

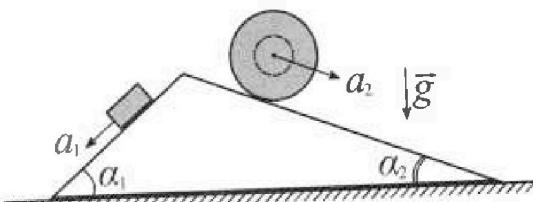
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-02



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

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



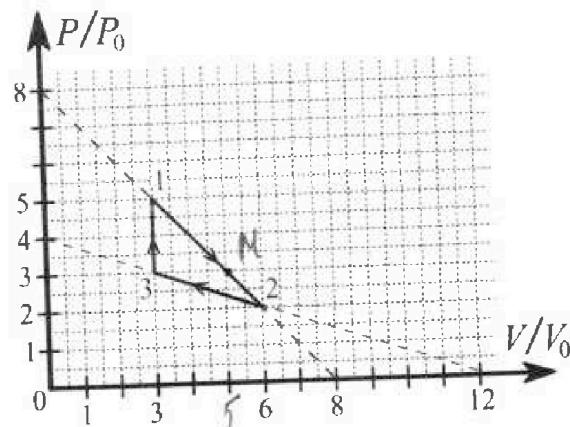
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

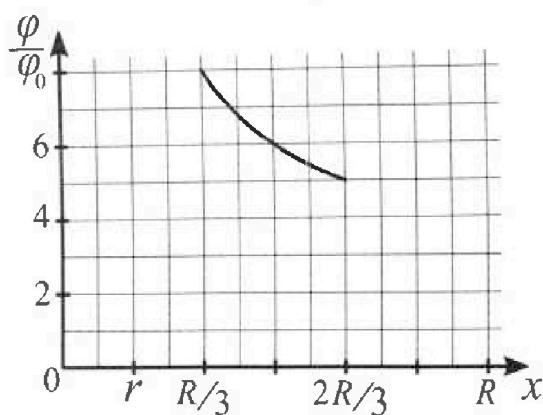
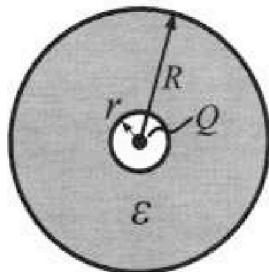
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.). Задана ϕ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





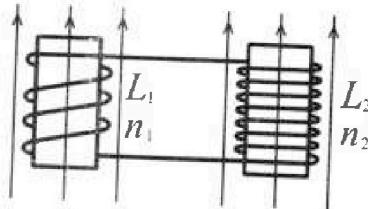
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-02

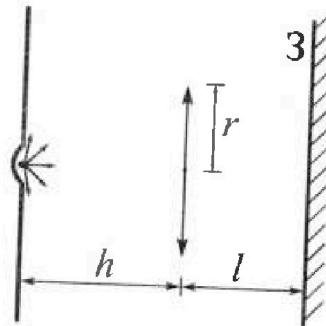
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



- 1) С како^йй 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 изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, 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 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!

Задача 1

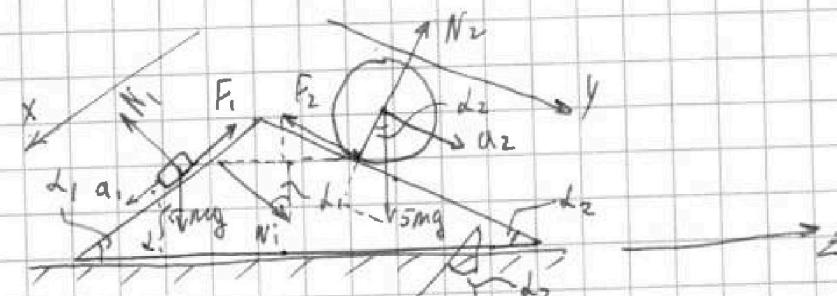
$$M_1 = 5 \text{ м}$$

$$a_1 = \frac{3g}{17}$$

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

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

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



$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$F_3 = ?$$

По закону 3-го Ньютона:

$$OX: M_1 a_1 = M_1 g \sin \alpha_1 - F_1 \quad \rightarrow \quad F_1 = M_1 g \sin \alpha_1 - M_1 a_1$$

$$OY: 5 M_2 a_2 = 5 M_2 g \sin \alpha_2 - F_2 \quad \rightarrow \quad F_2 = 5 M_2 g \sin \alpha_2 - 5 M_2 a_2$$

$$LOY: N_1 = M_1 g \cos \alpha_1$$

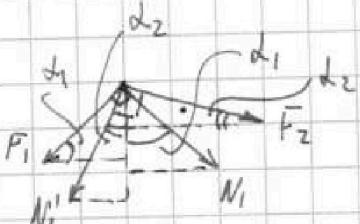
$$LOX: N_2 = M_2 g \cos \alpha_2$$

$$F_1 = M_1 g \frac{3}{5} - M_1 \cdot \frac{3g}{17} = M_1 g \left(\frac{3}{5} - \frac{3}{17} \right) = \frac{51 - 35}{85} M_1 g = \frac{16}{85} M_1 g$$

$$F_2 = 5 M_2 g \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40 M_2 g \left(\frac{25 - 17}{25 \cdot 17} \right) = \frac{64}{85} M_2 g$$

То OZ кинетика покояться \Rightarrow сумма всех сил по OZ равна 0:

$$F_{32} + N'_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N'_2 \sin \alpha_2 =$$



$$= 0$$

$$F_{32} = \frac{16}{85} M_1 g \cdot \frac{4}{5} + 5 M_2 g \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - M_1 g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{64}{85} M_2 g \cdot \frac{15}{17} = M_1 g \left(\frac{64}{416} + \frac{600}{289} - \frac{12}{25} - \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} \right)$$

$$* F_{32} = M_1 g \left(\frac{64}{416} + \frac{600}{289} - \frac{12}{25} - \frac{960}{1445} \right) = \dots$$

конечная формула для F_{32} :

$$** F_{32} = | F_1 \cos \alpha_1 + N'_2 \sin \alpha_2 - N'_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 | = \begin{cases} |N'_1| = 5 M_1 g \cos \alpha_1 \\ |N'_2| = 5 M_2 g \cos \alpha_2 \end{cases}$$

$$= |(M_1 g \sin \alpha_1 - M_1 a_1) \cos \alpha_1 + 5 M_2 g \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - M_1 g \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - (5 M_2 g \sin \alpha_2 - 5 M_2 a_2) \cos \alpha_2|$$

Ответ: 1) $\frac{16}{85} M_1 g$ 2) $\frac{64}{85} M_2 g$ 3) Выведенная конечная формула
(*) & (***)

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!

Задача 2

$$1) \frac{\Delta U_{31}}{A_{123}} - ? \quad p_1 = 5p_0 \quad p_2 = 2p_0 \quad p_3 = 3p_0 \quad i = 3 \text{ (однократно)}$$

$$V_1 = 3V_0 \quad V_2 = 6V_0 \quad V_3 = 3V_0$$

$$2) \frac{T_{\max 12}}{T_2} - ? \quad \Delta U_{31} = \frac{i}{2} VR (T_1 - T_3) = \frac{i}{2} \cdot (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 (15 - 9) = \frac{3 \cdot 6}{2} \cdot p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

$$3) A - ? \quad A_{123} = -\frac{2p_0 + 3p_0}{2} \cdot 3V_0 + \frac{2p_0 + 5p_0}{2} \cdot 3V_0 = -\frac{15p_0 V_0}{2} + \frac{21p_0 V_0}{2} =$$

$$= 6p_0 V_0 = 3p_0 V_0 \quad \boxed{\frac{\Delta U_{31}}{A_{123}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3}$$

2) Зависимость давления от объема в процессе 1-2:

$$P(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \quad PdV + Vdp = VRdT$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} VRdT = \frac{i}{2} (PdV + Vdp) \quad dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \left(\frac{p_0}{V_0} V dV + 8p_0 dV + V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV \right)$$

$$\frac{dU}{dV} = \frac{i}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 + \frac{p_0}{V_0} V \right) = \frac{i}{2} \left(-\frac{4p_0}{V_0} V + 8p_0 \right)$$

При $T = T_{\max}$ будем касание изотерм $\Rightarrow dU = 0$

$$-\frac{4p_0}{V_0} V + 8p_0 = 0 \Rightarrow 8p_0 = \frac{4p_0}{V_0} V$$

$$4V_0 = V \quad p = 4p_0$$

По есть в точке $(4V_0; 4p_0)$ температура газа максимальна.

Для данной точки: $16p_0 V_0 = VR T_{12}^{\max}$

Для точки 2: $12p_0 V_0 = VR T_2$

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

3) Найдем по какому закону меняется к году подводных лодок:
Первое начало первого дыхания:

$$CVdT = \frac{i}{2} VRdT + PdV \quad P(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$$

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

$$PdV + Vdp = VRdT$$



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

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

СТРАНИЦА
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!

$$CVDT = \frac{i}{2} \cdot pDV + \frac{i}{2} Vdp + pdV = \left(\frac{i}{2} + 1\right) pDV + \frac{i}{2} Vdp$$

$$CVDT = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0\right) dV + \frac{i}{2} V \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0}\right) DV$$

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

При адиабате $C=0$

$$0 = -\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 20p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V$$

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

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

$\Rightarrow V = 5V_0$ $p = 3p_0$ - в данной точке меньше p_0
подберите A_{IM} Одновременно меньшая V_0 .

$$Q_{31}^+ = U_{31} = 9p_0 V_0$$

$$Q_{IM}^+ = A_{IM} + U_{IN} = \frac{5p_0 + 3p_0}{2} 2V_0 + \frac{i}{2} (15p_0 V_0 - 15p_0 V_0) = \\ = 8p_0 V_0$$

$$Q_{31M}^+ = 17p_0 V_0 - \text{меньше, переданное первичной машине}$$

$$\eta = \frac{A_{123}}{Q_{31M}^+} = \frac{3p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{3}{17} \quad \boxed{\eta = \frac{3}{17}}$$

Ответ: 1) 3 2) $4/3$ 3) $3/17$



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 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!

Задача 3

P, R, Q,

1) $S(x) - ? \quad x = 3R/4$ (будет ли)

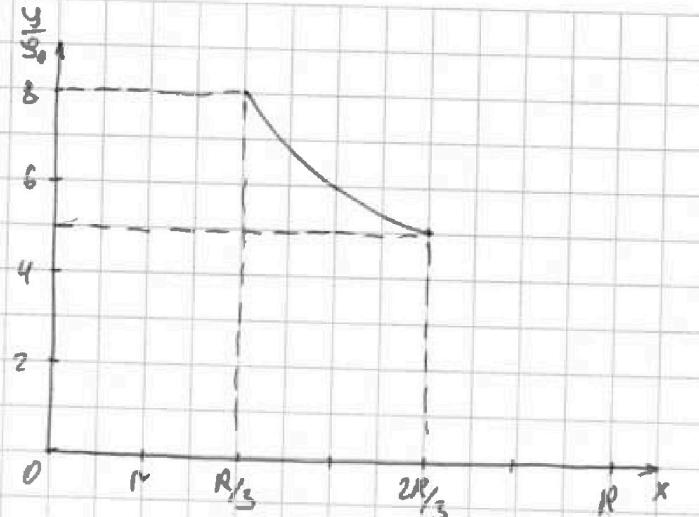
2) $E - ?$

1) Поле внутри диэлектрика:

$E(x) = \frac{KQ}{Ex^2}$

$S = -(E(x))' = \frac{KQ}{Ex}$

$S(\frac{3R}{4}) = \frac{4}{3} \frac{KQ}{ER}$



2) График: $S(x) = \frac{KQ}{Ex} + b$

$S(\frac{R}{2}) = 6S_0 = \frac{2KQ}{ER} + b$

$S(\frac{R}{3}) = 8S_0 = \frac{3KQ}{ER} + b$

$\Rightarrow S(x) = \frac{KQ}{Ex} + 2S_0$

$(*) \frac{KQ}{ER} = 2S_0 \quad ; \quad b = 2S_0$

$S(x) = \frac{2S_0 R}{Ex} + 2S_0$

$\frac{KQ}{ER} = 2S_0 ER$

$\frac{S(x)}{S_0} = \frac{2R}{Ex} + 2$

При $\frac{S(x)}{S_0} = 6 \quad \text{и} \quad x = \frac{R}{2}$

$b = \frac{4}{E} + 2$

$4 = \frac{4}{E} \quad E = 1$

Получивши $b (*)$

$\frac{KQ}{ER} = \frac{2KQ}{4R}$

$\Rightarrow E = 2$

Решение: 1) $\frac{4}{3} \frac{KQ}{ER}$ 2) 2

$S(x) = \frac{2S_0 R}{x} + 2S_0$

$\frac{S(x)}{S_0} = \frac{2R}{x} + 2$

При $R \frac{S(x)}{S_0} = 4$

из гр. условия $S(R) = \frac{KQ}{R}$

$\frac{KQ}{RS_0} = 4 \Rightarrow S_0 = \frac{KQ}{4R}$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача 4

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 9L$$

$$n_1 = n$$

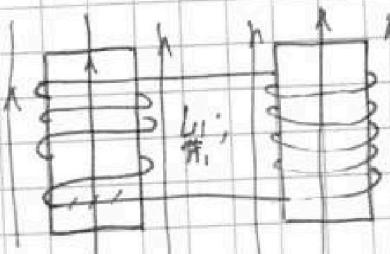
$$n_2 = 3n$$

$$1) \frac{d\vec{B}}{dt} = -L I - ?$$

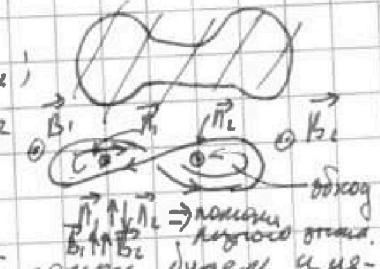
$$2) \Delta B_1 = -\frac{B_0}{3}$$

$$\Delta B_1 = \frac{B_0 - B_0}{12} - \frac{B_0}{3} = -\frac{B_0}{4}$$

$$I - ?$$



замкнутые сверху



1) Если маломагнитный помех будем считать в замкнутом:

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot n = nS \frac{\partial B}{\partial t} = -LNS$$

$$\frac{d\Phi_{\text{один}}}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt} + d\Phi_2 = \frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) I = - \frac{d\Phi_{\text{один}}}{dt} = LNS$$

$$I = \frac{LNS}{L_1 + L_2}$$

2) По ЗСМП (закону Фарнг. магн. помехи) для замкнутой
замкнутой

$$P_{10} = NSB_0$$

$$\Phi_1 = nS \frac{B_0}{3}$$

$$P_{20} = 3nS \frac{B_0}{3}$$

$$\Phi_2 = 3nS \frac{B_0}{12}$$

помеха за счет полосы.

$$P_{10} + P_{20} = \Phi_1 + \Phi_2 + (L_1 + L_2) I \quad (L_1 + L_2) I = |\Phi_2 - \Phi_1| = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) NSB_0 = \frac{5}{12} NSB_0$$

$$\Rightarrow I = \frac{2NSB_0 - NSB_0 \left(\frac{8B_0 + B_0}{12} \right)}{L_1 + L_2} = \frac{2NSB_0 - \frac{3}{4} NSB_0}{L_1 + L_2} = \frac{5}{4} NSB_0$$

$$I = \frac{5}{4} \frac{NSB_0}{L_1 + L_2}$$

$$I = \frac{5}{12} \frac{NSB_0}{L_1 + L_2}$$

Решение: 1) $\frac{LNS}{L_1 + L_2}$ 2) $\frac{5}{12} \frac{NSB_0}{L_1 + L_2}$



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 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 5.

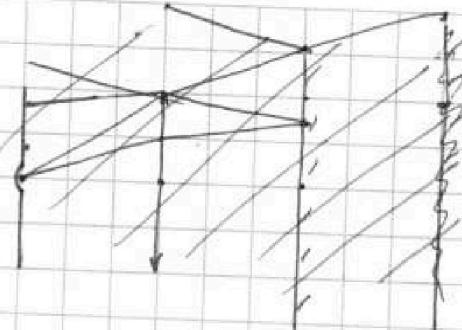
$$F = 2h$$

$$r = 2 \text{ м}$$

$$l = h$$

$$1) S_3 - ?$$

$$2) S_{\text{an}} - ?$$



AB - зона края не кондитирующей, идущие от центрального источника

(1) Неосвещенная засветка под зеркалом - кольцо, вспущенное радиусом R_B , а внешний R_A .

R_A находитесь дальше от зеркала, чем светящийся края края линзы, а внешний

R_B - ближайший к краю линзы, через фок. пл.

$$\frac{R_A}{r} = \frac{l+h}{h} = 2$$

$$\Rightarrow R_A = 2r$$

$$R_B = r + \frac{R_A - r}{2} = \frac{R_A}{2} + \frac{r}{2} = \\ = 1,5r$$

$$\text{Недоставленная площадь зеркала: } S_3 = \pi(R_A^2 - R_B^2) =$$

$$= \pi r^2 (4 - 2,25) = \pi r^2 \cdot 1,75$$

Формуловка:

$$S_3 = 5,75 \pi$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{F} = \frac{F-2F}{F^2} = -\frac{1F}{F^2} \Rightarrow f = -F = S' - \text{чудесное } S$$

S'' - отображение чудесное S'

С этим поступаем также. Один луч через край линзы прошел, а второй луч параллельно линзе прошел, а в третьей линзе получилось 1700 , м.к.

S'' находиться в фокусе (куда попадалось)

При этом скажем касательную R_C и R_E

$$R_C = r \quad R_E = R_D + \frac{f}{2} = 1,5r$$



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!

Недавно введенная радиальная машина га строительстве:

$$S_{\text{cm}} = \pi \cdot 1,15r^2 - \pi r^2 = 1,15\pi r^2$$

Форма ответа: $S_{\text{cm}} = 1,15\pi$

Ответ: 1) $1,15\pi$ 2) $1,25\pi$



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

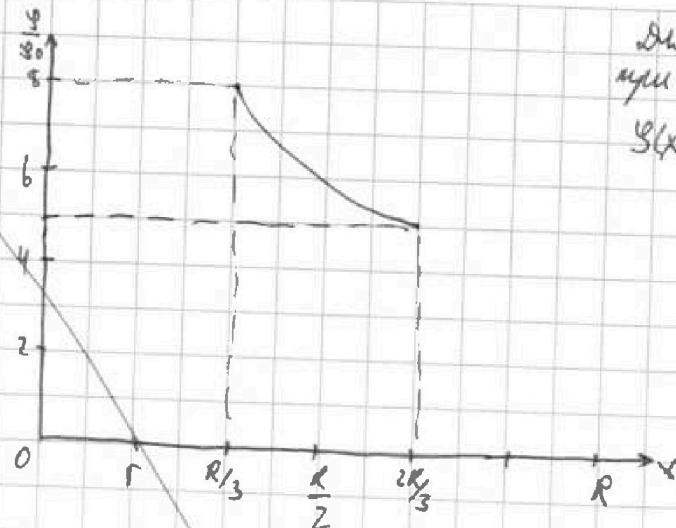
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

Задача 3

$$S(R) = ?$$

$R = ?$



для концентрических катушек
при одинаковом шаге:

$$S(x) = \frac{KQ}{\epsilon x} + b$$

Часть подъем

$$S\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{KQ^2}{\epsilon R} + b = 6 \text{ } \text{руб.}$$

$$\frac{KQ}{\epsilon R} = 2 \text{ } \text{руб.}$$

$$S\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{KQ^3}{\epsilon R} + b = 8 \text{ } \text{руб.}$$

$$4 \text{ } \text{руб.} + b = 6 \text{ } \text{руб.}$$

$$\Rightarrow b = 2 \text{ } \text{руб.}$$

Более правильно иметь: $S(x) = \frac{KQ}{\epsilon x} + 2 \text{ } \text{руб.}$ ~~$S(R) = \frac{4KQ}{3\epsilon R} + 2 \text{ } \text{руб.}$~~

$$S(R) = \frac{KQ}{R} = \frac{KQ}{\epsilon R} + 2 \text{ } \text{руб.}$$

$$2 \text{ } \text{руб.} \epsilon = 4 \text{ } \text{руб.}$$

$$\Rightarrow \epsilon = 2$$

Образец

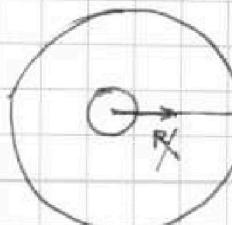
$$S(x) = \frac{2 \text{ } \text{руб.} R}{x} + 2 \text{ } \text{руб.}$$

$$\frac{S}{\text{руб.}}(x) = \frac{2R}{x} + 2$$

$$\frac{S}{\text{руб.}}\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{2K \cdot 4}{3R} + 2 = \frac{14}{3} \Rightarrow S = \frac{14}{3} \text{ } \text{руб.}, \text{ при } x = \frac{3K}{4}$$

$$S = \frac{14}{3} \cdot \frac{KQ}{2\epsilon R} = \frac{7}{3} \frac{KQ}{\epsilon R}$$

Ответ: 1) $\frac{7}{3} \frac{KQ}{\epsilon R}$ 2) 2



$$\frac{KQ}{\epsilon} = 4 \text{ } \text{руб.}$$

$$\frac{KQ^2}{\epsilon R} = 6 \text{ } \text{руб.}$$

$$\frac{2KQ}{\epsilon R} = \frac{6KQ}{d}$$

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

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

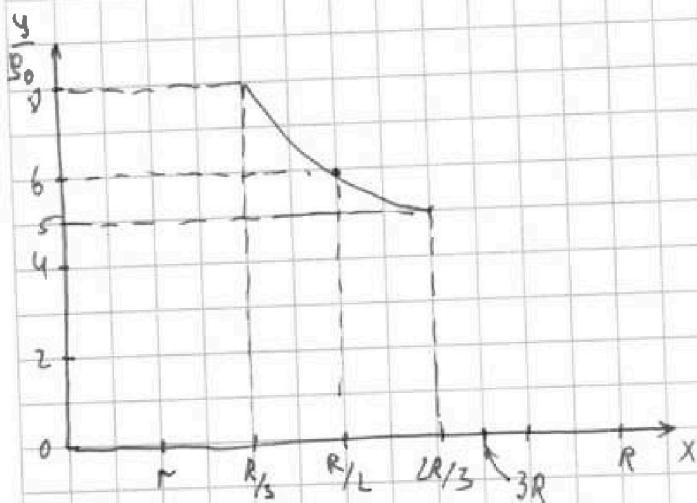
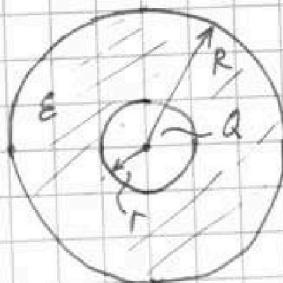
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

Задача 3

$$X \in [R/3; 2R/3]$$

$$\begin{aligned} \Psi_0 &= 0 \\ r, R, Q, E \\ D(\frac{3R}{4}) - ? \\ 1) E - ? \end{aligned}$$



$$E(x) = \frac{KQ}{Ex^2} \quad \Psi(x) = \frac{KQ}{Ex}$$

$$E'(x) = -\frac{2KQ}{Ex^3} \cdot \frac{1}{x} \quad x_3 = \frac{R_3 + R_1}{2} = \frac{R}{2}$$

$$\Psi(\frac{R}{2}) = \frac{KQ \cdot 2}{ER} = 6\Psi_0$$

$$\frac{KQ}{ER} = 3\Psi_0$$

$$\frac{R}{3} = 2r \quad R = 6r$$

$$\Psi_0 = \frac{KQ}{Ex^2}$$

Внутри диэлектрика

$$\bar{E}_g = \frac{KQ}{Ex^2} \quad \Psi_g = \frac{KQ}{Ex}$$

$$\begin{aligned} E\left(\frac{3R}{4}\right) &= \frac{KQ}{E \cdot 9R^2} = \\ &= \frac{16}{9} \frac{KQ}{ER^2} \end{aligned}$$

$$E\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{16}{9} \frac{KQ}{ER^2}$$

$$\Rightarrow \Psi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{4}{3} \frac{KQ}{ER}$$

$$(x^n)' = n x^{n-1}$$

$$\Psi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\Psi_0 = \frac{2KQ}{ER} \cdot \frac{3}{2}$$

$$\frac{KQ}{ER} = \frac{10}{3} \Psi_0$$

$$\Psi_1 = \frac{KQ}{Ex} + 6 \quad \Psi_2 = \frac{3KQ}{ER} + 6 = 8\Psi_0$$

$$\Psi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3KQ}{2ER} + 6 = 5\Psi_0$$

$$\Psi_0 = 2\Psi_0$$

$$\frac{3KQ}{2ER} - \frac{5}{2} \frac{KQ}{RE} = 3\Psi_0$$

$$\Psi_4 = \frac{KQ}{Ex} + 2\Psi_0$$

$$6\Psi_0 = \frac{2KQ}{ER} + 2\Psi_0 \Rightarrow 2\Psi_0 = \frac{KQ}{ER}$$

$$1,5 \frac{KQ}{ER} = 3\Psi_0$$

$$\frac{KQ}{ER} = 2\Psi_0$$



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!

$$y_g = \frac{KQ}{Ex} + 2g_0$$

$$y_g' = \frac{KQ}{RE} + 2g_0 = \frac{KQ}{R}$$

$$2g_0 + 2g_0 = 2g_0 E$$

$$E = 2$$

$$\begin{aligned} & \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 5} + \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{12 \cdot 12} - \frac{12}{5 \cdot 5} - \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 12} \\ & 16 \cdot 4 + 5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 85 \cdot 5 - 12 \cdot 12 \cdot 12 - 64 \cdot 15 \cdot 12 \cdot 5 \end{aligned}$$

$$85 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 12$$