

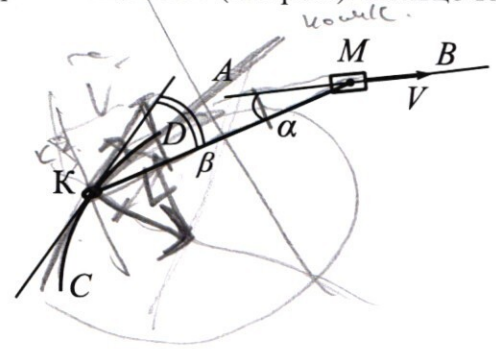
Олимпиада «Физтех» по физике,

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.



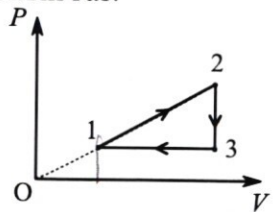
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

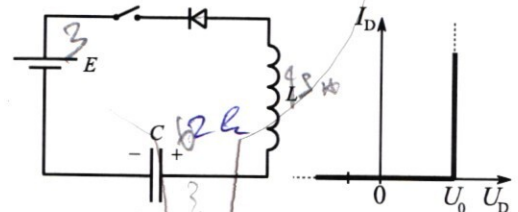
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

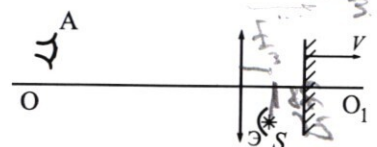


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

1) Система трех осей: Ox - ось трека, Oy - ось, Oz - ось, U_x - скорость по Ox , V - скорость по Oz , U_y - скорость по Oy .

2) Oy - ось, $\perp Ox$; тогда

Ox : $U_x \cos \beta = V \cos \alpha = 0$

Oy : $U_x \sin \beta + V \sin \alpha = 51 \cdot \frac{15}{17} + 40 \cdot \frac{4}{5} = 77 \frac{15}{17} \approx 77 \frac{1}{2}$

3) В СО земли тело движется по окружности $R = 1,7 \text{ м}$, $U_x^2 = T \sin \beta + \frac{V_y^2}{R}$, $V_y = T \sin \beta - \frac{U_x^2}{R}$.

В СО земли по окружности $R = 1,7 \text{ м}$ (окр. трека).

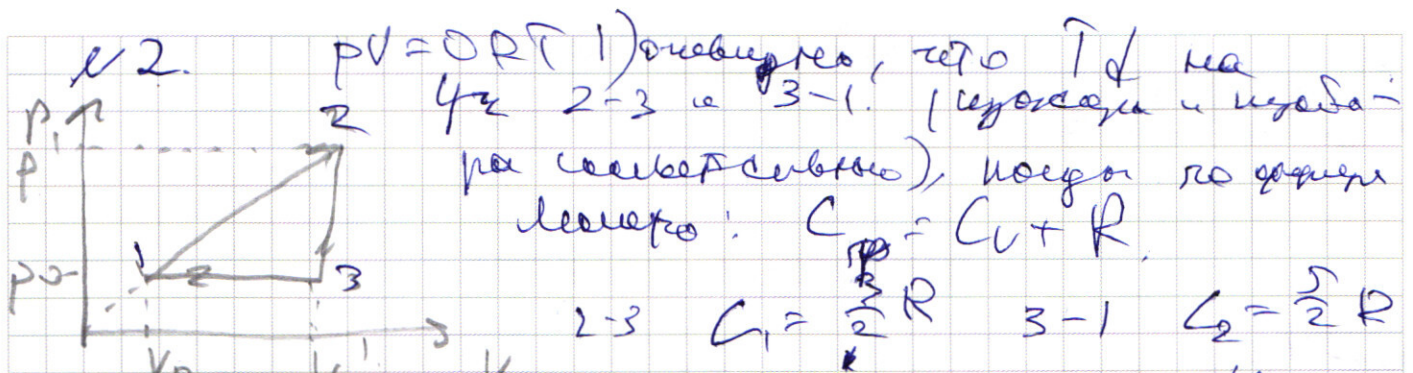
$\frac{V_{\text{отн}}^2}{R} = T - V_y \sin \beta$, $\frac{V_{\text{отн}}^2}{R} = T - \sin \beta \cdot (T \sin \beta - \frac{U_x^2}{R})$

$\frac{V_{\text{отн}}^2}{R} = T = T \sin^2 \beta + \frac{U_x^2}{R} \sin \beta \Rightarrow T = \frac{\frac{V_{\text{отн}}^2}{R} - \frac{U_x^2}{R} \sin \beta}{\cos^2 \beta}$

$= \frac{0,77^2 \cdot 15}{1,7 \cdot 17} - \frac{0,51^2 \cdot 15}{1,7} \cdot \frac{15}{17} = \frac{15}{1,7 \cdot 17} \cdot \frac{(0,77^2 - 0,51^2) \cdot 15}{64} \cdot \cos^2 \beta$

$\frac{6^4}{17^2} \approx \frac{15}{1,7 \cdot 17} \cdot 0,26 \cdot 1,28 \cdot 1,7 \cdot 10 \approx 150 \cdot 0,26 \cdot 1,28 = 3 \cdot 0,26 = 0,78 \text{ Н}$

Ответ: $V = 0,51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $V_{\text{отн}} = 0,77 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T = 0,78 \text{ Н}$.



2) 1-2: $\frac{3}{2} (p'V' - p_0V_0) = Q - (p' + p_0) \cdot \frac{1}{2} (V' - V_0)$

• $(V' - V_0) = Q - \frac{1}{2} (p'V' - p_0V_0)$

• $\frac{Q_{12}}{A} = \frac{2(p'V' - p_0V_0)}{\frac{1}{2}(p'V' - p_0V_0)} = 4$

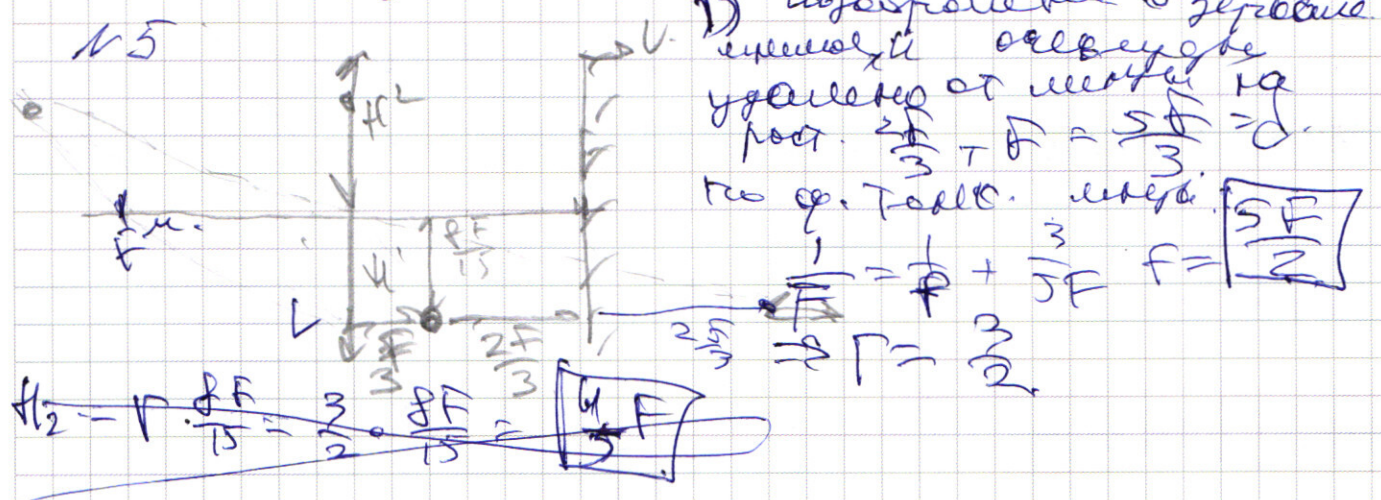
3) $\eta = \frac{A_{\text{получено}}}{Q_{\text{затрачено}}} = \frac{(p' - p_0)(V' - V_0) \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}(p'V' - p_0V_0)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{(p'V' - p'V_0 - p_0V' + p_0V_0)}{p'V' - p_0V_0}$

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

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

$\eta_{\text{макс}} = \frac{1}{4} \Rightarrow 25\%$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) 4 3) 25%.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2). Изображение в линзе движется равномерно
таблицей ортимальной осей, когда ось
компенсирована, что $\tan \alpha = \frac{1}{15} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{15}$.

3). В 10-й точке изображения изображения
через зрительную точку, освещая со
скоростью $2V$, тогда $U_1 - U_2$ равно
изобр. в линзе, тогда
 $U_1 \cos \alpha = 2V \tan^2 \alpha \Rightarrow U_1 = \frac{2V \cdot \frac{1}{15} \cdot 17}{10} = \frac{51V}{10}$.

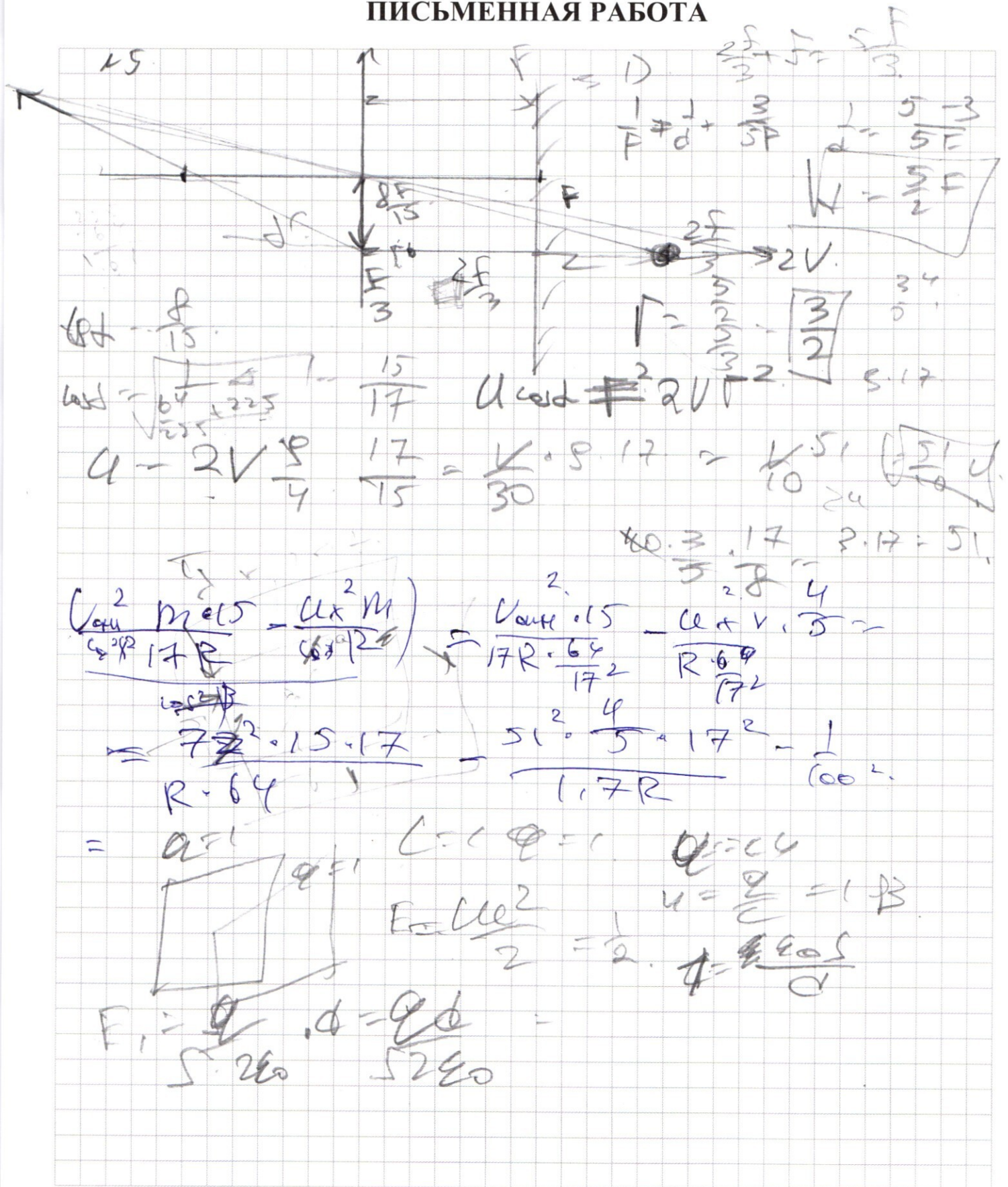
Ответ: 1) $\frac{5V}{2}$ 2) $\tan \alpha = \frac{1}{15}$ 3) $U_1 = \frac{51}{10} V$.

4) после замыкания ключа ток идет
через диод, причем $E - 2E = U_d + U_s$.
 $U_s = -E \Rightarrow -LS' = -E \Rightarrow S' = \frac{E}{L} = 15 \cdot \frac{1}{15} = 1$.

2). Максимальный ток $\rightarrow \frac{dI}{dt} = 0$ при $U_c = U$
 $I_{max} = \frac{LS^2}{2} + (U - \frac{LS^2}{2}) + (\frac{CE^2}{2} - \frac{4CE^2}{2})$
 $I_{max} = E(CE - 2C) = -CE^2$
 $-CE^2 = \frac{LS^2}{2} - \frac{3CE^2}{2} \Rightarrow \frac{LS^2}{2} = \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow S = E\sqrt{\frac{C}{L}} =$
 $= 3 \cdot \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-1}}} = 3 \sqrt{2 \cdot 10^{-8}} = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-4} \text{ A} = 4,23 \cdot 10^{-4} \text{ A}.$

Ответ: 1) $S' = 15 \frac{1}{15}$ 2) $I_{max} = 4,23 \cdot 10^{-4} \text{ A}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$Q = \frac{C U^2}{2}$ $Q = \frac{C U^2}{2}$ $U = \frac{Q}{C}$ $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ $S = \frac{C d}{\epsilon_0}$
 $E = \frac{C U^2}{2}$ $F = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\frac{C d}{\epsilon_0}} = \frac{Q \epsilon_0}{C d}$ $\frac{C d}{\epsilon_0} =$ $S = \frac{C d}{\epsilon_0}$
 $E = \frac{Q}{2 \epsilon_0}$ $d = E$ $E = \frac{U}{d}$ $E = \frac{Q}{S} \cdot \frac{Q d}{\epsilon_0} = \frac{Q^2 d}{2 \epsilon_0}$
 $\frac{E d}{2} = \frac{U^2}{2}$ $U = E d$ $E d = \frac{U^2}{2}$ $2 E d =$
 $\frac{U^2}{2} = E d$ $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ $\frac{U^2}{2} =$
 $\frac{\epsilon_0 S}{2} = E d^2$ $\frac{E d}{2} = \frac{U^2}{2}$
 $E d = U^2$ $C = \frac{E d}{U^2} = \frac{Q}{U}$
 $F = \frac{E}{d}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} & \frac{0.77^2 \cdot 15}{1.7 \cdot 1.7} - \frac{0.51^2 \cdot 15}{1.7 \cdot 1.7} = \frac{15}{1.7 \cdot 1.7} \left(\frac{0.77^2 - 0.51^2}{0.4} \right) \cdot 1.72 \\ & = \frac{15}{1.7 \cdot 1.7} (0.77^2 - 0.51^2) \cdot 1.7 \cdot 1.0 = \frac{150}{64} (10.26 \cdot 1.28) \\ & = \frac{150 \cdot 0.26 \cdot 1.28}{1.7 \cdot 1.00} = \frac{300}{1.00} \cdot 0.26 = 3 \cdot 0.26 = \\ & = 52 + 16 = 78 \end{aligned}$$

$$\frac{mv^2}{2} = 4E_{0.2d}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{0.2d}$$

$$\lambda = \frac{E}{\nu}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В шельф перенесен (до) южной части
обозначенной на карте нового до (6) шельфа.
примечание к этому району нового
объекта, 1964.3

$U \cos \beta = V \cos \alpha$ $U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{4.0 \cdot 3}{5} = 2.4$
 $V \cos \alpha = U \cos \beta$ $V = \frac{U \cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{2.4 \cdot 5}{3} = 4.0$
 $U \sin \beta = V \sin \alpha$ $U = \frac{V \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{4.0 \cdot 4}{3} = 5.3$
 $V \sin \alpha = U \sin \beta$ $V = \frac{U \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{5.3 \cdot 3}{4} = 3.975$

Q. $U_1 \perp U_2 = \text{Ker } T = 0$.

$$0 = (v \cos \theta + v_m) \left(v \cos \theta + v_m \right)^2 - v^2 \left(\frac{\cos \theta + m}{\cos \theta} + \frac{m \cos \theta}{\cos \theta} \right) \cdot \frac{v^2}{\cos^2 \theta} \sin \theta = 0$$

В. Илья Юнон, Тога

$$a_m = \sqrt{2} m \beta$$

$$\underline{m u_x^2} = U_{mg}$$

$$RV = \frac{D}{RAT}$$

$$AT = \frac{PC}{VR}$$

$$\frac{V_{\text{orb}}^2}{m} = V - U_x$$

Ans $N = \max$

$$L = \frac{V_{eff} \cdot h}{2} \cdot \frac{W_{eff}}{W}$$

$$\frac{44^2 \cdot 5}{172} = \frac{4 \times 11}{8 \times 11}$$

$$V_{\text{eff}}^2 = \frac{15}{17} = \frac{u^2}{u^2}$$

00-0027

$$2-3 \sum (p_0 V^1 - p^1 V^1) = Q$$

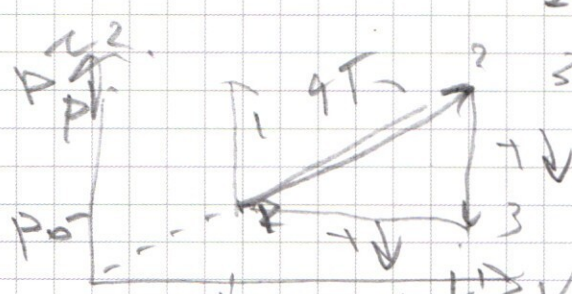
$$\dot{m}(p_0 u_0 - p_1 u_1) = Q - (p_0 (V_0 - V_1))$$

$$\downarrow \frac{3}{2} (p_0 V^1 - p^1 V^1) = Q.1 \quad \frac{V_1}{V_2} = N - N_s$$

$$\frac{S}{2} (p_0 v_0 - p_0 v) = Q_2 \frac{dx}{x} \text{ mit } \ln 2 = 0.693$$

$$2(p'v' + p'v) \quad C = 2.82 \quad 4.41$$

u. 23



$$Q_1 = C_D \cdot \left(\frac{v}{D^2} \right)$$

$$p_0 V_1 - p_0 V_0 + p' V_1 - p' V_0 \quad \frac{p'}{p_0} = \frac{V_0}{V_1}$$

$$2) \text{ (1-2) } \sum (p' V_1 - p_0 V_0) = Q = \left(\frac{p_0 + p'}{2} \right) (V_1 - V_0)$$

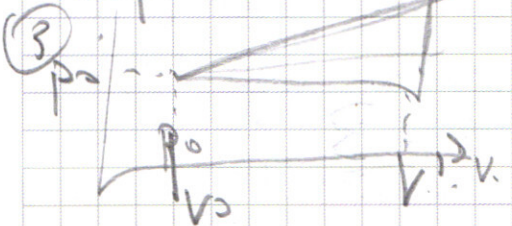
$$\sum (p' V_1 - p_0 V_0) = Q = \frac{1}{2} (p' V_1 - p_0 V_0) \quad Q = 2(p' V_1 - p_0 V_0)$$

$$\frac{p'}{p_0} = \frac{V_0}{V_1}$$

$$\sum (p' V_1 - p_0 V_0) = \frac{1}{2} (p' V_1 - p_0 V_0) \quad k = 4$$

$$p' V_0 = p_0 V_1$$

$$\frac{p'}{p_0} = \frac{V_1}{V_0} = k$$



$$p' = p_0 = k \frac{p_0}{V_1} = k$$

$$\frac{p'}{p_0} = \frac{V_0}{V_1} = k \quad p_0 = k V_0$$

$$p = k V_1$$

$$= \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \frac{2 p_0 V_0 - p' V_0 - p_0 V_1}{p' V_1 - p_0 V_0} p_0 V_1$$

$$k = \frac{p'}{p_0} = \frac{V_1}{V_0}$$

$$\frac{2 - \frac{p'}{p_0} - \frac{V_1}{V_0}}{\frac{p' V_1}{p_0 V_0} - 1} = \frac{2 - 2 \frac{p'}{p_0} - \frac{p' V_1}{p_0 V_0} - 1}{\frac{p' V_1}{p_0 V_0} - 1}$$

$$= \frac{2 - 2k - k^2}{k^2 - 1} = \frac{2(1-k)}{(k-1)(k+1)}$$

$$= \frac{2}{k+1} \quad k > 0$$

$$k^2 - 2k + 1 = (k-1)^2$$

$$\frac{k^2 - 2k + 1}{4(k-1)(k+1)} = \frac{(k-1)^2}{4(k-1)(k+1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$= \frac{(k-1)}{(k+1)} \cdot \frac{1}{4}$$

$$\frac{k+1-2}{k+1} = 1 - \frac{2}{k+1} \quad \frac{1}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

$$U_d + U_s = 3b$$

$$L_s' = \frac{Q}{T} \quad s' = \frac{Q}{T}$$

$$S_{max} \rightarrow U_s' = 0$$

$$E = U_d + U_s$$

$$3) \quad E = U_d + U_s + U_e \quad U_e = E - U_d - U_s$$

