

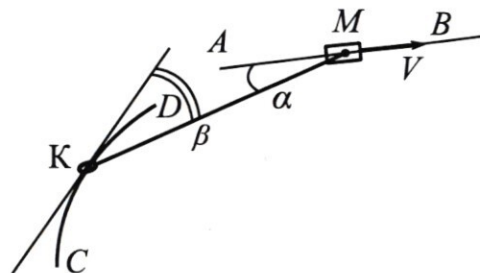
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

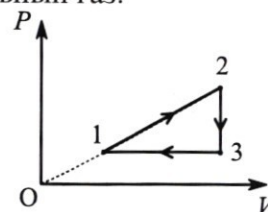
Вариант 11-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
 - 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
 - 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.
2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



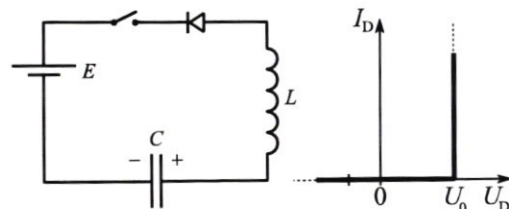
- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

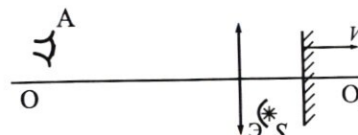
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



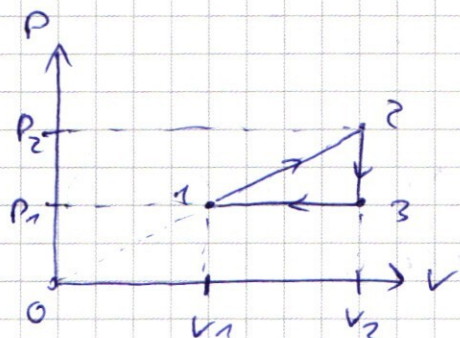
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.



- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Понижение температуры
происходит на участках 2-3 и 3-1.

Проц. 2-3 — изохорический $\rightarrow$
 $C_V = \frac{3}{2}R$. А проц. 3-1 — изобарический. Как известно из формулы

Теплоемкость: $C_p = C_V + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$. Тогда

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5}.$$

В процессе 1-2 газ совершает работу и у него
увел. темп. $\rightarrow$ увел. внутр. энергия:

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{\Delta U + A}{A} = \frac{\Delta U}{A} + 1.$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1).$$

из уравн. сост. идеал. газа: $\frac{3}{2}R T_2 = P_2 V_2, \frac{3}{2}R T_1 = P_1 V_1 \Rightarrow$
 $\rightarrow \Delta U = \frac{3}{2}R(P_2 V_2 - P_1 V_1).$

А работа газа за это время: $A = (V_2 - V_1) \cdot \frac{P_1 + P_2}{2}.$

$$\text{Тогда } \frac{Q}{A} = 1 + \frac{\Delta U}{A} = 1 + \frac{\frac{3}{2}R(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{\frac{1}{2}(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)} = 1 + 3 \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)}.$$

Т.е. проц. 1-2 — проц. в котором P зависит от V
прямой пропорц. $\Rightarrow P \propto V \Rightarrow P_1 \propto V_1, P_2 \propto V_2$. Тогда

$$\frac{Q}{A} = 1 + 3 \cdot \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)} = 1 + 3 \frac{V_2^2 - V_1^2}{(V_2 - V_1)(V_1 + V_2)} = 1 + 3 \cdot 1 =$$

$= 4.$

$$\text{Т.е. } \frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4, \text{ то } Q_{12} = Q_k = 4 A_{12} = 4 \cdot \frac{1}{2}(V_2 - V_1)(P_1 + P_2) =$$

~2 (продолжение)

$$= 2 (P_2 V_2 + P_1 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_1) =$$

$$= 2 (P_2 V_2 - P_1 V_1).$$

$$\text{Тогда } Q_x = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \left(\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + P_1 (V_2 - V_1) \right) =$$

$$= \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_2) + \frac{3}{2} P_1 (V_2 - V_1) + P_1 (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3(P_2 - P_1)V_2 + 5P_1(V_2 - V_1)}{2}.$$

$$\text{Тогда } \eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{3(P_2 - P_1)V_2 + 5P_1(V_2 - V_1)}{4(P_2 V_2 - P_1 V_1)} =$$

$$= 1 - \frac{3P_2 V_2 + 2P_1 V_2 - 5P_1 V_1}{4(P_2 V_2 - P_1 V_1)} =$$

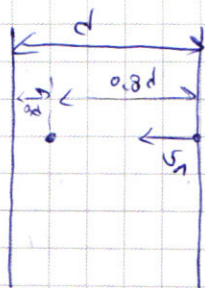
$$= 1 - \frac{3}{4} - \frac{2P_1 V_2 - 2P_1 V_1}{4(P_2 V_2 - P_1 V_1)} = \frac{1}{4} - \frac{P_1 (V_2 - V_1)}{2(P_2 V_2 - P_1 V_1)} =$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{2V_1 (V_2 - V_1)}{2 \cdot 2(V_2^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} - \frac{V_1}{2(V_2 + V_1)}.$$

Тогда $\eta_{\max} = \lim_{V_1 \rightarrow 0} \frac{1}{4} - \frac{V_1}{2(V_2 + V_1)} = \frac{1}{4}$. Т.е. КПД не может быть больше $\frac{1}{4}$.

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) η ; 3) $\frac{1}{4}$.

~3



Т.е. частица остановилась на расстоянии $0.2d$ от тачки, но она прошла расстояние $d - 0.2d = 0.8d$

в конденсаторе. Тогда $0.8d = \frac{v_1 + v_{\text{кон.}}}{2} \cdot \tau =$

$$= \frac{v_1 + 0}{2} \cdot \tau = \frac{v_1}{2} \tau \Rightarrow \tau = \frac{1.6d}{v_1}.$$

Тогда можно найти ускорение частицы:

$$0.8d = v_1 \cdot \tau + \frac{a\tau^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2(0.8d - v_1 \tau)}{\tau^2} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 3 (продолжение)

$$= \frac{1,6d - 2\sigma_1 \tau}{\tau^2} = \frac{1,6d - 2\sigma_1 \cdot \frac{1,6d}{v_1}}{\left(\frac{1,6d}{\sigma_1}\right)^2}$$

$$= \frac{-1,6d - \sigma_1^2}{(1,6d)^2} = \frac{-\sigma_1^2}{1,6d} = -\frac{\sigma_1^2}{1,6d} \Rightarrow \text{мех. тормозит}$$

Уб еще $a = \frac{F}{m} = \frac{q \cdot E}{m} \Rightarrow$

$$\rightarrow E = \frac{ma}{q} = \frac{m\sigma_1^2}{1,6dq} = \frac{\sigma_1^2}{1,6d\gamma} \quad a$$

$$\varphi = dE = \frac{\sigma_1^2 d}{1,6d\gamma} = \frac{\sigma_1^2}{1,6\gamma}$$

Если на бесконечно большой скорости частицы σ_0 , то мех. энергия равна $\frac{m\sigma_0^2}{2}$. В момент остановки вся энергия переходит в потенциальную.

На расст. $0,8d$ от правой пластины потенц.

энергия равна $0,8\varphi \cdot q \Rightarrow m\sigma_0^2 = 1,6\varphi q \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sigma_0^2 = 8\varphi \cdot 1,6 = 8 \cdot \frac{\sigma_1^2}{1,6\gamma} \cdot 1,6 = \sigma_1^2 \Rightarrow \sigma_0 = \sigma_1$$

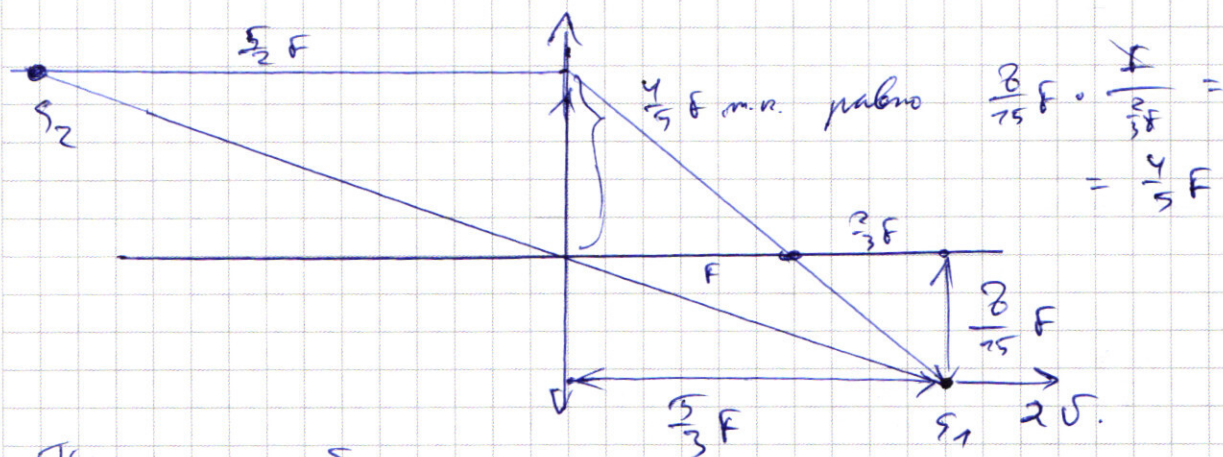
Ответ: 1) $\tau = \frac{1,6d}{\sigma_1}$; 2) $\varphi = \frac{\sigma_1^2}{1,6\gamma}$; 3) $\sigma_0 = \sigma_1$.

~ 5

Пусть S_1 — изображение S в зеркале.

Тогда рассмотрим за движением S_1 . S_1 движется вправо со скоростью $2v$, т.е. если зеркало смещается на dx , то образ за это же время

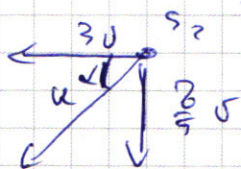
2х. Тогда зеркало в F , но ~~изображение~~ S
 находится на расстоянии $\frac{2}{3}F$ от зеркала $\Rightarrow$
 $\Rightarrow S_1$ на расст. $\frac{2}{3}F + F = \frac{5}{3}F$ от линзы.
 Тогда $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ и $d = \frac{5}{3}F \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{3}{5F} =$
 $= \frac{5+3}{5F} = \frac{8}{5F} \Rightarrow f = \frac{5}{8}F.$



Пусть изображение

наше преломл. линзы будет S_2 .

Заметим, что за малое время dt
 горизонтальная скорость S_2 равна $25 \cdot \frac{5}{2} =$
 $= 25 \cdot \frac{3}{2} = 37.5$. А вертикальная при малом
 смещении dx S_1 по горизонтальной линии
 равно: $25 \cdot \frac{\frac{4}{5}F + \frac{3}{25}F}{\frac{5}{3}F} = 25 \cdot \frac{\frac{20}{25}F}{\frac{5}{3}F} = 25 \cdot \frac{60}{45} =$
 $= 25 \cdot \frac{4}{3} = \frac{100}{3}$. Тогда S_2 движется влево вниз:



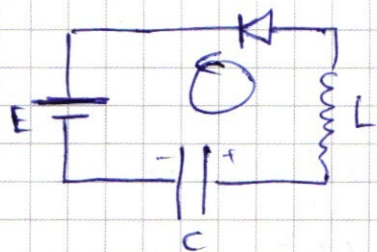
Тогда этот угол между $\vec{u}$ и $\vec{v}$
 Он α равен α , а $\tan \alpha = \frac{\frac{100}{3}}{30} = \frac{10}{9},$

$$u = \sqrt{90^2 + \frac{61}{25} 10^2} =$$

$$= \sqrt{8100 + \frac{6100}{25}} = \sqrt{8100 + 244} = \sqrt{8344} = 91.32$$

Ответ: 1) $\frac{5}{8}F$; 2) $\tan \alpha = \frac{10}{9} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{10}{9}$;
 3) 91.32

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Сразу после замыкания
кнопки имеем:

напряжение на диоде равно

$$U_1 - E = 6\text{В} - 3\text{В} = 3\text{В} > U_0 = 1\text{В} \rightarrow$$

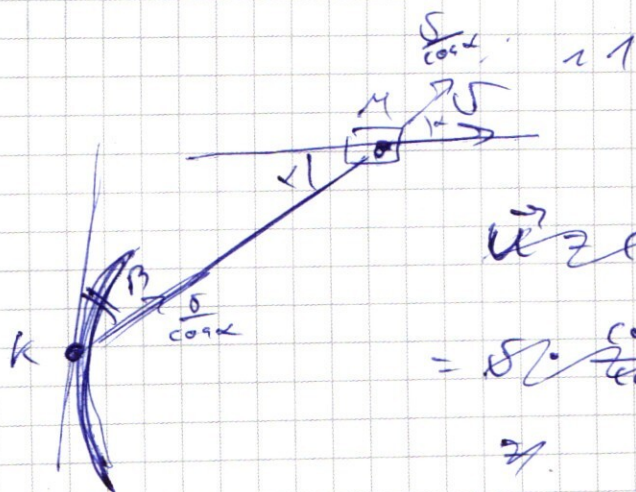
$\Rightarrow$ через диод ток течёт. Из 2-го правила
Фурье-Офа (против часовой стрелки в контуре)
имеем в нач. моменты времени:

$$-E - L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{CU_1^2}{2} \Leftrightarrow E + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{CU_1^2}{2} \quad \text{Уло}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} - \text{скорость возрастания тока} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{CU_1^2 - 2E}{2L}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{CU_1^2 - 2E}{2L} =$

$$= \frac{20 \cdot 6^2 - 2 \cdot 3}{0,4} = \frac{720 - 6}{0,4} = \frac{714}{0,4} = 1785$$



Тогда скорость конца
равна $\vec{u}$. Тогда

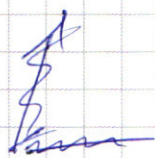
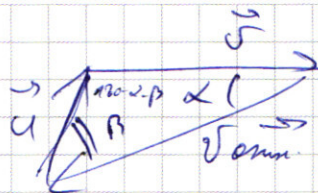
$$\vec{u} = \vec{v} \cos \alpha \Rightarrow \frac{u}{\cos \alpha} =$$

$$= v \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{8 \cdot 5}{3 \cdot 44} =$$

$$\frac{|\vec{u}|}{\sin \alpha} = \frac{|\vec{v}|}{\sin \beta} \Rightarrow |\vec{u}| = |\vec{v}| \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \Rightarrow u = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{\frac{15}{17}} =$$

$$= 40 \cdot \frac{68}{15} = \frac{68 \cdot 8}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 36 \frac{4}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{v} :$$



$$v_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 + 2uv \cdot \cos(\alpha + \beta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{отн}} = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos(\alpha + \beta)}$$

α — угол между направлением движения по окружности и направлением:

$$m a = T \cdot \sin \beta = \frac{m u^2}{R} \rightarrow T = \frac{m u^2}{R \sin \beta}.$$

Ответ: 1) $u = 30 \frac{4}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $v_{\text{отн}} = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos(\alpha + \beta)}$

3) $T = \frac{m u^2}{R \sin \beta}.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~1

$ma = T \cdot \sin \beta$

$a = \frac{v_1^2}{R}$

$v_1^2 \cdot m = T \cdot R \cdot \sin \beta$

$v_1 = \frac{T \cdot R \cdot \sin \beta}{m}$

$T = \frac{mv_1^2}{R \sin \beta}$

$\frac{2}{15} = \frac{1}{25}$

$\frac{8 \cdot 5}{4 \cdot 15} = \frac{40}{60}$

$T = ?$

~5

Δx

$\frac{\frac{8}{15} F}{\frac{2}{3} F} = \frac{8}{25}$

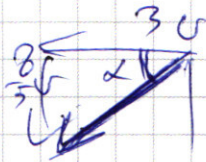
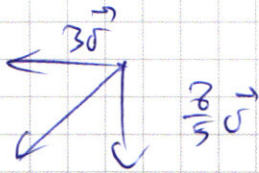
$\frac{\frac{8}{15} F}{\frac{5}{3} F + \Delta x} = \frac{2}{3} F + \Delta x$

$\frac{4}{5} F - \frac{\frac{8}{15} F^2}{\frac{2}{3} F + \Delta x} = \text{верн.}$

$\frac{5}{2} F -$

$a = \frac{\frac{8}{15} (2 F - \Delta x)}{\frac{2}{3} F + \Delta x}$

$= \frac{\frac{8}{15} F^2}{\frac{2}{3} F + \Delta x}$



$$\text{tg } \alpha = \frac{8}{3} = \frac{8}{25}$$

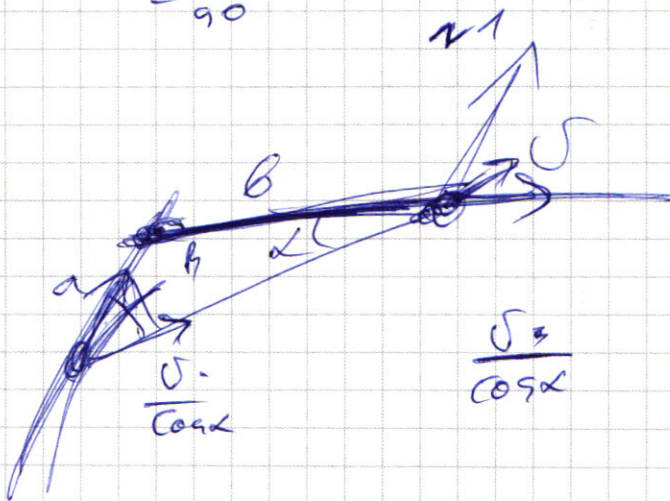
$$9v^2 + \frac{64}{25}v^2 = u^2$$

$$u^2 = \frac{9 \cdot 25 + 64}{25} v^2 = \frac{225 + 64}{25} v^2 = \frac{289}{25} v^2 \Rightarrow$$

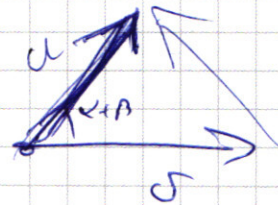
$$u = \frac{17}{5} v$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 68 \\ 8 \\ \hline 544 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 544 \overline{) 175} \\ - 45 \\ \hline 94 \\ - 90 \\ \hline 4 \end{array}$$



$$v_{\text{comp}} =$$



$$\frac{u}{\frac{v}{\cos \alpha}} = \cos \beta$$

$$u = v \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = v \cdot \frac{4}{5} = \frac{25}{17} = \frac{68}{45}$$

$$u = v \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = v \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{5} \cdot \frac{68}{45} = \frac{68}{45}$$

$$= v \cdot \frac{51}{40}$$

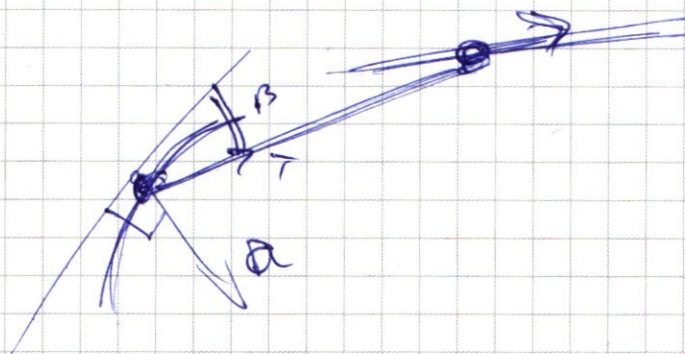
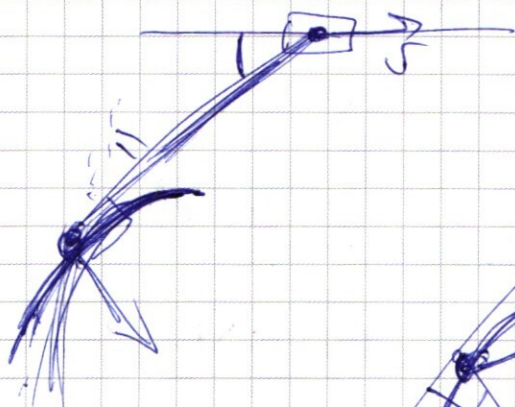
$$\frac{v}{u} = \frac{\frac{v}{\sin \alpha}}{\frac{u}{\sin \beta}} = \frac{v \cdot \sin \beta}{u \cdot \sin \alpha} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot \frac{v}{u} = \sin \alpha \cdot \frac{v}{u}$$

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

$$v = \sin \beta \cdot \frac{v}{\sin \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

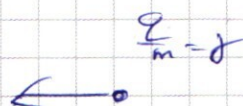
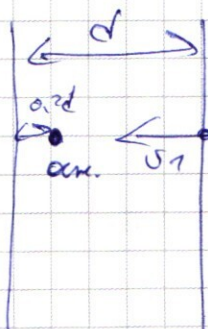
~1



$$ma = T \sin \beta$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

~3



$$0,8d = \frac{5,1 \cdot 10}{2} \cdot T$$

$$T = \frac{1,6d}{5,1}$$

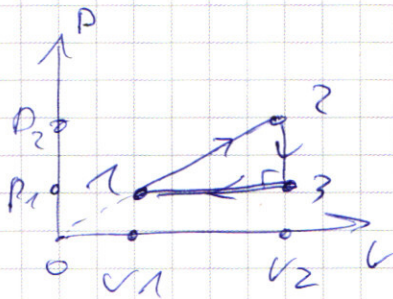
$$a = \frac{F}{m} = \frac{E \cdot q}{m} = E \sigma$$

$$0,8d = 5,1 \cdot T - \frac{a T^2}{2}$$

$$a T^2 = 1,6d + 2 \cdot 5,1 T$$

$$a = \frac{1,6d}{T^2} + \frac{2 \cdot 5,1}{T}$$

E



$$Q_{23} = \int_2^3 C_{23} \Delta T$$

$$Q_{31} = \int_3^1 C_{31} \Delta T$$

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \int_2^3 (T_2 - T_3)$$

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \int_3^1 (T_3 - T_1)$$

$$\begin{aligned} \frac{C_{23}}{C_{31}} &= \frac{Q_{23} \cdot (T_3 - T_1)}{Q_{31} \cdot (T_2 - T_3)} = \frac{Q_{23} \cdot \frac{V_2(P_2 - P_1)}{JR}}{Q_{31} \cdot \frac{(V_2 - V_1)P_1}{JR}} = \\ &= \frac{Q_{23} \cdot (V_2 P_2 - V_2 P_1)}{Q_{31} (V_2 P_1 - V_1 P_1)} = \frac{\frac{3}{2} JR (T_2 - T_3)}{\frac{3}{2} JR (T_3 - T_1) + (V_2 - V_1) P_1} \end{aligned}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} JR (T_2 - T_3)$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} JR (T_3 - T_1) + (V_2 - V_1) P_1$$

$$\begin{aligned} \frac{C_{23}}{C_{31}} &= \frac{\frac{3}{2} JR (T_2 - T_3)}{\frac{3}{2} JR (T_3 - T_1) + (V_2 - V_1) P_1} = \frac{\frac{3}{2} R}{\left(\frac{3}{2} - 1\right) R} = \\ &= \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = \left(\frac{3}{1}\right) \end{aligned}$$

~ 2

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3}{2} JR (T_2 - T_1) + \frac{P_2 - P_1}{2} (V_2 - V_1) = \\ &= \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \frac{P_2 V_2 + P_1 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_1}{2} = \\ &= \frac{3P_2 V_2 - 3P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_1 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_1}{2} = \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{4P_2V_2 - 4P_1V_1 + P_1V_2 - P_2V_1}{2} = Q$$

$$A = \frac{(P_2 + P_1)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$P_2 = \alpha V_2^2$$

$$P_1 = \alpha V_1^2$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{4P_2V_2 - 4P_1V_1 + P_1V_2 - P_2V_1}{(P_2 + P_1)(V_2 - V_1)}$$

$$\frac{A + \Delta U}{A} = 1 + \frac{\Delta U}{A} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1)}{\frac{(P_2 + P_1)}{2} (V_2 - V_1)}$$

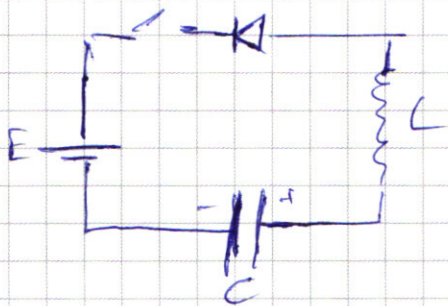
$$= 1 + \frac{3(P_2V_2 - P_1V_1)}{(P_2 + P_1)(V_2 - V_1)}$$

$$= 1 + \frac{3(\alpha V_2^3 - \alpha V_1^3)}{\alpha (V_2 + V_1)(V_2 - V_1)} = 4$$

$$3) \quad \eta = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{к}}} = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{к}}}$$

$$Q_{\text{н}} \rightarrow \eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}} = \left(\frac{1}{4} \right)$$

$$\frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$$



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

$$Q = \frac{k \cdot M}{kN} = \frac{Qm}{kN}$$

~ 3

$$1) \tau = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$2) E = \frac{q}{\sigma} = \frac{\frac{1,6d}{\tau^2} + \frac{2v_1}{\tau}}{\sigma} = \frac{1,6d + 2v_1 \tau}{\sigma \tau^2}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{k}{kN}$$

$$Q = \frac{Qm}{kN} = \frac{k \cdot M}{kN}$$

$$Q = Ed$$

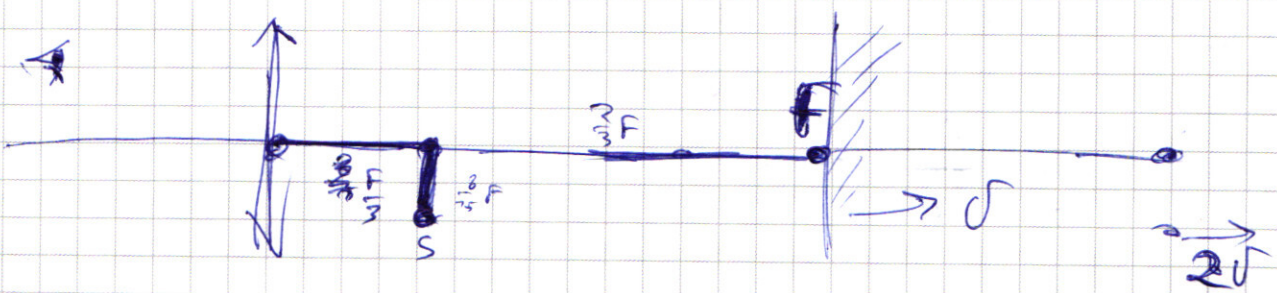
$$Q = \frac{1,6 d^2 + 2v_1^2 d}{\sigma \tau^2}$$

$$3) \frac{m v_0^2}{2} = Eq \cdot 0,8d$$

$$v_0^2 = \frac{q}{m} \cdot 1,6d \cdot E = 1,6d\sigma \cdot E$$

$$v_0 = \sqrt{1,6d\sigma E}$$

~ 5



$$d = \frac{5}{3} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{\sigma}$$

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{5-3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$F = \frac{5}{2} F$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations and diagrams on grid paper:

Top left diagram: A vector diagram showing a vector of length $\frac{5}{3}F$ at an angle α to the horizontal. A vertical component is labeled $\frac{4}{5}F$. A horizontal component is labeled $\frac{3}{5}F$. A small calculation to the right: $\frac{8}{25} \cdot \frac{3}{5} = \frac{4}{5}$.

Top right calculation: $\tan \alpha = \frac{\frac{8}{25}}{\frac{3}{5}} = \frac{8 \cdot 3}{25 \cdot 5} = \frac{8}{25}$

Middle right calculation: $\tan \alpha = \frac{\frac{4}{5}F}{x} = \frac{8}{25}$

Bottom right calculation: $\frac{4F}{5F} = \frac{8^2}{25 \cdot 5} \quad \frac{F}{x} = \frac{2}{5} \quad x = \frac{3}{2}F$

Left side calculations: $\tan \alpha = \frac{8}{25} = \frac{8}{25} \cdot \frac{3}{5} = \frac{24}{125}$

Bottom left calculation: $\tan \alpha = \frac{8}{25} = \frac{8}{25} \cdot \frac{3}{5} = \frac{24}{125}$

Bottom center diagram: A circuit diagram showing a battery $\mathcal{E}$, a capacitor C , an inductor L , and a diode Δ connected in a loop.

Bottom right equations:

$$-\mathcal{E} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\mathcal{E} + L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\frac{CU_1^2}{2} - \mathcal{E}}{L} = \frac{CU_1^2 - 2\mathcal{E}}{2L}$$

$$Q_H = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) - \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (P_1 + P_2) =$$

$$= 2 (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$Q_H = \frac{3}{2} V_2 (P_2 - P_1) + \frac{3}{2} P_1 (V_2 - V_1) + P_1 (V_2 - V_1) =$$

$$Q_H = \frac{3}{2} V_2 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_1 (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} V_2 P_2 - \frac{3}{2} P_1 V_2 + \frac{5}{2} P_1 V_2 - \frac{5}{2} P_1 V_1 =$$

$$= \frac{3 P_2 V_2 + 2 P_1 V_2 - 5 P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{Q_H}{Q_H} = \frac{3 (P_2 V_2 - P_1 V_1) + 2 P_1 V_2 - 2 P_1 V_1}{4 (P_2 V_2 - P_1 V_1)} =$$

$$= \frac{3}{4} + \frac{P_1 V_2 - P_1 V_1}{2 (P_2 V_2 - P_1 V_1)} = P_1 \cdot \frac{V_2 - V_1}{2 (P_2 V_2 - P_1 V_1)} + \frac{3}{4} =$$

$$= \frac{3}{4} + \alpha \cdot V_1 \cdot \frac{V_2 - V_1}{2 \alpha (V_2^2 - V_1^2)} = \frac{3}{4} + V_1 \cdot \frac{1}{2 (V_1 + V_2)} =$$

$$= \frac{3}{4} + \frac{V_1}{2 (V_1 + V_2)}$$

$$0,000020 =$$

$$= 2 \cdot 10^{-5}$$

$$- \varepsilon = \frac{q^2}{2 u_2} = \frac{C u_2^2}{2}$$

$$2 \varepsilon = C u_2^2 \quad u_2 = \sqrt{\frac{2 \varepsilon}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{2 \cdot 10^{-5}}} =$$

$$= \sqrt{3 \cdot 10^5} =$$

$$= 100 \cdot \sqrt{30}$$

5