

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

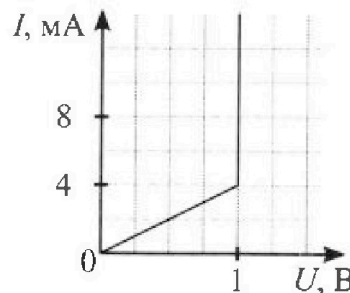
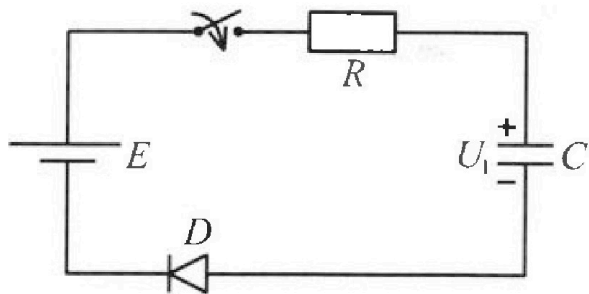
## Вариант 11-06

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



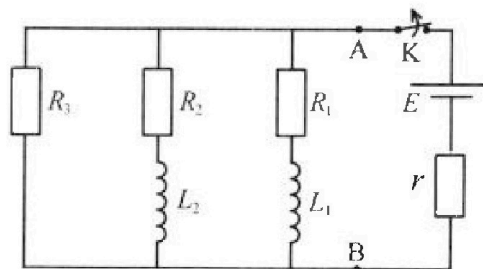
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 8$  В,  $R = 500$  Ом,  $C = 200$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 4$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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  $I_2 = 4$  мА.
- 3) Какое количество теплоты  $Q$  выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E$ ,  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = 3R$ ,  $r = R/7$ ,  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 3L$ . Ключ  $K$  замкнут, режим в цепи установился.

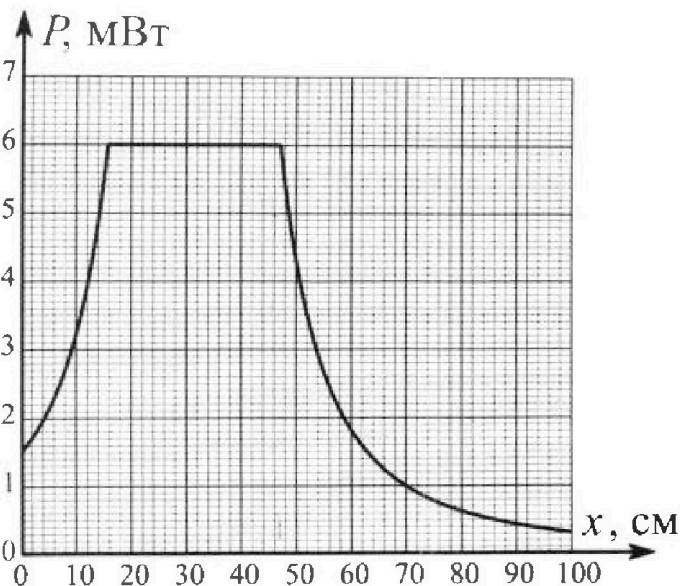
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_2$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_2$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



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  $a = 48$  см от источника расположили тонкую линзу радиусом  $R = 3$  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  $R \ll a$ .





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

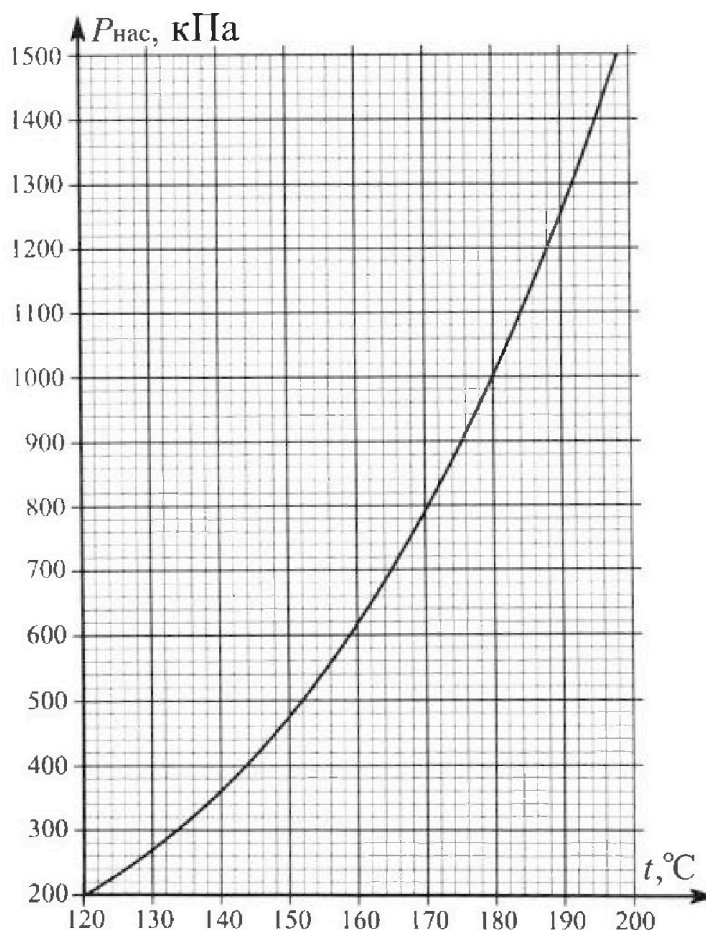
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/4$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом  $\varphi$  ( $\operatorname{tg}\varphi = 3/2$ ) 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?

Раз меры 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  $S = 10 \text{ см}^2$  под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 75\%$  при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ . Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой  $F = 125 \text{ Н}$ , направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной  $2F$ , и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление  $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$ . Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме  $C_{11} = 5R/2$  (сухой воздух),  $C_{12} = 3R$  (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.





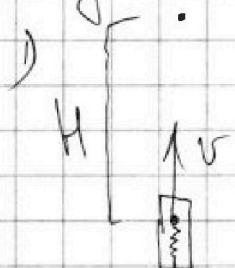
На одной странице можно оформить только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

Задача 1



$$\text{ЗСЭ: } \frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$v = \sqrt{2gh} - \text{ скорость вылета}$$

$$\int S_2 = v \cos \varphi t$$

$$-v \sin \varphi = v \sin \varphi - gt$$

$$S_2 = \frac{v^2 \sin 2\varphi}{g} \approx \frac{S_2}{\cos^2 \varphi} = \frac{1}{g^2 \varphi + 1} \Rightarrow \cos^2 \varphi = \frac{1}{g^2 \varphi + 1} =$$

$$= \frac{1}{\frac{g}{4} + 1} = \frac{4}{13} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

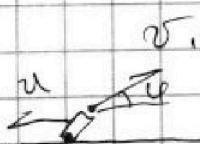
$$\sin^2 \varphi = 1 - \cos^2 \varphi = 1 - \frac{4}{13} = \frac{9}{13} \Rightarrow \sin \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$S_2 = \frac{2gh \cdot 2 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi}{g} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 3}{4 \cdot \sqrt{13} \cdot \sqrt{13}} = 6 \text{ см}$$

Ответ: 6 см

$$2) \text{ ЗСЭ: } mgh = \frac{Mv^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\text{ЗЧ: ОК: } Mv = mv_1 \cos \varphi \Rightarrow v = \frac{v_1 \cos \varphi}{3}$$



$$\text{ЗСЭ: } mgh = \frac{2Mv_1^2 \cos^2 \varphi}{3 \cdot 2} + \frac{mv_1^2}{2} \quad | \cdot 6$$

$$6gh = v_1^2 \cos^2 \varphi + 3v_1^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 = \frac{6gh}{(3 + \cos^2 \varphi)}$$



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 1

$$\begin{aligned} \sqrt{3} &= \frac{25^2 \cdot 3 \sin 2\varphi}{g} = \frac{60 \text{ Н} \cdot 2 \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{(3 + \cos^2 \varphi) g} \\ &= \frac{12 \cdot 13 \cdot 3 \cdot 2}{4 \cdot 13 \left(3 + \frac{4}{13}\right)} = \frac{18 \cdot 13}{43} = \frac{234}{43} \end{aligned}$$

Ответ:  $\frac{234}{43}$



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 2

$$\text{из (2)} \quad D_1 + D_2 = \frac{11(T_2 - T_1)}{2(2T_1 - T_2)}$$

$$\frac{p_{b,n}}{p_{нас}} = \frac{D_{b,n}}{D_{нас}} = \varphi$$

$$D_1 = 1,5 D_2 = 1,5 \cdot \varphi \cdot D_{нас}$$

$$2,5 \cdot 0,45 \cdot D_{нас} = \frac{11(T_2 - T_1)}{2(2T_1 - T_2)}$$

$$2,5 D_2 = \frac{11(T_2 - T_1)}{2(2T_1 - T_2)}$$

$$D_2 = \frac{p_{b,n} \cdot p'_{взг} V_2}{R T_2 p_{взг}} = \frac{p_{b,n} \cdot p'_{взг} \cdot S(D_1 + D_2)}{2 F \cdot p_{взг}}$$



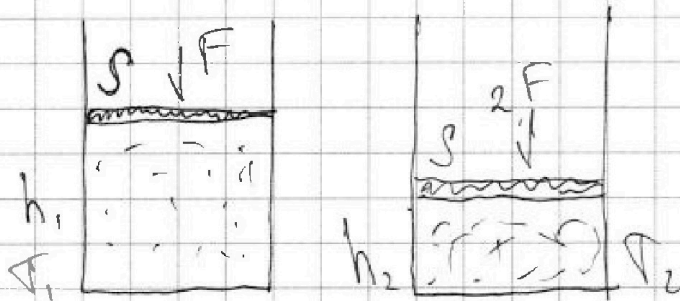
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 12



$$1) P_1 = \frac{F}{S} ; \frac{P_1}{P_0} = \frac{F}{SP_0} = \frac{125}{10 \cdot 10^4 \cdot 10^5} = 1,25$$

Ответ: 1,25

$$2) \frac{P_{b.n.}}{P_{нас}} = 4, \text{ при } t_1 = 100^\circ \text{C } P_{нас} \approx 10^5 \text{ Па}$$

$$P_{b.n.} = 0,75 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\frac{F}{S} = P_{возг} + P_{b.n.} ; \frac{125 \cdot 10^5}{5} = 0,75 \cdot 10^5 + P_{возг} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{возг} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_{возг} V_1 = \nu_1 R T_1 ; \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_{возг}}{P_{b.n.}} ; \frac{N_1 \cdot N_A}{N_2 \cdot N_A} = \frac{P_{возг}}{P_{b.n.}}$$

$$P_{b.n.} V_1 = \nu_2 R T_1 ; \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_{возг}}{P_{b.n.}} ; \frac{N_1 \cdot N_A}{N_2 \cdot N_A} = \frac{P_{возг}}{P_{b.n.}}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{11,75 \cdot 10^5}{0,75 \cdot 10^5} = \frac{48}{3} \approx 15,6 \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{0,75 \cdot 10^5} = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Ответ: ~~48/3~~ ~~15,6~~ ~~2/3~~ 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

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!

$$3) \frac{2F}{S} = P_{\text{взг}}' + \cancel{P_{\text{в.н}}'} + P_{\text{в.н}}'$$

$$P_{\text{взг}}' V_2 = \nu_1 R T_2 \quad P_{\text{в.н}}' V_2 = \frac{\nu_2}{2} R T_2$$

$$\frac{2F}{S} (V_2 - V_2) = -C_{V_1} (T_1 - T_2) + C_{V_2} (T_1 - T_2), \text{ так как}$$

сосуд теплоизолирован. ( $A = -\Delta U$ )

$$\frac{2F}{S} = \frac{\nu_1 R T_2}{V_2} + \frac{\nu_2 R T_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{S R T_2 (\nu_1 + \nu_2)}{2F}$$

$$\frac{F}{S} = \frac{\nu_1 R T_1}{V_1} + \frac{\nu_2 R T_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{S R T_1 (\nu_1 + \nu_2)}{F}$$

$$\frac{2F}{S} \cdot \frac{S R (\nu_1 + \nu_2)}{F} (T_1 - \frac{T_2}{2}) = \frac{5R}{2} (T_2 - T_1) + 3R (T_2 - T_1)$$

$$(\nu_1 + \nu_2) (2T_1 - T_2) = \frac{11}{2} T_2 - \frac{11}{2} T_1 \quad (2)$$

$$P_{\text{в.н.}} = \frac{P_1}{\mu} R T_1 \quad P_{\text{в.н.}}' = \frac{P_2}{\mu} R T_2$$

$$\frac{P_{\text{в.н.}}}{P_{\text{в.н.}}'} = \frac{P_1 T_1}{P_2 T_2} = \frac{V_2 T_1}{V_1 T_2} = \frac{S R T_2 T_1 (\nu_1 + \nu_2) F}{2 F S R T_1 T_2 (\nu_1 + \nu_2)} = 2$$

$$P_{\text{в.н.}}' = 2 \cdot P_{\text{в.н.}} = 1,5 \cdot 10^5$$

$$P_{\text{взг}}' = \frac{2 \cdot 125}{10 \cdot 10^{-4}} - 1,5 \cdot 10^5 = 1 \cdot 10^5$$



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  
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 3

Тогда темп, которое ведется на резек-  
торе, когда диод был полностью открыт, можно,

$$\max \frac{P_R}{P_D} = \frac{Q_R}{Q_D}; \quad \frac{2^2 R}{2^2 R_D} = \frac{Q_R}{Q_D}$$

$$\Rightarrow Q_D = \frac{Q_R \cdot R_D}{R}$$

$$Q_0 = Q_D + Q_R = Q_R \left( \frac{R_D}{R} + 1 \right) = Q_R \left( \frac{250}{500} + 1 \right) = \frac{3}{2} Q_R$$

$$Q_R = \frac{2}{3} Q_0 = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^{-4}}{3} = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$Q = Q_R + Q' = 7 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} = 13 \cdot 10^{-4} \text{ Днс}$$

$$\text{Ответ: } 13 \cdot 10^{-4} \text{ Днс}$$



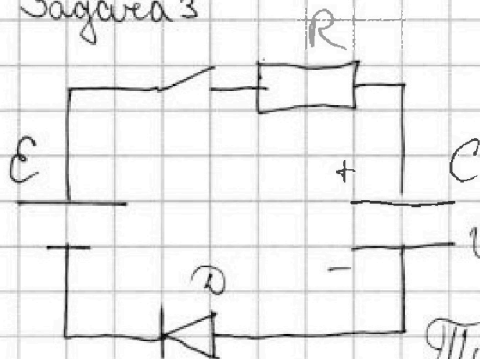


1  2  3  4  5  6  7

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



1) Предположим, что на диоде падает напр. меньше, чем  $U_D = 1В$ , тогда ток  $I < 4мА$

Тогда суммарный ток, который падает на резисторе, конденсаторе и диоде

$$U_D + U_1 + IR = 1 + 4 + 4 \cdot 500 \cdot 10^{-3} = 7 < E = 8В \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  на диоде падает  $U_D$

$$E = IR + U_1 + U_D \Rightarrow I = \frac{E - U_1 - U_D}{R} = \frac{8 - 4 - 1}{500} = 6мА$$

Ответ: 6 мА

2) При  $I_2 = 4мА$  на диоде падает напряжение

$U_D = 1В$ , тогда

$$E = I_2 R + U_2 + U_D \Rightarrow U_2 = E - U_D - I_2 R = 8 - 1 - 4 \cdot 500 \cdot 10^{-3} = 5В$$

3) Цепь установится и тока в цепи не будет, когда напряжение на конденсаторе будет  $E$

$$q_2 = \frac{C}{E} = \frac{8^4}{200 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^4 Кл - \text{заряд на конг. в этот момент (конечный)}$$

$$q_1 = \frac{U_1}{E} = \frac{4}{200 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^4 Кл - \text{заряд на конденсаторе}$$



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 3

$$C(q_2 - q_1) = \frac{C^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} + Q_{\Sigma}$$

$$Q_{\Sigma} = \frac{C}{C} (C - U_1) - \frac{C^2 C}{2} + \frac{U_1^2 C}{2} = \frac{8 \cdot 4}{200 \cdot 10^{-6}} - \frac{64 \cdot 200 \cdot 10^{-6}}{2}$$

Закон ЗСЭ:  $C(q_k - q_n) = \frac{q_k^2}{2C} - \frac{q_n^2}{2C} + Q_{\Sigma}$

$$Q_{\Sigma} = \frac{C C (C - U_1)}{2} - \frac{C^2 C}{2} + \frac{U_1^2 C}{2} =$$

$$= C \left( \frac{C^2}{2} - C U_1 + \frac{U_1^2}{2} \right) = 200 \cdot 10^{-6} (32 - 32 + 8) = 16 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

- Это тепло выделится и на резисторе и на диоде за всё время

ЗСЭ: (когда диод открыт)

$$Q' = C(U_2 C - U_1 C) - \frac{U_2^2 C}{2} + \frac{U_1^2 C}{2} = 200 \cdot 10^{-6} \left( 40 - 32 - \frac{25}{2} + 8 \right) =$$

$$= 2 \cdot 10^{-4} \left( \frac{32}{2} - \frac{25}{2} \right) = 7 \cdot 10^{-4} \text{ Дж.} - \text{ это}$$

тепло выделится только на резисторе т.к. диод открыт, а значит его сопротивление 0

$Q_0 = Q_{\Sigma} - Q' = 16 \cdot 10^{-4} - 7 \cdot 10^{-4} = 9 \cdot 10^{-4}$  - тепло, которое выделится когда диод был полуоткрыт (имел сопротивление)

сопротивление диода в полуоткрытом состоянии из графика

$$R_D = \frac{U}{I} = \frac{4}{4 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ Ом}$$



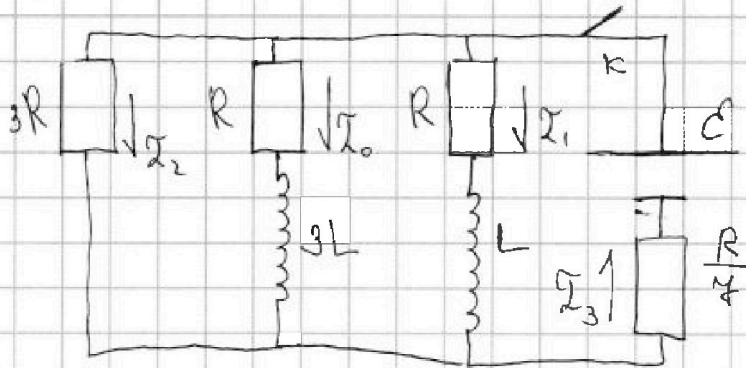
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Ст.к. режим цепи установлен, то на катушках напряжение не падает.

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1 R + I_3 \frac{R}{4} \\ \mathcal{E} = I_0 R + I_3 \frac{R}{4} \\ \mathcal{E} = 3I_2 R + I_3 \frac{R}{4} \\ I_3 = I_0 + I_1 + I_2 \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = \frac{7\mathcal{E}}{8R} - \frac{I_3}{4} \\ I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{I_3}{4} \\ I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{I_3}{21} \\ I_3 = \frac{2\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{2I_3}{4} - \frac{I_3}{21} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_3 = \frac{7\mathcal{E}}{4R} \\ I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{3\mathcal{E}}{4R} \end{cases} \quad I_1 = I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$$

Ответ:  $\frac{3\mathcal{E}}{4R}$

2) После отключения ключа <sup>в начальный момент</sup> катушки превратятся в источники и ток, который <sup>катушки</sup> течет через катушки в начальный момент сохранился. Значит будет верен 2-й Кирхгофа

$$3L \frac{dI}{dt} = (I_0 + I_1) 3R + I_0 R$$



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

1  2  3  4  5  6  7

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 4

$$3L \frac{dI}{dt} = \left( \frac{3}{4} \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{3}{4} \frac{\mathcal{E}}{R} \right) \cdot 3R + \frac{3}{4} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot R =$$

$$= 3L \frac{dI}{dt} = \frac{18}{4} \mathcal{E} + \frac{3}{4} \mathcal{E}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{7\mathcal{E}}{4L} - \text{скорость измен. тока в катушке}$$

3) (1)  $3L \frac{dI}{dt} = (I_1 + I_0) \cdot 3R + I_0 R$

$$3L(I_m - 0) = q_0 \cdot 3R + q_1 R$$

(2)  $L \left( \frac{dI}{dt} \right)_0 = (I_1 + I_0) 3R + I_1 R$

$$L(I_m - 0) = q'_0 \cdot 3R + q'_1 R$$



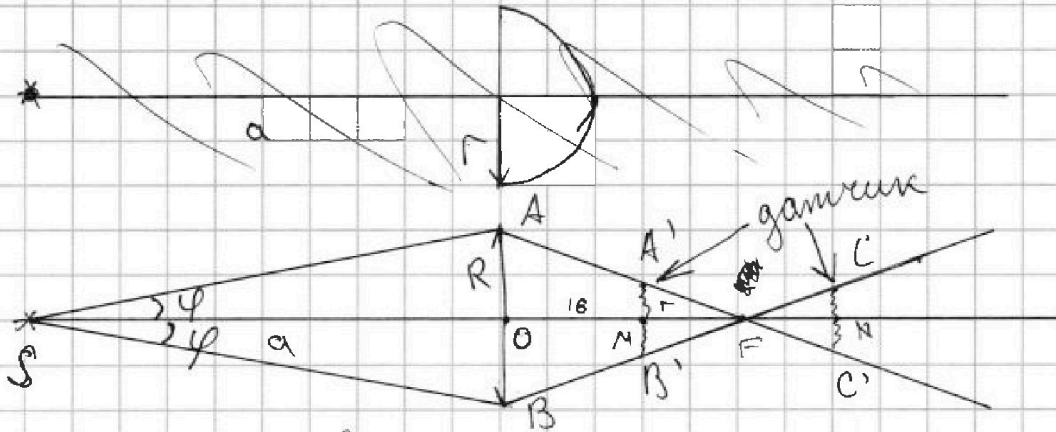
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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



1) Из графика видно, что при отдалении датчика от линзы мощность возрастает (от 0 до 16 см), а значит на него (датчик) попадает больше лучей  $\Rightarrow$  линза собирающая. Если бы линза была рассеивающей, то мощность всё время убавалась.

Ит.к. в какой-то момент мощность показанная датчиком была const. Значит, он на него попали все лучи прошедшие через линзу.

Рассмотрим треугольнички, которые образовали линза и крайние положения датчика, когда на него попадали все лучи.

$$\begin{aligned} \triangle A'B'F - \text{равноб.} & \quad \angle A'FB' = \angle CFC' \text{ (как верт.)} \Rightarrow \\ \triangle C'C'F - \text{равноб.} & \quad \Rightarrow \angle FA'B' = \angle FB'A' = \angle FC'C' = \\ & = \angle FCC' ; AB = C'C = 2r \text{ (датчик)} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \triangle A'B'F = \triangle C'C'F$$



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

Из графика  $OM = 16 \text{ см}$   $ON = 4 \text{ см}$  (крайние точки, где  $P = \text{const}$ )

П.к.  $\triangle A'B'F = \triangle CC'F$ , то  $NF = MF = \frac{OM - ON}{2} = 15,5 \text{ см}$

$\triangle ABF$  и  $\triangle A'B'F$  - подобны по 3-ум углам

$\angle AFB = \angle A'FB$   $\angle BAF = \angle B'A'F$  (П.к.  $\triangle ABF$  - равн.

и при верш. точкой все углы.)

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{MF}{OM}; \quad \frac{2r}{2R} = \frac{15,5}{31,5} \Rightarrow r = \frac{3 \cdot 15,5}{31,5} \approx 1,48 \text{ см.}$$

Ответ: 1,48 см

2) Фокусное расстояние будет.  $OF = OM + MF =$   
 $= 16 + 15,5 = 31,5 \text{ см}$

Ответ: 31,5 см.

3) Чтобы найти мощность источника, необходимо понять какую часть от всех лучей займает лучи прошедшие через линзу. П.к. мощность показанная датчиком зависит от количества лучей на этом датчике.

$$\text{В } \triangle SOA: \sin \varphi = \frac{R}{a} \text{ П.к. } a \gg R, \text{ то } \varphi \approx \frac{R}{a}$$



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  
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

Получаем

$$\frac{P_{\text{полн}}}{P_0} = \frac{S_{\text{полн}}}{S_0} = \frac{\pi R^2}{\frac{2\varphi}{2\pi} \cdot \pi R^2} = \frac{\pi}{\varphi}$$

Из графика  $P_0 = 6 \text{ мВт}$  (макс. мощность на график)  $\Rightarrow$  все лучи на расстоянии

$$P_{\text{полн}} = \frac{\pi P_0}{\varphi} = \frac{\pi P_0}{R} \approx 284 \text{ мВт}$$

Ответ: 284 мВт



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

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

2  
18  
13  
54  
13  
234

$$\frac{D_{в.н}}{D_{н.н}} = \varphi$$

$$\frac{m_{в.н}}{m_{н.н}} = \varphi$$

$$D = \frac{m}{\mu}$$

$$D_2 = 1,5 D_1$$

$$P = \frac{P}{\rho}$$

$\rho_{н.н.}$

$$D_2 = \frac{\rho_{в.н} V_1}{\rho_{г.1}} = \frac{\rho_{в.н} D_1}{\rho_{в.г.2}} = \frac{\rho_{в.н} \rho_{в.г.2} V_1}{\rho_{г.2} \rho_{в.г.2}}$$





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!

$\varphi = 22^\circ$   
 $M = 3 \text{ м}$

$S_{\text{cone}} = \frac{S_{\text{base}} + S_{\text{side}}}{2}$   
 $S_{\text{base}} = \pi R^2$   
 $S_{\text{side}} = \pi R l$

$P = P_0 \cdot S_{\text{base}}$   
 $H \cdot \rho \cdot g \cdot V = mg$   
 $V = \frac{1}{3} \pi R^2 H$

$\frac{2R}{a}$   
 $\frac{5R}{a}$   
 $\frac{16}{4R}$   
 $\frac{31}{15,5}$   
 $\frac{R}{R} = \frac{15,5}{81,5}$

$S = 95 \sin \varphi t$   
 $95 \sin \varphi = 95 \sin \varphi - g t$   
 $t = \frac{205 \sin \varphi}{g}$

$100 \text{ см} = 1 \text{ м}$   
 $10^4 \text{ см}^3 = 1 \text{ м}^3$

$\frac{1}{18} = x \cdot 5R$   
 $\frac{4}{3} \pi R^3$   
 $930 \rho_0 / 63$   
 $300$   
 $252$   
 $480$

$\frac{31}{63} = \frac{31}{21}$

$31000 \begin{array}{r} 121 \\ -21 \\ \hline 100 \\ -81 \\ \hline 190 \\ -160 \\ \hline 130 \end{array}$

$\varphi = 16^\circ$

$\frac{1}{9} = \frac{1}{16} = \frac{1}{9} \varphi$

$\frac{1}{18} = x \cdot 5R$

$\frac{4}{3} \pi R^3$

$930 \rho_0 / 63$

$300$

$252$

$480$

$\frac{31}{63} = \frac{31}{21}$

$31000 \begin{array}{r} 121 \\ -21 \\ \hline 100 \\ -81 \\ \hline 190 \\ -160 \\ \hline 130 \end{array}$

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!



$$\frac{\pi}{2} \pi R^2 = \frac{\pi R^2}{12}$$

$$P_{\text{max}} = \frac{P}{R} \left( \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) = \frac{125}{10^{-3}} = 1,25 \cdot 10^5 \text{ W}$$

$$\frac{\pi}{6} - x \Rightarrow x = \frac{18}{18} = 1$$

$$V_2 = \frac{P_{\text{max}} V}{2 \cdot R} = \frac{144}{324} = \frac{50}{95} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi} + 1 = L^2 g^4$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha}{g} L \cos^3 \varphi = L g^3 \varphi = L g^3 \varphi + 1$$

$$\alpha \cdot dt = dq \quad R = \frac{dq}{I}$$

$$R = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = 250$$

$$P = \frac{3 \mathcal{E} L}{4 R}$$

$$R I_3 = L \frac{dI}{dt} - R I_1$$

$$V_2 - V_1 = \frac{g R I_1 (n_1 + n_2)}{g}$$

$$V_1 = \frac{g R I_1 (n_1 + n_2)}{g}$$

$$I_1 = \frac{P_{\text{em}}}{R I_1}$$

$$I_2 = \frac{P_{\text{em}}}{R I_2}$$

$$I_3 = \frac{P_{\text{em}}}{R I_3}$$

$$P_{\text{em}} = 2 P_{\text{em}}$$

$$V_1 = \frac{V_2 I_1}{I_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 I_2}{I_1}$$

$$P_{\text{em}} = \frac{P_{\text{em}}}{R I_1}$$

$$P_{\text{em}} = \frac{P_{\text{em}}}{R I_2}$$

$$P_{\text{em}} = \frac{P_{\text{em}}}{R I_3}$$

$$P_{\text{em}} = 2 P_{\text{em}}$$

$$V_1 = \frac{V_2 I_1}{I_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 I_2}{I_1}$$

$$P_{\text{em}} = \frac{P_{\text{em}}}{R I_1}$$

$$P_{\text{em}} = \frac{P_{\text{em}}}{R I_2}$$

$$P_{\text{em}} = \frac{P_{\text{em}}}{R I_3}$$

$$P_{\text{em}} = 2 P_{\text{em}}$$