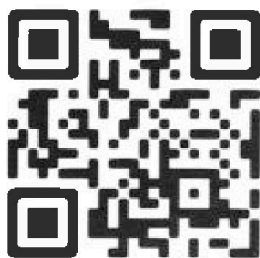


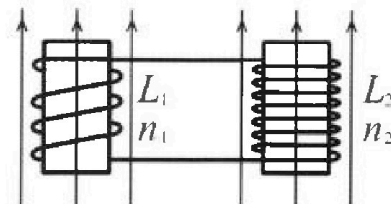
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

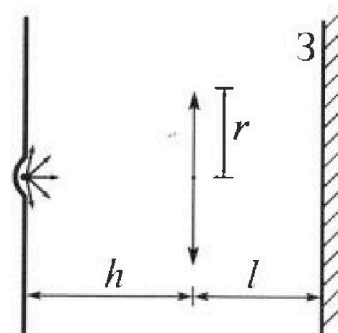


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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



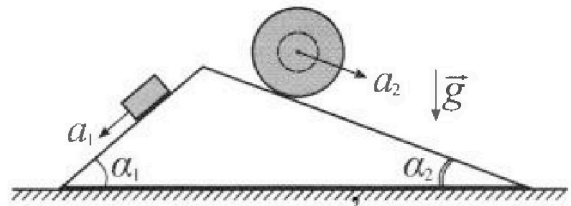
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

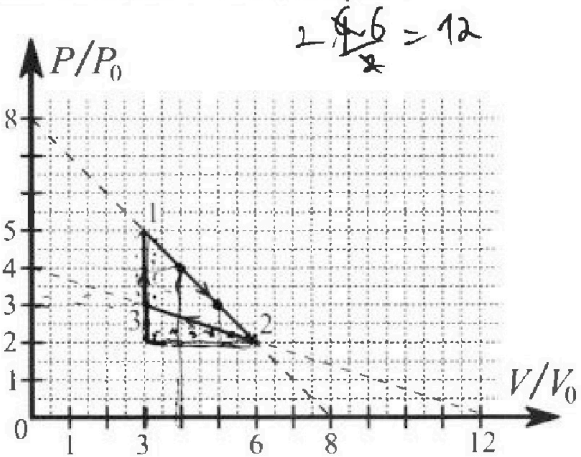


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

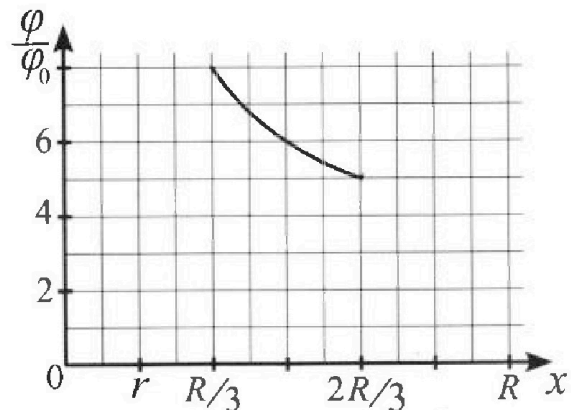
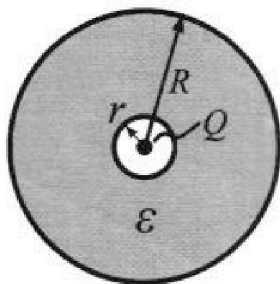
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .





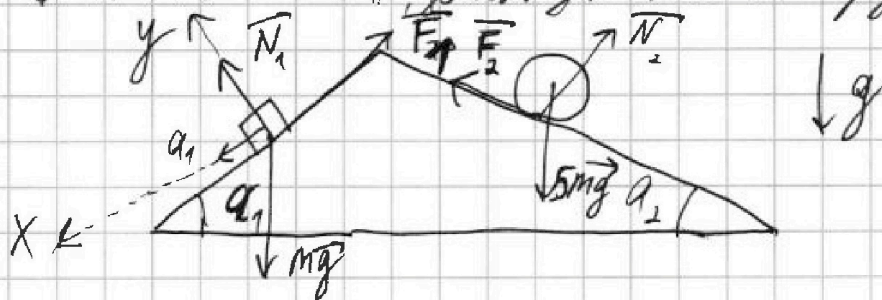
1  2  3  4  5  6  7

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 11

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:

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

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

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

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

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

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

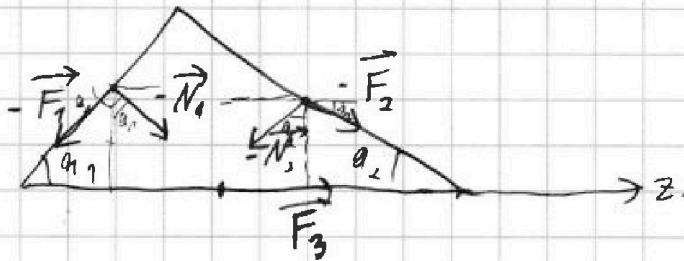
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

Из 3 ЗН скажем силой действует клин на груз, с

можно же по модулю, по ориентированной по ~~горизонтальной~~ направлению силой действует груз на клин

Рассмотрим сил на клин



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

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

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

Ура! Ответов не считайте, все вычисляйте (или с калькулятором)

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

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

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

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 так как  $dU < 0$  то  $dQ > 0$~~   
~~и так как  $dU < 0$  то  $dQ > 0$~~

На участках 2  $\rightarrow$  3 и 1  $\rightarrow$  2 калорим отводят или получаем.

Итак:  $p_{ext} = \alpha + \beta V$ ; рассмотрим при каком объеме мы получим максимум, а при каком отведем 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 получаем  $dp = \beta dV$

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

$$= \frac{dV}{2} (5\alpha + 8\beta V)$$

~~Получим максимум при  $dQ = 0$~~



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  
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 заданном поле  $\epsilon \in \text{раз.}$  и  $\text{наб.}$

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

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

Потенциал на бесконечности задан равен.

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

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

заданного

$$\varphi' - \varphi_x = - \frac{KQ}{\epsilon} \left( -\frac{4}{3R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{KQ}{3\epsilon R}$$

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

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

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

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



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) ПТ. К соприкасающимся катушкам один мал, то мы можем считать их сферическими  $\Rightarrow$  Поток через сторону из 2 катушек  $\Rightarrow \Phi = \text{const} \cdot (\text{число витков от } 0 \text{ и ток скрутки витков вилки соприкасающихся})$ .

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

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

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

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

тогда 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) Опять 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 постоянная величина





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  
токте не указываем направление)

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

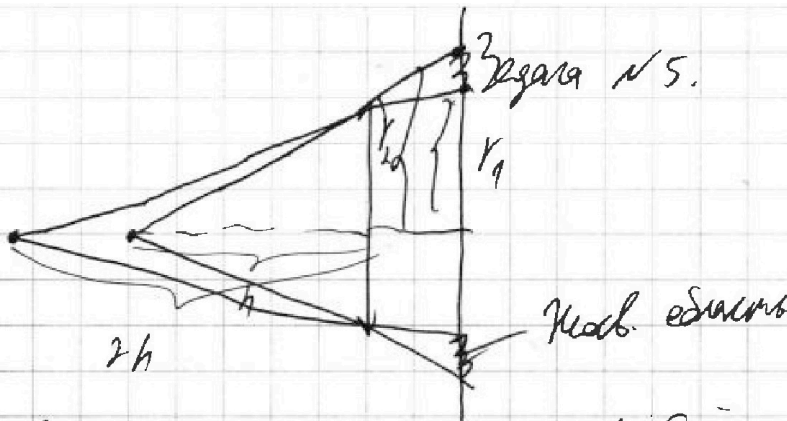


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

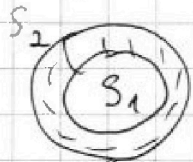
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

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

Продлим луч, который еще не прерывался в линзе и который прерывался через точку будут как будто от линзы. Ни один луч через нее не может пройти.



← Будет вот такое изображение кольца.

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

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

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

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.

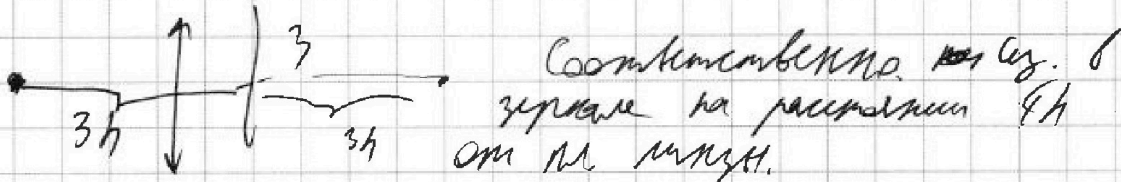


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

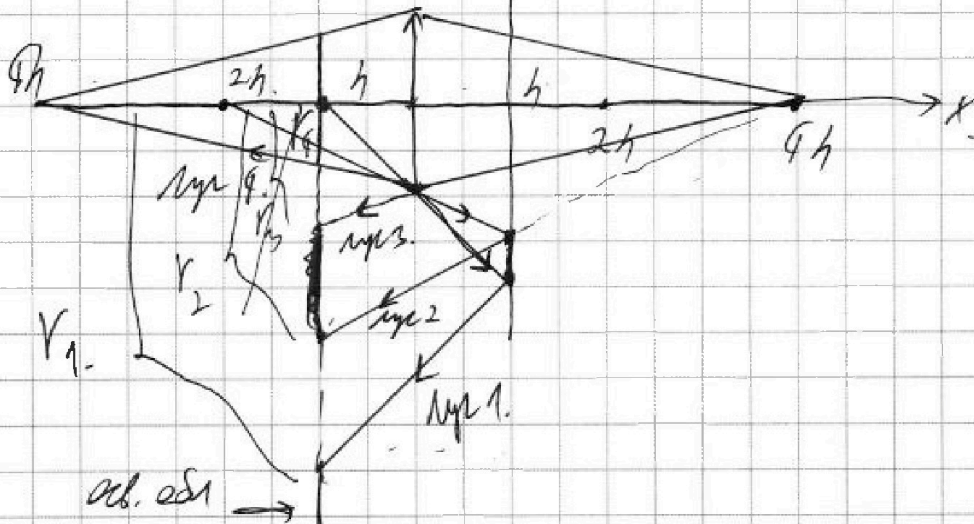
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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 луч 1 крайний луч от реальной лампы, пройдет через центр линзы ~~и не преломится~~ и не преломится. Все лучи крайние выйдут из лампы на больший угол и пройдут в точку, т.е. возле луча 1 выделена об. область. Луч 2 - луч выходящий из 1 из края лампы, пройдет по краю линзы преломится между 1 раз. Луч 3 - самый крайний луч преломится между 1 раз. Луч 4 - самый крайний луч преломится между 2 раз.

луч рисунка не освещенная область между луч 1 и луч 2 и между луч 3 и луч 4.

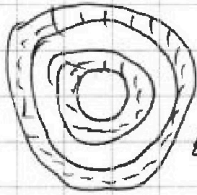


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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)  $S_{\text{кв}} = 7\pi$ ; 2)  $S_{\text{ит}} = 43\pi$ .



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!

## Задача 12.

1) Найти работу газа за цикл, как показано фигурами цикла, симметричной по вертикали  $P_0 V$ .

Из графика可知 цикл треугольника  $S = 12$   
~~12~~

$$\Rightarrow A_p = 12 P_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R \Delta T; \quad pV = VRT, \quad \Delta pV = VR \Delta T$$

(для адiabатического)      | при постоянной  $V$  |

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} V \Delta p; \quad V = 3V_0; \quad \Delta p = 2P_0$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2P_0 = 9P_0 V_0$$

$$\Rightarrow k = \frac{|\Delta U|}{A_p} = \frac{9P_0 V_0}{12P_0 V_0} = 0,75 = \frac{3}{4}$$

2) Процесс  $1 \rightarrow 2$  описывается ур-ном;  $p = \alpha + \beta V$

Из графика  $\alpha = 8P_0; \quad \beta = -\frac{P_0}{V_0}$

$$\Rightarrow p_{iV_i} = 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} V;$$

$p_{iV_i} V = VRT \Rightarrow$  работа газа при изотермическом процессе

$p_{iV_i} V$  — тем больше, тем больше работа

$$p_{iV_i} V = P_0 \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right)$$

парабола с темным максимумом

максимум достигается при  $V = \frac{-8 \cdot V_0}{-2} = 4V_0$ .



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  
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  $V < V_{кр}$  - температура 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 процесс  $2 \rightarrow 3$  температура понижается (охлаждение, так как направление процесса другое. Мин увеличивается объем)

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

Через расчеты температуры, приходящую точку в процессе  $1-2$  пока его ~~решение~~ ~~решения~~ ~~решения~~ не был  $5V_0$ .

$A_{12} = \frac{5p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 = 8p_0 V_0$  (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)  $\frac{18p_0 V_0}{A_{12}} = \frac{3}{4}$~~  2)  $\frac{T_{max}}{T_+} = \frac{9}{3}$  3)  $\eta = \frac{12}{17}$

1)  $\frac{18p_0 V_0}{A_{12}} = \frac{3}{4}$



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!

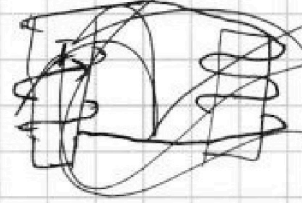
### Задача №4.

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

Итак, в катушке формируем ЭДС, что будет происходить и уменьшится ток до тех пор, пока  $\varphi$  не станет нулевым за счет потока созданного этой катушкой.

III. Каким предельным значением достигнет ток  $I$ , т.к. они направлены в противоположные стороны.

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



ЭДС индукции направлена в противоположные стороны.

$$\frac{d\varphi}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} = - L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{3}{2} \frac{L_2}{R} = \frac{L_1}{R} + \frac{L_2}{R} = \frac{L_1 + L_2}{R}$$



$$- \int E_{ind} \cdot dl = \frac{L_2}{R} \frac{dI}{dt} = \frac{L_2}{R} \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{L_2}{R} \frac{dI}{dt} = \frac{L_1 + L_2}{R} \frac{dI}{dt}$$

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

$$\frac{3}{2} \frac{L_2}{R} = \frac{L_1 + L_2}{R}$$

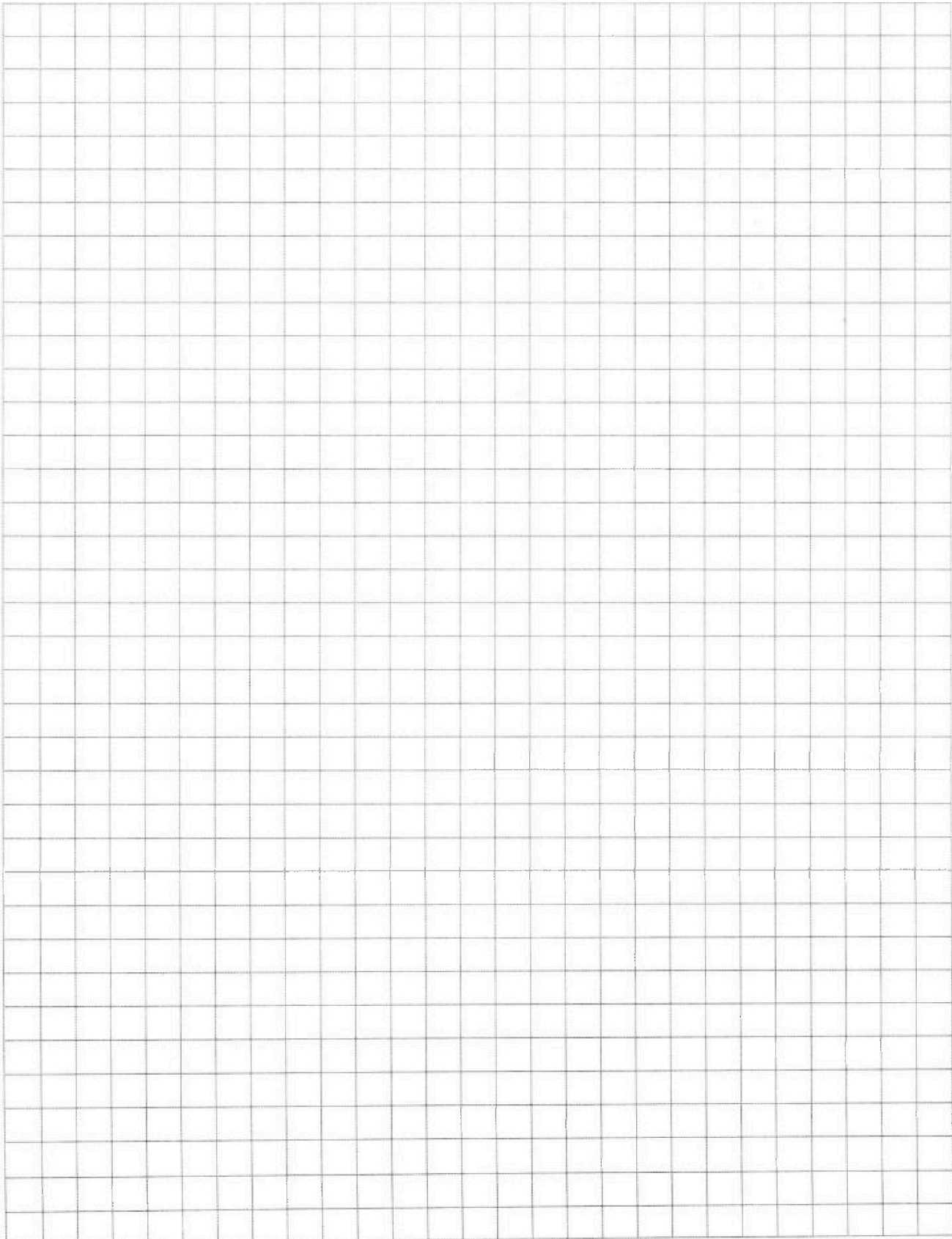


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!







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  $\beta_1$  SN -  $\beta_2$

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!

Handwritten physics solution on grid paper. The main diagram shows a mass  $m$  on an inclined plane with angle  $\alpha$ . Forces shown include gravity  $mg$ , normal force  $N$ , and friction  $f$ . The mass is also shown with acceleration  $a$ .

Key equations and calculations:

- Force equation:  $F = \frac{2}{5} ma$
- Newton's second law along the incline:  $mg \sin \alpha - f = ma$
- Friction law:  $f = \mu N$
- Normal force:  $N = mg \cos \alpha$
- Final derived equation:  $ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
- Result:  $a = \frac{5}{7} g \sin \alpha$
- Velocity and distance calculations:  $v = \frac{2}{5} at$ ,  $s = \frac{1}{2} at^2$
- Geometric relations:  $\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{2h}$

Additional handwritten notes and calculations are scattered across the page, including numerical values like 8.3, 17, 3.8, and 10.7.

