

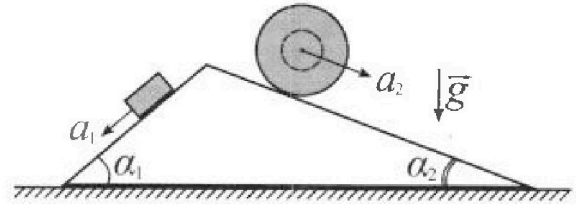
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ).

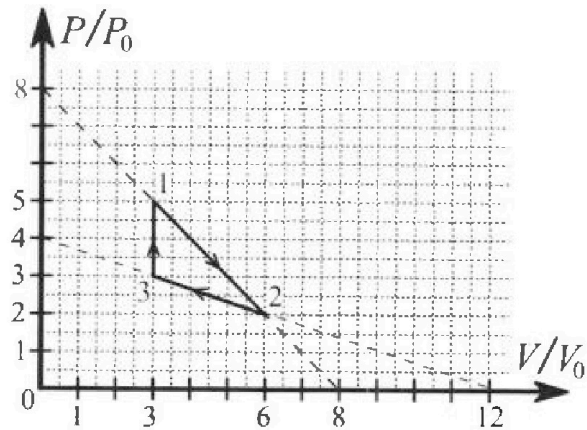


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.



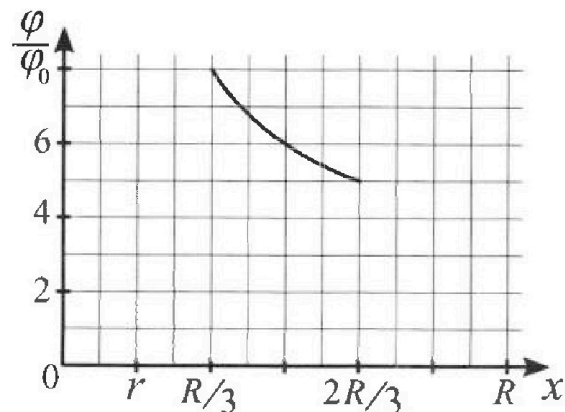
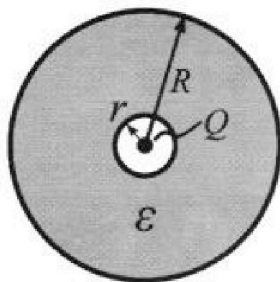
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.).

Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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





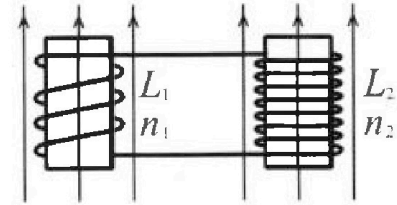
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



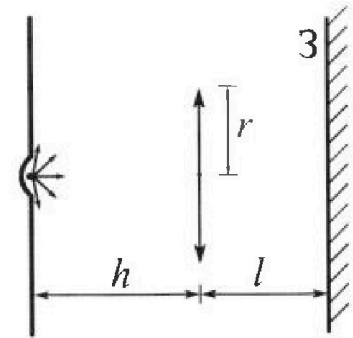
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma n$ , где  $\gamma$  - 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.

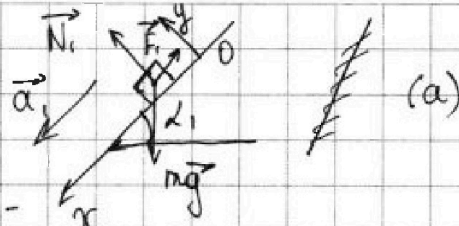


1  2  3  4  5  6  7

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) пус а:



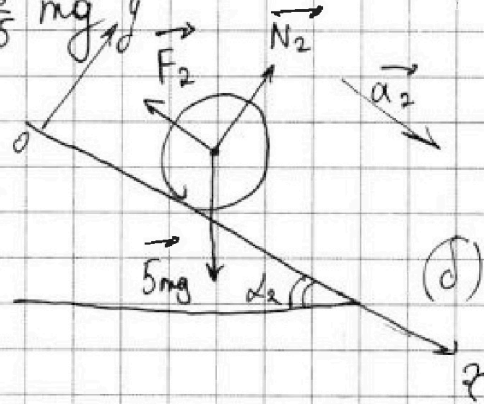
По II 3л:

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

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

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

2) пус б:



По II 3л:

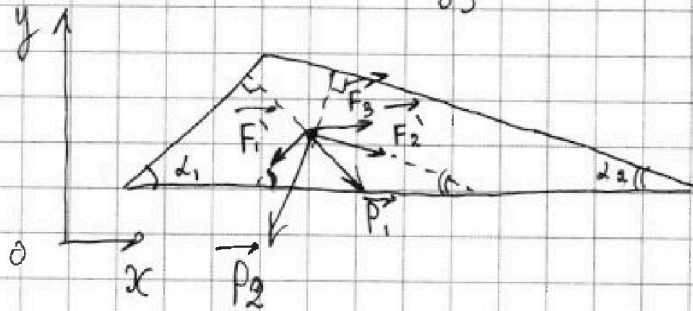
по оси Ox:  $5 m a_2 =$

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

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

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

3) пус в:



~~XX/d~~

По II 3л, мк

Клин в покое  $\Rightarrow$

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

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

$F_2'$  и  $F_1'$  -  $F$  реакции <sup>на клин</sup> со стороны шара и бруска соответственно.

$P_1$  и  $P_2$  -  $P$  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!

~~17/18/19~~ 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.  $\mu$  с  $\alpha$  и  $\beta$

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

$$- mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$$

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

$$i = 3 (\text{раз одинаковой})$$

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

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

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

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

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

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

$$\cancel{V_{12}} \neq \text{из ур. Менделеева-Клапейрона} \Rightarrow T_{12} = \frac{P_{12} V_{12}}{\nu R}$$

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

( $T \max$  в процессе 1-2)

$$\cancel{V_{12}} \neq \text{из } * \Rightarrow P_{12} = 8P_0 - \frac{V_{12} P_0}{V_0}$$

$$\cancel{V_{12}} \neq \text{из } * \Rightarrow F = \frac{P_{12} V_{12}}{\nu R} \Rightarrow F = \frac{8P_0 V_{12} - \frac{V_{12}^2 P_0}{V_0}}{\nu R}$$

(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!

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

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

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

$$\downarrow$$

$$P_{12} = 4P_0$$

$\downarrow$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\downarrow$$

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

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

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



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

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

#2  $\varphi$  внутри шара  $R = \frac{kQ}{\epsilon d}$  (где  $d$  - радиус до центра)

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

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

$\Rightarrow (\varphi_{\frac{3R}{4}} - \varphi_r) = \left( \frac{4kQ}{3R} - \frac{kQ}{r} \right) : \epsilon = \Delta\varphi_1$

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  
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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_0 = \varphi_R + \frac{kQ}{RE} - \frac{kQ}{rE} =$$

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

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





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!

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

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

=>

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

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

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

$$2) I = \sum dI$$

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

$|\mathcal{E}_2| = ||\mathcal{E}_1| - |\mathcal{E}_2||$  ( $\mathcal{E}_1$  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))

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

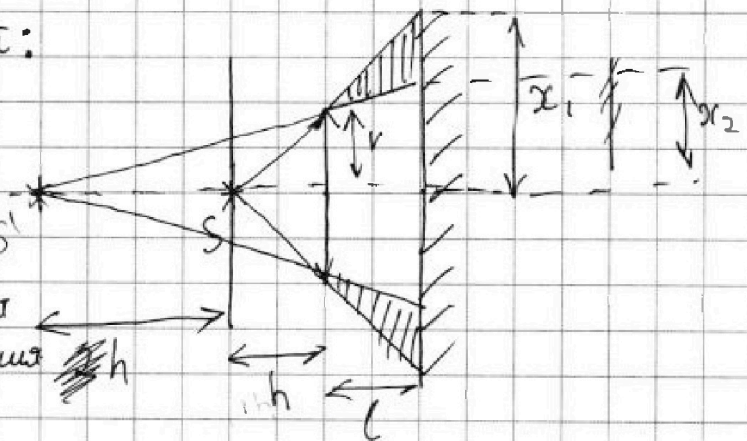
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{2F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = -\frac{1}{2h} \Rightarrow f = -2h$$

Изобразим ход лучей:

изоб.

лучи из  $S$ , выходящие в  $S'$

в крайних точках преломляются так, что их продолжения образуют  $S'$



Разница между 2-мя светящимися участками, образованными лучами не прошедшими через линзу и прошед. через неё будет равна часть зеркала.

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

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

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

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

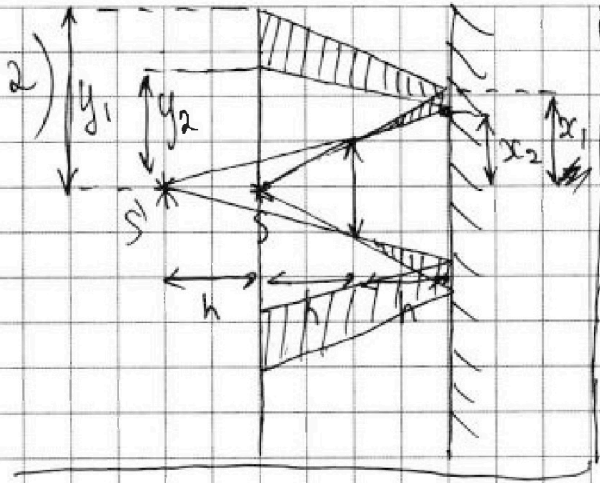


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$S_2 (\text{Стеши в пункте 2}) =$$

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

$$\text{Из построений} = 7$$

$$\Rightarrow y_2 = 2x_2$$

$$y_1 = 2x_1$$

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

$$S_2 = \pi \cdot 16r^2 - \pi \cdot \frac{36}{4}r^2 =$$

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

$$\text{Ответ: 1) } S_1 = 7\pi$$

$$2) S_2 = 28\pi$$



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 \_\_

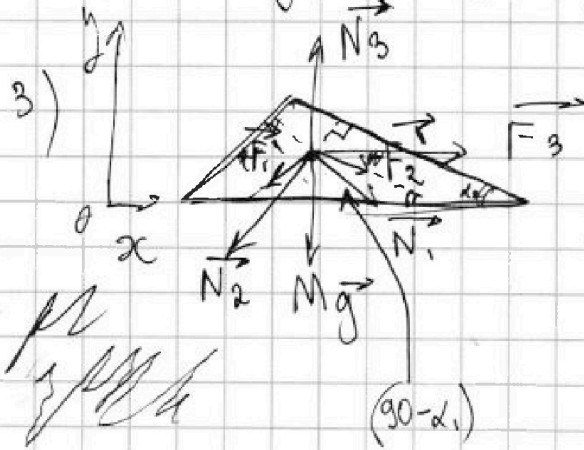
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

По 23к: ~~5ma\_2 = 5mg \sin \alpha\_2 - F\_2~~

2) 
$$F_2 = 5mg \sin \alpha_2 - 5ma_2$$

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

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



По 13к:

$\sum F_y: N_3 = Mg$

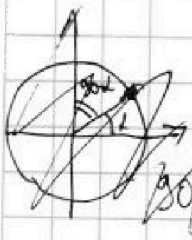
$\sum F_x: Mg = N_2 + N_1$

$N_3 = Mg + N_1 \cos \alpha_1$

$\sum F_y: N_3 = Mg + N_1 \cos \alpha_1 + N_2 \cos \alpha_1 + F_2' \cos \alpha_2 + F_1' \cos \alpha_1 \Rightarrow \sum F_y = 0$

$\sum F_x: Mg \sin \alpha_1 = F_3 + F_2' \cos \alpha_2 + N_1 \cos(90 - \alpha_1) - F_1' \cos \alpha_1 - N_2 \cos(90 - \alpha_2)$

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



По 13к  $\vec{F}_1' = -\vec{F}_1 \Rightarrow F_1' = F_1 \dots$

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

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

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!

$I_1 = \frac{2}{3} m R^2$  - левый шар  
 $I_2 = \frac{2}{5} m R^2$  - правый шар

По  $\perp z$  и  $\parallel z$ :  $N_1 + F_1 + mg = ma$   
 По оси  $Ox$ :  $ma_x = N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1$   
 По оси  $Oy$ :  $ma_y = mg - N_1 \cos \alpha_1 - F_1 \sin \alpha_1$   
 $\sqrt{a_x^2 + a_y^2} = a$

$Ox$ :  $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma$   
 $F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma$   
 $F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$

$a_2 = \frac{a_1}{2\pi}$   
 $425 : 25 = 17$   
 $\frac{17}{17} = 1$   
 $\frac{17}{17} = 1$   
 $\frac{17}{17} = 1$



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!

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

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

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

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

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

$$\text{Реш. } F = T(V_{12})$$

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

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

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

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

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

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

$$3) \eta = \frac{Q_H - Q_{2c}}{Q_H}$$

$$\cancel{Q_H} = \cancel{Q_{2c}} + Q_{12}$$

$$Q_{2c} = Q_{23}$$



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!

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + 5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

N2  $i=3$   $\gamma = \frac{3}{2} \sqrt{RT}$

$$\frac{P_1}{P_1'} + \frac{V_1}{V_1'} = 1$$

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

$$A_{\text{max}} = \frac{(P_1 - P_3) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = \frac{(5P_0 - 3P_0) \cdot (6V_0 - 3V_0)}{2} = \frac{2P_0 \cdot 3V_0}{2} = 3P_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T = \frac{i}{2} (\sqrt{RT_1} - \sqrt{RT_3}) = \frac{i}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot (15 - 9) = 9P_0 V_0$$

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

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!

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

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

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

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

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

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

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

$$= -\frac{9}{2} P_0 V_0$$

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

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

$$= 9 P_0 V_0 \quad (+Q_{31})$$

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

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

~~Вне масс. шара:~~

Масс. шаров  $\Rightarrow$  если он заряжен, то  $\varphi_5$  (Большой шар)  $= \frac{kq}{R}$

Вне масс. шара:  $R$

$$E = \frac{kq}{R^2}$$

$$\varphi = \varphi_5 + \frac{kQ}{\epsilon_0 x} \Rightarrow \varphi_5$$

$$W = \frac{kq}{R}$$

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

$$\varphi = \frac{kq}{R}$$

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

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!

~~$\varphi_0$~~  Пусть  $\frac{R}{3} = m_1$ ,  $\frac{2R}{3} = m_2$ ,  $\frac{3R}{4} = m_3$

$$\varphi_1 = \varphi_0 + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_2 = \varphi_0 + \frac{3kQ}{\epsilon 2R}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_3 = \varphi_0 + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{10}{9} \cdot \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(3 - \frac{5}{3}\right) + \varphi_0 =$$

$$= \frac{4}{3} \frac{kQ}{\epsilon R} + \varphi_0$$

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

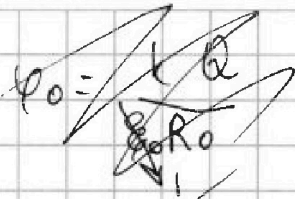


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

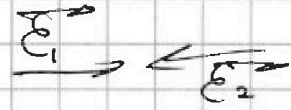
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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  $\mathcal{E} = 1 \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = -\frac{3kq}{R} - \frac{3kq}{2R} = -\frac{8kq}{2R}$~~



нч

1)  $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E}_i = -\frac{S \Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E}_i = n_1 S \alpha$   
 $\Phi = B \cdot S \cdot n_1$

~~$\mathcal{E}_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow n_1 S \alpha = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$~~   
 ~~$\frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{n_1 S \alpha}{L}$~~   
 ~~$\frac{1}{12} - \frac{1}{12} = \frac{3}{12} - \frac{1}{4} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$~~

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

$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{n \cdot S \cdot \alpha}{L + 9L} = \frac{n S \alpha}{10L}$

2)  $I = \int dI$

$\frac{dI}{dt} = -\frac{\mathcal{E}_i}{L} \Rightarrow |I| = \int \frac{|\mathcal{E}_i|}{L} \cdot dt$

$|\mathcal{E}_i| = |\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2|$

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



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!

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

$$L_1 + L_2$$

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

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

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

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

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

$$\frac{B_0 S}{3} - \frac{B_0 S}{4} = \frac{B_0 S}{12} - \frac{3B_0 S}{12} = -\frac{2B_0 S}{12} = -\frac{B_0 S}{6}$$

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

$$= \frac{B_0 S n}{12} \cdot \frac{1}{10L} = \frac{B_0 S n}{120L}$$

N 5

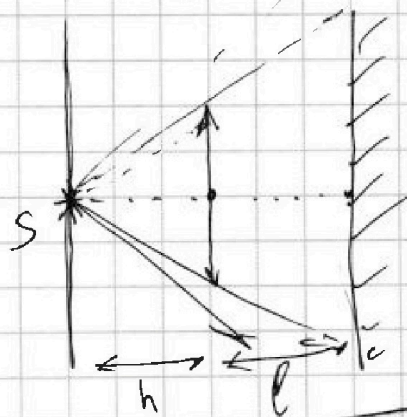
Выше через линзу:

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

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

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

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



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

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

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



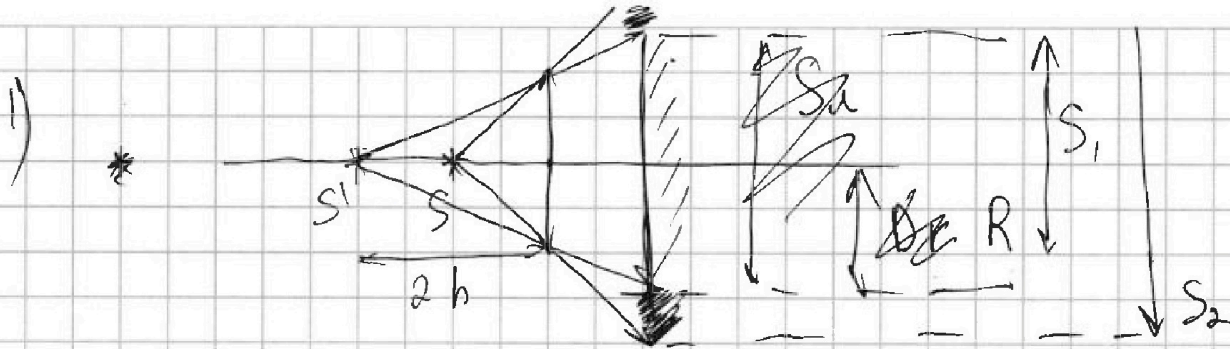


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot 2h \cdot 3h = 3h^2$$

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

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

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

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

$$S_2 = \pi R_2^2$$

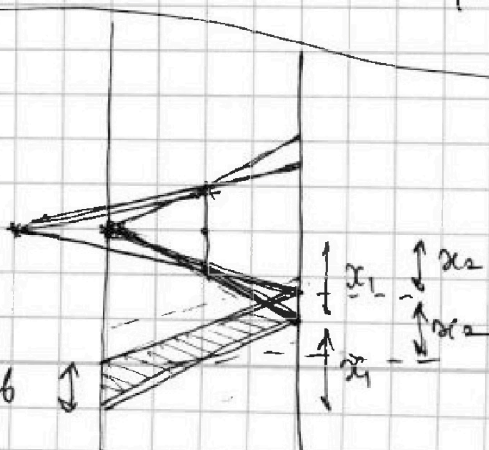
$$\frac{R_2}{r} = \frac{h+l}{h} = \frac{2h}{h} = 2 \Rightarrow R_2 = 2r$$

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

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

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

2)



$D_{\text{сегм}} =$

$S_{\text{сегм}} =$



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

