

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

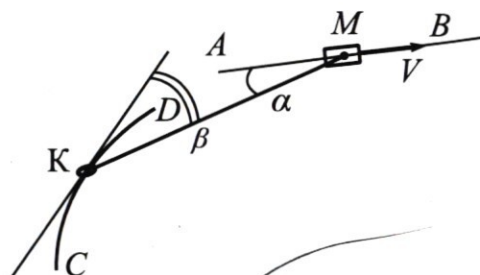
Класс 11

Вариант 11-01

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

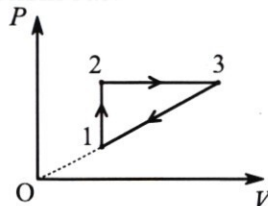
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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

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

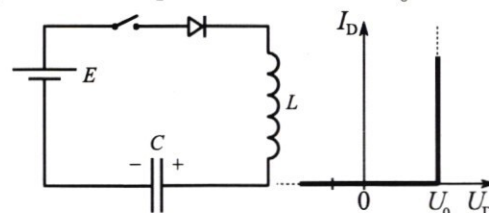
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

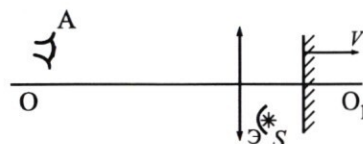
Ключ замыкают.

- 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.



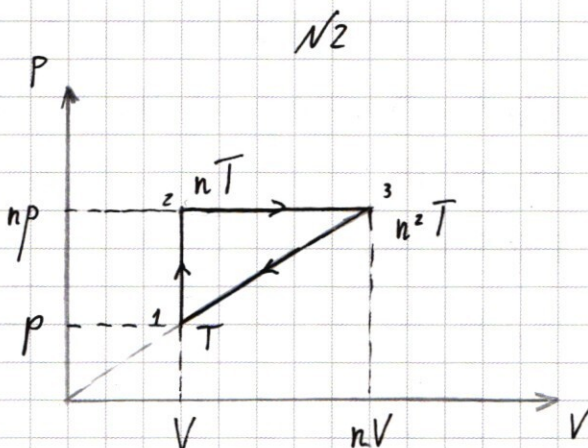
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} - ?$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$

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



1) пусть $V_2 = V$ и $V_3 = nV$; для пр. $3 \rightarrow 1$: $p = \alpha V$, зн $\alpha V = 2RT \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \beta V^2$, зн. если $T_1 = T$, то $T_3 = n^2 T$

для пр. $2 \rightarrow 3$: $\frac{T_2}{n^2 T} = \frac{V}{nV} \Rightarrow T_2 = nT$

для пр. $1 \rightarrow 2$: $\frac{T}{p} = \frac{nT}{np} \Rightarrow p_2 = np$

2) в пр. $1 \rightarrow 2$ $\delta A > 0$, зн $Q_{12} > 0$; в пр. $2 \rightarrow 3$ $\delta A > 0$ и $\Delta E > 0$, зн

$Q_{23} > 0$, т.е. нам надо найти $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$ из графика видно что нам надо найти $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$.

3) $1 \rightarrow 2$ изохорн. пр., зн. $C_{12} = \frac{3}{2} R$

$2 \rightarrow 3$ изобарн. пр., зн $C_{23} = CV + R = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$$

4) $Q_{23} = A_{23} + \Delta E_{23}$; $A_{23} = np \cdot (nV - V) = pVn(n-1)$; $\Delta E_{23} = \frac{3}{2} 2R \Delta T_{23} =$

$$= \frac{3}{2} 2R (n^2 T - nT) = \frac{3}{2} 2RT n(n-1) = \frac{3}{2} pV n(n-1) = \frac{3}{2} A_{23}, \text{ зн}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \frac{3}{2} A_{23} = \frac{5}{2} A_{23}, \text{ зн } \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

5) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{нагр.}}}$, где $Q_{\text{нагр.}}$ — количество теплоты

в пр. 1→2 $\Delta E_{12} > 0$, $\delta A_{12} = 0$, ΔE_{12} — изотермический процесс; в пр. 2→3 $\Delta E_{23} > 0$, $\delta A_{23} > 0$, ΔE_{23} — изотермический процесс; $Q_{\text{нагр.}} = Q_{12} + Q_{23}$

6) $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R (nT - T) = \frac{3}{2} \nu R T (n-1) = \frac{3}{2} pV(n-1)$

$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} pVn(n-1)$; $A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (np - p)(nV - V) = \frac{pV(n-1)^2}{2}$

$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{нагр.}}} = \frac{\frac{pV(n-1)^2}{2}}{\frac{pV(n-1)(3+5n)}{2}} = \frac{n-1}{3+5n} = \frac{1}{5} \left(\frac{n-1}{\frac{3}{5} + n} \right) \rightarrow$
 $\frac{1 - \frac{1}{n}}{5 + \frac{3}{n}}$

т.е. при $n \rightarrow \infty$; $\eta = 20\%$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) $\frac{5}{2}$; 3) 20%

№3

(S), (d), (T),

$\frac{q}{m} = (g)$

1) V_1 — ?

2) Q — ?

3) V_2 — ?

1) путь, пройденный частицей $S = 0,75d$

$S = \frac{aT^2}{2}$, где $a = \frac{V_1}{T} \Rightarrow$

$\Rightarrow S = \frac{V_1 T}{2} \Rightarrow V_1 = \frac{2S}{T} = \frac{1,5d}{T}$

2) сила, действующая на заряд $F = qE$, $\mu a = \gamma E =$

$= \gamma \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, где σ — уд. н. зар. обкл. кон. и $\sigma = \frac{Q}{S} \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{\gamma Q}{S \epsilon_0} = \frac{V_1}{T} = \frac{1,5d}{T^2} \Rightarrow Q = \frac{1,5 S \epsilon_0 d}{\gamma T}$

3) на бесконечности $W_{\infty} = 0$ (пот. энергии); около сетки пот.

энергия $W = Eqd = \frac{Qqd}{\epsilon_0 S}$; 3C7: $\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{Qqd}{\epsilon_0 S} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_1^2 = V_2^2 - \frac{Qqd}{\epsilon_0 S} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2,25d^2}{T^2} + \frac{1,5d^2}{T^2}} = \sqrt{\frac{3,75d^2}{T^2}} = \frac{d}{T} \sqrt{3,75}$

Ответ: 1) $\frac{1,5d}{T}$; 2) $\frac{1,5 S \epsilon_0 d}{\gamma T}$; 3) $\frac{d}{T} \sqrt{3,75}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

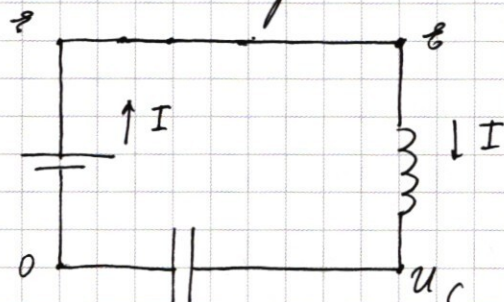
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

1) $I_0' - ?$

2) $I_m - ?$

3) $U_2 = ?$

1) представим для начала, что диода нет, тогда в прощ. момент времени:



$$\mathcal{E} = L I' + U_C = L \ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{\mathcal{E}}{L}, \text{ реш.}$$

это уравнение:

$$q = \frac{q_0}{\omega^2} (1 - \cos \omega t)$$

$$q = q_0 \cos \omega t, \text{ где } q_0 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{1}{LC}} = \mathcal{E} C;$$

из этого также следует, что ток, и скор. по изм. мен. по закону:

$$I(t) = -\frac{q_0}{\omega} \cos \omega t, \text{ зн } I_m = \frac{q_0}{\omega} = \frac{\mathcal{E} C}{\frac{1}{\sqrt{LC}}} = \mathcal{E} \sqrt{LC^3}$$

$$I'(t) = \frac{q_0}{\omega^2} \sin \omega t, \text{ зн } I_0' = \frac{q_0}{\omega^2} =$$

$$I(t) = +q_0 \omega \sin \omega t, \text{ зн } I_m = \mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{L}} = 180 \text{ мА}$$

$$I'(t) = +q_0 \omega^2 \cos \omega t, \text{ зн } I_0' = \frac{\mathcal{E}}{L} = 90 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Ответ: 1) $180 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 2) 180 мА

$$\ell_1 = \frac{3F}{4}$$

$$\ell_2 = \frac{F}{2}$$

(V), (F)

1) f - ?

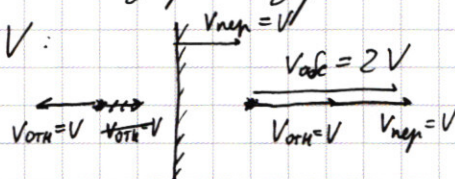
2) α - ?

3) u = ?

1) из геометрии $d = \frac{3}{2}F$; $\frac{1}{f} =$ из фо-ли линзы:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 3F$$

2) т.к. зеркало ух. от ист. со скор. V , то удар в зеркале в СО земли удар. от линзы со скор. $V_1 = 2V$:



3) т.к. при $d=0$, $f=0$, то скорости $\vec{u}$ должны быть направлены в точку A , т.е. из $\triangle FDA$: $\tan \alpha = \frac{AD}{FD} = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$

4) найдем перт. и парам. составл. скорости $\vec{u}$ из формул:

$$u_{||} = \Gamma^2 V_1 = \left(\frac{f}{d}\right)^2 \cdot 2V = 8V$$

$$u_{\perp} = u_{||} \tan \alpha = 8V \cdot \frac{3}{4} = 6V$$

$$u = \sqrt{u_{||}^2 + u_{\perp}^2} = 10V$$

Ответ: 1) $3F$; 2) $\tan \alpha = \frac{3}{4}$; 3) $10V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{3}$$

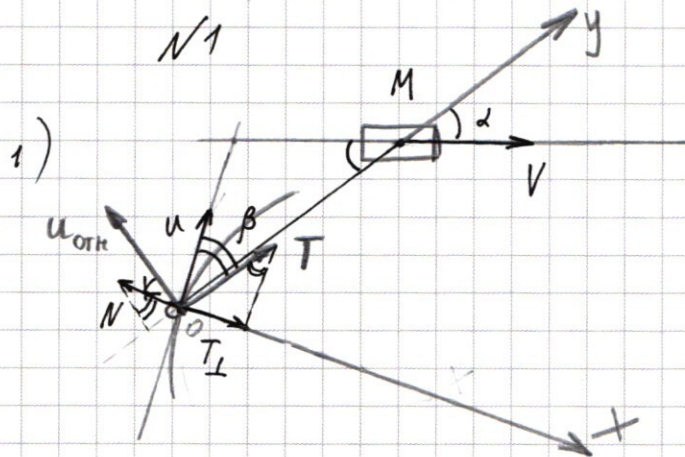
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

1) $u = ?$

2) $u_{\text{отн}} = ?$

3) $T = ?$



из перест. кин. следует, что вдвое её кин. скорости
даны быть равны: $u \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow u = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = V \cdot \frac{75}{68} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

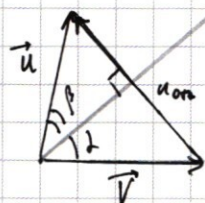
2) $\vec{u}_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{V}$ раскл. 23 Н на Ox :

$T \sin \beta = m a_{\perp}$, где $a_{\perp}$ — центрострем. (нормальное)

ускорение в данной момент u $a_{\perp} = \frac{u^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m u^2}{R \sin \beta}$, где $\sin \beta = \frac{3}{5}$ и

$$T = \frac{5 m u^2}{3 R}$$

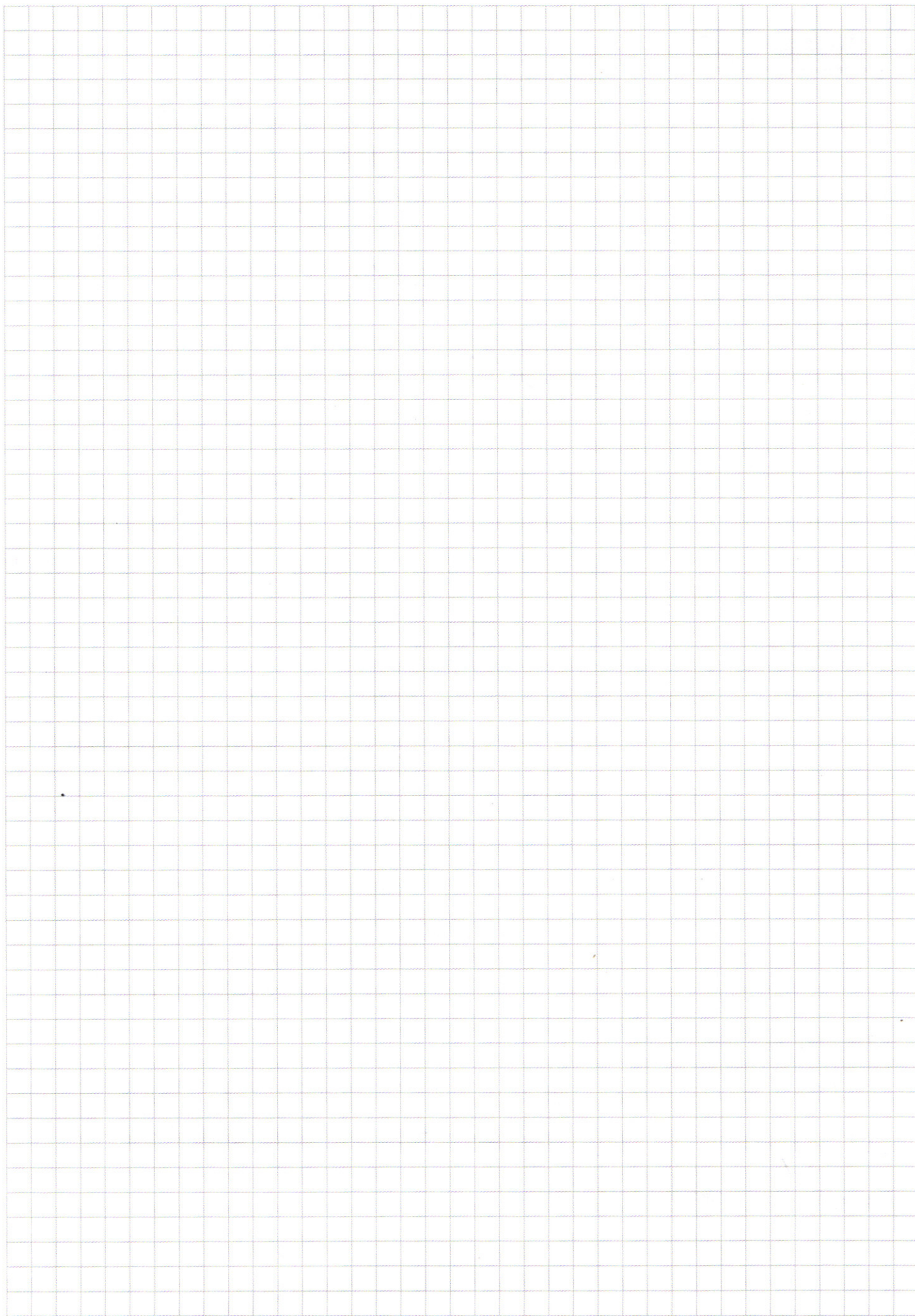
$$\vec{u}_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{V} :$$



$$\begin{aligned} u_{\text{отн}} &= u \sin \beta + V \sin \alpha = \\ &= 75 \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{8}{17} = 45 + 32 = \\ &= 89 \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 77 \frac{\text{см}}{\text{с}} \end{aligned}$$

3) 23 Н на Ox :

$T \sin \beta - N = m a_{\varphi}$, где a_{φ} — центростремительное (нормальное) ускорение и $a_{\varphi} = \frac{u^2}{R} \Rightarrow T \sin \beta - \frac{m u^2}{R} = N$ (сила реакции со стороны пружины)



☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 6
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) расщ. движение в ИСО лунки; $a_{y2} = \frac{u_{отн}^2}{e}$
 23N на Oy: $T - N \sin \beta = m a_{y2} = \frac{m u_{отн}^2}{e} \Rightarrow N = \frac{T}{\sin \beta} - \frac{m u_{отн}^2}{e \sin \beta}$

5) $T \sin \beta - \frac{m u^2}{R} = \frac{T}{\sin \beta} - \frac{m u_{отн}^2}{e \sin \beta} \cdot \sin \beta$

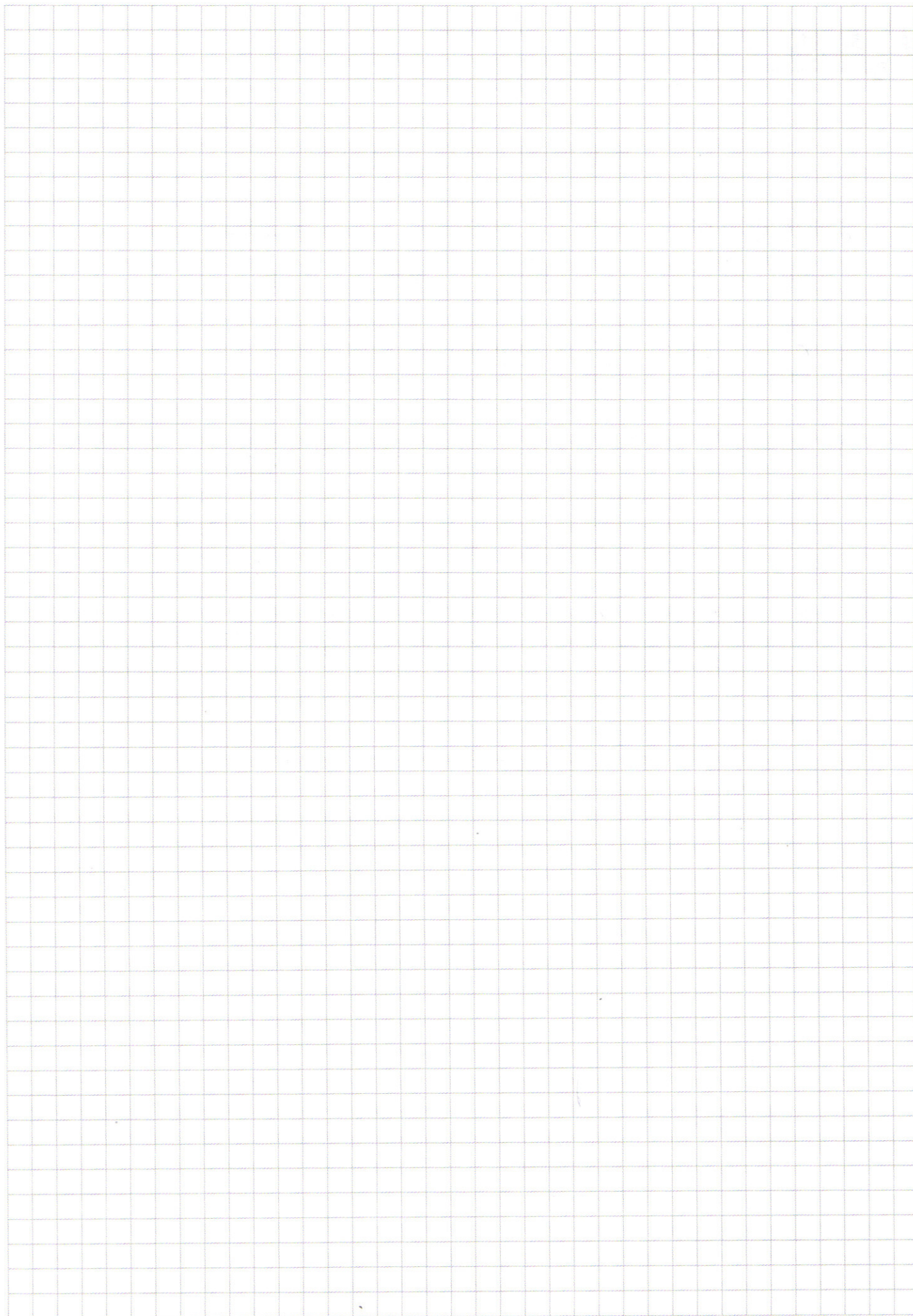
$$T(\sin^2 \beta - 1) = \frac{m u^2 \sin \beta}{R} - \frac{m u_{отн}^2}{e} \Rightarrow T = \frac{m u_{отн}^2}{e \cos \beta} - \frac{m u^2 \sin \beta}{R \cos \beta} =$$

$$= \frac{\frac{m u_{отн}^2}{5R} \cdot \frac{4}{5}}{\frac{4}{5}} - \frac{m u^2 \cdot \frac{3}{5}}{R \cdot \frac{4}{5}} = \frac{3}{4} \frac{m u_{отн}^2}{R} - \frac{3}{4} \frac{m u^2}{R} = \frac{3m}{4R} (u_{отн}^2 - u^2) =$$

$$= \frac{3 \cdot 0,1 \cdot (77-75) \cdot (77+75) \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 1,9} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 152 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 1,9} = 12 \cdot 10^{-4} \text{ Н} =$$

$$= 1,2 \text{ мН}$$

Ответ: 1) $75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $1,2 \text{ мН}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

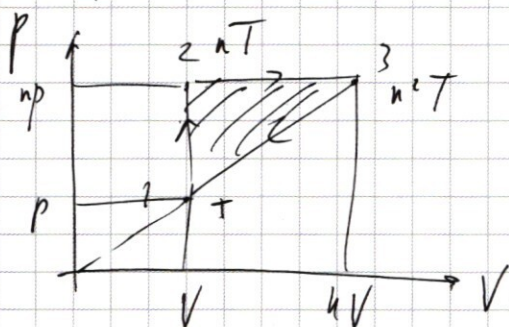
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$g \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = g \cdot \sqrt{400 \cdot 10^{-6}} = g \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 180 \text{ мА}$$

$$\frac{g}{0,1} = 90 \text{ мА}$$

$$\varepsilon C \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{L}}$$



$$A = \frac{1}{2} (np - p) (nV - V) = \frac{pV}{2} (n-1)^2$$

$$Q_{(+)}_{12} = \frac{3}{2} nRT(n-1) = \frac{3}{2} pV(n-1)$$

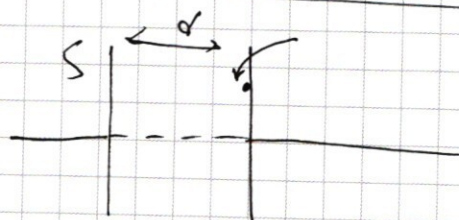
$$Q_{(+)}_{23} = \frac{3}{2} nR(n^2T - nT) + np \cdot (nV - V) =$$

$$= \frac{3}{2} pVn(n-1) + pVn(n-1) = \frac{5}{2} pVn(n-1)$$

$$\frac{\frac{pV(n-1)^2}{2}}{\frac{3}{2} pV(n-1) + \frac{5}{2} pVn(n-1)} = \frac{(n-1)^2}{3(n-1) + 5n(n-1)} = \frac{n-1}{3+5n}$$

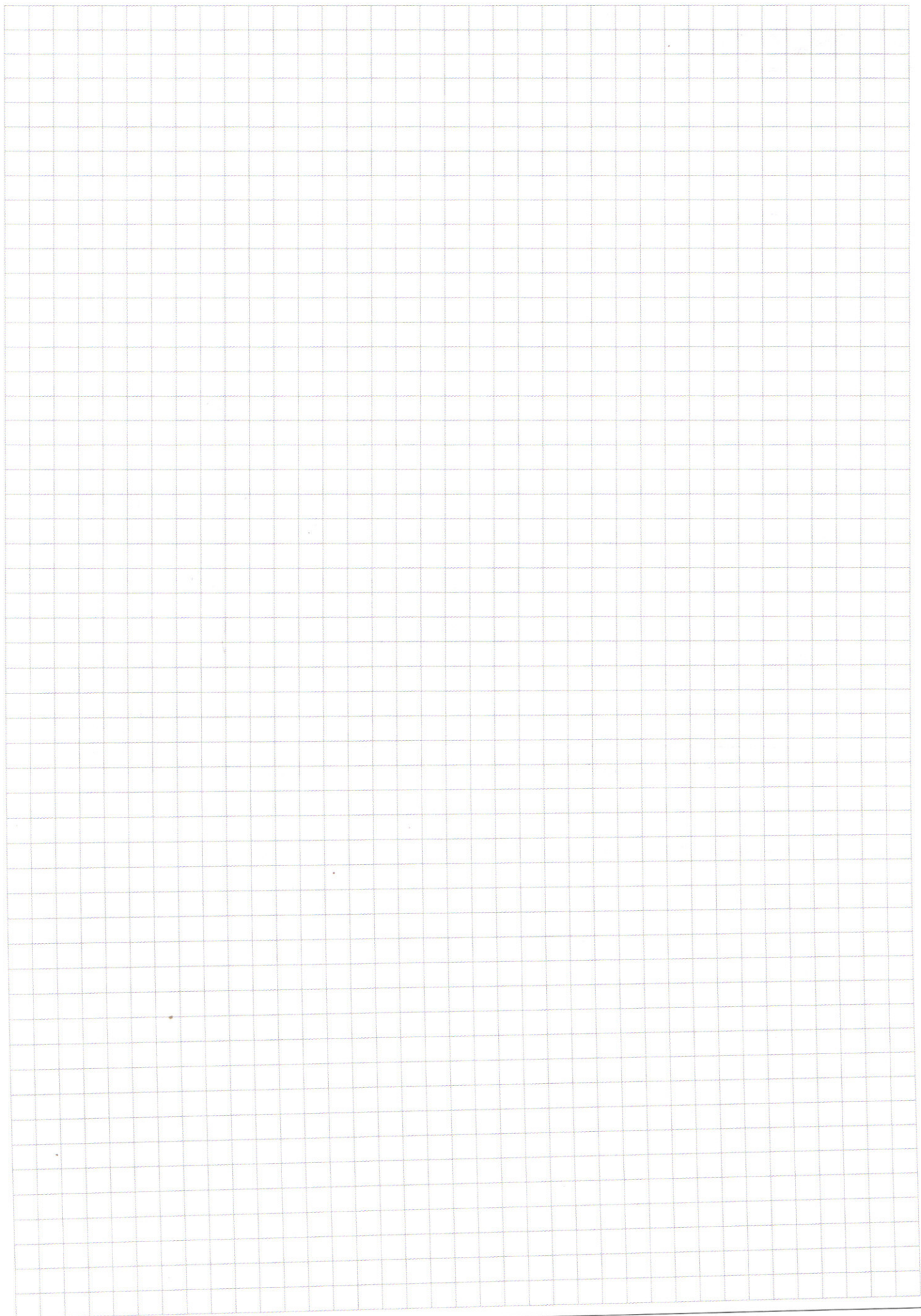
$$= \frac{1 - \frac{1}{n}}{\frac{3}{n} + 5} = \frac{1 - \frac{1}{n}}{5 + \frac{3}{n}} \rightarrow \frac{1}{5}$$

$$5R + \frac{2+5n-4n-1}{3+5n} = 1 - \frac{4(n-1)}{3+5n}$$



$$\varphi_{\infty} = 0$$

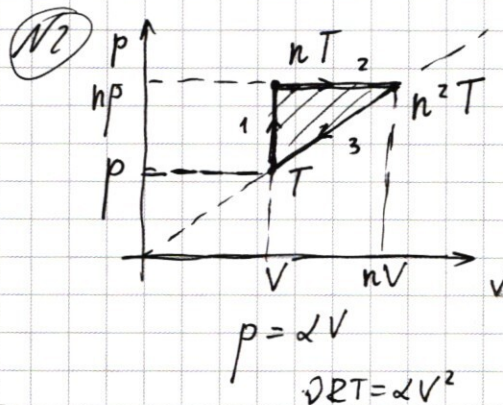
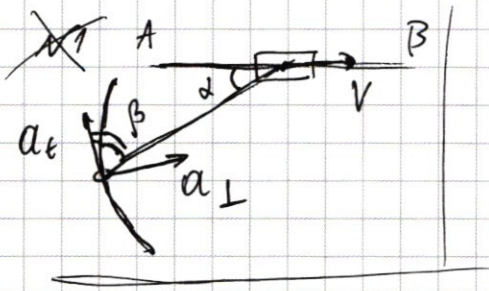
$$Q = \frac{\varepsilon_0 d Q}{\varepsilon_0 S}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$c_p \Delta T =$$

$$= p \Delta V + \frac{3}{2} \Delta R \Delta T$$

$$c_1 = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$c_2 = c_1 + R = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta E = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R T n(n-1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{(+)}} = \frac{(n-1)^2 p V}{2 n}$$

$$= 1 - \frac{Q_{(-)}}{Q_{(+)}}$$

$$A = \frac{(np - p)(nV - V)}{2} = \frac{pV(n-1)^2}{2}$$

$$\eta = \frac{(n-1)^2}{5n(n-1)} = \frac{n-1}{5n}$$

$$= \frac{1}{5} \left(\frac{n-1}{n} \right) = \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{n} \right) = 20\%$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{3}{5} ; \quad (n-1)^2 p V$$

$$np(nV - V) = pVn(n-1)$$

$$Q_{(+)} = \Delta E_k + A_{12}$$

$$Q_{(+)} + Q_{(-)} = \Sigma A$$

$$Q_{(+)} = \frac{3}{2} \Delta R T(n-1)$$

$$A_{12} = Q_{(+)}^2 = np(n(n-1)pV + \frac{3}{2} \Delta R n)$$

$$Q_{(+)} = np \cdot (nV - V) + \frac{3}{2} \Delta R (n^2 T - nT) =$$

$$= pVn(n-1) + \frac{3}{2} \Delta R T n(n-1) =$$

$$= pVn(n-1) + \frac{3}{2} pV(n-1) =$$

$$= \frac{5}{2} pVn(n-1)$$

$$\frac{3}{2} pV(n-1) + \frac{5}{2} pVn(n-1) = \frac{pV}{2} (n-1) (3 + 5n)$$

$$\left(\frac{n-1}{1+5n} \right)' = \frac{(3+5n) - 5(n-1)}{(3+5n)^2} = \frac{8}{(3+5n)^2} = 0$$

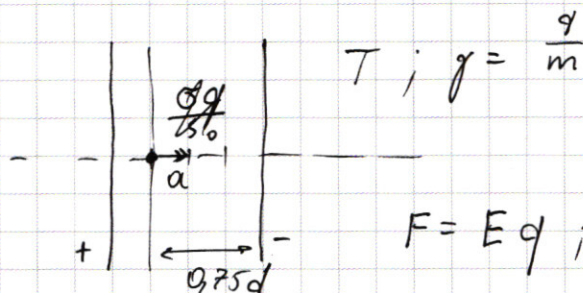
$$\frac{1}{5} \left(\frac{n-1}{\frac{3}{5} + n} \right)$$

$$\left(\frac{n-1}{\frac{3}{5}+n}\right)' = \frac{\left(\frac{3}{5}+n\right) - (n-1)}{\left(\frac{3}{5}+n\right)^2}$$

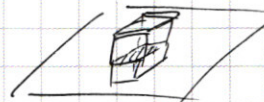
$$\frac{5n+3-4n-4}{3+5n} =$$

$$= 1 - \frac{4(n-1)}{3+5n} = 1 - \frac{4}{5} \left(\frac{n-1}{\frac{3}{5}+n} \right) \quad \left| \frac{3}{5}+n = n-1 \right.$$

$$2E\gamma = \frac{\sigma\gamma}{\epsilon_0}$$



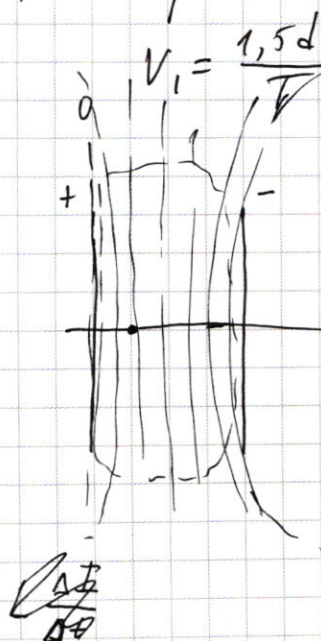
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$



$$F = Eq; a = E\gamma = \frac{\sigma\gamma}{\epsilon_0} = \frac{Q\gamma}{S\epsilon_0}$$

$$2 \cdot 0,25d \cdot \frac{V_1}{T} = V_1^2$$

$$0,25d = \frac{aT^2}{2} = \frac{Q\gamma T^2}{2S\epsilon_0} \Rightarrow Q = \frac{1,5S\epsilon_0 d}{\gamma T^2}$$



$$V_1 = \frac{1,5d}{T} \quad V_1 = aT = 0,75d$$

$$a = \frac{V_1}{T}; 0,7 \quad \infty$$

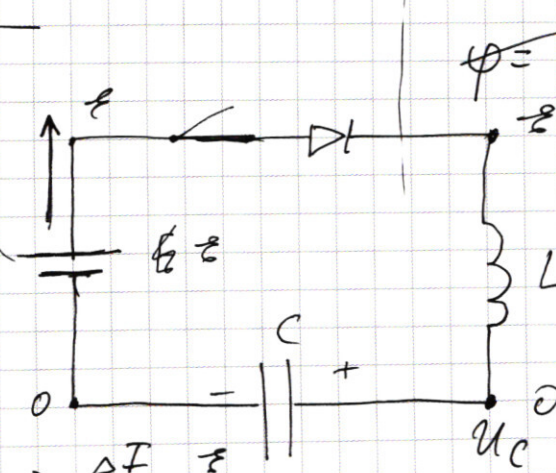
$$W = k \frac{q_1 q_2}{r} \quad \frac{1}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\omega^2 x = \frac{g}{L}$$

$$x = \frac{g}{L\omega^2}$$

$$A = Ed = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d = \frac{Q}{\epsilon_0 S} d$$

$$W = A = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}$$



$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = E \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{E}{L}$$

$$[a] + \omega^2 x = \omega^2 x_0$$

$$E = L\dot{I} + U_C = L\dot{I} + \frac{q}{C} = L\dot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ddot{q}(t) + \frac{q(t)}{LC} = \frac{E}{L} \Rightarrow \ddot{q} + \omega^2 q = \frac{E}{L} \Rightarrow q_{max} = EC$$

$$q(t) = q_0 \cos \omega t$$

$$I = \frac{q_0 \omega}{\omega} \cos \omega t = \frac{EC}{\sqrt{LC}} = E \sqrt{\frac{C}{L}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

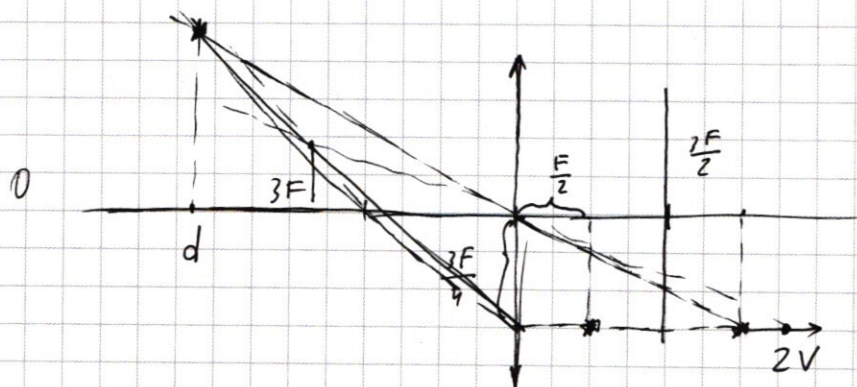
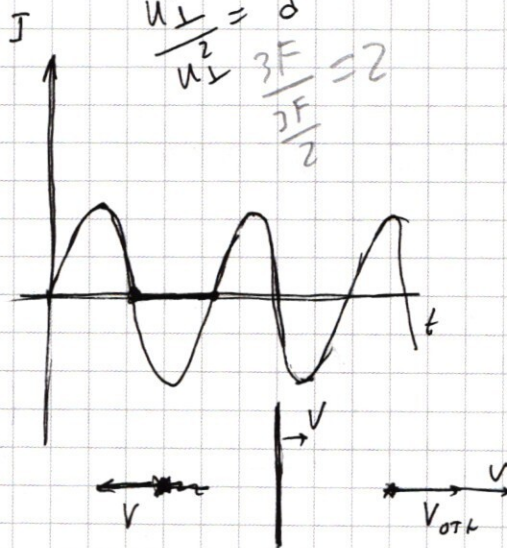
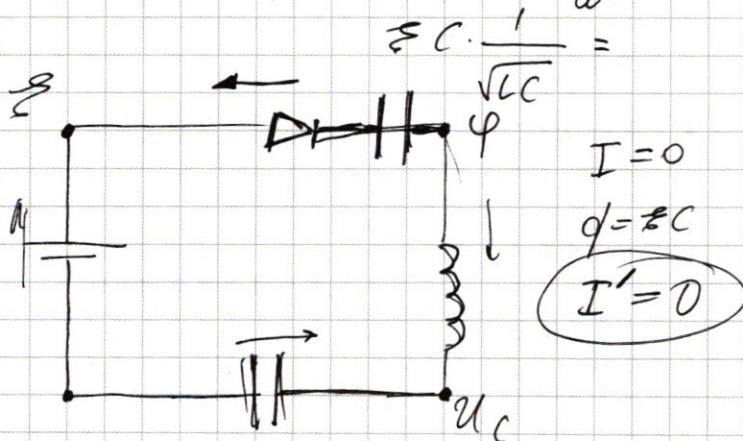
$$\ddot{q} = \frac{\tau}{L} \quad | \quad q_0 \omega^2 \quad \textcircled{\ddot{q}} + \frac{\Phi}{LC} = \textcircled{q_0} \omega^2$$

$$q(0) = 0 \quad q_0 = \frac{q}{LC} \quad \sqrt{\quad} = q$$

$$ZC \cdot \sqrt{C} \frac{1}{\sqrt{C}}$$

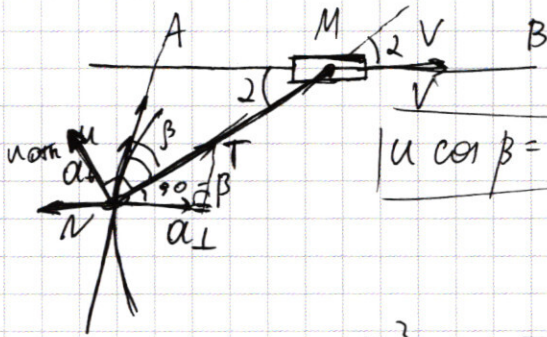
$$ZC \cdot \frac{1}{LC} = \frac{Z}{L}$$

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{f}{d}$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F} = \text{const}$$

$$\frac{1,5 \cancel{\epsilon_0} d}{\cancel{\gamma} T} \cdot \frac{\cancel{\gamma} d}{\cancel{\epsilon_0} 5} = \frac{1,5 d^2}{1}$$



$$u \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{u^2}{R} = T \sin \beta \Rightarrow$$

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

$$u_{\text{отн}} = \frac{u_{\text{отн}}^2}{\ell} = \frac{T}{m} \Rightarrow$$

$$u_{\text{отн}} = \sqrt{\frac{T \ell}{m}} = \sqrt{\frac{u^2}{R \sin \beta} \cdot \frac{5R}{3m}} = \sqrt{\frac{5u^2}{3 \sin \beta}}$$

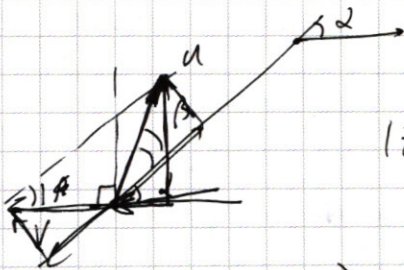
$$\frac{5 \cdot 0,1 \cdot 75 \cdot 75 \cdot 10^{-2}}{5,7}$$

$$\frac{5 \cdot 1,8 \cdot 75 \cdot 75 \cdot 10^{-4}}{5,7} = \frac{5 \cdot 1,8 \cdot 75 \cdot 75 \cdot 10^{-4}}{5,7}$$

$$\frac{5 \cdot 0,1 \cdot 75 \cdot 75 \cdot 10^{-4}}{5,7} = \frac{5 \cdot 75 \cdot 75}{57} \cdot 10^{-4}$$

$$25 \cdot 75 = 1875$$

$$\frac{289}{289} - \frac{225}{289} = \frac{64}{289} = \frac{8}{17}$$



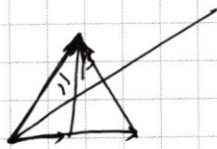
$$180 - (\beta + \alpha) + \cos(\beta + \alpha)$$

$$75 + 45 + 24$$

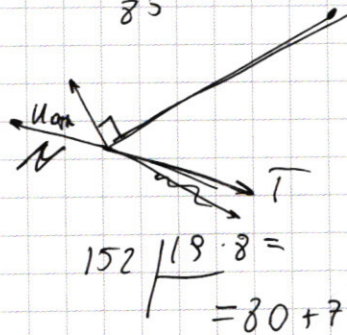
$$\cos(\beta + \alpha) = \cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{85}$$

$$4 \cdot 8 = 32$$

$$75 \cdot 75 + 68 \cdot 68 + 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85}$$



$$(77 - 75) \cdot (77 + 75) = 2 \cdot 152$$



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

$$T - N =$$

$$152 \mid 19 \cdot 8 = 80 + 72$$