



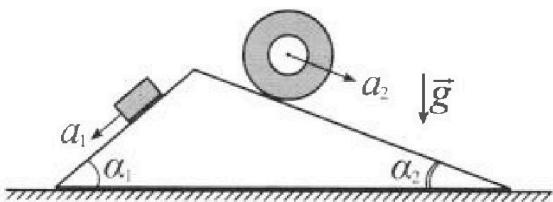
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

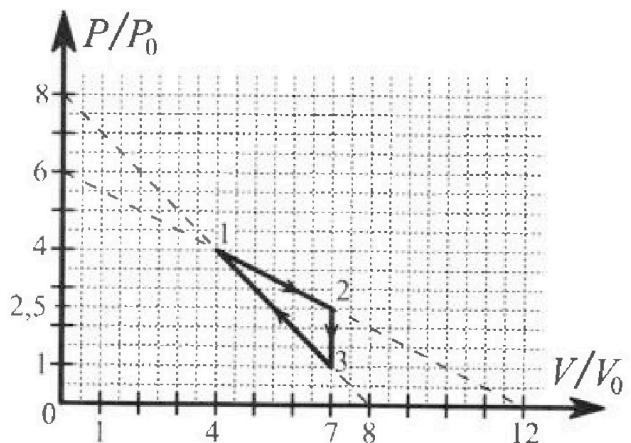


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразите 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.

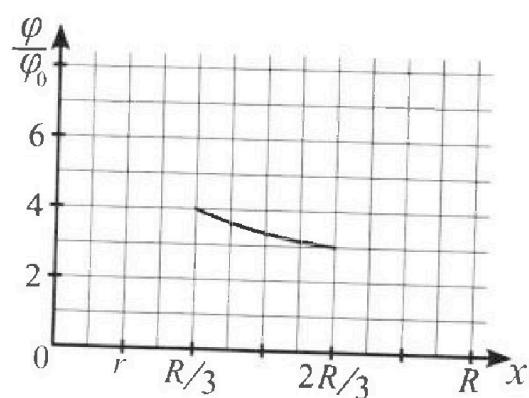
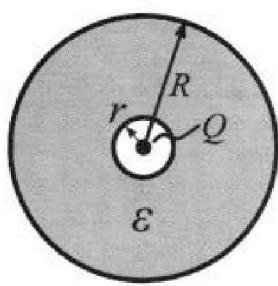
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

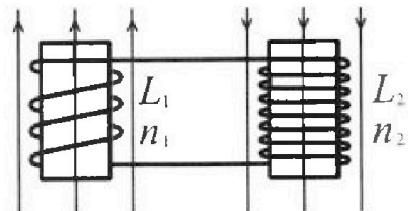


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

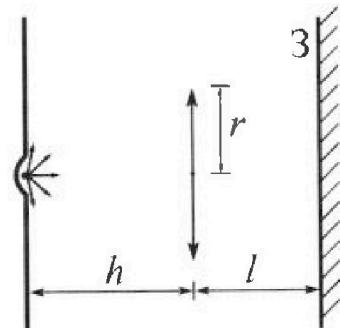
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

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



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

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



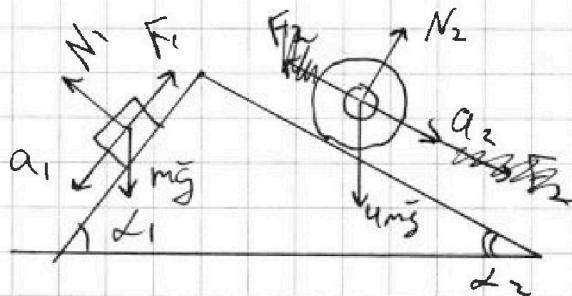
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 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!

№



$$1) \vec{F} = m\vec{a}$$

Разложим все силы для каждого бруска:

$$a, m = mg \cdot \cos \alpha, \sin \alpha, -F_1$$

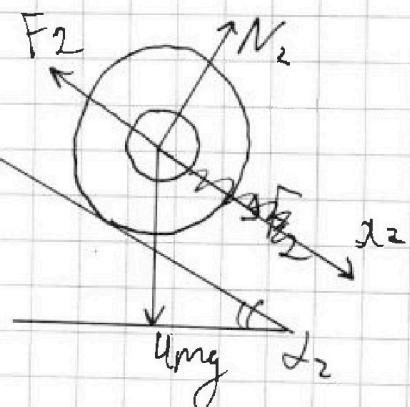
$$\begin{aligned} F_1 &= -m(a_1 - g \sin \alpha_1) = -m\left(\frac{5g}{13} - \frac{3g}{5}\right) = \\ &= -m\left(\frac{25g - 39g}{65}\right) = -\frac{14}{65}gm \end{aligned}$$

2)

$$ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 + F_2$$

$$\begin{aligned} F_2 &= m(a_2 - 4g \sin \alpha_2) = \\ &= mg\left(\frac{5}{24} - \frac{4 \cdot 5}{13}\right) = \end{aligned}$$

$$= mg\left(\frac{65}{312} - \frac{480}{312}\right) = -\frac{375}{312}mg$$





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

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

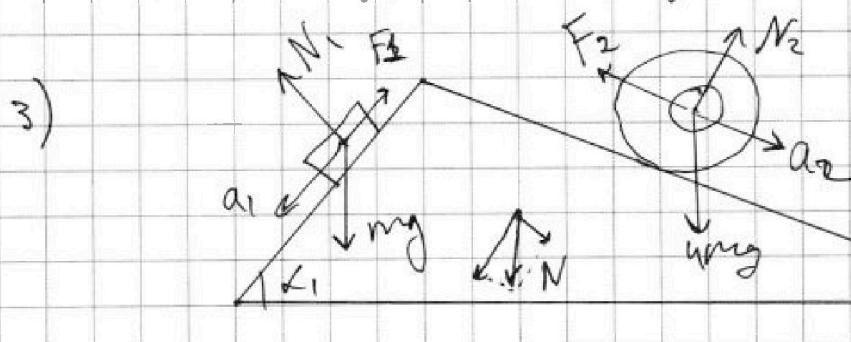
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = m(4g \sin \alpha_2 - a) = mg \left(\frac{20}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{480 - 65}{312} \right) = mg \frac{415}{312}$$



$$N^2 = (mg \cos \alpha_1)^2 + (mg \cos \alpha_2)^2 - 2(mg)^2 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot$$

$$\cos(90 - (\alpha_1 + \alpha_2))$$

$$\cos(90 - (\alpha_1 + \alpha_2)) = \sin(\alpha_1 + \alpha_2) = \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2 \cos \alpha_1 =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} = \frac{36}{65} + \frac{4}{13} = \frac{56}{65}$$

$$N^2 = mg^2 \left(\frac{16}{25} + \frac{144}{189} - 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{56}{65} \right) =$$

$$= \frac{16}{25} + \frac{144}{169} - \frac{5276}{65^2} = \frac{169 \cdot 16 + 25 \cdot 144 - 5276}{65^2}$$

$$= \frac{1008(mg)^2 - 1008(mg)^2}{65^2}, N = \frac{mg \sqrt{1008}}{65}$$

β - угол между N и горизонтом \Rightarrow

$$\Rightarrow \Theta = N \cdot \cos \beta - F_3, F_3 = \frac{mg \sqrt{1008} \cos \beta}{65}$$



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!

$$\text{Orbeit: 1) } F_1 = \frac{14}{65} mg$$

$$2) F_2 = \frac{415}{312} mg$$

$$3) F_3 = mg \frac{\sqrt{10081}}{65} \cos \beta$$



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
1 из 4

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

1) процесс 2-3: изохтера \Rightarrow работа ~~не~~ ~~всего~~

тогда в нем не совершается $\Rightarrow A_{23} = 0$

процесс 1-2: В процессе 1-2 газ

совершает полную единую работу

$$A_{12} = \frac{(\rho_2 + \rho_1)}{2} (V_2 - V_1) = \frac{2,5 \rho_0 + 4 \rho_0}{2} (2V_0 - 4V_0) = \\ = \frac{6,5}{2} \cdot 3V_0 \rho_0 = \frac{19,5}{2} \rho_0 V_0$$

*2: В процессе 3-1 работа газа отрицательна

т.к. сжимается $\Rightarrow A_{31} = \frac{(\rho_3 + \rho_1)}{2} (V_1 - V_3) =$

$$= \frac{(4\rho_0 + \rho_0)}{2} (4V_0 - 2V_0) = -\frac{5\rho_0}{2} \cdot 3V_0 = -\frac{15}{2} \rho_0 V_0$$

Работа газа за цикл $A_{\text{цик}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} =$

$$= \frac{19,5}{2} \rho_0 V_0 - \frac{15}{2} \rho_0 V_0 = \frac{4,5}{2} \rho_0 V_0$$

Могут присутствовать вспл. энергии газа

за цикл 2-3 $\Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{23}$, газ одноватен

$$\text{тогда} \Rightarrow \text{если } \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}, \quad \rho_2 V_2 = \nu R T_2,$$

$$\rho_3 V_3 = \nu R T_3, \quad V_2 = V_3 = \frac{+V_0}{-V_0} \text{ минимум} \Rightarrow \cancel{\Delta T}$$

$$\cancel{\Delta T_{23}} = T_3 - T_2 \Leftarrow \nu R (T_3 - T_2) = 7V_0 (\rho_0 \rho_3 - \rho_2) =$$

$$= -1,5 \cdot 7 \rho_0 V_0 \Rightarrow \Delta U_{23} = -\frac{3}{2} \cdot 7 V_0 \cdot 1,5 \rho_0$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 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 4

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

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_3} = \frac{2,25 \cdot \gamma p_0 V_0}{p_0 V_0 \cdot \frac{V_2 - V_1}{2}} = 7$$

2) Равнин температура при в точках

находим максимальную температуру T_m в

процессе 1-2. $pV = \nu RT$ находим $p(t)$

и зависимость $p(V)$ в процессе 1-2:

$p_2 - p_1$ физически имеет смысл \Rightarrow

$$\Rightarrow p = K \cdot V^{\beta}, \text{ где коэффициент } K = \frac{p_2 - p_1}{V_2 - V_1} =$$

$$= \frac{(2,5 - 1)p_0}{(7 - 4)V_0} = - \frac{1,5}{3} \frac{p_0}{V_0} = - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = b - \frac{p_0}{2V_0} V \text{ - из графика } b = 6p_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \Rightarrow pV = \nu RT \text{ где } \nu = 1$$

1-2 состоятельство можно записать как

$$(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V)V = \nu RT, T(V) = \frac{6p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2}{\nu R}$$

воздухом производную $T'(V) = - \frac{p_0}{2V_0} \left(\frac{6p_0}{\nu R} V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 \right)$

$$= \frac{6p_0}{\nu R} - \frac{p_0}{V_0 \nu R} V = 0, \text{ тогда } V = \frac{6p_0}{\nu R} \cdot \frac{V_0 \nu R}{p_0} =$$

$$= 6V_0 - \text{абс} \text{мн} \text{ при } T_m \Rightarrow T_m =$$

$$= \frac{6p_0}{\nu R} \cdot 6V_0 - \frac{p_0}{2V_0 \nu R} \cdot 36V_0^2 = \frac{36}{2} \frac{p_0 V_0}{\nu R} = 18 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 4

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

Температура в процессе 1: $p_1 V_1 = \nu R T_1$,

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{4 p_0 \cdot 4 V_0}{\nu R} = 16 \frac{\text{pa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}} =$$

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) КПД цикла $\eta = \frac{A_{12}}{Q_H}$, где Q_H - подве-
гённая ~~температура~~ $Q_H = Q_{12} + Q_{23}$

~~Подвешенная~~ темпера $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} =$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + A_{12} =$$

$$= \frac{3}{2} (25 \cdot 2 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 - 4 \cdot 4 \text{ pa} \cdot \text{m}^3) + \frac{19,5}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 =$$

$$= \frac{4,5}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 + \frac{19,5}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 = 12 \text{ pa} \cdot \text{m}^3$$

~~подвешенная~~ темпера в процессе 2-3 $Q_{23} =$

$$= \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) =$$

$$= \frac{3}{2} (7 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 - 19,5 \text{ pa} \cdot \text{m}^3) = -\frac{3}{2} \cdot 12,5 \text{ pa} \cdot \text{m}^3$$

~~Q₃₁ = ΔU₃₁~~ подвешенная темпера Q_2 в
процессе 3-1 $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} =$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{15}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) - \frac{15}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 =$$

$$= \frac{3}{2} (16 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 - 7 \text{ pa} \cdot \text{m}^3) - \frac{15}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 = \frac{12}{2} \text{ pa} \cdot \text{m}^3 = 6 \text{ pa} \cdot \text{m}^3$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 12 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 + 6 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 = 18 \text{ pa} \cdot \text{m}^3$$



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
4 ИЗ 4

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

$$y = \frac{A_y}{Q_h} = \frac{\text{н, 5 роб}}{2} \cdot \frac{1}{18 \text{ роб}} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1) 7, 2) $\frac{9}{8}$, 3) $y = \frac{1}{8}$.



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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

1) Из графика следует, что $r = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{3} = \frac{R}{6}$

Внутри диэлектрика

$$E_{\epsilon} = \frac{E}{\epsilon} = E - E_{\epsilon},$$

где E - напряженность поля с зарядом Q и E_{ϵ} - напряженность, создаваемая внутри диэлектрика.

$$E_{\epsilon} = -\frac{q}{x^2 k}, \text{ где } -q \text{ - заряд на внутр.}$$

поверхности диэлектрика. q - заряд на внешней поверхн. т.к. суммарный заряд диэлектрика 0.

$$E = \frac{Qk}{x^2} \Rightarrow \frac{Qk}{x^2 \epsilon} = \frac{qk}{x^2 \epsilon_0} - \frac{qk}{x^2},$$

$$q = \frac{Q}{\epsilon} \epsilon_0 Q - \frac{Q}{\epsilon} = Q \frac{(\epsilon - 1)}{\epsilon}$$

$$\varphi(x) = \frac{q + Q - q}{R} + \frac{Qk}{x} - \frac{Qk}{x}$$

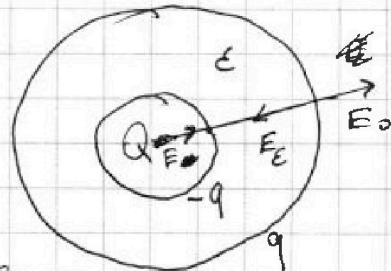
$$\varphi_1 = \frac{Q(\epsilon - 1)k(x - R)}{Rx \cdot \epsilon} + \frac{Qk}{x}, x = \frac{R}{q} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 = -\frac{Q(\epsilon - 1)k \cdot 3R}{R^2 \epsilon} + \frac{4Qk}{R} =$$

$$= \frac{Qk}{R} \left(4 - \frac{3(\epsilon - 1)}{\epsilon} \right) = \frac{Q(\epsilon + 3)k}{RE} =$$

$$= \frac{Q(\epsilon + 3)}{4\pi R \epsilon \epsilon_0}$$

(Глебик)





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 checked="" 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!

$$2) \text{ Возьмём ток } x = \frac{R}{3}, \text{ где } \frac{\varphi}{\varphi_0} = 4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = -\frac{qk}{x} + \frac{Qk}{x} + \frac{qk}{R} = \frac{Qk}{x} - \frac{Q(\varepsilon-1)(R-x)k}{Rx\varepsilon} =$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \frac{3Qk}{R} - \frac{2Q(\varepsilon-1)k}{R\varepsilon} =$$

$$= \frac{Qk}{R} \left(\frac{3\varepsilon - 2\varepsilon + 2}{R\varepsilon} \right) = \frac{Qk(\varepsilon+2)}{R\varepsilon} \neq u$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = u \Rightarrow \frac{Qk(\varepsilon+2)}{R\varepsilon} = 4\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{Qk(\varepsilon+2)}{4R\varepsilon}$$

$$\text{Возьмём ток } x = \frac{2R}{3}, \text{ где } \frac{\varphi}{\varphi_0} = 3 - u$$

предположим \Rightarrow

$$\Rightarrow \varphi_3 = 3\varphi_0 = \frac{3Qk(\varepsilon+2)}{4R\varepsilon} = \frac{3Qk}{2R} - \frac{Q(\varepsilon-1)k}{2R\varepsilon} =$$

$$= \frac{Qk}{2R\varepsilon} (3\varepsilon - \varepsilon + 1) = \frac{Qk(2\varepsilon+1)}{2R\varepsilon}$$

$$\frac{3(\varepsilon+2)}{\varepsilon} = 2\varepsilon + 1, 3\varepsilon + 6 = 2\varepsilon^2 + \varepsilon$$

$$2\varepsilon^2 - 2\varepsilon - 6 = 0, \varepsilon^2 - \varepsilon - 3 = 0$$

$$D = 1 + 12 = 13, \varepsilon = \frac{1 \pm \sqrt{13}}{2}, \varepsilon > 0$$

$$\varepsilon = \frac{1 + \sqrt{13}}{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \cancel{\text{2) }} \frac{Q(\varepsilon+3)}{4\pi R\varepsilon\epsilon_0} = \varphi,$$

$$2) \varepsilon = \frac{1 + \sqrt{13}}{2}$$

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



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

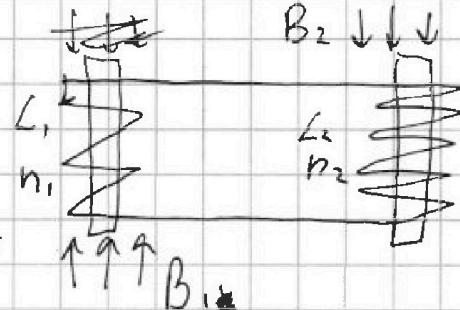
СТРАНИЦА
1 из 2

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

1)

По закону сохранения потока:

$$B_{10}S_{n_1} + B_{20}S_{n_2} = B_1 S_{n_1} + B_2 S_{n_2} + I L_1 +$$



+ $I L_2$, где B_{10}, B_{20} - начальные значения магнитных полей в катушках
 B_1, B_2 - новые значения магнитных полей в катушках, I - ток в цепи,

Метод дифференцируем выражение:

~~$$\Delta B_{10}S_{n_1} + \Delta B_{20}S_{n_2} = \Delta B_1 S_{n_1} + \Delta B_2 S_{n_2} + \Delta I (L_1 + L_2)$$~~

~~$$\Delta B_2 = \Delta B_{20} \text{ из условия } \Rightarrow \Delta B_1 S_{n_1} + \Delta I (L_1 + L_2) =$$~~

$$= 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta B_1}{\Delta t} S_{n_1} + \frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2) = 0$$

$$\frac{\Delta B_1}{\Delta t} = - \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\Delta B_2 = \Delta B_{20} \text{ из условия } \Rightarrow \Delta B_{10} S_{n_1} = \Delta B_2 S_{n_2} + \Delta I (L_1 + L_2)$$

$$\text{изменение тока } \Delta I = I - 0 = I, \quad \Delta B_2 = 1$$

$$\Rightarrow \Delta I (L_1 + L_2) = (\Delta B_{10} - \Delta B_2) S_{n_1} \cdot 1 \cdot \frac{1}{\Delta t}$$

$$\Delta B_1 - \text{израсходо} \Rightarrow \frac{\Delta B_{10} - \Delta B_1}{\Delta t} = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = - \frac{\Delta B}{\Delta t} = - 2$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2) = - 2 S_{n_1} - \frac{\Delta B S_{n_1}}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = - \frac{\Delta B S_{n_1}}{\Delta t (L_1 + L_2)} = - \frac{\Delta S_n}{5 L}$$

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 2 \frac{S_n}{5 L}$$



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

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

2) заметим закон сохранения зарядов:

$$B_0 S_{n_1} + B_0 S_{n_2}$$

$$B_0 S_{n_1} + 2B_0 S_{n_2} = \frac{B_0}{2} S_{n_1} + \frac{2B_0}{3} S_{n_2} + I_1 I_o + I_2 I_o$$

$$I_o (I_1 + I_2) = \frac{B_0}{2} S_{n_1} + \frac{4B_0}{3} S_{n_2}$$

П.з. I_o - ток в катушках к концу изменения потока.

$$\begin{aligned} I_o &= \frac{1}{(L_1 + L_2)} \left(\frac{B_0}{2} S_{n_1} + \frac{4B_0}{3} S_{n_2} \right) = \\ &= \frac{1}{5L} \left(\frac{B_0}{2} S_n + \frac{4B_0}{3} S \cdot 2n \right) = \\ &= \frac{3B_0 S_n + 16B_0 S_n}{6 \cdot 5L} = \frac{19}{30} \frac{B_0 S_n}{L} \end{aligned}$$

В пункте 1 изменение тока описано тако
т.к. создаваемый им поток ~~идёт на~~
стремится уменьшить в сохранить поток в
изменяющемся поле через катушку, уменьшив его
нараставшее значение.

В пункте 2 ток в катушках
создал поток по направлению паспортного, стаби-
цируя схематиче здание уменьшавших се
потоков через катушки.

$$\text{Отв.: 1) } \frac{2S_n}{5L}, 2) \frac{19}{30} \frac{B_0 S_n}{L}$$



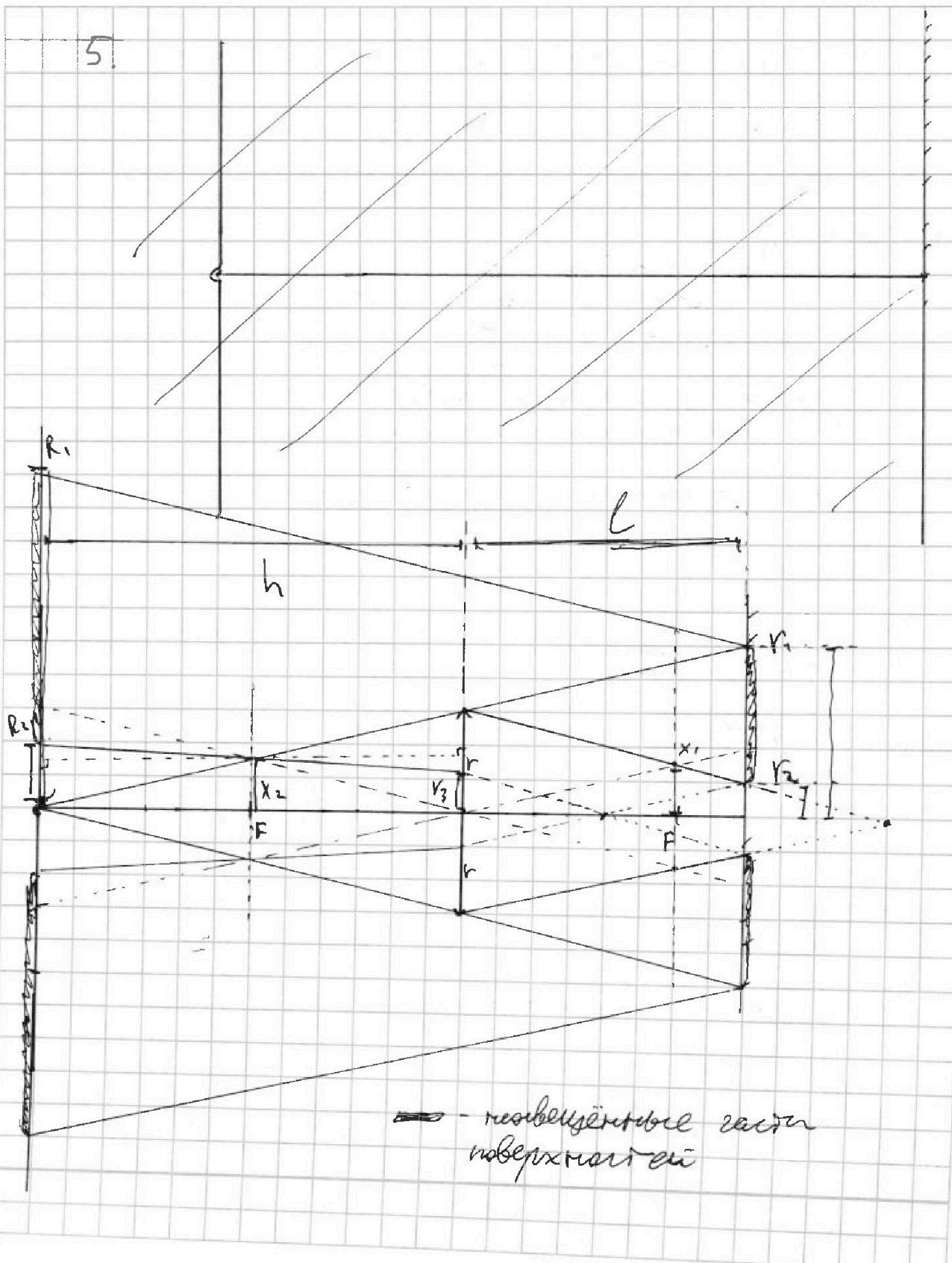
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 4

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

5!





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
2 ИЗ 4

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

1) Изображи изображение на рисунке
падение лучей света в системе.

Две находящиеся один света, прошедшего
через линзу, прошел через оптический центр
параллельно. Таким же пересечение с фокусом,
через получившую таким пересечение ~~и~~ прошел
подобный ему.

На рисунке изображено изображение
из рисунка геометрически. Решение
~~изображения~~

r_1 - ближний радиус фокуса

$$\frac{r_1}{r} = \frac{h+l}{h}, r_1 = \frac{(h+l)r}{h} = \frac{5}{3}r = 5 \text{ см}$$

r_2 - дальний радиус фокуса

из рисунка на подобии треугольников
находится $\frac{x_1}{r} = \frac{F}{h}$, где x_1 - расстояние от линзы
до изображения луча через ~~фокус~~ дальнего
от источника фокус до оптического центра.

Изображение находится в дальнем фокусе \Rightarrow

\Rightarrow изображение за зеркалом \Rightarrow

дальнее фокус от линзы \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{r_2}{r} = \frac{h-l}{h}, r_2 = \frac{(h-l)r}{h} = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$



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
3 ИЗ 4

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

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 2\pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi(r_1^2 - r_2^2) = \\
 &= \pi \left(\frac{(h+l)^2}{h^2} r^2 - \frac{(h-l)^2}{h^2} r^2 \right) = r^2 \pi \left(\frac{2l}{h} \right) = \\
 &= \pi r^2 \cdot \frac{8}{3} = 24\pi \text{ см}^2
 \end{aligned}$$

2) ~~от зеркала~~ Свет, прошедший, когда касалось мишени, будет отражён под тем же углом $\Rightarrow R_1 = 2r_1 = 2 \frac{5}{3} r = 10 \text{ см}$
Луч, отражённый зеркалом, подобно
перенесёт отраженное сюда расстояние

$$l_1 = l - (h - l) = 2l - h = \frac{h}{3} \text{ от мишени.}$$

~~от зеркала~~ Рассмотрим R_3 — расстояние от
он. сюда до точки пересечения ~~угла~~ отражённых
лучей и мишени \Rightarrow из подобия
треугольников:

$$\frac{r_3}{r} = \frac{l_1}{h}, \quad r_3 = \frac{1}{3} r = 1 \text{ см}$$

Рассмотрим x_2 — точку пересечения ~~угла~~ отражённого
луча с ближайшим к истинному фокусом. \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{F}{R} \cdot \frac{x_2}{r_3} = \frac{F}{l_1}, \quad \text{из подобия треугольников.}$$

$$x_2 = \frac{h}{2} \cdot \frac{3}{h} \cdot \frac{1}{3} r = \frac{r}{2} = 1,5 \text{ см}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Из рисунка видно, что } R_2 &= x_2 + (x_2 - r_3) = \\
 &= \frac{r}{2} + \left(\frac{r}{2} - \frac{1}{3} r \right) = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см.}
 \end{aligned}$$



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

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

СТРАНИЦА
4 из 4

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

Найдите площадь поверхности

шарика $S_2 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = r^2 \pi \left(\frac{100}{9} - \frac{4}{9} \right) =$
 $= \frac{96}{9} \pi r^2 = \frac{32}{3} \pi r^2 = 96\pi \text{ см}^2$

Ответ: 1) $24\pi \text{ см}^2$ 2) $96\pi \text{ см}^2$.



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

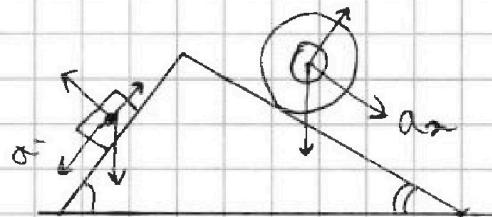
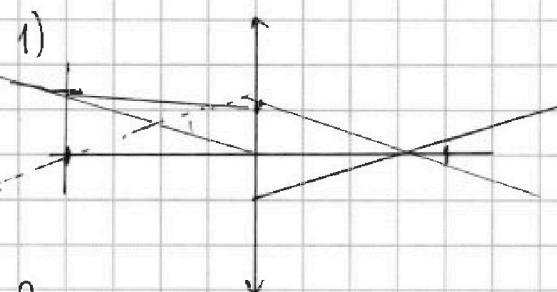
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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 7СТРАНИЦА
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.

$$1) A = \frac{3 \cdot c}{2} + 3 \cdot 6 - \frac{6 \cdot 6}{2} = -9 + 24 - 18 = 9$$

$$|\Delta U| = \frac{3}{2} \Delta p V$$

$$1) A_{12} = \frac{(7-4)\rho_0}{2} \cdot (4+2,5)\rho_0 = \frac{3 \cdot 6,5}{2} V_0 \rho_0$$

$$A_{23} = 0, \quad A_{31} = \frac{(1+4)\rho_0}{2} (4-7)V_0 = -\frac{15}{2} V_0 \rho_0$$

$$A = A_{12} + A_{23} = \frac{19,5}{2} \rho_0 V_0 - \frac{15}{2} \rho_0 V_0 = \frac{4,5}{2} \rho_0 V_0$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} V_0 (2,5-1) \rho_0 \cdot 7 = 4,225 \cdot 7 \rho_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{2,25 \cdot 7 \rho_0 V_0 \cdot 2}{4,5} = 7$$

$$2) pV = \text{const} \Rightarrow p = \frac{k}{V} \quad p_1 = \frac{16}{V}, \quad p_2 = \frac{17,5}{V}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ + 25 \\ \hline 40 \end{array} \quad \begin{array}{r} 700 \\ + 288 \\ \hline 988 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ \times 96 \\ \hline 288 \end{array} \quad \begin{array}{r} 264 \\ + 48 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1014 \\ + 169 \\ \hline 2704 \end{array}$$

$$\cdot 6284$$

$$\begin{array}{r} + 576 \\ \hline 120 \\ - 5276 \\ \hline 1008 \end{array}$$

$$36 - \frac{36}{2} = \frac{36}{2}$$

$$264 + 48 = 312$$

$$65 \quad 13^2 \quad 5^2$$

$$5^2 \quad 13^2 \quad 65^2 = 13^2 \cdot 5^2$$

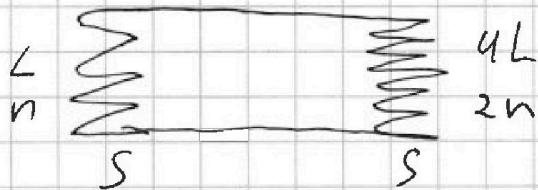


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$1) \quad \cancel{L_1 F_1 + L_2 F_2} \quad \cancel{\frac{dI}{dt}} \quad \cancel{(S_n \frac{dB}{dt})} = \varepsilon_{S_1} = \cancel{L} \frac{dI}{dt} /$$

$$nS \frac{dI}{dt} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{nS\omega}{L} = \frac{dI}{dt}$$

~~$$\cancel{A_2 \frac{dI}{dt}}$$~~
$$B_1 \cancel{S_1} + B_{20} \cancel{S_2} = B_1 L_1 + B_{20} L_2 +$$

$$+ I(L_1 + L_2) \quad \cancel{dB_1^0 S_1 + dB_2^0 S_2} = \cancel{dB_1 S_1} + \cancel{dB_{20} S_2} + \\ = \cancel{dB_1} \cdot \cancel{I}(L_1 + L_2) \quad | : \cancel{I}$$

$$\cancel{\frac{dB_1 S_1}{I}} + \cancel{\frac{dI}{dt}(L_1 + L_2)} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB_1}{I} \cdot \frac{S_1}{L_1 + L_2} = \omega \cdot \frac{nS}{5L} \quad |$$

