

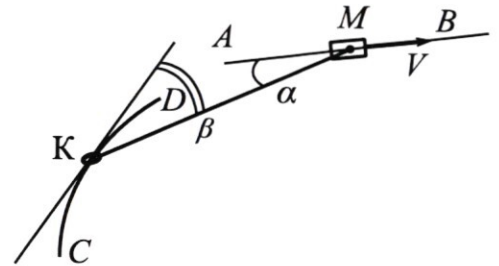
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



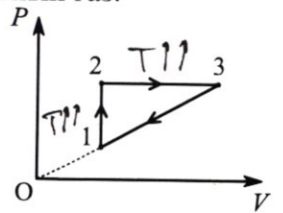
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

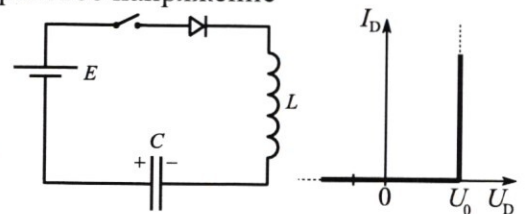
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ 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.

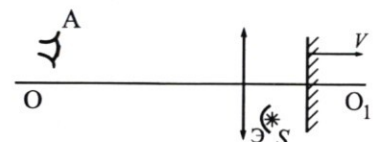


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

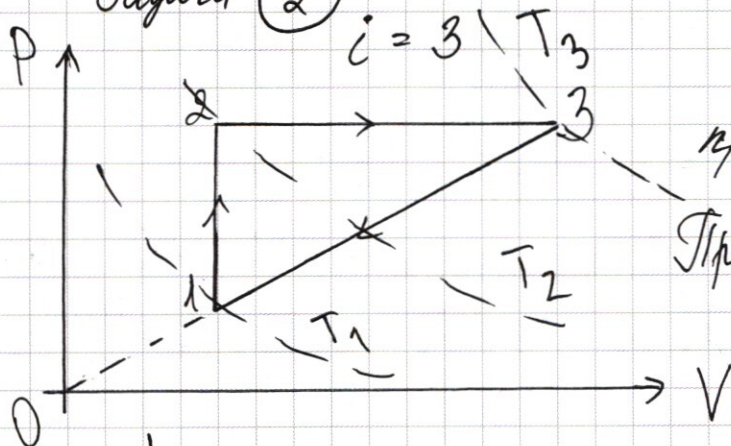
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача (2)



Решение:

1) Рассмотрим представленной цикл.

Процесс 1-2: $V = \text{const}$
 $\Rightarrow$ справедлив 3-й закон Шарля,

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1} > T_1$$

$\Rightarrow \Delta T_{12} = T_2 - T_1 > 0$ и температура увеличивается

I начало термодинамики для процесса 1-2:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} =$$

$$- \left[\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) \right]. \quad (*)$$

Уравн. с гр. стороны, $Q_{12} = \nu C_{V12} \cdot \Delta T_{12}$

2) Процесс 2-3: $P = \text{const} \Rightarrow$
справедлив 3-й закон Гей-Люссака,

$$(V_1 = V_2)$$

$$\frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_3 = T_2 \cdot \frac{V_2}{V_3} > T_2 \Rightarrow \Delta T_{23} > 0,$$

температура также увеличивается.

$$V_3 = V_1 \frac{T_3}{T_2} = V_1 \cdot \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} \quad (T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1})$$

- 1) $\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = ?$
- 2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$
- 3) $\eta_{\text{max}} = ?$

I начало термодинамики для процесса 2-3:

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = C_{v23} \cdot \nu \cdot \Delta T_{23}.$$

$$A_{23} = p_2 (V_3 - V_1) = p_2 \cdot V_1 \left(\frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{p_1}{p_2} - 1 \right)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R T_2 \left(\frac{V_3}{V_1} - 1 \right) = \frac{3}{2} \frac{\nu R T_2}{V_1} (V_3 - V_1)$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$

$$\text{В т.2 цикла } p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{\nu R T_2}{V_1}$$

$$\text{Тогда } \Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_2 (V_3 - V_1)$$

$$\Rightarrow Q_{23} = p_2 (V_3 - V_1) \left(1 + \frac{3}{2} \right) = \left[\frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_1) \right]. (**)$$

3) Процесс 3-1:

$$(p_2 = p_3)$$

$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{V_1}{V_3}$$

Изотерма для
состояний 1
и 3 цикла,
где для
состояний
3 $\Rightarrow T_3 < T_1$,

температура уменьшается.
(Поэтому требуется найти $\frac{C_{v12}}{C_{v23}}$)

$$V_3 = \frac{p_3}{p_1} V_1 = \frac{p_2}{p_1} V_1. (2)$$

$$4) \Delta T_{23} = T_2 \left(\frac{V_3 - V_1}{V_1} \right) =$$

Подставим сюда для V_3 (2):

$$\Delta T_{23} = T_2 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \left(\frac{p_2 - p_1}{p_1} \right)$$

$$5) \Delta T_{12} = T_1 \left(\frac{p_2 - p_1}{p_1} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача ② Продолжение.

Из равенства для Q_{12} (*):

$$6) C_{V12} = \frac{Q_{12}}{D \Delta T_{12}} = \frac{3}{2} \frac{(p_2 - p_1) V_1 \cdot p_1}{D T_1 (p_2 - p_1)} = \frac{3}{2} \frac{p_1 V_1}{D T_1} = \frac{3}{2} R$$

7) Из равенства для Q_{23} (**):

$$C_{V23} = \frac{Q_{23}}{D \Delta T_{23}} = \frac{5}{2} \cdot \frac{p_2 V_1}{p_1} \cdot \frac{(p_2 - p_1) \cdot p_1^2}{D T_1 (p_2 - p_1) \cdot p_2}$$

$$C_{V23} = \frac{5}{2} \frac{p_1 V_1}{D T_1} = \frac{5}{2} R$$

$$8) \boxed{\frac{C_{V12}}{C_{V23}} = \frac{3}{5}}$$

9) Из действия 2) для процесса 2-3
определим, что

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_2 (V_3 - V_1)$$

$$A_{23} = p_2 (V_3 - V_1) \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}}$$

10) Рассмотрим процесс 3-1:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} D R \Delta T_{31} < 0$$

$$A_{31} = - \oint_{\text{процесса 31}} < 0 \Rightarrow Q_{31} \leq 0 \Rightarrow Q_X$$

$$A_{31} = - \left(\frac{p_2 + p_1}{2} \right) \cdot (V_3 - V_1) = - \frac{(p_1 + p_2) V_1 (p_2 - p_1)}{2 p_1}$$

$$A_{31} = - \frac{(p_2^2 - p_1^2)}{2p_1} V_1$$

~~для~~ ~~3-х~~

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_3 V_3 = p_2 V_3 = \nu R T_3$$

$$\frac{p_2 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3^2}{V_1^2} \Rightarrow \Delta U_{31} = \frac{-3}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$= -\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\frac{V_3^2}{V_1^2} - 1 \right) = -\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\frac{p_2^2 - p_1^2}{p_1^2} \right) =$$

$$= -\frac{3}{2} \frac{\nu R T_1}{p_1} \left(\frac{p_2^2 - p_1^2}{p_1} \right) = -\frac{3}{2} \frac{(p_2^2 - p_1^2) V_1}{p_1}$$

1) У того $Q_{31} = - \frac{2(p_2^2 - p_1^2)}{p_1} V_1 < 0$

1) $\eta = \frac{Q_H - |Q_X|}{Q_H}$; $Q_{12} > 0$ и $Q_{23} > 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{(p_2 - p_1) V_1}{2} \left(3 + 5 \frac{p_2}{p_1} \right)$$

$$\eta = \frac{\frac{(p_2 - p_1) V_1}{2} \left(3 + 5 \frac{p_2}{p_1} \right) - 2 \frac{(p_2 - p_1)}{p_1} (p_2 + p_1) V_1}{\frac{(p_2 - p_1) V_1}{2} \left(3 + 5 \frac{p_2}{p_1} \right)}$$

$$= 1 - \frac{2(p_2 + p_1)}{3p_1 + 5p_2} = 1 - \frac{4(p_2 + p_1)}{3p_1 + 5p_2} = 1 - \frac{4 \frac{p_2}{p_1} + 4}{5 \frac{p_2}{p_1} + 3};$$

$\frac{p_2}{p_1} = a$; $\Rightarrow \eta = \eta_{\max}$ при $f = \frac{4 \frac{p_2}{p_1} + 4}{5 \frac{p_2}{p_1} + 3} = \frac{4a + 4}{5a + 3} = f_{\min}$; $f' = \frac{4(5a+3) - 5(4a+4)}{(5a+3)^2} = \frac{-8}{(5a+3)^2} < 0$

Ответ: 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = 0,6$; 2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = 1,5$; 3) $\eta_{\max} =$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

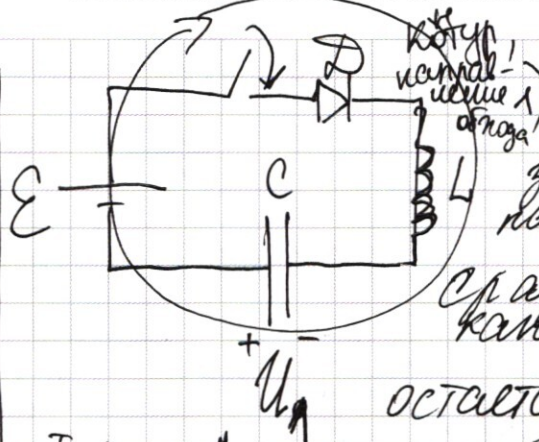
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} \bigg|_0$?

2) $I_{\max}$?

3) U_2 ?



Решение:

В силу широты заряда напряжение на конденсаторе сразу после замыкания ключа не меняется, остается равным U_1 .

После напряжения на U_0 все и $\mathcal{E}$ кат с током,

через катушку, то есть в цепи $\Rightarrow I_0 = 0$ (сразу после замыкания) значит, до

$\mathcal{E}_{Si}$ - ЭДС самоиндукции катушки;

до в начальный момент закрыт, напряжение на цепи принимает пороговое значение $\mathcal{E} + \mathcal{E}_{Si} = U_D + U_1$, $U_D = U_0$

И 3-й катушка для контура

$$\mathcal{E}_{Si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = U_D + U_1 - \mathcal{E}$$

($U_D = U_0$, т.к. в нач. момент времени ток через него еще будет течь)

$$\Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} \bigg|_0 = -\frac{1}{L} (U_0 + U_1 - \mathcal{E}) = \frac{\mathcal{E} - U_0 + U_1}{L}$$

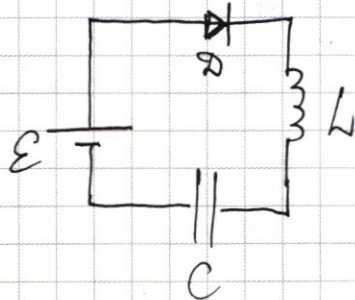
$$= \frac{6 - 1 + 2}{0,1} = \frac{7}{0,1} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Если I в цепи $= I_{\max}$, то

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача ④ Продолжение

3) В установившемся ~~режиме~~ ток в цепи ~~не течет~~. ^{в конденсаторе} Диод будет закрыт.



решили напряжение на катушке $U_L = 0$,
т. к. I в цепи $I = \text{const}$
 $I' = 0$.

Далее не происходит перераспределения зарядов на обкладках конденсатора, т. к. $q = \text{const}$
 $\Rightarrow$ ток в цепи $I = q'(t) = 0$.

Тогда диод закрыт, $U_D < U_0$.

$$E = U_D + U_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{справа} \\ \text{ЗСЭ:} \end{array} \right.$$

$$U_2 = E - U_D; \quad A_E = \Delta W$$

$$2EU_2 + 2EU_1 = U_2^2 - U_1^2 \quad CE(U_2 + U_1) = \frac{C(U_2^2 - U_1^2)}{2}$$

$$U_2^2 - 2EU_2 - U_1(U_1 + 2E) = 0$$

$$U_2 = E^2 + U_1^2 + 2EU_1; \quad U_2 = E + \sqrt{E^2 + U_1^2 + 2EU_1}$$

$$U_2 = 6 + \sqrt{36 + 4 + 24} = 6 + 8 = 14 \text{ В}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t}(0) = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}; 2) I_{\text{max}} = 15,6 \cdot 10^{-2} \text{ А}$

3) $U_2 = 14 \text{ В}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⑤ Изобраз. S^{**} ... параллельно OO_1 , то и скорость $\vec{U}$ направлена параллельно OO_1 (не происходит смены направления; $\vec{U} \uparrow \vec{V}$)

$\triangle ACS^{**} \sim \triangle S^*O_1A$ по 2-м углам

$$\Rightarrow \angle \alpha = \arctg \frac{BS^*}{AB} = \arctg \frac{3/4 F}{5/4 F} = \arctg \frac{3}{5}$$

3) В Кери́деи в ω зеркала.

рассмотр. относительно покоя тело S^* .



Если тело S движется от зеркала со скоростью V ,

то и S^* тоже движется относительно покоя со скоростью V .

В ω земли скорость для S^* равна

$$\vec{U} = \vec{V}_{отн} + \vec{V} = 2\vec{V}.$$

~~Предмет для мизы движется в OO_1 и не происходит смены направления~~

В ω мизы отношение продольных скоростей изображения и предмета равно

$$\Gamma^2 = \frac{U_{отн}}{V_{отн}} \Rightarrow U_{отн} = \Gamma^2 V_{отн}$$

В свою очередь $\Gamma = \frac{f_1}{\frac{5}{4}F} = \frac{5F}{\frac{5}{4}F} = 4$ в данный момент времени.

Поскольку лента неподвижна, то и скорость относительно нее равна искомой.

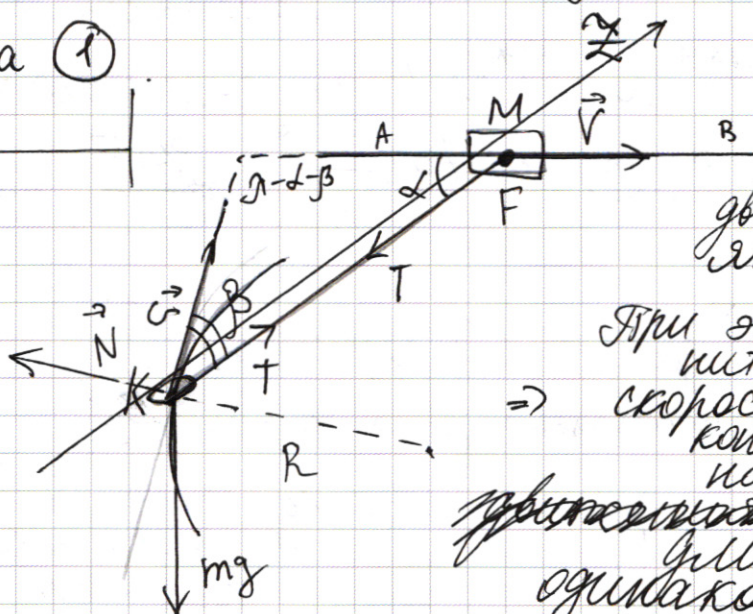
$$\Rightarrow U = \Gamma^2 \cdot 2V = 16 \cdot 2V = 32V$$

Ответ: 1) $f_1 = 5F$; 2) $\alpha = \arctg \frac{3}{5}$; 3) $U = 32V$

Задача ①

Решение:

- 1) $v = ?$
- 2) $v_{отн} = ?$
- 3) $T = ?$



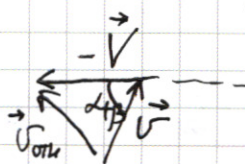
1) Лента M движется с постоянной скоростью V .

При этом длина нити уменьшается $\Rightarrow$ скорость бегит ее концов на направление ~~притягивания~~ нити ~~длина~~ нити ~~одинакова~~.

Концы F на ось Z обладает той же скоростью, что и кольцо K на ось Z.

$$\Rightarrow v \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow v = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{3/5} = \frac{30 \cdot 5}{3} = 50 \text{ м/с.}$$

2) Согласно 3-му закону сложения ускорений, в СИ запишем $\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{V}$ где $\vec{v}_{отн}$ - скорость K относительно муфты.



$$\vec{v}_{отн} = \vec{v} - \vec{V} \quad \text{Треугольник скоростей:}$$

$$v_{отн}^2 = v^2 + V^2 - 2v \cdot V \cos(\alpha + \beta)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача ①. Продолжение.

$$v_{отн}^2 = v^2 + V^2 - 2v \cdot V (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) \quad \begin{matrix} \times 34 \\ 136 \\ \hline 102 \end{matrix}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5}; \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{8}{17}$$

$$v_{отн}^2 = v^2 + V^2 - 2v \cdot V \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{13}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} \right) =$$

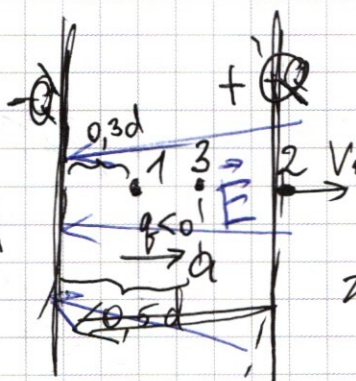
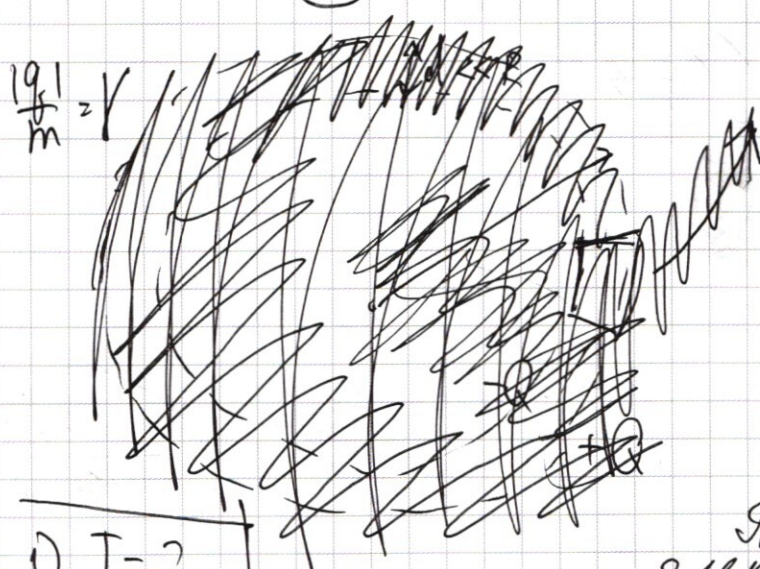
$$= v^2 + V^2 - 2v \cdot V \left(\frac{9}{17} - \frac{32}{5 \cdot 17} \right) = v^2 + V^2 - 2v \cdot V \cdot \frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$v_{отн} = \sqrt{2500 + 1156 - 2 \cdot 50 \cdot 34 \cdot \frac{13}{5 \cdot 17}} = \sqrt{3656 - 520}$$

$$= \sqrt{3136} = 28 \cdot 2 = 56 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 50 м/с; 2) 56 м/с - $v_{отн}$

Задача ③



Движение:

- 1) Пусть начальное положение - т. 1, та точка вылета - т. 2.

Внутри на заряд действует поле откладок с напряженностью E .

При этом работа электрических сил

$$A_{эл} = \Delta K = \frac{m v_1^2}{2}$$

- 1) $T = ?$
- 2) $Q = ?$
- 3) $V_2 \text{ на } \infty = ?$

$$A_{эл} = 1q1(\varphi_2 - \varphi_1) = 1q1 \cdot U_{12} = 1q1 \cdot 0,7Ed = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow E = \frac{mV_1^2}{1q1 \cdot 2 \cdot 0,7d} = \frac{mV_1^2}{1,41q1d} \quad (1)$$

Из т. 1 ^{заряд} частица начинает равноускоренное движение с ускорением $a = \frac{F_{эл}}{m} = \frac{1q1E}{m}$; в точке 3 он будет на

расстоянии $S = (0,5 - 0,3)d = 0,2d$ от начальной точки, при этом $S = \frac{aT^2}{2}$

$$a = \text{откуда } T = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 2d}{a}} = \sqrt{\frac{0,4d \cdot m}{1q1E}} = \sqrt{\frac{0,4d \cdot m \cdot 1,41q1d}{1q1 \cdot mV_1^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,56d^2}{V_1^2}} = \frac{d}{V_1} \sqrt{0,56} = 0,1 \frac{d}{V_1} \sqrt{56} \approx 0,45 \frac{d}{V_1} \left(\frac{3d}{4V_1} \right)$$

2) Для ~~плоского~~ конденсатора, у которого $d < \sqrt{S}$, можно принять $E = \frac{Q}{SE_0}$

откуда из равенства (1) следует, что

$$\frac{mV_1^2}{1,41q1d} = \frac{Q}{SE_0} \Rightarrow Q = \frac{mV_1^2 E_0 S}{1,41q1d} = \frac{E_0 S V_1^2}{1,41q1d}$$

3) ЗСЭ: $W_0 = W_k$; $W_0 = 1q1\varphi_1$; $W_k = \frac{mV_2^2}{2} + q\varphi_2 = 0$
 $\varphi_2 = 0$, поле снаружи нет. Тогда на обложке $+Q$ $\varphi_+ = 0$.

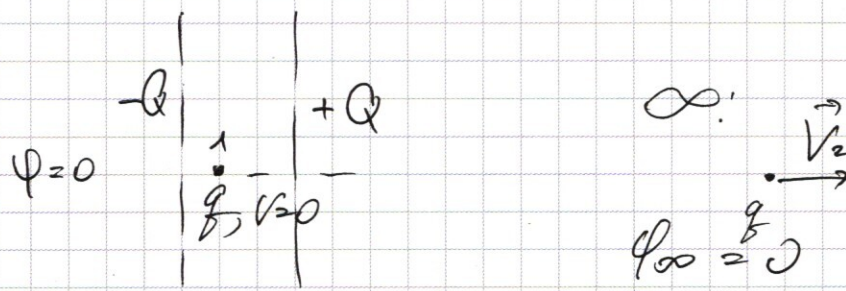
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4) Прогнозирование.

В точке 1 $\varphi_1 = \frac{E \cdot 0,3d}{d}$, так что

$$\varphi_1 - \varphi_\infty = \frac{E \cdot 0,3d}{d}$$

Вернемся к ЗСЭ:

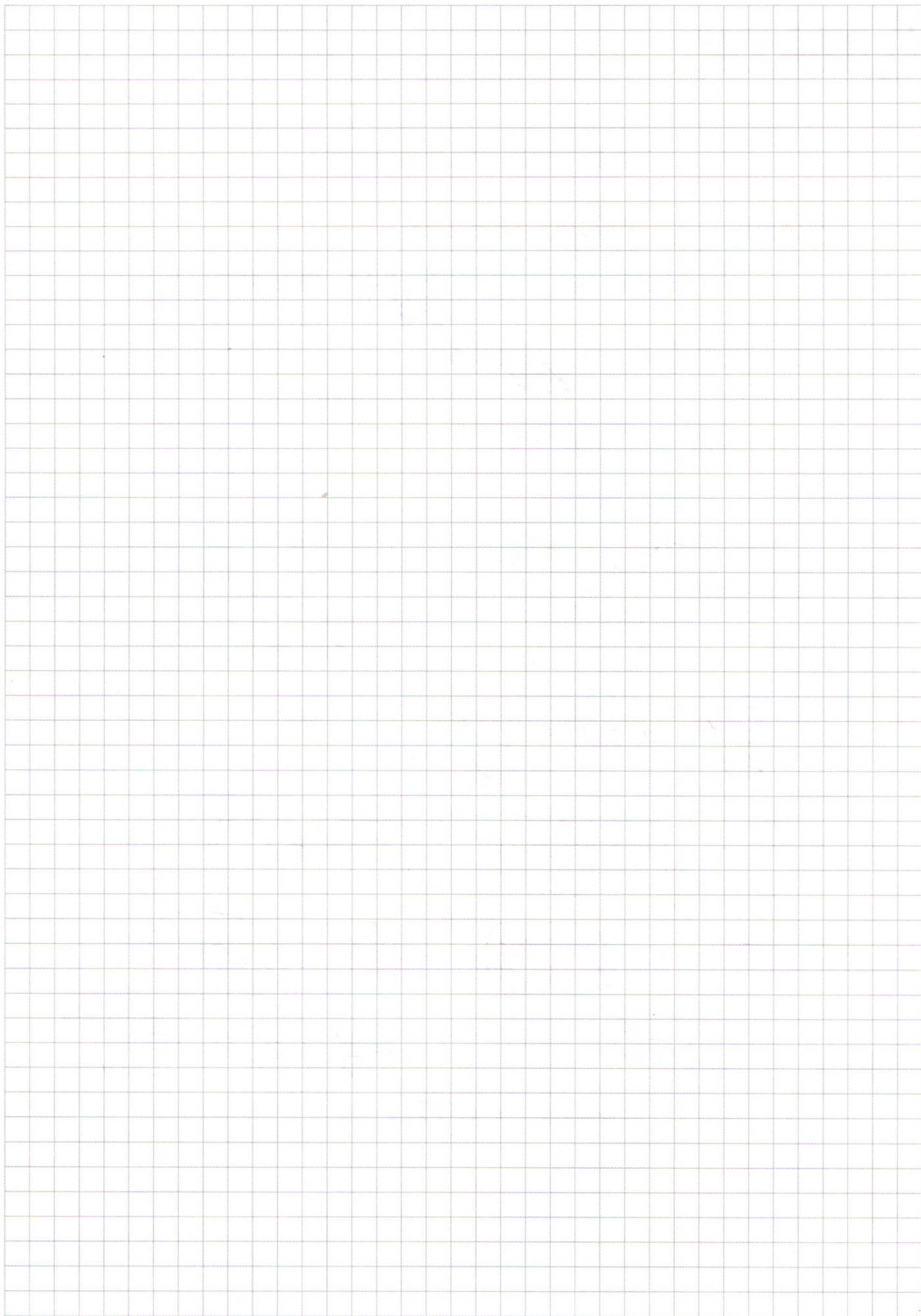


$$\frac{E \cdot 0,3d}{d} = \frac{m V_2^2}{2}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{0,6d E}{m}} = \sqrt{0,6d E \gamma} =$$

$$= \sqrt{0,6d \gamma \cdot \frac{m V_1^2}{1,4 \gamma d}} = V_1 \sqrt{\frac{3}{7}} = 0,65 V_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{3}{4} \frac{d}{V_1}$; 2) $Q = \frac{\epsilon_0 S V_1^2}{1,4 \gamma d}$
3) $V_2 = 0,65 V_1$.



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$DRV_3^2$$

1-2: $V = \text{const} \rightarrow A_{12} = 0$

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

$$C_{12} = \frac{3}{2} \frac{(P_2 - P_1) V_1}{T_1 (P_2 - P_1)}$$

$$\Delta T_{12} = T_1 \left(\frac{P_2 - P_1}{P_1} \right)$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1}$$

$$T_2 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)$$

$$= T_1 \left(\frac{P_2 - P_1}{P_1} \right) \cdot \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_2 V_1 = DR T_2$$

$$U_{12} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} DR T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)$$

$$= \frac{3}{2} \frac{DR T_1}{P_1} (P_2 - P_1) = \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1 = Q_{12}$$

$$= C_{12} \Delta T_{12}$$

$$V_3 = \frac{P_2 V_1}{P_1} \quad \varepsilon = 3: \quad \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_3}{V_3}$$

$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_3}{V_3}$$

$$T_3 = T_2 \cdot \frac{V_3}{V_1}$$

$$V_3 = V_1 \frac{T_3}{T_2} = V_1 \cdot \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} = \frac{(P_2 + P_1) V_1 \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \frac{P_2}{P_1} \right)}{2}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} P_2 V_1 \left(\frac{P_2 - P_1}{P_1} \right)$$

$$A_{23} = P_2 \cdot (V_3 - V_1) = P_2 \cdot V_1 \left(\frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} - 1 \right)$$

$$U_{23} = \frac{3}{2} DR (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} DR (T_3 - T_1 \frac{P_2}{P_1})$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

$$A_{23} = P_2 (V_3 - V_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} DR T_2 \left(\frac{V_3}{V_1} - 1 \right)$$

$$= \frac{3}{2} \frac{DR T_2}{V_1} (V_3 - V_1)$$

$$= \frac{3}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

$$= \frac{5}{2} P_2 V_1 (P_2 - P_1)$$

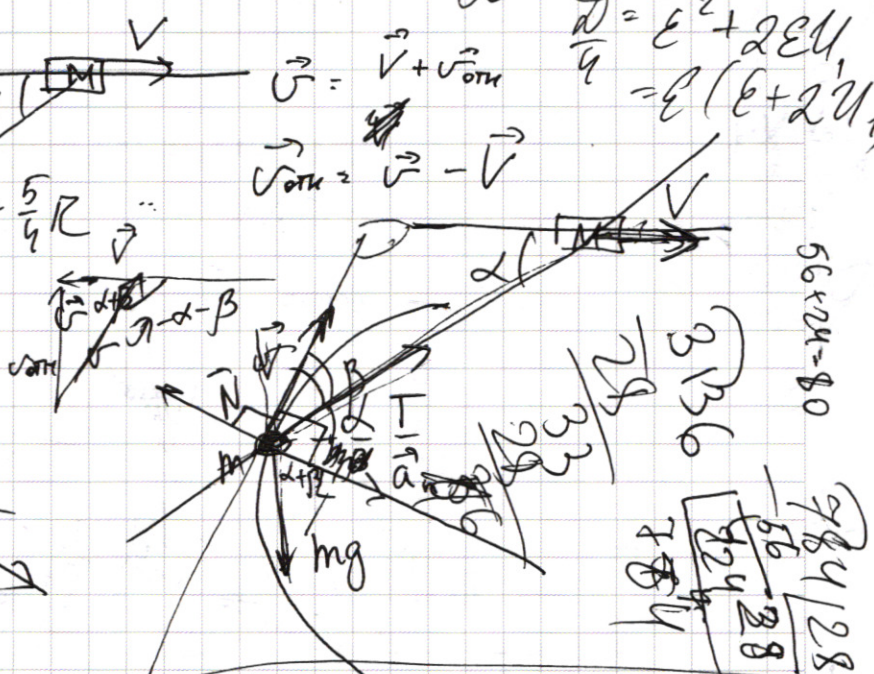
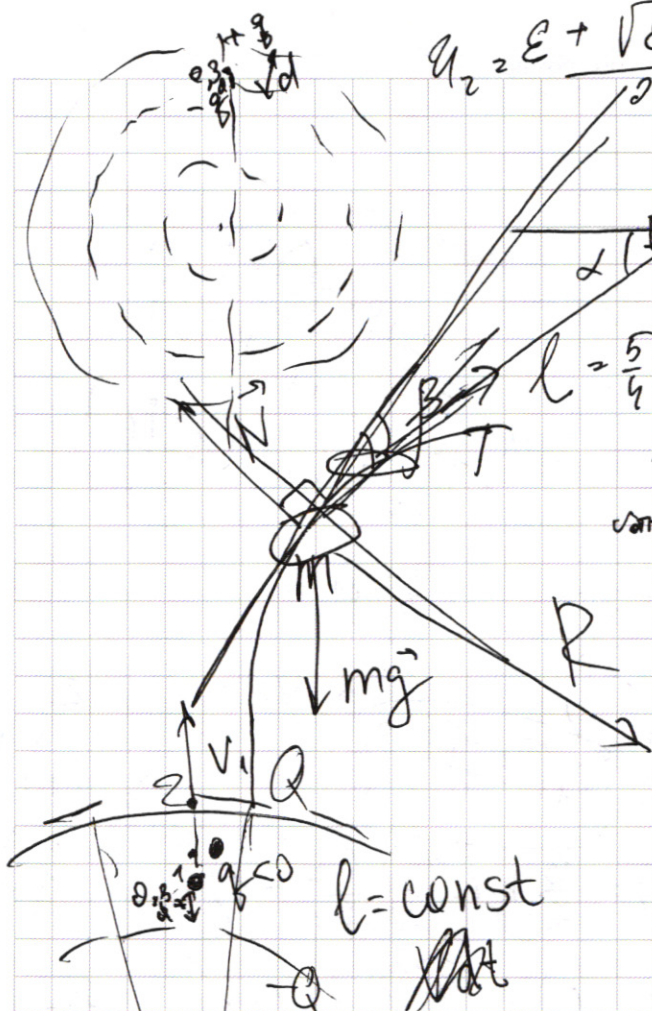
$$= C_{23} \Delta T_{23}$$

$$u_2 = \varepsilon + \sqrt{\varepsilon(\varepsilon + 2u_1)} = 6 + \sqrt{6(6+4)} = 6 + \sqrt{60} = 6 + 2\sqrt{15}$$

$$\varepsilon(u_2 + u_1) = \frac{\varepsilon u_2}{2} u_2^2 - 2\varepsilon u_2 - 2\varepsilon u_1$$

$$\frac{d}{dt} = \varepsilon^2 + 2\varepsilon u_1$$

$$= \varepsilon(\varepsilon + 2u_1)$$



$$T \sin \beta + mg \cos(\alpha + \beta) - N = \frac{mv^2}{R}$$

$$mg \cos(\alpha + \beta) = \frac{317}{300,43} \approx \frac{28}{20}$$

$$T \cos \beta - mg \sin(\alpha + \beta) = ma_t$$

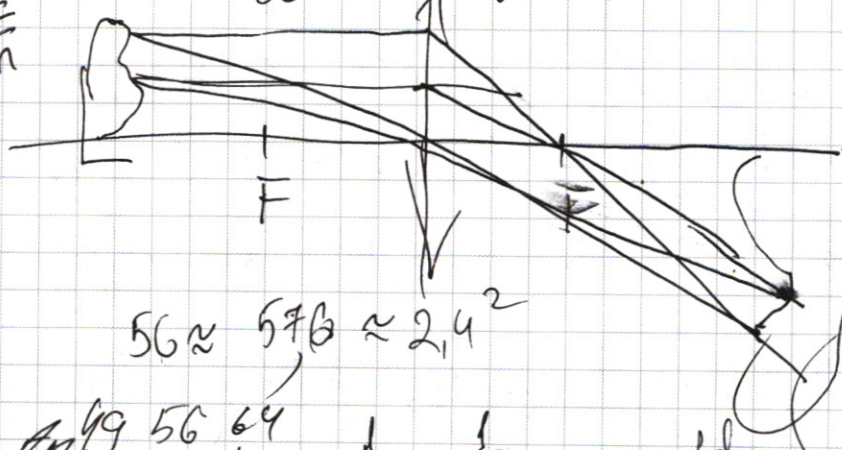
$$0,2d = \frac{aT^2}{2}$$

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

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

$$q(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{m v_1^2}{2} \quad E = \frac{m v_1^2}{q \cdot 2 \cdot 0,7d}$$

$$a = \frac{qE}{m}$$



$$T \cos \beta - mg \sin(\alpha + \beta) = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$T \sin \beta + mg \cos(\alpha + \beta) - N = \frac{mv^2}{R}$$

$$mv = (T \cos \beta - mg \sin(\alpha + \beta)) \Delta t$$

$$v_2 = \frac{(T \cos \beta - mg \sin(\alpha + \beta)) \Delta t}{m}$$

$$56 \approx 576 \approx 2,4^2$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} \quad F = \frac{1}{F}$$

$$\frac{56}{12,5} = \frac{96}{5} \approx 19,2$$

$$\frac{1156}{134} = 8,6$$

$$F, 5 = \frac{30}{4}$$

черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_u = \left(\frac{b}{2} \frac{p_2}{p_1} V_1 (p_2 - p_1) + \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V_1 \right) \frac{V_3}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} V_1$$

$$-\frac{(p_2 + p_1)}{2} \cdot \frac{(p_2 - p_1)}{p_1} V_1$$

$$\frac{p_2 (p_2 - p_1^2) V_1}{2 p_1}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3^2}{V_1^2}$$

$$\frac{p_2 (p_2 + p_1)}{p_1}$$

$$\begin{aligned} & \left((ax+b) \cdot (bx+c)^{-1} \right)' = \frac{a}{bx+c} - \frac{b(ax+b)}{(bx+c)^2} = \frac{a(bx+c) - b(ax+b)}{(bx+c)^2} \\ & = \frac{(ax+b)' \cdot (bx+c)^{-1} + (bx+c)^{-1} \cdot b}{(bx+c)^2} = \frac{b}{(bx+c)^2} + \frac{a}{bx+c} \\ & \left(\frac{ax+b}{bx+c} \right)' = \frac{b}{(bx+c)^2} + \frac{a}{bx+c} \end{aligned}$$

$$\frac{4p_2 + 4p_1}{5p_2 + 3p_1} = \frac{4 \frac{p_2}{p_1} + 4}{5 \frac{p_2}{p_1} + 3}$$

$$\left(\frac{4a+4}{5a+3} \right)' = \frac{4 \cdot 6a+3 - 5(4a+4)}{(5a+3)^2}$$

$$= \frac{42 - 20}{(5a+3)^2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{сп}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_3 - V_1)}{2}$$

$$V_3 - V_1 = \frac{p_2}{p_1} V_2 - V_1 = \frac{(p_2 - p_1)}{p_1} V_1$$

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

$$Q_{\text{н}} = \frac{(p_2 - p_1) V_1}{2 p_1} (3 p_1 + 5 p_2)$$

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

$$\eta = \frac{a \cdot 5a + 3 - 5a + 5}{(5a + 3)^2}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{DRT_2}{DRT_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_3}{V_1} =$$