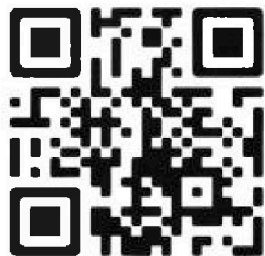


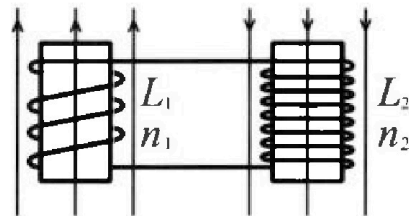
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

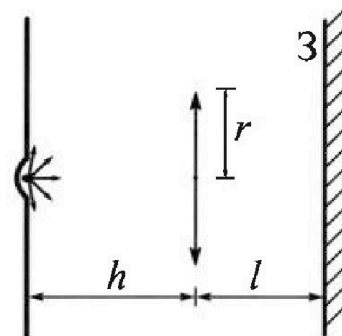


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет 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.

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  $F = h/2$ . 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

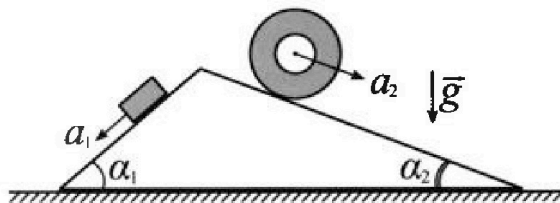
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  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.

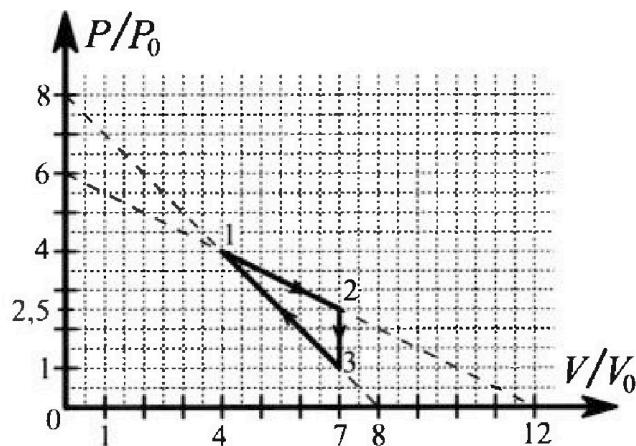


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ в 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.

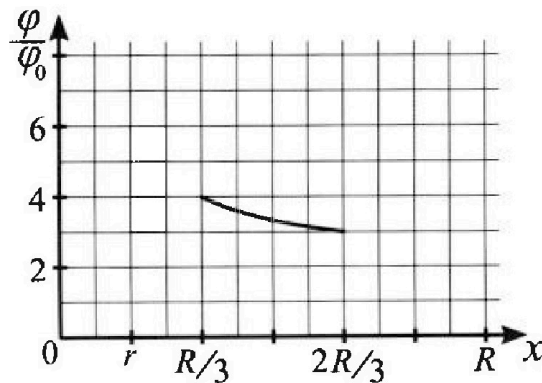
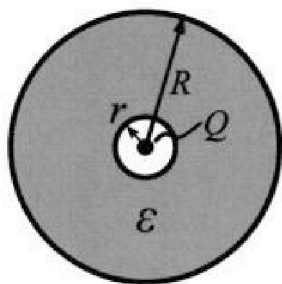
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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



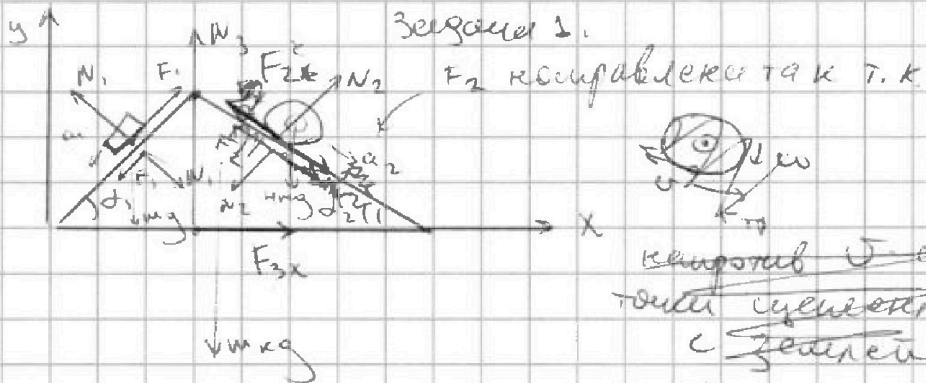


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

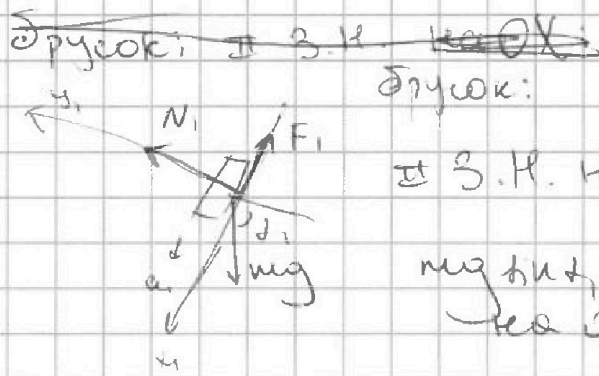
- 1  2  3  4  5  6  7

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!



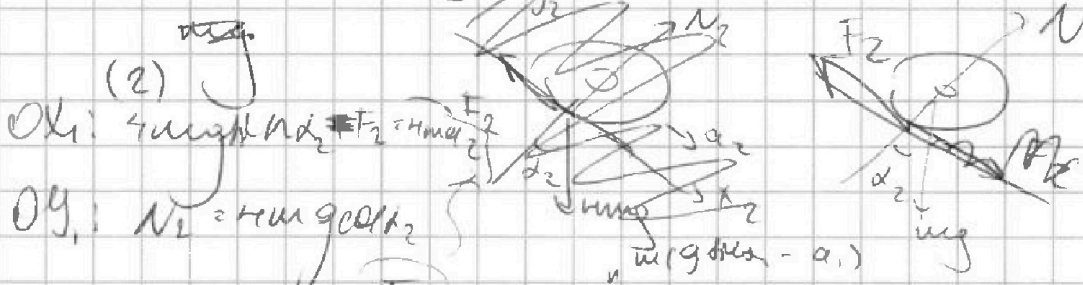
касательная в точке соприкосновения с землей



брусок:  
II S.H. на  $Ox_1$ :  
мг sin  $\alpha_1$  -  $F_1 = ma_1$ ,  
на  $Oy_1$ :  
 $N_1 = mg \cos \alpha_1$

касательная  $F_2$  против  $a_2$  если  $F_1 < 0 \Rightarrow$  вправо комп.

Аналогично для цилиндра:



$Ox_2$ :  $4mg \sin \alpha_2 - F_2 = 4ma_2$   
 $Oy_2$ :  $N_2 = 4mg \cos \alpha_2$

из (1)  $\Rightarrow F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{25}$   
 $F_1 = \frac{47}{125} mg = \frac{3}{5} mg - \frac{5}{13} mg = \frac{14}{65} mg$

из (2)  $\Rightarrow F_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4 \cdot 5 mg - 4 \cdot 5 mg = 246 J$



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!

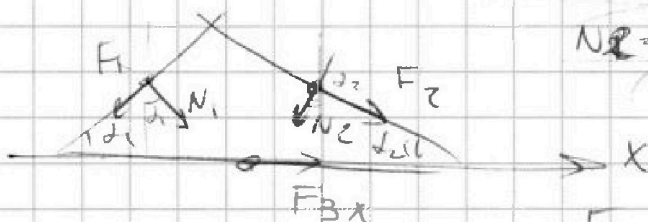
Задача 2.

$$mg(2) \Rightarrow F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 4m \left( g \cdot \frac{5}{13} - \frac{5g}{24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

Клин:

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



$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$F_3 = F_3 \cos \alpha \text{ ось } OX$$

~~OX:~~

$$\text{OX: } F_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$\text{OX: } -F_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} = 0$$

$$F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$F_{3x} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) \cos \alpha_1 + 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) \cos \alpha_2 - 4mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 -$$

$$- 4mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = \frac{14}{65} mg \left( \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} \right)$$

$$F_{3x} = mg \left( \frac{56}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{660}{13 \cdot 13 \cdot 3 \cdot 2} - \frac{12}{5 \cdot 5} - \frac{240}{13 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \cdot 1456$$

$F_3$

равновес.

$$\text{OX: } N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = 0$$



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!

Задача 1

$$F_{3x} = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = 4mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + m(g \sin \alpha_1 - a_1) \cos \alpha_1 - 4m(g - a_2) \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = -ma_1 \cos \alpha_1 + 4ma_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = m(a_2 \cos \alpha_2 - a_1 \cos \alpha_1)$$

$$F_{3x} = \frac{12m}{13} \left( 4 \cdot \frac{5g}{246} \cdot \frac{12^2}{13} - \frac{5g}{13} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

$$F_{3x} = mg \left( \frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) = \frac{6mg}{13}$$

Ответ: ①  $F_1 = \frac{14}{65} mg$

②  $F_2 = \frac{55}{78} mg$

③  $F_3 = \frac{6}{13} mg$

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 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.

(1) 2 з. Терм:  $Q = A + \Delta U$

# ВТ. 1  $\rightarrow P_1, V_1, T_1$

ВТ. 2  $\rightarrow P_2, V_2, T_2$

$$\Delta U = C_V \nu \Delta T = \frac{C_V}{R} \nu R \Delta T = \frac{C_V}{R} (\nu R T_2 - \nu R T_1)$$

здесь  $\nu$  из  $\Delta T = T_2 - T_1$

$$\Delta U = \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

здесь  $\nu$  конст. и неизм.  $P_2, V_2$  и  $P_1, V_1$

$$C_V = \frac{3}{2} R \cdot \nu \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (P_0 \cdot 7V_0 - 2.5 P_0 \cdot 7V_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \nu \cdot \frac{3}{2} \cdot 7 P_0 V_0 \Rightarrow |\Delta U_{23}| = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

$A_{12}$  - работа за цикл;  $A_{12} = S_{12}$  - площадь

закрывающаяся в график;  $A_{12} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$

$A_{12} = S_1 - S_2$ ;  $S_2$  - площадь под

графиком в цикле 3-1,  $S_1$  - площадь

под графиком в цикле 1-2

площадь  $\rightarrow$   $S_1 = (7-4)V_0 \cdot \frac{(4+2.5)P_0}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{2} P_0 V_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$   
 граница

$$S_2 = (7-4)V_0 \cdot \frac{(4+1)P_0}{2} = \frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} = S_1 - S_2 = \frac{39}{4} P_0 V_0 - \frac{15}{2} P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

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  
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!

Задача 2.

$$| \Delta U_{23} | = \frac{63}{4} P_0 V_0, \quad A_{12} = \frac{9}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \frac{| \Delta U_{23} |}{A_{12}} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = 7$$

D-ное-во  $v_0$  -  $v_{01}$  лага

(2)  $P_1 V_1 = \nu R T_1$  (1)  $\Rightarrow T_1$

Зависимость 1-2:  $\frac{P V}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\frac{P V}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \frac{V_0}{V}$  (из формулы)

$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}$  - из формулы  $\tan \alpha_{12} = -\frac{1}{2}$ ;  $|P_0| = 6 P_0$

$P V = \left( 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0} \right) V = \nu R T \Rightarrow T = \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 V - \frac{1}{2} P_0 \frac{V^2}{V_0} \right)$

$0 = \frac{dT}{dV} \leftarrow \max \Rightarrow \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{2V}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 6 P_0 = \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 6 V_0 \leftarrow \max T$

$T_{\max} = T(6 V_0) = \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 \cdot 6 V_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{36 V_0^2}{V_0} \right) = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$

$= \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 \cdot 6 V_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{36 V_0^2}{V_0} \right) = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$

$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}$  (из (1))  $\Rightarrow T_1 = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$



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!

Задача 2

~~5~~ ~~2~~ ~~4~~ ~~2~~

$$Q_{23} = \Delta U_{23} (A_{23} = 0 \text{ так } U = \text{const}) = -\frac{21}{2} P_0 V_0 < 0 \Rightarrow \text{отдает}$$

$$\delta Q = \delta A + P dV$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; A_{12} = S_{12} = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2.5 \cdot 7 P_0 V_0 - 4 \cdot 4 P_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0 (=)$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{48}{4} P_0 V_0 = 12 P_0 V_0 \quad \uparrow \quad dP = -\frac{P_0 dV}{V_0}$$

на 3-1:  $P = 6P_0$   $P = 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0}$  из графика

$$\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow \delta Q = P dV + ~~\frac{3}{2} V dP~~ dU$$

$$dU = \frac{C_V}{R} d(PV) = \frac{C_V}{R} (P dV + V dP) = \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP (=)$$

$$\Rightarrow \delta Q = P dV + \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} \left( 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV = \frac{3}{2} V \cdot \frac{P_0 dV}{V_0}$$

$$\delta Q = 20 P_0 dV - \frac{5}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV - \frac{3}{2} \frac{P_0 V dV}{V_0}$$

$$\delta Q = 20 P_0 dV - 4 P_0 \frac{V}{V_0} dV; \text{ так как } dV < 0 \Rightarrow$$

$$\text{для } \delta Q > 0 \Rightarrow -20 P_0 + 4 P_0 \frac{V}{V_0} > 0$$

$$\Rightarrow V > 5 V_0$$





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  
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!

~~знаем от  $4V_0$  до  $5V_0$  получаем тепло~~

~~$$Q_{н31} = \Delta U_{н31} + A_{н31}; A_{н31} = -V_0 \cdot \frac{(4+3)P_0}{2} = -\frac{7}{2} P_0 V_0$$~~

~~$$\Delta U_{н31} = 16P_0 V_0 + \frac{3}{2} (16P_0 V_0 - 15P_0 V_0) =$$~~

от  $5V_0$  до  $7V_0$   $Q > 0 \Rightarrow$  задача 2

$$\rightarrow Q_{н31} = \Delta U_{н31} + A_{н31}; A_{н31} = 2V_0 \cdot \frac{(3+1)P_0}{2} = 4P_0 V_0$$

$$\Delta U_{н31} = \frac{3}{2} (15P_0 V_0 - 7P_0 V_0) = 12P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{н31} = 8P_0 V_0$$

$$Q_{н} = Q_{12} + Q_{н31} = 16P_0 V_0$$

$$A_{н3} = \frac{9}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \eta = \frac{A_{н3}}{Q_{н}} = \frac{\frac{9}{4}}{16} = \frac{9}{64}$$

Ответ: 1)  $\frac{|\Delta U_{н31}|}{A_{н3}} = 7$

2)  $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$

3)  $\eta = \frac{9}{64}$



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!

Задача 3.

$$(1) \cdot (2) \cdot (3) = \dots \quad (2) \cdot (3) = \Rightarrow \frac{kQ}{aR} + \frac{kQ}{2aR} = \varphi_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} \Rightarrow \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{aR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow \epsilon = 1$$

$$(2) \cdot (3) = \Rightarrow \frac{3kQ}{aR} + \frac{9}{2} \frac{kQ}{aR} = \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR}$$

$$\theta(2) \Rightarrow \frac{4 \cdot 3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{2aR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{8kQ}{aR} - \frac{3kQ}{2aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{15}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow \epsilon = \frac{3}{2}$$

$$\theta(2) \Rightarrow 4 \cdot \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{aR} \Rightarrow \frac{9kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \epsilon = 1,5$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} \left(\frac{R}{4}\right) + \frac{4kQ}{aR}$$

$$(2) \quad \epsilon = 1,5$$



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!

Задача 3.

$$-\frac{d\varphi}{dx} = E \quad E = -\frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow d\varphi = -E dx \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = -\int d\varphi = \int E dx$$

в  $x=r \Rightarrow \varphi(r) = \frac{kQ}{r}$

$\varphi(r) - \varphi(x) = \int_r^x E dx$ , где  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2}$

*где  $r$  - заряд  $kQ$  в  $r$  не электр. поле*

т.к. в диэлектрике поле  $E$  раз меньше.

$$\varphi(r) - \varphi(x) = \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{dx}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right)_r^x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(r) - \varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) \Rightarrow$$

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

где  $x = \frac{R}{4} \Rightarrow \varphi(x) = \varphi(r) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{4}{R} - \frac{1}{r}\right)$

$$\varphi(r) = \frac{kQ}{r} \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{4kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{4r}$$

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

2) 1 точка:  $4\varphi_0 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) \Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$

$$\Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{6}{R}\right) \Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R} \quad (2)$$

1 точка:  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 3\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{6}{R}\right) = \frac{6kQ}{R} - \frac{9kQ}{2\epsilon R} \quad (3)$



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.

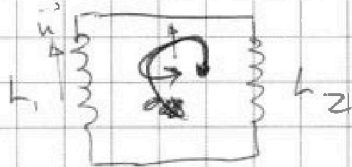
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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



$$\mathcal{E}_S = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S)}{dt}$$

$$S_1 = n_1 S, S = n_2 S$$

$$\mathcal{E}_{S1} = -n_1 S \frac{dB}{dt} = -n_1 S \alpha$$

$$\mathcal{E}_S = -L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} \Rightarrow -\mathcal{E}_S = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_1 S \alpha = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{n_1 S \alpha}{5L}$$

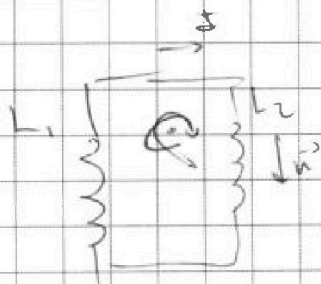
2

$$\mathcal{E}_{S1} = +n_1 S \dot{B}_1, \mathcal{E}_{S2} = -n_2 S \dot{B}_2$$

$$\mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = +L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow (L_1 + L_2) \dot{I} = n_2 S \dot{B}_2$$

$$= n_2 S \dot{B}_2 + n_1 S \dot{B}_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = S \left( n_2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + n_1 \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \right) \Rightarrow$$



$$\Rightarrow (L_1 + L_2) \Delta I = S \left( n_2 \frac{4B_0}{3} + n_1 \frac{1B_0}{2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{S B_0}{L_1 + L_2} \left( \frac{4n_2}{3} + \frac{n_1}{2} \right)$$

$$\Delta I \cdot 5L = S B_0 \left( \frac{4n_2}{3} + \frac{n_1}{2} \right) = S B_0 \frac{5n_1}{6}$$

$$\Delta I = \frac{S B_0 n_1}{6L}$$

$$\Phi_0 = (L_1 + L_2) I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{\Phi_0}{5L}, \Phi_0 = n_2 S \cdot 2B_0 + n_1 S \cdot B_0$$

$$\Phi_0 = 5n_1 S B_0 \Rightarrow I_0 = \frac{n_1 S B_0}{L}$$



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  
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!

3 слагаемых.

$$I_0 = \frac{n S B_0}{L}$$

$$\Delta I = \frac{1}{30} \cdot \frac{B_0 S \mu_0}{L} \quad \Delta I = - \frac{n S B_0}{6L}$$

$$\Delta I = I - I_0 \rightarrow I = I_0 + \Delta I = \frac{1}{30} \frac{B_0 S \mu_0}{L}$$
$$I = \frac{5}{6} \frac{n S B_0}{L}$$

Ответ: ①  $I_1 = \frac{n S d}{5L}$

②  $I = \frac{1}{30} \frac{B_0 S \mu_0}{L} \quad I = \frac{5}{6} \frac{n S B_0}{L}$

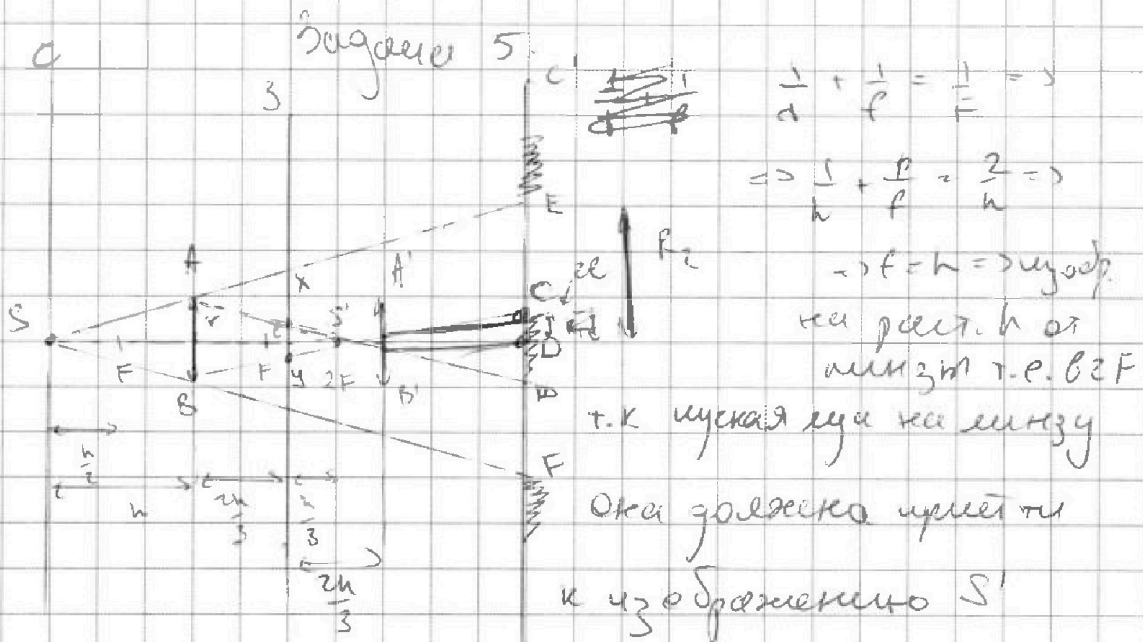


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



зеркало будет освещаться  
в пределах  $XY$ , где  $X$  - точка, куда луч идет  
через  $A$ , а  $Y$  - куда через  $B$ , другие лучи  
попавшие на линзу идут в  $[XY]$  на  
зеркало, далее отражаются от зеркала  
т.к. угол падения = углу отражения  
можем продолжить луч, идущий через  
зеркало, отобразим плоскость и  
тогда на раст.  $\frac{2h}{3} + h$ , после отражения  
лучи пойдут, так как - дарты источ-  
ник в фокусе  $\rightarrow$  лучи пойдут параллельно  
после отражения линзы  
т.к. отражение не в.



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.

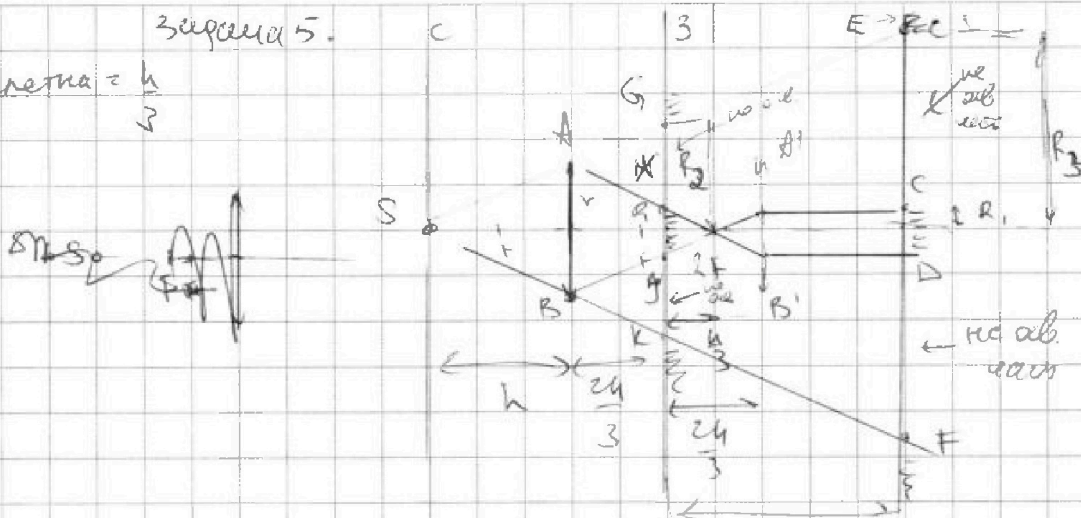
1  2  3  4  5  6  7

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.

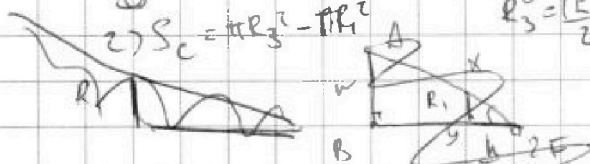
орна клетка =  $\frac{h}{3}$



лучи, не прошедшие через  $\frac{5h}{3}$  между клеткой по прямой и крайние точки, тогда луч идет через край

A и B получают E и F (орна по схеме)

1)  $S_3 = \pi R_3^2 - \pi R^2$ ; где  $R_2 = \frac{BK}{2}$ ,  $R_1 = \frac{KH}{2}$   
 $R_3 = \frac{EF}{2}$



из подобия  $\Rightarrow \frac{r}{R_1} = \frac{h}{3}$

$\Rightarrow R_1 = \frac{r}{3} = 1 \text{ см.}$

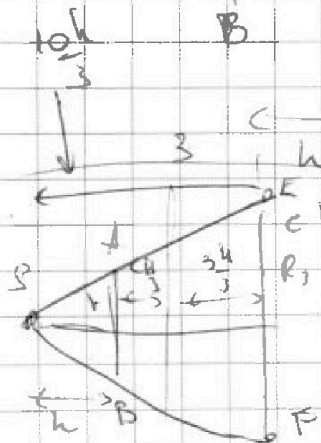
т.к. 2 круга равны окружностей и соответ.

$\frac{r}{R_2} = \frac{h}{3} \Rightarrow R_2 = \frac{3h}{3}$

$R_2 = \frac{5r}{3}$

Аналог. из подобия  $R_2 = 5 \text{ см}$

Аналог. из подобия  $\frac{R_3}{r} = \frac{10h}{3} \Rightarrow R_3 = \frac{10 \cdot 10}{3} \text{ см}$





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.

$$R_1 = \frac{r}{3}; R_2 = \frac{5}{3}r; R_3 = \frac{10}{3}r$$

$$S_3 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2$$

$$S_1 = 24\pi \cdot \text{см}^2$$

$$S_6 = \pi(R_3^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left( \frac{100}{9} - \frac{1}{9} \right) = 11\pi r^2 = 99\pi \cdot \text{см}^2$$

Ответ: ①  $S_3 = \frac{24}{9} \pi r^2 = 24\pi \text{ см}^2$

②  $S_6 = 11\pi r^2 = 99\pi \text{ см}^2$





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!

A Черновик

$$240 + 72 = 312$$

$$24 \cdot 3 = 72$$

$$39 - 25 = 14$$

$$\frac{13}{5} = \frac{65}{65}$$

$$5 \left( \frac{1}{6} - \frac{1}{13} \right)$$

$$10 \cdot 156 = 1560$$

$$F_2 + \text{шорты} \alpha_2 = 4 \text{ км} \alpha_2$$

$$120 - 65 = 55$$

$$F_2 = 4 \text{ км} \alpha_2 - 9 \text{ км} \alpha_2$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{13} = \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65}$$

$$\frac{312}{65} = \frac{14}{65}$$

$$4 \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4 \cdot 5 \cdot \frac{24 - 13}{24 \cdot 13}$$

$$4 \cdot 5 \cdot 11 = \frac{55}{78}$$

~~КЭФ~~  $L = \Phi$

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = 8$$

$$e_1 = S_{n1} \frac{dB}{dt} = 2 S_{n1}$$

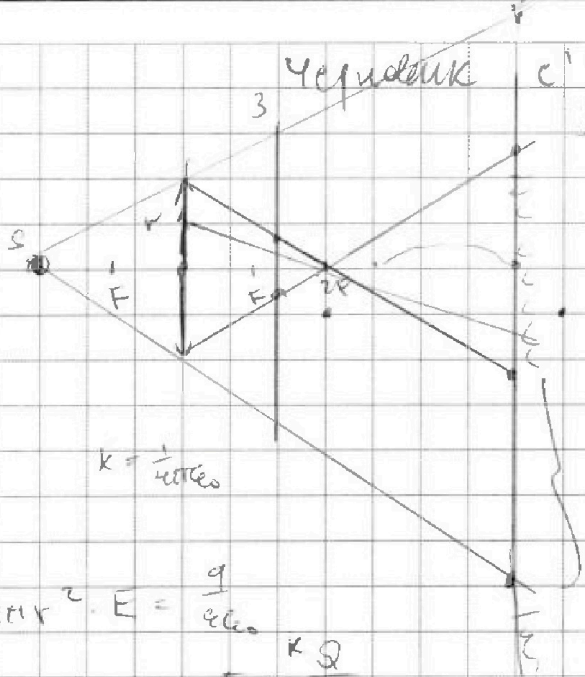
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$k = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_0}$$

$$4\pi r^2 \cdot E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon_0}$$

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

$$E = - \frac{d\varphi}{dr}$$

$$d\varphi = - \int E dr$$

$$(L_1 + L_2) I = S(h_2 - h_1) \cdot B$$

$$\Delta I(L_1 + L_2) = S(h_2 - h_1) \Delta B$$

$$\varphi = 4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_0} \cdot \frac{3Q}{R}$$

$$\varphi^{(2)} = 3\varphi_0 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_0} \cdot \frac{3Q}{2R}$$

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

$$\varphi = \frac{kQ}{R} = \int \frac{kQ}{\epsilon R^2} dx$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{-1}{x} \right) \Big|_R^3 = \frac{3}{R} - \frac{3}{2R}$$

$$\frac{3kQ}{2\epsilon R} = \Delta\varphi = \varphi_0$$

$$L_2 I = Q = 0$$

$$E_S = k_1 I + k_2 I$$

$$(L_1 + L_2) I$$

$$E_S$$

$$L_1 I + L_2 I = E_S = (L_1 + L_2) I = E_S$$

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{p}$$

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{p}$$

$$R < p < \infty$$

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{p}$$

$$\frac{3Q}{R}$$

$$\frac{3Q}{2R}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R}$$

$$\frac{1}{3R} - \frac{3}{2R}$$

$$\frac{3}{R} - \frac{3}{2R}$$



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

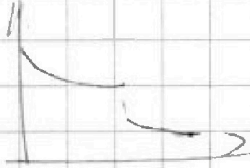
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$$

Черновик

$$\Phi = \mu n I$$

$$2 \frac{\mu n \Phi}{R} - 4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} \left( \frac{-1}{X} \right)^3$$



$$2 \frac{\mu n \Phi}{R} - 4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right)$$

$$4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} - \frac{3 \mu n \Phi}{R}$$

$$E_{s1} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\varphi_0 = \frac{3 \mu n \Phi}{2 R \epsilon}$$

$$\left. \begin{aligned} L I &= \Phi \\ J &= \frac{\Phi}{L} = \frac{\mu n S R}{L} \end{aligned} \right\}$$

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$$

$$6 \frac{\mu n \Phi}{R \epsilon} = \frac{\mu n \Phi}{R} - \frac{3 \mu n \Phi}{R \epsilon}$$

$$E_{s1} + E_{s2} = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

$$\frac{\varphi}{\epsilon} = 2 \Rightarrow \epsilon = 4,5$$

$$\Phi = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mu_1 S = L_1 (I_0 - I)$$

$$A_0 S (B_1 \mu_1 - B_2 \mu_2) S \Delta B = L \Delta I$$

$$\mu_2 S = L_2 (I - I_0)$$

$$\Phi = \mu_1 S B_1$$

$$I L = \Phi \quad \mu_2 S B_1 = L_1 I_1$$

$$L_1 \Delta I = \mu_1 S \Delta B_1$$

$$L_1 \Delta I_1 = \mu_1 S \Delta B_1$$

$$L_2 \Delta I_2 = \mu_2 S \Delta B_2$$

$$\Delta I_1 = \frac{S \mu_1 \Delta B_1}{L_1}$$

$$\Delta I_2 = \frac{S \mu_2 \Delta B_2}{L_2} \quad \Delta I_2 = L_2 I = \Phi$$



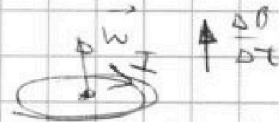
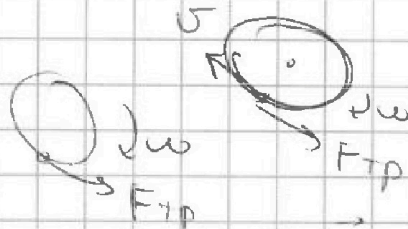
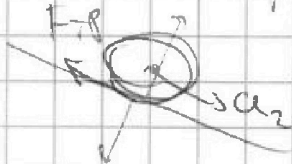
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



$$\frac{1}{2} - \frac{8}{3} = -\frac{5}{6}$$

$$18 = 39 \cdot 2 = 13 \cdot 3 \cdot 2$$

$$65 = 13 \cdot 5$$

$$\frac{3 \cdot 8}{6}$$

$$\times \frac{109}{25}$$

$$550 + 110 = 660$$

$$108$$

$$56 = 13$$

$$156 = 560 + 108$$

$$2 \cdot \frac{2}{3} - 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$L \cdot I$$

$$\times 28$$

$$\frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{7}{6}$$

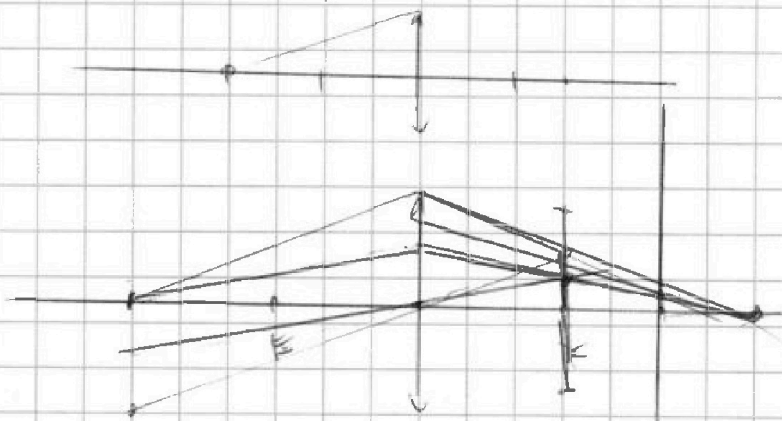
$$L = L$$

$$L \cdot I \cdot I$$

$$I = I$$

$$1456$$

$$\frac{I}{6} = L/I$$





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!

$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \text{tg} \alpha = \cos \beta z$$

фермоовек

$$\frac{21 \cdot 10^3}{A_{23}} = Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}; \Delta U_{23} = |7 P_0 V_0 - 25 \cdot 7 P_0 V_0|$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} + A_{23} = S_{12} = S_{23}$$

$$\frac{1}{2} (7 + 25) P_0 V_0 \cdot h = 3 P_0 V_0$$

$$A_{12} = S_{12} = 3 P_0 V_0 \cdot \left( \frac{4 + 25}{2} \right) P_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$A_{23} = S_{23} = 3 P_0 V_0 \cdot \left( \frac{1 + 4}{2} \right) P_0 = \frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{13} = 39 - 30 = 9 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$1) = \frac{\frac{21}{2}}{\frac{9}{4}} = \frac{21}{2} \cdot \frac{4}{9} = \frac{14}{3} \quad (1)$$

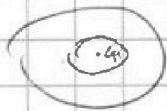
$$PV = \int P dV \Rightarrow 16 P_0 V_0 = \int P dV$$

$$9 \cdot 7 = 63$$

$$y = \frac{P}{A_{13}}$$

$$\frac{d \text{dep}}{dx} = E$$

$$\text{dep} = \int E dx$$



$$\frac{21}{2} - \frac{21}{2}$$



$$\frac{14}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{14}{9}$$



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 \_ \_

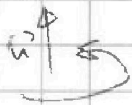
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

черновик

$$L = \frac{\Phi}{I} \Rightarrow L \dot{I} = \dot{\Phi} = -e_s$$

$$L \dot{I} = \dot{\Phi}$$

$$n_s \alpha = L, \dot{I}$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

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

