

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

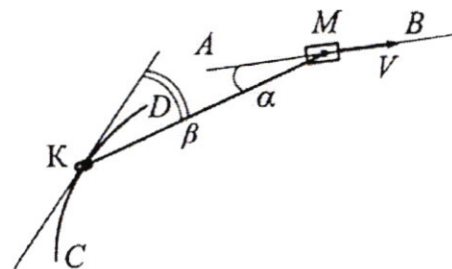
Класс 11

Вариант 11-04



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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



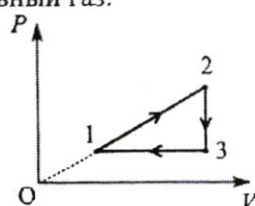
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

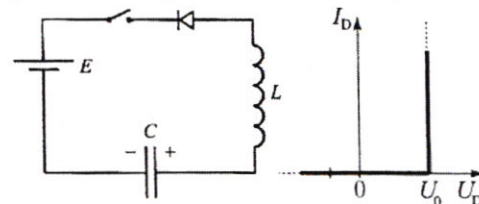
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

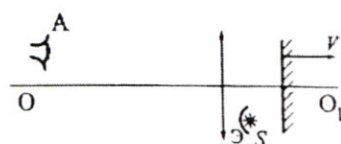


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

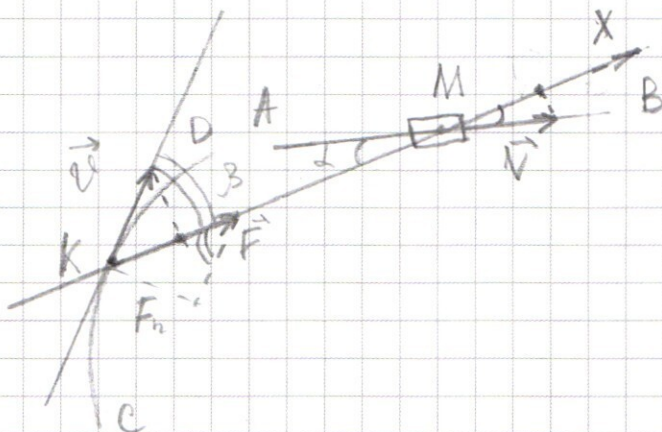
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

в 1. Решение.



Дано

$$V = 2 \text{ м/с} \quad m = 0.4 \text{ кг}$$

$$R = 1.9 \text{ м} \quad r = \frac{17R}{15}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

① Направим ось X так, как показано на рисунке.

Т.к. шарикат проскальзывает, то проекции скоростей муфта и колеса на ось X должны быть равны. Т.е.

$v \cos \beta = V \cos \alpha$, где v - искомая скорость колеса.
(скорость v направлена по касательной к окружности)

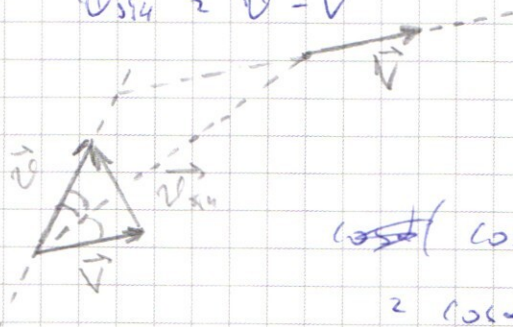
$$v = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} V = \frac{4/5}{8/17} V = \frac{17}{10} V = 1.7 V = 1.7 \cdot 2 \text{ м/с} = 3.4 \text{ м/с}$$

Ответ к пункту ①: $v = 3.4 \text{ м/с}$

② Закон сложения скоростей

$\vec{v} = \vec{V} + \vec{v}_{\text{сн}}$, где $v_{\text{сн}}$ - искомая скорость колеса относительно муфты.

$$\vec{v}_{\text{сн}} = \vec{v} - \vec{V}$$



По теореме косинусов:

$$v_{\text{сн}}^2 = v^2 + V^2 - 2vV \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$= \cos \alpha \cos \beta - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$= \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{4 \cdot 8 - 3 \cdot 15}{5 \cdot 17} = \frac{-13}{85}$$

Реша:

$$v_{\text{сн}}^2 = v^2 + V^2 + 2vV \cdot \frac{13}{85}$$

$$v_{\text{сн}}^2 = \frac{17^2 V^2}{10^2} + V^2 + \frac{2 \cdot 17 \cdot V^2}{10} \cdot \frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$v_{\text{сн}}^2 = \frac{289V^2}{100} + V^2 + \frac{13V^2}{25} = \frac{289+100+52}{100} V^2$$

$$v_{\text{сн}}^2 = \frac{441}{100} V^2, \Rightarrow v_{\text{сн}} = \frac{21}{10} V = 2,1 V = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ на пункт ②: $v_{\text{сн}} = 2,1 V = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

③

Нормальное ускорение волны в этот момент

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

Так как сила F — сила натяжения бруса — горизонтальная сила, которая действует на кольцо, то

$$m a_n = F_n = F \sin \beta = F \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15F}{17}$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{15F}{17} \Rightarrow F = \frac{17 m v^2}{15 R} = \frac{17 \cdot 84 \text{ кг} \cdot 3,2^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{15 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 32 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м} \cdot \text{ч}}{\text{с}^2}} = \frac{15 \cdot 1,9 \text{ м}}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-10}}$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{15F}{17}, \Rightarrow F = \frac{17 m v^2}{15 R} = \frac{17^3 \cdot m v^2}{15 \cdot 10^2 R}$$

$$F = \frac{17^3 \cdot 84 \text{ кг} \cdot 2^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{15 \cdot 10^2 \cdot 1,9 \text{ м}} = \frac{17^3 \cdot 4 \cdot 84}{15 \cdot 19} \cdot 10^{-2} \text{ Н} = \frac{17^3 \cdot 16 \cdot 10^{-2} \text{ Н}}{15 \cdot 19} \approx 2,7 \text{ Н}$$

Ответ на пункт ③: $F = \frac{17^3}{15 \cdot 10^2} \frac{m v^2}{R} \approx 2,7 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

и 2 Решение

① Значит, что теплотехнический процесс происходит на участках 2-3 ($\Delta U < 0$) и 3-1 ($\Delta U < 0$).

2-3 - изохорное охлаждение, $\Rightarrow C_{2-3} = C_V = \frac{3}{2}R$

3-1 - изобарное охлаждение $\Rightarrow C_{3-1} = C_P = C_V + R = \frac{5}{2}R$

Тогда: $\frac{C_{3-1}}{C_{2-3}} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

Ответ на пункт ①: $\frac{C_{3-1}}{C_{2-3}} = \frac{5}{3}$

② При процессе 1-2 можно считать, что:

$P = \text{const}$, где Δ - коэффициент теплопроводности.

Тогда: $dA = PdV = \Delta V dV$, $\Rightarrow A = \int_{V_1}^{V_2} \Delta V dV = \frac{\Delta}{2} (V_2^2 - V_1^2)$

т.е. $A_{1-2} = \frac{\Delta}{2} (V_2^2 - V_1^2)$, где V_2 и V_1 - объемы в состояниях 2 и 1.

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \Delta R T_2 - \frac{3}{2} \Delta R T_1 = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2) = \frac{3\Delta}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

Значит, что $\frac{\Delta U_{1-2}}{A_{1-2}} = \frac{\frac{3\Delta}{2} (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\Delta}{2} (V_2^2 - V_1^2)} = 3$

Ответ на пункт ②: $\frac{\Delta U_{1-2}}{A_{1-2}} = 3$

③ По определению $\eta = \frac{A}{Q}$

В нашем случае $A = A_{1-2} + A_{3-1}$ ($A_{2-3} = 0$)

$$A_{3-1} = P_1 (V_1 - V_2) = \Delta V_1 (V_1 - V_2) = \Delta V_1^2 - \Delta V_1 V_2$$

$$A = \frac{\Delta}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \Delta V_1^2 - \Delta V_1 V_2 = \frac{\Delta V_2^2}{2} + \frac{\Delta V_1^2}{2} - \Delta V_1 V_2$$

$$A = \frac{d}{2}(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2) = \frac{d}{2}(V_1 - V_2)^2 = \frac{d}{2}(V_2 - V_1)^2$$

$$Q = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} \quad (\text{из графика } 2-3 \text{ и } 3-1 \text{ с помощью обратности})$$

$$Q = \frac{d}{2}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{3d}{2}(V_2^2 - V_1^2) = 2d(V_2^2 - V_1^2) = 2d(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)$$

$$\text{т.е.} \quad \eta = \frac{\frac{d}{2}(V_2 - V_1)^2}{2d(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{(V_2 - V_1)}{4(V_2 + V_1)} = \frac{\frac{V_2}{V_1} - 1}{4(\frac{V_2}{V_1} + 1)}$$

Пусть величина $\varepsilon = \frac{V_2}{V_1}$ - отношение обменов в состоянии 2 и 1. Тогда

$$\eta = \frac{\varepsilon - 1}{4(\varepsilon + 1)} = \frac{1}{4} \left(\frac{\varepsilon + 1 - 2}{\varepsilon + 1} \right) = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{\varepsilon + 1} \right)$$

Из физических соображений, в этот момент $\varepsilon \in (1; +\infty)$

Соответственно при $\varepsilon \rightarrow \infty \quad \frac{2}{\varepsilon + 1} \rightarrow 0, \text{ т.е. } \eta \rightarrow \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$

Ответ на пункт ③: при $\frac{V_2}{V_1} \rightarrow \infty, \eta \rightarrow 25\%$

и 3 Решение

$$\textcircled{1} \quad \text{ЗСЭ: } A_{\text{полн}} = \frac{mV_1^2}{2} = E|q|/S, \text{ где } S = d - 82d = 88d$$

$$\text{т.е. } 88E|q|/d = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$f = \frac{|q|\omega}{m} = \frac{V_1^2}{2 \cdot 88 \cdot E \cdot d} \quad \text{Заметим, что } Ed = U.$$

$$f = \frac{|q|}{m} \cdot \frac{V_1^2}{1,64} = \frac{5V_1^2}{84}$$

$$\text{Ответ: не пункт } \textcircled{2} \quad f = \frac{|q|\omega}{m} = \frac{5V_1^2}{84}$$

② Скорость частицы меняется по закону:

$$v = V_1 - at, \text{ где } a = \frac{E|q|}{m} = E_f \quad (\text{2-й закон Ньютона})$$

$$v = V_1 - E_f t.$$

т.е. на частицу действует равно постоянное сила $F = E|q|$ и при этом часть энергии, которую она теряет, уходит в обратную сторону, по мере уменьшения, что $v(V) = -V_1, \text{ т.е.}$

$$-V_1 = V_1 - E_f T, \text{ т.е. } T = \frac{2V_1}{E_f} = \frac{2V_1}{\frac{4d \cdot 5V_1^2}{84}} = \frac{2 \cdot 8 \cdot d}{5 \cdot V_1} = \frac{16d}{5V_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ на пункт ②: $\tau = \frac{4\epsilon}{5V_1} \cdot \frac{16\epsilon}{5V_1}$

③ П.п. ~~тоже~~ микрокатодическое воспроизведено только между обкладками конденсатора, по нему то, как быстрая вылетит от него, её скорость изменится. не будет (Его, то Его $\rightarrow \alpha \approx 0$)

П.р. не большая расстояние от конденсатора (не бесконечность) частота будет зависеть от скорости $V_0 \approx V_1$. Рассмотрение для скорости будет происходить до скорости, с которой частота выйдет в конденсатор.

Ответ на пункт ③ $V_0 \approx V_1$

и 5. Решение.

~~П.п. все вопросы задачи касаются только цр.~~

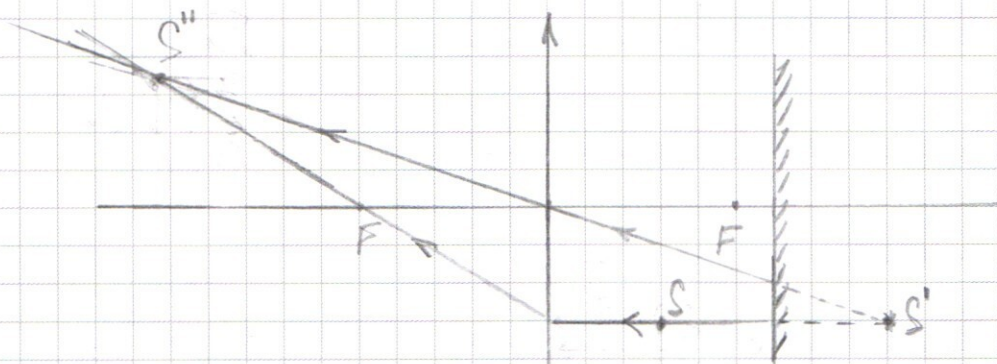
① Уображение в зеркале можно рассматривать как предмет, который находится от линзы на скорости $2V$.

Формулы оптической линзы

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

У рассматриваемых соотношений ~~$\frac{3F}{5}$~~

$$d = \frac{3F}{5} + 2\left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5}\right) = \frac{3F}{5} + \frac{6F}{5} = \frac{9F}{5}$$

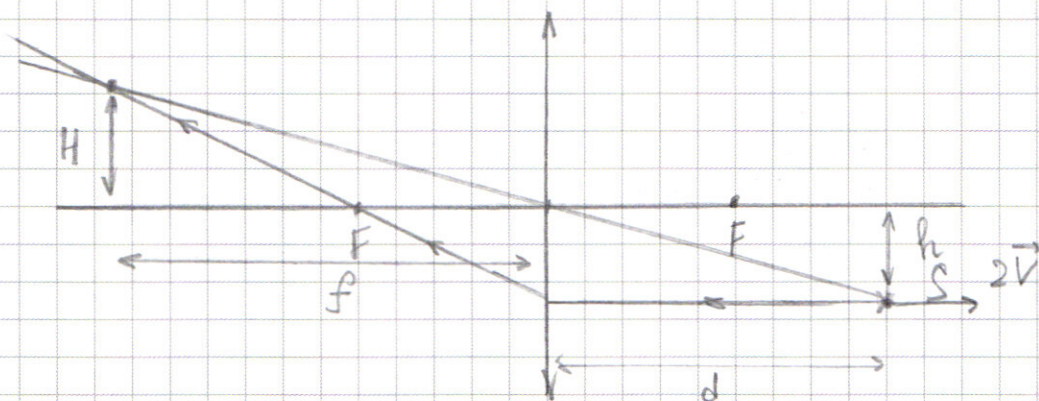


$$\frac{1}{f} + \frac{5}{9F} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{4}{9F} \Rightarrow f = \frac{9F}{4} - \text{то и есть искомое расстояние}$$

Ответ на пункт ①: $f = \frac{9F}{4}$

2

Дана исконная и дуглая системы, не левиз
исконная, которая движется со скоростью $2V$ и
находящаяся на расстоянии $\frac{d}{5}$ от центра и $\frac{8d}{5}$ от
центра системы осей.



Скорость движения изображения можно представить
как сумму $v_{\perp}$ (⊥ к осям) и $v_{\parallel}$ (|| к осям).

Пример, $v_{\perp} = \frac{\Delta H}{\Delta t}$, $v_{\parallel} = \frac{\Delta f}{\Delta t}$

Формулы центра массы

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{d}, \Rightarrow f = \frac{fd'}{d-f} = f' \left(\frac{d+f'}{d-f'} \right) = f' \left(1 + \frac{f'}{d-f'} \right)$$

$$f = \frac{H}{h} = \frac{f'}{d}, \Rightarrow H = \frac{f'}{d} h = \frac{f'h}{d+f'}$$

$$\Delta f = f' \Delta d = \left(f' + \frac{f'^2}{d-f'} \right) \Delta d = \left(1 + \frac{f'^2}{(d-f')^2} \cdot (d-f')' \right) \Delta d$$

$$\Delta f = \left(1 - \frac{f'^2}{(d-f')^2} \right) \Delta d, \Rightarrow \frac{\Delta f}{\Delta t} = \left(1 - \frac{f'^2}{(d-f')^2} \right) \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$v_{\parallel} = \left(1 - \frac{f'^2}{(d-f')^2} \right) \cdot 2V = \frac{(d-f')^2 - f'^2}{(d-f')^2} \cdot 2V = \frac{(d-f'-f')(d-f'+f')}{(d-f')^2} \cdot 2V$$

$$v_{\parallel} = \frac{d(2f-d)}{(d-f')^2} \cdot 2V = \text{компонент скорости || к осям. осей}$$

$$\Delta H = H' \Delta d = \left(\frac{f'h}{d-f'} \right)' \Delta d = \frac{-f'h}{(d-f')^2} \Delta d$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta t} = \frac{-f'h}{(d-f')^2} \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$v_{\perp} = \frac{-f'h}{(d-f')^2} \cdot 2V$$

$$v_{\perp} = \frac{-2f'h}{(d-f')^2} V$$

$$v_{\parallel} = \frac{-2d(2f-d)}{c}$$

$$v_{\perp} = \frac{-2f'h}{(d-f')^2} V$$

$$v_{\parallel} = \frac{(d-f')^2 - f'^2}{(d-f')^2} \cdot 2V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$f \approx \frac{\Phi d}{d-f} \quad H \approx \frac{\Phi h}{d-f}, \quad h = \text{const.}$$

$$\Delta f \approx f' \Delta d \approx f \left(\frac{d'(d-f) - (d-f)'d}{(d-f)^2} \right) \Delta d$$

$$\Delta f \approx f \left(\frac{d-f-d}{(d-f)^2} \right) \Delta d \approx -\frac{f^2}{(d-f)^2} \Delta d$$

$$\frac{\Delta f}{\Delta t} \approx -\frac{f^2}{(d-f)^2} \frac{\Delta d}{\Delta t}, \quad \text{т.е.} \quad u_{\parallel} \approx -\frac{2f^2}{(d-f)^2} V, \quad \text{т.е.} \quad \frac{\Delta d}{\Delta t} \approx 2V$$

$$\Delta H \approx H' \Delta d \approx \left(\frac{\Phi h}{d-f} \right)' \Delta d \approx \left(\frac{(\Phi h)'(d-f) - (d-f)' \Phi h}{(d-f)^2} \right) \Delta d$$

$$\Delta H \approx -\frac{\Phi h}{(d-f)^2} \Delta d$$

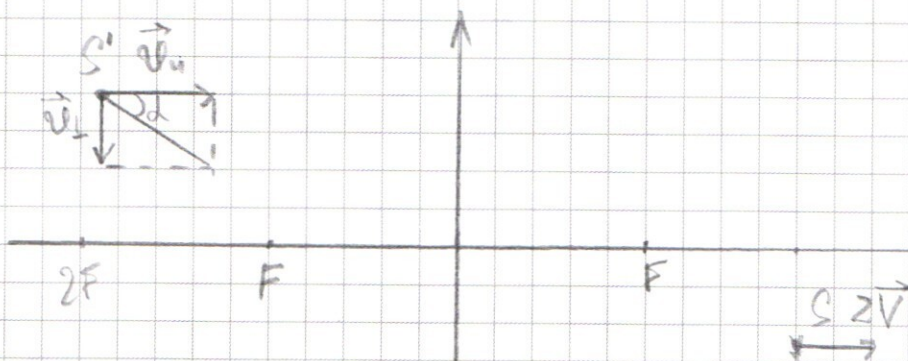
$$\text{т.е.} \quad u_{\parallel} \approx -\frac{2f^2}{(d-f)^2} V$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta t} \approx -\frac{\Phi h}{(d-f)^2} \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$u_{\perp} \approx -\frac{2\Phi h}{(d-f)^2} V$$

$$u_{\perp} \approx -\frac{2\Phi h}{(d-f)^2} V.$$

Отсюда, что $f \frac{u_{\perp}}{u_{\parallel}} \approx \frac{h}{f} \approx \frac{8}{15}$



Ответ на пункт ②: под углом $\alpha \approx \arctan \frac{8}{15}$

③ Определить ток по правилу Кирхгофа:

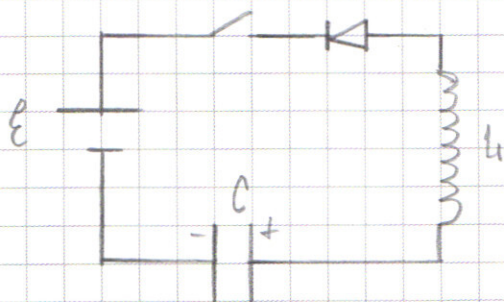
$$\begin{aligned}
 U_2^2 &= U_1^2 + U_4^2 + \\
 U_2 &= \frac{V}{(d-F)^2} \cdot \sqrt{4F^4 + 4F^2 R^2} \\
 U_2 &= \frac{V}{\left(\frac{0F}{5} - F\right)^2} \cdot \sqrt{4F^4 + 4F^2 \cdot \frac{8^2}{15^2} F^2} \\
 U_2 &= \frac{25V}{16F^2} \cdot \sqrt{4F^4 \left(1 + \frac{64}{225}\right)} \\
 U_2 &= \frac{25V}{16F^2} \cdot 2F^2 \cdot \sqrt{\frac{225+64}{225}} \\
 U_2 &= \frac{25V}{16F^2} \cdot 2F^2 \cdot \sqrt{\frac{289}{225}} \\
 U_2 &= \frac{25V}{8F} \cdot \frac{17}{15} = \frac{5 \cdot 17}{8 \cdot 3} V = \frac{85}{24} V
 \end{aligned}$$

Ответ на пункт ③: $U_2 = \frac{85}{24} V$

и 4. Решение.

① В результате коммутации в катушке возникает

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



~~Сразу после замкнутия~~
~~катушки ток не конуре~~
~~верно~~

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_i = U_C + U_L$$

$$\mathcal{E} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_i = U_L \quad (\text{так как сразу после замыкания, напряжение})$$

Сразу после замкнутия ключа,

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_i = 0, \Rightarrow \mathcal{E}_i = -\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}, \text{ о.е.}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\Delta I}{\Delta t} &= \frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{6V}{0.4H} \\
 \text{Ответ на пункт ①: } \frac{\Delta I}{\Delta t} &= \frac{\mathcal{E}}{L} = 15 \frac{A}{c} \\
 &= 15 \frac{A}{c}
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③

Конденсатор будет разряжаться до тех пор, пока диод пропускает ток. Напряжение на диоде при этом $U_2 = U_0$ состоит

~~Конденсатор будет~~

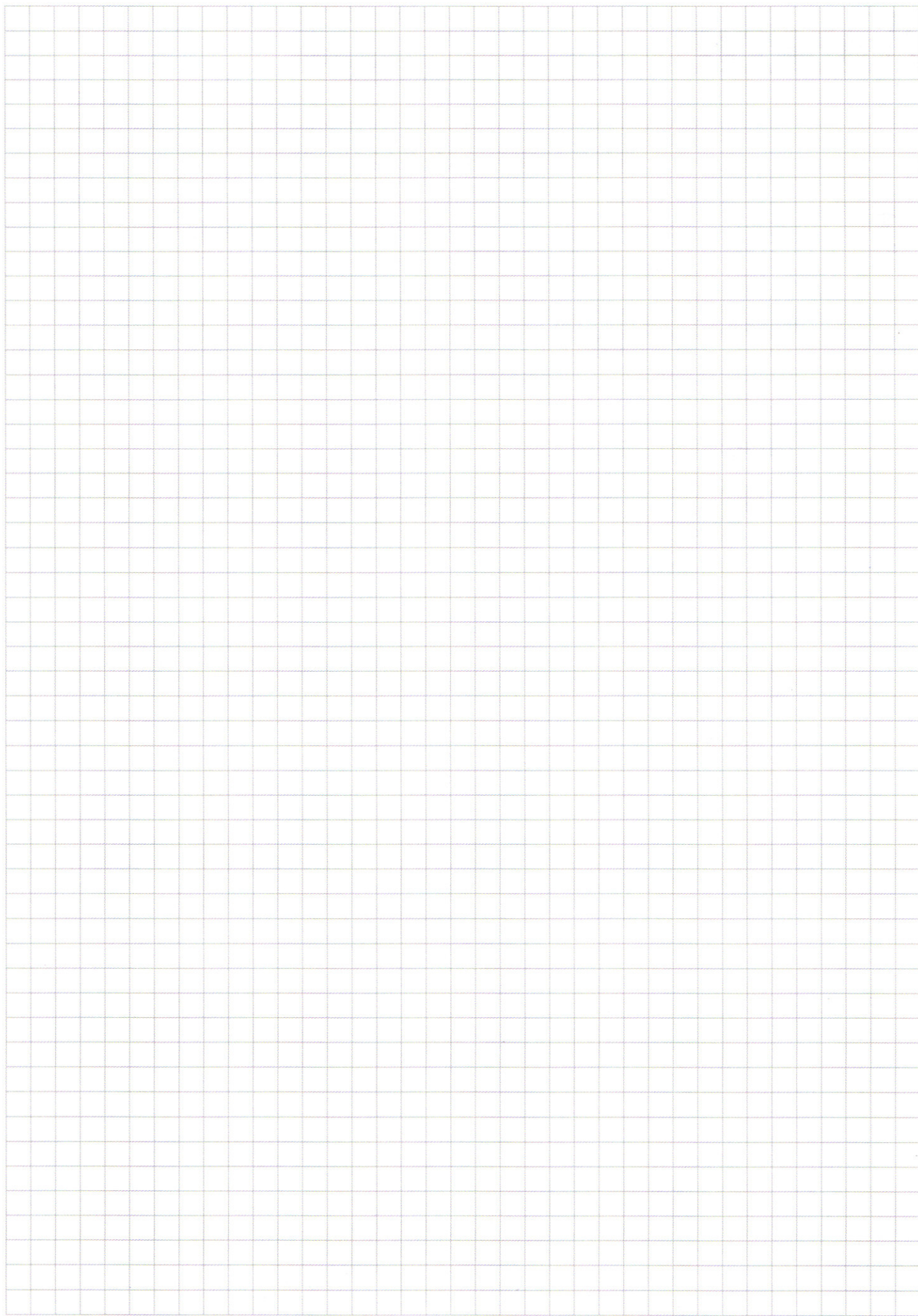
Диод пропускает ток, так как выполнено условие:

$$\cancel{U_1 - U_2} - \cancel{U_2 - U_1} \quad U_1 \geq U^* - U_0, \text{ где}$$

$U^* \geq U + U_0 \geq U_B$ - напряжение на конденсаторе, при котором он перестает разряжаться.

т.е. $U^* \geq U_2 \geq U_B$

Ответ и пункт ③: $U_2 \geq U_B$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В ракетах момент времени $t = \frac{8F}{15} \text{ const}$
 $d = \frac{3F}{5} + 2 \left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} \right) = \frac{9F}{5}$. Тогда

$$v_{\perp} = 2 \cdot F$$

$$v_{\perp} = \frac{2 \cdot F \cdot \frac{8F}{15}}{\left(\frac{9F}{5} - F \right)^2}$$

$$v_{\perp} = \frac{16F^2}{15 \left(\frac{4F}{5} \right)^2}$$

$$v_{\perp} = \frac{-16F^2}{15 \cdot \frac{16}{25} F^2} v_{\perp} = \frac{-25}{15} v_{\perp}$$

$$v_{\perp} = \frac{5}{3} v_{\perp}$$

$$v_{\parallel} = \frac{\left(\frac{9F}{5} - F \right)^2 - F^2}{\left(\frac{9F}{5} - F \right)^2} \cdot 2v_{\perp}$$

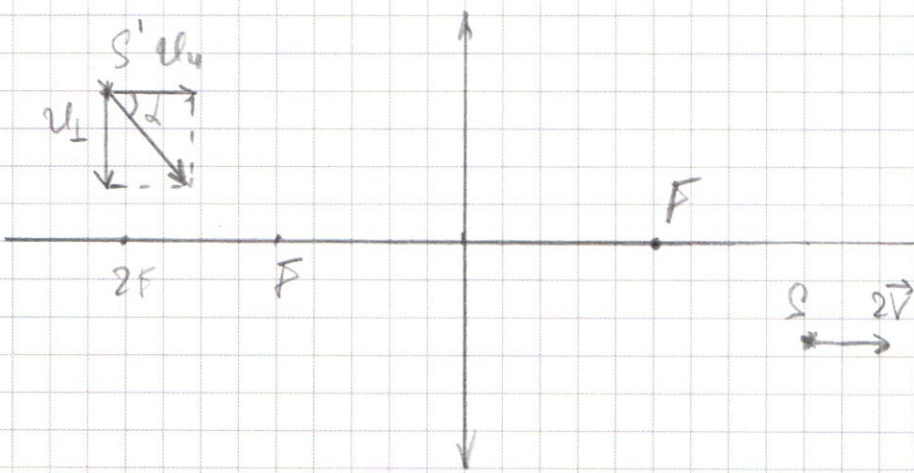
$$\frac{16F^2}{25} - F^2$$

$$\frac{-9F^2}{25} \cdot 2v_{\perp} = \frac{16F^2}{25} \cdot 2v_{\perp}$$

$$v_{\parallel} = \frac{-18}{16} v_{\perp} = -\frac{9}{8} v_{\perp}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_{\perp}}{v_{\parallel}} = \frac{5/3}{9/8} = \frac{40}{27}$$

П.р. изображение будет равно 10 умножить на $\arctan\left(\frac{40}{27}\right)$
 и т.д. объясните обр. Это для можно увидеть;



Ответ на пункт 2: $d = a \arctan\left(\frac{40}{27}\right)$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

(Нумеровать только чистовики)

③ Найдите угол, что со стороны Пирамиды.

$$v^2 = v_1^2 + v_4^2$$

$$v^2 = \left(-\frac{5}{3}V\right)^2 + \left(-\frac{9}{8}V\right)^2 = \frac{15V^2}{9} + \frac{81V^2}{64} = \frac{15 \cdot 64 + 81 \cdot 9}{9 \cdot 64} V^2$$

$$= v = \sqrt{\frac{1689}{9 \cdot 64}} V \quad v = \frac{\sqrt{1689}}{24} V$$

Ответ и пункт ③: $v = \frac{\sqrt{1689}}{24} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 15 \\ \hline 320 \\ 64 \\ \hline 960 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 81 \\ 9 \\ \hline 729 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 910 \\ 729 \\ \hline 1689 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1689 \\ 1689 \\ \hline 1689 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1689 \mid 3 \\ 563 \end{array}$$

$$\times 13 \mid 13$$

$$\begin{array}{r} \times 563 \\ 563 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 42 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 15 \\ \hline 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 289 \mid 19 \\ 79 \mid 15 \\ \hline 99 \\ -95 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 4 \\ 19 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 17 \\ \hline 105 \\ 15 \\ \hline 255 \end{array}$$

$$d_2 \frac{8d}{d-f}^2$$

$$d'^2 f \left(\frac{d'(d-f) - (d-f)d}{(d-f)^2} \right)^2$$

$$= f \left(\frac{d-f-d}{(d-f)^2} \right)$$

~~$F = \frac{d\sigma}{dt}$~~ ~~$\frac{cdv}{dt}$~~

CU

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2. \quad \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v} = 1 + \frac{R}{\frac{3}{2}R} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$$1. \quad V \cos \alpha = V \cos \beta, \text{ т.е. } \text{составляющая скорости параллельная}$$

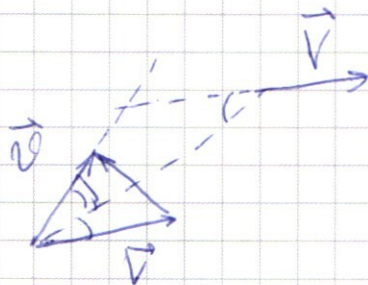
$$v = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} V = \frac{4.17}{8.5} V = \frac{17}{10} V = 1.7 V$$

$$F \sin \beta = m \frac{v^2}{R}$$

$$F \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = m \frac{v^2}{R}$$

$$F = \frac{m v^2}{R \sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = \frac{280}{100} \cdot \frac{m V^2}{R \sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = \frac{280}{100} \cdot \frac{m V^2}{R \cdot \frac{15}{17}}$$

$$= \frac{17^3}{10^2 \cdot 15} \cdot \frac{m V^2}{R}$$



$$\vec{v} = \vec{V} + \vec{v}_{\text{rel}}$$

$$\vec{v}_{\text{rel}} = \vec{v} - \vec{V}$$

$$2. \quad 2-3 - \text{узлы}, \quad C = C_v = \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$3-1 - \text{узлы}, \quad C = C_p = C_v + R = \frac{5}{2} R, \Rightarrow$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3}{5}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A$$

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

$$\Delta U = \frac{3}{2} P_1 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} (P_1 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1)$$

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

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

$$= \frac{1}{2} (P_1 V_2 - P_2 V_1 + \frac{2}{3} \Delta U_{12})$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (P_1 V_2 - P_2 V_1) + \frac{1}{3} \Delta U_{12}$$

$$\frac{4}{d} \cdot |q| \cdot g \delta d = \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{2 \cdot 4 \cdot g \delta} = \frac{V_1^2}{2 \cdot 4 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{5 V_1^2}{8 g \delta}$$

$$V_2 = V_1 - a t$$

$$V_2 - V_1 = -a t = -g \delta, \Rightarrow$$

$$-V_1 = V_1 - 2g\delta, \Rightarrow g\delta = \frac{2V_1}{2} = \frac{2V_1}{2} = \frac{2V_1}{2}$$

$$g\delta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{d}{2} (V_2^2 - V_1^2) + 2V_1 (V_1 - V_2)}{2}$$

$$P_2 dV$$



$$dA = P dV = 2V dV$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} 2V dV = \frac{d}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

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

$$= \frac{3}{2} (2V_2^2 - 2V_1^2) = \frac{3d}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3d}{2} (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{d}{2} (V_2^2 - V_1^2)} = 3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_2 = A_2 + A_{31} = \frac{d}{2}(V_2^2 - V_1^2) + 2V_1(V_1 - V_2)$$

$$Q = \cancel{A_{12}} + Q_{12} = A_{12} + Q_{12} = \frac{d}{2}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{3d}{2}(V_2^2 - V_1^2)$$

$$A = \frac{1}{2}V_2^2 - \frac{1}{2}V_1^2 + 2V_1^2 - 2V_1V_2 = \frac{1}{2}V_2^2 - \frac{1}{2}V_1^2$$

A_{12}

$$\cancel{dA_2} \quad \cancel{dV_2} \quad \cancel{2V_1dV_2} \quad A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} 2V_1dV_2 = \frac{2V_2^2}{2} - \frac{2V_1^2}{2}$$

$$A = \frac{1}{2}V_2^2 + \frac{1}{2}V_1^2 - 2V_1V_2$$

$$A = \frac{1}{2}(V_2^2 + V_1^2 - 2V_1V_2) = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)^2$$

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

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

$\frac{1}{2}V_2^2$

$$\eta = \frac{x-1}{4(x+1)}$$

$$f(x) = \frac{x-1}{x+1} \quad \cancel{f'(x) = (x-1)}$$

$$= \frac{x+1-2}{x+1} = 1 - \frac{2}{x+1} \quad \cancel{V_2 \gg V_1}$$

$$f(x) = \frac{1}{x+2} \quad f'(x) = -\frac{1}{(x+2)^2} \cdot 1$$

$$f(x) = 1 - \frac{2}{x+1} \quad \text{for } x \gg 1 \quad f(x) \rightarrow 1$$

$$\eta \rightarrow \frac{1}{4} = 25\% \quad \text{p.p. for } V_2 \gg V_1$$

2x жолы:

$$E_{p1} = ma \quad a = \frac{F|q|}{m} = E_f$$

~~2x жолы~~ ~~2x жолы~~ 3.0.7.

$$ma = \frac{mV_1^2}{2}$$

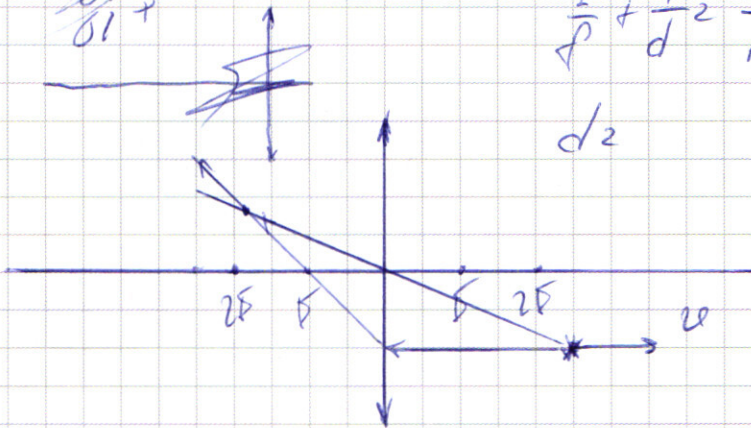
$$2eS = V_1^2$$

$$2 \cdot e \cdot 48d = V_1^2$$

$$E_f = 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot d = V_1^2$$

$$E_f \cdot \frac{8}{5} = V_1^2, \Rightarrow E_f = \frac{5V_1^2}{8}$$

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



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

$$d = 2$$

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

$$\frac{f+d}{fd} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{451}{111} = \frac{621}{85}$$

$$\frac{8049 \pm}{51 \pm 4} = \frac{8 \pm 282}{21 \pm 4}$$

$$\frac{85}{551} = \frac{21}{52}$$

$$\frac{5 \pm 4}{687} = \frac{5 \pm 81}{123}$$

$$\frac{11}{5} = \frac{25}{682}$$

$$\frac{11}{5} = \frac{25}{682}$$

$$p = \left(\frac{fd}{d-f} \right)' d$$

$$p = \frac{d \cdot f}{d-f}$$

$$p = \frac{d \cdot f}{d-f}$$

$$\frac{11}{25} = \frac{25}{682}$$

$$\frac{11}{25} = \frac{25}{682}$$

$$\frac{11}{25} = \frac{25}{682}$$

$$\left(\frac{fd}{d-f} \right)' = f \left(\frac{d}{d-f} \right)' = \frac{d'(d-f) - (d-f)'d}{(d-f)^2}$$

$$= f \left(\frac{d-f-d}{(d-f)^2} \right) = \frac{-f^2}{(d-f)^2}$$

$$\frac{11}{25} = \frac{25}{682}$$

$$\frac{11}{25} = \frac{25}{682}$$

$$\frac{11}{25} = \frac{25}{682}$$

$$= (y+1) \cdot 100 = 272500$$