

Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

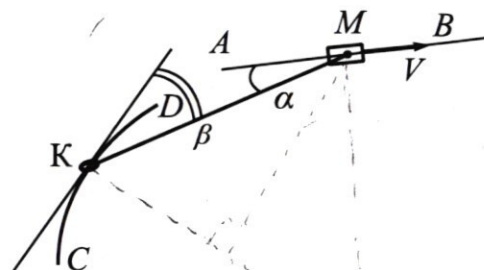
Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка задания не принимаются.

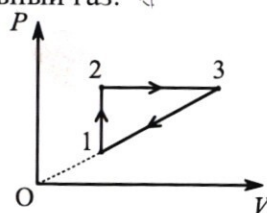
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.

- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити 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 повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



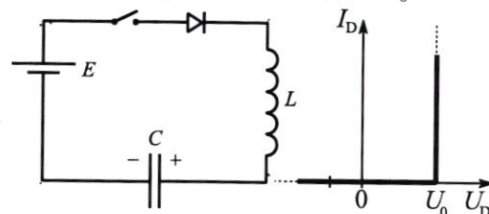
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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.

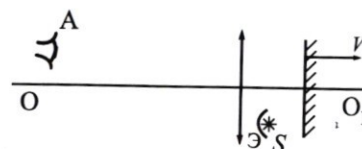
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

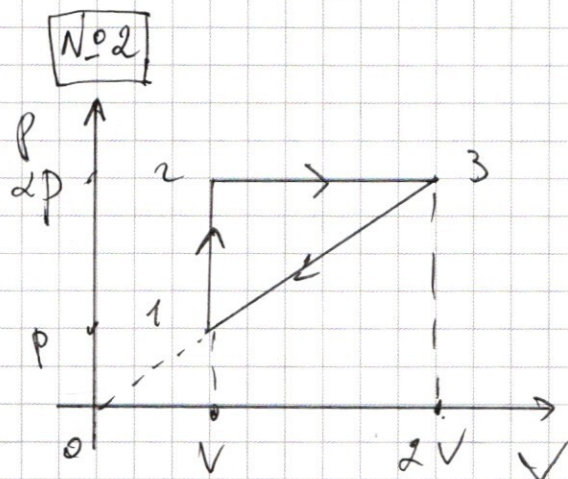


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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



1) На участке 1-2 $P \uparrow V = \text{const}$

$\Downarrow$
по закону Менделеева-Клайперона

$$(PV = \nu RT) T \uparrow$$

На участке 2-3 $V \uparrow P = \text{const}$

$\Downarrow$
по закону Менделеева-Клайперона

$T \uparrow$

На участке 3-1 $P \downarrow V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

Участок 1-2 — изохора $\Rightarrow C_V = \frac{3}{2}R$

Участок 2-3 — изобара $\Rightarrow C_P = \frac{5}{2}R \left(R + \frac{3}{2}R \right)$

$\Downarrow$

В итоге равно $\frac{3}{5}$

Пусть $V_3 = \alpha V$, $V_2 = V_1 = V$, $P_1 = P$. Т.е. на 1-3 $P(V)$ линейно,
то $P_2 = P_3 = \alpha P$

2) $A_{23} = S_{23} =$

$$= (\alpha - 1) \alpha PV$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}R(T_3 - T_2) + (\alpha - 1) \alpha PV = \frac{5}{2}(\alpha - 1) \alpha PV$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$3) A = S_{123} = \frac{(\alpha - 1)^2 PV}{2}$$

$$Q^+ = Q_{12} + Q_{23}$$

$\nearrow$ м.к. $\Delta U_{нагр\ 12}$ $\nwarrow$ м.к. $\Delta U_{нагр\ 23}$ и U_{23} поводит

Q_{31} - вытес, м.к. A_{31} вытес и ΔU_{31} - вытес

$$Q^+ = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} PV(\alpha - 1) + \frac{5}{2} PV\alpha(\alpha - 1)$$

$$\mu = \frac{\alpha - 1}{3 + 5\alpha} = \frac{1 - \frac{1}{\alpha}}{\frac{3}{\alpha} + 5}$$

$\frac{d}{d\alpha} \mu$ и была макс

$$\frac{d\mu}{d\alpha} = \frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\alpha^2 + 15\alpha} = 0$$

- даем больше макс

$\frac{1}{\alpha} - \text{мин} \Rightarrow \alpha$ как можно больше

Одновременно с этим

$$\frac{3}{\alpha} + 5 - \text{мин} \Rightarrow \frac{3}{\alpha} - \text{мин}$$

при $\alpha \rightarrow \infty$

$$\mu_{\text{макс}} = \frac{1}{5} = 0,2$$

1) Пусть при замыкании ключа диод закрыт

$$U_D = 0$$

$$U_A = 0 - \mathcal{E} = -\mathcal{E}$$

при замыкании ключа диод открыт и на конденсаторе напряжение

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

привести к увеличению ⇒ ~~не~~ ~~то~~ ~~же~~ ~~самое~~
↓
в 2х-кратном ↑ от 10 до 20 т.т. Сергеев

$$e(1 - \frac{2x}{a}) \frac{d}{2} \quad (1)$$

$$- \varphi_A + \varphi_B = 1 + E \neq 1 \text{ u.}$$

$$\varphi = \frac{E}{d} \quad \varphi_B - \varphi_A = U_1 \Rightarrow \varphi_B = U_1 + \varphi_A = 51$$

$$106 - 90 = 16$$

17-18-9

$$4 \text{ d} = 1 \text{ E}$$

$$T_4 = T_9 =$$

9. 400.10

✓ 9.4.10 - 2

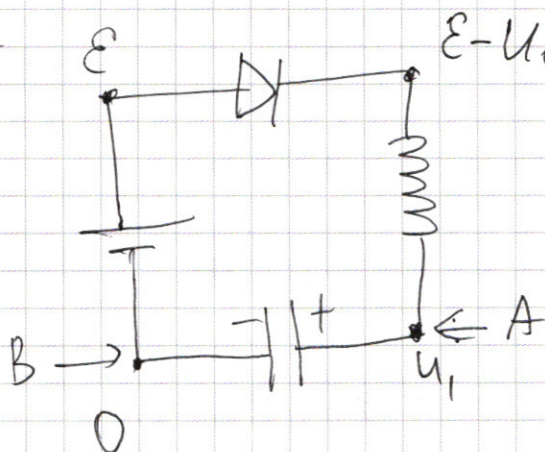
$$3.2 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{d}{4} = \frac{d}{2}$$

g. y.
84 - 84 = 2

2x

№4



1) Диод открыт
 Аналогично потенциалу
 $\varepsilon - U_0 = 8B$
 $U_1 = 5B$
 $\varepsilon - U_0 > U_1 \Rightarrow$ ток
 течет сверху-вниз
 и потому не противостоит
 току, что
 $\Leftarrow$ диод открыт ✓ Ответ(1)

$$\varepsilon - U_0 - U_1 = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon - U_0 - U_1}{L} = \boxed{30 \text{ A/c}}$$

2) После замыкания идет $q_A = q$ ($q_B = 0$)
 тогда через ~~идет~~ источник и
 диод прошел заряд $(\varphi - U_1)C$

$$+ (\varphi - U_1)CE = \frac{\varphi^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} + (\varphi - U_1)CU_0 + \frac{LI^2}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{LI^2}{2} = -\frac{\varphi^2 C}{2} + \varphi CE - \varphi CU_0 - U_1 CE + U_1 CU_0$$

$$\text{Макс при } \varphi = \frac{U_0}{2} = \frac{(\varepsilon - U_0)C}{C} = \varepsilon - U_0 = 8B$$

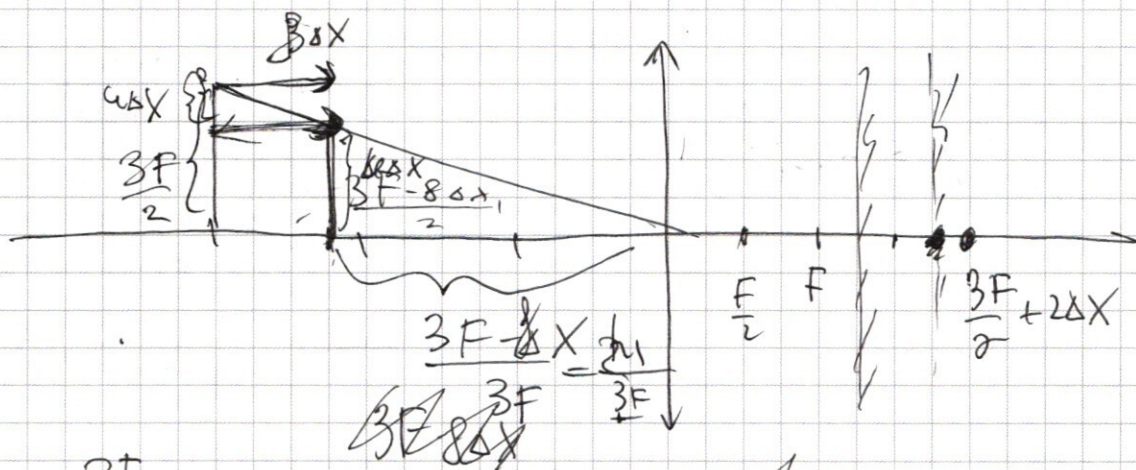
$$\Downarrow$$

$$\frac{LI^2}{2} = (\varepsilon - U_0 - U_1)CU_0 + \frac{(\varepsilon - U_0)^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} = (\varepsilon - U_0)CE$$

$$\frac{LI^2}{2} + CU_0 \varepsilon - CU_0^2 - U_1 CU_0 + \frac{\varepsilon^2 C}{2} - \varepsilon U_0 C + \frac{U_0^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} =$$

$$= \varepsilon^2 C - U_0 \varepsilon C - U_1 CE$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{\frac{3F}{4}}{\frac{3F}{2}} = \frac{3F}{2} \quad 3F - 8\Delta x = h_1 \quad \frac{1}{F} = \frac{2}{3F + 8\Delta x} + \frac{8}{3F + 8\Delta y}$$

$$h - h_1 =$$

~~$\frac{B}{F} + \frac{2}{3P}$~~

$$F = \frac{1}{4}F + .4\Delta x + 3\Delta y$$

$$\frac{1}{x} + \frac{2}{3F} = \frac{3}{3F}$$

$$\frac{1}{X} = \frac{3}{3F}$$

$$\frac{F}{3} + \frac{3F}{2} + 2\Delta x + 3\Delta y$$

$$\left(\frac{3F}{2} + 2\Delta x \right) \left(\cancel{F} + 3\Delta y \right)$$

$$\delta \Delta x = \Delta y \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{3F}{2} + 2\Delta x} + \frac{1}{3F + \Delta y}$$

$$\left(\frac{3F}{2} + 2\Delta x\right) (3F - \Delta y) = \left(\frac{3F}{2} + 2\Delta x - \Delta y\right) F$$

$$\frac{gF}{2} + \frac{1}{2} F \Delta x - \frac{3F \Delta y}{2} = 2F \Delta x + 2F \Delta y$$

Cyprus

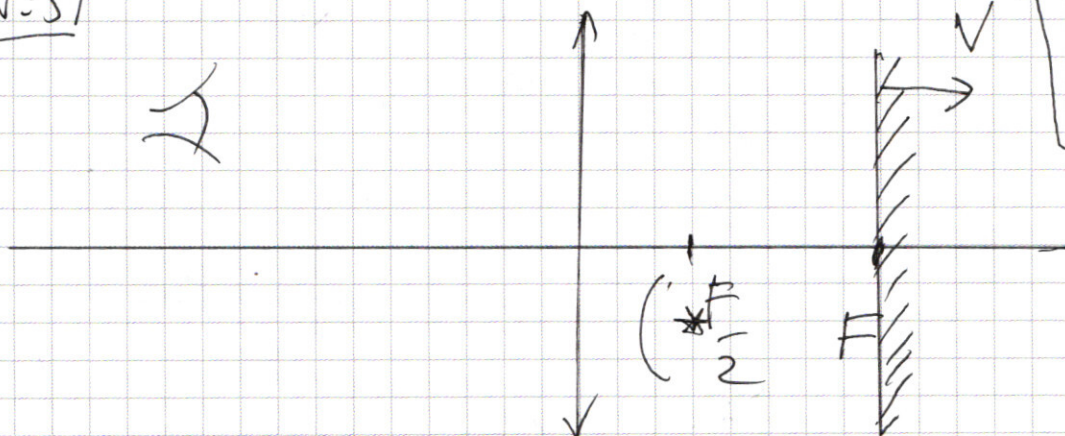
$$\frac{LI^2}{2} = \frac{\varepsilon^2 C}{2} + \frac{U_0^2 C}{2} + \frac{U_1^2 C}{2} - U_1 C \varepsilon - C U_0 \varepsilon + U_1 U_0 C =$$

$$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6}}{2} (81 + 25 + 1 - 90 - 18 + 10) \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \text{ A}$$

$$= 1 \cdot 10^{-2} \text{ A} \leftarrow \text{Ответ 2}$$

№5

2



3) В уст. равн. $\frac{dU}{dt} = 0$
 $U_L = 0$
 (то) в равн. $\frac{dU}{dt} = 0$
 напряжений на конденсаторе
 $\varepsilon - U_0 = U_1$
 $\leftarrow \text{Ответ (3)}$

и главный момент источник, отраженный
 в зеркале на расстоянии $\frac{F}{2} + 2(F - \frac{F}{2}) = \frac{3F}{2}$

$$\frac{1}{f} + \frac{2}{3F} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = 3F \leftarrow \text{Ответ (1)}$$

2) Пусть переместимся на x зеркало $\Rightarrow$ ~~то~~ отраженный источник на $2x$

$$\frac{1}{\frac{3F}{2} + 2x} + \frac{1}{3F + \Delta y} = \frac{1}{F}$$

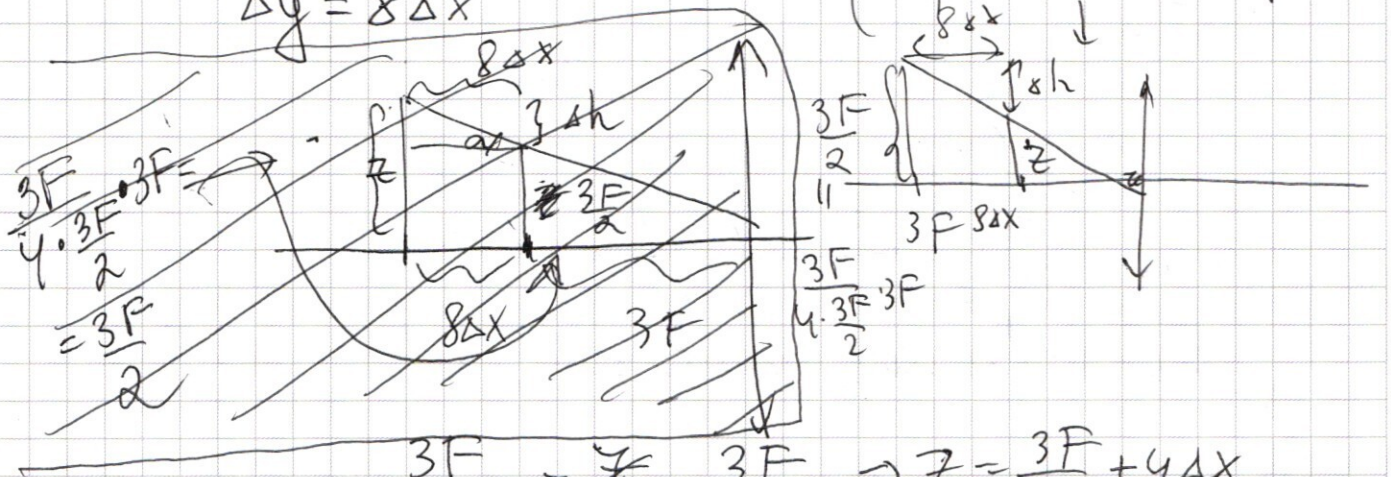
$$F \cdot 2\Delta x + F \cdot \Delta y = 6F\Delta x + \frac{3F\Delta y}{2}$$

$\leftarrow$ применение Δx и Δy (мало)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$4\Delta x + 2\Delta y = 12\Delta x + 2y$$

$$\Delta y = 8\Delta x$$



$$\frac{3F}{3F+8\Delta x} = \frac{3F}{8F} \Rightarrow z = \frac{3F}{2} + 4\Delta x$$

$$\Delta h = 4\Delta x \Rightarrow \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{1}{2}\right)$$

если известно время Δt , то $\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{2}\right)$

$$\frac{\Delta x}{v} = \frac{4\sqrt{5}\Delta x}{u} = \frac{4\sqrt{5}\Delta x}{u} \Rightarrow u = 4\sqrt{5}v$$

N=1

Ответ (3)

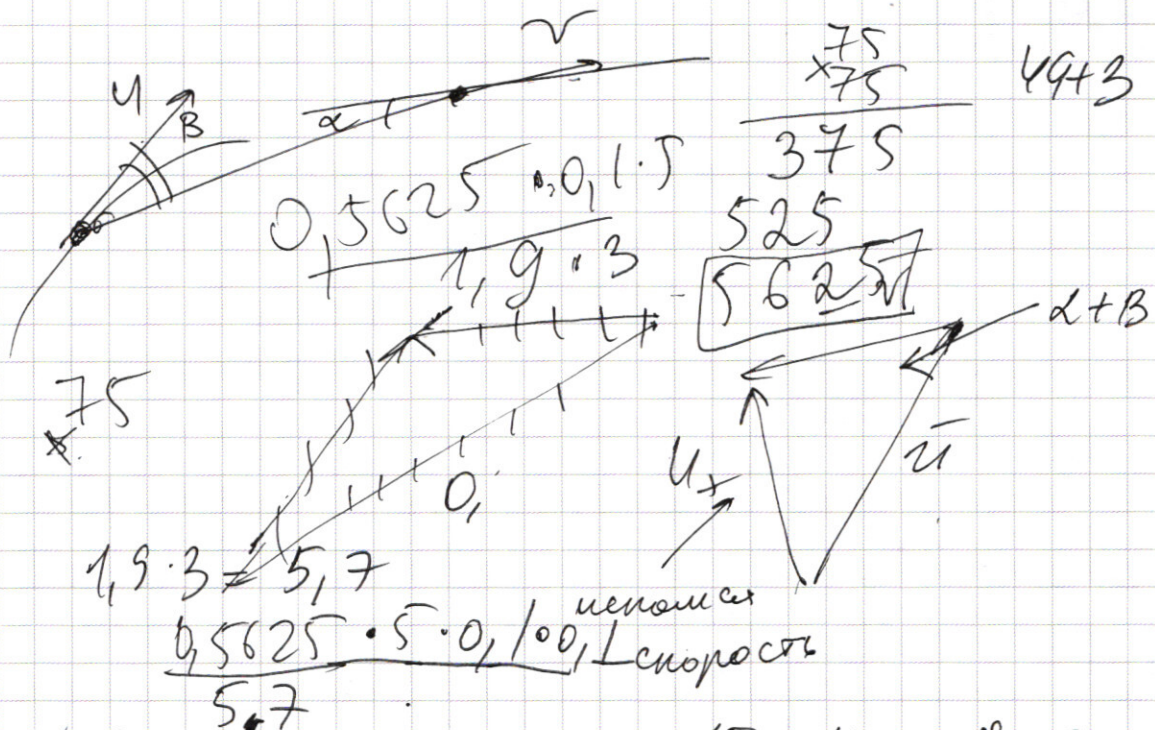
Ответ (1)

Так как ищут каноническую, то проекции скорости на ось орбиты

$$V \cos \alpha = u \cos \beta \Rightarrow u = \frac{15 \cdot 68}{4} \text{ см/с} = 75 \text{ см/с}$$

Скорость направлена по касательной к окружности

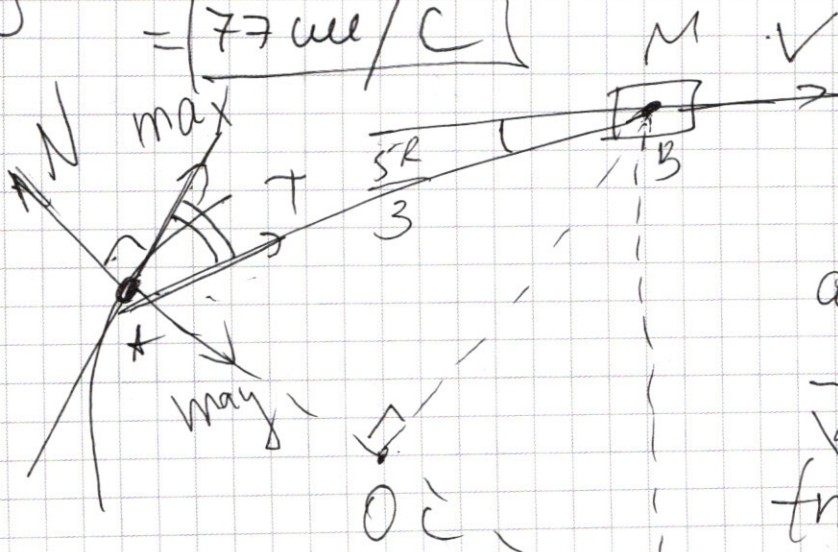
Ответ (1)



$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} =$
 $= \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{17 \cdot 5}$

$u_x = \sqrt{(68)^2 + (75)^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5}} = \sqrt{(68)^2 + (75)^2 - 4 \cdot 15 \cdot 36 \cdot 2} =$

$= 77 \text{ м/с}$



$\max = T \cos \beta$

$a_x = (u \cos \alpha)' =$

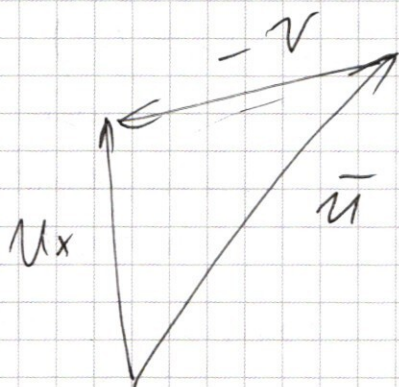
$-u \sin \alpha \cdot \alpha' =$

$-m u \sin \alpha$

$a_x = u$

центр окружности - правильный угол в $\triangle ABC$
 (т.е. $AB = \frac{5R}{3}$ ($AO = R$)) ~~и~~ $\cos \alpha = \frac{3}{5}$

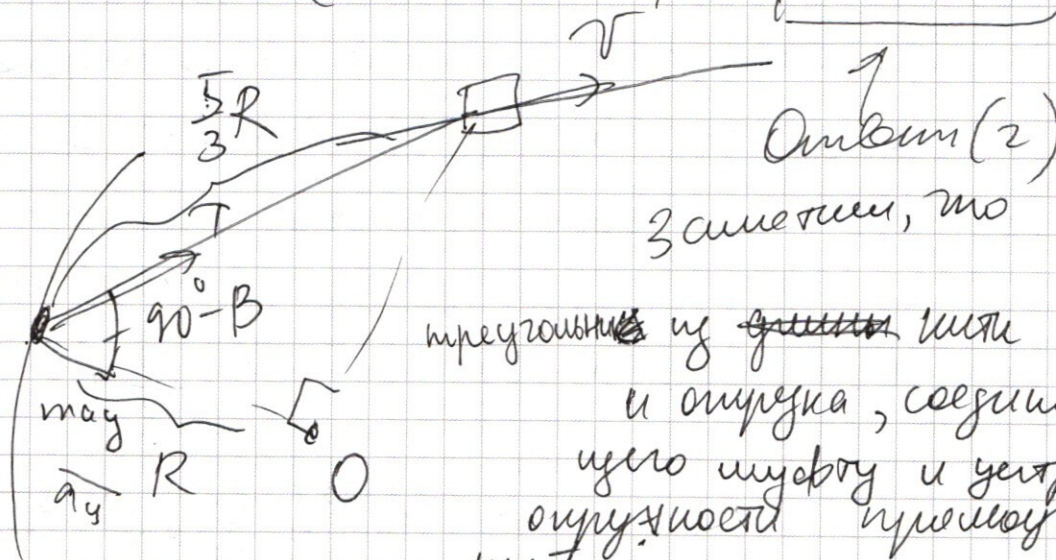
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$
$$= \frac{36}{17.5}$$

$$u_x = \sqrt{(68)^2 + (75)^2 - 68 \cdot 75 \cdot 2 \frac{36}{17.5}} \text{ cm/c} =$$

$$= \sqrt{(68)^2 + (75)^2 - 4 \cdot 15 \cdot 36 \cdot 2} \text{ cm/c} = \sqrt{77 \text{ cm/c}}$$



Заметим, что

треугольник и отрезка, соединяющего левую и правую опущенности.

ком.
(т.к. длина пути $\frac{5}{3}R$, ^{похоже} ^{года}
меху каюты $\frac{5}{3}R$ равен $\frac{3}{5}$)

Тч тау составилимт тауыт ~~хе~~
треугольник ~~хе~~ (с прямым углом)

(т.е. в данном положении сила реакции опоры
ноль, иначе Δ не был бы в покое) (если $N \neq 0$
то Δ совершает движение)

$$T \cos(90^\circ - B) = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T = \frac{mv^2}{R \sin B} =$$

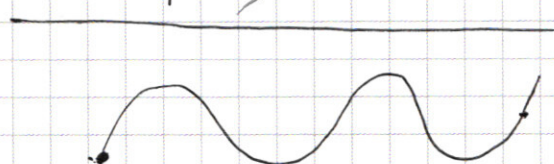
($N=0$, т.к.
 Δ прилежит.

В остере Δ
 N направлена вверх,
 Δ движется от центра)

$$= \frac{0,1 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 5}{1,9 \cdot 3} \approx 9,05 \text{ Н}$$

$$\boxed{9,05 \text{ Н}}$$

3/



Ответ(2)

Частица
 будет двигаться
 со скоростью

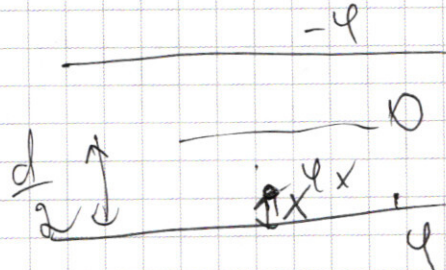
параллельно

Черновик

обладала на расстоянии $\frac{d}{4}$ от
 центра. Она будет двигаться

колебательно по закону косинуса

Если на выходе её скорость $\neq$ обла-
 дали, то значит частица находится
 в центре (ровно между обкладками)
 Она прошла расстояние $\frac{d}{4}$ (в центре)



$$U_x = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{d-x} \right)$$

$$ma = qE \quad a = \gamma E$$

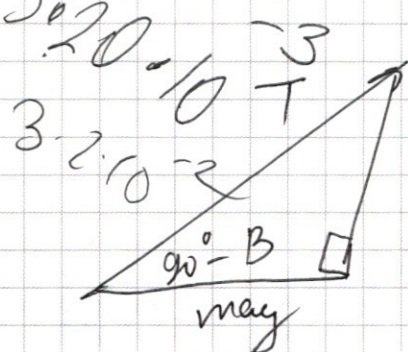
получается
 уравнение
 стационарных
 колебаний

$$E_1 = \frac{U_x}{x} \quad E_2 = U_x \left(1 - \frac{2}{d-x} \right)$$

$U_x = U \left(1 - \frac{2x}{d} \right) \leftarrow$ убывает до нуля (между пластинами)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

↓
T и may составят такой же Δ

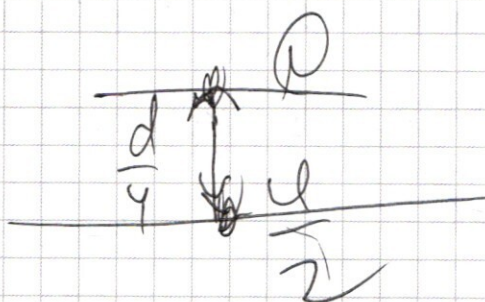


$$may = \frac{m u^2}{R}$$

$$T \sin B = \frac{m u^2}{R}$$

$$T = \frac{m u^2}{R \sin B} = \frac{0,1 \cdot 0,75 \cdot 0,75}{1,9 \cdot \frac{3}{5}} \text{ Н}$$

=



$$E = \epsilon \varphi$$

$$\varphi d$$

$$\varphi = d x$$

$$T = \frac{n t}{\varphi}$$

$$\varphi E = \varphi d$$

$$\varphi = \frac{x}{\frac{d}{2}}$$

$$\varphi_x = \varphi - \frac{2x}{d} \cdot \varphi$$

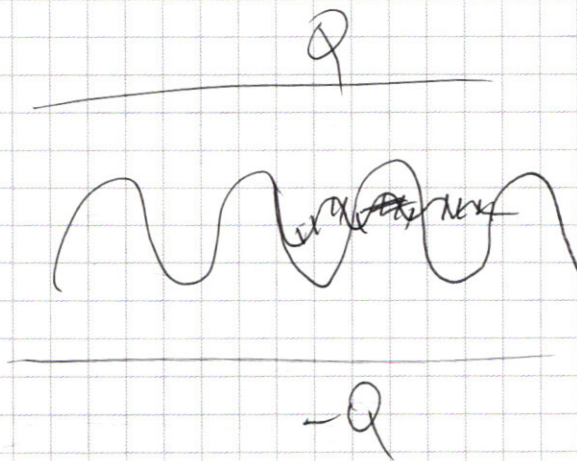
$$\varphi_x - 2x \varphi \left(1 - \frac{2x}{d}\right) \cdot \frac{d}{2} = \varphi_x =$$

$N=0$, т.к. Δ равно нулю в центре. Δ N в центре
в центре от центра

$$T \cos(90^\circ - \beta) = \frac{m u^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} \approx \boxed{0,05 \text{ H}}$$

Amber (2)

№ 3



Сасица
уга свѣдет
в затухоющем
колебании

• Скорость $\perp$ магн. поля, когда $\vec{v}$ направлено
равно поперек линии между пластинами

Хр-ские заводы / кредитов:

~~$$X + 2BX + \mu X = 0$$~~

$$x = x \frac{4}{2}$$

Частота колебаний равна

$$W \leq \frac{2}{\alpha} \sqrt{4Y}$$

$\omega \leq \omega^2 = \frac{24\gamma}{d^2}$

$V = A \cdot \omega = \frac{d}{dt} \int \vec{r} \times \vec{v} = \frac{d}{dt} \int \vec{r} \times \vec{v}$ где $\vec{r}$ - радиус-вектор
массы m $\vec{v}$ - скорость

$$\frac{q}{d} = \frac{6}{2\epsilon_0} \cdot \frac{q}{d} = \frac{Q}{8\epsilon_0} \Rightarrow Q = \frac{48\epsilon_0}{d}$$

$$T = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L}{f^2 C}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L}{\frac{Qd}{25\epsilon_0}}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{25\epsilon_0 L}{Qd}}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{5\epsilon_0}{YQ}} \Rightarrow Q = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{5\epsilon_0}{Y}$$

$$V = \sqrt{\frac{\varphi d^2}{45\epsilon_0}} = \sqrt{\frac{Qd^2 Y}{45\epsilon_0}} = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{QY}{25\epsilon_0}}$$

$$\varphi q = \frac{mv_z^2}{2} \Rightarrow 2\varphi Y = v_z^2 \Rightarrow v_z = \sqrt{2\varphi Y}$$

$$\varphi_x = \frac{\varphi}{2} = \frac{Qd}{45\epsilon_0} \Rightarrow v_z = \sqrt{\frac{QdY}{25\epsilon_0}}$$

$$T = \pi d \sqrt{\frac{1}{\varphi Y}} = \pi d \sqrt{\frac{25\epsilon_0}{QdY}} \Rightarrow Q = \left(\frac{\pi d}{T}\right)^2 \frac{25\epsilon_0}{dY}$$

$$V = \sqrt{\varphi Y} = \sqrt{\frac{QdY}{25\epsilon_0}}$$

$$\frac{\varphi}{2} q = \frac{mv_z^2}{2} \Rightarrow v_z = \sqrt{\varphi Q} = V = \sqrt{\frac{QdY}{25\epsilon_0}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution on graph paper for a thermodynamics problem. The solution includes diagrams and calculations for a process involving a gas.

Diagram 1 (Top Left): A p-V diagram showing a process from state 1 to state 2. The pressure increases from p_1 to p_2 , and the volume increases from V_1 to V_2 . The process is represented by a straight line. The area under the curve is shaded, representing the work done. The temperature is labeled T .

Diagram 2 (Bottom Left): A p-T diagram showing a process from state 1 to state 2. The pressure increases from p_1 to p_2 , and the temperature increases from T_1 to T_2 . The process is represented by a straight line. The area under the curve is shaded, representing the heat added.

Calculations:

$$Q = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$Q = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1)$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) V$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{(p_2 - p_1) V}{\frac{3}{2} (p_2 - p_1) V + \frac{5}{2} V (p_2 - p_1) p_2}$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{p_2 - p_1}{3p_1 + 5p_2}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{3p_1 + 5p_2} = \frac{\alpha - 1}{3 + 5\alpha}$$

$$2(3 + 5\alpha) - 5(\alpha - 1) = 0$$

$$3\alpha + 5\alpha^2 - 5\alpha + 5 = 0$$

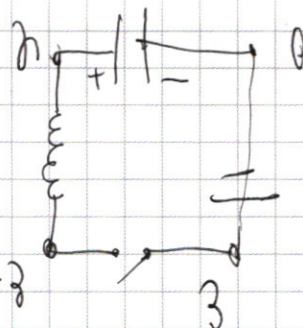
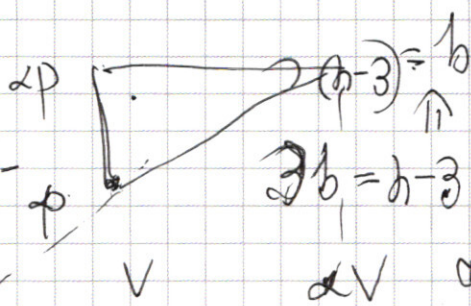
$$5\alpha^2 - 2\alpha + 5 = 0$$

$$\frac{x}{22} - \frac{x}{33} + \frac{x}{23} = \frac{x}{17}$$

$$\frac{x}{17} + \frac{x}{23} - \frac{x}{22} = \frac{x}{33}$$

$$(3-x)3$$

$$\frac{x}{17} = \frac{x}{17}$$



$$A = (x-1)p(x-1)V = (x-1)^2 p V \frac{1}{17} = \frac{pV}{17}$$

$$Q = \frac{3}{2}(x-1)pV + \frac{5}{2}(x-1)^2 p V$$

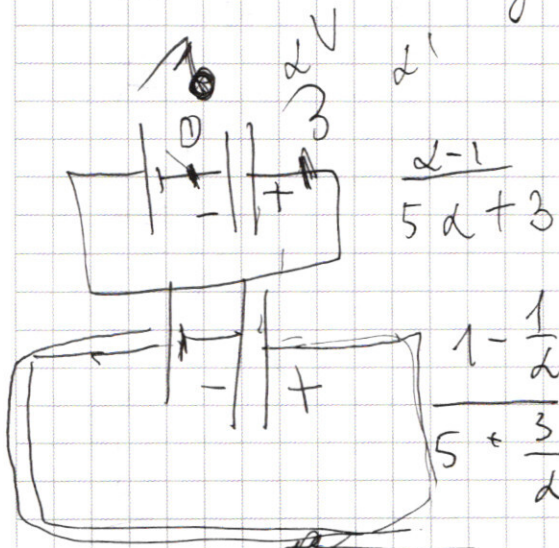
$$\mu = \frac{x-1}{5x+3}$$



$$5x^2 + 3x - 5x + 5 = 5x^2 - 2x + 5$$

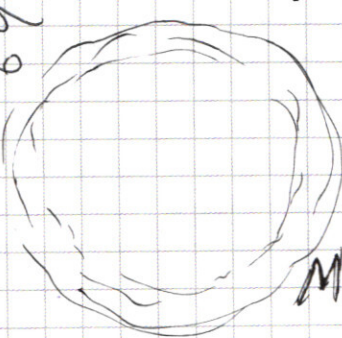
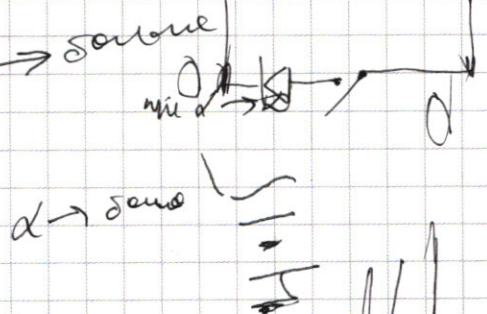
$$x-1 \frac{x-1}{5x+3}$$

нужно больше x



$$x = 22$$

$$1 - \frac{1}{x} \uparrow \leftarrow x \rightarrow \text{source}$$



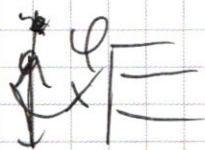
$$M = \frac{x}{23}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Delta E = \frac{\varphi}{x} - \frac{\varphi}{d-x} = \frac{\varphi(d-2x)}{x(d-x)}$$

$$a = \gamma \frac{\varphi(d-2x)}{x(d-x)}$$

$$\frac{kq}{d} = \varphi \Rightarrow a = \gamma \frac{kq(d-2x)}{x(d-x)}$$



$$F = \frac{F_1}{d} \quad F_2$$

$$q \left(\frac{q}{x} - \frac{q}{x-1} \right)$$

↓
F

$$q_1 = q \left(1 - \frac{2x}{d} \right)$$
$$\frac{q_1}{q} = \frac{1}{\left(\frac{1}{d} - 2x \right)}$$

$$u\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{d}\right) \cdot u\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{d-x}\right) \cdot u\left(\frac{1}{d-x} - \frac{1}{d-x-2x}\right)$$

$$\frac{\varphi}{x} \left(1 - \frac{2x}{a} \right) \quad \uparrow \quad \Delta E$$

$$\frac{4(1 - \frac{2}{d})}{\sqrt{d}}$$

$$E = \frac{1}{d}$$

$$X' + 2Bx + 9x = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$S \cdot (\varphi - \varphi) C E = \frac{\varphi^2 C}{2} - \frac{E^2 C}{2} + (\varphi - E) C U_D + \frac{L I^2}{2}$$

$$-\frac{\varphi^2 C}{2} + 4 C E + 4 C U_D$$

$$\frac{C E + U_D}{C} = E - U_D$$

$$-U_D C E = \frac{(E - U_D)^2 C}{2}$$

$$E - U_D C E = \frac{(E^2 - 2 U_D E + U_D^2) C}{2} - \frac{E^2 C}{2} + C U_D^2 \frac{L}{2}$$

$$\frac{E^2}{2} + \frac{U_D^2 C}{2} + C U_D^2$$

$$\frac{3 C U_D^2}{2} = \frac{L I^2}{2}$$

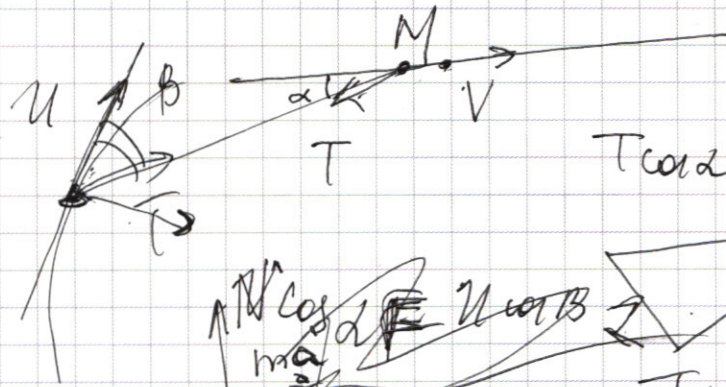
$$I = U_D \sqrt{\frac{3 C}{L}}$$

$$2 \varphi d = E$$

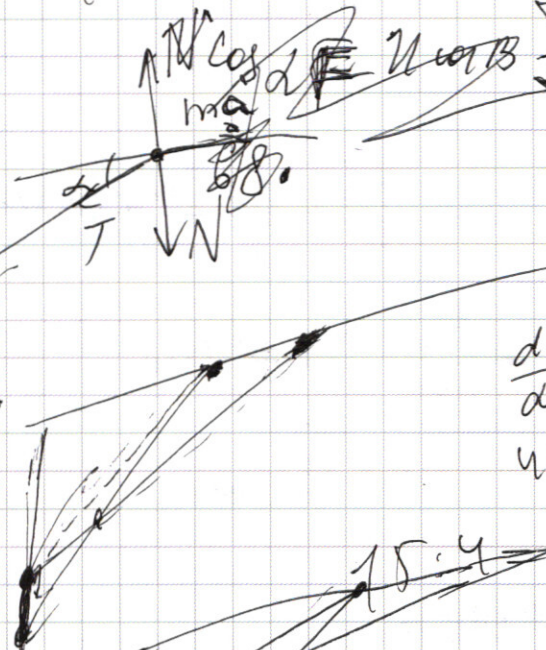
$$E = \frac{U_D}{\sqrt{2}}$$

$$ma =$$

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



$$T_{\text{cord}} = \frac{4}{3} \frac{v^2}{R}$$



$$T = \frac{16}{17} \cdot \frac{16 \cdot 75 \cdot 78}{15 \cdot 19}$$

$$\frac{77}{17.5}$$

$$\frac{dv}{dt} = 45 + 32$$

$$\frac{T}{17} = \frac{16}{1.9}$$

$$T_{\text{cord}} = m a_{\text{tan}}$$

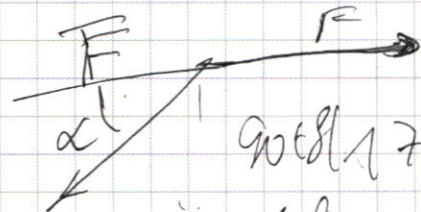
$$\frac{d(V \cos \alpha)}{dt} =$$

$$\sin(\alpha/2)$$

$$\sin(V \cos \alpha) = T \cos \beta$$

$$\sin \alpha$$

$$\frac{15 \cdot 3}{17 \cdot 5} + \frac{8 \cdot 4}{17 \cdot 5} = m v \sin \alpha = T \cos \beta$$



$$\frac{90 \cdot 81}{1.9} = 72 \cdot 1.9$$

$$m a_{\text{tan}} = F - T$$

$$T \sin \alpha = m v$$

$$\frac{12}{16} = \frac{102}{17} = 422$$

$$42 + 60$$

$$\frac{17}{16}$$

$$17.16 = \frac{80 + 72}{1.9} = 9$$

