



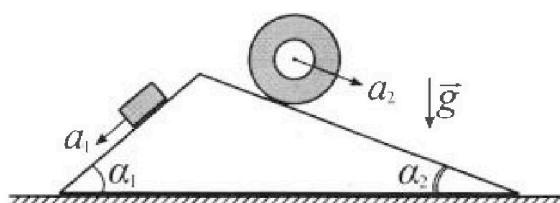
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

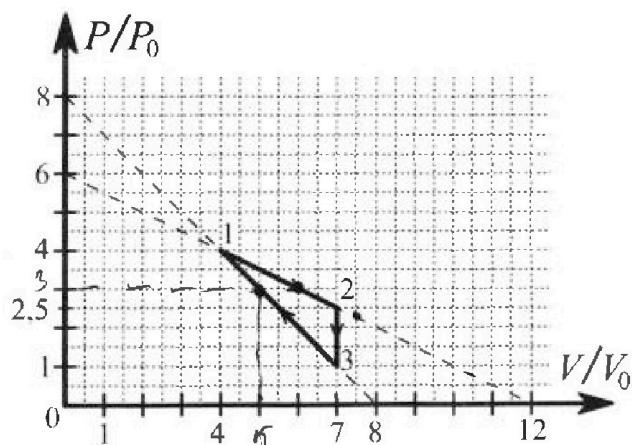


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

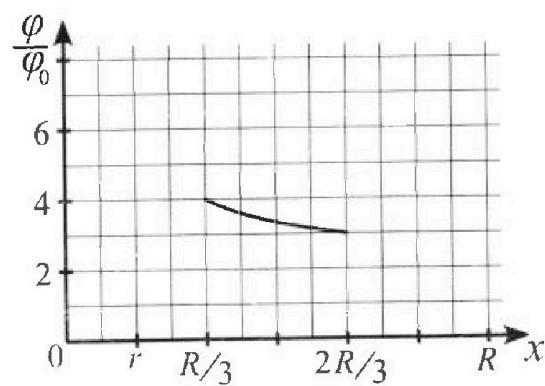
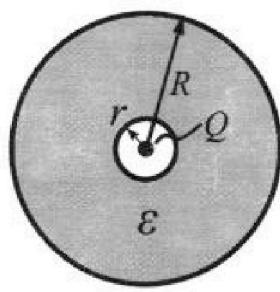
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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



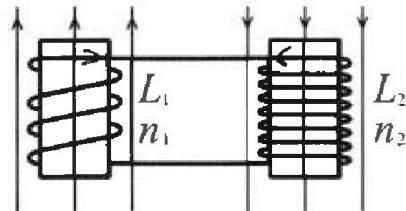
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



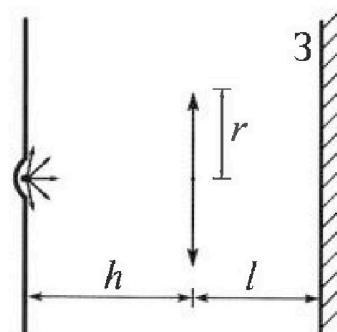
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ 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 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ 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.

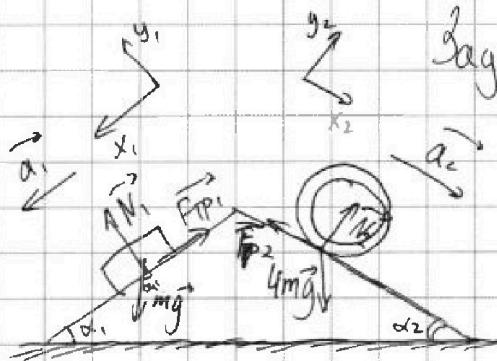


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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 11.

Решение:

1) Рассставим силы, действующие на блоки и на то уравнение.

По закону II З. Ньютона:

$$m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + \vec{F}_{p1} + \vec{mg}$$

$$4m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_{p2} + 4\vec{mg}$$

$$\text{Од.: } N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$\text{Од.: } N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$(1) \text{Ox: } m\vec{a}_1 = \vec{mg} \sin \alpha_1 - \vec{F}_{p1} \quad (2) \text{Ox: } 4m\vec{a}_2 = 4\vec{mg} \sin \alpha_2 - \vec{F}_{p2}$$

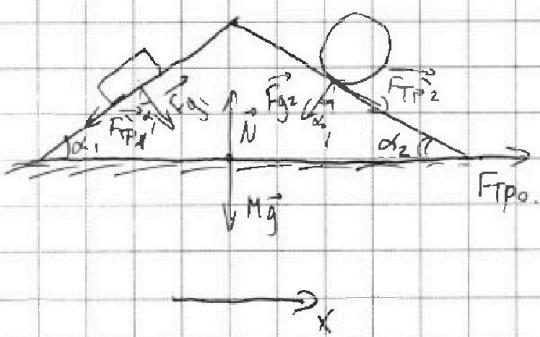
$$(1) \vec{F}_{p1} = \vec{mg} \sin \alpha_1 - m\vec{a}_1 =$$

$$= \frac{3}{5}mg - \frac{5}{13}mg = \frac{6g - 25}{65}mg = \frac{14}{65}mg$$

$$(2) \vec{F}_{p2} = 4\vec{mg} \sin \alpha_2 - 4\vec{m}\vec{a}_2 = 4 \cdot \frac{5}{13}mg - 4 \cdot \frac{5}{29}mg = \frac{120}{78}mg - \frac{65}{78}mg \\ = \frac{55}{78}mg$$

2) Рассмотрим силы, действующие на кинематику:

Задача II З. Ньютона:



$$0 = \vec{F}_{p1} + \vec{F}_{p2} + \vec{F}_{q1} + \vec{F}_{q2} + \vec{N} + \vec{Mg} + \vec{F}_{p0}$$

~~$$\text{Здесь } \vec{F}_{p1} = -\vec{F}_{p2}, \vec{F}_{p2} = -\vec{F}_{p1}$$~~

$$\vec{F}_{q1} = \vec{N}_1, \vec{F}_{q2} = -\vec{N}_2$$

исходя из III закона Ньютона.



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
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.о.:

$$Ox: F_{p_0} - F_{p_1} \cos \alpha_1 + F_{g_1} \sin \alpha_1 + F_{p_2} \sin \alpha_2 - F_{g_2} \sin \alpha_2 = 0.$$

$$F_{p_0} = N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 + F_{p_1} \cos \alpha_1 - F_{p_2} \cos \alpha_2$$

$$- 4mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + F_{p_1} \cos \alpha_1 - F_{p_2} \cos \alpha_2$$

$$\cancel{- 4mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - mg} = 4mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} - mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} +$$

$$+ \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13} =$$

$$= \frac{240}{13 \cdot 13} mg - \frac{48}{55} mg + \frac{56}{13 \cdot 5 \cdot 5} mg - \frac{660}{23 \cdot 13^2} mg$$

$$\cancel{- \frac{36000}{13^2 \cdot 5^2}} = \frac{6000 - 2028 + 728 - 2750}{13^2 \cdot 5^2} mg =$$

$$\cancel{\frac{1950}{13^2 \cdot 5^2} mg} = \frac{78}{13^2} mg = \cancel{\frac{6}{13}} mg.$$

Отвей: 1) $F_{p_1} = \frac{14}{65} mg$

2) $F_{p_2} = \frac{55}{78} mg$.

3) $F_{p_3} = \frac{6}{13} mg$



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

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

Задача №2.

Решение:

1) Из царюшки: $p_2 = 2,5 p_0$; $p_3 = p_0$; $V_2 = 7V_0$, $V_3 = 7V_0$

$$p_1 = 4p_0 \quad V_1 = 4V_0$$

$$\text{Т.о. } \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_3 V_3) \cdot \frac{3}{2} (7V_0 p_0 + 2,5 \cdot 7 p_0 V_0) =$$

$$= \frac{3 \cdot 15 \cdot 7}{2} p_0 V_0$$

2) Работа будет равна площади треугольника в сечении отсека (PV):

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 1,5 p_0 = \frac{3 \cdot 1,5 p_0 V_0}{2}$$

$$\text{Т.о. } \frac{\Delta U_{23}}{A_{123}} = \frac{3 \cdot 1,5 \cdot 7 p_0 V_0}{2 \cdot 3 \cdot 1,5 p_0 V_0} = 7.$$

2) Заметим, что процессы 1-2 и 3-1 совершаются сообщающимися равномерно. Т.о. из царюшки найдем для процессов 1-2 и 1-3:

$$p_{12} = p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V; \quad p_{13} = 8p_0 - \frac{8}{7} \frac{p_0}{V_0} V.$$

Из 1-й термодинамики:

$$Q = \Delta U + A; \quad C_d T \delta = C_v dT + pdV; \quad \text{знач. что } \frac{dT}{T} = \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \text{ получаем:}$$

$$(C - Cv) T \delta \left(\frac{dT}{T} + \frac{dV}{V} \right) = \cancel{dP} dV, \quad \text{из ур. из нал.:}$$

$$\left(\frac{C - Cv}{R} \right) (pdV + dpV) = pdV$$



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

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!

$$\frac{C - Cv - R}{R} \quad pdV = -dp V \frac{C - Cv}{R}$$

$$\frac{dP}{P} = -\frac{dV}{V} \quad \frac{C - CV - R}{C - CV} = -\frac{dV}{V} \quad \frac{C - CP}{C - CV}, \text{ т.е. } C - \text{ст. ф. генератора}$$

Kогда изотермия $C_i = \infty$, когда мы approach, то $C_{\text{op}} = 0$

Задача №10 нахождение точек касания агниторов и изогермов

задачников приемах 12 и 13 (изотерм только 12)

$$f_2: dP_{12} = \cancel{\frac{P_1 dH}{2}} = \frac{P_0}{2U_0} dV \text{ (i.e. } df = f' dx)$$

$$\frac{-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV}{6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V} = -\frac{dV}{V} \frac{C - C_p}{C - C_o} \quad P_0 \frac{\frac{3}{2}}{2} (5P_0 V_0 - 7P_0 V_0) - \frac{1}{2} dV_0 = 4P_0$$

Узорчатая $\frac{W_{cr}}{W} = 1$

$\text{O-C}_2\text{H}_5$ $\frac{3}{2}R$

$$\frac{\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}}{6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V} = \frac{1}{V} \cdot 1.$$

$$\frac{\frac{f}{2} \frac{P_0}{V_0}}{6P_0 - \frac{f}{2} \frac{P_0}{V_0}} V = \frac{f}{U} \cdot \frac{5}{3}$$

$$\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V = 6P_0 - \frac{f}{2} \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V = 30 P_0 - \frac{5}{2} \frac{P_0}{V_0} V$$

$$V = \frac{P_0}{U_0} = 6 P_0$$

$$\text{If } \frac{P_0}{V_0} V = 30 P_0 \Rightarrow V = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0$$

$$13: dP_{13} = -\frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\frac{P_0}{V_0} dV - \frac{P_0}{V_0} V = -\frac{dU}{U} \frac{C - C_p}{C - C_v}$$

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
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!

7.-o. из I и термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \frac{1}{2} (V_2 - V_1)(P_2 + P_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (16 p_0 V_0 + 17,5 p_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot 6,5 p_0 \cdot 3 V_0 = \frac{1}{2} \cdot 4,5 p_0 V_0 + \frac{1}{2} \cdot 13,5 p_0 V_0 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \cancel{18} p_0 V_0 = \cancel{\frac{9}{2}} p_0 V_0.$$

~~$$Q_{\text{нагр}13} = \Delta U_{\text{нагр}13} + A_{\text{нагр}13} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_{13} V_{13}) +$$~~

~~$$- \frac{1}{2} (P_{13} + P_1) (V_{13} - \cancel{V_1}) =$$~~

~~$$= \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 5 V_0 \cdot 3 p_0) = \frac{1}{2} \cdot 7 p_0 \cdot V_0 =$$~~

~~$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 - \frac{7}{2} p_0 V_0.$$~~

~~$$Q_{\text{нагр}13} = \Delta U_{\text{нагр}13} + A_{\text{нагр}13} = \frac{3}{2} (P_{13} V_{13} - P_3 V_3) - \frac{1}{2} (P_3 + P_{13}) \cdot$$~~

~~$$\cdot (V_{13} - V_3) = \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) - \frac{1}{2} \cdot 4 p_0 \cdot 2 V_0 =$$~~

~~$$= \frac{3}{2} \cdot 8 p_0 V_0 - \frac{7}{2} p_0 V_0 = \cancel{8 p_0 V_0} \cdot \cancel{\frac{3}{2}} \cdot 8 p_0 V_0.$$~~

$$7.-o. \gamma = \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{\frac{9}{2} p_0 V_0}{\frac{9}{2} p_0 V_0 + 9 p_0 V_0} = \frac{\frac{9}{2} p_0 V_0}{68 p_0 V_0} = \frac{9}{68}$$

Решение: 1) $\frac{\Delta U_{123}}{A_{123}} = 7$ 2) $\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{9}{8}$ 3) $\gamma = \frac{9}{68}$



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 checked="" 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!

1) ~~из~~ Адиабата: $\frac{P_0 - 6P_0}{P_0 - 4P_0} = \frac{5}{3}$

$$\frac{\frac{P_0}{V_0}}{3P_0 - \frac{P_0}{V_0} V} = \frac{1}{V} \cdot \frac{5}{3}$$

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

$$8 \frac{P_0}{V_0} V = 40P_0 \Rightarrow V = 5V_0.$$

изгл.

3) Т.о. максимальная температура 12 будет в точке

касания изотермы, т.е. при изгл. изотермы ~~законе~~ для трех точек сопты с изотермой: $P_{T_0} = 3P_0$, $P_{T_{12}} = 3P_0$:

$$P_{T_{12}} V_{T_{12}} = JRT_{\max}$$

$$P_1 V_1 = JRT_1$$

$$T_{\max} = \frac{3P_0 \cdot 6V_0}{JR} = \frac{18P_0 V_0}{JR} \quad T_1 = \frac{4V_0 \cdot 4P_0}{JR} = \frac{16P_0 V_0}{JR}$$

$$\text{т.о. } \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

4) Т.к. ~~процесс 12~~ адиабата касается т.к. в точке за процессом, то вся энергия, сообщ. изотермой идет на нагрев.

В процессе 13 на нагрев идет только та часть энергии, которая ^{попадает} в точку $V_{T_{12}} = 5V_0$:

т.о. ~~изотерм~~ ~~в~~ 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"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

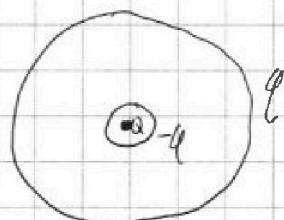
Задача №4.

Решение:

1) На двух сferах R и R будет

поляризованный заряд q_1 и q_2 соотв.

$A \neq 0$ из. с.з.: $q_1 + q_2 = 0 \Rightarrow q_1 = q_2 = -q$.



Используя принцип суперпозиции записем

ур. для ϕ при $x = \frac{2}{3}R$ и $x = \frac{1}{3}R$:

$$4\phi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}$$

$$3\phi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{2R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{2R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}$$

Решим систему:

$$\cancel{q} = \frac{3Q}{2} - 2\phi_0 \cdot 4\pi\epsilon_0 R$$

$$3\phi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{2R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(2Q - 6\phi_0 \cdot 4\pi\epsilon_0 R)}{2R} + \frac{\left(\frac{3}{2}Q - 2\phi_0 \cdot 4\pi\epsilon_0 R\right)}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$3\phi_0 = \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} - \frac{9}{16} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} + 3\phi_0 - 2\phi_0 + \frac{3}{8} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\phi_0 = \frac{3}{32} \frac{Q}{R\pi\epsilon_0}$$

$$T.O. \quad q = \frac{3}{2} Q + 2 \cdot \frac{3}{32} \frac{4\pi\epsilon_0}{R\epsilon_0\pi} = \frac{3}{4} Q.$$



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!

1.0. 6 точек $x = \frac{R}{4}$ получим:

$$U_{\text{внеш}} = \frac{9Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{\frac{3}{4}Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\frac{7}{4}Q}{4\pi\epsilon_0 R}, \frac{7}{16} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}.$$

2) Так же, что $q_0 = \frac{3}{32} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{3}{8} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ то

П.к. точка вне сферы, то $ER = \frac{8}{3} \Rightarrow R = \frac{8}{3} \cdot \frac{R}{3} \epsilon$.

Из пр. получим

$$U_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{\frac{3}{4}Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{\frac{3}{4}Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}.$$



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.

 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!

$$\dot{E}_{i_1} - \dot{E}_{i_2} = \dot{I}_o (L_1 + L_2)$$

$$\frac{S}{dt} (|dB_1|n_1 - |dB_2|n_2) = \frac{d\dot{I}_o}{dt} (L_1 + L_2) / dt.$$

$$S_n \int_{B_0}^{B_1} |dB_1| - S_2 n \int_{B_0}^{B_2} |dB_2| = 5L \frac{\dot{I}_o}{dt}$$

$$\frac{1}{2} B_0 S_n - 2 S_n \cdot \frac{4}{3} B_0 = 5L \dot{I}_o.$$

$$\frac{3}{6} B_0 S_n - \frac{16}{6} S_n B_0 = 5L \dot{I}_o.$$

$$\dot{I}_o = -\frac{13 B_0 S_n}{6 \cdot 5L} \Rightarrow \text{ток в цепи 1 конде} I = \frac{13}{30} \frac{B_0 S_n}{L}.$$

Ответ: 1) $\frac{S_n}{5L} = \dot{I}_i$, 2) $I_o = \frac{13}{30} \frac{B_0 S_n}{L}$.

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

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 №4.

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = n$$

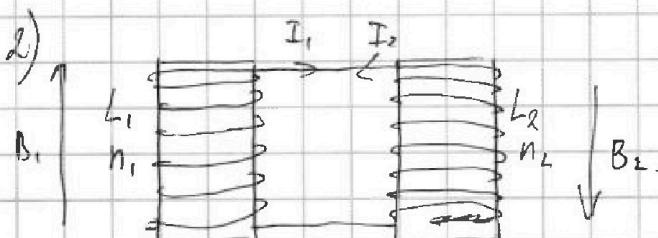
С

$$\alpha = \frac{dB}{dt}$$

Найти:

$$1) I_1$$

$$2) I_2$$



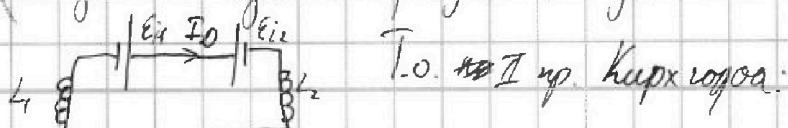
Аналогично найдем E_{i1} и E_{i2} для второго случая

Изменение поле:

$$E_{i1} = \frac{SdB_1}{dt}/h_1, \quad E_{i2} = \frac{SdB_2}{dt}/h_2$$

Пользуясь правилами правой руки определим направ. тока

в цепи и сделаем расчетную схему:



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

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!

Дано

$$F = \frac{h}{2}$$

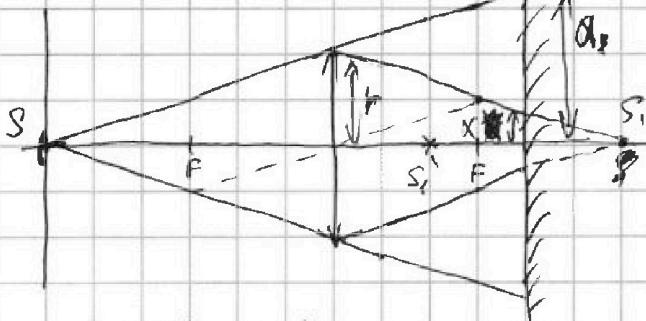
$$l = \frac{2h}{3}$$

$$r = 3 \text{ см.}$$

Найти.

Решение:

Задача №5



1) Рассмотрим ход

луча последнего луча,
попадающего на линзу,
и первого, проходящего

1) S , S' - изобр. линз, S' - изобр. изр. 3. место.

2) S , h до линзы найдем расстояние до S' :

$$\frac{l}{h} + \frac{l}{b} = \frac{l}{F} \Rightarrow b = \frac{Fh}{h-F} = \frac{\frac{h}{2}h}{h-\frac{h}{2}} = h$$

Из подобия треугольников найдем α и β :

$$(1) \frac{h}{r} = \frac{h+l}{a} \quad \text{и} \quad (2) \frac{b}{r} = \frac{b-l}{x}$$

$$(1) \frac{h}{r} = \frac{h+l}{a} \quad r = \frac{3h}{5} \quad r = \frac{5}{3}h = 5 \text{ см}$$

$$(2) \quad x = \frac{b-l}{b} \quad r = \frac{1}{3}h \quad r = \frac{1}{3}h = 1 \text{ см}$$

7.о. $S_1 = \pi a^2$ несвещеная область \checkmark шара за линзу кальца

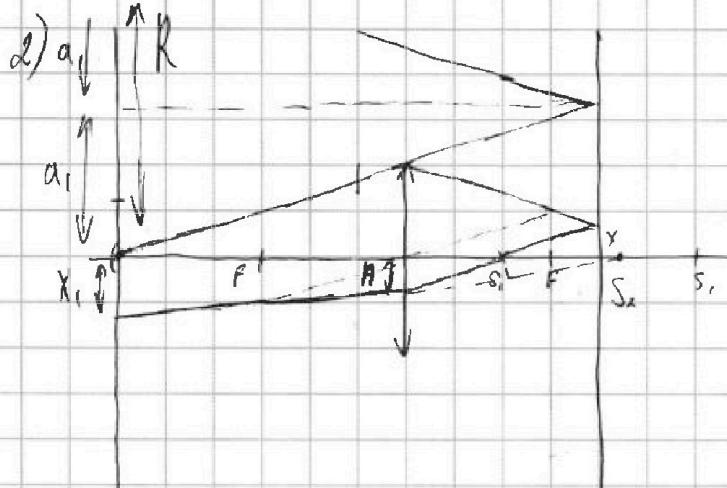
$$\text{и площадь: } S_1 = \pi a^2 - \pi x^2 = \pi (25-1) = 24\pi \text{ см}^2$$

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.

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

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!



Т.к. после отражения

от зеркала S_1' находится

две δ проекции

точности, то лучи будут

расширяться. Т.о.

ширина:

из подобия треугольников из гр. линии (b_1 - подобр. от. линии из S_2):

$$\frac{1}{l-(b-l)} = \frac{1}{b_1} = \frac{l}{F} \Rightarrow b_1 = \frac{F(l-(b-l))}{F-l-(b-l)} = \frac{\frac{h}{2} \cdot \frac{1}{3}h}{\frac{1}{2}h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{1}{6}h^2}{\frac{1}{6}h^2} = h.$$

из подобия треугольников:

$$\frac{x}{n} = \frac{b-l}{l-(b-l)} \Rightarrow x = n = 1 \text{ см}.$$

$$\frac{b_1}{n} = \frac{b_1 + h}{x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{b_1 + h}{b_1} n = 2n = 2 \text{ см}.$$

Также из геометрии $R = 2a = 10 \text{ см}$

Т.о. Каск. обр. стена имеет форму конуса и площадь:

$$S_2 = \pi R^2 - \pi X_1^2 = \pi (100 - 4) = 96\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_1 = 24\pi \text{ см}^2$

2) $S_2 = 96\pi \text{ см}^2$



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.

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

$$\varphi \rightarrow \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{X}$$

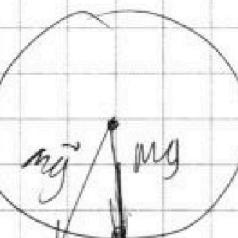
$$110 \\ \times 15 \\ \hline 1650 \\ \times 25 \\ \hline 6000$$

$$\begin{array}{r} 200 \\ \times 25 \\ + 120 \\ + 48 \\ \hline 6000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 12 \\ + 338 \\ + 100 \\ \hline 2028 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ \times 15 \\ + 168 \\ + 56 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ \times 12 \\ + 110 \\ 55 \\ 660 \\ \hline 660 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 1960 \\ - 1000 \\ \hline 960 \end{array}$$

$$\frac{13 \cdot 6}{13^2} = \frac{6}{13}$$

$$\text{ma}_1 = \vec{m} \ddot{\vec{g}} = \vec{N} + \vec{F}_{\text{pp}}$$

$$\text{ma}_1 = mg \sin \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \mu$$

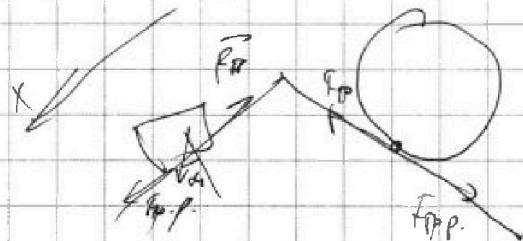
$$\mu = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} = \frac{9 \frac{3}{5} - \frac{6}{13}}{9 \frac{4}{5}} = \frac{9}{13}$$

$$\begin{array}{r} 6728 \\ - 2028 \\ \hline 4700 \end{array}$$

$$- 4700$$

$$\begin{array}{r} 2760 \\ + 1950 \\ \hline 4710 \end{array}$$

$$2 \quad 1965$$



$$4 \text{ma}_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4\mu g \cos \alpha_2 \quad \frac{39 - \frac{25}{13}}{4g} = \frac{69 - 25}{13} = \frac{44}{13} = \frac{4}{3} = \frac{15}{14}$$

$$200 \quad \mu = \frac{4mg \sin \alpha_2 - 4a_2}{4mg \cos \alpha_2}$$

$$\frac{69 - 25}{13} = \frac{44}{13} = \frac{4}{3} = \frac{15}{14}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ \times 25 \\ \hline 1200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4000 \\ - 3459 \\ \hline 4 \cdot 12 \end{array}$$

$$20 - \frac{150}{12} = \frac{110}{12} = \frac{55}{6} = 9 \frac{1}{6}$$

$$6$$

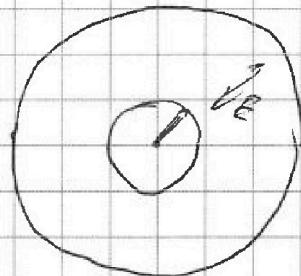
$$110 \frac{55}{6}$$

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!



$$E_0 = E_-$$

404.
x

$$\frac{2K}{\delta} \cdot \frac{5}{R} + 6$$

$$g = \frac{K}{x} + 6.$$

$$y_0 = 3\varphi_0 - \frac{3K}{2R} + 6 \quad 4\varphi_0 = \frac{3K}{R} + 6$$

$$\varphi_0 = \frac{3K}{R} - \frac{3K}{2R} - \frac{3K}{2R} \quad K = \frac{2R}{3} \varphi_0.$$

$$6 = 4\varphi_0 - 2\varphi_0 = 2\varphi_0$$

$$\varphi = \frac{2R}{3x} \varphi_0 + 2\varphi_0$$

$$U = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0 x} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}. \varphi = \frac{2R}{3x} \varphi_0 + 2\varphi_0 = \frac{2}{3} \varphi_0 + 2\varphi_0 = \frac{14}{3} \varphi_0.$$

$$x = \frac{R}{6}$$

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} =$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x} = \frac{14}{3} \varphi_0$$

$$* 3\varphi_0 = \frac{3Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{14}{3} \varphi_0 \quad \varphi_0 = \frac{3}{14} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$U = \frac{KQ}{4\pi\epsilon_0 2R} = \frac{15Q}{4\pi\epsilon_0 2R}$$

$$\varphi_0 = \frac{3}{14} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{3}{4}$$

$$U = \frac{KR}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{2}{9} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi = 9\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{6}{7} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$R = \frac{L}{98}$$

$$\frac{2}{9} K = \frac{6}{7} R \quad x = \frac{24}{7} R$$

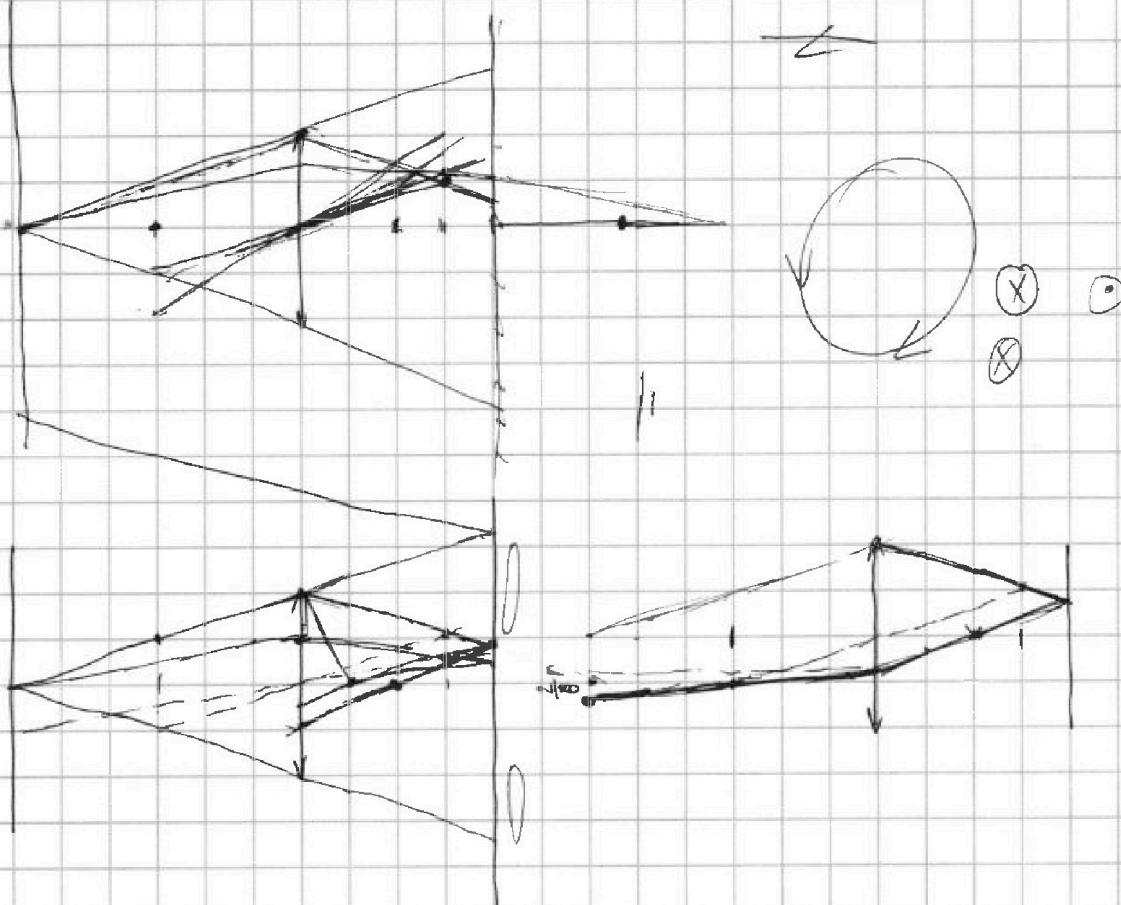


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\varepsilon_i = \frac{dP}{dt} n_i = \frac{S d\sigma}{dt} n_i \cdot S_{an.}$$

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = i(L_1 + L_2)$$

$$8\varepsilon_i = I_2 L_1 + I_1 L_2$$

$$\varepsilon_i = \frac{S dB}{dt} + \frac{S dB_1}{dt} + \frac{S dB_2}{dt},$$

$$+ \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2)$$

$$B_0$$

$$\varepsilon_i = \frac{S dB}{dt}$$

$$\int_0^t \varepsilon_i dt = S \int_0^t dB$$

$$\int_0^t dB = \frac{A}{2} \left(\frac{2}{3} B_0 \right)$$

$$\varepsilon_i = - \frac{S \frac{B_0}{2}}{t}$$

$$\varepsilon_1 = - \frac{S \frac{B_0}{2}}{t}$$

$$\varepsilon_2 = - \frac{\frac{4}{3} B_0 S}{t}$$



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.

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

$$\Delta U_{23} = ?$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 27 \left(2,5 p_0 \cdot 7 V_0 - 1 p_0 \cdot 7 V_0 \right) = \frac{60,5 \cdot 5}{2 \cdot 10^2} p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0.$$

$$A, \frac{1}{2} 3 V_0 \cdot 15 p_0 = \frac{45}{2} \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 15}{40^2} \cdot \frac{1}{4} p_0 V_0.$$

$$A \quad Q = \Delta U + A$$

$$Q = dT = C_V dT + \cancel{\frac{dP}{V} dV}$$

$$\frac{dP}{P} \cdot \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$\left(\frac{C - C_V}{R} \right) \cancel{\left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \right)} = pdV \quad dT = T \left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \right)$$

$$K = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \quad (C - C_V) \cancel{dT} \left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \right) = pdV.$$

$$p = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V.$$

$$\left(\frac{C - C_V}{R} \right) \cancel{\left(\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \right)} = pdV.$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}.$$

$$\left(\frac{C - C_V}{R} \right) \cancel{dp} - pdV = dPV \quad \frac{(C - C_V)}{R}$$

$$C_T = \infty$$

$$\left(\frac{C - C_V}{R} \right) \cancel{pdV} = dPV \frac{(C - C_V)}{R}$$

$$C_{avg} = 0.$$

$$\frac{dp}{P} = \frac{dV}{V} \frac{C - C_V - R}{C - C_V}$$

$$\frac{\frac{1}{2} \frac{C_0}{V_0} dV}{P} = \frac{dV}{V} \frac{C - C_V}{C - C_V - R}$$

$$6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = \frac{dV}{V} \frac{C - C_V}{C - C_V - R}$$

$$\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V > P.$$

$$\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V = \frac{p_0}{P_0} V_0.$$

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.



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

$$44_0 = \frac{3(Q-q)}{4\pi E_0 R} + \frac{q}{4\pi E_0 R}$$

$$34_0 = \frac{3(Q-q)}{4\pi E_0 R} + \frac{q}{4\pi E_0 R}$$

$$34_0 - 4\pi E_0 R = 3Q - 3q + q$$

$$q = \frac{3}{2}Q - 24_0 - 4\pi E_0 R$$

$$34_0 = \frac{\cancel{3Q}}{\cancel{4\pi E_0 R}} - \frac{\cancel{3Q}}{\cancel{4\pi E_0 R}} + \frac{9}{2}Q - 64_0 - 4\pi E_0 R + \frac{q}{4\pi E_0 R}$$

$$= \frac{3Q}{8\pi E_0} - \frac{9}{16\pi E_0} + 34_0 + \frac{q}{8\pi E_0 R} - 24_0$$

$$34_0 = \frac{3Q}{16\pi E_0}$$

$$4_0 = \frac{3Q}{32\pi E_0}, \quad q = \frac{3}{2}Q - \frac{3}{16}Q - 4 = \frac{3}{4}Q$$

$$4_0 = \frac{3}{48\pi} \frac{Q}{R E_0}, \quad R = \frac{8}{34_0} E_0$$



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

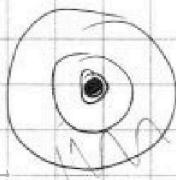
7

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!

~~№2~~ При $r < R$, то находящая близко диполю.

10.



$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\text{дл. } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$q = q$$

$$R = \frac{r}{3}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

~~№3~~ $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$

$$\text{дл. } \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 3R} = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 3R} - \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 3R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$3q \cdot 4\pi\epsilon_0 3R = 2Q + 2q + 3q$$

$$q = 3q \cdot 4\pi\epsilon_0 3R - 2Q$$

~~№4~~ $\varphi_{10} = \frac{4Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{4q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$

$$= \frac{4Q}{4\pi\epsilon_0 R} - 12 \cdot 36 q_0 + \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$+ 9q_0$$

~~№5~~ $\varphi_{10} = \frac{45}{2} \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} - 27q_0$