



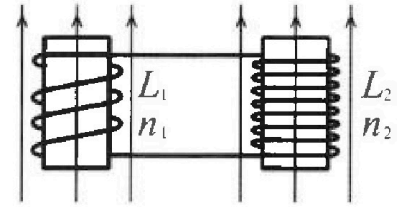
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

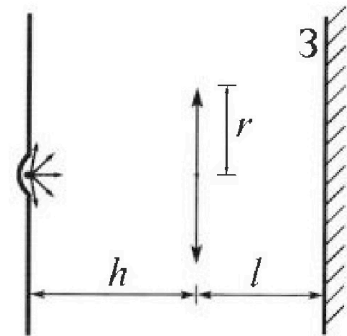


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



- 1) С какой скоростью (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 изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

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



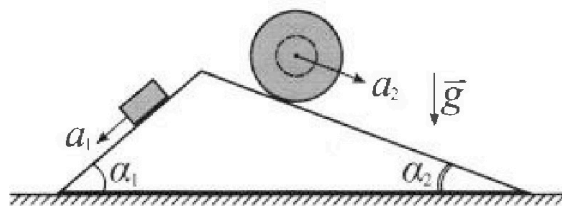
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



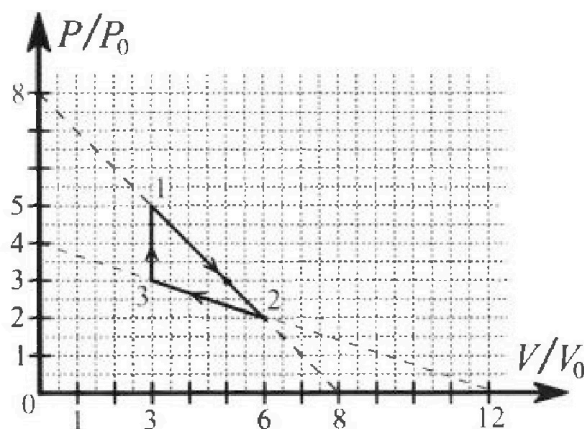
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_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.

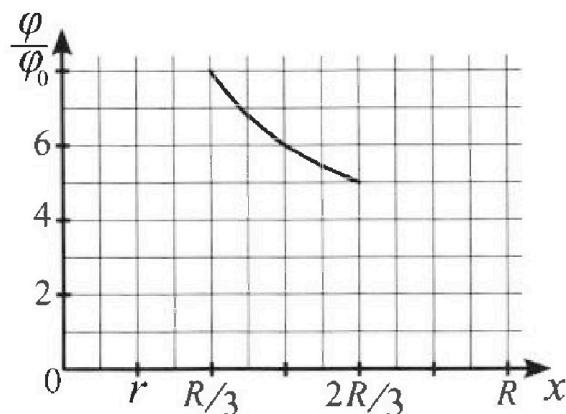
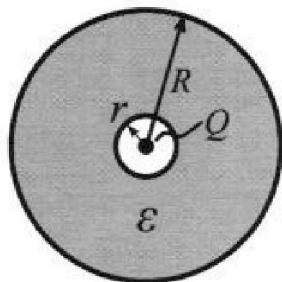


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



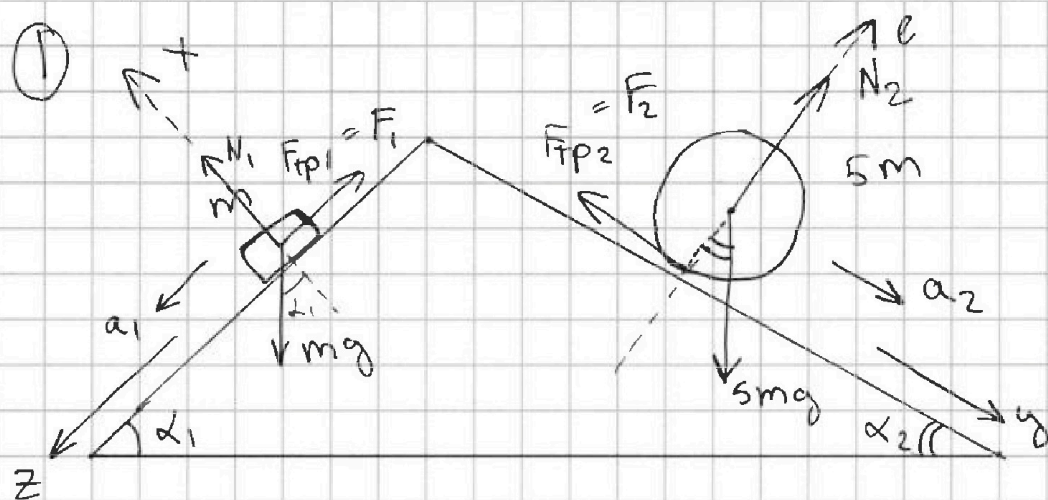


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 3 И для блока m на OZ : $mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} = ma_1$ - 1)

На Ox : $N_1 = mg \cos \alpha_1 = mg \cdot \frac{4}{5}$ - 2)

Т.к. блок скользит по клину: $F_{TP1} = \mu N_1 = \mu mg \cdot \frac{4}{5}$

из 1): $F_{TP1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7g}{17} \right) = m \left(\frac{3 \cdot 17 - 7 \cdot 5}{17 \cdot 5} \right) g = \frac{m \cdot 16}{85} g = F_1$

3) 2 3 И для шара ($5m$) на Oy : $5mg \sin \alpha_2 - F_{TP2} =$

$= 5ma_2 \Rightarrow 5mg \cdot \frac{8}{17} - F_{TP2} = 5m \cdot \frac{8g}{25} = \frac{8mg}{5} \Rightarrow$

$F_{TP2} = \frac{40mg}{17} - \frac{8mg}{5} = \frac{200 - 8 \cdot 17}{85} mg = \frac{200 - 136}{85} mg = \frac{64}{85} mg = F_2$

4) 2 3 И для $5m$ на $O\ell$: $N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{75mg}{17}$

Стр 1 из 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.

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!

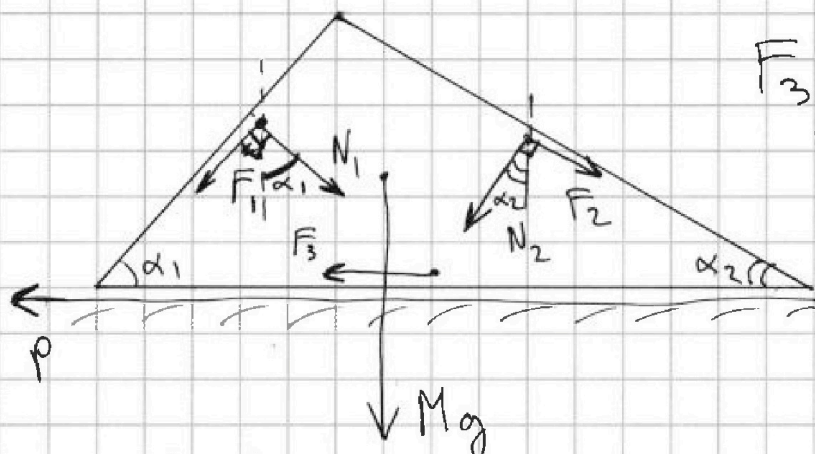
Рассмотрим клин и силы, действующие на него

M - масса клина

F_3 - сила трения на клин от стола

Направления $F_1, N_1,$

F_2, N_2 - из третьего закона Ньютона (3Н)



по 2 3Н для клина на опр: $F_{\text{равн пр}} = 0$ - т.к. клин неподвижен

$F_{\text{равн пр}}$ - проекция равнодействующей сил на клин на опр. $\Rightarrow$

$$F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_2 + F_3 p = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{16 \text{ mg}}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{75 \text{ mg}}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4 \text{ mg}}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{64 \text{ mg}}{85} \cdot \frac{15}{17} + F_3 p = 0$$

$$\frac{64 \text{ mg}}{85 \cdot 5} + \frac{75 \cdot 8 \text{ mg}}{289 \cdot 17 \cdot 17} - \frac{12 \text{ mg}}{25} - \frac{64 \cdot 15 \text{ mg}}{17 \cdot 5 \cdot 17} + F_3 p = 0$$

$$\frac{64 \text{ mg}}{17 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{600 \text{ mg}}{17 \cdot 17} - \frac{12 \text{ mg}}{5 \cdot 5} - \frac{960 \text{ mg}}{17 \cdot 5 \cdot 17} + F_3 p = 0$$

$$(64 \cdot 17 + 600 \cdot 25 - 12 \cdot 289 - 960 \cdot 5) \cdot \frac{\text{mg}}{25 \cdot 289} + F_3 p = 0$$

$$(1088 + 15000 - 3468 - 4800) \cdot \frac{\text{mg}}{25 \cdot 289} + F_3 p = 0 \quad \text{стр 2 из 3}$$



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.

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!

$$\frac{7820 \text{ mg}}{25 \cdot 289} + F_{3p} = 0 \Rightarrow \frac{1564 \text{ mg}}{5 \cdot 289} + F_{3p} = 0$$

$$\frac{92 \text{ mg}}{5 \cdot 17} + F_{3p} = 0 \Rightarrow F_{3p} = -\frac{92 \text{ mg}}{85} - \text{значит, направ-}$$

ление противоположно таву, что показано на рис-ке.
(проекция на ось < 0)

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{16}{85} \text{ mg}$$

$$F_2 = \frac{64}{85} \text{ mg}$$

$$F_3 = \frac{92}{85} \text{ mg}$$

стр 3 из 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.



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

из графика

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (-3 p_0 \cdot 3 V_0 + 5 p_0 \cdot 3 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$A_{из} = S_{трещ} = \frac{2 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = 3 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{из}} = 3$$

$$2) \text{ уравнение прямой 12: } p(V) = 2 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V =$$

$$= p_H - \alpha V$$

Найдем точку V , что будет касание с адиабатой $\rightarrow$

Тогда Q до этой точки производится, а после - отводится

$$\delta Q = 0 = dU + \delta A \quad - \text{первое кз. термод.}$$

$$dU = \frac{3}{2} (p_H V_H - p_H V_H) = \frac{3}{2} ((p_H - \alpha(V+dV))(V+dV) - (p_H - \alpha V) \cdot$$

$$\cdot V) = \frac{3}{2} ((p_H - \alpha V - \alpha dV)(V+dV) - (p_H - \alpha V)V) =$$

$$= \frac{3}{2} (p_H V + p_H dV - \cancel{\alpha V^2} - \alpha V dV - \alpha V dV - \cancel{\alpha dV^2} - \cancel{p_H V} + \cancel{\alpha V^2}) =$$

$$= \frac{3}{2} (p_H dV - 2 \alpha V dV)$$

стр 1 из 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.



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!

$$\delta A = \left(\frac{p_k + p_H}{2} \right) dV = (p_H - \alpha V - \alpha dV + p_H - \alpha V) \cdot \frac{dV}{2} =$$

$$= (p_H - \alpha V) dV$$

$$0 = (p_H - \alpha V) dV + \frac{3}{2} (p_H - 2\alpha V) dV \Rightarrow$$

$$0 = \cancel{5p_H} \frac{5}{2} p_H - 4\alpha V \Rightarrow V = \frac{5p_H}{8\alpha} \quad \text{— касание дуга баты}$$

$$\text{для прямой 12: } V_{12} = \frac{5 \cdot p_0 \cdot 8V_0}{8 \cdot p_0} = 5V_0 \quad \begin{matrix} p_H = 8p_0 \\ \alpha = \frac{p_0}{V_0} \end{matrix}$$

$$\text{для прямой 32: } p_H = 4p_0 \quad \alpha = \frac{1}{3} \frac{p_0}{V_0}$$

$$V_{32} = \frac{5 \cdot 4p_0}{8 \cdot p_0} \cdot 3V_0 = \frac{15}{2} V_0 \quad \text{— за шариками}$$

Тогда $T_{\max}$ в процессе 1-2 при $V = 5V_0$

$$\cancel{3p_0} 2p_0 V_0 \cdot 6 = \nu R T_2 \quad p(5V_0) = 3p_0$$

Тогда $T_{\max}$ в процессе 1-2 при $V = \frac{3V_0 + 5V_0}{2} = 4V_0$

$$p(4V_0) = 4p_0 \quad (\text{можно убедиться, записав: } pV = \max)$$

$$\left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V = \max \Rightarrow \text{уравн. по } V: 8p_0 - \frac{2p_0 V}{V_0} = 0 \Rightarrow$$

$$V = 4V_0$$

$$16p_0 V_0 = \nu R T_{\max}$$

$$12p_0 V_0 = \nu R T_2$$

> ур-ие Менг-Клапейрона

стр 2 из 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.

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!

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$$3) \eta = \frac{A_{\text{из}}}{Q_{\text{тогб}}}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \left(\underbrace{3\rho_0 \cdot 3V_0 - 2\rho_0 \cdot 6V_0}_{<0} \right) + \underbrace{A_{23}}_{<0} < 0 \text{ (меньше нуля)}$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (5\rho_0 \cdot 3V_0 - 3\rho_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6\rho_0 V_0 = 9\rho_0 V_0$$

В процессе 1-2 тело ~~нагревается~~ масса от $V = 3V_0$ до $V = \frac{5}{4}V_0$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \left(\underbrace{3\rho_0 \cdot 5V_0 - 5\rho_0 \cdot 3V_0}_0 \right) + \frac{5\rho_0 + 3\rho_0}{2} \cdot 2V_0 =$$

$$= 8\rho_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3\rho_0 V_0}{9\rho_0 V_0 + 8\rho_0 V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 1) 3

2) $\frac{4}{3}$

3) $\frac{3}{17}$

стр 3 из 3



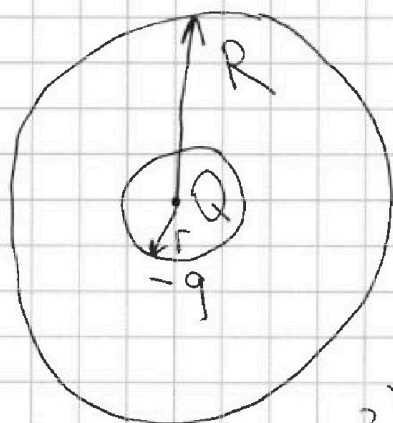
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3) На сфере Γ индуцируется заряд $-q$, а на $R \rightarrow +q$, чтобы поле от точечного заряда уменьшилось.



$$1) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \cancel{\frac{kQ}{R}} + \frac{kQ \cdot 3}{R} + \frac{kq}{R} - \frac{kq \cdot 3}{R} = 8\varphi_0$$

$$8\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kq}{R}$$

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

$$= 5\varphi_0 \Rightarrow 5\varphi_0 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{kq}{2R} \Rightarrow$$

$$\frac{8}{5} = \frac{\frac{3Q}{2} - \frac{q}{2}}{\frac{3Q}{2} - \frac{q}{2}} \Rightarrow 24Q - 16q = 15Q - 5q$$

$$\frac{8}{5} = \frac{3Q - 2q}{3Q - q} \Rightarrow 15Q - 10q = 12Q - 4q$$

$$3Q = 6q \Rightarrow q = \frac{Q}{2}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = -\frac{kq \cdot 4}{3R} + \frac{kQ \cdot 4}{3R} + \frac{kq}{R} = \frac{4kQ}{3R} + \frac{kQ}{2R} - \frac{2kQ}{3R} =$$

$$= \frac{2}{3} \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2R} = \frac{7kQ}{6R}$$



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!

С другой стороны можно определить диэлектрическая в диэлектрике уменьшается в ϵ раз тогда:

~~$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{\frac{3R}{4}} + \frac{kQ}{R}$$~~

~~$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) - \varphi(R) = \frac{kQ}{\frac{3R}{4}} - \frac{kQ}{R} \text{ - если бы диэлектрика не было}$$~~

~~$$\varphi(R) - \varphi(R) = \int E dx \text{ - без диэлектрика}$$~~

$$\varphi(R) = \frac{kQ}{R} \text{ - т.к. за пределами шара } E \text{ не меняется}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) - \varphi(R) = \frac{kQ \cdot 4}{3R} - \frac{kQ}{R} = - \text{ если бы диэлектрика не было}$$

$$= \frac{1}{3} \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) - \varphi(R) = \int E dx \text{ - без диэлектрика}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)^* - \varphi(R) = \int \frac{E}{\epsilon} dx \text{ - с ним} = \frac{1}{\epsilon} \int E dx$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)^* - \varphi(R) = \frac{kQ}{3R\epsilon}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right)^* = \frac{kQ}{3R\epsilon} + \varphi(R) = \frac{kQ}{3R\epsilon} + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ(1+3\epsilon)}{3R\epsilon}$$

$$\text{Тогда: } \frac{7kQ}{6R} = \frac{kQ(1+3\epsilon)}{3R\epsilon} \Rightarrow 21\epsilon = 6 + 18\epsilon$$

$$3\epsilon = 6$$

$$\epsilon = 2$$

$$\text{Ответ: } 1) \varphi\left(\frac{3R}{4}\right)^* = \frac{kQ(1+3\epsilon)}{3R\epsilon}$$

$$2) \epsilon = 2$$

Потенциал с учётом диэлектрика



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.

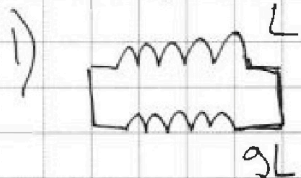
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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!

① $L_1 = L, L_2 = 9L, n_1 = n, n_2 = 3n, S$

~~Катушки соединены параллельно $\Rightarrow U_{L_1} = U_{L_2}$~~



Т.к. в начале тока нет, то ток собственного $M \Pi = 0$, т.к. $\Phi = L \cdot I \leftarrow$

для L и L_2 .

По 3-му закону Фарадея: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB \cdot S \cdot n}{dt} = S n \alpha$

$U = L \cdot I' \Rightarrow I' = \frac{U}{L} = \frac{\mathcal{E}}{L}$

$10L + L = 11L$

~~$I_1 = \frac{S n \alpha}{L}, I_2 = \frac{S n \alpha}{9L}$~~

~~$L = \frac{10L + L}{11}$~~

~~Эквивалентное соединение катушек (т.к. ток один и тот же через L_1 и L_2)~~

~~$I' = \frac{\mathcal{E} \cdot 10}{9L} = \frac{10}{9} \cdot \frac{S n \alpha}{L}$~~

мом все через L_1 и L_2

2) Т.к. $U_{L_1} = U_{L_2} \Rightarrow L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 9L \cdot \frac{dI_2}{dt} \Rightarrow dI_1 = 9 dI_2$

$11L \cdot I' = S n \alpha$

$I' = \frac{S n \alpha}{11L}$

2) Можно сказать, что $-\frac{d\Phi}{dt} = 11L \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow d\Phi = 11L dI \Rightarrow$

$-\Phi_k + \Phi_n = 11I_k L \Rightarrow B_0 n \cdot S + \frac{B_0 \cdot 3nS}{12} - \frac{2B_0 \cdot nS}{3} - \frac{B_0 \cdot 3nS}{12}$

$= 11I_k L \Rightarrow 11I_k L = \left(\frac{1}{3} + \frac{3}{3} - \frac{1}{1} + \frac{3}{12}\right) B_0 n S = \frac{13}{12} B_0 n S \Rightarrow$

$I_k = \frac{13 B_0 n S}{12 \cdot 11L}$



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!

$$5. \Gamma = 2 \text{ см}$$

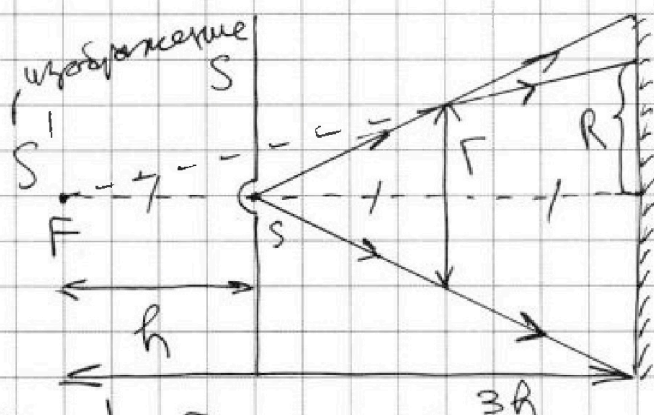
$$F = 2h$$

$$\text{из подобия } \frac{1}{F} = -\frac{1}{s} + \frac{1}{d} \Rightarrow$$

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

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

$$s = 2h$$



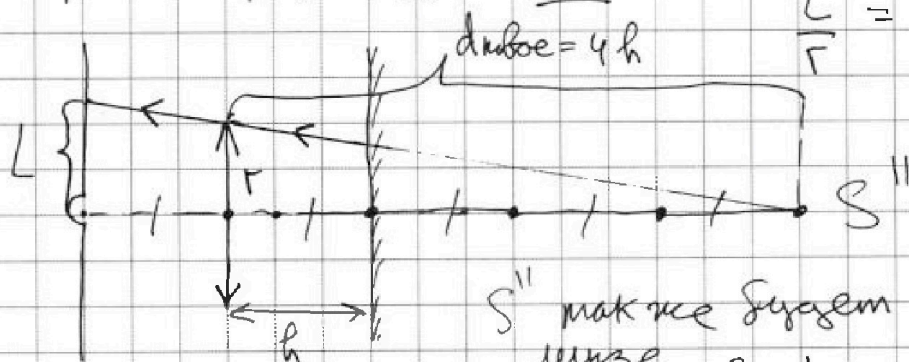
Т.к. $d < F$, то изображение - мнимое

$$\frac{R}{\Gamma} = \frac{3h}{2h} \Rightarrow R = \frac{3}{2} \Gamma$$

$$\begin{aligned} \text{Площадь пятна} &= S_H = \pi (2\Gamma)^2 - \pi \cdot R^2 = \pi (4\Gamma^2 - 9\Gamma^2) = \\ &= \pi (4 \cdot 2^2 - 9 \cdot \frac{2^2}{4}) = \pi \cdot (16 - 9) = 7 \text{ см}^2 \cdot \pi \end{aligned}$$

Зеркало отразит S' на $3h$.

$$\frac{L}{\Gamma} = \frac{5}{4} \Rightarrow L = \frac{5}{4} \Gamma$$



S'' также будет отображаться в линзе

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{1}{s} = -\frac{1}{4h} + \frac{1}{2h} = \frac{1}{4h} \Leftrightarrow S'''$$

S''' - действ. изображение ($d > F$)

стр 1 из 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
☐

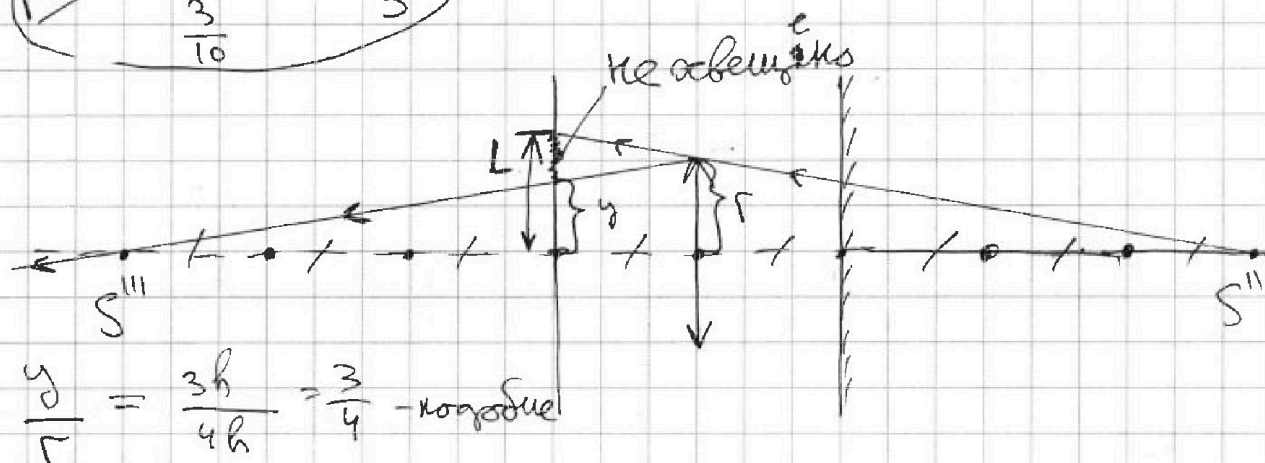
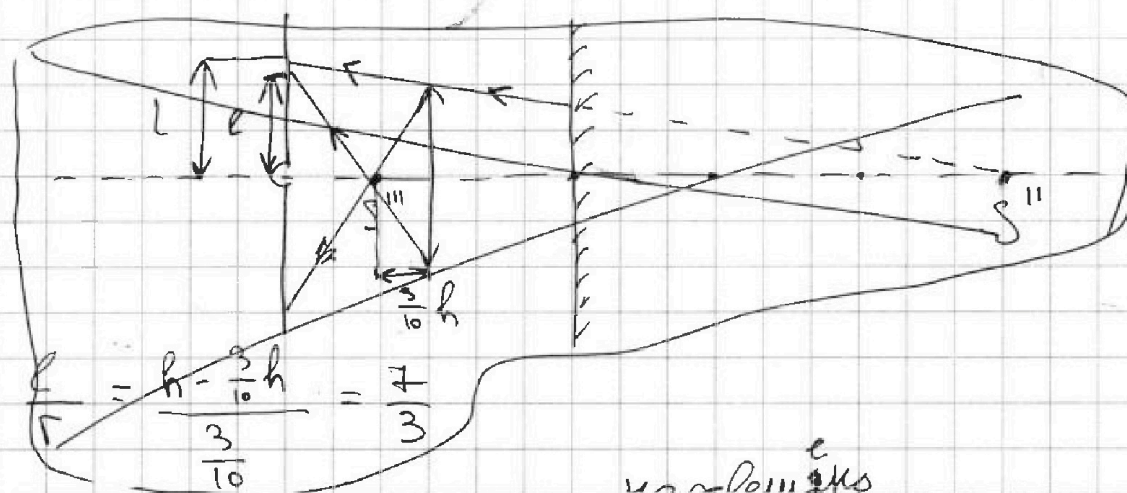
5
☒

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!



$$\frac{y}{r} = \frac{3h}{4h} = \frac{3}{4} \text{ - корабле}$$

$$y = \frac{3}{4} r$$

$$S_{\text{неав}} = \pi L^2 - \pi y^2 = \pi \left(\frac{25}{16} r^2 - \frac{9}{16} r^2 \right) = \pi r^2 = 4\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $7\pi \text{ см}^2$

2) $4\pi \text{ см}^2$

стр 2 из 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!

$$= \frac{16p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} - \frac{p_0 V}{V_0}}{2} dV = \left(8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \right) dV$$

$$\frac{3}{2} \left(2p_0 - \frac{2p_0 V}{V_0} \right) dV + \left(8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \right) dV = 0$$

$$12p_0 - \frac{3p_0 V}{V_0} + 8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} = 0$$

$$20p_0 - \frac{4p_0 V}{V_0} = 0$$

$$20 = \frac{4V}{V_0} \Rightarrow V = 5V_0$$

$$5p_0 - 3p_0 = 2p_0$$

$$4p_0 \cdot 4V_0 = 16p_0 V_0$$

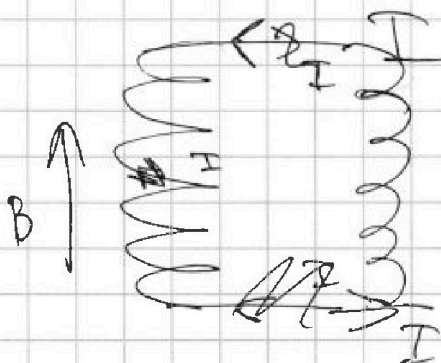
$$8p_0 V - \frac{p_0 V^2}{V_0} = 0$$

$$8p_0 - \frac{2p_0 V}{V_0} = 0$$

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi_k - \Phi_k = L \cdot I$$





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
__ 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!

$$A_{\text{из}} = \frac{2p_0 \cdot 3V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

$$\frac{5+2}{2} \cdot 3 = 3 \frac{21}{2}$$

$$\frac{3+2}{2} \cdot 3 = \frac{15}{2}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{31} &= \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \cancel{\nu R} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = \\ &= \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{\text{из}}} = 3.$$

$$\Delta Q = 0$$

$$\Delta U + \Delta A = 0$$

$$p(V) = p_H - \alpha V_0$$

$$8p_0 = p_H$$

$$\alpha = \frac{8p_0}{8V_0} = \frac{p_0}{V_0}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_K) = \frac{3}{2} (p_H V_H - p_K V_K) = \\ &= \frac{3}{2} \left(\left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + dV) \right) (V + dV) - \left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V \right) \end{aligned}$$

$$p(V) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \quad \left| \quad = \frac{3}{2} \left(\left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V - \frac{p_0}{V_0} dV \right) (V + dV) - \left(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V \right) \right|$$

$$= \frac{3}{2} \left(\cancel{8p_0 V} + 8p_0 dV - \frac{p_0 V^2}{V_0} - \frac{p_0 V dV}{V_0} + \frac{p_0 dV V}{V_0} - \cancel{8p_0 V} + \frac{p_0 V dV}{V_0} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \left(8p_0 dV - \frac{2p_0 V dV}{V_0} \right) = \frac{3}{2} \left(8p_0 - \frac{2p_0 V}{V_0} \right) dV$$

$$A_r = \left(\frac{p_K + p_H}{2} \right) dV = \left(\frac{8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} (V + dV)}{2} \right) dV =$$



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!

$$\begin{array}{r} \times 75 \\ 8 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline + 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 15 \\ \hline + 320 \\ 64 \\ \hline 960 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 17 \\ \hline + 448 \\ 64 \\ \hline 1088 \end{array}$$

$$\times 64$$

$$\times 600$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 6 \\ \hline 15000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 289 \\ 12 \\ \hline + 578 \\ 289 \\ \hline 3468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 900 \\ 5 \\ \hline 4800 \end{array}$$

$$\frac{4}{3} - \frac{1}{4} = \frac{16-3}{12} = \frac{13}{12}$$

$$\begin{array}{r} 3468 \\ - 1088 \\ \hline 2380 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7820 \overline{) 5} \\ 75 \\ \hline 32 \\ 30 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$P_{\text{ind}} = L \cdot I = 0$$

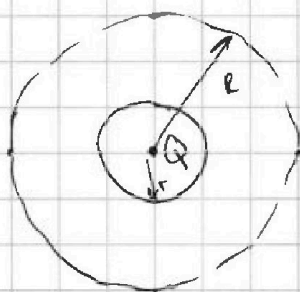
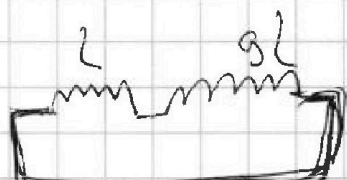
$$\begin{array}{r} 10 \\ 15000 \\ 4800 \\ \hline 10200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10200 \\ 2380 \\ \hline 7820 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1564 \overline{) 17} \\ 31 \\ \hline 1253 \\ 34 \\ 34 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{kQ}{R^2 \epsilon} = n \varphi_1$$

$$\frac{kQ}{R^2 \epsilon} = n \varphi_2$$



$$\mathcal{U} = L \cdot I$$

$$\mathcal{U}_L = \mathcal{U}_{gl}$$

$$\mathcal{U} = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{nS \cdot B}{dt} = nS \alpha$$

$$\frac{1}{3} B_0 n S + B_0 n S - \frac{1}{4} B_0 n S$$