



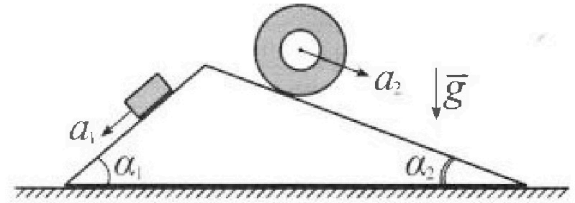
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

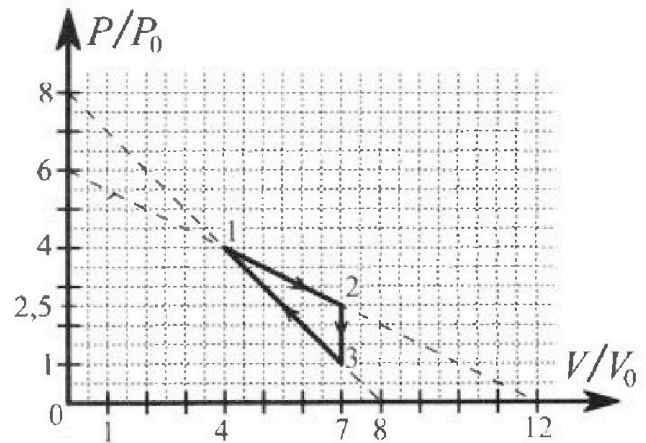
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

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

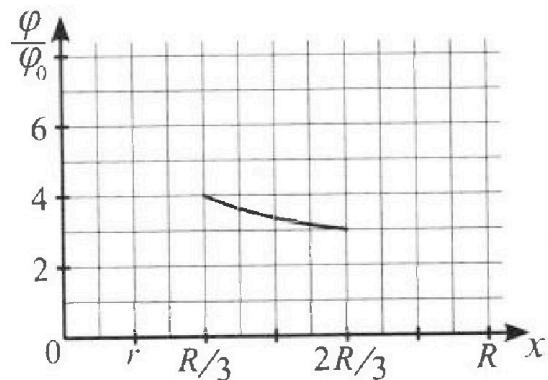
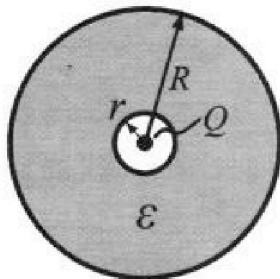


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



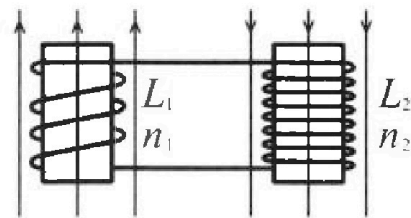
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

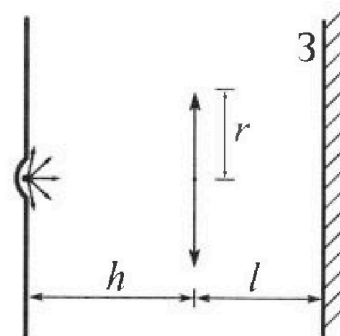


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



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

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



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

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



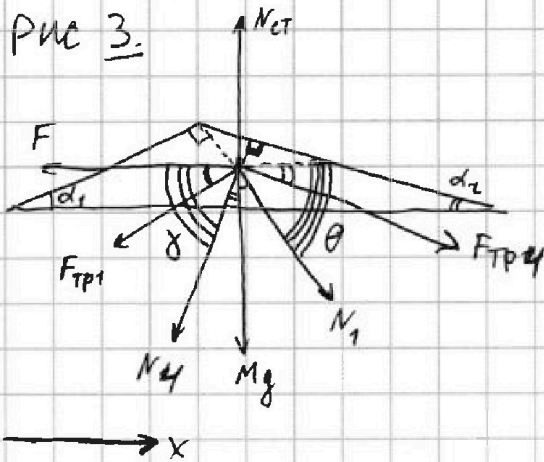
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Рис 3.



по 23к для майды:

$$Oy_1: 0 = -mg \cos \alpha_1 = N_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = mg \cdot \frac{4}{5}$$

по 23к для цилиндра:

$$Oy_2: 0 = -4mg \cos \alpha_2 + N_4$$

$$N_4 = 4mg \cos \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} mg$$

~~по 23к для конуса~~

γ - угол м-гв N_4 и F соответственно
 θ - угол м-гв N_1 и F соответственно.
(именно на рисунке 3)

Ответ

по 23к для конуса:

$$\gamma = 90^\circ - \alpha_2$$

$$\theta = 90^\circ - \alpha_1$$

$$Ox: 0 = N_1 \cos \theta + F_{TP4} \cos \alpha_2 - N_4 \cos \gamma - F_{TP1} \cos \alpha_1 - F$$

$$F = N_1 \cos(90^\circ - \alpha_1) + F_{TP4} \cos \alpha_2 - N_4 \cos(90^\circ - \alpha_2) - F_{TP1} \cos \alpha_1$$

$$F = N_1 \sin \alpha_1 + F_{TP4} \cos \alpha_2 - N_4 \sin \alpha_2 - F_{TP1} \cos \alpha_1 =$$

$$= \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{12}{25} mg - \frac{56}{325} mg + \frac{110}{169} mg - \frac{96}{169} mg = \left(\frac{156}{325} - \frac{56}{325} + \frac{14}{169} \right) mg =$$

$$= \left(\frac{100}{325} + \frac{14}{169} \right) mg = \left(\frac{4}{13} + \frac{14}{169} \right) mg = \left(\frac{52 + 14}{169} \right) mg = \frac{66}{169} mg = F_3$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$ 2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$ 3) $F_3 = \frac{66}{169} mg$



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!

$F_{тр1}$ $F_{тр4}$ N_1 N_4 a_1 a_2 g α_1 α_2 x_1 x_2 y_1 y_2 d_1 d_2 l

6 иррив. момент времени:
1) по 23 мг для бруска:

$Ox_1: ma_1 = -F_{тр1} + mg \sin \alpha_1$
 $Oy_1: 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1$
 $N_1 = mg \cos \alpha_1$
 $F_{тр1} = \mu N_1$

$F_{тр1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$
 $F_{тр1} = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{13} g =$
 $= \frac{39mg - 25mg}{65} =$
 $= \frac{14mg}{65}$
 $F_{тр1} = \frac{14}{65} mg = F_1$

$N_1 \rightarrow$ норм. сост. реакции от клина на брусок
 $N_4 \rightarrow$ норм. сост. реакции опоры от клина на цилиндр
 $F_{тр1}$ - сила трения м-ду бруском и клином
 $F_{тр4}$ - сила тр. м-ду цилиндром и клином.
 $F_{тр1} = F_1; F_{тр4} = F_2$

2) по т. о. движения центра масс для цилиндра:

$Ox_2: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_{тр4}$
 $F_{тр4} = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 4m \cdot \frac{5}{24} g = \frac{20}{13} mg - \frac{10}{12} mg =$
 $= \frac{240mg - 130mg}{156} = \frac{110mg}{78}$
 $F_{тр4} = \frac{55}{78} mg = F_2$

3) Рассм. клин:
 M - масса клина
 $N_{ст}$ - норм. сила реакции от стола на клин
 F - сила трения м-ду клином и столом.
 $F = F_3$



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
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!

по I нач. термодинамика в процессе ~~2-3~~ 2-3:

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$ $\rightarrow 0$, изохора; $c_{23} = c_V = \frac{3}{2}R$, т.к. изохора.
 $(Q_{23} = \frac{3}{2}VR(T_3 - T_2) = \frac{3}{2}DR \left(\frac{7p_0V_0}{DR} - \frac{17,5p_0V_0}{DR} \right) = \frac{3}{2}p_0V_0(-10,5) = -\frac{31,5}{2}p_0V_0$

Q_{23} - коэф. к газу тепла при 2-3
 A_{23} - раб. газа при 2-3
 ΔU_{23} - изм. внутр эн. газа при 2-3.

~~$tg \alpha = \frac{p_3 \cdot V_0}{p_2 \cdot V_3} = \frac{1}{7} \Rightarrow 7p_3 V_0 = p_0 V_3$~~

$tg \theta = 1$ - уг графика $\Rightarrow \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V_0}{V} = 1 \Rightarrow$ ~~зависимость $n = -1$ от объёма~~

$pV^{-1} = \frac{p_0}{V_0} = const$
 это изохора
 $= const$ (процесс ~~3-1~~ 3-1) при $n = -1$
~~в процессе 3-1 пропорциональны друг другу. т.е. в процессе 3-1: $p = kV$ где k - какая-то константа~~

~~$tg \psi = \frac{1}{2}$ - уг графика~~

~~т.е. $\frac{p \cdot V_0}{p_0 \cdot V} = \frac{1}{2} = const$~~

~~т.е. давление и объём в процессе 1-2 прямо пропорциональны~~

~~$tg \psi = \frac{1}{2}$ - уг графика~~

~~т.е. $\frac{p \cdot V_0}{p_0 \cdot V} = \frac{1}{2} \Rightarrow pV^{-1} = const$~~

1-2 это изохора, где $n = -1$

молярн. теплоёмк. в процессе при изобаре.

показатель изохоры в этом процессе 1-2

$n_{31} = \frac{c_{31} - c_p}{c_{31} - c_v} = -1$

молярн. теплоёмк. при изохоре

$-c_{31} + c_m \frac{3}{2}R = c_{31} - \frac{5}{2}R$

$\frac{3}{2}R = 2c_{31}$

$c_{31} = 2R$

$n_{12} = -1 = \frac{c_{12} - c_p}{c_{12} - c_v}$

$-c_{12} + c_v = c_{12} - c_p \rightarrow 2c_{12} = \frac{3}{2}R + \frac{5}{2}R = 4R$

$c_{12} = 2R$



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

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!

$$\begin{aligned}A_{\Sigma} &= Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = c_{12} \nu (T_2 - T_1) + c_{\nu} \cdot \nu (T_3 - T_2) + c_{31} \nu (T_3 - T_1) = \\&= 2\nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + 2\nu R (T_3 - T_1) = \nu R (2T_2 - 2T_1 + \frac{3}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_2 + 2T_3 - 2T_1) \\&= \nu R (-4T_1 + \frac{1}{2} T_2 + \frac{7}{4} T_3) = \nu R \left(-4 \cdot \frac{16 p_0 V_0}{\nu R} + \frac{1}{2} \cdot \frac{17,5 p_0 V_0}{\nu R} + \frac{7 \cdot 7 p_0 V_0}{4 \nu R} \right) = \\&= \cancel{\nu R} = 16 p_0 V_0 \left(\frac{-16 \cdot 16 + 35 + 98}{4} \right) =\end{aligned}$$

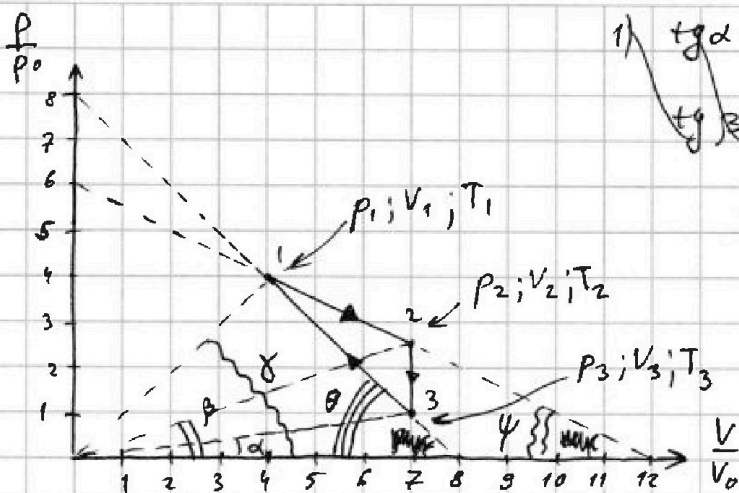
$$\begin{array}{r}16 \\ \times 16 \\ \hline + 96 \\ 16 \\ \hline 256\end{array}$$

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 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!



$$\begin{aligned} \text{1) } \operatorname{tg} \alpha &= \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \\ \operatorname{tg} \beta &= \frac{8}{8} = 1 \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{6 p_0 \cdot V_0}{p_1 \cdot 12 V_0} = \frac{1}{2} \frac{p_0 V_0}{p_1 V_1}$$

~~$p_0 V_0 V_1$ по менз-крану~~

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p_1 \cdot V_0}{p_0 \cdot V_1} = \frac{1}{2}$$

$$2 p_1 V_0 = p_0 V_1$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p_2 \cdot V_0}{p_0 \cdot V_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2 p_2 V_0 = p_0 V_2$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{p_3 \cdot V_0}{p_0 \cdot V_3} = 1 \Rightarrow p_3 V_0 = p_0 V_3$$

$$\operatorname{tg} \beta = 1 \text{ в т. 1: } p_1 = 4 p_0; V_1 = 4 V_0$$

$$\text{в т. 2: } p_2 = 2,5 p_0; V_2 = 7 V_0$$

$$\text{в т. 3: } p_3 = p_0; V_3 = 7 V_0$$

$$\begin{array}{r} \times 2,5 \\ 7 \\ \hline 35 \\ + 14 \\ \hline 17,5 \end{array}$$

в процессе 2-3 объём не меняется, цоколя, работу не совершает

$$\text{т. 1: } p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{т. 2: } p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{17,5 p_0 V_0}{\nu R} > T_1$$

$$\text{т. 3: } p_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{7 p_0 V_0}{\nu R} < T_1$$



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

1 2 3 4 5 6 7

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!

$$\begin{aligned} \varphi\left(\frac{R}{4}\right) &= \frac{4kQ}{R} + \frac{4kq_1}{R} + \frac{kq_2}{R} = \frac{4kQ}{R} + \frac{4k \cdot Q(1-\varepsilon)}{R\varepsilon} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{R\varepsilon} = \\ &= \frac{4kQ\varepsilon + 4kQ - 4kQ\varepsilon + kQ\varepsilon - kQ}{R\varepsilon} = \frac{3kQ + kQ\varepsilon}{R\varepsilon} = \frac{kQ(3+\varepsilon)}{R\varepsilon} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ(3+\varepsilon)}{R\varepsilon}$ ~~В~~
2) $\varepsilon = 4$ ~~где~~



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!

$$c(y) = \frac{kQ}{y} + \frac{kq_1}{y} + \frac{kq_2}{Ry}$$

из графика: $\frac{c(\frac{R}{3})}{c_0} = 4$

в точке А: $c(\frac{R}{3}) = \frac{3kQ}{R} + \frac{3kq_1}{R} + \frac{kq_2}{R}$

$$c(\frac{2R}{3}) = \frac{3kQ}{2R} + \frac{3kq_1}{2R} + \frac{kq_2}{R}$$

$c_0 = \frac{c(\frac{R}{3})}{4}$

из графика:

$$\frac{c(\frac{2}{3}R)}{c_0} = 3$$

$c_0 = \frac{c(\frac{2}{3}R)}{3}$

$$c_0 = c_0$$

$$\frac{3kQ}{4R} + \frac{3kq_1}{4R} + \frac{kq_2}{4R} = \frac{kQ}{2R} + \frac{kq_1}{2R} + \frac{kq_2}{3R}$$

$$\frac{3Q}{4} + \frac{3q_1}{4} + \frac{q_2}{4} = \frac{Q}{2} + \frac{q_1}{2} + \frac{q_2}{3}$$

$$\frac{1}{4}Q + \frac{1}{4}q_1 = q_2 \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{12}q_2$$

$$\frac{1}{4}Q + \frac{1}{4}q_1 = \frac{1}{12}q_2, \text{ но } q_2 = -q_1$$

$$\frac{1}{4}Q + \frac{1}{4}q_1 = -\frac{1}{12}q_1$$

найдем $c(\frac{R}{4})$

$$\frac{1}{4}Q = -\frac{4}{12}q_1$$

$$q_1 = -\frac{3}{4}Q \Rightarrow q_2 = \frac{3}{4}Q$$

Найдем: $c(\frac{R}{4}) = \frac{4kQ}{R} + \frac{4kq_1}{R} + \frac{kq_2}{R} = \frac{k}{R} \left(4Q + 4 \cdot \left(-\frac{3}{4}Q\right) + \frac{3}{4}Q \right) = \frac{k}{R} \left(4Q - 3Q + \frac{3}{4}Q \right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{4} \right) = \frac{7kQ}{4R}$

Найдем ϵ : ранее α введен: $q_2 = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon} = \frac{3}{4}Q$

~~Ранее~~
 ~~$c(\frac{R}{4}) = \frac{7kQ}{4R}$~~

теперь подставим:

$$4\epsilon - 4 = 3\epsilon$$

$$\epsilon = 4$$

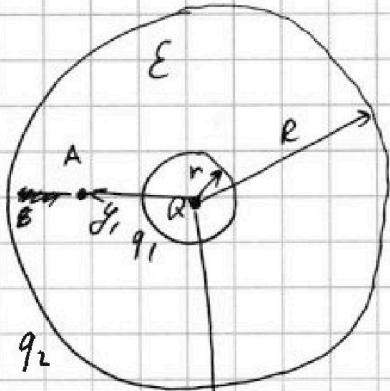


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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) все явл. инервализации, на пов-ности шара возникнут заряды q_1 и q_2 (пом внутри ϵ ослабнет в ϵ раз)
по ЗСЗ: $q_1 + q_2 = 0$

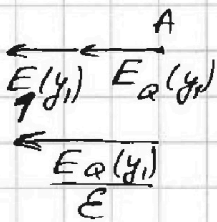
предположим, $q_1 > 0$
 $q_2 > 0$

тогда от пов-ности с q_1 : $E_1(y) = \frac{k|q_1|}{y^2} = \frac{kq_1}{y^2}$
направленность от q_1
но при $y > r$

от пов-ности с q_2 : $E_2(y) = \frac{kq_2}{y^2}$
направленность от q_2
но при $y > R$

y - какое-то расстояние от центра до точки внутри диэлектрика.

Рассм. произв. точку внутри ϵ , поле: $E_Q(y_1) = E_1(y_1) + E_2(y_1)$
(в точке A):
направленность E от Q



$$E_Q(y_1) = \frac{kQ}{y_1^2}$$

$$\frac{kQ}{E y_1^2} = \frac{kQ}{y_1^2} + \frac{kq_1}{y_1^2}$$

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

2) поле внутри диэлектрика:

из ЗСЗ: те. $q_2 = 0 - q_1 = -q_1$

$$q_2 = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

$$\varphi(y) = \frac{kQ}{y} + \frac{kq_1}{y} + \frac{kq_2}{R}$$

$$= \frac{kQ}{y} + \frac{k}{y}(q_1 + q_2) = \frac{kQ}{y}$$



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 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!

$B_2 \neq 0$ $\Phi_{\text{полн}}$ нуль только тока в катушках нет.

~~$L = \mu_0 n^2 S l$~~

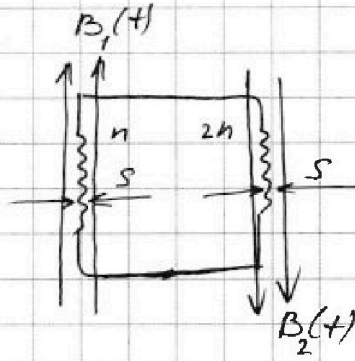
~~$\Phi_{\text{св}}$~~

напряжения нет.

т.к. $I_1 = 0 = \text{const}$

~~$I_2 = 0 \Rightarrow U_{1/2} = U_{2/1} = 0$~~

~~$L = \mu_0 n^2 \frac{n^2 l}{S}$~~



~~$\Phi_{\text{св}10}$~~

~~$\Phi_{\text{св}20}$~~

поток от катушки 1 и 2 соответственно в начале

т.к. нет тока

$B_1(t) = \alpha$ - поул.

когда хотим менять ~~напряжение~~ внешнее поле на 1, то потоки 1-й катушки слишком не меняются, появится напряжение

на I: $\Phi_1' = L I' + n B_1' S = U_{\text{н}}$

$U_{\text{н}} = L I' + n B_1' S = L I' + n S \alpha$

на II:

$U = \Phi_2' = (4L) \cdot I' + (2n B_2' S) = 4L I' + 2n B_2' S$

~~$U = \dots$~~ т.е.

$L I' + n S \alpha = 4L I' + 2n S \alpha \Rightarrow n S \alpha = 3L I'$

~~$-3L I' = n S \alpha$~~

$I' = \frac{n S \alpha}{3L}$

~~$I' = \frac{n S \alpha}{3L}$~~

по модулю: $I' = \frac{n S \alpha}{3L}$

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.

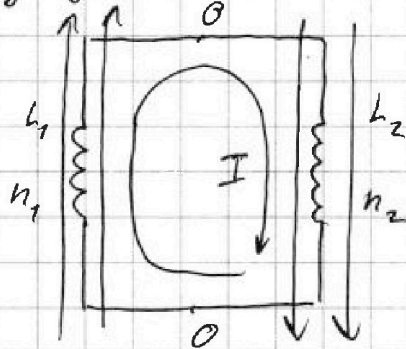


1 2 3 4 5 6 7

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!

Рассмотрим намотку, ~~где $B_0(t) = t$~~ $t = t_1$,
указанный во втором вопросе.



$$B_1(t_1) = \frac{B_0}{2} = \text{const}$$

$$B_2(t_1) = \frac{2}{3} B_0 = \text{const}$$

ток постоянен ~~и~~ нет
напряжения на катушках.

$$\Phi_1(t_1) = \Phi_2(t_1) = \int I_1 + I_2$$

метод потенциалов.

по ЗСЭ от начала
уменьшение энергии $t = t_1$:

изм. энергии поле.

$$\Delta W_{\text{мех}} = \Delta W_{\text{эл}} \Rightarrow \Delta W = 0$$

$$\Delta W = 0 = W(t_1) - W_0 = \frac{1}{2} L_1 I^2 + \frac{1}{2} L_2 I^2 + \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon B_0^2 S l_1 + \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{4}{9} B_0^2 S l_2 - W_{\text{поле}}$$

$$\Phi = LI \Rightarrow W = \frac{1}{2} \Phi I$$

$$L_1 = L = \mu_0 \frac{l_1 n^2}{S}$$

$$L_1 = \frac{LS}{\mu_0 n^2}$$

$$L_2 = \frac{4LS}{\mu_0 4n^2}$$

$W = \underbrace{U I}_{\text{объем энергии}} \cdot \underbrace{V}_{\text{объем катушки}} + W_{\text{поле}}$
↑
объем катушки
↑
объем энергии

$$\Delta W = \frac{1}{2} L I^2 + 2 L I^2 + \frac{\epsilon_0 B_0^2 S L S}{8 \mu_0 n^2} + \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \mu_0 B_0^2 S \cdot 4 L S}{\mu_0 4 n^2}$$

$$0 = \frac{3}{2} L I^2 + 17 \epsilon_0 B_0^2 S L$$



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.

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!

R - от S до крайнего преломл. луча после L от S^{**}
 y - от S до крайнего ~~на~~ луча, промежуточно около L от S^{**}
 α - угол м-ду ~~кр. лучом~~ крайн. лучом ~~и S^{**}~~ (нормальн. от S) и Γ_{00}
 β - угол м-ду крайн. преломл. лучом ~~и S^{**}~~ (от S) и Γ_{00} .
 δ - угол м-ду ~~лучом~~ ~~нормальн.~~
 крайним нормальн. лучом от S^{**} и Γ_{00}
~~В~~ θ - угол м-ду крайним ~~нормальн.~~ преломл. лучом от S^{**} после L .
~~В~~ x - расстояние м-ду Z и S^{**} (так же м-ду Z и S^*)
 $b = L - a$ b - расстояние м-ду крайн. преломл. лучом
 a - расстояние после L от S поавшим на Z и м-ду Γ_{00}
 a вводится как ~~b~~ $a = L - b$
 L - расстояние м-ду крайн. нормальн. лучом после L от S
 поавшим на Z и м-ду Γ_{00} .

Ответ:

$$S_3 \approx 24 \pi \text{ см}^2$$

$$S_{\text{экр}} = 108 \pi \text{ см}^2$$

— осв. площадь на экране.



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!

темн на осв. части Серуса (конусов)

$$\begin{aligned}
 S_3 &= \pi L^2 - \pi b^2 = \pi (L^2 - b^2) = \pi \left(\frac{r^2 (h+l)^2}{h^2} - \frac{r^2 x^2}{h^2} \right) = \\
 &= \frac{\pi r^2}{h^2} \left((h+l)^2 - x^2 \right) = \frac{\pi r^2}{h^2} \left(\left(h + \frac{2}{3}h \right)^2 - \frac{1}{9}h^2 \right) = \frac{\pi r^2}{h^2} \left(\frac{25}{9}h^2 - \frac{1}{9}h^2 \right) = \\
 &= \frac{\pi r^2}{h^2} \cdot \frac{24}{9}h^2 = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi \cdot 9 \text{ см}^2 = 24 \pi \text{ см}^2
 \end{aligned}$$

$S_3 = 24 \pi \text{ см}^2$ - ~~площадь~~

S^{**} - действия предм. для мшны, т.к. от S^{**} на d падает расходящ. пучок света. $l-x = \frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h = \frac{1}{3}h < \frac{h}{2} = F_{\text{ре}} S^{**}$

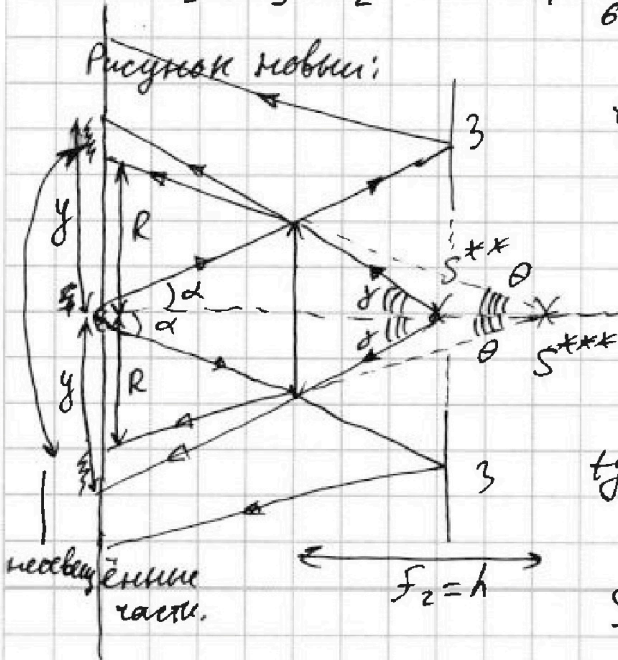
по фре тонкой мшны $\frac{1}{F} = \frac{1}{l-x} \pm \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{l-x-F}{F(l-x)}$ минус по фр. от S^{**} ближе

$$f_2 = \frac{-F(l-x)}{l-x-F}$$

расстояние от d до S^{**}

$$f_2 = \frac{-\frac{\lambda}{2} \left(\frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h \right)}{\frac{2}{3}\lambda - \frac{1}{3}\lambda - \frac{\lambda}{2}} = \frac{-\frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}h \right)}{\frac{\lambda}{6}} = \frac{\lambda \cdot \frac{1}{6}h}{\frac{\lambda}{6}} = f_2 = h$$

Рисунок ниже:



$$\begin{aligned}
 \text{tg } \theta &= \frac{r}{l-x} = \frac{y}{h+l-x} \\
 y &= \frac{r(h+l-x)}{l-x} = \frac{r \left(h + \frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h \right)}{\frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h} = \\
 &= \frac{r \left(\frac{4}{3}h \right)}{\frac{1}{3}h} = 4r \quad y = 4r
 \end{aligned}$$

$$\text{tg } \theta = \frac{r}{f_2} = \frac{R}{f_2+h} \Rightarrow R = \frac{r(2h)}{h} = 2r$$

$$S_{\text{экp}} = \pi y^2 - \pi R^2 = \pi \cdot 16r^2 - \pi \cdot 4r^2 = 12\pi r^2$$

$(S_{\text{экp}} = 12 \cdot \pi \cdot 9 \text{ см}^2 = 108 \pi \text{ см}^2)$

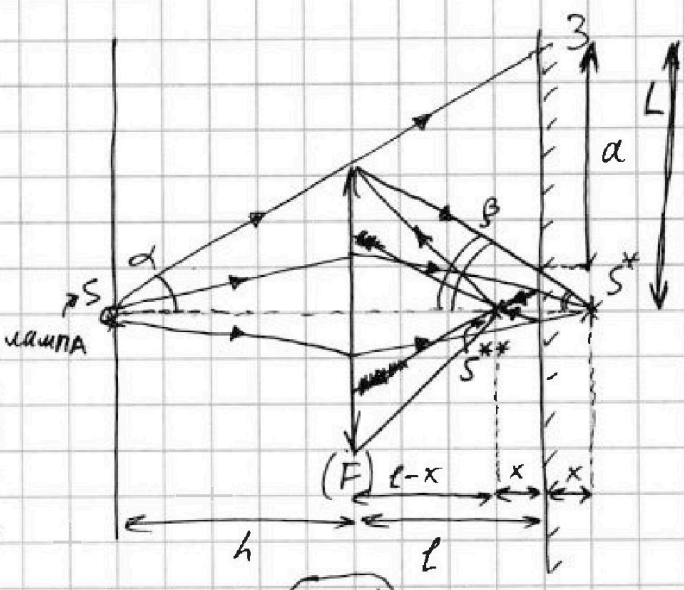
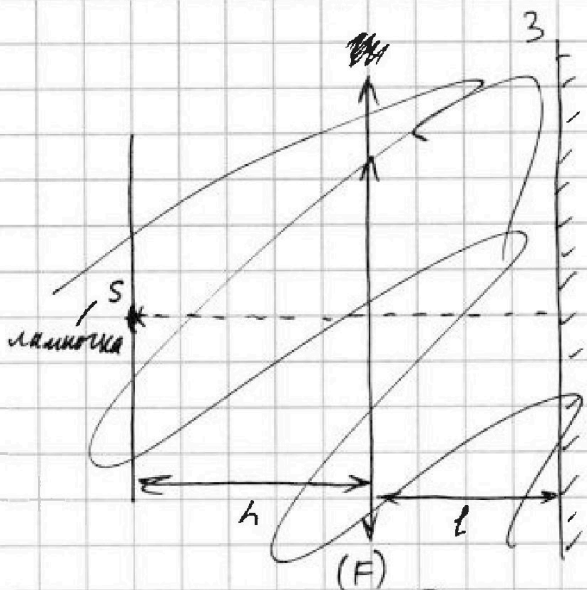


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



по ф-ле тонкой линзы
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{l}$

$h = 2F \Rightarrow \boxed{f = h}$ - это расстояние от линзы до S^*
 S^* - изобр. от S после линзы.

$\tan \alpha = \frac{r}{h}$
 $\tan \alpha = \frac{L}{h+l}$

S^* - виртуальный предмет для линзы, т.к. от S^* на л падает расходящ. пучок света.

S^{**} - изобр. от S^* после л.

S^{**} - действит. предмет для линзы, т.к. от S^{**} на л падает расходящ. пучок света.

$\frac{r}{h} = \frac{L}{h+l}$
 $\boxed{L = \frac{r(h+l)}{h}}$

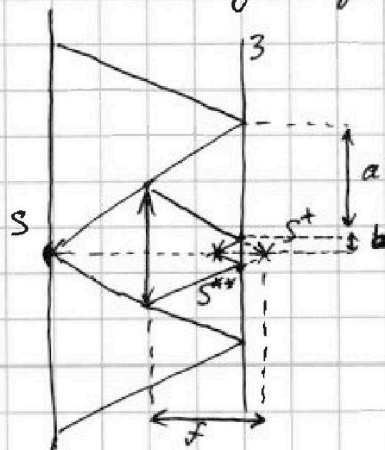
расстояние от S^* до линзы, проходящего около л линзы.

$\tan \beta = \frac{r}{f} = \frac{r}{h}$
 $\tan \beta = \frac{b}{x}$

$x = f - l = h - l = h - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h$

$\frac{r}{h} = \frac{b}{x}$
 $\boxed{b = \frac{rx}{h}}$

$a = L - b = \frac{r(h+l)}{h} - \frac{rx}{h} = \frac{r}{h}(h+l-x)$





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!

