



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-06



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

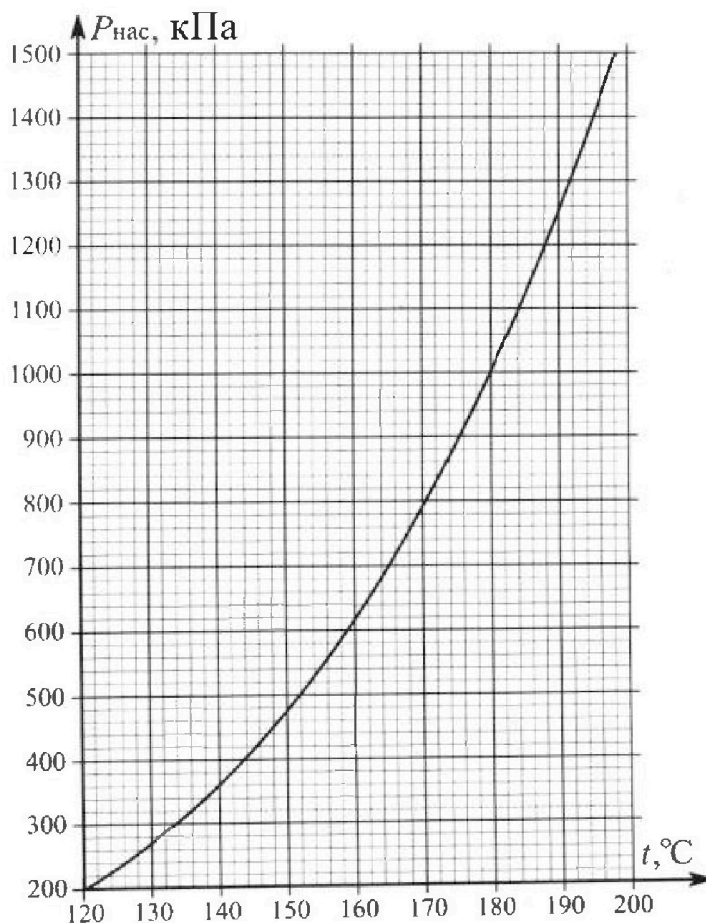
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/4$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном 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.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

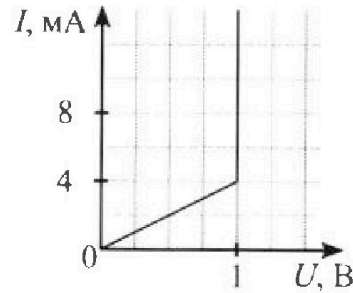
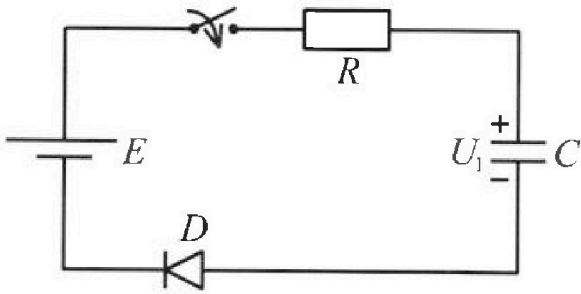
## Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

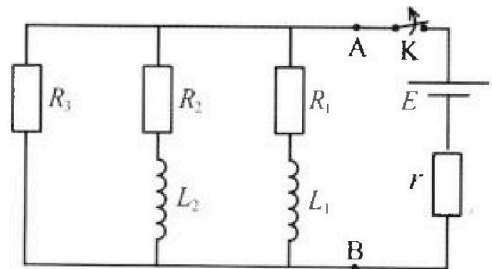
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 8$  В,  $R = 500$  Ом,  $C = 200$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 4$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

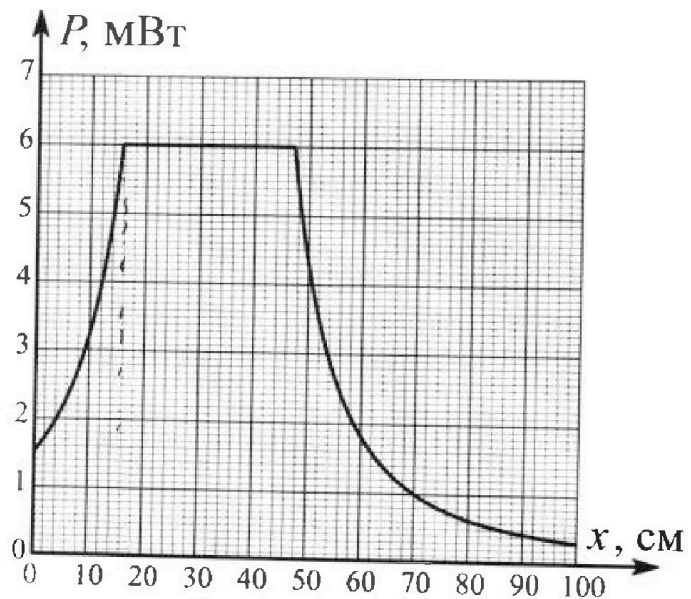
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_2$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_2$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



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  $R \ll a$ .





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.

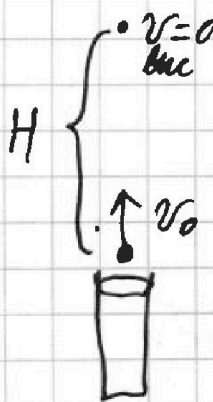
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 8

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.

№. Считаем, что пушкуну всегда сообщают на одну и ту же высоту длину, а значит в ней запасается одна и та же энергия. Вся эта энергия переходит в кинетическую энергию снаряда при вылете (в первом случае снаряда)  $\Rightarrow$  начальная скорость снаряда  $v_0$  одна и та же в случаях А и Б. первом случае снаряда. Найдем  $v_0$ . Т.к. при вертикальн. выстреле снаряд поднимается на высоту  $H$ , то из з.с.э (скорость в наибольшей точке  $v=0$ , т.к. выстрел вертикальный):

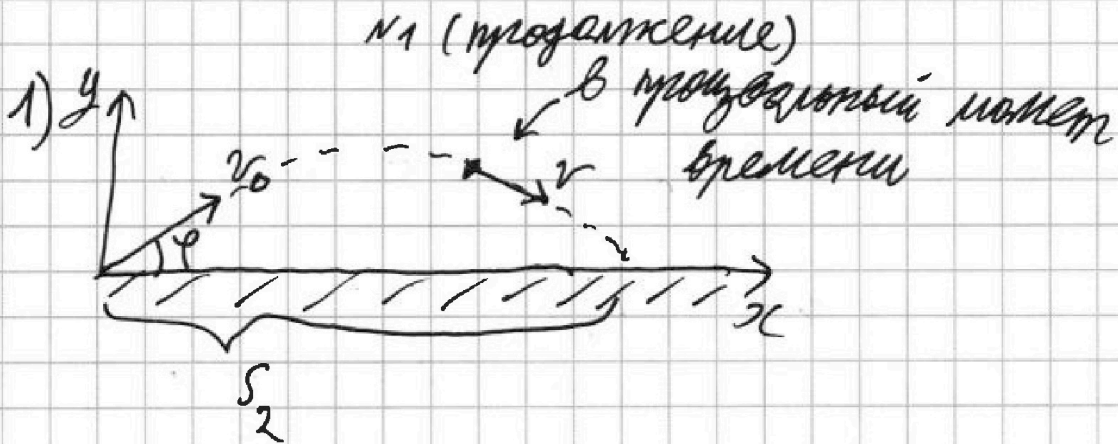

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH \quad | \cdot \frac{2}{m}$$
$$v_0^2 = 2gH$$
$$v_0 = \sqrt{2gH}$$



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 8

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!



Т.к. сила по оси  $x$  нет, то

$$v_x = \text{const}$$

$$v_x = v_0 \cos \varphi = v_0 \cos \varphi$$

$$a_y = -g \Rightarrow v_y = v_{0y} - gt$$

Время до высшей точки:

$$v_{0y} - gt_{\text{вверх}} = 0$$

$$gt_{\text{вверх}} = v_{0y}$$

$$t_{\text{вверх}} = \frac{v_{0y}}{g}$$

Из симметрии общее время полёта

$$t_2 = 2t_{\text{вверх}} = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$$



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 8

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!

$r_1$  (пулодатсеице)

$$\begin{aligned} S_2 &= v_{0x} \cdot t_2 = \frac{v_0 \cos \varphi \cdot 2 v_0 \sin \varphi}{g} = \\ &= 2 \cos \varphi \sin \varphi \cdot v_0^2 \frac{2}{g} = 2 \sin \varphi \cos \varphi \cdot \frac{2gH}{g} = \\ &= 4H \sin \varphi \cos \varphi \end{aligned}$$

Осн. триг. тождество:

$$\begin{aligned} \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi &= 1; \cos^2 \varphi \\ \tan^2 \varphi + 1 &= \frac{1}{\cos^2 \varphi} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 + 1 = \frac{9}{4} + 1 = \frac{9+4}{4} = \frac{13}{4}$$

$$\cos^2 \varphi = \frac{4}{13} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

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

$$\sin \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\begin{aligned} S_2 &= 4H \sin \varphi \cos \varphi = 4 \cdot \frac{13}{4} \text{ м} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = \\ &= 13 \text{ м} \cdot \frac{6}{13} = \boxed{6 \text{ м}} \end{aligned}$$



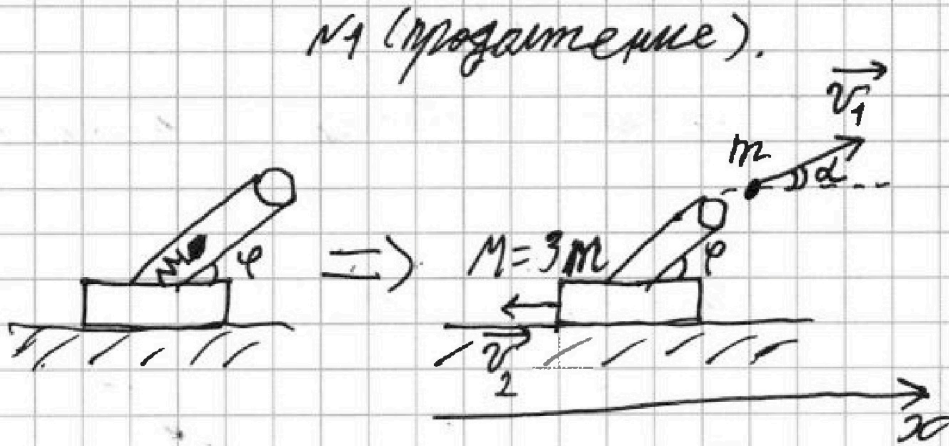
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 8

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)



$$ЗСЭ; \frac{Mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = E_p = \frac{mv_0^2}{2}$$

↑  
пот. эл. энергии  
(одна и та же во всех  
случаях - см. начало решения)

$$3mv_2^2 + mv_1^2 = mv_0^2$$

$$3v_2^2 + v_1^2 = v_0^2$$

$$ЗСИ на ОХ: Mv_{2xc} + mv_{1xc} = 0$$

(для системы  
"пушка + шарик")

$$-3mv_2 + mv_1 \cos \alpha = 0$$

$$v_1 \cos \alpha = 3v_2$$

сила упругости

упругости - внутренняя

и в ЗСИ не участвует.  
Этот закон учитывается



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

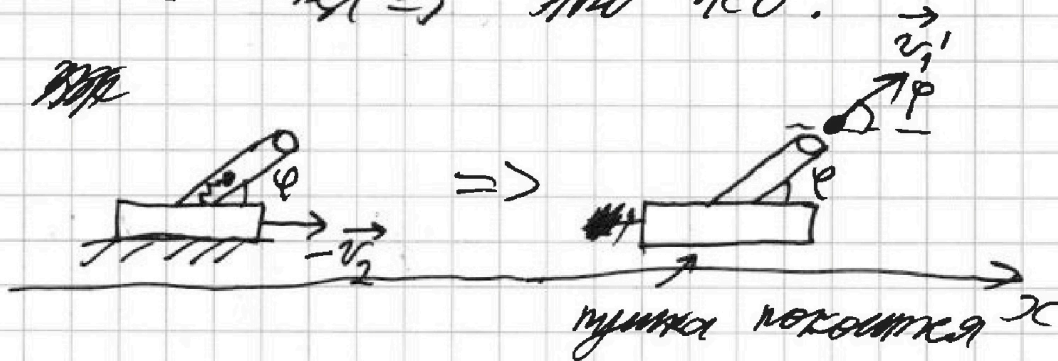
СТРАНИЦА  
5 из 8

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!

N1 (продолжение)

В СО, которая движется со скоростью  $v_2$  влево:

$v_2 = \text{const} \Rightarrow$  это ИСО.



Т.к. в конце палки покоится, то сразу вылетаем под углом  $\varphi$  из неё.

$$\text{ЗСИ для: } -(4m)v_2 = m v_1'$$

$$-4m v_2 = m v_1'$$

$$-4v_2 = v_1' = v_1 - v_2 \quad \text{з. сл. ск.}$$

$$\text{Ох: } -4 \cdot v_{2x} = v_{1x}$$

$$4v_2 = v_1' \cos \varphi$$

$$v_1' = \frac{4v_2}{\cos \varphi}$$



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  
6 из 8

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!

н1 (продолжение).

$$3(3): (M+m) \frac{v_2^2}{2} + E_p = \frac{M v_1'^2}{2}$$

$$4M \frac{v_2^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M v_1'^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$v_1'^2 = v_0^2 + 4 v_2^2$$

$$\frac{16 v_2^2}{\cos^2 \varphi} = v_0^2 + 4 v_2^2$$

$$16 v_2^2 \cdot \frac{13}{4} - 4 v_2^2 = v_0^2$$

$$4 \cdot 13 v_2^2 - 4 v_2^2 = v_0^2$$

$$4 \cdot 12 v_2^2 = v_0^2$$

$$v_2^2 = \frac{v_0^2}{48} = \frac{2gH}{48} = \frac{gH}{24}$$

$$\text{в) ЛСО: } 3 v_2^2 + v_1^2 = v_0^2 \quad (\text{см. рисунок})$$

$$\frac{v_0^2}{16} + v_1^2 = v_0^2$$

$$v_1^2 = \frac{15}{16} v_0^2$$





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  
7 ИЗ 8

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!

$v_1$  (пуговица).

$$v_1 \cos \alpha = 3 v_2 \quad (\text{см. рисунок})$$

$$\sqrt{\frac{15}{16}} v_0 \cos \alpha = 3 \sqrt{\frac{1}{48}} v_0$$

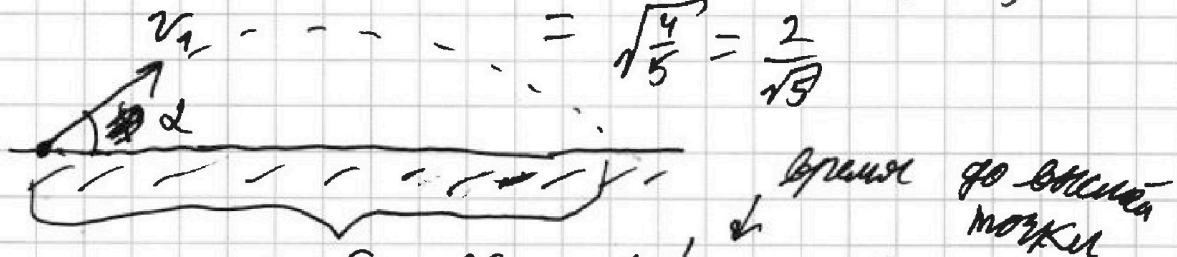
$$\frac{\sqrt{15}}{4} \cos \alpha = \frac{3}{4 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\sqrt{15} \cos \alpha = \sqrt{3}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{3}{15}} = \sqrt{\frac{1}{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{1}{5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$



$$S_3 \quad v_{1y} - g t_{\text{пол}} = 0$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{v_{1y}}{g} = \frac{v_1 \sin \alpha}{g}$$

Время полета:  $t_3 = 2 t_{\text{пол}} = \frac{2 v_1 \sin \alpha}{g}$

$$S_3 = v_{1x} t_3 = v_1 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_1 \sin \alpha}{g} = 2 \frac{v_1^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha$$

$$= 2 \cdot \frac{15}{16} \frac{v_0^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha = 2 \cdot \frac{15}{16} \cdot 2H \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{8 \cdot 15 H}{16 \cdot 5} = \frac{3H}{2}$$



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  
8 из 8

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 (проф. аттестация)

$$S_3 = 2 \cdot \frac{15}{16} \cdot 2 \text{ м} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} =$$

$$= \cancel{4} \frac{8 \cdot 15}{16 \cdot 5} \text{ м} = \frac{3}{2} \text{ м} = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{4} \text{ м} =$$

$$= \boxed{\frac{39}{8} \text{ м}}$$

Ответ: 1)  $S_2 = 6 \text{ м}$ ,

2)  $S_3 = \frac{39}{8} \text{ м}$ .



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.

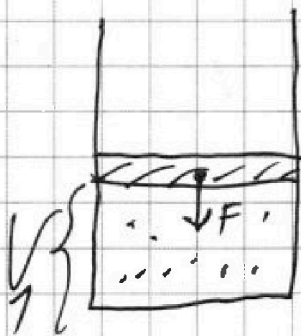
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

N2.

$$\varphi_1 = 75\%, \quad t_1 = 100^\circ\text{C}$$



$$1) \quad P_{\text{пара}} = \varphi_1 P_{\text{ин}}(t_1) = \\ = \varphi_1 P_0 = 0,75 P_0$$

$$S \cdot P_1 = F - \text{равновесие} \\ \text{поршня (ИЗМ)}$$

$$P_1 = \frac{F}{S} = \frac{125 \text{ Н}}{10 \text{ см}^2} = \frac{125 \text{ Н}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = \\ = 125 \cdot 10^3 \text{ Па} = 125 \text{ кПа}$$

$$\boxed{\frac{P_1}{P_0}} = \frac{125 \text{ кПа}}{100 \text{ кПа}} = 1,25 = \boxed{\frac{5}{4}}$$

$$2) \quad \begin{cases} P_{\text{пара}} V_1 = \nu_n R T \\ P_{\text{воз}} V_1 = \nu_{\text{воз}} R T \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_n}{\nu_{\text{воз}}} = \frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{воз}}}$$

$$\boxed{\frac{N_2}{N_1}} = \frac{\nu_n}{\nu_{\text{воз}}} = \frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{воз}}} = \frac{0,75 P_0}{1,25 P_0 - 0,75 P_0} = \\ = \frac{0,75}{0,5} = 2 \cdot 0,75 = 1,5 = \boxed{\frac{3}{2}}$$



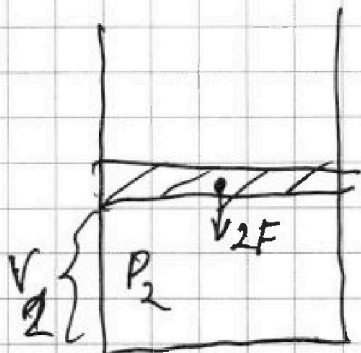
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3)



равновесие поршня:

$$P_2 S = 2F$$

$$P_2 = \frac{2F}{S} = 2P_1 = 250 \text{ kPa}$$

~~$$P_2 V_1 = \nu R T_2$$~~

~~$$P_{\text{атм}} V_1 = \nu R T_1$$~~

~~$$P_{\text{атм}} V_2 = \nu R T_2$$~~

Типично при конденсации:

~~$$P_{\text{атм}} V_2 = \nu_{\text{атм}} R T_2$$~~

~~$$\frac{P_{\text{атм}} V_2}{P_{\text{атм}} V_1} = \frac{\nu_{\text{атм}} R T_2}{\nu R T_1} = \frac{3}{2}$$~~

~~$$P_{\text{атм}} V_2 = \frac{P_2}{5} \cdot 3 = 150 \text{ kPa} \Rightarrow P_{\text{атм}} = 100 \text{ kPa}$$~~

$$4) \varphi_2 = \frac{P_{\text{атм}} V_2}{P_{\text{атм}}(T_2)} \cdot 100\%$$

Проблем:

$$1) \frac{P_1}{P_0} = \frac{5}{4}$$

$$2) \frac{N_2}{N_1} = \frac{3}{2}$$

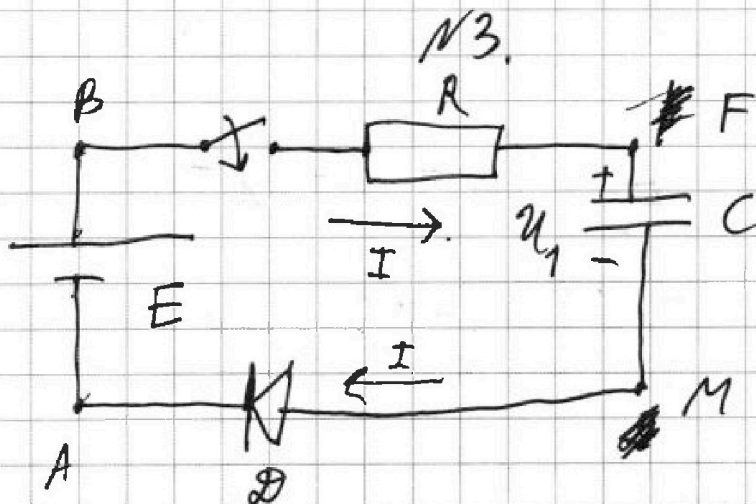


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 7

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) Будем считать после замыкания ключа  $\varphi_M - \varphi_A < 1 \text{ В}$ , т.е.  $I_1 < 4 \text{ mA}$

$$E - u_1 = I_1 R + I_1 R_D$$

т.е. мы заменяем этот резистором с сопротивлением  $R_D = \frac{1 \text{ В}}{4 \text{ mA}} = \frac{1000}{4} \text{ Ом} = 250 \text{ Ом}$

$$E - u_1 = I_1 (R + R_D)$$

$$I_1 = \frac{E - u_1}{R + R_D} = \frac{8 \text{ В} - 4 \text{ В}}{500 \text{ Ом} + 250 \text{ Ом}} = \frac{4 \text{ В}}{750 \text{ Ом}} = \frac{0,004 \text{ В}}{0,75 \text{ Ом}} = \frac{4}{3} \text{ mA} = 1\frac{1}{3} \text{ mA} > 4 \text{ mA}$$

~ противоречие  $\Rightarrow \varphi_M - \varphi_A = 1 \text{ В}$ .



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 7

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 (продолжение)

$$\begin{aligned} \varphi_B - \varphi_F &= \varphi_B - \varphi_A + \varphi_A - \varphi_M + \varphi_M - \varphi_F \\ &= E - 1\text{В} - U_1 = 8\text{В} - 1\text{В} - 4\text{В} = \\ &= 3\text{В} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_B - \varphi_F &= I_1 R \\ I_1 &= \frac{\varphi_B - \varphi_F}{R} = \frac{3\text{В}}{500\Omega} = \\ &= \frac{6\text{В}}{1000\Omega} = \boxed{6\text{мА}} \end{aligned}$$

2)  $I_2 = 4\text{мА} \Rightarrow \varphi_M - \varphi_A = 1\text{В}$

Потенциалы поменяться, но  
будем использовать формулы так же.

$$\begin{aligned} U_2 &= \varphi_F - \varphi_M = \varphi_F - \varphi_B + \varphi_B - \varphi_A + \varphi_A - \varphi_M \\ &= -I_2 R + E - 1\text{В} = -4\text{мА} \cdot 500\Omega + 8\text{В} - 1\text{В} = \\ &= -2\text{В} + 8\text{В} - 1\text{В} = \boxed{5\text{В}} \end{aligned}$$



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 7

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!

### 13 (продолжение).

3)  $E = IR + u_c + u_D$

↑  
напряжение на ~~кап~~ конденсаторе.

заряд на конденсаторе

~~$0 = \frac{dI}{dt} R + \dots$~~   $E = IR + \frac{q}{C} + u_D$

Понимаю, что из-за ~~того~~ <sup>напряжения</sup> ~~на конденсаторе~~ <sup>если разбитый</sup> ток в цепи ~~будет~~ <sup>укажем</sup> ~~равен нулю~~ <sup>до тех пор</sup> пока конденсатор не будет заряжен.

1.  $I \geq 4 \text{ mA} \Rightarrow u_D = 1 \text{ В} = \text{const}$

$E - u_D = IR + u_c = IR + \frac{q}{C}$  ↑  
заряд на конденсаторе  
 $\frac{d}{dt}$

$0 = \dot{I}R + \frac{I}{C}$

$I = -I \cdot RC \quad | \cdot dt$

~~$dq = -dI \cdot RC$~~   $I_2$

$q_1 = \int dq = -RC \int dI = RC(I_1 - I_2)$

$dq = IR \cdot dt = \int IR dq$

$I_1 = 500 \text{ мА} - 200 \text{ мА} = 300 \text{ мА}$   
 $300 \text{ мА} \times (4 \text{ В} - 1 \text{ В}) = 0,2 \text{ Кл}$

2.  $I < 4 \text{ mA} \Rightarrow R_D = 250 \text{ Ом} = \text{const}$

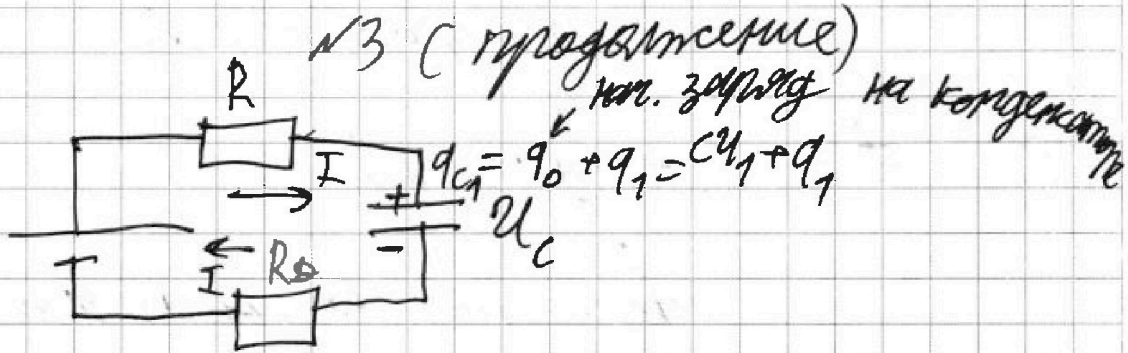


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 7

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!



$$E = IR + U_c + IR_0 \quad | \frac{d}{dt}$$

$$0 = \dot{I}(R + R_0) + \dot{U}_c = \dot{I}(R + R_0) + \frac{\dot{q}_c}{C} =$$

$$= \dot{I}(R + R_0) + \frac{dq}{C dt} \quad | \cdot dt$$

$$dI(R + R_0) + \frac{dq}{C} = 0$$

$$dq = -dI(R + R_0)C$$

$$q_2 = \int dq = -(R + R_0)C \int dI =$$

$$= (R + R_0)C(I_2 - 0) = (R + R_0)C I_2$$

$$dI = \frac{dq}{C(R + R_0)} \quad \frac{dq}{(R + R_0)C}$$

$$I = \frac{1}{(R + R_0)C} (q - q_1) = \frac{1}{(R + R_0)C}$$





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  
5 из 7

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 (продолжение)

$$\int dI = \int \frac{dq}{(R+R_0)C}$$

$$I = \frac{1}{(R+R_0)C} \cdot \overset{+I_2}{\int dq} = \frac{1}{(R+R_0)C} q$$

*направление заряд*

$$dQ_2 = \int I^2 R dt = \int I R dq =$$

$$= \int \frac{R}{R+R_0} \cdot \frac{1}{C} q dq$$

$$Q_2 = (R+R_0) C \cdot I_2 = (500+250) \text{ Ом} \cdot 200 \text{ мкФ} \cdot 4 \text{ мА} = 150 \text{ мк} \cdot 4 \text{ мА} =$$

$$\text{Энергия суммарно элементов: } = 600 \text{ мк} \cdot 4 \text{ мА} = 0,6 \text{ мДж} \cdot 4 \text{ мА}$$

1. Эффективно имеем ЭДС  $E_1 = E - 1 \text{ В} =$

$$= 8 \text{ В} - 1 \text{ В} = 7 \text{ В}$$

$$E_1 q_1 = Q_1 + W_{c1} - W_{c0} =$$

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

$$Q_1 = E_1 q_1 - \frac{C U_2^2}{2} + \frac{C U_1^2}{2} = 7 \text{ В} \cdot 0,2 \text{ мкФ} -$$

$$- \frac{200}{2} \text{ мкФ} (5^2 - 4^2) = 1,4 \text{ мДж} - 0,9 \text{ мДж} = 0,5 \text{ мДж}$$



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  
6 из 7

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 (продолжение)

2. Замеряем  $\rho$  на  $R_{\rho}$ :

↓ нето, выдвинулся в 4 см

$$E \cdot q_2 = Q_2' + W_{C2} - W_{C1} =$$

$$= Q_2' + \frac{C E^2}{2} - \frac{C u_2^2}{2}$$

в конце катуш. полностью зарядилась

$$Q_2' = E q_2 - \frac{C}{2} (E^2 - u_2^2)$$

$$= \frac{C}{2} (E^2 - u_2^2) = 8 \text{ В} \cdot 0,6 \text{ мкФ} =$$

$$= \frac{200 \text{ мкФ}}{2} (8^2 \text{ В}^2 - 5^2 \text{ В}^2) =$$

$$= 4,8 \text{ мДж} - 3900 \text{ мкДж} =$$

$$= (4,8 - 3,9) \text{ мДж} = 0,9 \text{ мДж}$$

$$Q_2' = Q_2 + Q_{\rho}$$

$$I_R^2 R = I_{\rho}^2 R = I^2 R = 500 \text{ Ом} = 2 R_{\rho} = 250 \text{ Ом}$$

$$Q_{\rho} = I^2 R_{\rho} = \frac{I^2 R}{2} = \frac{Q_2}{2}$$



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

7 из 7

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 (пожалуйста).

$$I_1 + I_2 = I_2'$$

$$\frac{I_2}{2} + I_2 = I_2'$$

$$\frac{3I_2}{2} = I_2' = 0,9 \text{ мА}$$

$$I_2 = 0,6 \text{ мА}$$

Искомая,  $I$  =  $I_1 + I_2 = 0,5 \text{ мА} + 0,6 \text{ мА} =$  1,1 мА

Ответ: 1)  $I_1 = 6 \text{ мА}$

2)  $U_2 = 5 \text{ В}$

3)  $I = 1,1 \text{ мА}$ .



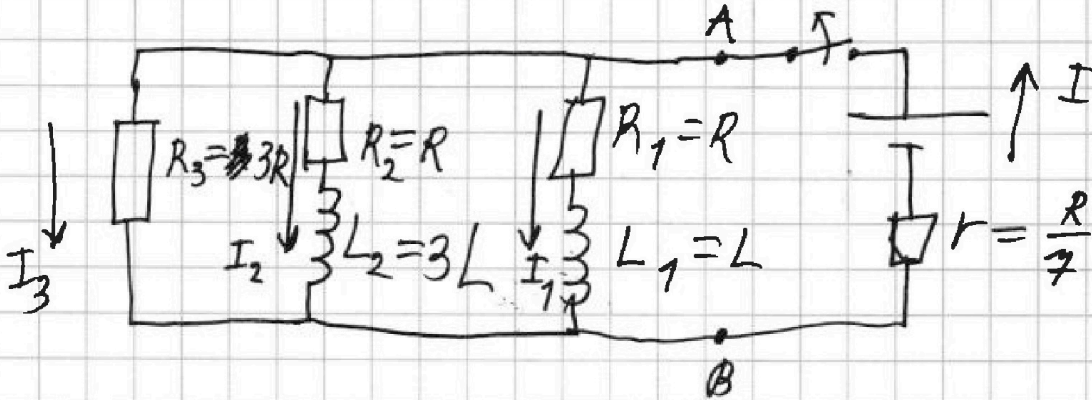
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 5

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.



1)  $I_0 = I_{20} \text{ ?}$   
 $\uparrow$  *индукция 0 - чет. режим*  
*ст. режим*  $\Rightarrow I_{1,2,3} = \text{const}$   
 $I = \text{const}$

$U_{L1} = U_{L2} = 0$  (м.к. ток не меняется)

$\Downarrow$   
 катушки в цепи можно вообще не учитывать.

$I_{30} R_3 = I_{20} R_2 = I_{10} R_1 = E - I r$   
 $R_1 = R_2 = I_{20} = I_{10} = I_0$  *II пр. Кирх.*

$I_0 R = I_{30} \cdot 3R$

$I_{30} = \frac{I_0}{3}$

$I = I_{10} + I_{20} + I_{30} = I_0 + I_0 + \frac{I_0}{3} = \frac{4}{3} I_0$  *II пр. Кирх.*



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 5

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 (программисте)

$$E - I_0 R = I_0 R_1 = I_0 R$$

$$E - \cancel{\frac{4}{3} I_0 R} = \frac{4}{3} I_0 \cdot \frac{R}{4} = I_0 R$$

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

$$\frac{4}{3} I_0 R = E$$

$$I_0 = \frac{3}{4} \frac{E}{R}$$

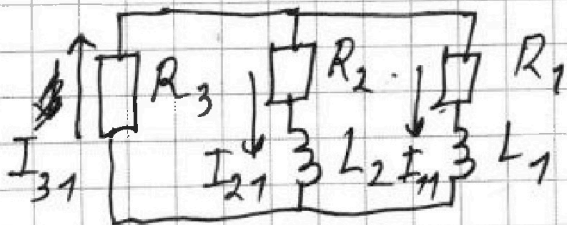
2) ~~ИИ~~  $I_{11} = I_{21}$

$$I_{11} = I_{10} = I_0 \text{ (из-за симметрии)}$$

$$I_{21} = I_{20} = I_0$$

линейка 1-  
по обе стороны симметрии

$$I_{31} = I_{11} + I_{21} = 2I_0$$



$$\frac{1}{2} I_{21} = I_{31} R_3 + I_{21} R_2 =$$

$$= 2I_0 \cdot 3R + I_0 R =$$

$$= 7I_0 R = 7 \cdot \frac{3}{4} \frac{E}{R} \cdot R =$$

$$I_{21} = \frac{21E}{4L_2} \Rightarrow I_{21} = \frac{21E}{4L_2} = \frac{21E}{4 \cdot 3L} = \frac{7E}{4L}$$



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 5

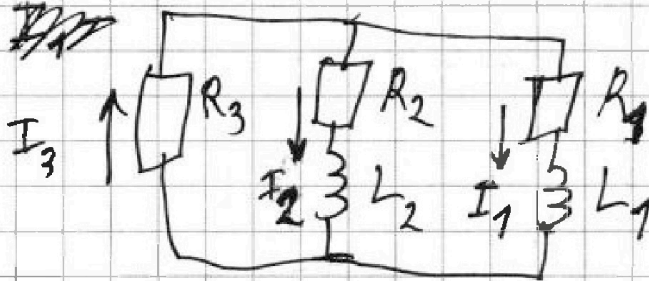
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№4 (продолжение).

$$\dot{I}_{21} = -\frac{21 E}{4 L_2}$$

$$|I_{21}| = \frac{21 E}{4 L_2} = \frac{21 E}{4 \cdot 3L} = \frac{7 E}{4 L}$$

3)



$$-I_3 R_3 = L_2 \dot{I}_2 + I_2 R_2 = L_1 \dot{I}_1 + I_1 R_1 \quad \text{— II пр. Кирх.}$$

$$3L \dot{I}_2 + R I_2 = L \dot{I}_1 + R I_1$$

$$R_1 I_1 + L_1 \dot{I}_1 = I_3 R_3 = R_3 (I_1 + I_2)$$

$$R I_1 + L \dot{I}_1 = 3R I_1 + 3R I_2 \quad \text{I пр. Кирх.}$$

$$2R I_1 + 3R I_2 = L \dot{I}_1$$

$$2R (I_1 + I_2) + R I_2 = L \dot{I}_1$$

$$3L \dot{I}_2 + R I_2 = I_3 R_3 \quad \cdot dt$$

$$3L dI_2 + R \cdot$$



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 5

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!

N4 (продолжение)

$$\begin{cases} 3L\dot{I}_2 + RI_2 = -I_3 R_3 = -3I_3 R \\ L\dot{I}_1 + RI_1 = -3I_3 R \end{cases} +$$

$$3L\dot{I}_2 + L\dot{I}_1 + R(I_1 + I_2) = -6I_3 R$$

$$3LI_2 + LI_1 + I_3 R = -6I_3 R \quad \downarrow \text{м. Кирх.}$$

$$3L\dot{I}_2 + L\dot{I}_1 = -7R \cdot I_3 \quad | \cdot dt$$

$$3L dI_2 + L dI_1 = -7R dq_3$$

$$3LI_2 \Big|_{I_{21}}^{I_{2\text{ком}}} + LI_1 \Big|_{I_{11}}^{I_{1\text{ком}}} = -7R q_3$$

Т.к. есть короткая из-за резисторов:

$$I_{2\text{ком}} = I_{1\text{ком}} = 0$$

$$-3L I_{21} - L I_{11} = -7R q_3$$

$$\boxed{q_3} = \frac{3L I_{21} + L I_{11}}{7R} = \frac{3L I_0 + L I_0}{7R} =$$

$$= \frac{4L I_0}{7R} = \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{4} L \frac{E}{R^2} = \boxed{\frac{3}{7} \frac{LE}{R^2}}$$

~~1) I = \frac{3E}{4R}~~  
~~3) I\_3 = \frac{3E}{4R}~~



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  
5 из 5

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 (профитерия)

Answer: 1)  $I_0 = \frac{3}{4} \frac{E}{R}$ ;

2)  $|I_{21}| = \frac{3}{4} \frac{E}{L}$ ;

3)  $q_3 = \frac{3}{4} \frac{LE}{R^2}$ .





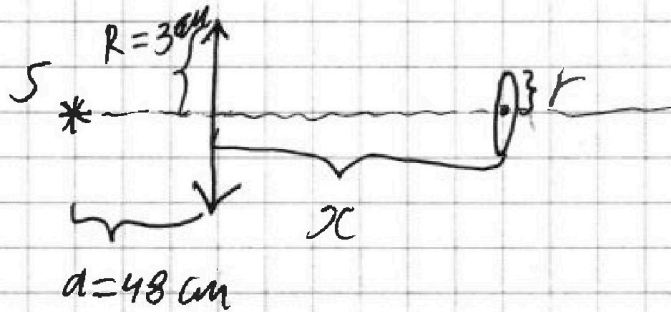
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

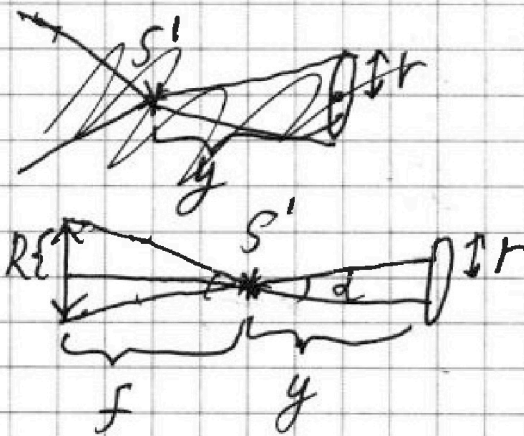
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

№5.



Мы не знаем, линза собирающая или рассеивающая  $\Rightarrow$  изображение источника может быть и перед и позади источника!



интенсивность света при  $y \uparrow$  падает как  $\frac{1}{y^2}$ , но площадь джетки возрастает, как  $y^2 \Rightarrow P = \text{const}$

Но это справедливо, когда  $\sin \frac{\alpha}{2} \leq \frac{R}{y}$  и возможна только одна область в которой собирающая линза.



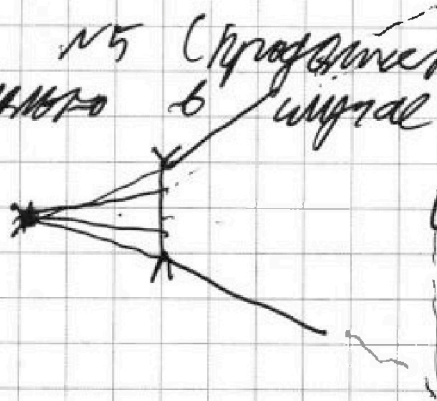
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

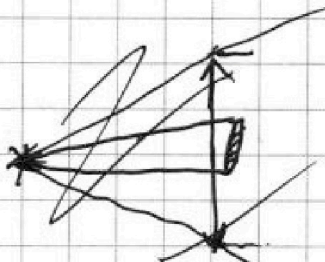
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

и возможно это только в  $\theta$  (градусов)  $\theta = 32^\circ$   
 Расс. длина:



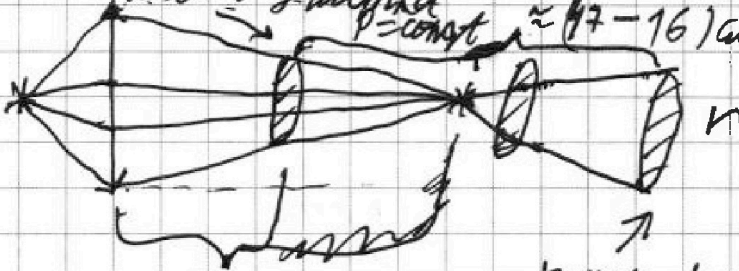
~~и возможно~~

А)  $\theta = 0$ :



Формула  $\theta = 0$   $\theta = 0$   
 формула  $\theta = 0$   $\theta = 0$

1) В такой ситуации  
 будем пользоваться условием  $P = \text{const}$   
 начало участка  $P = \text{const} \approx (17 - 16) \text{ см} = 1 \text{ см}$



16 см

конец участка  $P = \text{const}$

$$\frac{r}{31 \text{ см}} = \frac{R}{16 \text{ см} + \frac{31 \text{ см}}{2}}$$

$$\frac{r}{15.5} = \frac{R}{15.5 + 16}$$

$$\frac{r}{15} \approx \frac{R}{32}$$

$$\boxed{r \approx \frac{R}{2} = 1.5 \text{ см}}$$



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!

15 (прозрачные).

$$2) \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$f = 16 \text{ см} + 15,5 \text{ см} \approx 32 \text{ см}$$

(см. пред. пункт.)

$$d \approx 48 \text{ см}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{48 \text{ см}} + \frac{1}{32 \text{ см}} = \frac{1}{16 \text{ см}} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{16 \text{ см}} \cdot \frac{5}{6}$$

$$F = \frac{6}{5} \cdot 16 \text{ см} = 6 \cdot 3,2 \text{ см} = 19,2 \text{ см}$$

↓ как обозначим

3) При  $P = \text{const} = P_1$  вся мощность источника  $P_0$  на генератор  $\Rightarrow P_0 = P_1$

$$P_1 = 6 \text{ кВт} - \text{из графика} \Rightarrow P_0 = P_1 = 6 \text{ кВт}$$

Ответ:

- 1)  $r = 1,5 \text{ см}$
- 2)  $F = 19,2 \text{ см}$
- 3)  $P_0 = 6 \text{ кВт}$



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!

N 1.

$M = 3m$

$E_p = \text{const!}$   
 $\Downarrow$   
 $v_0 = \text{const}$

$\frac{64}{39}$

$\frac{64}{25}$

$\frac{39}{39}$

$\frac{m v_0^2}{2} = mgM$

$v_0^2 = 2gM$

$v_0 = \sqrt{2gM}$

$150000 \text{ MKC} = 150 \text{ MC}$

$v_0 \sin \varphi - g t = -v_0 \sin \varphi$

$t = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g}$

$S_2 = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g} \cdot v_0 \cos \varphi =$

$\frac{2 v_0^2}{g} \sin 2 \varphi = \frac{2gM}{g} \sin 2 \varphi = 2M \sin 2 \varphi = 4M \sin \varphi \cos \varphi$

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

$\text{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

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

$\cos^2 \alpha = \frac{4}{13}$

$\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{13}}$

$\sin^2 \alpha = \frac{9}{13}$

$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}$