

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

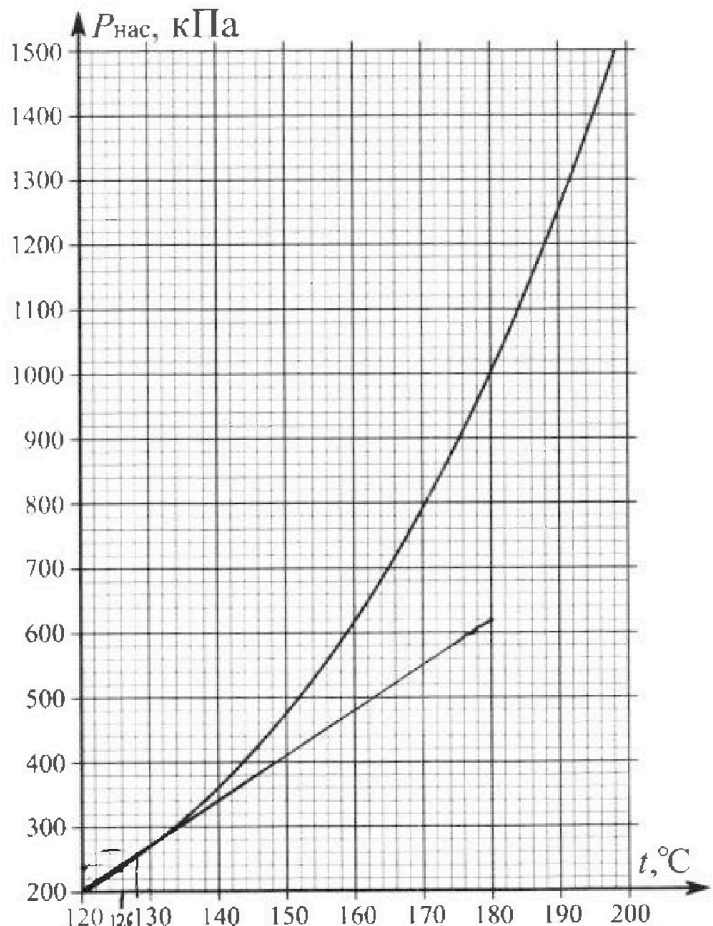
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/3$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом  $\varphi$  ( $\operatorname{tg}\varphi = 2/3$ ) к горизонту и стреляют. Третий раз пушка может скользить по горизонтальной поверхности пола без трения, поступательно, не отрываясь от пола. Ствол при третьем выстреле направлен под углом  $\varphi$  к горизонту.

- 1) Найти дальность полета  $S_2$  снаряда при втором выстреле.
- 2) На каком расстоянии  $S_3$  от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

Размеры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания  $S = 10$  см<sup>2</sup> под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 100\%$  при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ . Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой  $F = 150$  Н, направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной  $1,5F$ , и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление  $P_0 \approx 100$  кПа. Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме  $C_{V1} = 5R/2$  (сухой воздух),  $C_{V2} = 3R$  (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры  $P_{\text{нас}}(t)$ .

- 1) Найти отношение начального равновесного давления  $P_1$  к  $P_0$ .
- 2) Найти в сосуде отношение числа молекул воды  $N_2$  к числу молекул сухого воздуха  $N_1$ .
- 3) Найти отношение температуры  $T_2$  после установления термодинамического равновесия к начальной температуре  $T_1$ . Температуры  $T_2$  и  $T_1$  по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.
- 4) Найти относительную влажность воздуха  $\varphi_2$  в сосуде после установления термодинамического равновесия.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

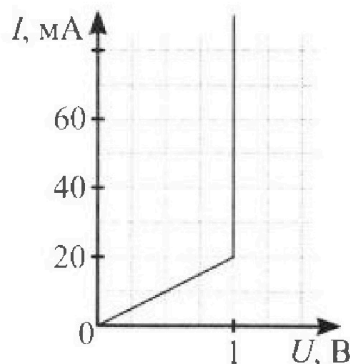
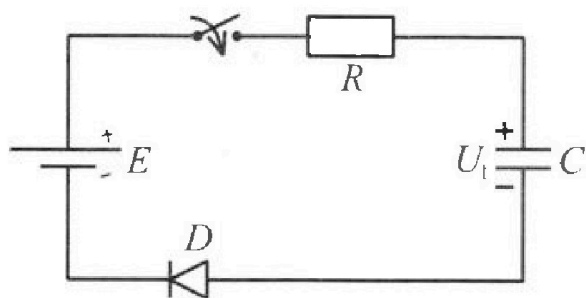
## Вариант 11-05

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



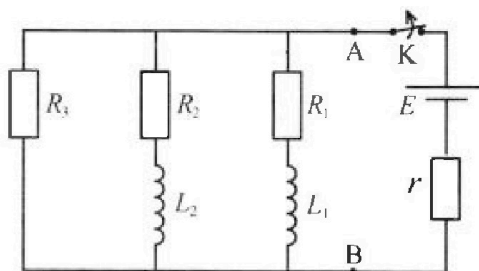
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 9$  В,  $R = 100$  Ом,  $C = 60$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 3$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_1$  в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение  $U_2$  на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет  $I_2 = 20$  мА.
- 3) Какое количество теплоты  $Q$  выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E$ ,  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = 2R$ ,  $r = R/5$ ,  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 2L$ . Ключ  $K$  замкнут, режим в цепи установился.

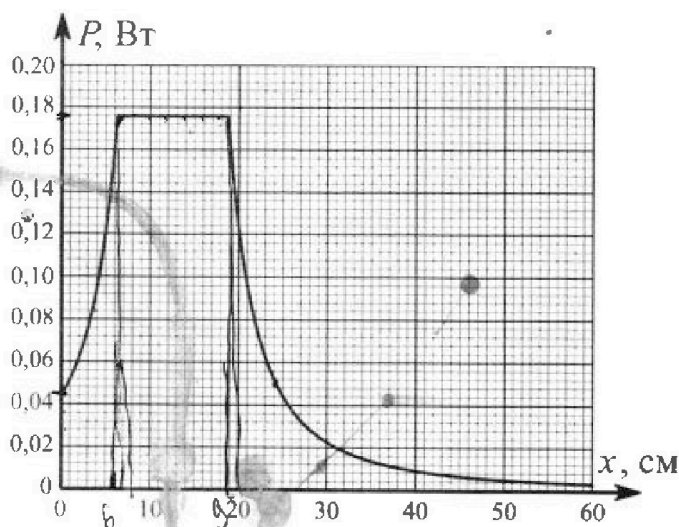
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_1$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



Каждый ответ выразить через  $E$ ,  $R$ ,  $L$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. Точечный источник излучает свет одинаково по всем направлениям. На некотором расстоянии от него расположили датчик в форме диска, регистрирующий мощность  $P$  падающего света. Ось симметрии датчика проходит через источник. Между источником и датчиком на фиксированном расстоянии  $a = 32$  см от источника расположили тонкую линзу радиусом  $R = 2$  см так, что главная оптическая ось линзы совпала с осью симметрии датчика. На рисунке представлен график зависимости показаний датчика от расстояния  $x$  между линзой и датчиком.

- 1) Найти радиус датчика  $r$ , считая его меньше радиуса линзы.
- 2) Найти фокусное расстояние  $F$  линзы.
- 3) Найти мощность источника  $P_0$ , считая  $R \ll a$ .







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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

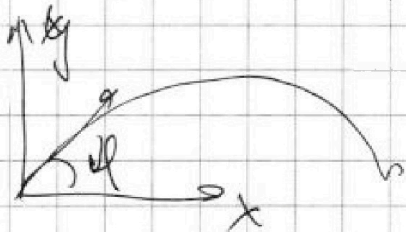
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) при вертикальном запуске.

для старта  $\frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow$

$\Rightarrow v^2 = 2gh$

2) при 2 встречах пушка неподвижна



$\tan \varphi = \frac{2}{3} \Rightarrow \sin \varphi = \frac{2}{3} \cos \varphi$

$\sin 2\varphi = \frac{4}{3} \cos^2 \varphi$

$\frac{1}{\cos^2 \varphi} = \tan^2 \varphi + 1 = \frac{13}{9}$

$\cos^2 \varphi = \frac{9}{13} \Rightarrow \sin 2\varphi = \frac{4 \cdot 3}{13} =$

$\Rightarrow S_2 = \frac{v^2 \sin 2\varphi}{g} = \frac{2gh \cdot \frac{12}{13}}{g} = \frac{12}{13}$

(общая известная формула)  
или

$v_x t = S_2$

$v_y t - \frac{gt^2}{2} = 0$

$t = \frac{2v_y}{g}$

$S_2 = \frac{2v_x v_y}{g} = \frac{v^2 \sin 2\varphi}{g}$

$= 2 \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{13}{3} =$

$= 8 \text{ м}$

$S_2 = 8 \text{ м}$



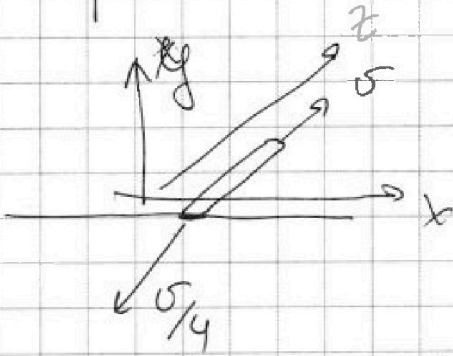
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) когда пушка не закреплена при вылете помещается угол.



З.С.И по  $z$ .

$m \cdot u - M_{пушки} u = 0$

$$u = \frac{u}{4}$$

по оси  $y$ : импульс пушки погасится силой реакции, а по вертикали  $x$  она отбедет назад изначально отношение.

Кор. фронтан  $\frac{u_y}{u_x} = \frac{2}{3}$  после  $\frac{u_y}{u_x - u_x} = \frac{u_y}{u_x(1-\frac{1}{4})} = \frac{8}{9}$

$$\frac{8}{9} = \tan \alpha \Rightarrow \text{аналогично } 1 \quad \sin 2\alpha = \frac{8 \cdot 16}{145}$$

$$\Rightarrow S_3 = \frac{2u^2 \sin 2\alpha}{g} = 2M \sin 2\alpha \approx 9 \text{ м.}$$

~~$= M \cdot \frac{18}{3} \cdot \frac{18}{15} \cdot \frac{2}{5} = 18 \cdot \frac{2}{5} = 7.2 \text{ м}$~~

Ответ: 1) 8 м  
2) 9 м





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)  $\varphi_2$   $2,25$   $\alpha$  - ~~часть~~ сум возг.

$$2,25 p_0 v_0 = \alpha J R T_2 = \frac{13}{6} J R T_0 \alpha$$

$$\alpha = \frac{p_0 v_0}{J R T_0} \cdot \frac{2,25 \cdot 6}{13} = \frac{2,25 \cdot 6}{13}$$

$$\frac{3}{2} J \cdot \frac{(1-\alpha) J}{3} = \varphi_2 = \frac{2(1-\alpha)}{3}$$

Ответ: 1) 1,5 2)  $\frac{1}{2}$  3)  $\frac{13}{6}$  4)  $\frac{2(1 - \frac{2,25 \cdot 6}{13})}{3}$



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!

$$1) P_1 = \frac{F}{S} = \frac{150 \text{ Н}}{10 \text{ см}^2} = \frac{150 \text{ Н}}{10^{-3} \text{ м}^2} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па} = 150 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_0} = 1,5$$

$$2) P_{\text{кап. паров}} \text{ при } t = 100^\circ = 1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па} = P_0$$

$$\Rightarrow \text{Плавает} \Rightarrow \frac{N_{\text{возд}}}{N_A} R T = 1,5 P_0 V - P_0 V =$$

$$\frac{N_{\text{возд}}}{N_A} R T = P_0 V_0 \quad \Rightarrow \frac{N_{\text{возд}}}{N_A} R T = \frac{1}{2} P_0 V_0$$

$$N_A \Rightarrow \frac{N_{\text{возд}}}{N_{\text{возд}}} = \frac{1}{2}$$

3) После сжатия. Температура воздуха мгновенно поднялась чтобы  $\Sigma F$  на поршень была 0.

$$\Rightarrow \frac{1}{2} R T = 1,5 P_0 V_0 - 1,5 P_0 V_0 = 1,25 P_0 V_0$$

$$\frac{1}{2} R T_2 = P_0 V_0 \quad \Delta T = 2,5 T_0 \Rightarrow T_2 = 3,5 T_0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} (5R + R) (3,5 T_0 - T_2) = (3R + R) (T_2 - T_0)$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_0} = \frac{16,25}{7,5} = \frac{13}{6}$$



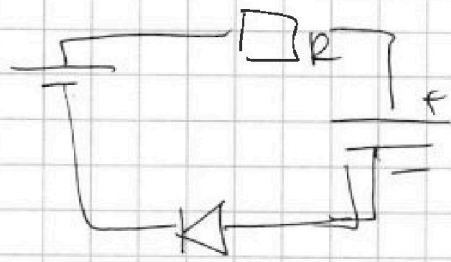


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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



1) Дiod при  $I \leq 20 \text{ mA}$  ведет себя как резистор с сопротивлением

$$R_0 = \frac{1000 \text{ mV}}{20 \text{ A}} = 50 \Omega \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  предполагаем, что ток в цепи  $I \leq 20 \text{ mA}$

$$\Rightarrow -\varepsilon + u_1 + (R + R_0)I = 0.$$

$$I = \frac{\varepsilon - u_1}{R + R_0} = 0,04 \text{ A} \gg 20 \text{ mA} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  диод открыт  $-\varepsilon + u_1 + RI = 0.$

$$I = \frac{\varepsilon - u_1}{R} = 0,06 \text{ A}$$

2) при  $I \leq 20$  как резистор  $\Rightarrow I_2 = 20 \text{ mA} \Rightarrow$

$$\Rightarrow -\varepsilon + u_2 + (R + R_0)I_2 = 0.$$

$$u_2 = \varepsilon - (R + R_0)I_2 = 6 \text{ B}$$

3) До момента пока  $I \leq 20 \text{ mA}$

всё тепло выделяется на ~~резисторе~~ R, после  
еще и на диоде, причем  $Q_{\text{диода}} = \frac{Q_R}{2}$

т.к.  $Q = \frac{dQ}{dt} = N \cdot t = I^2 R t$

$$\frac{R_0}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{Q_0}{Q_R} = \frac{I^2 R_0^2 dt}{I^2 R dt} = \frac{1}{2}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

найдем  $Q_{R1}$  до  $I = 20 \text{ mA}$ .  $Q_R = Q_1$ .  
 энергия конденсатора, работа источника

$$Q_1 + \frac{u_1^2 C}{2} = \frac{u_2^2 C}{2} + \mathcal{E} (u_2 - u_1) C.$$

найдем  $Q_{R2}$  после  $I = 20 \text{ mA}$   $Q_{R2} = Q_2$ .

$\frac{3}{2} Q_2$  т.к.  $Q_2 + Q_{\text{кон}} = Q_2 + \frac{Q_2}{2} = \frac{3}{2} Q_2$ .

$$\frac{3}{2} Q_2 + \frac{Q_2^2 C}{2} = \frac{Q_2^2 C}{2} + \mathcal{E} (\mathcal{E} - u_2) C$$

$\mathcal{E}$  - т.к. ток перестанет течь  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \mathcal{E} - u_{\text{кон}} = 0 \Rightarrow u_{\text{кон}} = \mathcal{E}.$$

$$Q_2 + \frac{u_2^2 C}{3} = \frac{\mathcal{E}^2 C}{3} + \frac{2\mathcal{E}}{3} (\mathcal{E} - u_2) C$$

$$Q_R = Q_1 + Q_2 = \frac{u_2^2 C}{2} - \frac{u_1^2 C}{2} + \mathcal{E} (u_2 - u_1) C + \frac{\mathcal{E}^2 C}{3} + \frac{2\mathcal{E}(\mathcal{E} - u_2)}{3} C$$

$$- \frac{u_2^2 C}{3} = \frac{u_2^2 C}{6} - \frac{u_1^2 C}{2} + \mathcal{E} (u_2 - u_1) C + \frac{\mathcal{E}^2 C}{3} + \frac{2\mathcal{E}(\mathcal{E} - u_2)}{3} C$$

$Q = \dots$   ~~$76,5 \mu\text{C}$~~   ~~$4590 \mu\text{C}$~~   $4590 \mu\text{C}$  и т.д.

Ответ: 1)  $60 \text{ mA}$  2)  $6 \text{ B}$  3)  $4590 \mu\text{C}$  и т.д.



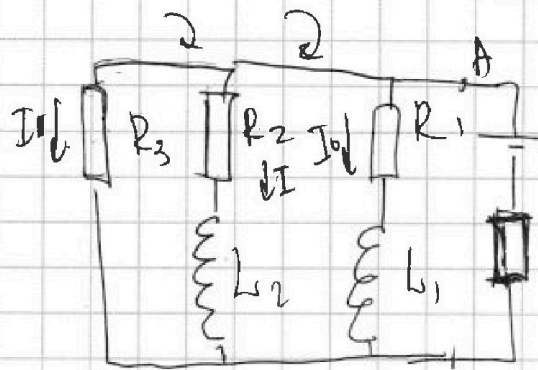


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) решим установивши.

$$\Rightarrow I = \text{const} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0.$$

$$I_2 \Rightarrow R_1 I_0 - R_2 I = 0.$$

2 пр. киргофа обход среднего контура и крайнего.

$$R_2 I - R_3 I_1 = 0.$$

$$\Rightarrow I = I_0, \quad \text{D}$$

$$I_1 = \frac{I}{2} = \frac{I_0}{2}$$

$\Rightarrow$  по 1 правилу киргофа

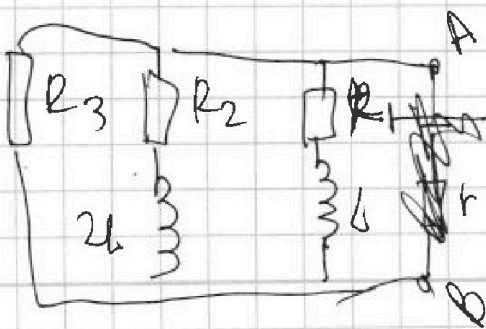
$$I_2 = I_0 + I + I_1 = \frac{5}{2} I_0.$$

$\Rightarrow$  <sup>для</sup> правого контура 23. киргофа

$$E - I_2 r - I_0 R = 0 \Rightarrow I_0 \cdot \frac{3}{2} R = E.$$

$$I_0 = \frac{2}{3} \frac{E}{R}$$

2) когда разомкнем в нач момент ток через резистора не идёт



Но напряжение между A и B не даёт по изменится

$$\Rightarrow L \frac{dI_1}{dt} = E - r \cdot I_0 \cdot \frac{5}{2}$$

$$\frac{dI}{dt} = E - \frac{3E}{2R} \cdot \frac{1}{5R} \cdot \frac{5}{2} = \frac{1E}{4}$$

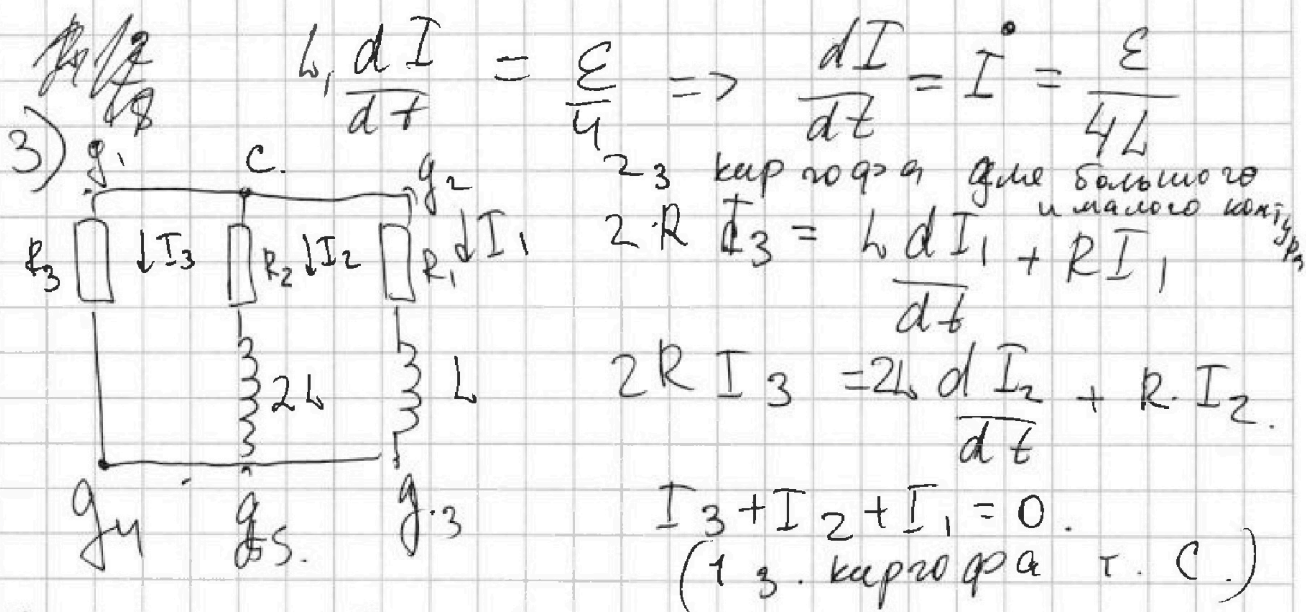
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$g_1, g_2, g_3, g_4$  - большой  
 $g_1, c, g_5, g_4$  - малый

$$\Rightarrow 4R I_3 = L \frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} + R(I_1 + I_2)$$

$$4R I_3 = L \frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} - R I_3 \quad \text{про суммируем по } dt$$

$$5R \int I_3 dt = L \int dI_1 + 2L \int dI_2 \quad \text{в начале}$$

$$5R \Delta Q_3 = L(0 - I_1) + 2L(0 - I_2) \quad \text{через } L_1 \text{ и } 2L \text{ течёт } I_0, \text{ в конце } 0$$

$$|\Delta Q_3| = \frac{3}{5} \frac{I_0 L}{R} = \frac{2}{5} \frac{L \epsilon}{R^2}$$





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  
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!

Ответ:

1)  $\frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{R}$

2)  $\frac{\varepsilon}{4b}$

3)  $\frac{2}{5} \frac{h \varepsilon}{R^2}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

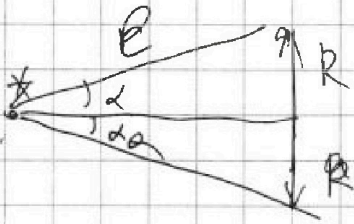
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{a \cdot b}{a + b} = \frac{32 \cdot 12}{12 + 32} = \frac{96}{11}$$

т.к.  $R \ll a \Rightarrow$

$$R = (R^2 + a^2)^{\frac{1}{2}} = a \left( 1 + \frac{R^2}{2a^2} \right)$$

3)



$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{R}{R} = \frac{R}{a \left( 1 + \frac{R^2}{2a^2} \right)}$$

$$\Rightarrow \alpha = \sin^{-1} \frac{R}{a} = \frac{R}{a} \ll 1 \Rightarrow \alpha \text{ малый}$$

связь  $2\alpha$  в  $2\pi$

$$\Rightarrow N \cdot 2\alpha = 2\pi$$

$$N = \frac{2\pi}{\alpha}$$

с  $2\alpha$  мы получаем

$$P = 0,176 \text{ Вт} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{с } 2\pi \text{ мы получим } P_0 = N \cdot P = \frac{2\pi}{\alpha} \cdot 0,176 =$$

$$= \frac{\pi R}{a} \cdot 0,176 = P_0$$





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!

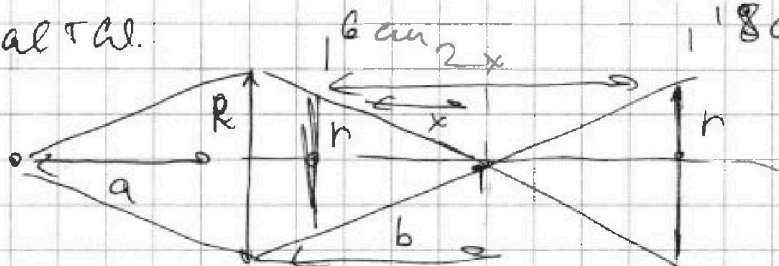
Линза собирающая т.к. иначе.

мощность бола  $\Phi_0$  постоянна.

т.к.  $r < R \Rightarrow$  при  $x = 0$  мощность бола  $\Phi_0$  ~~постоянна~~ убывает при возр.т.

$x$  т.к. мощность лучей  $\Phi$  растаивает уменьшается.

$\Phi_0 \Rightarrow$



при  $x = 0$  ~~при  $x \in [0, 18]$~~   ~~$P = const$~~   
и  $\Phi$  при  $x = 0$  ~~и~~ мощность  $P \sim \pi r^2$ .

а максимальная ~~и~~ ~~мощ~~  $\sim \pi R^2$ .

т.к. все лучи попадают  $\Rightarrow P = 0,04$

$$\Rightarrow \frac{P(0)}{P_{max}} = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} \Rightarrow \frac{r}{R} = \sqrt{\frac{P(0)}{P_{max}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,044}{0,176}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 1 \text{ см.}$$

2) см. рис.  $P$  постоянна ~~и~~ макс ~~и~~ максимальна

$$\text{от } 6 \text{ см до } 18 \text{ см} \Rightarrow b = 18 - 6 = 12 \text{ см}$$

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  
\_\_ 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!

$$\text{Q1} \quad \# \quad 2,25 \rho \Delta V = \pm$$

$$120 \rightarrow 0,25$$

$$\# \quad 3,5 T_0 - T_2$$

$$(3,5)^2 T_0 - 3,5 T_2 = 4 T_2 - 4 T_0$$

$$16,25 T_0 = 7,5 T_2$$

$$2 \frac{1,25}{7,5} = 2,$$

$$2 \cdot \frac{2,5}{7,5} = \frac{1}{6}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 35 \\ \hline 600 \\ 350 \\ \hline 4200 \end{array}$$





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!

Handwritten mathematical work on grid paper, including diagrams and calculations.

Top left:  $2,28 \text{ по } V_0$

Top center:  $7,5 + 6 = 13,5 \quad | = \frac{2}{27} + \frac{1}{32}$

Top right:  $\frac{8193}{27 \cdot 82}$

Center:  $\frac{64 + 27}{32 \cdot 27} = \frac{64}{81}$

Center:  $\frac{145}{32} + \frac{1}{32}$

Center:  $\frac{N_0}{N_A} R T_1 = \frac{N_0 - N}{N_A}$

Center:  $\frac{32}{3} = F$

Bottom left:  $2x = 13$   
 $x = 7,5 = 13$

Bottom right:  $19$

The page contains several diagrams of a rhombus with internal lines and points, and various mathematical derivations and calculations.



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!

$$\frac{\mathcal{E}}{8L} \quad \frac{\mathcal{E}}{4L}$$

$$2R \frac{dq_3}{dt} = R \frac{dq_1}{dt} + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$2R \frac{dq_3}{dt} = R \frac{dq_2}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{dq_3}{dt} + \frac{dq_2}{dt} + \frac{dq_1}{dt} = 0. \quad \Delta q_3 + \Delta q_2 + \Delta q_1 = 0$$

$$2R \Delta q_3 = R \Delta q_1 + L dI_1$$

$$2R \Delta q_3 = R \Delta q_2 + 2L dI_2$$

$$R(\Delta q_1 - \Delta q_2) = L(I_1 - I_2)$$

$$\Delta q_1 = \frac{L I_1}{R}$$

$$\Delta q_2 = \frac{2L I_2}{R}$$

$$4R \Delta q_3 = -R \Delta q_3 +$$

$$+ 3L dI$$

$$5R \Delta q_3 = 3L dI$$

$$\Delta q_3 = \frac{3L}{5R} \cdot I_0 = \frac{3}{5} \frac{L}{R} \cdot \frac{2}{3} \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{2L\mathcal{E}}{5R}$$



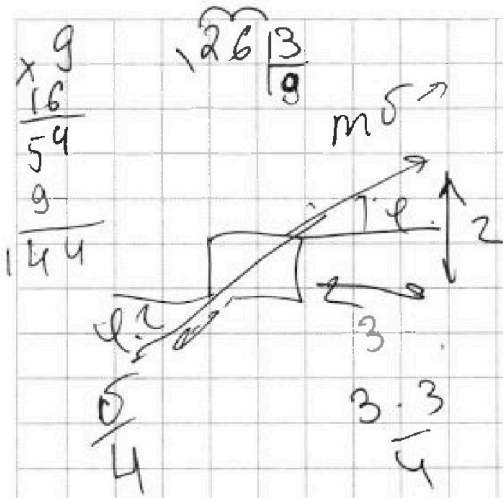


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$m \cos \alpha = m \sin \alpha$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{2 \cdot 4}{9} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{8}{9} \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{64}{81} + 1 = \frac{145}{81}$$

$$\frac{16}{9} \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha$$

$$\frac{64}{81} + 1 = \frac{145}{81}$$

$$\frac{81}{145} \cdot \frac{16}{9} = \frac{9 \cdot 16}{145}$$

$$\frac{145}{5} = 29$$

$$\frac{13}{3} \cdot \frac{2 \cdot 9 \cdot 16}{145} =$$

$$= \frac{13 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 16}{3 \cdot 145} =$$

$$= \frac{3 \cdot 16}{5} = 9,6 \text{ м}$$

$$\frac{8}{9} \cos x = \sin x$$

$$x \frac{13}{16}$$

$$\frac{81 \cdot 9 \cdot 16}{145 \cdot 9}$$

$$\frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 3} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{16}{9} \cos^2 x = \sin^2 x$$

$$2 \cdot 13 = 26$$

$$\frac{64}{81} + 1 = \frac{145}{81}$$



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!

$$10 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м} \cdot 1 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} \cdot 10 = 10^{-2} \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$P_2 = 2,25$$

$$\frac{F}{S} = P_1 = \frac{10^2 \cdot 1,5}{10^{-3}} = 1,5 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_1}{P_0} = 1,5$$

$$\frac{N_1}{NA} RT + \frac{N_2}{NA} RT = P_1 V$$

$$P_0 V + \frac{N_{\text{свх}}}{NA} RT = P_1 V$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 15 \\ \hline 75 \\ \times 15 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\frac{1}{32} + \frac{1}{12} = \frac{N_{\text{свх}}}{NA} = \frac{1}{2} P_0 V_0$$

$$= \frac{1}{4.8} + \frac{1}{4.3} = \frac{N_1}{NA} = \frac{1}{2} = \frac{N_{\text{свх}}}{N}$$

$$\begin{array}{r} 0,010 \\ 0,010 \\ \hline 0,020 \\ \times 10 \\ \hline 0,200 \\ \hline 0,220 \end{array}$$

$$2,25 P_0 \Delta V = \frac{N - N_e}{NA} C_{pB} + N_e C_{p\text{свх}} (T_2 - T_1)$$

$$P_0 \Delta V$$

$$\frac{N_{\text{свх}}}{NA} RT_2 + \frac{N_e}{NA} RT_2 = 2,25 P_0 (\Delta V - \Delta U)$$





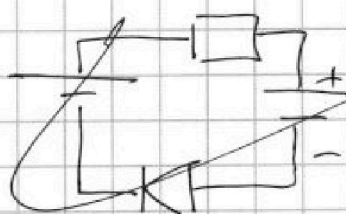
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

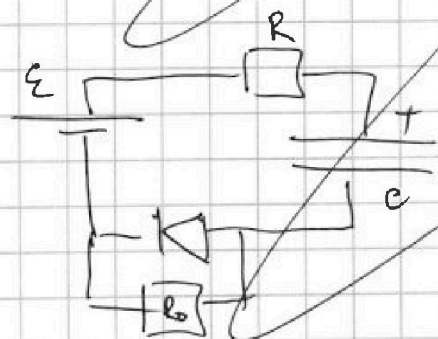
4. ИЗ

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



1)  $I_{дог}$  при  $I_{ток} \leq 20 \text{ mA}$   
ведёт себя как резистор  
с  $R_0 = \frac{1 \text{ В}}{20 \text{ mA}} = 500 \Omega$

$\Rightarrow$  помещаем схему.



для решения

предположим, что ток  $\leq 20 \text{ mA}$  (\*)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  2 закон Киргофа

$$-\varepsilon + u_1 + (R + R_0)I = 0$$

$$I = \frac{\varepsilon - u_1}{R + R_0} = \frac{9 - 3}{600} = 0,01 \text{ A} =$$

$$= 10 \text{ mA} \text{ со (*) нет}$$

2) когда в цепи ток против.  $\Rightarrow$  всё хорошо

$$\frac{9 - 3}{150} = 0,04 \Rightarrow \text{не верно}$$

$$\frac{9 - 3}{100} = 0,06 \text{ A}$$

б.

$$-\varepsilon + R \cdot I + u_{\text{диод}}$$



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

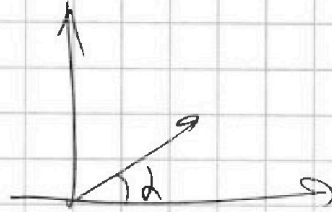
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

4

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$



$$\sqrt{2gh}$$

$$L = v \cos \alpha \cdot t$$

$$-\frac{gt^2}{2} + v \sin \alpha \cdot t = 0$$

$$\frac{gt}{2} = v \sin \alpha$$

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{v \sin \alpha \cdot t}{v \cos \alpha \cdot t} = \frac{L \sin \alpha}{L \cos \alpha}$$

$$L = \frac{v^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{2}{3}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{3} \cos \alpha$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{4}{9} + 1$$

$$\frac{4}{3} \cos^2 \alpha = \sin 2\alpha$$

$$\frac{7}{3} = \cos^2 \alpha = \frac{3}{7}$$

$$\frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{7} \cdot v^2}{g}$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \frac{2gh}{g} = \frac{8}{3} \cdot \frac{13}{3} =$$





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  
\_ 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!

$(R_1 + R_2) I_0 = \mathcal{E}$

$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{\mathcal{E}}{6R} = \frac{5\mathcal{E}}{6R}$

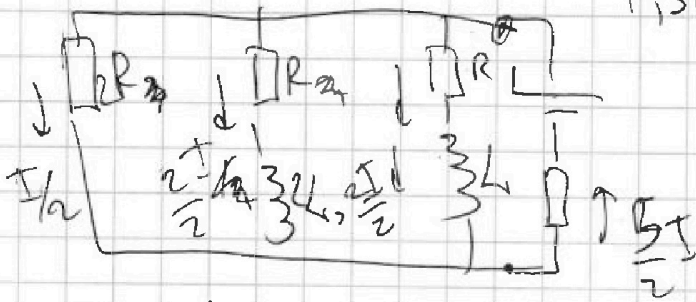
$2,25 p_{\text{пр}} I_0 = \frac{3}{2} J R T_2$

$R_1 I_0 + L_1 \frac{dI_1}{dt} = R_2 I_0 + L_2 \frac{dI_2}{dt}$

$\frac{1}{5} p V = J R T + p_{\text{нас}}$

$p \Delta V = \frac{3}{4} J R \Delta T + 4 J \Delta T$

$1,5 p_0 V_0 = \frac{3}{2} J R T_1$



$\frac{5}{2} I \cdot \frac{R}{3} + I R = \mathcal{E}$

$\frac{3}{2} I R = \mathcal{E}$

$I = \frac{2}{3} \frac{\mathcal{E}}{R}$

$L_1 \frac{dI}{dt} = U_{AB} = \mathcal{E} - \frac{2}{5} \mathcal{E} = \frac{3}{5} \mathcal{E}$

$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{3}{5} \frac{\mathcal{E}}{L}$

$q_1 + q_2 = q_3$

$2R \frac{dq}{dt} = \frac{3}{5} \mathcal{E} - L_1 \frac{dI}{dt}$

$\Delta q_3 = L_1 \Delta I$

$\frac{3}{2} \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{5}{2} \frac{1}{5} R = \frac{3}{4} \mathcal{E}$



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

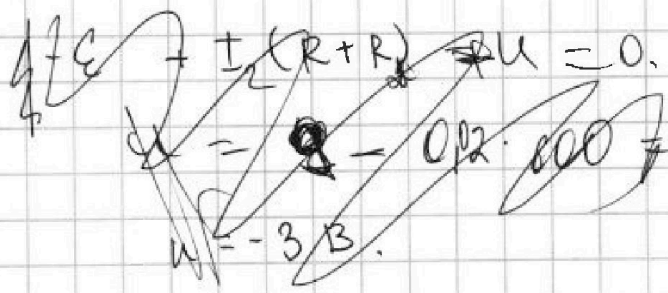
СТРАНИЦА  
из

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!

$$-E + IR + U_1 + 500I = 0$$

$$U_1 = \frac{1}{0,02} = \frac{1000}{2} = 500$$

$$6 = 600I \quad I = 0,01 = 10 \text{ mA}$$



$$\begin{array}{r} 36 \\ + 7,8 \\ \hline 60,84 \end{array} \quad \frac{4}{9} + 1$$

$$\begin{array}{r} 60,84 \\ \times 7 \\ \hline 425,88 \end{array}$$

$$7,8$$

$$E \cdot C = Q_{\text{кон}} \\ Q_1 \cdot C = Q_{\text{члч}}$$

$$(E - U_1) C = \Delta Q \\ E_1 \cdot C_1 = (U_2 - U_1) C = \Delta Q_2$$

$$E(E - U_1)C + \frac{E^2 C}{2} = Q + \frac{U_1^2 C}{2}$$

$$Q_1 + \frac{U_1^2 C}{2} = \frac{E^2 C}{2} + C(U_2 - U_1)C$$

$$Q + \frac{9 \cdot 60 \cdot 10^{-9}}{2} = \frac{60,84 \cdot 60 \cdot 10^{-9}}{2} + \frac{59 \pm}{5 \text{ н}}$$

$$= 54 + 18 + 4,5 = 76,5$$

$$= 27 + 18 + 32 = 77$$

$$= 27 + 4,5 = 31,5$$