

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

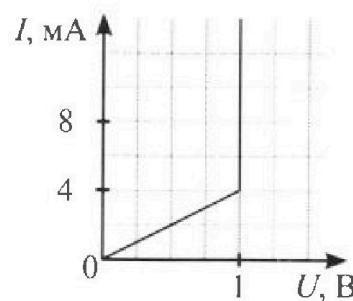
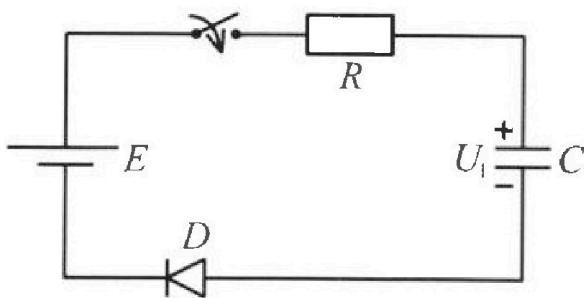
Вариант 11-06



*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.

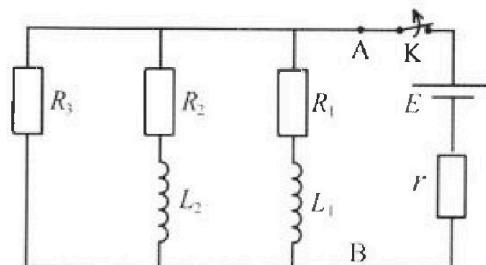
- 1) Найти ток I_1 в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_2 на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет $I_2 = 4$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?



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.

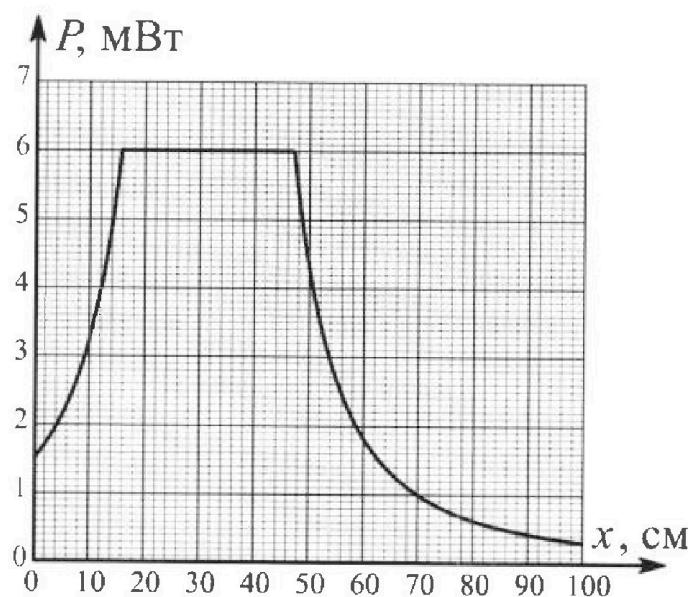
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.

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.

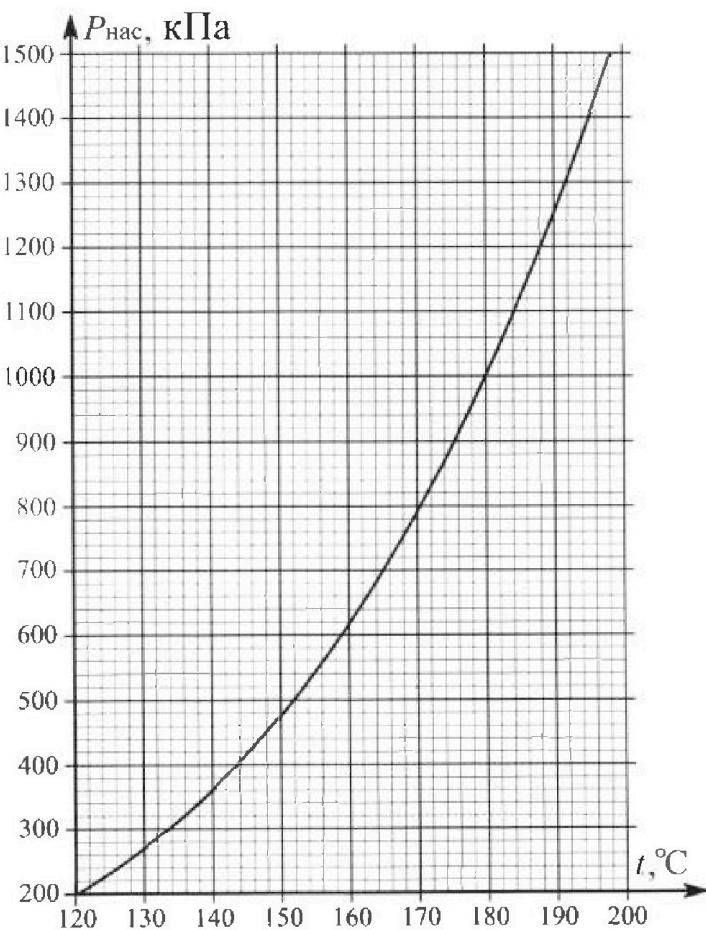
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/4$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом φ ($\operatorname{tg} \varphi = 3/2$) 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 φ 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 $S = 10 \text{ см}^2$ 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 $C_{V1} = 5R/2$ (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 φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.





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.

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!

N 1

Т.к. спорд бросает под действием стажей пружинок, то будем считать, что до броска в неё заложена энергия $\frac{Kx^2}{2}$

ЗСЭ в первой ситуации: $\frac{Kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$, m - масса спорда

При вертикальном движении высота

$$\text{полет } H = \frac{v_0^2}{2g}, \text{ откуда } v_0^2 = 2gH$$

Во второй ситуации $\frac{Kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$, v_1 - начальная скорость спорда при вылете

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_0 = v_1$$

Дальний полет при броске под углом к горизонту $L = \frac{v^2 \sin(2\alpha)}{g}$

$$\text{В нашем случае, } S_2 = \frac{v_0^2 \sin(2\varphi)}{g} = 2H \sin(2\varphi)$$

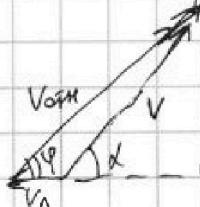
$$\sin(2\varphi) = 2 \sin \varphi \cos \varphi = \frac{2 \sin \varphi \cos^2 \varphi}{\cos \varphi} = 2 \operatorname{tg} \varphi \cos^2 \varphi = \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}$$

$$S_2 = 2H \cdot \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}$$

$$S_2 = 2 \cdot \frac{13}{4} \text{ м} \cdot \frac{2 \cdot \frac{3}{2}}{1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2}} = 6 \text{ м}$$

В третьей ситуации

$$\text{ЗСЭ: } \frac{3m \cdot Kx^2}{2} = \frac{3m \cdot v_n^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$



$$\text{ЗСИ: } 3m \cdot v_n = v \cos \alpha$$

$$v_n = \frac{v \cos \alpha}{3}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{3m \left(\frac{v \cos \alpha}{3} \right)^2}{2}$$

v_n -скорость пули
 v -скорость спорда при вылете
3м-масса пули

α -угол вылета спорда в АСО



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

В данном случае одновременная скорость скольза при броске руки
векторной сумме скорости пульки и относительной скорости скольза,
направленной под углом φ к скорости пульки.

$$V_0^2 = V^2 + \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{3}$$

$$V_0^2 = V^2 - \frac{3 + \cos^2 \alpha}{3} \quad V^2 = V_0^2 \cdot \frac{3}{3 + \cos^2 \alpha}$$

$$S_3 = \frac{V^2 \sin(2\alpha)}{g} = \frac{V^2 \cdot 2 \operatorname{tg} \alpha}{g (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)} = \frac{3 V_0^2 \cdot 2 \operatorname{tg} \alpha}{g (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) (3 + \cos^2 \alpha)}$$

$$\text{Из геометрии, } \operatorname{tg} \varphi = \frac{V \sin \alpha}{V \cos \alpha} = \frac{V \sin \alpha}{V \cos \alpha} = \frac{3}{4} \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3} \operatorname{tg} \varphi$$

$$S_3 = \frac{6 V_0^2 \cdot \frac{4}{3} \operatorname{tg} \varphi}{g \left(\left(\frac{4}{3} \operatorname{tg} \varphi \right)^2 + 1 \right) \left(3 + \frac{1}{\left(\frac{4}{3} \operatorname{tg} \varphi \right)^2 + 1} \right)} = \frac{6 V_0^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2}}{g \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} + 1 \right) \left(3 + \frac{1}{\frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} + 1} \right)}$$

$$S_3 = \frac{12 V_0^2 \cdot 5}{g \cdot 5 \cdot 16} = \frac{3 V_0^2}{4g} = \frac{3 \cdot 2gH}{4g} = 1,5H = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{4} m = \frac{39}{8} m = 4,875 m$$

$$\text{Ответ: } S_2 = 6 m; S_3 = \frac{39}{8} m.$$

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 type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

N 2

Запишем условие равновесия горизонтально:

$$P_1 \cdot S = F, P_1 = \frac{F}{S} \quad \frac{P_1}{P_0} = \frac{F}{SP_0} = \frac{125 \text{ Н}}{10 \text{ см}^2 \cdot 100 \text{ кПа}} = 1,25$$

Известно, что при температуре $T_1 = 100^\circ\text{C}$ давление находившихся газов равно атмосферному, а т.к. $\varphi_1 = \frac{P_{\text{газ}}}{P_{\text{атм}}}$, то $P_{\text{газ}} = \varphi_1 \cdot P_0$.

~~$$P_{\text{газ}} = P_{\text{атм}} = 0,75 \cdot 100 \text{ кПа} = 75 \text{ кПа}$$~~

По закону Бойоля $P_{\text{газ2}} = P_1 - P_{\text{газ}} = 1,25 \cdot 100 \text{ кПа} - 75 \text{ кПа} = 50 \text{ кПа}$

$$\text{т.к. } p = \frac{N}{V} kT, \text{ то } \frac{N_2}{N_1} = \frac{N_{\text{газ}}}{N_{\text{газ2}}} = \frac{P_{\text{газ}}}{P_{\text{газ2}}} = \frac{75 \text{ кПа}}{50 \text{ кПа}} = \frac{3}{2}$$

Запишем первое начало термодинамики к моменту установления термодинамического равновесия. Т.к. на горизонте действовала постоянная сила $2F$, то газ совершил работу $\frac{2F}{S} \cdot (V_2 - V_1)$

$Q = 0$, т.к. сосуд герметизирован

$$Q = A + \Delta U$$

$$0 = \frac{2F}{S} (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} V_{\text{газ2}} R (T_2 - T_1) + 3 V_{\text{газ}} R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{V_{\text{газ}}}{V_{\text{газ2}}} = \frac{N_{\text{газ}}}{N_{\text{газ2}}} = \frac{3}{2}$$

$$0 = \frac{2F (V_2 - V_1)}{S} + \frac{5}{2} V_{\text{газ2}} R (T_2 - T_1) + 3 \cdot \frac{3}{2} V_{\text{газ}} R (T_2 - T_1)$$

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$Q = \frac{2F(V_2 - V_1)}{S} + 7V_{\text{баз}} R(T_2 - T_1)$$

Т.к. сила удлинилась в 2 раза, то давление газа увеличилось в 2 раза по сравнению с первоначальным. Из уравнения Менделес-Клапейрона

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2 V_2}{V_1 T_1} \quad \frac{T_2 V_2}{V_1 T_1} = 2 \quad T_2 = 2 T_1 \frac{V_2}{V_1}$$

$$Q = \frac{2F(V_2 - V_1)}{S} + 7 \cdot \left(2 \frac{V_2}{V_1} - 1\right) V_{\text{баз}} R T_1 \quad V_{\text{баз}} R T_1 = p_{\text{баз}} V_1$$

$$Q = \frac{2F(V_2 - V_1)}{S} + 7 \left(2 \frac{V_2}{V_1} - 1\right) p_{\text{баз}} V_1$$

уравнение состояния
в начале

$$Q = \frac{2F}{S} V_2 - \frac{2F}{S} V_1 + 14 p_{\text{баз}} V_2 - 7 p_{\text{баз}} V_1$$

$$V_1 \left(\frac{2F}{S} + 7 p_{\text{баз}} \right) = V_2 \left(\frac{2F}{S} + 14 p_{\text{баз}} \right)$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{2F}{S} + 14 p_{\text{баз}}}{\frac{2F}{S} + 7 p_{\text{баз}}} = \frac{250 \text{ kPa} + 14 \cdot 50 \text{ kPa}}{250 \text{ kPa} + 7 \cdot 50 \text{ kPa}} = \frac{1150}{600} = \frac{23}{12}$$

~~$$T_2 = 2 T_1 \frac{V_2}{V_1} = 24 \quad \frac{T_2}{T_1} = 2 \frac{V_2}{V_1} = 2 \cdot \frac{23}{12} = \frac{23}{6}$$~~

В конце давление воздушного пара равно 2. $45 \text{ kPa} = 150 \text{ kPa}$

~~$$p_2 = \frac{150 \text{ kPa}}{2}$$~~

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{2F}{S} + 7 p_{\text{баз}}}{\frac{2F}{S} + 14 p_{\text{баз}}} = \frac{250 \text{ kPa} + 7 \cdot 50 \text{ kPa}}{250 \text{ kPa} + 14 \cdot 50 \text{ kPa}} = \frac{600}{1150} = \frac{12}{23}$$



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 type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$T_2 = 2 T_1 \frac{V_2}{V_1} \quad \frac{T_2}{T_1} = 2 \frac{V_2}{V_1} = 2 \cdot \frac{22}{23} = \frac{24}{23}$$

В конце сжатия водяного пара равно $2 \cdot 75 \text{ кПа} = 150 \text{ кПа}$

Тогда $\varphi_2 = \frac{150 \text{ кПа}}{p_{\text{нас}}(T_2)} = \frac{150 \text{ кПа}}{200 \text{ кПа}} = 75\%$

$$T_2 = \frac{24}{23} T_1 = \frac{24}{23} \cdot 373 \text{ K} \approx 393 \text{ K}, \text{ т.е. } t_2 \approx 120^\circ \text{C}$$

из графика $p_{\text{нас}}(120^\circ \text{C}) = 200 \text{ кПа}$

Ответ: $\frac{p_1}{p_0} = 1,25$; $\frac{N_2}{N_1} = \frac{3}{2}$; $\frac{T_2}{T_1} = \frac{24}{23}$; $\varphi_2 = 75\%$.

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

ЧЕРНОВИК

$$\frac{mv^2}{r} = mgR$$

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

$$S_2 = \frac{v^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

$$S_3 = \frac{v^2 \sin 2\alpha \cdot 3}{(3 + \cos^2 \alpha) g}$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \cdot 2$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 3}{2} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \cdot \frac{3}{2} \cdot v_0 \cos \alpha$$



$$3m \left(\frac{v_0 \cos \alpha}{2} \right)^2$$

$$3m v_n^2 = m v_0^2 \cos^2 \alpha$$

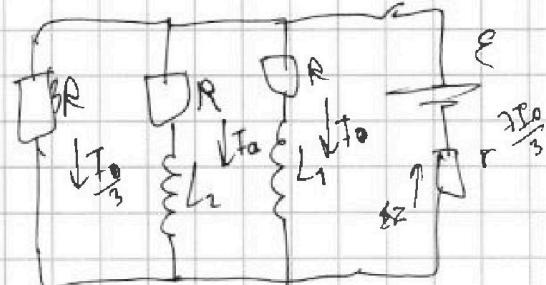
$$\frac{3mv_n^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2 \cos^2 \alpha}{2}$$

$$\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{3} + v^2 = v_0^2$$

$$3v_n^2 + v^2 = v_0^2$$

$$3v_n = v \cos \alpha$$

$$v = v_0 \sqrt{\frac{3}{3 + \cos^2 \alpha}} \quad 3 \left(\frac{v_0 \cos \alpha}{3} \right)^2 + v^2 = v_0^2$$

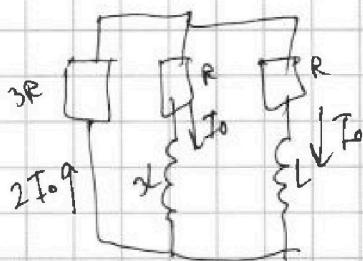


$$T_3 \cdot 3R = T_2 R = I_1 R$$

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

$$E = T_0 R + \frac{2 - I_0}{3} R \frac{R}{3}$$

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



$$6I_0 R - I_0 R + 2I_0 R = E$$

$$5I_0 R = 2I_0 R$$

$$IR + 3L \frac{dI}{dt} = 6IR$$

$$3L \frac{dI}{dt} = 5IR$$

$$q = \frac{6L I_0}{IR}$$

$$p = \frac{N}{V} kT$$

$$3L dI = 5R dq$$

$$I_1 R + 3L \frac{dI_1}{dt} = T_2 R + L \frac{dT_2}{dt} = (I_1 + I_2) 3R$$

$$6L dI = 5R dq$$

$$(I_1 - I_2) dQ =$$

$$dq_1 R + 3L dI_1 = dq_2 \cdot 3R$$

$$dq_1 R + 3L dI_1 + L dT_2 = 5dq_2 R$$

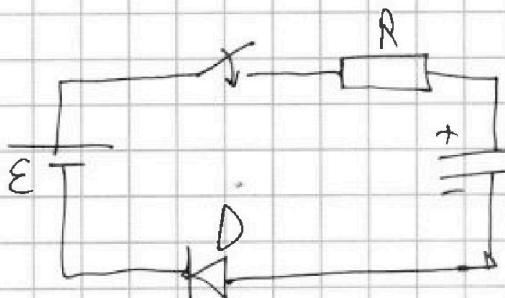
$$dq_2 R + L dT_2 = dq_1 \cdot 3R$$

$$3L dI_1 + L dT_2 = 5dq_2 R$$

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.

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!



№ 3

Напряжение на конденсаторе
не может мгновенно измениться
поскольку после замыкания

Второе правило Кирхгофа для контура сразу после замыкания ключа:

$$E = I_1 R + U_0$$

$$\text{Допустим, } U_0 = 1V, \text{ тогда } I_1 = \frac{E - U_0}{R} = \frac{8V - 1V}{500\Omega} = 14mA$$

Второе правило Кирхгофа, когда ток в цепи стекает I_2 :

$$E = I_2 R + U_2 + U_0$$

$$U_2 = E - I_2 R - U_0 \quad U_2 = 8V - 4mA \cdot 500\Omega - 1V = 5V$$

Найдем количество теплоты, которое выделилось на диоде к тому моменту, когда ток в цепи стал I_2

$$\delta Q_1 = U_0 \cdot dq$$

$Q_1 = U_0 \cdot q$, q -суммарный заряд, проехавший через диод

$$\text{по 3CP3 } q = \frac{U_2}{R}, \text{ тогда } Q_1 = U_0 \cdot \frac{U_2}{R} = 1V \cdot \frac{5V}{200m\Phi} = 25 \cdot 10^{-3} D\Phi$$

$$L = C U_2, \text{ тогда } Q_1 = U_0 C U_2 = 1V \cdot 200m\Phi \cdot 5V = 10^{-3} D\Phi$$

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 к этому моменту времени:

$$CU_2 \cdot \varepsilon = \frac{CU_2^2}{2} + Q \quad Q = CU_2 \cdot \varepsilon - \frac{CU_2^2}{2}$$

$$Q = 200 \text{ мкФ} \cdot 58 \cdot 88 - \frac{200 \text{ мкФ} \cdot 58 \cdot 58}{2} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

$$\text{На резисторе за это время выделилось } Q - Q_1 = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} - 10^{-3} \text{ Дж} = \\ = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

В дальнейшем процесс разогрева дуги продолжался вах резистора с сопротивлением $\frac{18}{4 \text{ мА}} = 250 \Omega$

т.к. фактическое сопротивление дуги меньше, чем сопротивление резистора в 2 раза, сда ток через резистор и дугу одинаков, то, если на резисторе выделилось Q_2 тепла, то на дуге

$\frac{Q_2}{2}$. Запишем ЗСД для оставшейся части зарядки конденсатора:

$$(CE - CU_2) \varepsilon = \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2} + Q_2 + \frac{Q_2}{2}$$

$$\frac{3}{2} Q_2 = \frac{CU_2^2}{2} + \frac{CE^2}{2} - CU_2 \varepsilon$$

$$Q_2 = \frac{2}{3} \left(\frac{U_2^2}{2} + \frac{E^2}{2} - CU_2 \varepsilon \right) \quad Q_2 = \frac{2}{3} \left(\frac{200 \text{ мкФ} \cdot 58 \cdot 58}{2} + \frac{200 \text{ мкФ} \cdot 88 \cdot 88}{2} - 200 \text{ мкФ} \cdot 58 \cdot 88 \right)$$

$$Q_2 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

$$Q_2 = \frac{2}{3} (2,5 + 6,4 - 8) \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Сообщалось выделилось на резисторе $(4,5 \cdot 10^{-3} + 0,6 \cdot 10^{-3}) \text{ Дж} = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$

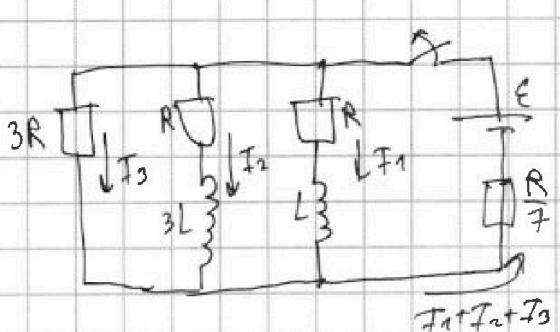
Ответ: 1) $I_1 = 14 \text{ мА}$ 2) $U_2 = 58 \text{ В}$ 3) $Q = 5,1 \text{ мДж}$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



№ 4

При замкнутом ключе в цепи-
бываются равнение силы тока
в ветвях параллельна, значит, напряжение
на катушках определяется одинаково.

Рассставим токи и запишем правила Кирхгофа в д.c. режиме:

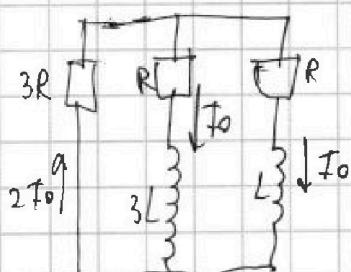
$$I_3 \cdot 3R = I_2 R = I_1 R, \text{ тогда } I_2 = I_1 \Rightarrow I_1 < I_0 \text{ и } I_3 = \frac{I_0}{3}$$

$$I_3 \cdot 3R + \frac{R}{L} (I_0 + I_1 + I_2) = E$$

$$\frac{I_0}{3} \cdot 3R + \frac{R}{L} \cdot (I_0 + I_0 + \frac{I_0}{3}) = E$$

$$\frac{9}{3} I_0 R = E \quad I_0 = \frac{3E}{4R}$$

После размыкания ключа, токи в ветвях с катушками не изменяются.



Тогда по ЗСЗ через резистор 3R течет ток $2I_0$

Второе правило Кирхгофа для контура с катушкой $3L$ и резистором $3R$:

$$2I_0 \cdot 3R = I_0 R + 3L |I_{L2}|$$

$$5I_0 R = 3L \cdot I_{L2}$$

$$|I_{L2}| = \frac{5I_0 R}{3L} = \frac{5R \cdot 3E}{3L \cdot 4R} = \frac{5E}{4L}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Мысл в некоторый момент через катушки L_1 течет ток I_1 , а через катушки L_2 течет ток I_2 , тогда через резистор $3R$ течет ток $I_1 + I_2$. Запишем вторые правила Кирхгофа:

$$(I_1 + I_2) \cdot 3R = I_1 \cdot R + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$(I_1 + I_2) \cdot 3R = I_2 \cdot R + 3L \frac{dI_2}{dt}$$

Сложим уравнения

$$2 \cdot (I_1 + I_2) \cdot 3R = (I_1 + I_2)R + L \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_2}{dt}$$

$$-5(I_1 + I_2) dt \cdot R = L dI_1 + 3L dI_2$$

Заметим, что $-(I_1 + I_2) dt = dq_3$ - т.е. малый заряд проходит через резистор $3R$

$$-5R \cdot dq_3 = L dI_1 + 3L dI_2$$

Проступим к выделению, учитывая, что в конце цепи тока во всех ветвях равна 0.

$$5q_3 \cdot R = L \cdot I_0 + 3L \cdot I_0$$

$$q_3 = \frac{4L I_0}{5R} = \frac{4L \cdot 3\varepsilon}{5R \cdot 4R} = \frac{3\varepsilon L}{5R^2}$$

$$\text{Однако: } I_0 = \frac{3\varepsilon}{4R}; |I| = \frac{5\varepsilon}{4L}; I_3 = \frac{3\varepsilon L}{5R^2}.$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

N5

Значит, что рентгенирующая мощность параллельно свету пропорциональна количеству лучей, попадающих на концентрическую рентгенирующую поверхность диска яичника.

$$\text{Тогда } \frac{P}{P_0} = \frac{S}{S_0} \quad \left(P_0 - \text{максимальная рентгенирующая мощность} \right)$$

$$P < P_0 \frac{S}{S_0} \quad \left(S_0 - \text{вся площадь, через которую проходят лучи на расстоянии } X \right)$$

P - рентгенируемая мощность
 S - площадь диска, на которую попадают лучи

из графика $P_0 = 6 \text{ мВт}$

при $X \rightarrow 0$ S_0 равна площади яичника, а S равна площади диска яичника

$$P = P_0 \frac{\pi r^2}{\pi R^2} \quad r = R \sqrt{\frac{P}{P_0}}$$

из графика $P(X \rightarrow 0) = 1,5 \text{ мВт}$

$$r = 3 \text{ см} \cdot \sqrt{\frac{1,5 \text{ мВт}}{6 \text{ мВт}}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4}} = 1,5 \text{ см.}$$

Значит, что т.к. при увеличении X мощность спадает, а яичник уменьшается, то пятна содиагностики (при рассеивании ниже S площадь увеличивается, значит P всегда уменьшается)



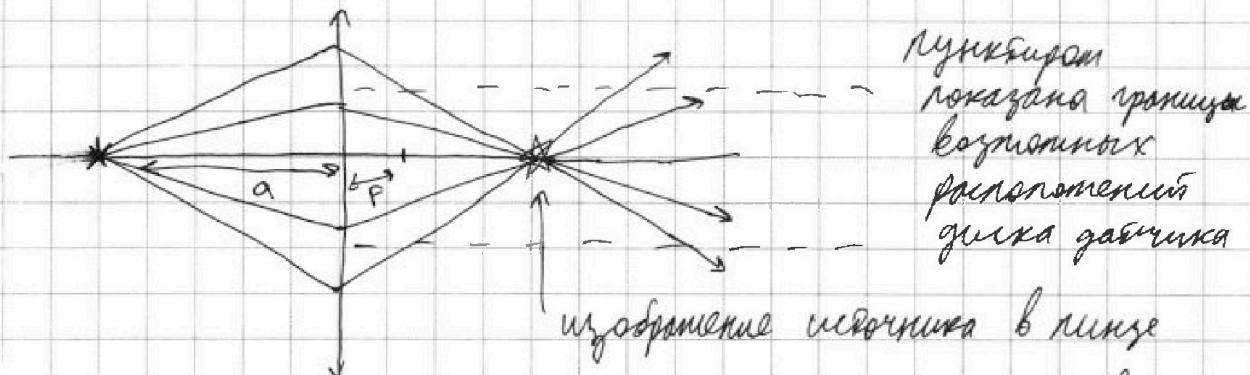
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

Схематичный изображение ход лучей при собирающей линзе



Из симметрии видно, что изображение находится между точек в середине интервала, где $R = R_{\max}$

Из графика $R = R_0$ при $x \in [15 \text{ см}; 45 \text{ см}]$

Значит, изображение находится на расстоянии $d = \frac{15+45}{2} \text{ см} =$

$$= 30 \text{ см}$$

об линзой

Формула тонкой линзы

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

$$f = \frac{ad}{a+d} \quad f = \frac{48 \text{ см} \cdot 30 \text{ см}}{48 \text{ см} + 30 \text{ см}} \approx 18 \text{ см}$$

При $x \in [15 \text{ см}; 45 \text{ см}]$ лучик поглощает все лучи и его яркость

$P_0 = 6 \text{ мВт}$, поэтому $P_{\text{изл}} = P_0 = 6 \text{ мВт}$

Ответ: $f = 18 \text{ см}$; $P = 6 \text{ мВт}$.

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Черновых

$$P_1 + P_2 = P_0 + \frac{F}{S}$$

$$P_1 = P_0 + \frac{F}{S}$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 1 + \frac{F}{S P_0}$$

Дж

$$P_{\text{дата}} = 75 \text{ дж} \rightarrow p_{\text{дата}} = 1,5 \text{ дж/л}$$

$$= 1,25 \quad = 1 + 1,25 = 2,25$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{F}{S P_0} = 1 + \frac{725 \cdot 100 \cdot 700}{10 \cdot 100 \cdot 3000} = 1 + \frac{125}{100} =$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{75}{150} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{75}{50} = \frac{3}{2}$$

$$2F \cdot \Delta V = \frac{5}{2} V R D T + 3 V_{\text{вн}} R_D T$$

$$2F \Delta V = 5,5 V R D T + 3 V_{\text{вн}} R_D T$$

$$pV = VR T$$

$$p(V - \Delta V) = VR(T + DT)$$

$$-p_0 V = DR_D T$$

$$X \cdot R =$$

$$pV^x = \text{const}$$

$$p_0 V_0 = VR T_0$$

$$\frac{1}{T} + \frac{1}{T} = \frac{2}{T}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_F}$$

$$T = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$$

$$\frac{T}{V}$$

$$\frac{T_2}{V_2} = 2 \frac{T_1}{V_1}$$

$$2F \Delta V = \frac{5}{2} V R D T$$

$$2F \left(\frac{V_2}{5} - \frac{V_1}{3} \right) = \frac{5}{2} V R (T_2 - T_1)$$

$$2F \frac{V_2 - V_1}{S} = \frac{5}{2} (2p_0 V_2 - p_0 V_1)$$

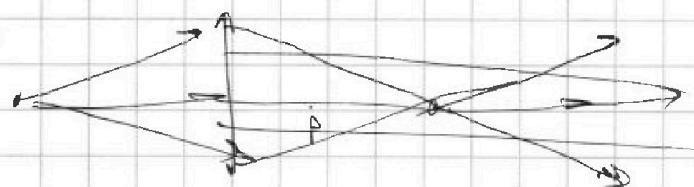
$$\frac{4F}{5p_0} (V_2 - V_1) = 2V_2 - V_1$$



~~$$\frac{F}{A} = p$$~~

~~$$\frac{F}{A} = \frac{\rho^2}{\rho^1}$$~~

$$\frac{\rho^2}{\rho^1} = \frac{1}{4}$$



~~$$\frac{F}{A} = p$$~~

~~$$\frac{F}{A} = \frac{\rho^2}{\rho^1}$$~~

$$\frac{\rho^2}{\rho^1} = \frac{1}{4}$$

$$R = \frac{R}{2}$$

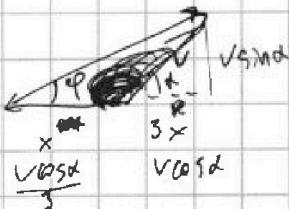
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\frac{3m \left(\frac{V_0 \cos \alpha}{3} \right)^2}{4} + \frac{m / (V_0 \cos \alpha)^2}{2} = \frac{m V_0^2}{4}$$

$$\frac{V_0 \cos^2 \alpha}{3} + V^2 \cos^2 \alpha = V_0^2 \quad \frac{4}{3} V^2 \cos^2 \alpha = V_0^2$$

$$\tan \alpha = \frac{V_0 \sin \alpha}{\frac{4}{3} V_0 \cos \alpha} = \frac{3}{4} \tan \alpha$$

$$V = \frac{V_0 \sqrt{V_0^2}}{\frac{4}{3} \cos^2 \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{3}{4} \tan \alpha$$

$$S_3 = \frac{3 V_0^2}{4 \cos^2 \alpha} \frac{\sin 2\alpha}{2g} = \frac{3 V_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{4 \cdot \frac{4}{3} \cos^2 \alpha \cdot g} =$$

$$V_1 \\ \text{бум}$$

$$\frac{3}{2} V_1 \\ \text{нр}$$

$$= \frac{3 V_0^2}{4g} \tan \alpha = \frac{V_0^2}{g}$$

$$VRT = \frac{V}{N_A} RT =$$

$$2F \frac{V_2 - V_1}{S} = F MR \frac{1}{2} V_2 R T + 3 \cdot \frac{3}{2} V_1 R T$$

$$= NRT$$

$$V = \frac{U}{N_A}$$

$$F \cdot 2F \frac{V_2 - V_1}{S} = 7 V_1 R T$$

$$\frac{78}{3}$$

$$\frac{1150}{600} = \frac{23}{12}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{373}{23}$$

$$\frac{37}{128}$$

$$373 - 24$$

$$\frac{373 \cdot 23}{6} = 71$$

$$\frac{27}{373}$$

$$\frac{373}{23} \frac{23}{143}$$

$$16 \cdot 24 = 16 \cdot 8 \cdot 3 = 2^4 \cdot 2^3 \cdot 3$$

$$= 2^7 \cdot 3 \cdot 128 \cdot 3 = 380$$

$$\begin{array}{r} 9092 \\ \underline{-69} \\ 214 \end{array} \frac{123}{273}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ 16 \\ \underline{-13} \\ 8 \\ 23 \\ \underline{-36} \\ 6 \\ 48 - 37 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\frac{48 \cdot 30}{78} = \frac{29 \cdot 30}{39} =$$

$$\frac{240}{13}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ -13 \\ \hline 110 \\ -110 \\ \hline 0 \end{array}$$

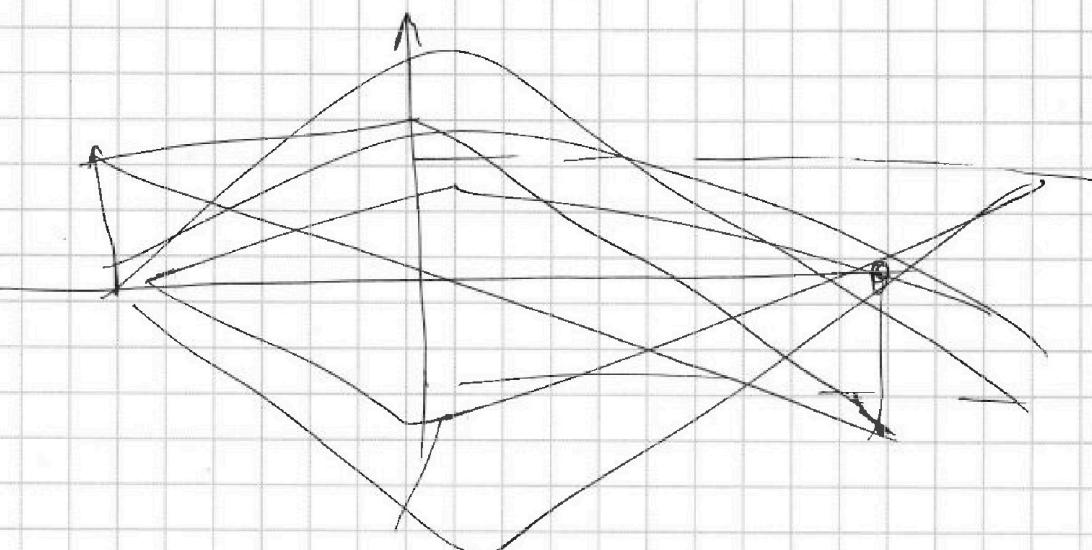


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





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!

