

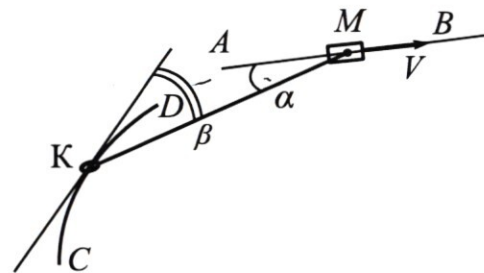
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-02

Класс 11

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

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.



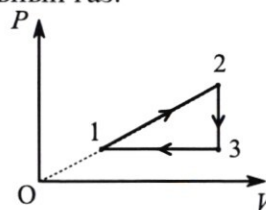
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.



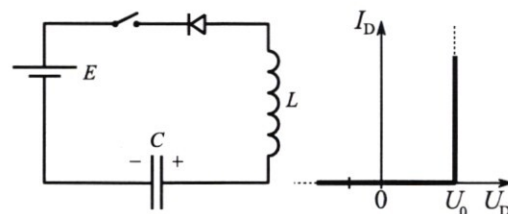
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между 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.

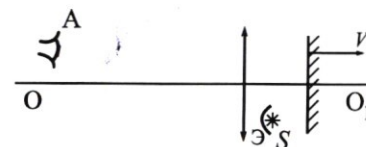


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

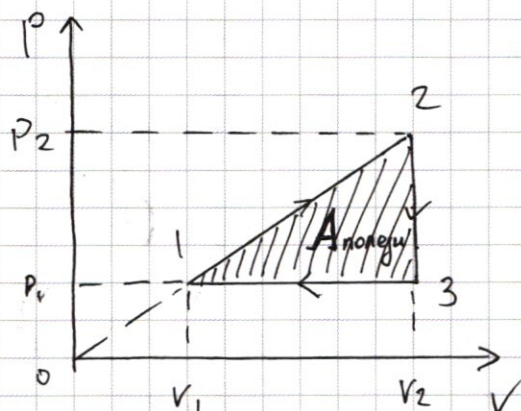


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

$i = 3$

1) $\frac{c_{23} \mu_{23}}{c_{31} \mu_{31}}$



1) $p_1 V_1 = \nu R T_1$

2) $p_2 V_2 = \nu R T_2$

3) $p_1 V_2 = \nu R T_3$

$p_1 V_2 = p_2 V_1$

$\mu = \text{const}$, т.к. вещество не изменяется

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

$A_{12} = \frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 + p_1 V_2 - p_1 V_1) =$
 $= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$

$p_2 V_2 > p_1 V_1 \Rightarrow T_2 > T_1$

$p_2 V_2 > p_1 V_2 \Rightarrow T_3 < T_2$

$p_1 V_2 > p_1 V_1 \Rightarrow T_1 < T_3$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_1 V_2 - p_2 V_2) =$
 $= \frac{3}{2} V_2 (p_1 - p_2)$

$Q_{23} = c_{23} m (T_3 - T_2)$

$\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = c_{23} m (T_3 - T_2)$

$\frac{3}{2} \frac{m}{\mu} R = c_{23} m$

$\frac{3}{2} R = c_{23} \cdot \mu$

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = p_1 (V_1 - V_2) +$

$+ \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) =$

$= \frac{2}{2} \nu R (T_1 - T_3) + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) =$

$= \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$

$$\cancel{Q_{31}} c_{31} M (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \frac{M}{\mu} R (T_1 - T_3)$$

$$c_{31} \mu = \frac{5}{2} R$$

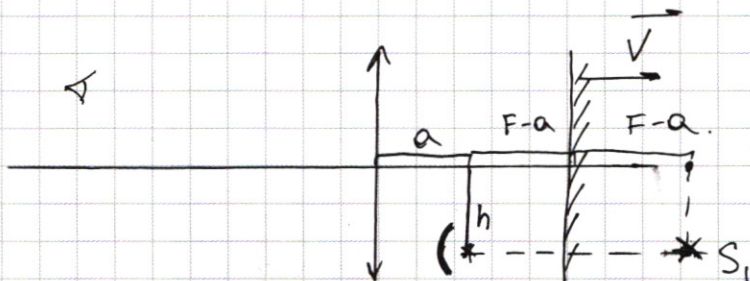
$$\frac{c_{31} \mu}{c_{23} \mu} = \frac{5R2}{23R} = \frac{5}{3}$$

F

$$\cancel{b = \frac{88}{15} F}$$

$$h = \frac{8}{15} F$$

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



Изображение S_1 в зеркале будет на расстоянии $F-a$ от зеркала справа. $F-a+F$
 $F+x-a+F+x$

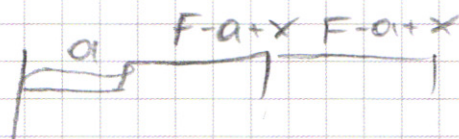
$$d_1 = F + F - a = 2F - a$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

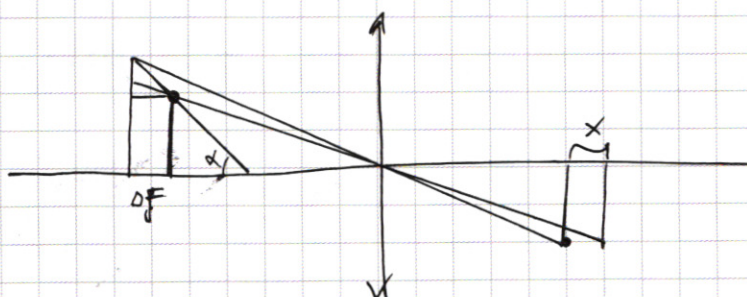
$$\frac{1}{2F-a} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F - \frac{1}{3}F} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$f_1 = \frac{5}{2} F$$



$$2F - a + 2x$$



$$\frac{21}{36} \div \frac{117}{117}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\tan \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta f}$$

$$\frac{f_1}{d_1} = \Gamma_1$$

$$h_1 = h \Gamma_1$$

$$h_2 = h \Gamma_2$$

$$\Gamma_1 = \frac{5F3}{25F} = \frac{3}{2}$$

$$h_1 = \frac{3}{2} h$$

$$h_2 = \frac{3F}{2F+3X} h$$

$$\tan \alpha = \frac{g \times h (4F+6X)}{(4F+6X) 9 \times F} = \frac{X}{F}$$

$$f_2 = \frac{F(5F+3X)}{2F+3X}$$

$$\Gamma_2 = \frac{F(5F+3X)3}{(2F+3X)(5F+3X)} = \frac{3F}{2F+3X}$$

$$h_1 - h_2 = \frac{3}{2} h - \frac{3F}{2F+3X} h =$$

$$= h \left(\frac{6F+9X-6F}{4F+6X} \right) = \frac{9 \times h}{4F+6X}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

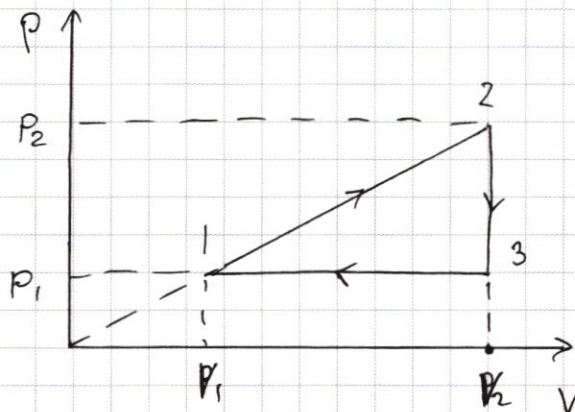
№ 2

$i = 3$

1) $\frac{C_{31} \cdot m}{C_{23} \cdot m} - ?$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} - ?$

3) $\eta_{\max} - ?$



Уравнение Менделеева-Клапейрона:

1) $p_1 V_1 = \nu R T_1$

2) $p_2 V_2 = \nu R T_2$

3) $p_1 V_2 = \nu R T_3$

$p_1 = k V_1$

$p_2 = k V_2$

$\Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1$

$p_2 > p_1$
 $V_2 > V_1$

$p_2 V_2 > p_1 V_1 \Rightarrow T_2 > T_1$

$p_1 V_2 < p_2 V_2 \Rightarrow T_3 < T_2$

$p_1 V_1 < p_1 V_2 \Rightarrow T_1 < T_3$

Температура изменилась
на участках 2-3, 3-1.

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

$Q_{23} = c_{23} \cdot m (T_3 - T_2)$

$\frac{3}{2} \frac{m}{\mu} R (T_3 - T_2) = c_{23} \cdot m (T_3 - T_2)$

$c_{23} \cdot \mu = \frac{3}{2} R$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = p_1(V_1 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{31} = c_{31} \cdot m (T_1 - T_3)$$

$$c_{31} \cdot m (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \frac{m}{\mu} R (T_1 - T_3)$$

$$c_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{c_{31} \cdot \mu}{c_{23} \cdot \mu} = \frac{5}{3}$$

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

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 + p_1 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{3 (p_2 V_2 - p_1 V_1) / 2}{\frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 3$$

$$\Delta U_{12} = 3 A_{12}$$

$$Q_{12} = A_{12} + 3 A_{12} = 4 A_{12}$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{Q_{\text{подогр}}}$$

$$A_{\text{полез}} = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) (p_2 - p_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1)$$

$$Q_{12} > 0$$

$$Q_{23} < 0$$

$$Q_{31} < 0$$

$$Q_{\text{подогр}} = Q_{12} = 2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\eta = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1 + p_1 V_2)}{4 (p_2 V_2 - p_1 V_1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{\text{полез}} = A_{12} - p_1(V_2 - V_1)$$

$$Q_{\text{получ}} = Q_{12} = 4 A_{12}$$

$$\eta = \frac{A_{12} - p_1(V_2 - V_1)}{4 A_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{p_1(V_2 - V_1)}{4 A_{12}}$$

η_{max} будет, если $\frac{p_1(V_2 - V_1)}{4 A_{12}} \rightarrow 0$.

$$\eta_{\text{max}} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

Ответ: 1) $\frac{c_{31} \cdot m}{c_{23} \cdot m} = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$.

3) $\eta_{\text{max}} = 25\%$

N5

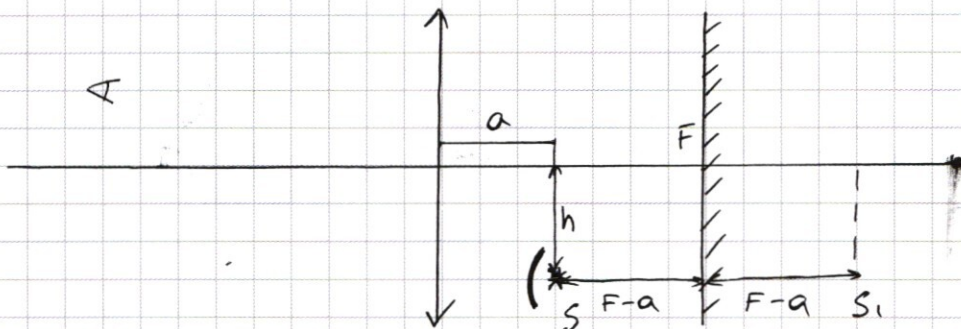
$$h = \frac{8}{15} F$$

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

1) f_1 - ?

2) $\tan \alpha$ - ?

3) V_0 - ?



Изображение S_1 в зеркале будет на расстоянии $F-a$ от зеркала слева.

S_1 будет действ. источником для лучей.

на расстоянии

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1}$$

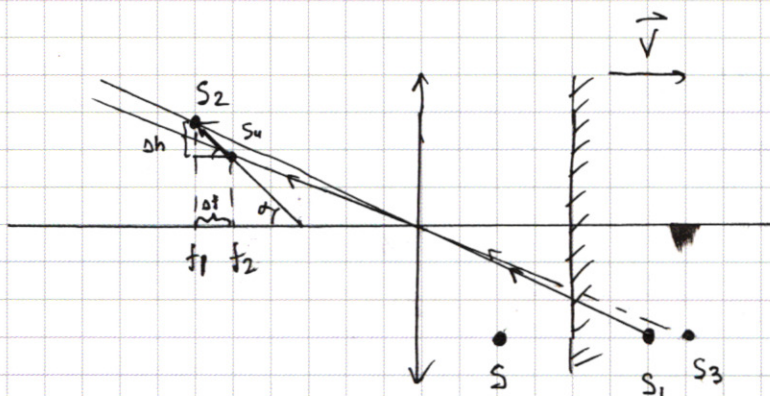
$$d_1 = F + F - a = 2F - a = 2F - \frac{1}{3}F = \frac{5}{3}F$$

$d_1 > F \Rightarrow$ изображение будет действ.

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5} F$$

$$f_1 = \frac{5}{2} F$$

2)



Путь зеркала совпадает с x вправо.

$$d_2 = F + F + x - a = 2F + x - a = \frac{5}{3} F + x$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{d_2 - F}{F d_2}$$

$$f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = \frac{F (\frac{5}{3} F + x)}{\frac{2}{3} F + x} = \frac{\frac{5}{3} F^2 + x F}{\frac{2}{3} F + x}$$

$$f_2 - f_1 = \frac{5F^2 + 3xF}{2F + 3x} - \frac{5F}{2} = \frac{5}{4}$$

$$= \frac{10F^2 + 6xF - 10F^2 - 15xF}{4F + 6x} = \frac{-9xF}{4F + 6x}$$

$$d_2 = 2F + x - a = \frac{5}{3} F + x$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f_2}$$

$$f_2 = \frac{5F(5F + 3x)}{2F + 3x}$$

$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{9xF}{4F + 6x}$$

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{3}{2}$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{3F}{2F + 3x}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

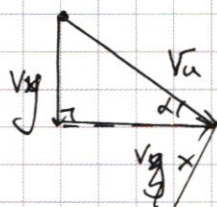
$$h_1 = h \cdot \Gamma_1 = \frac{3}{2} h$$

$$h_2 = h \cdot \Gamma_2 = \frac{3F}{2F+3X} h$$

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{9Xh}{4F+6X}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{9Xh(4F+6X)}{(4F+6X)9XF} = \frac{h}{F} = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15}$$

Зеркало движется со скоростью $V \Rightarrow$
источник для луча тоже движется
со скоростью V



$$V_x = V \Gamma_1^2$$

$$V_y = V \Gamma_1$$

$$V_u = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V^2 \Gamma_1^4 + V^2 \Gamma_1^2} = V \Gamma_1 \sqrt{\Gamma_1^2 + 1} =$$

$$= \frac{3}{2} V \sqrt{\frac{9}{4} + 1} = \frac{3}{2} V \sqrt{\frac{13}{4}} = \frac{3\sqrt{13}}{4} V$$

Ответ:

Путь зеркала складывается на x вправо.

$$d_2 = \frac{5}{3}F + 2x = \frac{5F + 6x}{3}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{d_2 - F}{F d_2} = \frac{5F + 6x - 3F}{F(5F + 6x)} = \frac{2F + 6x}{F(5F + 6x)}$$

$$f_2 = \frac{F(5F + 6x)}{2F + 6x}$$

$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{5F}{2} - \frac{5F^2 + 6xF}{2(F + 3x)} =$$

$$= \frac{5F^2 + 15Fx - 5F^2 - 6xF}{2(F + 3x)} = \frac{9xF}{2(F + 3x)}$$

$$h_1 = \Gamma_1 h$$

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{3}{2}$$

$$h_2 = \Gamma_2 h$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{F(5F + 6x) \cdot 3}{2(F + 3x)(5F + 6x)} =$$

$$= \frac{3F}{2(F + 3x)}$$

$$h_1 = \frac{3}{2}h$$

$$h_2 = \frac{3Fh}{2(F + 3x)}$$

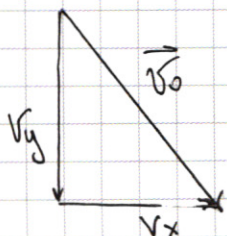
$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{3h}{2} - \frac{3Fh}{2(F + 3x)} = \frac{3Fh + 9xh - 3Fh}{2(F + 3x)} =$$

$$= \frac{9xh}{2(F + 3x)}$$

$$\tan \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta f} = \frac{9xh \cdot 2(F + 3x)}{2(F + 3x) \cdot 9xF} = \frac{h}{F} = \frac{8}{15}$$

3) За время t зеркало смещается на x со скоростью V , за это же время ~~на~~ изображение смещается на $2x \Rightarrow$

$$V_y = 2V$$



$$V_x = V_y \Gamma_1^2 = 2V \cdot \frac{9}{4} = \frac{9V}{2}$$

$$V_y = V_y \Gamma_1 = 2V \cdot \frac{3}{2} = 3V$$

$$V_x = V_y \Gamma_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\frac{3V^2}{4} + 9V^2} = \sqrt{\frac{31V^2}{4} + \frac{36V^2}{4}}$$

$$= \sqrt{V_y^2 T_1^2 + V_y^2} = V_y \sqrt{T_1^2 + 1} = 3V \sqrt{\frac{9}{4} + 1} =$$

$$= \frac{3V\sqrt{13}}{2} = \frac{3\sqrt{13}}{2} V$$

Ответ: 1) $f_1 = \frac{5}{2} F$

2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$

3) $V_0 = \frac{3\sqrt{13}}{2} V$

№ 3.

$a \gg d$, где a — сторона квадрата

V_1

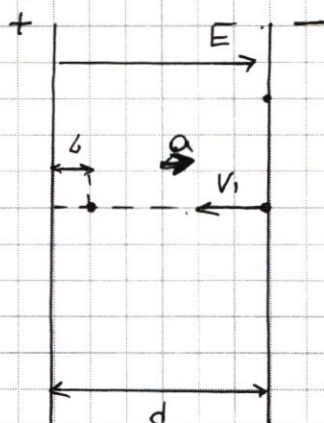
$l = 0,2d$

$\gamma = \frac{q}{m}$

1) T — ?

2) U — ?

3) V_0 — ?



1. Т.к. заряд отрицателен
2. в конденсаторе
делаем вывод, что
напряженность
направлена против
скорости.

$F = qE, E = \text{const} \Rightarrow F = \text{const.}$

$F = ma$

$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \gamma E = \text{const.} \Rightarrow$ движение равноускоренное

Застыла проводная
 $d - 0,2d = 0,8d$.

расстояние

$$S = d - b =$$

~~0,8d = 0,2d~~ $a = \frac{V_1 - 0}{T} = \frac{V_1}{T}$

$$VE = V_1$$

$$T = \frac{V_1}{E}$$

~~$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$~~
 ~~$C = \frac{\epsilon_0 \pi r^2}{d}$~~

~~$U = \frac{Q^2}{2C}$~~

~~$E = \frac{Q}{S}$~~

~~$U = \frac{Q^2}{2C}$~~

~~$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$~~

~~$C = \frac{Q}{U}$~~

~~$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$~~

$$Q = \frac{\epsilon_0 a^2 V_1^2}{d \cdot 1,6j}$$

$$0,8d = \frac{V_1^2}{2a}$$

$$\frac{V_1}{T} = \frac{V_1^2}{1,6d}$$

$$2a = \frac{V_1^2}{0,8d}$$

$$1,6d = TV_1$$

$$T = \frac{1,6d}{V_1}$$

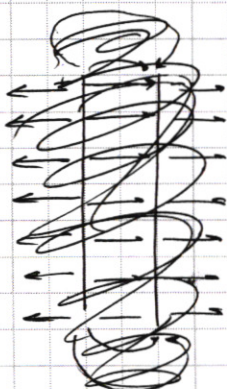
$$a = \frac{V_1^2}{1,6d}$$

$$a = VE = \frac{V_1^2}{1,6d}$$

$$E = \frac{V_1^2}{1,6dj}$$

$$U = Ed = \frac{V_1^2}{1,6j}$$

3)



на расстоянии
 от-за существующей
 краевых зарядов
 можно принять
 конденсатор за 2-полюсный
 заряд

$U = \frac{Q^2}{2C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСЭ ЗСЭ ~~49~~

на бесконечности внешние поле конденсатора и заряд пренебрежимо мало.

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{2kqQ}{d^2}$$

$$mV_0^2 = mV_1^2 + \frac{4kqQ}{d^2}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + \frac{4kqQ}{d^2}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + \frac{4kq}{d^2} \frac{\epsilon_0 a^2 V_1^2}{1,6d} = V_1^2 + \frac{4k\epsilon_0 a^2 V_1^2}{1,6d^3} =$$

$$= V_1^2 + \frac{a^2 V_1^2}{1,6\pi d^3}$$

Ответ: 1) $T = \frac{1,6d}{V_1}$

2) $U = \frac{V_1^2}{1,6d}$

3) $V_0 = \sqrt{V_1^2 + \frac{a^2 V_1^2}{1,6\pi d^3}}$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{2kqQ}{d}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + \frac{4kqQ}{d}$$

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + \frac{4kq}{d^2} \frac{\epsilon_0 a^2 V_1^2}{1,6}} = \sqrt{V_1^2 + \frac{a^2 V_1^2}{1,6\pi d^2}} =$$

Ответ: 1) $T = \frac{1,6d}{V_1} = \frac{V_1}{d} \sqrt{\frac{1,6\pi d^2 + a^2}{1,6\pi}}$

2) $U = \frac{V_1^2}{1,6d}$

3) $V_0 = \sqrt{V_1^2 + \frac{a^2 V_1^2}{1,6\pi d^2}} = \frac{V_1}{d} \sqrt{\frac{1,6\pi d^2 + a^2}{1,6\pi}}$

3) $V_0 = \frac{V_1}{d} \sqrt{\frac{1,6\pi d^2 + a^2}{1,6\pi}} = \frac{V_1}{d} \sqrt{\frac{1,6\pi d^2 + a^2}{1,6\pi}}$

N 4.

$$E = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ нкФ} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

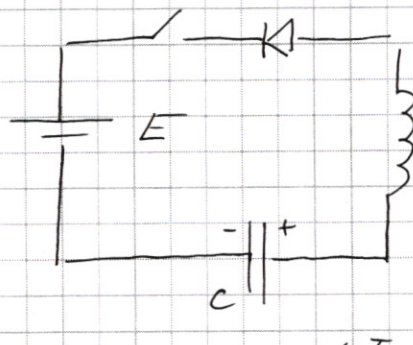
$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \text{ } \cancel{E} = \dot{I} \cdot L - ?$$

$$2) I_m - ?$$

$$3) U_2 - ?$$



$$\cancel{E = U_1 + L \frac{dI}{dt}}$$

$$\cancel{E + U_1 = L \frac{dI}{dt}}$$

$$\cancel{E + U_1 = L \frac{dI}{dt} = 0}$$

$$\dot{I} = \frac{3 \text{ В} + 6 \text{ В}}{0,2 \text{ Гн}} = \frac{9 \text{ В}}{0,2 \text{ Гн}} = 45 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$1) \frac{U_1 - E - U_0}{L} = \dot{I} = \frac{2}{0,2} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$U_1 = E = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{U_1 - E}{L} = \frac{I}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{6 \text{ В} - 3 \text{ В}}{0,2 \text{ Гн}} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

3) В установившемся режиме $U_C = E = U_2$

Пока ток не меняется, в катушке не возникает $\mathcal{E}_i$ - $\Rightarrow$ DC самонадувание.

$$\mathcal{E}_C - E = U_0$$

$$U_C = E + U_0$$

$$q_0 = CU_1$$

$$q_1 = CU_C$$

$$\Delta W_{\text{ср}} = E(q_1 - q_0)$$

$$\Delta W_{\text{к}} = \frac{CU_C^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} = \frac{C}{2} (U_C^2 - U_1^2)$$

$$\Delta W_L = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\Delta W_{\text{ср}} = \Delta W_{\text{к}} + \Delta W_L = 0$$

$$E(CU_C - CU_1) = \frac{C}{2} (U_C^2 - U_1^2) + \frac{LI_m^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$f'(u_c) = CE - CEu_1 - CEu_c + \frac{Cu_1^2}{2} = 0.$$

$$\begin{aligned} \mu_c &= E - Eu_1 + \frac{Cu_1^2}{2} \\ u_c &= E - Eu_1 + \frac{u_1^2}{2}. \end{aligned}$$

~~$$\frac{LI^2}{2} = CE^2 - CE^2u + CE\frac{u^2}{2}$$~~

$$\frac{LI_m^2}{2} = C(u_c - u_1) \left(E - \frac{u_c + u_1}{2} \right) =$$

$$\begin{aligned} &= C \left(E - Eu_1 + \frac{u_1^2}{2} - u_1 \right) \left(E - \frac{u_1}{2} - \frac{E}{2} + \frac{Eu_1}{2} + \frac{u_1^2}{4} \right) = \\ &= C \left(E(1 - u_1) + u_1 \left(\frac{u_1}{2} - 1 \right) \right) \left(\frac{E}{2} (1 + u_1) - \frac{u_1}{2} \left(1 + \frac{u_1}{2} \right) \right) \end{aligned}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2}{L}} \sqrt{C \left(E(1 - u_1) + u_1 \left(\frac{u_1}{2} - 1 \right) \right) \left(\frac{E}{2} (1 + u_1) - \frac{u_1}{2} \left(1 + \frac{u_1}{2} \right) \right)}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{0,2}} \left(3(1 - 6) + 6 \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \right) \left(\frac{3}{2} (1 + 6) - 3 \left(1 + \frac{3}{2} \right) \right) =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10^{-4} (-15 + 12) \left(\frac{21}{2} - 4 \frac{24}{2} \right)} = \sqrt{2 \cdot 10^{-4} (-3) \left(-\frac{3}{2} \right)} =$$

$$= \sqrt{9 \cdot 10^{-4}} = 3 \cdot 10^{-2} (A)$$

ответ: 1) $\dot{I} = 10 \frac{A}{C}$

2) $I_m = 3 \cdot 10^{-2} A$.

3) $u_2 = 4/3$.

$$CE(U_c - U_1) - \frac{C}{2}(U_c - U_1)(U_c + U_1) = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{2C(U_c - U_1)(E - \frac{U_c + U_1}{2})}{L} = I_m^2$$

$$\frac{1}{L} C(U_c - U_1)(2E - U_c + U_1) = I_m^2$$

$$\frac{1}{L} C(E + U_0 - U_1)(2E - E - U_0 + U_1) = \frac{L}{L} (E + U_0 - U_1)(E + U_1 - U_0) = I_m^2$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L} (E + U_0 - U_1)(E - U_0 + U_1)}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{0,2 \text{ Гн}} (3\text{В} + 1\text{В} - 6\text{В})}$$

3) В уст решим ~~$E + U_0 = U_2$~~ $E + U_0 = U_2$
 ~~$U_2 = 3\text{В} + 1\text{В} = 4\text{В}$~~ $U_2 = 4\text{В}$

2) Максимальный ток будет при макс. напряжении на Δ . где ~~$U_2 = 4\text{В}$~~ ?

~~$A_{\text{ист}} = U_c = E + U_0$~~

~~$A_{\text{ист}} = EC(E + U_0 - U_1)$~~

~~$\Delta W_k = \frac{C}{2} ((E + U_0)^2 - U_1^2)$~~

~~$\Delta W_0 = \frac{LI_m^2}{2}$~~

~~$\frac{LI_m^2}{2} = EC(E + U_0 - U_1) - \frac{C}{2} ((E + U_0)^2 - U_1^2) =$~~

~~$A_{\text{ист}} = EC(U_c - U_1)$~~

~~$\Delta W_k = \frac{C}{2} (U_c^2 - U_1^2)$~~

~~$\Delta W_0 = \frac{LI_m^2}{2}$~~

$$\frac{LI^2}{2} = EC(U_c - U_1) - \frac{C}{2}(U_c - U_1)(U_c + U_1) =$$

$$= \cancel{CU_c^2} - CU_c - CEU_1 - \frac{CU_c^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1.

$$V = 40 \text{ см/с} = 0,4 \text{ м/с}.$$

$$m = 1 \text{ кг}.$$

$$R = 1,7 \text{ м}.$$

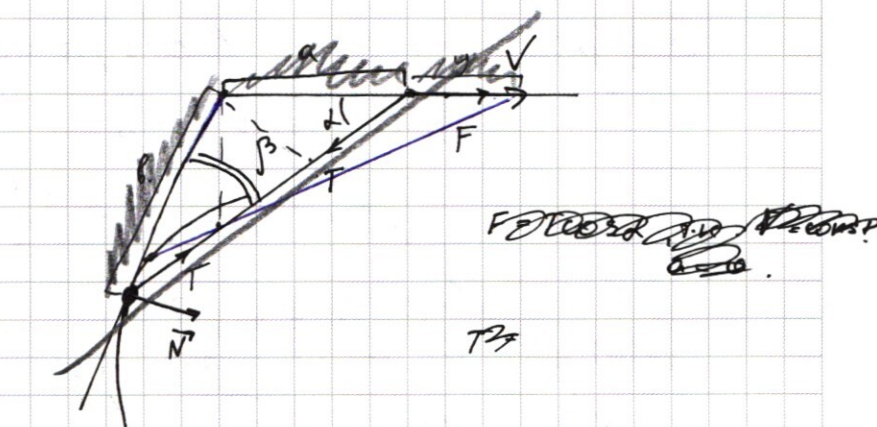
$$L = 17 R / 15$$

$$\cos \alpha = 3/5$$

$$\cos \beta = 8/17$$

1) V_k - ? 3) T - ?

2) V_0 - ?
по условию



$L = \text{const}$, сдвинем начало координат

на

$$L^2 = a^2 + b^2 + 2ab \cos(\alpha + \beta)$$

$$L^2 = (a+y)^2 + (b-x)^2 + 2(a+y)(b-x) \cos(\alpha + \beta).$$

$$L^2 = a^2 + 2ay + y^2 + b^2 + x^2 - 2bx + (2ab - 2ax + 2by - 2xy) \cos(\alpha + \beta).$$

$$L^2 = a^2 + 2ay + b^2 - 2bx + 2ab - 2ax + 2by) \cos(\alpha + \beta).$$

$$a^2 + 2ab \cos(\alpha + \beta) - L^2 + b^2 = 0.$$

$$D = 4b^2 \cos^2(\alpha + \beta) - 4b^2 + 4L^2 = 4b^2 \sin^2(\alpha + \beta) + 4L^2$$

$$a = \frac{-2ab \cos(\alpha + \beta) \pm 2b \sqrt{b^2 \sin^2(\alpha + \beta) + L^2}}{2}$$

$$= \sqrt{b^2 \sin^2(\alpha + \beta) + L^2} - b \cos(\alpha + \beta)$$

$$L^2 = a^2 + b^2 + 2ab \cos(\alpha + \beta) = a^2 + 2ay + b^2 - 2bx + 2(ab - ax + by) \cos(\alpha + \beta)$$

$$2ab \cos(\alpha + \beta) = 2ay + 2bx + 2ab \cos(\alpha + \beta) - 2ax \cos(\alpha + \beta) + 2by \cos(\alpha + \beta)$$

$$ay + by \cos(\alpha + j\beta) = bx + ax \cos(\alpha + j\beta)$$

$$\cancel{ax+bx} \quad \cancel{a(y-x \cos(\alpha+\beta))} = \cancel{c(x-y \cos(\alpha+\beta))}$$

$$ax = by \quad bx = ay$$

~~(2) + 2~~

$$\frac{y}{x} = \frac{b}{a}$$

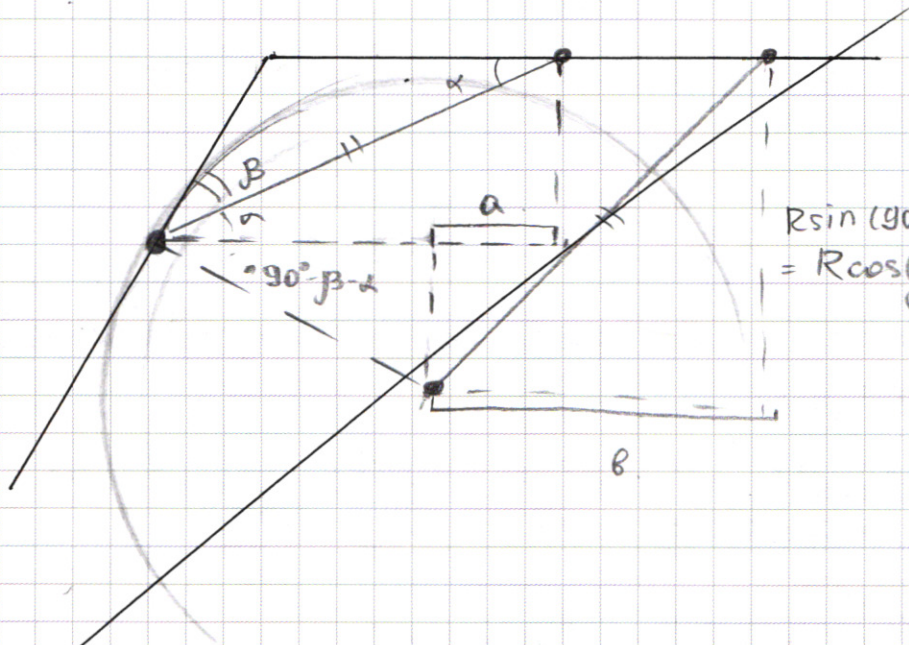
$$a \cos 2 + b \cos 13 = 6$$

$$20x - \frac{3}{5}a + \frac{8}{17}b = \frac{1}{6}$$

$$a = \left(4 - \frac{8}{17} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$60 = \frac{5}{3} \times \left(\frac{8}{12} \right) \times 1$$

$$\frac{a}{b} = \frac{(174 - 86)5}{173 \cdot 6}$$

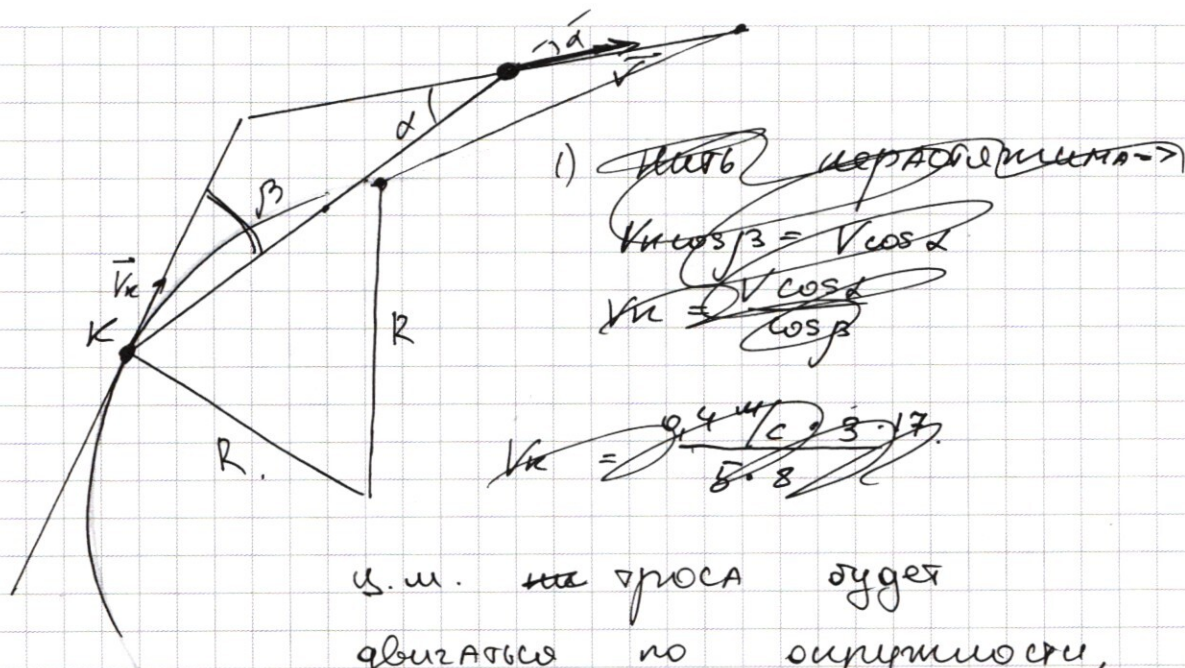


$$R \sin(90^\circ - (\beta + \alpha)) + L \sin \alpha = R \cos(\beta + \alpha) + \frac{17}{15} R \sin \alpha$$

$$a = L \cos \alpha - R = \frac{17}{15} R \cdot \frac{3}{5} R = \left(\frac{17 \cdot 3}{15 \cdot 5} - 1 \right) R$$

$$\theta = \sqrt{\Delta^2 -}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



ц.м. на просе будет
двигаться по окружности,
его скорость будет направле-

на по просе $\Rightarrow$ перпендикулярное $\cos \alpha = 0$

$$V \sin \alpha = V_k \sin \beta$$

$$V_k = \frac{V \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{0.4}{0.5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{289 - 64}{289}} = \frac{1.5}{17}$$

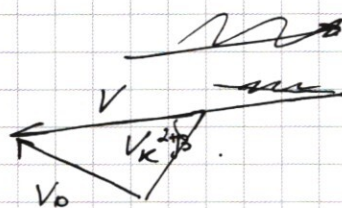
$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$V_k = \frac{0.4 \text{ м/с} \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 15} = \frac{25.4}{75} = \frac{254}{750} = \frac{127}{375} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 119 \\ \hline 289 \\ - 64 \\ \hline 225 \end{array}$$

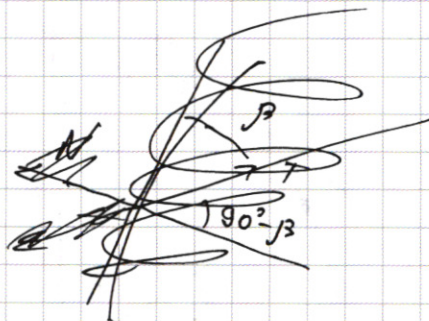
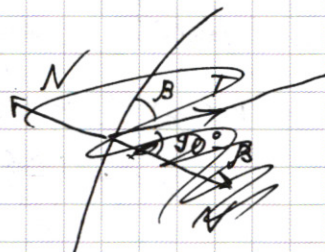
$$\begin{array}{r} 254 \overline{) 12} \\ - 2 \\ \hline 5 \\ - 4 \\ \hline 14 \end{array}$$

80%



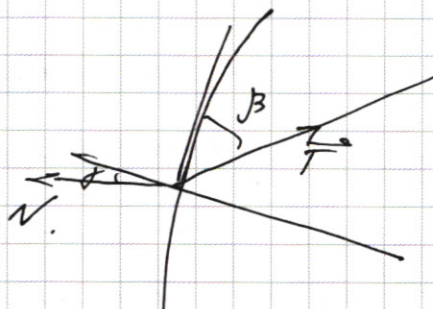
$$V_0 = \sqrt{V^2 + V_k^2 - 2VV_k \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{V^2 + V_k^2}$$

3)



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

$$T = N$$



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

$$T \cos \beta = N \sin \beta$$