



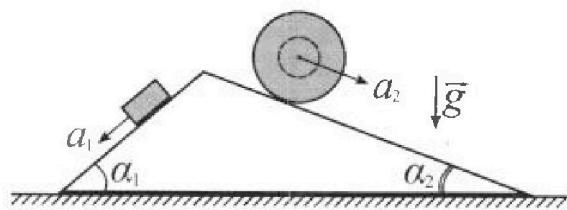
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

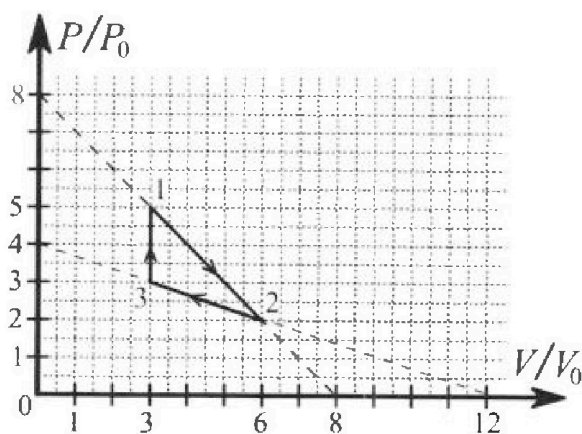


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

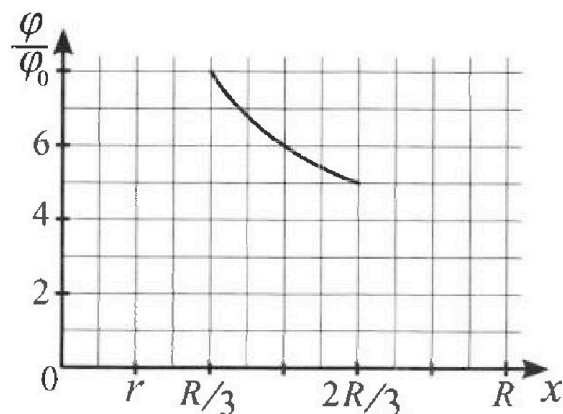
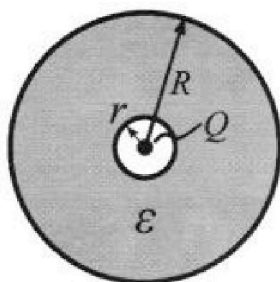
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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





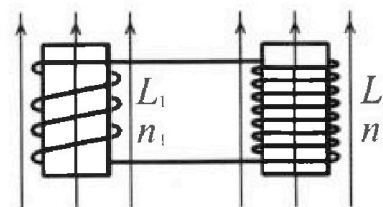
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

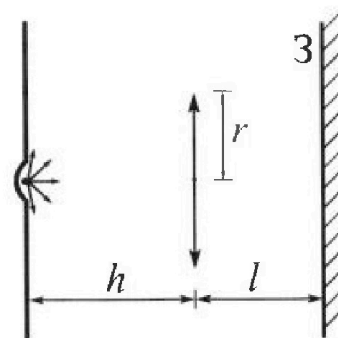


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ 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.

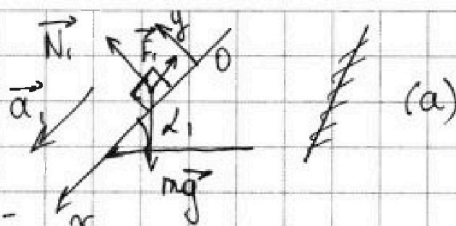


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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) рис а:



По II 3л:

по оси Ox : $m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$

$- F_1 \Rightarrow F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1 \Rightarrow F_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m g \cdot \frac{7}{17}$

$= m g \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = \frac{51 - 35}{85} m g = \frac{16}{85} m g$

2) рис б:

По II 3л:

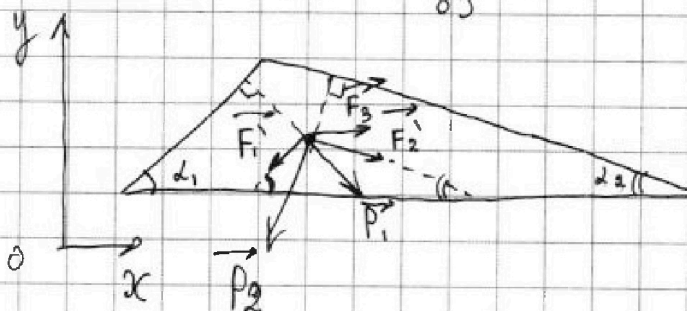
по оси Ox : $5 m a_2 =$

$= 5 m g \sin \alpha_2 - F_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow F_2 = 5 m g \sin \alpha_2 - 5 m a_2 \Rightarrow F_2 = 5 m g \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) =$

$= 40 m g \left(\frac{25 - 17}{425} \right) = 40 m g \cdot \frac{8}{425} = \frac{64}{85} m g$

3) рис в:



~~XX/а~~

По II 3л, мк

Клин в покое $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ по оси Ox : $F_3 + F_2' \cdot \cos \alpha_2 + P_1 \cdot \cos (90 - \alpha_1) =$

$= F_1' \cdot \cos \alpha_1 + P_2 \cdot \cos (90 - \alpha_2)$

$\vec{F}_2'$ и $\vec{F}_1'$ - $\vec{F}$ пружины со стороны шара и бруска соответственно. $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_2$ - $\vec{F}$ силы, с кот брусок и шар давят на клин



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!

~~1/1/1/1~~ II и III з.к:

$$-\vec{F}_1 = \vec{F}_1' \Rightarrow F_1 = F_1' ; -\vec{F}_2 = \vec{F}_2' \Rightarrow F_2' = F_2 ; \vec{P}_1 = -\vec{N}_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 = N_1 ; \vec{P}_2 = -\vec{N}_2 \Rightarrow P_2 = N_2$$

$\Downarrow$ и уг. μ и δ

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + 5mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 -$$
$$- mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$$

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + 5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17} -$$

$$- mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = mg \left(\frac{64}{425} + \frac{600}{289} - \frac{192}{289} - \frac{12}{25} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{408}{289} + \frac{64}{425} - \frac{204}{425} \right) = mg \left(\frac{408}{289} - \frac{140}{425} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{24}{17} - \frac{28}{17 \cdot 5} \right) = mg \cdot \frac{120 - 28}{17 \cdot 5} =$$

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

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{16}{85} mg ; F_2 = \frac{64}{85} mg ; F_3 = \frac{92}{85} mg$$



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 ☐

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) $\frac{|\Delta U_{31}|}{A} = ?$

$$U = \frac{i}{2} PV$$

↓

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3)$$

из графика $\Rightarrow \Delta U_{31} = \frac{i}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) \quad || \Rightarrow$
 $i = 3 \text{ (из графика)}$

$$\Rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} P_0 V_0 (15 - 9) = 9 P_0 V_0$$

$A = \text{площадь под графиком} \Rightarrow A = \frac{1}{2} (P_1 - P_3) \cdot (V_2 - V_3)$

$$\Rightarrow A = \frac{(5P_0 - 3P_0) \cdot (6V_0 - 3V_0)}{2} = \frac{2P_0 \cdot 3V_0}{2} = 3 P_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{31}|}{A} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = 3 \quad \text{Ответ: } \frac{|\Delta U_{31}|}{A} = 3$$

2) Запишем уравнение ~~процесса~~ зависимости P и V в процессе 1-2: (уравнение прямой 1-2)

$$* \quad \frac{P_{12}}{8P_0} + \frac{V_{12}}{8V_0} = 1 \quad (\text{где } P_{12} \text{ и } V_{12} - P \text{ и } V \text{ в процессе 1-2})$$

~~Т~~ $\Rightarrow$ из ур. Менделеева-Клапейрона $\Rightarrow T_{12} = \frac{P_{12} V_{12}}{\nu R}$

$$\Rightarrow T_{12 \text{ max}} = \frac{(P_{12} V_{12})_{\text{max}}}{\nu R}$$

(T max в процессе 1-2)

~~Т~~ $\Rightarrow$ из $*$ $\Rightarrow P_{12} = 8P_0 - \frac{V_{12} P_0}{V_0}$

~~Т~~ $\Rightarrow$ ~~используем~~ $F = \frac{P_{12} V_{12}}{\nu R} \Rightarrow F = \frac{8P_0 V_{12} - \frac{V_{12}^2 P_0}{V_0}}{\nu R}$
 (функция от V_{12})



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!

$$\Rightarrow T_{12 \max} = F_{\max} \Rightarrow F' = 0$$

$$F' = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot \left(8P_0 - 2 \frac{V_{12} P_0}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow \frac{2V_{12} P_0}{V_0} = 8P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{12} = \frac{8V_0}{2} = 4V_0$$

$$\downarrow$$

$$P_{12} = 4P_0$$

$\downarrow$

$$T_{12 \max} = \frac{(4P_0 \cdot 4V_0)}{\sqrt{R}}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\sqrt{R}} \Rightarrow T_2 = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{\sqrt{R}} \Rightarrow \frac{T_{12 \max}}{T_2} = \frac{16P_0 V_0 \sqrt{R}}{12P_0 V_0 \sqrt{R}}$$

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

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

3) $\eta = \frac{Q_{12} - Q_{23}}{Q_{12}}$ (где Q_{12} и Q_{23} — Q нагретая и Q холодная)

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{12} = \frac{5P_0 + 2P_0}{2} \cdot (6V_0 - 3V_0) \text{ (машаго под зарядом)} = \frac{7}{2} P_0 \cdot 3V_0 =$$

$$= \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2P_0 \cdot 6V_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = -\frac{9}{2} P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{12} = 6P_0 V_0 > 0 \Rightarrow \text{---}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = -\frac{3P_0 + 2P_0}{2} \cdot 3V_0 = -\frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 2V_0 - 2P_0 \cdot 6V_0) = -\frac{9}{2} P_0 V_0$$

$$\downarrow$$

$$Q_{23} = -12P_0 V_0 < 0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = 9P_0 V_0 > 0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{Q_{12} + Q_{31} - |Q_{23}|}{Q_{12} + Q_{31}} \Rightarrow \eta = \frac{3P_0 V_0}{15P_0 V_0} = \frac{1}{5} \text{ Ответ: } \eta = \frac{1}{5}$$



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.

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!

1) φ_0 (внутри шара R и вне шара r) =
 $= \varphi_0 + \frac{kQ}{\epsilon d}$ (где d - расстояние до центра шара)
(φ_0 - потенциал большого шара. // Потенциал внутри большого шара ~~равен~~ (при отсутствии маленького шара) $= \text{const}$))
 $\varphi_A \Downarrow \varphi_{\frac{3R}{4}} = \varphi_0 + \frac{4kQ}{3RE} \quad 1 \text{ (т.к. внутри электрический шар полон)}$

~~$\varphi = \frac{W}{q} = \frac{qEd}{q} \Rightarrow \varphi = Ed = \frac{kQ}{d}$~~

~~φ внутри шара $R = \frac{kQ}{\epsilon d}$ (где d - расстояние до центра)~~

1) φ_r (внутри пов. большого шара (с радиусом r)) =
 $= \frac{kQ}{r}$

2) $(\varphi_{\frac{3R}{4}} - \varphi_r)$ в воздухе ϵ раз больше, чем в диэлектрике
т.к. E в диэлектрике ослабляется ϵ раз $\Rightarrow$

$\Rightarrow (\varphi_{\frac{3R}{4}} - \varphi_r) = \left(\frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{r} \right) : \epsilon = \Delta\varphi$



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!

$$\Rightarrow \varphi_{\frac{3R}{4}} = \Delta\varphi_1 + \varphi_r$$

$$\varphi_{\frac{3R}{4}} = \frac{\frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{r}}{\epsilon} + \frac{kQ}{r} =$$

$$= \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{4kQ}{3\epsilon R} - \frac{kQ}{R}$$

$$= \frac{kQ}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{4kQ}{3\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{4kQ}{3\epsilon R}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow \varphi_{\frac{3R}{4}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{4Q}{3 \cdot 4\pi\epsilon_0 \epsilon R} =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon - 1}{r\epsilon} + \frac{4}{3\epsilon R} \right)$$

Ответ: 1) $\varphi_{\frac{3R}{4}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon - 1}{r\epsilon} + \frac{4}{3\epsilon R} \right)$

2) Пусть R_3 - точка 1; $\frac{2R}{3}$ - точка 2 $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{2R}}{\epsilon} = \frac{3kQ}{2\epsilon R} \quad \Bigg\| \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{2\epsilon R}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 3\varphi_0$$

$$\varphi_0 \neq \varphi_R + \frac{kQ}{R\epsilon} \quad \varphi_0 = \frac{kQ}{2\epsilon R} \quad \varphi_R = \varphi_r + \frac{kQ}{R\epsilon} - \frac{kQ}{r\epsilon} =$$

$$= \frac{kQ}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{kQ}{R\epsilon}$$

$$\varphi_0 = \varphi_R + \frac{kQ}{x} \rightarrow \text{раст от точки 0 до центра шара}$$



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!

$$1) \mathcal{E}_1 (\text{ЭДС индукции в пункте 1}) = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta \Phi = \Delta B \cdot S \cdot n_1$$

=>

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{L_1 \Delta I}{\Delta t} - \frac{L_2 \Delta I}{\Delta t} = - \frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2)$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2) = \frac{\Delta B}{\Delta t} S n_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta S n_1}{(L_1 + L_2)} \Rightarrow \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{2 S n_1}{10 L}$$

$$2) I = \sum \Delta I$$

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{\mathcal{E}_2}{L_1 + L_2} \quad (\text{суммарный ЭДС в пункте 2})$$

$|\mathcal{E}_2| = ||\mathcal{E}_1| - |\mathcal{E}_2||$ ($\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ противоположно направлены. Это следует из правила буравчика и того что B_1 и B_2 $\downarrow$ (B в 1-ой и 2-ой катушках))

$$|dI| = \frac{||\mathcal{E}_1| - |\mathcal{E}_2|| \cdot dt}{L_1 + L_2}$$

$$|\mathcal{E}_1| = \left| \frac{dB_1 \cdot S n_1}{dt} \right| ; |\mathcal{E}_2| = \left| \frac{dB_2 \cdot S n_2}{dt} \right| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \sum \frac{(|dB_1 S n_1| - |dB_2 S n_2|)}{L_1 + L_2}$$

$$I = \left| \frac{B_0 S n}{3} - \frac{3 B_0 S n}{4} \right| : (L_1 + L_2)$$



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.

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!

$$I = \frac{B_0 S n}{10 L} \cdot \left| \frac{1}{3} - \frac{3}{4} \right| = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S n}{\frac{10 L}{2}} = \frac{B_0 S n}{24 L}$$

Ответ: 1) $\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{\cancel{d} \cancel{S} n}{\cancel{L_1} \cancel{L_2}} \cdot \frac{2 S n}{10 L}$

2) $I = \frac{B_0 S n}{24 L}$



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!

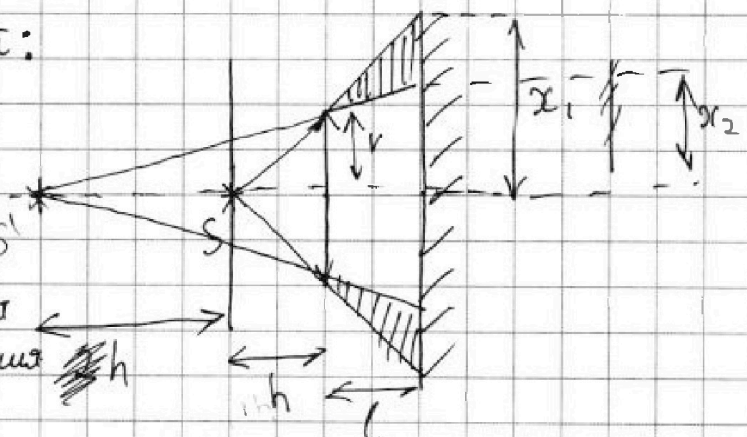
1) Найдём положение S' (изоб. источника S (лампы) в линзе)

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = -\frac{1}{2h} \Rightarrow F = -2h$$

Изобразим ход лучей:

изоб.

лучи из S , выходящие в крайнюю точку, так, что их продолжения образуют S'



лучи между 2-ми светлыми участками, образованными лучами не прошедшими через линзу и прошед. через неё будут освещ. часть зеркала.

$$S_1 (\text{осв. зерк.}) = \pi x_1^2 - \pi x_2^2 \quad (\text{см рис})$$

$$\frac{x_1}{r} = \frac{h + l}{h} \quad (\text{из подобия } \Delta) \Rightarrow x_1 = 2r$$

$$\frac{x_2}{r} = \frac{2h + l}{|F| + l} = \frac{2h + h}{2h + h} = \frac{3}{3} \Rightarrow x_2 = r$$

$$S_1 = 4\pi r^2 - \frac{9}{4}\pi r^2 = \left(4 - \frac{9}{4}\right)\pi r^2 = \frac{7}{4}\pi r^2; \quad r = 2 \text{ см} \Rightarrow S_1 = \frac{7}{4}\pi \cdot 4 = 7\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

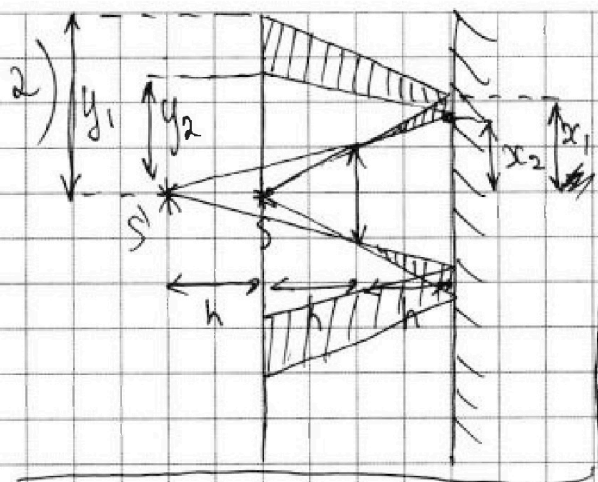


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



S_2 (См. пункт 2) =

$$= \pi y_1^2 - \pi y_2^2$$

Из построений $= 7$

$$\Rightarrow y_2 = 2x_2$$

$$y_1 = 2x_1$$

$$\Rightarrow y_2 = \frac{6}{2}r; y_1 = 4r$$

$$S_2 = \cancel{\pi \cdot 36} \pi \cdot 16r^2 - \pi \cdot \frac{36}{4}r^2 =$$
$$= \pi r^2 (16 - 9) = 7\pi r^2 \quad \left| \begin{array}{l} r=2\text{ см} \\ \Rightarrow S_2 = 28\pi (\text{см}^2) \end{array} \right.$$

Ответ: 1) $S_1 = 7\pi$
2) $S_2 = 28\pi$



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
_ 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) $5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_2$

$F_2 = 5mg \sin \alpha_2 - 5ma_2$

$F_2 = 5mg \left(\frac{.8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40mg \left(\frac{25-17}{25 \cdot 17} \right)$

$= 40mg \left(\frac{8}{425} \right) = \frac{64mg}{85}$

3)

По 3 К:

ay: $N_3 = Mg + N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 + F_2' \sin \alpha_2 + F_1' \sin \alpha_1 \Rightarrow Ma_y = 0$

0x: $Ma = F_3 + F_2' \cos \alpha_2 + N_1 \cos(90 - \alpha_1) - F_1' \cos \alpha_1 - N_2 \cos(90 - \alpha_2)$

$F_3 = F_1' \cos \alpha_1 + N_2 \cos(90 - \alpha_2) - F_2' \cos \alpha_2 - N_1 \cos(90 - \alpha_1)$

По 3 К: $F_1' = -F_1 \Rightarrow F_1' = F_1 \dots$

$90^\circ = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_2\right) = \sin \alpha_2$

$N_2 = 5mg \cos \alpha_2$
 $N_1 = mg \cos \alpha_1$

$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + 5mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$



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
__ ИЗ __

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

$$* \frac{P_{12}}{8P_0} + \frac{V_{12}}{8V_0} = 1 \quad \text{дог.}$$

$$\text{дог. } T_{12} = \frac{P_{12} V_{12}}{\sqrt{R}} \Rightarrow T_{12 \max} = (P_{12} V_{12})_{\max}$$

$$* \Rightarrow \frac{P_{12}}{8P_0} \cdot \frac{P_{12}}{8P_0} = 1 - \frac{V_{12}}{8V_0} \Rightarrow \frac{P_{12}}{P_0} = 8 - \frac{V_{12}}{V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{12} = 8P_0 - \frac{V_{12}P_0}{V_0}$$

$$T_{12 \max} = \left(8P_0 V_{12} - \frac{V_{12}^2 P_0}{V_0} \right)_{\max}$$

$$\text{дог. } F = F(V_{12})$$

$$F'(V_{12}) = 8P_0 - \frac{2V_{12}P_0}{V_0} = 0$$

$$2V_{12}P_0 - 8P_0V_0 = 0 \quad \because P_0$$

$$2V_{12} - 8V_0 = 0$$

$$V_{12} = 4V_0 \Rightarrow P_{12} = 8P_0 - \frac{4V_0P_0}{V_0} = 4P_0$$

$$T_{12 \max} = \frac{4P_0 \cdot 4V_0}{\sqrt{R}} = 16 \frac{P_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$T_2 = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{\sqrt{R}} \Rightarrow \frac{T_{12 \max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \left(\frac{4}{3} \right)$$

$$3) \eta = \frac{Q_H - Q_{20}}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{21} + Q_{12}$$

$$Q_{20} = Q_{23}$$



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!

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + 5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17} -$$

$$- mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

$$N_2 \quad i=3 \quad u = \frac{3}{2} \sqrt{RT}$$

$$\frac{P_i^*}{P_i'} + \frac{V_i}{V_i'} = 1$$

$$1) \frac{\Delta U_{31}}{A}$$

$$A_{\text{max}} = \frac{(P_1 - P_3) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = \frac{(5P_0 - 3P_0) \cdot (6V_0 - 3V_0)}{2}$$

$$= \frac{2P_0 \cdot 3V_0}{2} = 3P_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \sqrt{R \Delta T} = \frac{i}{2} (\sqrt{RT_1} - \sqrt{RT_3}) =$$

$$= \frac{i}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot (15 - 9) = 9P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9P_0 V_0}{3P_0 V_0} = 3$$

$$2) \frac{T_{12 \text{ max}}}{T_2}$$

Угол равен 12°

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!

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{12} = \frac{5P_0 + 2P_0}{2} \cdot (6V_0 - 3V_0) = \frac{7}{2} P_0 \cdot 3V_0 = \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2P_0 \cdot 6V_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = \cancel{\frac{3}{2} P_0 \cdot 3V_0} = \frac{3}{2} \cdot -3P_0 V_0 = -\frac{9}{2} P_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \left(\frac{21}{2} - \frac{9}{2} \right) P_0 V_0 = \frac{12}{2} P_0 V_0 = 6 P_0 V_0 \quad (+Q_{12})$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = -\left(\frac{3P_0 + 2P_0}{2} \right) \cdot 3V_0 = -\frac{5}{2} P_0 \cdot 3V_0 = -\frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 3V_0 - 2P_0 \cdot 6V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot (9 - 12) = -\frac{9}{2} P_0 V_0$$

$$Q_{23} = \left(-\frac{15}{2} - \frac{9}{2} \right) P_0 V_0 = -\frac{24}{2} P_0 V_0 = -12 P_0 V_0 \quad (+Q_{23})$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (15 - 9) = 9 P_0 V_0 \quad (+Q_{31})$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{Q_{12} + Q_{31} + Q_{23}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{6 P_0 V_0 + 9 P_0 V_0 - 12 P_0 V_0}{6 P_0 V_0 + 9 P_0 V_0} =$$

$$\frac{3}{15} = 0,2$$

$$\eta = 0,2$$

Мат. пункт $\Rightarrow$ если он заряжен, то φ_5 (Большая шара) = $\frac{kq}{R}$ (Большая шара)

Вне мал. шара: R

$$F = \frac{kq_1 q_2}{R^2}$$

$$W = \frac{kq_1 q_2}{R}$$

$$\varphi = \varphi_5 + \frac{kQ}{R} \Rightarrow \varphi_5 = \varphi - \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_A = \varphi_5 + \frac{3kQ}{R} \quad ; \quad \varphi_{3A} = \varphi_5 + \frac{4kQ}{3R}$$

$$\Rightarrow \varphi_{3A} - \varphi_A =$$

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!

Пусть $\frac{R}{3} = m_1$, $\frac{2R}{3} = m_2$, $\frac{3R}{4} = m_3$

$$\varphi_1 = \varphi_5 + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_2 = \varphi_5 + \frac{3kQ}{\epsilon 2R}$$

$$\rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = (8-5)\varphi_0 =$$

$$= \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{3kQ}{\epsilon 2R} = \frac{3kQ}{\epsilon R} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{4kQ}{3\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(3 - \frac{4}{3}\right) = \frac{5kQ}{3\epsilon R}$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_1 - \varphi_3} = \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 5} = \frac{9}{10} \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_3 =$$

$$= \frac{10(\varphi_1 - \varphi_2)}{9} \Rightarrow \varphi_3 = \left[\varphi_1 - \frac{10}{9}(\varphi_1 - \varphi_2) \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_3 = 8\varphi_0 - \frac{10}{9} \cdot 8\varphi_0 = 8\varphi_0 - \frac{10}{3}\varphi_0 =$$

$$= \frac{24-10}{3}\varphi_0 = \frac{14}{3}\varphi_0 = 4\frac{2}{3}\varphi_0$$

$$\varphi_3 = \varphi_5 + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{5}{9} \cdot \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(3 - \frac{5}{3}\right) + \varphi_5 =$$

$$= \frac{4}{3} \frac{kQ}{\epsilon R} + \varphi_5$$

$$2) \quad \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 8\varphi_0 \Rightarrow 2\epsilon R\varphi_0 = kQ$$

$$\epsilon = \frac{kQ}{2R\varphi_0} =$$

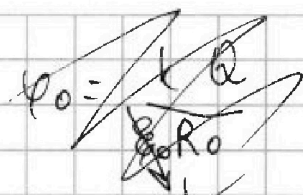


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

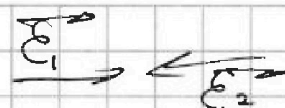
1 2 3 4 5 6 7

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!



~~мыслим $\epsilon = 1 = 3$~~



~~$\epsilon = 7 \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{2R} = \frac{3kQ}{2R}$~~

~4

1) $\epsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Phi = B \cdot S \cdot n$
 $\epsilon_i = - \frac{S \Delta B}{\Delta t} \cdot n_1 \rightarrow \alpha$
 $\Rightarrow \epsilon_i = n_1 S \alpha$

$\epsilon_i = - \frac{L_1 \Delta I}{\Delta t} \Rightarrow n_1 S \alpha = - \frac{L_1 \Delta I}{\Delta t}$
 $\frac{L_1}{12} - \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$
 $\frac{L_2}{12} - \frac{4}{12} = \frac{1}{12} = \frac{5}{12}$
 $\frac{\Delta I}{\Delta t} = - \frac{n_1 S \alpha}{L_1} \Rightarrow \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{n_1 S \alpha}{L_1}$

2) $\epsilon_i = \epsilon_{i1} + \epsilon_{i2} = - L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} (-L_1 - L_2) = n_1 S \alpha \Rightarrow \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2}$

$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{n S \alpha}{10 L}$

2) $I = \int dI$

$\frac{dI}{dt} = - \frac{\epsilon_i}{L} \Rightarrow |I| = \int \frac{|\epsilon_i|}{L} \cdot dt$

$|\epsilon_i| = |\epsilon_1 + \epsilon_2|$

$\left| \frac{dB_1 S n_1}{dt} - \frac{dB_2 S n_2}{dt} \right| \Rightarrow I = \int dB$



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!

$$I = \sum \left| \frac{dB_1 S n_1}{L_1 + L_2} - \frac{dB_2 S n_2}{L_1 + L_2} \right| \cdot dt$$

$$= \sum \left| \frac{dB_1 S n_1 - dB_2 S n_2}{L_1 + L_2} \right| =$$

$$= \left| \frac{\Delta B_1 S n_1}{L_1 + L_2} - \frac{\Delta B_2 S n_2}{L_1 + L_2} \right| = \left| \frac{\Delta B_1 S n_1}{L_1 + L_2} - \frac{\Delta B_2 S n_2}{L_1 + L_2} \right|$$

$$\Delta B_1 = \frac{B_0}{3}$$

$$\Delta B_2 = \frac{B_0}{4}$$

$$\Rightarrow I = \left| \frac{B_0 S n}{3(L+9L)} - \frac{B_0 S \cdot 3n}{4(L+9L)} \right|$$

$$\frac{B_0}{3} \cdot \frac{1}{12} - \frac{B_0}{4} \cdot \frac{3}{12} = \frac{1}{3} - \frac{3}{4} = \frac{4}{12} - \frac{9}{12} = -\frac{5}{12}$$

$$= \left| \frac{B_0 S n}{10L} \left(\frac{1}{3} - \frac{3}{4} \right) \right| =$$

$$= \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S n}{10L} = \frac{B_0 S n}{24L}$$

N 5

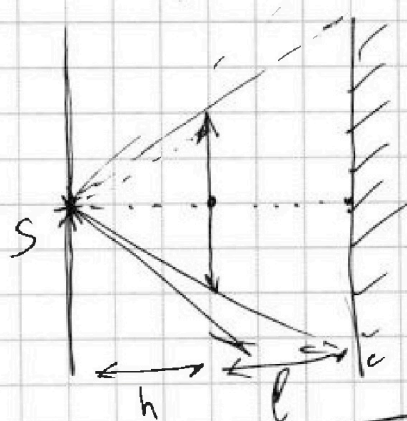
Выра через lensy:

$$F = 2h \Rightarrow d =$$

$$= h = \frac{F}{2}$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

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



$$4 - \frac{16}{9} =$$

$$= \frac{36-16}{9} =$$

$$= \frac{20}{9}$$

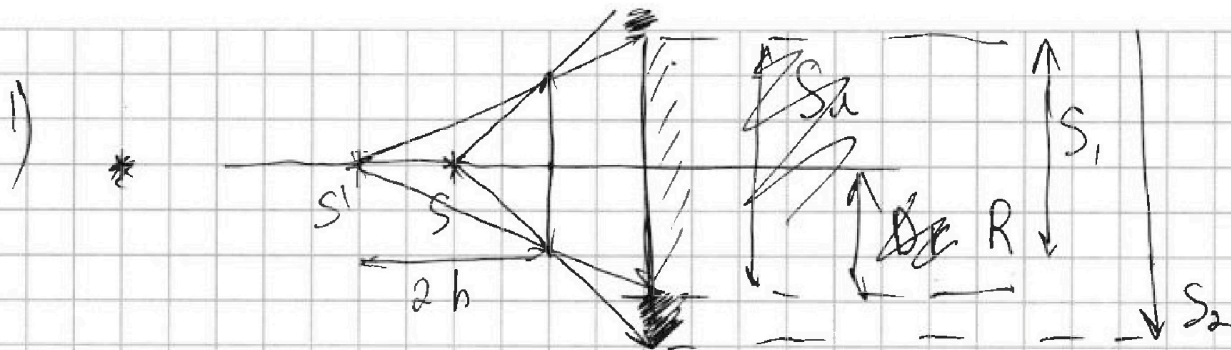




1 2 3 4 5 6 7

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!



$$S_1 = \pi R^2 = \pi \left(\frac{3h}{2} \right)^2 = \frac{9\pi h^2}{4}$$

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

$$\frac{16-9}{4} = \frac{7}{4}$$

$$S_{\text{нач}} = \pi R^2 = \frac{9\pi r^2}{4}$$

$$S_2 = \pi R_2^2$$

$$\frac{R_2}{r} = \frac{h+l}{h} = \frac{2h}{h} = 2 \Rightarrow R_2 = 2r$$

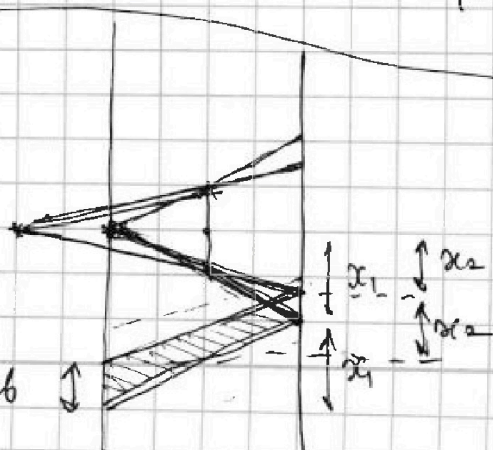
$$\Rightarrow S_2 = 4\pi r^2$$

$$S_{\text{нач}} = S_2 - S_1 = \pi r^2 \left(4 - \frac{9}{4} \right) =$$

$$= \pi r^2 \cdot \left(\frac{16-9}{4} \right) = \frac{7}{4} \pi r^2 = \frac{7}{4} \cdot \pi \cdot 2^2 =$$

$$= 7\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

2)



$D_{\text{нач}}$

$S_{\text{нач}} =$



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!

