

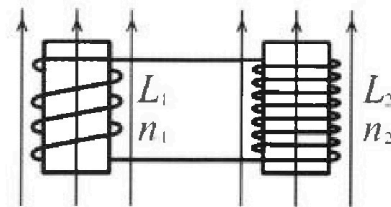
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

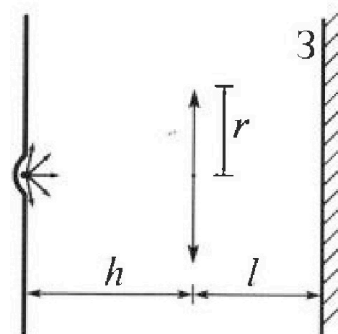


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

Handwritten calculations for problem 5:

$$N_1 = \frac{9}{5} m\gamma$$

$$\frac{5 \cdot 15}{17} m\gamma$$

$$\frac{16 \cdot 9}{5 \cdot 5 \cdot 17} - \frac{9 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17}$$

$$= \frac{16 \cdot 9}{5 \cdot 5 \cdot 17} - \frac{9 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17}$$

$$= \frac{16 \cdot 9 - 9 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17}$$

$$= \frac{144 - 459}{5 \cdot 5 \cdot 17}$$

$$= \frac{-315}{5 \cdot 5 \cdot 17}$$

$$= \frac{8 \cdot 3}{17} m\gamma$$

$$= \frac{9 \cdot 7}{5 \cdot 17}$$



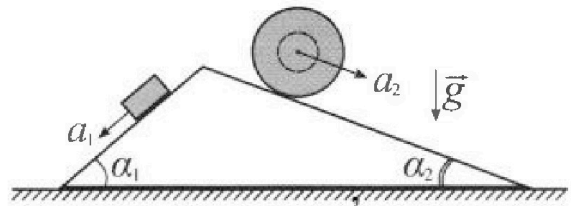
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

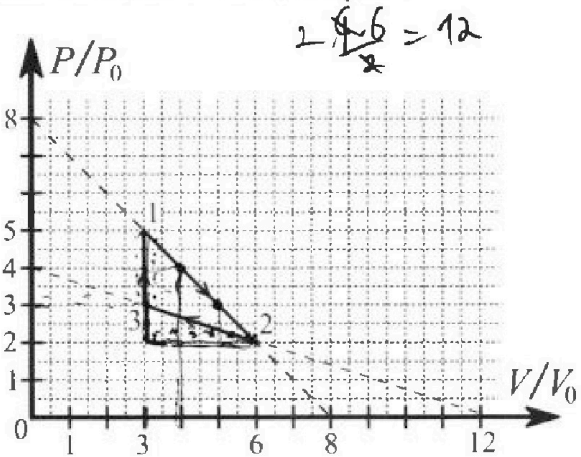


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

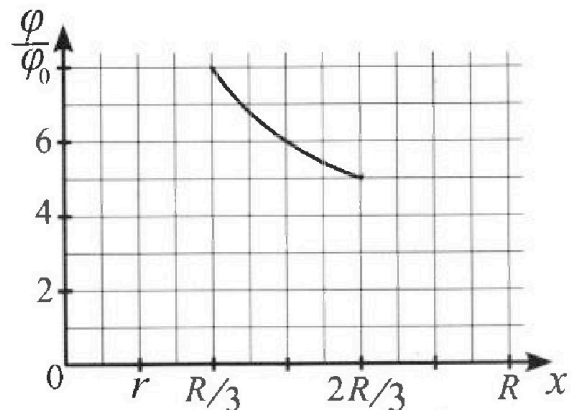
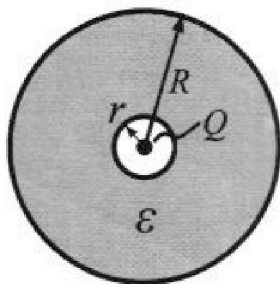
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .





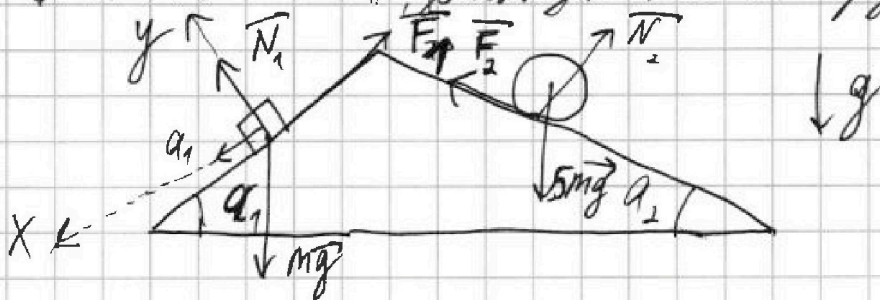
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

### Задача 1/1

Разобьем сил действующих на брусок и шарик шар.



2 ЗН на ось y для бруска: (Ускорение по оси y равно 0)

$$N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0; \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1$$

2 ЗН на ось x:

$$N_1 = \frac{4mg}{5}$$

~~$$mg \sin \alpha_1 - F_1 = m \cdot a_1 = 0$$~~

$$mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1 = m \cdot a_1 = \frac{7mg}{17}$$

$$\Rightarrow F_1 = mg \left( \sin \alpha_1 - \frac{7}{17} \right) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{16}{85} = \frac{16mg}{85}$$

2 ЗН на ось y для шарика: (Ускорение по оси y равно 0)

$$N_2 - 5mg \cos \alpha_2 = 0; \Rightarrow N_2 = \frac{5 \cdot 15}{17} mg$$

$$\Rightarrow N_2 = \frac{75}{17} mg$$

2 ЗН на ось x:

$$5mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 = 5m \cdot a_2 = 5mg \cdot \frac{8}{17}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

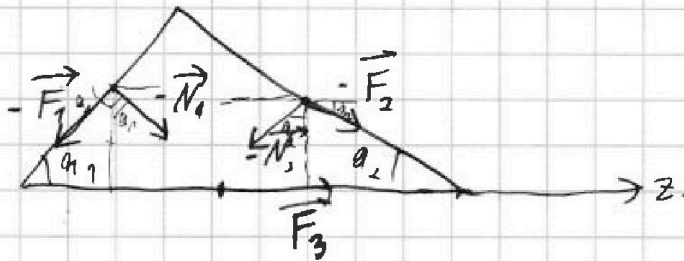
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow F_2 = mg \left( \frac{5 \cdot 8}{17} - \frac{8}{5} \right) = mg \cdot \frac{64}{85}$$

Из 3 ЗН скажем силой действует КЛМН на груз, с

можно же по модулю, по ориентированной по ~~горизонтали~~ направлению силой действует груз на КЛМН

Рассмотрим сил на КЛМН



Спроектируем сил на ось z и запишем 2 ЗН на ось z.

$$F_3 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 = 0.$$

$$\Rightarrow F_3 = \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} mg - mg \cdot \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} - \frac{4mg \cdot 3}{5 \cdot 5} + \frac{16 \cdot 9}{85 \cdot 5} mg$$

Ура! Ответы посчитаны, без калькулятора (ах)

$$F_3 = \frac{mg(5 \cdot 15 \cdot 8 - 64 \cdot 3)}{17 \cdot 17} + \frac{16 \cdot 9 - 4 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 5 \cdot 17} mg =$$

$$= \frac{mg \cdot 8 \cdot 3 \cdot 77}{17 \cdot 17} + \frac{4(16 - 3 \cdot 17)}{5 \cdot 5 \cdot 17} mg = \frac{24}{17} mg -$$

$$- \frac{4 \cdot 7}{5 \cdot 17} mg = \frac{92}{85} mg.$$

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



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  
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!

Заметим, что  $V = 4V_0$ . Крестик в "узелочке" находится 1-2  
 $\Rightarrow$  Там макс. температура

$$\Rightarrow VR T_{\max} = p_0 \left( 8 \cdot 4V_0 - \frac{16V_0^2}{V_0} \right) = 16p_0 V_0$$

$$VR T_2 = 6V_0 \cdot 2p_0 = 12p_0 V_0$$

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

3) На участке  $3 \rightarrow 1$ : мы получаем тепло, так как  $dU < 0$   
 $dA_p = 0$  ~~и при этом не совершаем работу~~  
~~и не получаем тепло~~

На участках  $2 \rightarrow 3$  и  $1 \rightarrow 2$  калорим обмен на тепло и на работу.

Итак:  $p_{ext} = p + \beta V$ ; рассмотрим при каком объеме мы совершим работу, а при каком объеме при увеличении объема.

$$dQ = dA_p + \frac{3}{2} VR dT; \quad VR T = p \cdot V \Rightarrow VR dT = p dV + V dp$$

$$\Rightarrow dQ = p dV + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

из уравнения состояния  $dp = \beta dV$

$$\Rightarrow dQ = \frac{5}{2} (p + \beta V) dV + \frac{3}{2} V \beta dV =$$

$$= \frac{dV}{2} (5p + 8\beta V) \quad \text{и т.д.}$$

~~Итак, получаем работу~~



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

Задача 1/3.

В гравитационном поле  $\vec{g} \in \text{const}$  и  $\vec{a} = \vec{g}$ .

$$\Rightarrow E_{\text{грав}} = \frac{K \cdot g}{\epsilon x^2}; \quad \text{при } r \leq x \leq R.$$

$$E_{\text{грав}} = \frac{K \cdot g}{x^2}; \quad \text{при } -x < r \text{ и } x > R.$$

Потенциал на бесконечности гравитационного поля равен.

$$\varphi_{\infty} = - \int_{\infty}^R E_{\text{грав}} dx = \frac{KQ}{R}.$$

$$\uparrow \varphi' - \varphi_x = - \int_R^{\frac{3R}{\epsilon}} E_{\text{грав}} dx; \quad \text{здесь рассматриваем } E_{\text{грав}} \text{ внутри}$$

гравитационного

$$\varphi' - \varphi_x = - \frac{KQ}{\epsilon} \left( -\frac{1}{3R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{KQ}{3\epsilon R}$$

$$\Rightarrow \varphi' = \frac{KQ}{3\epsilon R} + \frac{KQ}{R} = \frac{KQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{3\epsilon} \right)$$

Найдём  $\varphi$  при  $x = \frac{R}{3}$ ;  $x = \frac{2R}{3}$ .

$$\begin{aligned} \varphi_{\frac{R}{3}} &= \varphi_x - \int_R^{\frac{R}{3}} E_{\text{грав}} dx = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) = \\ &= \frac{KQ}{R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{\frac{2R}{3}} &= \varphi_x - \int_R^{\frac{2R}{3}} E_{\text{грав}} dx = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right) = \\ &= \frac{KQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{2\epsilon} \right) \end{aligned}$$



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

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!

$$\Rightarrow 5\varphi_0 = \frac{K_0}{R} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon}\right) \quad \text{= (из условия)}$$

$$8\varphi_0 = \frac{K_0}{R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon}\right)$$

делим одно на другое:

$$\frac{8}{5} = \frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}}; \quad \frac{8}{5} + \frac{4}{5\varepsilon} = 1 + \frac{2}{\varepsilon}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{5} = \frac{2}{\varepsilon} - \frac{4}{5\varepsilon} = \frac{6}{5\varepsilon} \Rightarrow \varepsilon = \frac{6}{3} = 2.$$

Ответ: 1)  $\varphi_0 = \frac{K_0}{R} \left(1 + \frac{1}{3\varepsilon}\right)$  2)  $\varepsilon = 2$ .



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

### Задача №4

1) Пл.к. соприкасающиеся катушки очень мало, то мы можем считать их скрученными  $\Rightarrow$  поток через сторону из 2 катушек  $\Rightarrow \Phi = \text{const} \cdot (\text{число витков от } 0 \text{ и ток скрученной катушки})$ .

$$\text{Возьмем нормальный поток: } \Phi = B_1 \cdot S \cdot n_1 - B_2 \cdot S \cdot n_2,$$

$B_1$  и  $B_2$  - поле в 1 и 2 катушке знак - по  $B_2$  от к. поле  $\Rightarrow$  ориентируясь к нормали к поверхности.

$\Rightarrow$  ~~ток~~ Поток в катушке протечет ток  $I$

$$\Rightarrow \Phi = B_1 S n_1 - B_2 S n_2 + (L_1 + L_2) I, \text{ где } B_1 \text{ и } B_2$$

тоу в какой-то момент времени в 1 и 2 катушке.

Для 1 катушки  $B_2 = \text{const}$ ; дифференцируем поток по времени и приравняем это к нулю.

$$\Rightarrow 0 = \frac{dB_1}{dt} S n_1 + (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}; \text{ из условия } \frac{dB_1}{dt} = -a.$$

$$\Rightarrow a S n_1 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{a S n_1}{L_1 + L_2} = \frac{a S n}{10L}$$

2) Опери дифференцируем по времени, но теперь из условия еда ток (и  $B_1$  и  $B_2$ )

$$0 = \frac{dB_1}{dt} S n_1 = \frac{dB_2}{dt} S n_2 + (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}; \text{ ; } dt.$$

$$\Rightarrow 0 = dB_1 S n_1 = dB_2 S n_2 + (L_1 + L_2) dI.$$

Магнитная индукция как функция времени





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!

$$0 = \Delta B_1 \cdot S \eta - 3 \Delta B_2 \cdot S \eta + 10 L \Delta I$$

$$\Delta B_1 = \frac{2 B_0}{3} - B_0 = -\frac{B_0}{3}; \quad \Delta B_2 = \frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} = -\frac{B_0}{4}$$

$$\Delta I = I_K$$

$$\Rightarrow 0 = -\frac{B_0 S \eta}{3} + \frac{3 B_0 S \eta}{4} + 10 L I_K$$

$$\Rightarrow 10 L I_K = -\frac{5 B_0 S \eta}{12} \Rightarrow I_K = -\frac{B_0 S \eta}{24 L}$$

$$|I_K| = \frac{B_0 S \eta}{24 L}$$

(знак минус говорит, что  
ток не уйдет из катушки  
направо)

Ответ: 1)  $\frac{dI}{dt} = \frac{0 S \eta}{10 L}$  ; 2)  $|I_K| = \frac{B_0 S \eta}{24 L}$

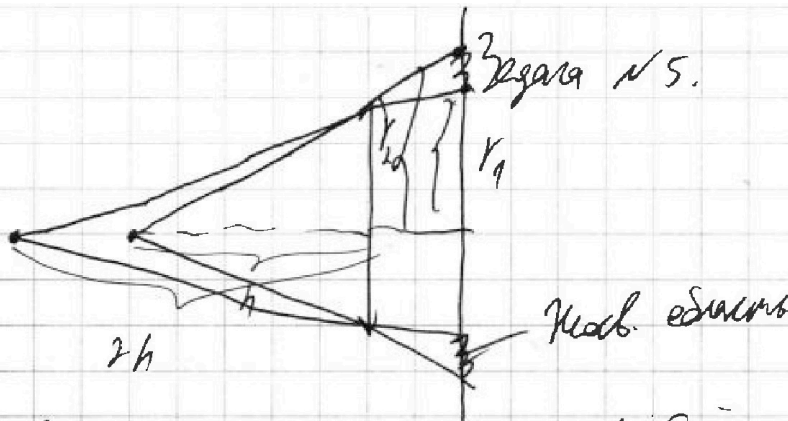


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

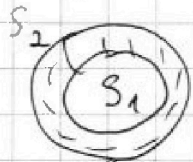
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Из формул тонкой линзы найдем ее фокус изображений  
раствора.  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ ;  $\frac{1}{f} + \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow \frac{1}{f} = -\frac{1}{2h}$

$f = -2h$  (По оси в координатной системе через  $2h$  от  
центра). Все лучи которые пройдут через точку центра  
как будто от изогнутого центра изображения.

Продлим луч, который еще не прерывался в линзе и  
который прерывался через точку будет Масб. от. м. к  
ни один луч может не может разойтись.



← Будет вот такое изображение кольца.

Из подобия  $\frac{r_2}{r} = \frac{h+1}{h} = \frac{2h}{h} = 2 \Rightarrow r_2 = 2r$

$\frac{r_1}{r} = \frac{2h+1}{2h} = \frac{3h}{2h} = \frac{3}{2} \Rightarrow r_1 = \frac{3}{2} \cdot r$

$S_{\text{коль}} = S_2 - S_1 = \pi \cdot r_2^2 - \pi \cdot r_1^2 = \pi r^2 \left( 4 - \frac{9}{4} \right) =$   
 $= \pi r^2 \cdot \frac{7}{4}$ ;  $S_{\text{коль}} = \frac{7\pi}{4} \cdot 2^2 = 7\pi \text{ [см}^2\text{]}$

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.

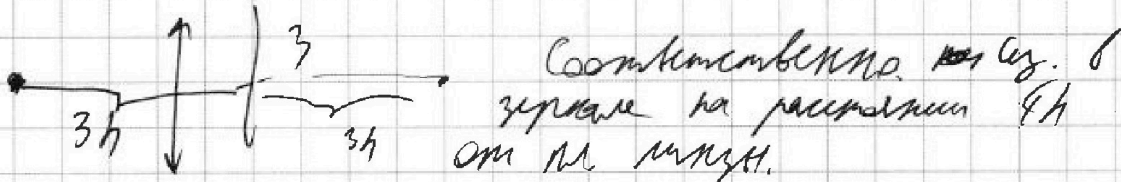


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

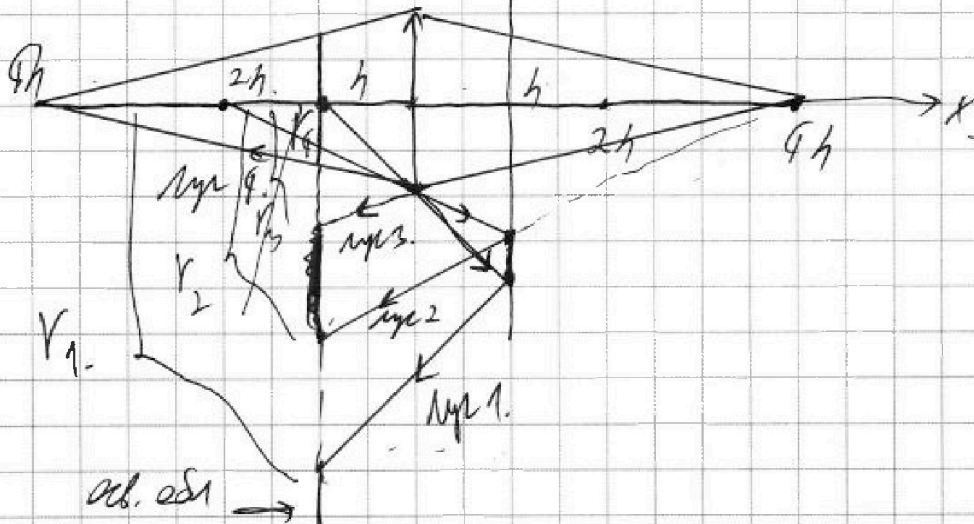
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Найти изображение в зеркале от ~~10~~ лампы.



Найти по формуле тонкой линзы где будет это изображение.

$$\frac{1}{4h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{2h} \Rightarrow f = 4h \cdot 3.$$



Нарисуем луп 1 крайний свет от реальной лампы, пройдет через центр края ~~линзы~~ линзы но не преломится. Все лучи крайнего света из лампы на большом угле пройдут в линзу, т.е. поле зрения увеличится в области. луп 2 - луп выходящий из 1 из края лампы. крайний по краю линзы проходящий между 1 раз. луп 3 самый крайний луч проходящий между 1 раз. луп 4 - самый крайний луч проходящий между 2 раз.

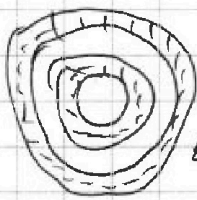
луч рисунка неосвещенная область между луп 1 и луп 2 и между луп 3 и луп 4.



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!



Найдите радиусы всех кругов.

← Вам дана картинка

$$r_1 = 2 \cdot 2r = 4r. \quad \text{---} \quad r_1 = 8 \text{ см}^2$$

$$r_2 = r \cdot \frac{2h + 1 + 1 + h}{2h} = r \cdot \frac{5}{2} ; r_2 = 5 \text{ см}^2$$

$$r_3 = r \cdot \frac{5h}{4h} = \frac{5}{4}r ; r_3 = 2,5 \text{ см}^2$$

$$r_4 = r \cdot \frac{3h}{4h} = \frac{3}{4}r = 1,5 \text{ см}^2$$

$$S_1 = \pi (r_1^2 - r_2^2) = \pi (64 - 25) \text{ см}^2, \text{ это}$$

$S_1$  - площадь 1-го слоя кольца

$$S_2 = \pi (r_3^2 - r_4^2) = \pi (6,25 - 2,25) = 4\pi.$$

$$S_1 = 39\pi ; S_{\text{ит}} = S_1 + S_2 = 43\pi \text{ см}^2.$$

Ответ: 1)  $S_{\text{куч}} = 7\pi$ ; 2)  $S'_{\text{ит}} = 43\pi$ .





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  
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!

Найти мин. темп. точки для каждого из процессов (при условии  $dQ=0$ )  
 $1 \rightarrow 2$ ;  $L = 8p_0$ ;  $p = -\frac{p_0}{V_0} \Rightarrow V_{кр1} = \frac{5 \cdot 8p_0 \cdot V_0}{8p_0} = 5V_0$

$\Rightarrow$  При  $V < V_{кр}$  - темп. повышается, при  $V > V_{кр}$  - понижается.  
 $V_{кр} = -\frac{5L}{8p_0}$

$2 \rightarrow 3$ ;  $L = 4p_0$ ;  $p = -\frac{4p_0}{12V_0} = -\frac{p_0}{3V_0}$   
 $V_{кр2} = \frac{5 \cdot 4p_0 \cdot 3V_0}{p_0 \cdot 2} = \frac{15}{2} V_0 = 7.5V_0$

$\Rightarrow$  Макс. темп. в процессе  $2 \rightarrow 3$  темп. понижается (охлаждение, темп. направителе процесса растет. Мин. температура в  $1 \rightarrow 2$ )

$Q_{31} = \Delta U = 9p_0 V_0$ ; Темп. в процессе  $3 \rightarrow 1$   $V = \text{const} \Rightarrow A_{31} = 0$

Теперь рассчитаем темпатуру, приходящую к газу в процессе  $1 \rightarrow 2$  пока его ~~температура~~ ~~давление~~ не стал  $5V_0$ .

$A_{12} = \frac{5p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 = 8p_0 V_0$  (Посчитал как площадь под графиком)

$\Delta U' = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(pV) = \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 5V_0) =$

$= 0$ ;  $Q = A_{12} + \Delta U' = 8p_0 V_0$

$\Rightarrow Q_+ = Q + Q_{31} = 17p_0 V_0$

$\Rightarrow \eta = \frac{A_{12}}{Q_+} = \frac{8p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{8}{17}$

Ответ: ~~1)  $\frac{18p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{18}{17}$~~  2)  $\frac{T_{max}}{T_+} = \frac{9}{3}$  3)  $\eta = \frac{12}{17}$

1)  $\frac{18p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{18}{17}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

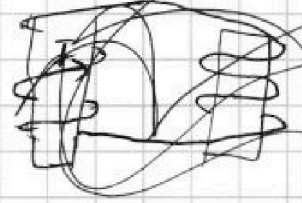
Задача №4.

III. К цилиндрической катушке радиуса  $R$ , по которой течет ток  $I$ , из  $2$  катушек будем наматывать проволоку,

~~какая катушка будет сильнее намагничена?~~  
 Иное в катушке формирует ЭДС, что будет увеличиваться и уменьшаться пока до тех пор пока  $\varphi$  не станет нулем за счет потока созданного этой катушкой.

III. Какое направление будет у магнитного поля в катушке, т.к. они направлены вправо от зритель.

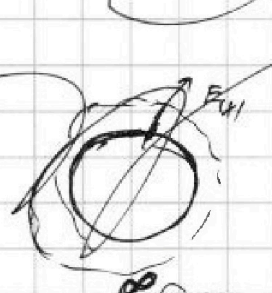
$$\frac{d\varphi}{dt} = S \cdot n \cdot \frac{dB}{dt} = + S n \cdot \frac{dB}{dt} = - S n \cdot \alpha$$



~~если магнитное поле направлено вправо.~~

$$\frac{d\varphi}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{3}{2} \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$



$$- \int E_{ind} \cdot dl = \frac{1}{R} (1 + \frac{2}{3})$$

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{4}{3R}$$

$$\int E_{ind} \cdot dl$$

$$\frac{3}{2} \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{5}{2R}$$

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$



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
<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!

