



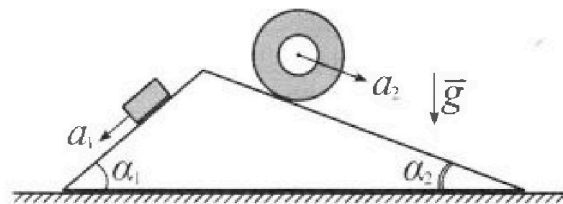
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

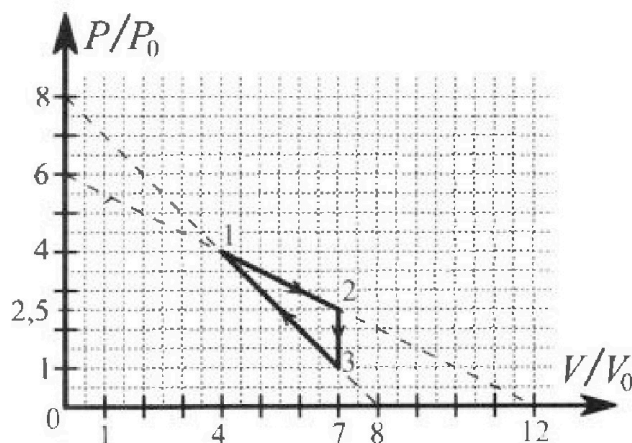


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

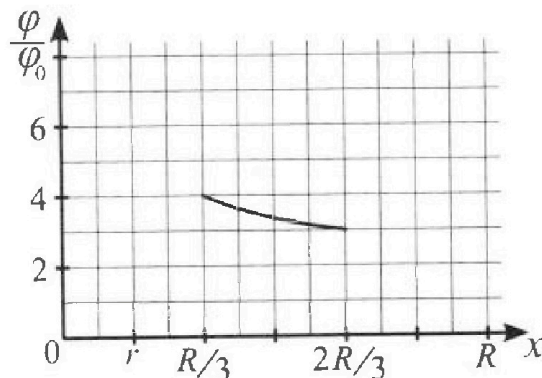
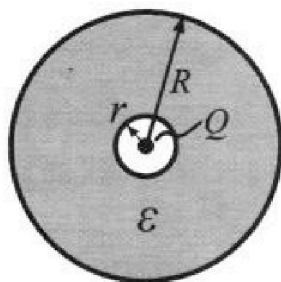
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





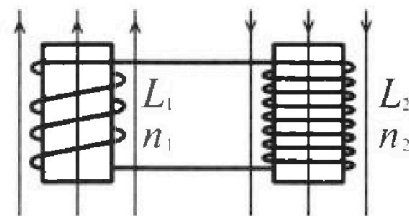
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

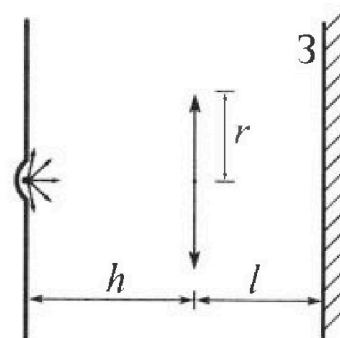


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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.

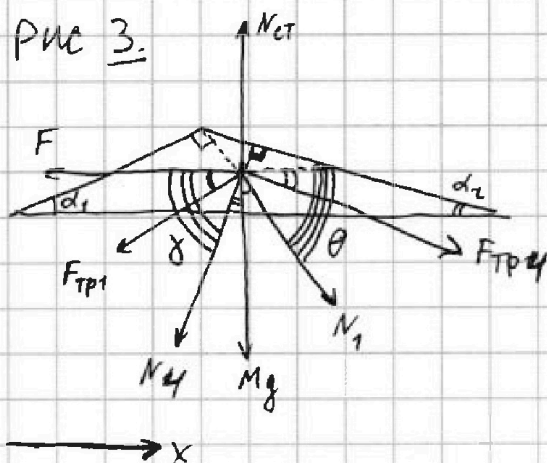
1
☒2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐

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 23м для майбн:

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

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

по 23м для клин:

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

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

~~по 23м для клин~~

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

Ответ

по 23м для клин:

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

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

$$Ox: 0 = N_1 \cos \theta + F_{тр4} \cos \alpha_2 - N_4 \cos \gamma - F_{тр1} \cos \alpha_1 - F$$

$$F = N_1 \cos (90^\circ - \alpha_1) + F_{тр4} \cos \alpha_2 - N_4 \cos (90^\circ - \alpha_2) - F_{тр1} \cos \alpha_1$$

$$F = N_1 \sin \alpha_1 + F_{тр4} \cos \alpha_2 - N_4 \sin \alpha_2 - F_{тр1} \cos \alpha_1 =$$

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

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

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

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

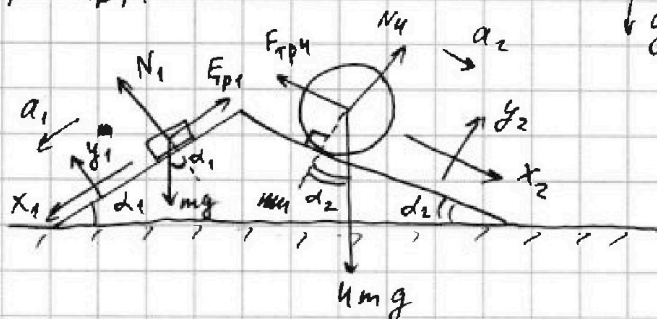


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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}~~



в произв. момент времени:
1) по 23 и для бруска:

$$Ox_1: ma_1 = -F_{тр1} + mg \sin \alpha_1$$

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

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$F_{тр1} = \mu N_1$$

N_1 → норм. сост. реакция от клина на брусок

N_4 → норм. сост. реакция 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 23 т. о движении центра масс для цилиндра:

$$Ox_2: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_{тр4}$$

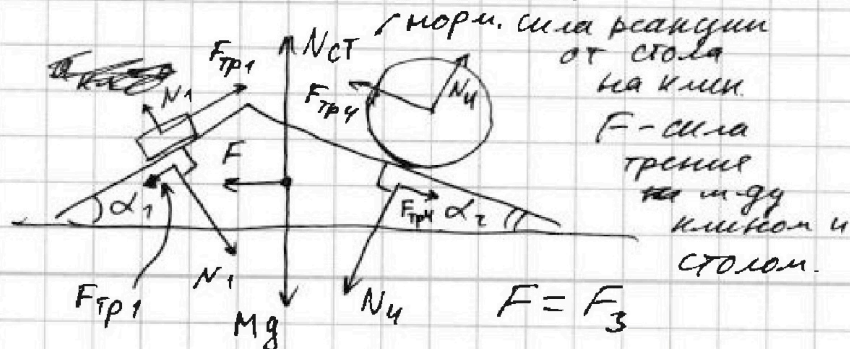
$$F_{тр4} = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 4m \cdot \frac{5}{24}g = \frac{20}{13}mg - \frac{10}{12}mg =$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ \times 12 \\ \hline 26 \\ + 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$= \frac{240mg - 130mg}{156} = \frac{110mg}{156} = \frac{55mg}{78}$$

3) Рассм. клин:

M - масса клина



$$F = F_3$$

$$F_{тр4} = \frac{55}{78}mg = F_2$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

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.

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{7 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{17,5 p_0 V_0}{\nu R} \right) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (-10,5) = -\frac{31,5}{2} p_0 V_0$$

Q_{23} - коэф. к газу тепло при 2-3

A_{23} - раб. газа при 2-3

ΔU_{23} - изм. внутр эн. газа при 2-3.

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

$$\text{tg } \theta = 1 - \text{из графика} \Rightarrow \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V_0}{V} = 1 \Rightarrow \text{давление и объём}$$

$$\text{tg } \psi = \frac{1}{2} - \text{из графика}$$

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

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

$$\text{tg } \psi = \frac{1}{2} - \text{из графика}$$

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

1-2 это изотерма, где $n_{12} = -1$

мол. эк. теплоёмк. ν при изохоре.

показатель изотермы

это в этом процессе 1-2

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

мол. эк. теплоёмк. при изохоре

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

$$\frac{8}{2}R = 2c_{31}$$

$$c_{31} = 2R$$

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

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

$$(c_{12} = 2R)$$

$p V^{-1} = \frac{p_0}{V_0} = \text{const}$
это изотерма
процесса 3-1 при $n = -1$
т.е. в процессе 3-1:
 $p = k V$
где k - какая-то константа



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!

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

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

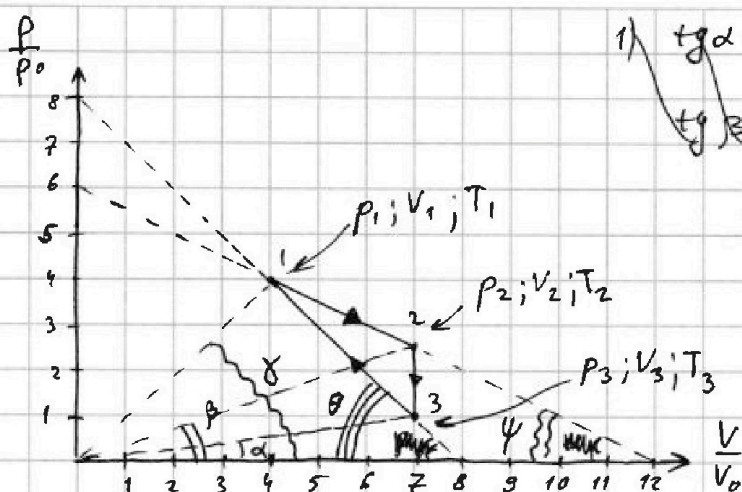


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$\tan \alpha = \frac{6P_0 \cdot V_0}{P_1 \cdot 12V_0} = \frac{1}{2} \frac{P_0 V_0}{P_1 V_0}$$

~~$P_0 V_0$ по менз-клан~~

$$\tan \alpha = \frac{P_1 \cdot V_0}{P_0 \cdot V_1} = \frac{1}{2}$$

$$2P_1 V_0 = P_0 V_1$$

$$\tan \alpha = \frac{P_2 \cdot V_0}{P_0 \cdot V_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2P_2 V_0 = P_0 V_2$$

$$\tan \beta = \frac{P_3 \cdot V_0}{P_0 \cdot V_3} = 1 \Rightarrow P_3 V_0 = P_0 V_3$$

$$\tan \beta = 1 \text{ в т. 1: } P_1 = 4P_0; V_1 = 4V_0$$

$$\text{в т. 2: } P_2 = 2,5P_0; V_2 = 7V_0$$

$$\text{в т. 3: } P_3 = P_0; V_3 = 7V_0$$

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

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

$$\text{т. 1: } P_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{16P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{т. 2: } P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{17,5P_0 V_0}{\nu R} > T_1$$

$$\text{т. 3: } P_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{7P_0 V_0}{\nu R} < T_1$$



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



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: $\frac{C(\frac{R}{3})}{C_0} = 4$

также $C(\frac{R}{3}) = \frac{3kQ}{R} + \frac{3kq_1}{R} + \frac{kq_2}{R} \Rightarrow$

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

$C_0 = \frac{C(\frac{R}{3})}{4}$

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 я вывел: $q_2 = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon} = \frac{3}{4}Q$

~~также $C(\frac{R}{4}) = \frac{7kQ}{4R} = \frac{kQ(7)}{4R}$~~

теперь подставим:

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

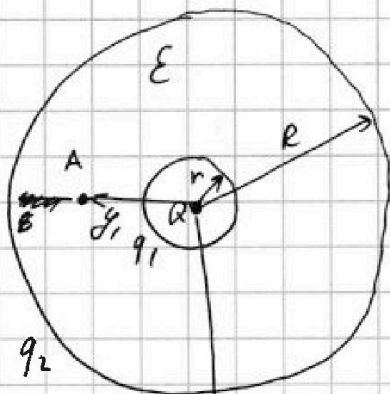
$$\epsilon = 4$$



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. излучениями, на пов-ности шара возникнут заряды q_1 и q_2 (пом. внутри E ослабнет в $E_{\text{раз}}$)
по ЗСЗ: $q_1 + q_2 = 0$

предположим, $q_1 > 0$
 $q_2 > 0$

тогда от пов-ности с q_1 : $E_1(y) = \frac{k|q_1|}{y^2} = \frac{kq_1}{y^2}$
напряженность от q_1

но при $y > R$

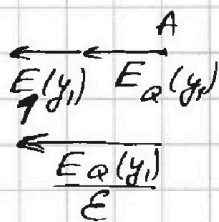
от пов-ности с q_2 : $E_2(y) = \frac{kq_2}{y^2}$

напряженность от q_2

но при $y > R$

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

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



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

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

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

2) поле внутри сферы:

из ЗСЗ: $q_2 = 0 - q_1 = -q_1$

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

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

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



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!

~~$B_2 \neq 0$~~ $\Phi_{\text{полн}}$ изначально тока в катушках нет.

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

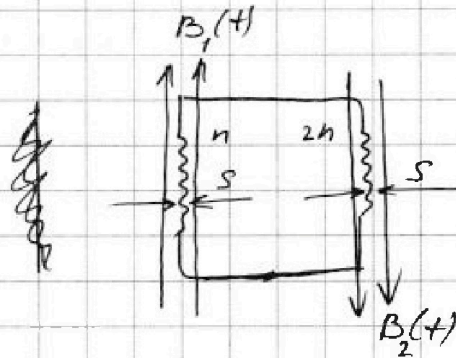
~~$\Phi_{\text{св}} = \mu B S$~~

напряжений нет.

т.к. $I_0 = 0 = \text{const}$

~~$I_0 = 0 \Rightarrow U_{\text{св}} = U_{\text{св}} = 0$~~

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



~~$\Phi_{\text{св}10} = \mu B S$~~

~~$\Phi_{\text{св}20} = \mu B S$~~

поток от катушек 1 и 2 соответственно в начале

т.к. нет тока

$B_1(t) = \alpha$ - поул.

когда катушки менять ~~напряжения~~ внешнее поле на 1, то потоки 1-й катушки слишком не меняются, появятся напряжения

на I: $\Phi_1' = L I' + L \cdot I' + n B_1' S = U$

$U = L I' + n B_1' S = L I' + n S \alpha$

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

~~$U = 0$~~ 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: $I' = \frac{n S \alpha}{3L}$



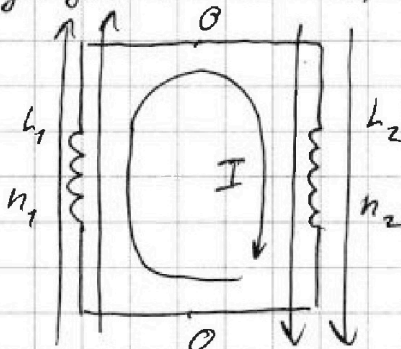
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $B_0 \neq 0$~~ $t = t_1$,
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, ~~нет~~ нет
напряжения на катушках.

$$\Phi_1(t_1) = \Phi_2(t_1) = \Phi(t_1) = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots$$

метод потенциалов.

изм. энергии поле.

по ЗСЭ от начала
уменьшения поля до $t = t_1$:

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

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

ЭН. в катушке ЭН. в начале

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

$$L_1 = L = \mu_0 \frac{N_1^2}{S}$$

Энерг. в начале.

$$L_1 = \frac{LS}{\mu_0 N_1^2}$$

$$L_2 = \frac{4LS}{\mu_0 N_2^2}$$

$$W = \underbrace{W_{\text{внутр}}}_{\text{объемк. энергии}} + \underbrace{W_{\text{внеш}}}_{\text{объем катушки}} + \underbrace{W_{\text{внеш. поле}}}_{\text{внеш. поле}}$$

$$\Delta W = \frac{1}{2} L I^2 + 2 L I^2 + \frac{\epsilon_0 B_0^2 S L S}{8 \mu_0 N^2} + \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \mu_r B_0^2 S \cdot 4 L S}{\mu_0 N^2} - W_{\text{нач}}$$

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



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, прошедшего около L от S**
 α - угол м-ду кр. лучом крайн. лучом ~~и~~ ~~преломл.~~ (непреломл. от S) и Г00
 β - угол м-ду крайн. преломл. лучом ~~и~~ ~~преломл.~~ (от S) и Г00.
 γ - угол м-ду ~~м-ду~~ ~~лучом~~ ~~непреломл.~~
крайним непреломл. лучом от S** и Г00
В θ - угол м-ду крайним ~~преломл.~~ преломл. лучом от S** после L.
~~и~~ 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 попавшим на Z и м-ду Г00
a вводится как ~~и~~ ~~и~~ ~~и~~ $\alpha = L - b$
L - расстояние м-ду крайн. непреломл. лучом после L от S
попавшим на Z и м-ду Г00.

Ответ:

$$S_3 \approx 24 \pi \text{ см}^2$$

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

неосв. 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!

теневая часть Серпика (площадь)

$$S_3 = \pi L^2 - \pi b^2 = \pi (L^2 - b^2) = \pi \left(\frac{r^2(h+l)^2}{h^2} - \frac{r^2 x^2}{h^2} \right) =$$

$$= \frac{\pi r^2}{h^2} \left((h+l)^2 - x^2 \right) = \frac{\pi r^2}{h^2} \left(\left(h + \frac{2}{3}h \right)^2 - \frac{1}{9}h^2 \right) = \frac{\pi r^2}{h^2} \left(\frac{25}{9}h^2 - \frac{1}{9}h^2 \right) =$$

$$= \frac{\pi r^2}{h^2} \cdot \frac{24}{9}h^2 = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi \cdot 3 \text{ см}^2 = 24 \pi \text{ см}^2$$

$$S_3 = 24 \pi \text{ см}^2$$

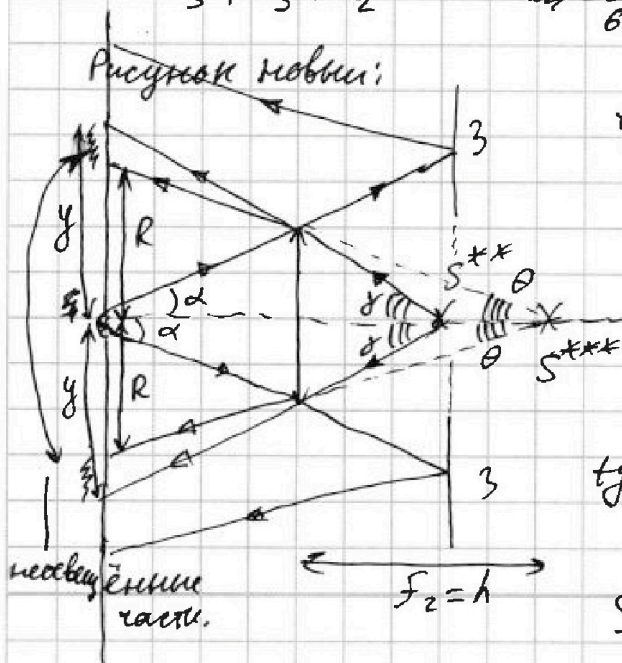
S^{**} - действит. предм. для линзы, т.к. от S^{**} на L падает расходящ. пучок света. $L-x = \frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h = \frac{1}{3}h < \frac{h}{2} = F_{\text{ре}} S^{***}$

по ф-ле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{L-x} + \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{F_2} = \frac{L-x-F}{F(L-x)}$ минимум подб. от S^{**} больше

$$F_2 = \frac{-F(L-x)}{L-x-F}$$

$$F_2 = \frac{-\frac{\lambda}{2} \left(\frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h \right)}{\frac{2}{3}\lambda - \frac{1}{3}\lambda - \frac{\lambda}{2}} = \frac{-\frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}h \right)}{\frac{\lambda}{6}} = \frac{\lambda \cdot \frac{1}{6}h}{\frac{1}{6}\lambda} = F_2 = h$$

Рисунок ниже:



$$\tan \theta = \frac{r}{L-x} = \frac{y}{h+L-x}$$

$$y = \frac{r(h+L-x)}{L-x} = \frac{r \left(h + \frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h \right)}{\frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h} =$$

$$= \frac{r \left(\frac{4}{3}h \right)}{\frac{1}{3}h} = 4r \quad y = 4r$$

$$\tan \theta = \frac{r}{F_2} = \frac{R}{F_2+h} \Rightarrow R = \frac{r(F_2)}{h} = 2r$$

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

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

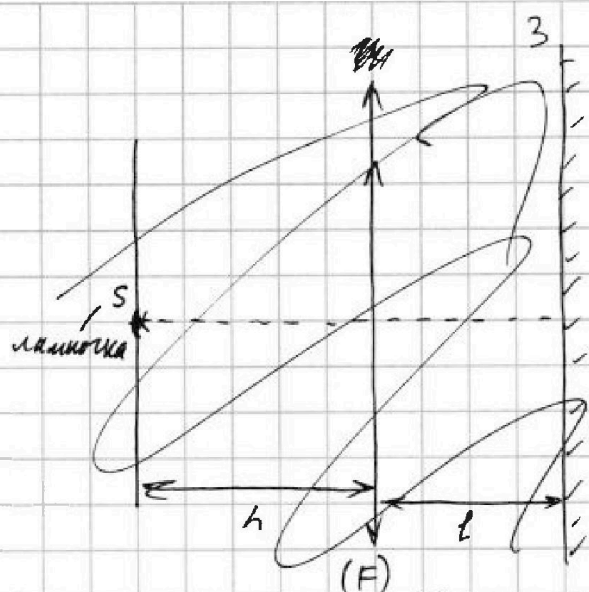


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{h} + \frac{1}{l}$

$$\text{так как } \tan \alpha = \frac{r}{h}$$

$$\text{так как } \tan \alpha = \frac{L}{h+l}$$

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

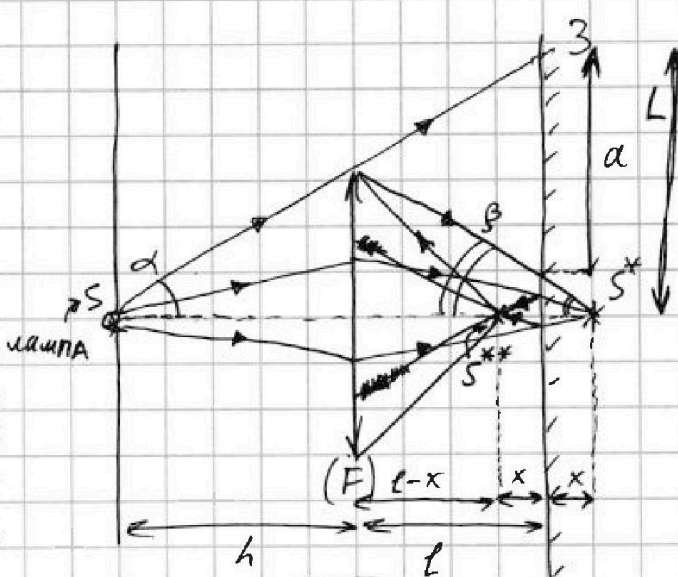
$$L = \frac{r(h+l)}{h}$$

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

$$\tan \beta = \frac{b}{x}$$

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

$$b = \frac{rx}{h}$$



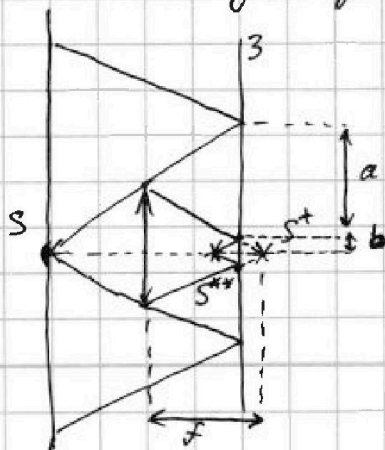
$h = 2f \Rightarrow f = h$ - это расстояние от линзы до S^*
 S^* - изобр. от S после линзы.

S^* - виртуальный предмет для 3,
 т.к. от S^* на 3 падает

S^{**} - изобр. от S^* после 3.

S^{**} - действит. Предмет для линзы,
 т.к. от S^{**} на 1 падает расходящ. пучок света.

расстояние от S^* до линзы, проходящего около 3 линзы.



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

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



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!

