

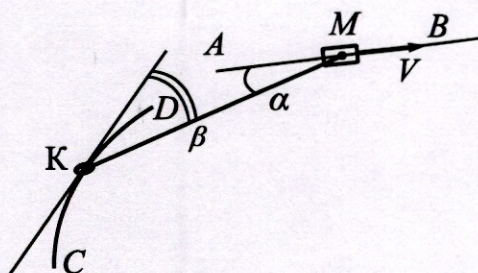
Олимпиада «Физтех» по физике, фе

Класс 11

Вариант 11-04

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

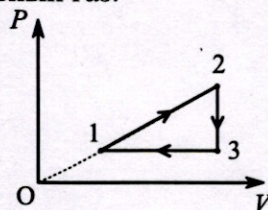
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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 $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

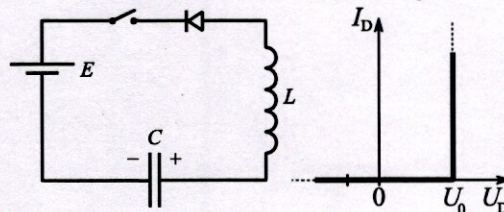
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

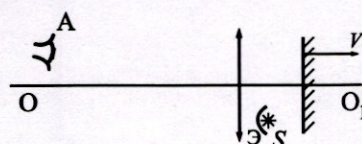
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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



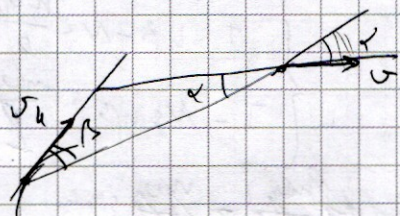
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 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 A 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

Так как трое перестали, то проекция скорости на него должна быть одинакова у конуса и у шара.
и - скорость конуса.

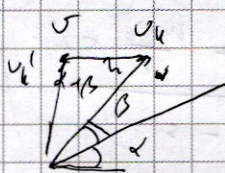


$$1) v_k \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha \quad (\text{так как трое перестали})$$

$$v_k = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = v \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{4}} = v \cdot \frac{16}{15} = 1,75v$$

$$= 3,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) найдем теперь величину в с.о. шара:

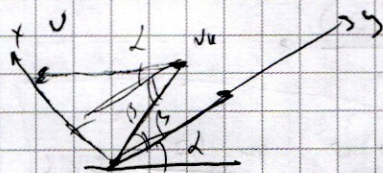


$$v_k^2 = \sqrt{v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos(\alpha + \beta)} \quad \text{но мы не знаем } \alpha.$$

$$\begin{cases} \cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5} \\ \cos \beta = \frac{3}{4} \Rightarrow \sin \beta = \frac{4}{4} \end{cases}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{4} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{4} = \frac{1}{5} \cdot (3 - 4) = -\frac{1}{5}$$

$$= -\frac{1}{5} \Rightarrow \text{но мы не знаем } \alpha \text{ и } \beta$$



$$v_{ky} - v_y = 0$$

$$v'_k = (v_k \sin \beta + v \sin \alpha) = \frac{16}{15}v \cdot \frac{4}{4} + v \cdot \frac{3}{5} = 3v \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5} \right) = \frac{21}{10}v = 2,1v = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3) теперь надо как-то определить T. По условию T не то что-то есть сила реакции со стороны шарика.

В с.о. шара скорость перпендикулярна трое.
И трое всегда перпендикулярно трое, т.к. проекция

полностью перпендикулярна. Умножим эти два

и тангенциальна, которая разлoжитсa на единицy мoмeн-
та ~~сил~~ (на ось $\perp$ скорости, по тангенциальна
составляющая не входит!

Затем 2 з.и. + ось качае в л.о. Земле и Луны.

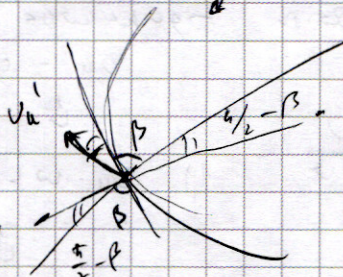
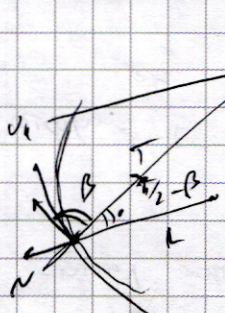
Значит:

$$\text{Земля: } N + T \cos(\frac{\pi}{2} - \beta) = \frac{m v_k^2}{R}$$

$$\text{л.о. Луны: } T \sin \beta - N = \frac{m v_k^2}{R}$$

$$\cos(\frac{\pi}{2} - \beta) = \sin \beta$$

$$- N \sin \beta + T = \frac{m v_k^2}{R}$$



откуда $T = \frac{m v_k^2 \sin \beta}{R} + N$

$$\begin{cases} T \sin \beta - N = \frac{m v_k^2}{R} \\ T - N \sin \beta = \frac{m v_k^2}{R} \end{cases}$$

$$N = T \sin \beta - \frac{m v_k^2}{R}$$

$$T = \frac{\frac{m v_k^2}{R} + \frac{m v_k^2 \sin^2 \beta}{R}}{1 - \sin^2 \beta}$$

$$v_k = 1,75$$

$$v_k' = 2,15$$

$$T = \frac{m \cdot (2,15)^2}{R} + \frac{m \cdot (1,75)^2}{R} \cdot \frac{15}{17}$$

$$= \frac{m \cdot 0,4}{R} \cdot \left(\frac{(2,1)^2}{(\frac{17}{15})^2} + (1,2)^2 \cdot \frac{15}{17} \right)$$

$$= \frac{m \cdot 0,4}{R} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{(2,1)^2 + (1,2)^2}{(\frac{17}{15})^2} = \frac{0,4 \cdot 2^2}{1,9} \cdot \frac{(2,1)^2 + (1,2)^2}{(\frac{17}{15})^2}$$

$$T = \frac{m \cdot (2,1)^2}{R} + \frac{m \cdot (1,2)^2}{R} \cdot \sin^2 \beta$$

Откуда: $v_k = 1,75 = 3,6 \frac{m}{c} = \left(\sqrt{\frac{\cos \alpha}{\cos \beta}} \right)$

$$v_k' = 2,15 = 4,2 \frac{m}{c}$$

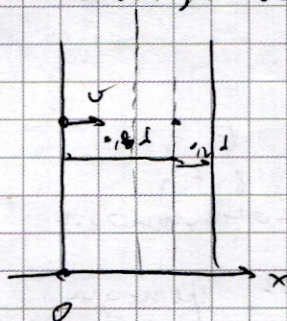
$$T = \frac{0,4 \cdot 2^2}{1,9} + \frac{(2,1)^2 + (1,2)^2}{(\frac{17}{15})^2} \cdot 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\gamma = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{\beta+1}\right)$. Если $\beta+1 \rightarrow \infty$, то $\gamma \rightarrow \frac{1}{4}$
тогда $\gamma_{\max} \approx \gamma_{\text{уст}} = 1/4$ (или точнее $\frac{2}{\beta+1}$, тем γ больше).

Ответ: $\frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{3}{5}$; $\frac{\Delta U_{12}}{\Delta U_{11}} = 3$; $\gamma_{\max} = \frac{1}{4}$

1) Так как заряд < 0 , то частица должна двигаться по полю конденсатора, чтобы затормозить в противоположном направлении частица всё время в разрыве.



Потенциал положительно заряженной пластины от бесконечности $\frac{U}{2}$

а отрицательной — $-\frac{U}{2}$.

т.к. поле внутри конденсатора однородное, то потенциал от расстояния до пластины отбрасываем.

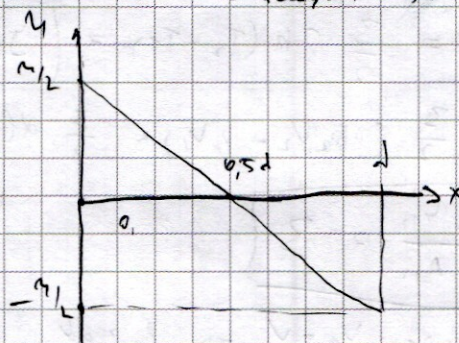
Тогда $U(x) = \frac{U}{2} - U \cdot \frac{x}{d}$.

Запишем 3СЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2} + q \cdot \frac{U}{2} = 0 + q \left(\frac{U}{2} - U \cdot \frac{0,8d}{d} \right)$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = qU \cdot (-0,8) = 191 \cdot 0,8 \cdot 10^{-18}$$

$$\frac{(q)U}{m} = \frac{v_1^2}{1,64}$$

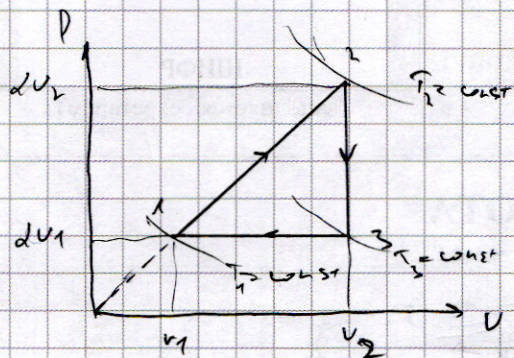


2) Частица движется с постоянным ускорением: $ma = \frac{qU}{2d}$

Запишем $x(t) = v_1 t + \frac{at^2}{2}$. Выходит с того края, куда влетела $\Rightarrow x = d \Rightarrow$

$$v_1 = \frac{-at}{2} \Rightarrow t = -\frac{2v_1}{a}$$

$$\frac{2 \cdot 0,1}{\frac{m}{1,64}} = \frac{2 \cdot 0,7}{\frac{1,64}{1,64} \cdot \frac{U}{d}} = \frac{3,2d}{v_1}$$



(12)

1) на участке $2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 1$ температура постоянна, так как ν уменьшился.
Менделеев-Клапейрон $PV = \nu R T$,

на $2 \rightarrow 3$ $PV \downarrow \Rightarrow T \downarrow$ } можно
на $3 \rightarrow 1$ $PV \downarrow \Rightarrow T \downarrow$ }

привести изотермы через точки 2, 3, 1, как было T_2 было,

или $T_3 \Rightarrow T_2 > T_3$; T_3 было, или $T_1 \Rightarrow T_3 > T_1$

Теперь не составит труда найти отношение теплоёмкостей

$2 \rightarrow 3$: $V = \text{const} \Rightarrow C_{23} = C_V = \frac{3}{2} R$ — теплоёмкость при н.с.

$3 \rightarrow 1$: $P = \text{const} \Rightarrow C_{31} = C_P = \frac{5}{2} R$ — теплоёмкость при н.с. газа

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

V_1 — объем в т. 1
 V_2 — объем в т. 2.

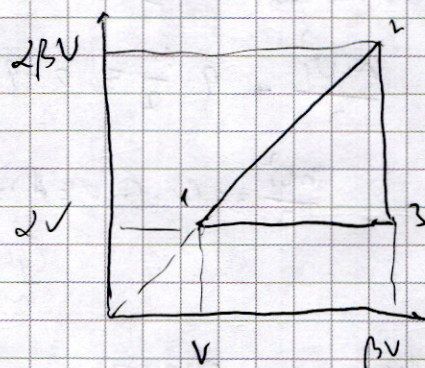
2) $1 \rightarrow 2$: путь $P \propto 1/V$, д — кривая. изотермическая.

$$A_{12} = \left(\frac{P_2 V_2 + P_1 V_1}{2} \right) (V_2 - V_1) = \frac{P_1 V_1 (V_2^2 - V_1^2)}{2} \rightarrow \text{по урав. Менделеева}$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \left(\text{уравнение Менделеева-Клапейрона} \right) =$$

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

$$\frac{\Delta Q_{12}}{A_{12}} = 3$$



3) пусть $V_1 = V$ $\Rightarrow P_1 = \alpha V$
и $V_2 = \beta V$ $P_2 = \alpha \beta V$.

Рассмотрим разность циклов:

$$A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (\alpha \beta V - \alpha V) \cdot (\beta V - V) = \frac{1}{2} \alpha V (\beta - 1)^2$$

$Q_+ = Q_{12} \rightarrow$ только газу передается тепло.

$$Q_{12} = \frac{\alpha \beta V + \alpha V}{2} \cdot (\beta V - V) + \frac{3}{2} (\alpha \beta V \cdot \beta V - \alpha V \cdot V) = 2 \alpha V^2 (\beta^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} \rightarrow \text{по определению} \Rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2} \alpha V (\beta - 1)^2}{2 \alpha V^2 (\beta^2 - 1)} = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{\beta - 1}{\beta + 1} \right) =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

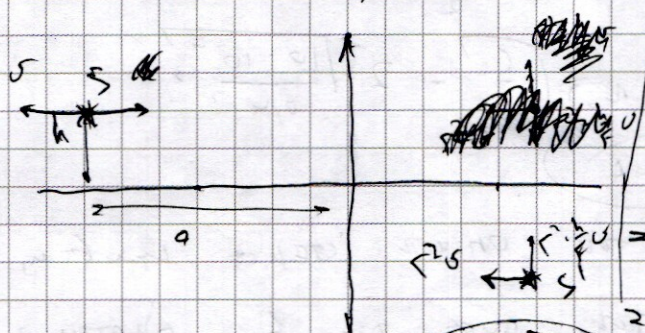
φ — угол $\angle O \Rightarrow$ угол закрутки
 Заметим $3(\varphi)$:
 (пусть у нас $\varphi = \varphi_2$)
 $\Delta q \approx C(\varphi_2 - \varphi_1)$
 $E C(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{C\varphi_2^2}{2} - \frac{C\varphi_1^2}{2} + M_0 C(\varphi_1 - \varphi_2)$
 $(E + M_0) C(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{C}{2}(\varphi_2 - \varphi_1)(\varphi_2 + \varphi_1)$
 $\varphi_2 \neq \varphi_1$, отсюда
 $M_2 \approx 2(E + M_0) - M_1 \approx 2 \cdot 7 - 9 = 5 \text{ В.}$

Ответ: 1) $I = \frac{M_1 - E - M_0}{2} = 5 \text{ А}$

2) $I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot (M_1 - E - M_0) = 10 \text{ нА}$

3) $M_2 \approx 2(E + M_0) - M_1 \approx 5 \text{ В}$

Для нашего случая, полезная формула:
 пусть есть собир. масса — фокус. расстояние F , предмет,
 который находится на расстоянии a от линзы, и его
 расстояние b от Г.О.В., является // Г.О.В. со стороны
 от линзы, $(a \neq F)$ тогда образ не находится
 от линзы.



По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow b = \frac{aF}{a - F}$$

тогда $b = \left(\frac{aF}{a - F}\right) = M_x^2$

$$M_x^2 = \frac{F(a - F) - aF}{(a - F)^2} = -\frac{F^2}{(a - F)^2} \Rightarrow$$

$$2 - \Gamma^2 < 0 \text{ (уменьш. расст.)}$$

Γ — увеличение,

$$\Gamma = \frac{F}{a - F}$$

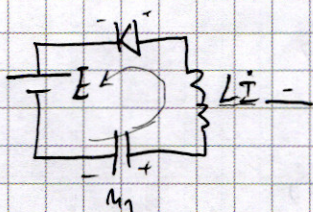
№3 (кросс-метод)

3) Воспользуемся 3(2):
$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{191 \cdot 4}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{191}{m}} = \sqrt{v_1^2 - \frac{v_1^2}{1,68}} =$$

$$= v_1 \sqrt{1 - \frac{1}{1,68}} = v_1 \sqrt{\frac{0,68}{1,68}} = v_1 \sqrt{\frac{6}{16}} = \frac{v_1 \sqrt{6}}{4}$$

Отсюда: $\frac{v_1^2}{1,68} = \frac{v_1^2}{4} + 2 \cdot \frac{3,28}{v_1} \cdot v_0 \Rightarrow v_0 = v_1 \cdot \frac{\sqrt{6}}{4}$

1)



Затем второе уравнение кривога:

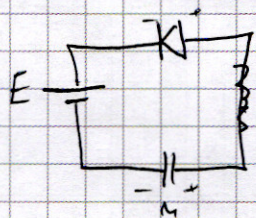
$$-E - \mathcal{E}_0 - LI + \mathcal{E}_1 = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - E - \mathcal{E}_0}{L} = \frac{9 - 6 - 1}{0,4 \text{ Гн}} =$$

$$= \frac{2}{4} \cdot 10 \frac{\text{А}}{\text{с}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Когда обратится в ноль, то колебания снова прекратятся и будут т.е. диод закрыт.

макс. ток будет именно тогда, когда $I = 0$.
Затем 2 уравнение кривога.



Пусть U конденсатора в этот момент напряжении U .

$$U = E + \mathcal{E}_0$$

$$3(2): \Delta q = C(U - \mathcal{E}_1)$$

на диоде
будет электр.
тока

$$dQ_D = C dU$$

$$E C (U - \mathcal{E}_1) = \frac{C U^2}{2} - \frac{C U_0^2}{2} + C_0 (U_1 - U_0) + \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = (E + \mathcal{E}_0) C (U - \mathcal{E}_1) + \frac{C U^2}{2} - \frac{C U_0^2}{2} =$$

$$= (E + \mathcal{E}_0) C (E + \mathcal{E}_0 - \mathcal{E}_1) + \frac{C U^2}{2} - \frac{C (E + \mathcal{E}_0)^2}{2} =$$

$$= \frac{C (E + \mathcal{E}_0)^2}{2} - C_0 (E + \mathcal{E}_0) + \frac{C U^2}{2} = \frac{C (\mathcal{E}_1 - E - \mathcal{E}_0)^2}{2}$$

$$I = (\mathcal{E}_1 - E - \mathcal{E}_0) \sqrt{\frac{C}{L}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{0,4}} =$$

$$= 2 \cdot \sqrt{\frac{10^{-4}}{4}} = 10^{-2} \text{ А} = 10 \text{ мА}$$

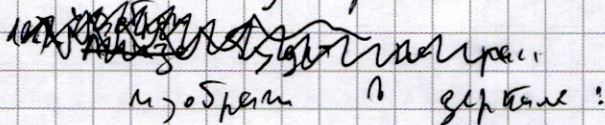
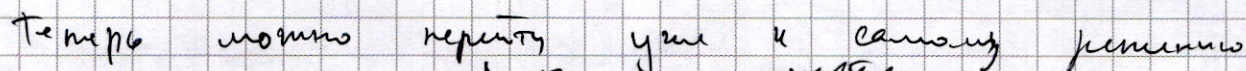
3) как и в первом случае, когда ток опять станет нулевым, то колебания прекратятся, так как диод ток в обратную сторону не пропускает.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: $d = \frac{9}{4} F$
 $49 d = \frac{4}{15}$
 $u = \frac{85}{24} u$

Пити у - ^{раск}~~кажати~~ ^{бг} игобрам. 90 г.о.о.

Всегоден сун фронтис. Пучок сест зерно со с-то 5,
а рудон с нин истопани. Тогда камен с-во с, из-прин?



$e_{15f} = 3/5 F \approx 3/5 F \text{ bT}$

$\frac{3}{5}F$ от зрелого с группировкой

по формуле точкой минимума: $x_{\min} = -\frac{b}{2a}$

$\frac{9}{8} F \cdot C$
 $\frac{9}{8} F \cdot F$

Экспорт изобран. в Зерне - горизонтально
но 11 см Г.О.О.

$$v_x = (25) \tau^2, \quad v_y = \frac{h}{F} \tau^2 (25), \quad h = \frac{8}{15} F \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\frac{h}{F} \tau^2 (25)}{(25) \tau^2} = \frac{h}{F} = \frac{\frac{8}{15} F}{F} = \frac{8}{15}$$

$$V = 2 \cdot 5 \cdot \sqrt{4 + \left(\frac{1}{5}\right)^2} = 2 \cdot 5 \cdot \left(\frac{25}{16}\right) \cdot \frac{17}{15} = \frac{65}{24}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$-E + R_0 I - L \frac{dI}{dt} + M_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$M_2 = E + R_0 I + L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{200 \cdot 4}{200} + \frac{10 \cdot 4}{80} + \frac{5 \cdot 4}{20} = 900$$

$$\mathcal{E} \ell (\mathcal{E} - \mathcal{U}) = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} - \frac{C \mathcal{U}^2}{2} + 2$$

$$(9 - 6 - 1) \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-7}}} = \frac{C \mathcal{E}^2}{2} - \frac{C \mathcal{U}^2}{2} + \frac{C \mathcal{E} \mathcal{U}}{2} = \frac{C (\mathcal{E} - \mathcal{U})^2}{2}$$

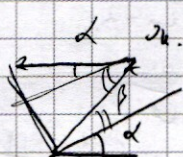
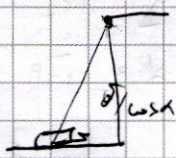
$$K = \frac{64}{225} = \sqrt{\frac{364}{225}} = \frac{1964}{15} \cdot \frac{1}{15} = \frac{1}{15} \cdot \frac{10^{-2}}{2} = 10^{-2}$$

$$\frac{275}{25} + \frac{14}{25} = \frac{289}{25}$$

$$11 + \frac{14}{25} + 1 + \frac{24}{25} = 12 + \frac{14 \cdot 25 + 26 \cdot 25}{25 \cdot 25}$$

$$\frac{225}{25} \cdot \frac{15}{15} = \frac{340}{25} + \frac{25}{25} = \frac{365}{25}$$

$$\frac{269}{25} - 275 = \frac{269 - 275}{25} = \frac{-6}{25}$$

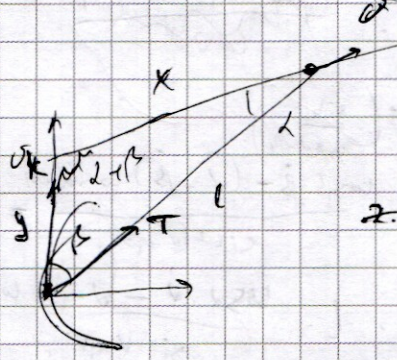


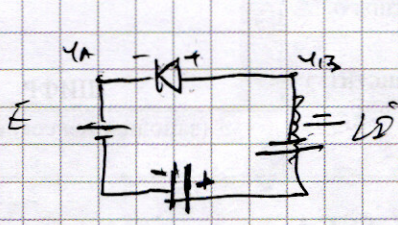
$$\frac{12}{5} \cdot \frac{16}{5} + \frac{16}{5} \cdot \frac{3}{5} = 30 \left(\frac{16}{5} \right) = \left(\frac{12}{5} \right)$$

$$U_{\text{ind}} \cos \beta = U \sin \alpha$$

$$T_{\text{cos} \beta} \cdot m \ddot{y} = m \ddot{y} \cdot \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right)$$

$$2 \cdot \frac{12}{5} \cdot \frac{16}{5} = \frac{5 \cdot 12}{25}$$





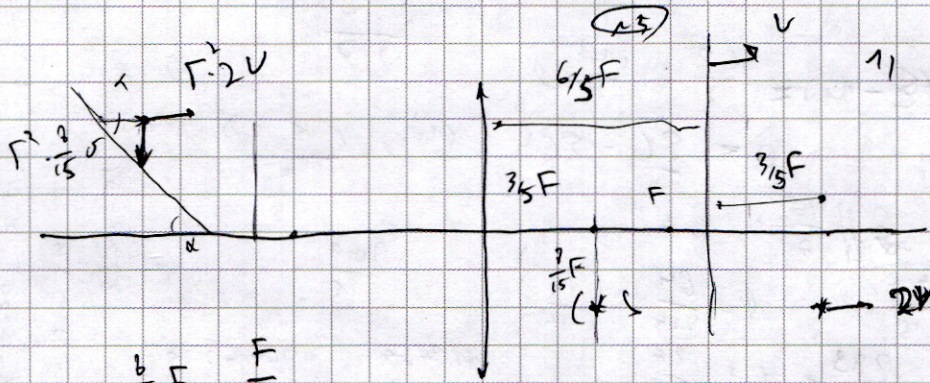
$U_B - U_A = -LI + L_2 - E = 2U_0$
 иль в м/с тангенс

$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} F$
 $21 \rightarrow 6 \downarrow$

$I(\rightarrow) = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2} = \frac{C}{2} (U_1 - U_2) (U_1 + U_2)$

$I(E + U_1) = I(U_2 + U_1)$

$U_2 = 2(E + U_1) - U_1 = 2 \cdot 7 - 9 = 5 \text{ В}$



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{9}{5}F} + \frac{1}{\frac{1}{4}F}$
 $\frac{1}{F} = \frac{5}{9F} + \frac{4}{F}$
 $\frac{1}{F} = \frac{5 + 36}{9F} = \frac{41}{9F}$
 $F = \frac{9}{41}F$

2) $y = \frac{6}{15}F \cdot \frac{F}{x-F}$
 $x = \frac{F}{x-F} \rightarrow x = \frac{F}{1-F}$

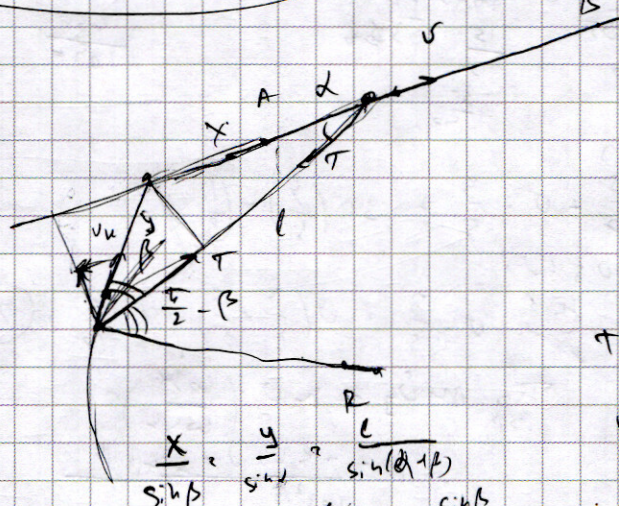
$\frac{1}{15 \cdot x} = \frac{4}{15}$
 перемножить

$\delta = \frac{2}{5}FF \cdot \left(\frac{1}{x-F}\right) = \frac{2}{15}FF \cdot \frac{1}{(x-F)} = \frac{2}{15}F^2$

3) $U = F^2 \sqrt{\frac{64}{225}} = 4$

перемножить
 $V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{2/5}{1/4} = 1.6V$
 $V_k = 3.4 \text{ В}$

и т.д.



$V_k \cos \beta = V \cos \alpha$
 $V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$
 $V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$
 $V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$

$\frac{x}{\sin \beta} = \frac{y}{\sin \alpha} = \frac{l}{\sin(\alpha + \beta)}$
 $x = \frac{l \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$
 $y = \frac{l \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$
 $(V - V_k) = \frac{\cos \beta \cdot \beta + \cos \alpha \cdot \alpha}{\sin^2(\alpha + \beta)}$
 иль на ит
 проинтегрировать

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$, $\frac{q}{2} = E$.

2) $q = \frac{q_0}{2}$

3) $\frac{mv_1^2}{2} + q \cdot \frac{U}{2} = 0 + q \cdot -U \cdot 0,3$

4) $\frac{mv_1^2}{2} = q(-0,6U)$

5) $\frac{qU}{m} = \frac{v_1^2}{1,6U}$

6) $ma = q \cdot \frac{U}{d}$

7) $a = \frac{q \cdot U}{md}$

8) $t = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,6d}{a}}$

9) $\frac{mv_1^2}{2} + q \cdot \frac{U}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q \cdot 0$

10) $v_1^2 - 2q \cdot \frac{U}{m} = mv_0^2 \rightarrow v_0 = \sqrt{v_1^2 - 2qU}$

11) $-E - U_0 - LI = 0, \Rightarrow$

12) $I = \frac{U_0 - E - U_0}{2} = \frac{0 - 10}{2} = -5$

13) $Q = C(U_1 - U_2)$

14) $+E C(U_1 - U_2) =$

15) $Q = C(U_1 - U_2)$

16) $Q = C(U_1 - U_2)$

17) $Q = C(U_1 - U_2)$

18) $Q = C(U_1 - U_2)$

19) $Q = C(U_1 - U_2)$

20) $Q = C(U_1 - U_2)$

21) $Q = C(U_1 - U_2)$

22) $Q = C(U_1 - U_2)$

23) $Q = C(U_1 - U_2)$

24) $Q = C(U_1 - U_2)$

25) $Q = C(U_1 - U_2)$

26) $Q = C(U_1 - U_2)$

27) $Q = C(U_1 - U_2)$

28) $Q = C(U_1 - U_2)$

29) $Q = C(U_1 - U_2)$

30) $Q = C(U_1 - U_2)$

31) $Q = C(U_1 - U_2)$

32) $Q = C(U_1 - U_2)$

33) $Q = C(U_1 - U_2)$

34) $Q = C(U_1 - U_2)$

35) $Q = C(U_1 - U_2)$

36) $Q = C(U_1 - U_2)$

37) $Q = C(U_1 - U_2)$

38) $Q = C(U_1 - U_2)$

39) $Q = C(U_1 - U_2)$

40) $Q = C(U_1 - U_2)$

41) $Q = C(U_1 - U_2)$

42) $Q = C(U_1 - U_2)$

43) $Q = C(U_1 - U_2)$

44) $Q = C(U_1 - U_2)$

45) $Q = C(U_1 - U_2)$

46) $Q = C(U_1 - U_2)$

47) $Q = C(U_1 - U_2)$

48) $Q = C(U_1 - U_2)$

49) $Q = C(U_1 - U_2)$

50) $Q = C(U_1 - U_2)$

51) $Q = C(U_1 - U_2)$

52) $Q = C(U_1 - U_2)$

53) $Q = C(U_1 - U_2)$

54) $Q = C(U_1 - U_2)$

55) $Q = C(U_1 - U_2)$

56) $Q = C(U_1 - U_2)$

57) $Q = C(U_1 - U_2)$

58) $Q = C(U_1 - U_2)$

59) $Q = C(U_1 - U_2)$

60) $Q = C(U_1 - U_2)$

61) $Q = C(U_1 - U_2)$

62) $Q = C(U_1 - U_2)$

63) $Q = C(U_1 - U_2)$

64) $Q = C(U_1 - U_2)$

65) $Q = C(U_1 - U_2)$

66) $Q = C(U_1 - U_2)$

67) $Q = C(U_1 - U_2)$

68) $Q = C(U_1 - U_2)$

69) $Q = C(U_1 - U_2)$

70) $Q = C(U_1 - U_2)$

71) $Q = C(U_1 - U_2)$

72) $Q = C(U_1 - U_2)$

73) $Q = C(U_1 - U_2)$

74) $Q = C(U_1 - U_2)$

75) $Q = C(U_1 - U_2)$

76) $Q = C(U_1 - U_2)$

77) $Q = C(U_1 - U_2)$

78) $Q = C(U_1 - U_2)$

79) $Q = C(U_1 - U_2)$

80) $Q = C(U_1 - U_2)$

81) $Q = C(U_1 - U_2)$

82) $Q = C(U_1 - U_2)$

83) $Q = C(U_1 - U_2)$

84) $Q = C(U_1 - U_2)$

85) $Q = C(U_1 - U_2)$

86) $Q = C(U_1 - U_2)$

87) $Q = C(U_1 - U_2)$

88) $Q = C(U_1 - U_2)$

89) $Q = C(U_1 - U_2)$

90) $Q = C(U_1 - U_2)$

91) $Q = C(U_1 - U_2)$

92) $Q = C(U_1 - U_2)$

93) $Q = C(U_1 - U_2)$

94) $Q = C(U_1 - U_2)$

95) $Q = C(U_1 - U_2)$

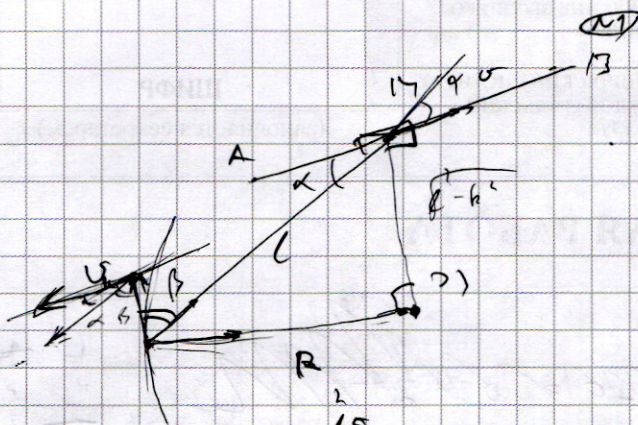
96) $Q = C(U_1 - U_2)$

97) $Q = C(U_1 - U_2)$

98) $Q = C(U_1 - U_2)$

99) $Q = C(U_1 - U_2)$

100) $Q = C(U_1 - U_2)$



$$1) \cos \alpha = v_u \cos \beta$$

$$v_u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = x$$

$$\left(\frac{12}{5} \right) \left(\frac{3}{4} \right)$$

$$x = \sqrt{L^2 - k^2}$$

$$2) \left(\frac{17}{15} \right)^2 - 1^2 = \frac{17^2 - 15^2}{15^2} = \frac{16}{225}$$

пусть ускорения
сравним!

$$\frac{26}{15} \cdot 12$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{4} \rightarrow \sin \beta = \frac{15}{17}$$

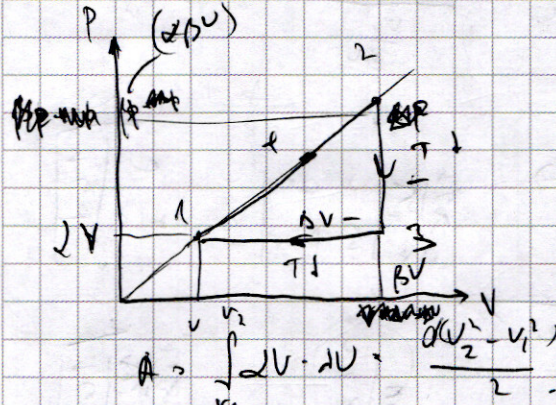
$$v^2 = v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{4} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{1}{5 \cdot 17} (4 \cdot 3 - 3 \cdot 15)$$

1) найти длину пути скорости от начала

нужно ускорение к 2) чтобы найти расстояние

1) скорость и т.д. скорость, затем найти ее!



$$1) \frac{C_{23}}{C_{13}}$$

$$C_{23} = C_v = \frac{3}{2} R$$

$$C_{13} = C_p = \frac{5}{2} R$$

$$2) \text{ найти } p = \Delta v$$

$$p \Delta v = v \Delta p = \text{обрат}$$

$$2p \Delta v = q \Delta t$$

$$\frac{144}{A} \cdot 3$$

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

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

$$3) A = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta v$$

$$Q_1 - Q_2 = 2 \cdot ((p - \Delta p)(v - \Delta v) - p v) = 2(p \Delta v + v \Delta p + \Delta p \Delta v)$$

$$\frac{1}{2} \Delta p \Delta v$$

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta p \Delta v}{2(p \Delta v + v \Delta p + \Delta p \Delta v)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\left(\frac{p}{\Delta p} + \frac{v}{\Delta v} + 1 \right)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\beta + 1 + \beta \beta}$$

$$A = \frac{1}{2} v \alpha (\beta - 1) \cdot v (\beta - 1)$$

$$Q_1 = 2 \cdot (2 \beta^2 v^2 - v^2) \rightarrow 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{(\beta - 1)^2}{\beta + 1 + \beta \beta}$$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{\beta - 1}{\beta + 1} \right)^2 = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{\beta + 1} \right)^2$$

нужно, перенести

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Diagram 1: Vector addition of $\vec{v}$ and $\vec{v}_k$ to find $\vec{u}$. The angle between $\vec{v}$ and $\vec{u}$ is β , and the angle between $\vec{v}_k$ and $\vec{u}$ is α . The resultant vector $\vec{u}$ has magnitude u .

$$\begin{cases} y = \frac{v \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \\ x = \frac{v \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \end{cases}$$

$$u = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{v \sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta \cos \alpha + \sin \alpha \cos \beta}$$

$$u_k = \frac{v \sin \alpha \cos \beta + v \sin \beta \cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\begin{cases} u \sin^2(\alpha + \beta) = l (\cos \beta \cdot \beta - \cos(\alpha + \beta)(\beta + \alpha)) \\ u_k \sin^2(\alpha + \beta) = l (\cos \alpha \cdot \alpha - \cos(\alpha + \beta)(\beta + \alpha)) \end{cases}$$

$$(u - u_k) \sin^2(\alpha + \beta) = l (\cos \beta \cdot \beta - \cos \alpha \cdot \alpha)$$

$$\beta = \frac{(u - u_k) \sin^2(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \cos \beta} + \frac{\cos \alpha \cdot \alpha}{\cos \beta}$$

$$T - N \quad u \sin(\alpha + \beta) = l \left(\cos \frac{(u - u_k) \sin^2(\alpha + \beta)}{\cos \alpha \cos \beta} + \cos \alpha \cdot \alpha - \cos(\alpha + \beta)(\beta + \alpha) \right)$$

$$0 = -u_k \sin^2(\alpha + \beta) + \cos \alpha \cdot \alpha - \cos(\alpha + \beta) \beta + \frac{(u - u_k) \sin^2(\alpha + \beta)}{l \cos \alpha} + \cos \alpha \cdot \alpha$$

Diagram 2: Force diagram showing tension T , normal force N , and weight mg acting on a mass. The angle between T and the vertical is β , and the angle between N and the horizontal is α .

$$\begin{cases} T \sin \beta - N = \frac{m u_k^2}{R} \\ T - N \cos \beta = \frac{m u_k^2}{l} \end{cases}$$

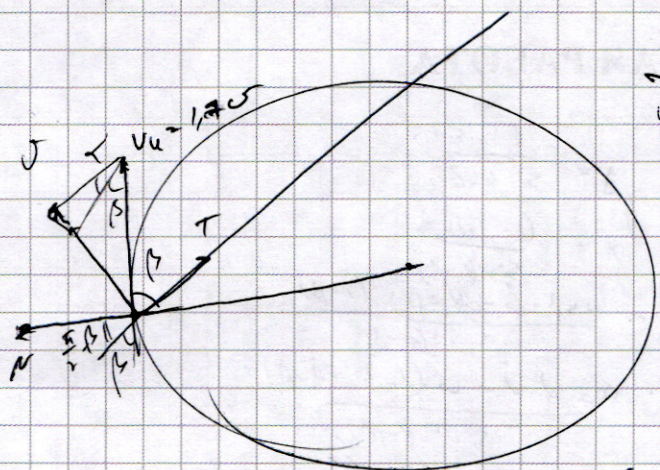
$$N = T \sin \beta - \frac{m u_k^2}{R}$$

$$T - T \sin \beta \cos \beta = \frac{m u_k^2}{l} \cos \beta$$

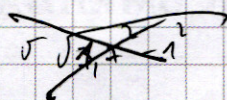
$$T = \frac{\frac{m u_k^2}{l} \cos \beta + \frac{m u_k^2}{R}}{1 - \sin \beta \cos \beta}$$

Diagram 3: Vector diagram showing the relationship between $\vec{u}$, $\vec{u}_k$, and $\vec{v}$.

Diagram 4: Circular path diagram showing the trajectory of a mass and the forces acting on it.



$$T = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} + mU^2$$



$$1.5U \cdot \frac{15}{17} + U \cdot \frac{3}{5}$$

$$\approx 1.5U + 0.65 \approx 2.15$$

опт. $\frac{m}{15} (2.15)^2$

$$= \frac{4}{5} - \frac{12}{5} = \frac{12}{5}$$

$$(2.15)^2$$

$$\approx 4 + 0.4 \approx 4.4$$