



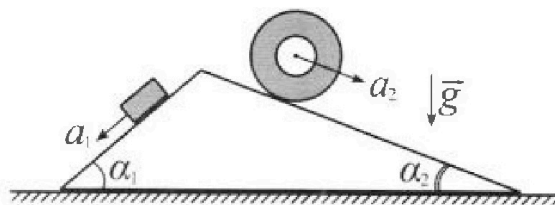
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

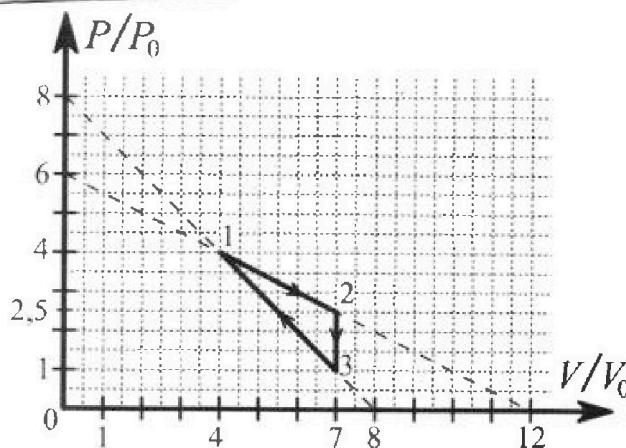
С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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



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

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

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

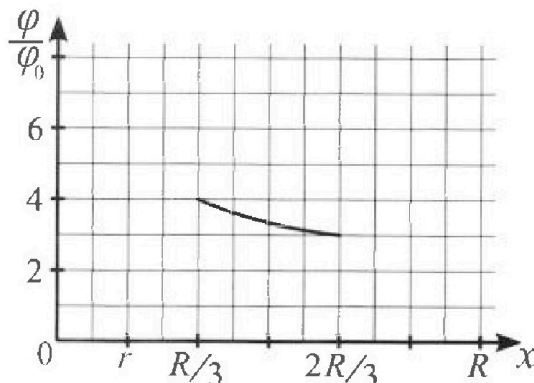
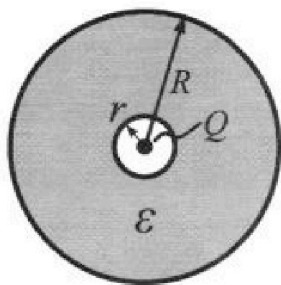


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



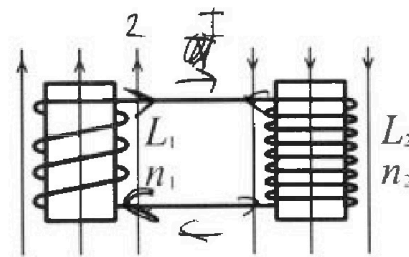
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



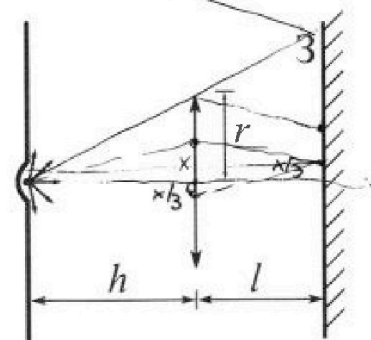
✗ Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



✗ С какой скоростью (по модулю) на чет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?

2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

✗ В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

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

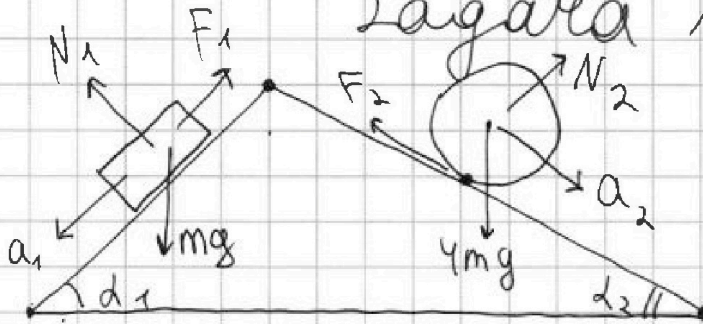


1  2  3  4  5  6  7

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



Пусть  $N_1$  - сила реакции опоры между бруском и клином;  
 $N_2$  - между цилиндром и клином.

- 1) Запишем 2 ЗН на проекцию сил на ось  $\parallel$  грани клина, которая под углом  $\alpha_1$ , на брусок

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{73} \right) = mg \cdot \frac{14}{65}$$

- 2) Запишем 2 ЗН на проекцию сил на ось  $\parallel$  грани клина  $\alpha_2$ , на цилиндр

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

$$F_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4mg \left( \frac{5}{73} - \frac{5}{24} \right) = 4mg \frac{55}{312} = \frac{55}{78} mg$$

- 3) Найдем  $N_1$  и  $N_2$  через проекцию сил на оси  $\perp$  грани  $\alpha_1$  и  $\perp$  грани  $\alpha_2$  соответственно

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{13}{73} = \frac{48}{73} mg$$

Теперь перерисуем картинку и запишем силы, действующие на клин по 3 ЗН.

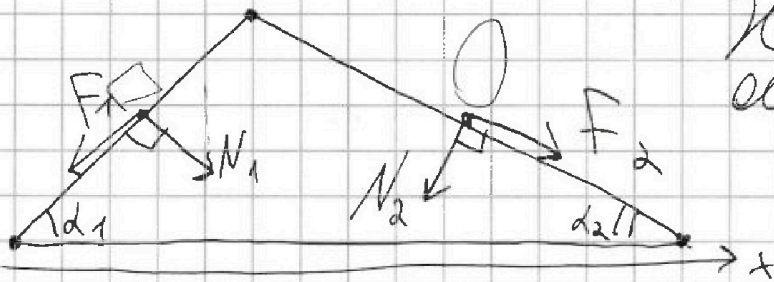
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Направим ось  $x$  || ступи направо

Запишем ~~равновесие~~ проекцию всех сил на ось  $x$  ~~с учетом~~ модуль суммарной проекции и будет силой трения, т.к. ~~киш~~ ~~поверхности~~

$$\begin{aligned}
 F_3 &= |N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2| = \\
 &= \left| mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{55}{78} \cdot \frac{126}{13} - mg \cdot \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} \right| = \\
 &= mg \left| \frac{12}{25} - \frac{56}{325} + \frac{330}{507} - \frac{240}{169} \right| = \\
 &= mg \left| \frac{156 - 56}{325} + \frac{330 - 720}{507} \right| = mg \left| \frac{100}{325} - \frac{390}{507} \right| = \\
 &= mg \left| \frac{4}{13} - \frac{10}{13} \right| = \frac{6}{13} mg
 \end{aligned}$$

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65} mg$ ;  $F_2 = \frac{55}{78} mg$ ;  $F_3 = \frac{6}{13} mg$

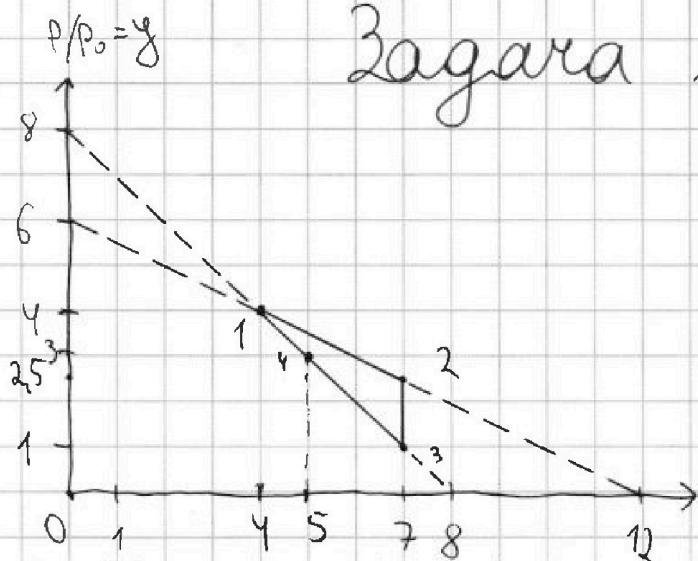


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА 1 ИЗ 4

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

## Задача №2



Пусть температура в точке 1 -  $T_1$ , 2 -  $T_2$ , 3 -  $T_3$

$V$  - кол-во молей

$\bar{c} = 3$  по условию

Зур-ия  $n \cdot k$ .

$$1: 4P_0 \cdot 4V_0 = \nu RT_1$$

$$2: 2.5P_0 \cdot 7V_0 = \nu RT_2$$

$$3: P_0 \cdot 7V_0 = \nu RT_3$$

$$4: 3P_0 \cdot 5V_0 = \nu RT_4$$

1) Найдем  $|\Delta U_{23}|$ :

$$|\Delta U_{23}| = \frac{i}{2} (\nu RT_2 - \nu RT_3) = \frac{3}{2} \left( \frac{35}{2} P_0 V_0 - 7 P_0 V_0 \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} P_0 V_0 = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

Теперь найдем  $A_{123} \rightarrow$  это площадь  $\Delta 123$

$$A_{123} = \frac{(2.5P_0 - P_0) \cdot (7V_0 - 4V_0)}{2} = \frac{\frac{3}{2} P_0 \cdot 3V_0}{2} = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$K = \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{123}} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = 7$$

2) Найдем  $T_1$  через  $P_0 V_0$ :  $T_1 = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R}$

Теперь пусть ось  $y$  - это ось  $P/P_0$

ось  $x$  - это ось  $V/V_0$

Найдем уравнение прямой 12 в коорд  $x, y$ .



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 4

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

$$y = k_1 x + b_1 \rightarrow \text{подставим две точки } T_1, T_2:$$

$$\begin{cases} 4 = k_1 \cdot 4 + b_1 \\ \frac{5}{2} = k_1 \cdot 7 + b_1 \end{cases} \quad \begin{cases} 3k_1 = \frac{5}{2} - 4 = \frac{5}{2} - \frac{8}{2} = -\frac{3}{2} \\ k_1 = -\frac{1}{2} \quad b_1 = 4 + \frac{4}{2} = 6 \end{cases}$$

$$y = 6 - \frac{x}{2}$$

Теперь запишем ур-ие Менделеева-Клапейрона в координатах  $y, x$

$$y \cdot x \cdot P_0 V_0 = \nu R T$$

$$\frac{\nu R}{P_0 V_0} - \text{const}$$

$$y \cdot x = \frac{\nu R}{P_0 V_0} T$$

$y, x$  — переменные  $T-2$   
выделим градиент и направим к "0"  
т.к.  $T$  — макс

$$\frac{\nu R}{P_0 V_0} \cdot T = 6x - \frac{x^2}{2}$$

$$\frac{\nu R}{P_0 V_0} T'(x) = 0 = 6 - \frac{1}{2} \cdot 2x \Rightarrow x = 6 \Rightarrow y = 3$$

$$T_{\text{max}} = \frac{6 \cdot 3 \cdot P_0 V_0}{\nu R} = 18 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{16 P_0 V_0} = \frac{9}{8}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+} \quad A = A_{123} = \frac{9}{8} P_0 V_0$$

Теперь найдем точки касания адиабаты к  $1-2$  и  $1-3$ , чтобы посчитать  $Q_+$ .



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 4

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

Уравнение прямой 1-2:  $y = 6 - \frac{x}{2}$

Найдем уравнение прямой 1-3:

$y = k_2 x + b_2$  подставим точки 1, 3

$$\begin{cases} 4 = k_2 \cdot 4 + b_2 \\ 1 = k_2 \cdot 7 + b_2 \end{cases} \quad \begin{cases} 3k_2 = -3 \\ b_2 = 8 \end{cases} \quad k_2 = -1$$

1-3:  $y = 8 - x$

Уравнение эллипса:  $y \cdot x^\gamma \cdot P_0 \cdot V_0^\delta = \text{const}$

$$\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

Найдем точку касания с 1-2 (подставим  $y$ )

$$\left(6 - \frac{x}{2}\right) \cdot x^{\frac{5}{3}} = \frac{\text{const}}{P_0 V_0^{\frac{5}{3}}} \leftarrow \text{возьмем производную по } x$$

$$6 \cdot \frac{5}{3} \cdot x^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot x^{\frac{5}{3}} = 0 \quad \frac{4}{3}x = 10$$

$$10 \cdot x^{\frac{2}{3}} - \frac{4}{3} \cdot x^{\frac{2}{3}} \cdot x = 0 \quad x = \frac{30}{4} = 7\frac{1}{2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  Т. касания вне отрезка 1-2  $\Rightarrow Q_{12}$  положительная на всех участках

Найдем точку касания с 1-3 (подставим  $y$ )

$$(8 - x) \cdot x^{\frac{5}{3}} = \frac{\text{const}}{P_0 V_0^{\frac{5}{3}}} \leftarrow \text{возьмем производную по } x$$

$$8 \cdot \frac{5}{3} \cdot x^{\frac{2}{3}} - 1 \cdot \frac{8}{3} \cdot x^{\frac{5}{3}} = 0 \quad 8x = 40$$

$$\frac{40}{3} - \frac{8}{3}x = 0 \quad x = 5 \Rightarrow y = 3$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 4

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

Значит  $Q$  от точки 3 до точки касания положим

Пусть точка касания -  $4 = (5; 3)$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (VRT_2 - VRT_1) + \frac{3V_0 \cdot (4P_0 + \frac{5}{2}P_0)}{2} =$$
$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 \left( \frac{35}{2} - 16 \right) + P_0 V_0 \frac{3 \cdot \frac{13}{2}}{2} =$$
$$= P_0 V_0 \left( \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} + \frac{39}{4} \right) = P_0 V_0 \frac{48}{4} = 12 P_0 V_0$$

$$Q_{34} = \frac{3}{2} (VRT_4 - VRT_3) + \frac{2V_0 (3P_0 + P_0)}{2} =$$
$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 (15 - 7) + 4 P_0 V_0 = 16 P_0 V_0$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{34} = 12 P_0 V_0 + 16 P_0 V_0 = 28 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{123}}{Q_+} = \frac{9 P_0 V_0}{4 \cdot 28 P_0 V_0} = \frac{9}{112}$$

Ответ: 1) 7; 2)  $\frac{9}{8}$ ; 3)  $\eta = \frac{9}{112}$





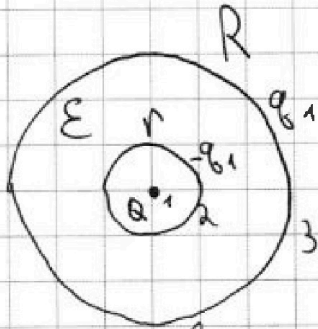
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

### Задача №3



На внутренней и внешней поверхностях шара находятся заряды  $-q_1$  и  $q_1$

т.к. в сумме заряд шара = 0.

1) Если мы знаем, что  $x$  ~~внутри~~ внутри шара.  
то  $r < \frac{R}{4}$

Теперь посчитаем  $\varphi_i$ :

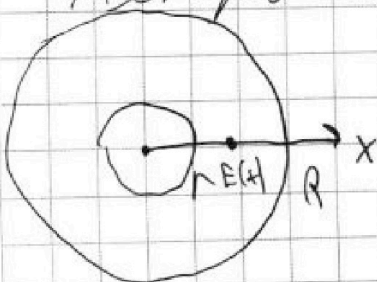
$$\Delta\varphi = \varphi_3 - \varphi_2$$

$$\varphi_3 = \frac{kq_1}{R} - \frac{kq_1}{R} + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_2 = \frac{kQ}{r} - \frac{kq_1}{r} + \frac{kq_1}{R}$$

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \frac{kQ}{R} - \frac{kq_1}{R} + \frac{kq_1}{r} - \frac{kQ}{r} = \frac{k}{R}(Q - q_1) - \frac{k}{r}(Q - q_1) = \\ &= k(Q - q_1) \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right) \end{aligned}$$

Теперь посчитаем  $\Delta\varphi$  (интегрируя) как  $\Delta\varphi = E \cdot x$



$$\begin{aligned} E(x) &= \frac{kQ}{x^2 \cdot \epsilon} - \frac{kq_1}{x^2 \cdot \epsilon} - \frac{kq_1}{x^2 \cdot \epsilon} = \\ &= \frac{k(Q - 2q_1)}{x^2 \cdot \epsilon} \end{aligned}$$



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 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!

$$\Delta\varphi = \int_r^R E(x) \cdot \Delta x = \int_r^R \frac{k(Q-2q_1)}{x^2 \cdot \epsilon} \cdot \Delta x = \frac{k(Q-2q_1)}{\epsilon} \int_r^R x^{-2} \cdot \Delta x =$$

$$= \frac{k(Q-2q_1)}{\epsilon} \left[ -\frac{1}{x} \right]_r^R = \frac{k(Q-2q_1)}{\epsilon} \cdot \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right)$$

Теперь приравняем  $\Delta\varphi$ , полученные 2 соседних

$$k(Q-q_1) = -\frac{k(Q-2q_1)}{\epsilon}$$

$$Q\epsilon - q_1\epsilon = -Q + 2q_1$$

$$Q(\epsilon+1) = q_1(\epsilon+2) \quad q_1 = Q \frac{\epsilon+1}{\epsilon+2}$$

Теперь найдем потенциал в точке  $x = \frac{R}{4}$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_1}{x} + \frac{kq_1}{R} = \frac{k \cdot 4Q - k \cdot 4q_1 + kq_1}{R} =$$

$$= \frac{k}{R} (4Q - 3q_1) = \frac{k}{R} \left( 4Q - 3Q \frac{\epsilon+1}{\epsilon+2} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left( 4 - \frac{3\epsilon+3}{\epsilon+2} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{4\epsilon+8-3\epsilon-3}{\epsilon+2} = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{\epsilon+5}{\epsilon+2}$$

2) Знаем, что в точке  $(R/3; 4) \varphi_1 = 4\varphi_0$

в точке  $(\frac{2R}{3}; 3) \varphi_2 = 3\varphi_0$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R} - \frac{kq_1}{R} + \frac{kq_1}{R} = \frac{k}{R} (3Q - 2q_1) \quad \text{①}$$



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  
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!

$$\textcircled{1} \frac{kQ}{R} \left( 3 - 2 \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \right) = 4\varphi_0$$

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \frac{kQ \cdot 3}{2R} - \frac{k\varphi_1 \cdot 3}{2R} + \frac{k\varphi_1}{R} = \frac{k}{2R} (3Q - \varphi_1) = \\ &= \frac{kQ}{2R} \left( 3 - \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \right) = 3\varphi_0 \end{aligned}$$

поделим одно на другое:

$$\frac{4}{3} = \frac{kQ}{R} \left( 3 - 2 \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \right) \cdot \frac{2R}{kQ \left( 3 - \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \right)} = 2 \frac{\left( 3 - 2 \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \right)}{\left( 3 - \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \right)}$$

$$12 - 4 \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} = 18 - 12 \frac{\varepsilon+1}{\varepsilon+2} \quad | \cdot (\varepsilon+2)$$

$$12(\varepsilon+2) - 4(\varepsilon+1) = 18(\varepsilon+2) - 12(\varepsilon+1)$$

$$\cancel{3\varepsilon+6} - 4\varepsilon-4 = \cancel{3\varepsilon+6} - 12\varepsilon-12$$

$$3\varepsilon+6 = 4\varepsilon+4$$

$$\varepsilon = 2$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{kQ}{R} \cdot \frac{(\varepsilon+5)}{(\varepsilon+2)} ; 2) \varepsilon = 2.$$



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

$$L_1 = L \quad n_1 = n \quad S \quad \leftarrow \text{Дано}$$

$$L_2 = 4L \quad n_2 = 2n$$

1) Запишем напряжение на катушке  $L_1$  через изменение ~~поток~~ магн. потока.

$$U_1 = L_1 I_1' = \frac{\Delta B S n_1}{\Delta t} \quad \frac{\Delta B}{\Delta t} = \mathcal{L}$$

$I_1'$  - скорость изменения тока.

$$I_1' = \frac{\Delta B S n_1}{L_1 \Delta t} = \frac{\mathcal{L} S \cdot n}{L}$$

2) Пусть  $\Delta I_1$  - изменение тока на катушке  $L_1$ ;  $\Delta I_2$  - изменение тока на катушке  $L_2$

Запишем напряжения на  $L_1$  и  $L_2$

$$U_1 = L_1 I_1' = \frac{d B S n_1}{dt} = L_1 \frac{d I_1}{dt}$$

$$d B S n_1 = L_1 d I_1 \rightarrow \text{просуммируем} \quad |\Delta I_1| = \frac{\Delta B_1 S n_1}{L_1}$$

$$|\Delta I_1| = \frac{B_0 / 2 \cdot S \cdot n}{L} = \frac{B_0 S n}{2L}$$



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!

$$U_2 = L_2 I_2' = \frac{dB S n_2}{\Delta t} = L_2 \frac{dI_2}{\Delta t}$$

$$dB S n_2 = L_2 dI_2 \rightarrow \text{кросшиммулы: } |\Delta I_2| = \frac{|\Delta B_2| \cdot S n_2}{L_2}$$

$$|\Delta I_2| = \frac{(2B_0 - \frac{2B_0}{3}) \cdot S \cdot 2n}{4L} = \frac{\frac{4}{3} B_0 S \cdot 2n}{4L} = \frac{2B_0 S n}{3L}$$

Ток от  $L_1$  пойдет вправо по верхней проводу по правилу правой руки, т.к.  $\vec{B}$  уменьшается, ток от  $L_2$  пойдет влево по верхней проводу, т.к.  $\vec{B}$  уменьшается в  $L_2$ .

Ток на  $L_1$  и  $L_2$  одинаков  $\Rightarrow$

$$I = |\Delta I_1| - |\Delta I_2| = \left| \frac{B_0 S n}{2L} - \frac{2B_0 S n}{3L} \right| = \frac{B_0 S n}{6L}$$

Ответ: 1)  $\frac{2Sn}{L}$  ; 2)  $\frac{B_0 S n}{6L}$

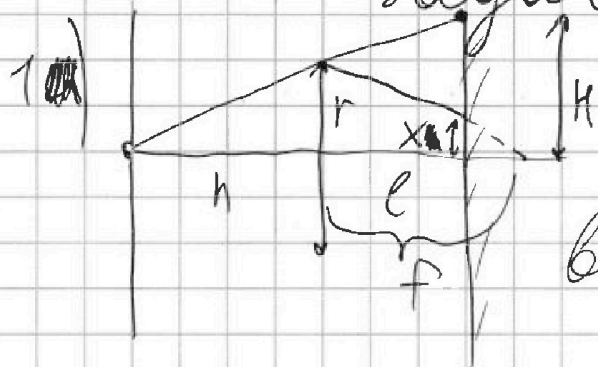


1  2  3  4  5  6  7

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 №5



Мы знаем, что все лучи прошедшие вне линзы попадут на зеркало. Пусть

$H$  - высота от ш. оптической оси до первого такого луча.

$$\frac{H}{r} = \frac{h+e}{h} \quad H = r + \frac{e \cdot r}{h} = r + \frac{2h}{3h} r = \frac{5}{3} r$$

Пусть  $x$  - высота светящей части зеркала от оси прошедших через зеркало.

Запишем формулу тонкой линзы

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad f = \frac{h \cdot F}{h - F} = \frac{h^2/2}{h/2} = h$$

$$\frac{r}{x} = \frac{f}{f - e} \quad x = r - \frac{e \cdot r}{f} = r - \frac{2h}{3h} r = \frac{r}{3}$$

Рисунок тени (несветя) на зеркале:



$$S_1 = \pi(H^2 - x^2) = \pi\left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right)r^2 = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8}{3} \cdot 9 \cdot \pi \text{ см}^2 = 24\pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $8\pi$  и  $24\pi \text{ см}^2$

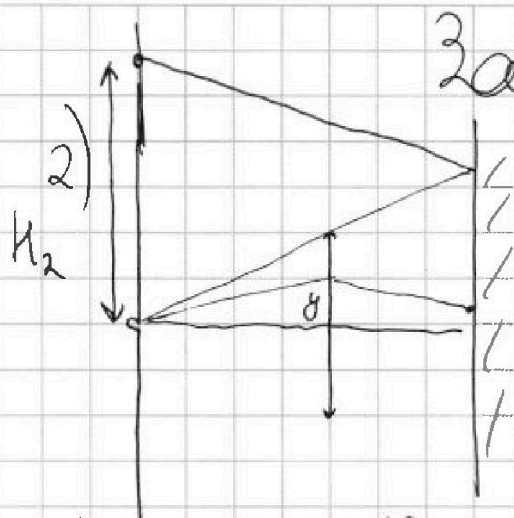


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



## Задача №5

Сначала рассмотрим  $H_2$  - высоту от первого луча, прошедшего не через линзу, отраженного от зеркала и попавшего на стену (рисунки)

$H_2 = 2H = \frac{10}{3}r$  (т.к. угол падения равен углу отражения,  $H$  из пункта 1)

Теперь рассмотрим лучи, прошедшие через линзу и найдем у них макс. отклонение (высоту) от источника.

Пусть  $y$  - высота от центра линзы до точки падения её луча

Когда из п. 1. расстояние от ш. от осц на стене равно  $\frac{4}{3}$ . После отражения от луч попадет на линзу на расстоянии.

$$|y = \frac{4y}{3}| = \frac{x}{3} \text{ (с другой стороны) т.к. угол пад.} = \angle \text{отраж.}$$

Теперь найдем высоту  $S$  от ш. от осц. осц до падения этого луча на стену:



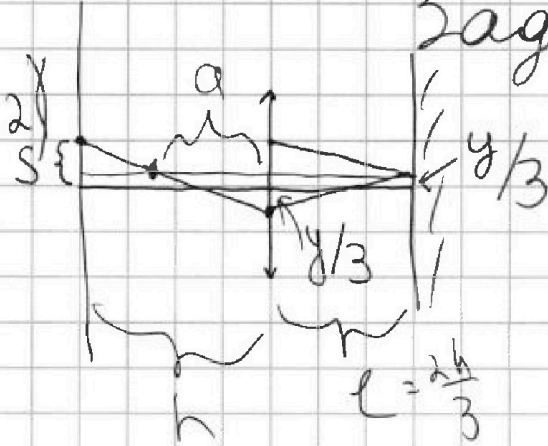
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

## Задача №5

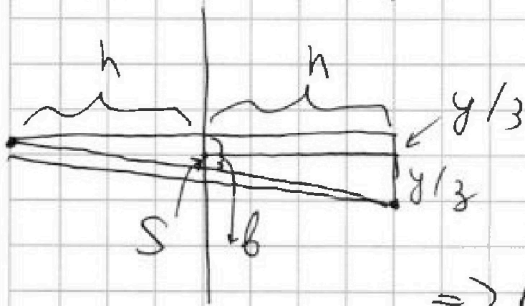


Запишем ур-ие плоской линзы и условие  $\Delta$  (а обозначено на рисунке)

$$\frac{1}{l} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

$$a = \frac{Fl}{l-F} = \frac{\frac{h}{2} \cdot \frac{2h}{3}}{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}} = \frac{h^2 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{h}{3}} = 2h$$

Перерисуем картинку, т.к.  $a > h$



$$\frac{2h}{h} = \frac{2y}{6 \cdot 3} \Rightarrow y = \frac{4}{3}h$$

$$S = b - y/3 = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  все лучи, прошедшие через линзу и отраженные от зеркала попадут обратно в лампочку

$$\text{Площа } S_2 = \pi \cdot R_2^2 = \pi \cdot \frac{100}{9} \cdot 9 \text{ см}^2 = 100\pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_2 = 100\pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } 1) S_1 = 24\pi \text{ см}^2$$

$$2) S_2 = 100\pi \text{ см}^2$$





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

1  2  3  4  5  6  7

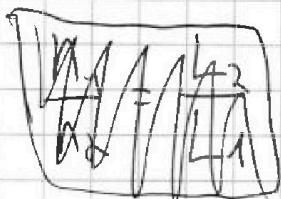
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$$U_1 = U_2$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{\Delta B_1 S n_1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{\Delta B_2 S n_2}{\Delta t}$$



$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 5 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 5 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 312 \overline{) 4} \\ \underline{28} \phantom{0} \\ 32 \phantom{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 720 \\ \underline{330} \\ 390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 12 \\ \hline 26 \\ \phantom{0} 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$I_1 N_1 = I_2 N_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\begin{array}{r} 39 \\ \times 25 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$120 - 65 = 55$$

$$\begin{array}{r} 325 \overline{) 25} \\ \underline{28} \phantom{0} \\ 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 13 \\ \hline 72 \\ \phantom{0} 24 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ \times 3 \\ \hline 720 \end{array}$$

$$U_1 = L_1 I_1'$$

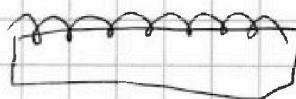
$$U_2 = L_2 I_2'$$

$$\frac{\Delta B S n_1}{\Delta t} = L_1 I_1'$$

$$\frac{1}{x} = -x^{-1} = \dots$$

Черновик

Черновик



$$\mu_0 I N A \frac{I N}{\mu_0} = B \cdot e$$

$$\begin{array}{r} 39 \\ \times 13 \\ \hline 117 \\ \phantom{0} 39 \\ \hline 507 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 39 \\ \phantom{0} 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 507 \overline{) 39} \\ \underline{39} \phantom{0} \\ 117 \end{array}$$



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!

Черкован

$$4P_0 \cdot 4V_0 = V A T_1$$

$$y = kx + b$$

$$4 = k \cdot 4 + b$$

$$\frac{5}{2} = k \cdot 7 + b$$

$$b = 4 + 2 = 6$$

$$y = 6 - \frac{x}{2}$$

Черновик

$$\frac{5}{2} - 4 = 3k$$

$$-\frac{3}{2} = 3k$$

$$k = -\frac{1}{2}$$

$$y \cdot x = V A T(x)$$

$$V A T(x) = x \left( 6 - \frac{x}{2} \right) = 6x - \frac{x^2}{2}$$

$$0 = 6 - \frac{1}{2} \cdot 2x$$

$$x = 6$$

$$y \cdot x^{\frac{2}{3}} = \text{const}$$

$$y = \frac{5}{3}$$

$$\left( 6 - \frac{x}{2} \right) \cdot x^{\frac{2}{3}} = \text{const}$$

$$\frac{6+x}{2} = 1 + \frac{x}{2} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$$6 \cdot x^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{2} \cdot x^{\frac{8}{3}} = \text{const}$$

$$0 = 6 \cdot \frac{5}{3} \cdot x^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot x^{\frac{5}{3}}$$

$$0 = 10 \cdot x^{\frac{2}{3}} - \frac{4}{3} \cdot x^{\frac{5}{3}} \cdot x$$

$$\frac{4}{3} x = 10 \quad x = \frac{30}{4} = 7\frac{1}{2}$$