2} \gamma R dT$$

$$8P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} V_0 dV = -\frac{3}{2} \gamma R dT$$

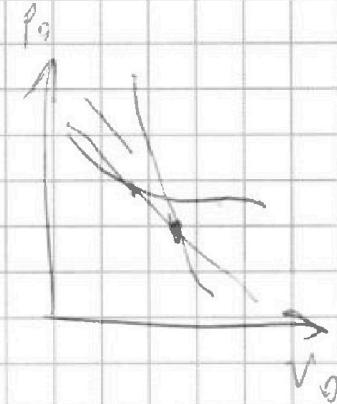
$$8P_0 \left(V - 3V_0 \right) - \frac{P_0}{V_0} \left(\frac{V^2}{2} - \frac{9V_0^2}{2} \right) = -\frac{3}{2} \gamma R dT$$

$$8P_0 V - 24P_0 V_0 - \frac{P_0}{V_0} \frac{V^2}{2} + \frac{27}{2} P_0 V_0 = \frac{3}{2} \gamma R dT$$

$$\left(8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \right) V \rightarrow \max$$

$$8P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \rightarrow \max$$

$$T_{\max} - \frac{6}{2a} = \frac{-8P_0}{-2P_0 E_0} V_0$$



$$15 P_0 V_0 = \gamma R T_{\max}$$

$$12 P_0 V_0 = \gamma R T_2$$



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!