

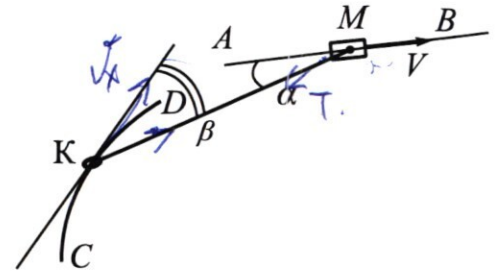
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

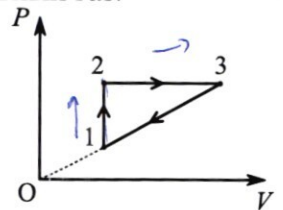
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

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

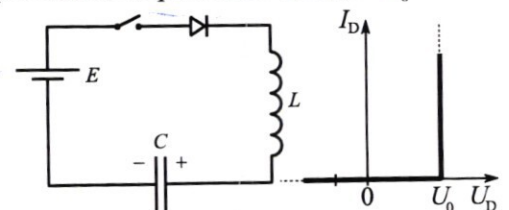
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

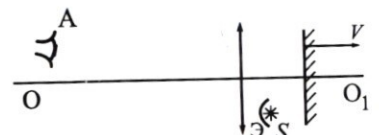
Ключ замыкают.

- 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.

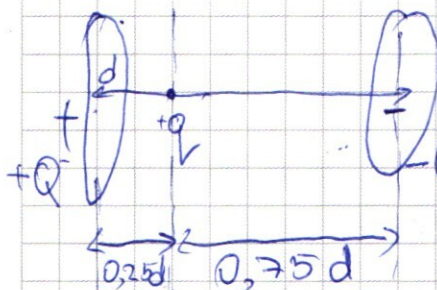
- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?



- 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

N3



1) $l = \frac{3}{4}d$ can

$$\cancel{\left(1 + \frac{V_1}{2}\right) d} \Rightarrow V_1 = \frac{3d}{2 \cdot 1} \text{ cm. cores.}$$

$$2) \quad 0 + a \cdot T = V_1 \Rightarrow a = \frac{V_1}{T} = \frac{3d}{2T^2}$$

$$m \cdot a = F = q \cdot E = q \cdot \frac{Q}{C \cdot \epsilon_0}$$

$$Q = \frac{m}{q} \cdot a \cdot S \cdot \epsilon_0 = \frac{S \cdot \epsilon_0}{f} \cdot \frac{3d}{2T^2}$$

3) Поскольку шарик конден. нем поле, то частица не меняет скорости после вылета из конденсатора $v_2 = v_1$

Orbom: 1. $V_1 = \frac{3d}{2T}$; 2. $Q = \frac{5 \cdot 60 \cdot 3d}{2T^2}$; 3. $V_2 = V_1$

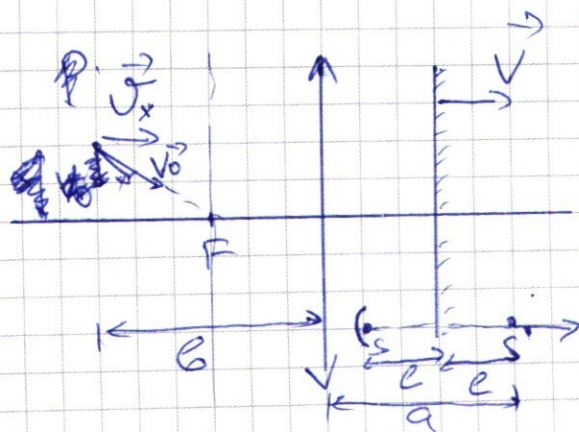
н.т, изобразим: $V_1 = \alpha \cdot T$; $\Pi_0 \Pi_3$ и $m \alpha = E \varphi$

$$\text{no 3. c. 2} \quad \frac{m V_1^2}{2} = E_g \cdot \frac{3}{4} d \Rightarrow V_1 = \frac{3d}{2T}$$

N5

1) S'-изображение. S в зеркале, тогда:

$$a = \frac{F}{2} + 2 \cdot \left(F - \frac{F}{2} \right) = \frac{3}{2} F$$



$$2) \frac{1}{a} + \frac{1}{ab} = \frac{1}{F} \Rightarrow b = \frac{a \cdot F}{a - F} = \frac{\frac{3}{2} F}{\frac{1}{2} F} = 3F$$

3) Используя лучи для построения изображения S' всегда находим на прямой параллельной OO_1 , значит луч пройдет через фокус

$$\text{tg } \alpha = \frac{0,75 \cdot F}{F} = 0,75.$$

4) S' удаление от линзы, значит скорость изображения направлена к фокусу. $u = 2v$

$u = 2v$ - скорость S' , т.к. расстояние, проделанное зеркалом удваивается, из-за отражения, т.е. $l_{S'} = 2l$, тогда $u = \frac{2l}{\Delta t} = 2v$

$$\Gamma = \frac{v}{u} \text{ (отр. увеличение) } = 2, \text{ значит}$$

$$j = \Gamma^2 = 4, \text{ тогда } U_x = U \cdot j \Rightarrow U_0 = U_x / \cos \alpha,$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow U_0 = \frac{8V}{0,8} = 10V$$

Ответ 1.) на расстоянии $3F$; 2) $\text{tg } \alpha = \frac{3}{4}$

$$3) U_0 = 10V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2 На пр. 1-2 $p = \text{const}$

2-3: $Q = \Delta U + A$

3-1 $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$

$p_2 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$p_3 V_3 = \nu R T_3$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot (T_2 - T_1); \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \cdot (T_3 - T_2) + p_2 \Delta V + p_2 \Delta V$

$(p_2 - p_1) \Delta V$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№3
уравнения:

$$1-2: V = \text{const}$$

$$2-3: P = \text{const}$$

$$3-1: P \propto V$$

$$P_1 \cdot V_1 = \nu R T_1 \text{ по 3. Менгелеева } = k.$$

$$P_2 \cdot V_1 = \nu R T_2$$

$$P_2 \cdot V_2 = \nu R T_3$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1), Q_{12} > 0, \text{ нагревание } T.$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + P_2 \cdot (V_2 - V_1), Q_{23} > 0, \text{ нагревание } T.$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + A, Q_{31} < 0,$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu (T_3 - T_2)} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} R.$$

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

$$\text{Ответ: } \frac{5}{3}.$$

$$2) Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2), A_{23} = P_2 \cdot (V_2 - V_1) = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$k = \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}. \text{ Ответ: } \frac{5}{2}.$$

№4

$$1) E = U_0 + L \frac{dI}{dt} \quad \text{б } T=0 \quad U_c = U_1,$$

$$\text{а } U_0 = U_0, \text{ ~~и т.д.~~ }$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{L} \cdot (E - U_0 - U_1) = \frac{9-5-1}{0,1} = 30 \frac{\text{A}}{\text{s}}$$

В) В установившемся режиме $I = 0 \Rightarrow$

$$\frac{dI}{dt} = 0, \text{ следовательно } U_c = E - U_0 = \mathcal{E} B$$

Orkem: 1) $30 \frac{A}{\mu A}$; 3) $8B$

Документ:

$$V = C_f \frac{C_{\text{max}}}{2}$$

$$m = 0,1,2$$

$$R = 1,9 \text{ m}$$

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

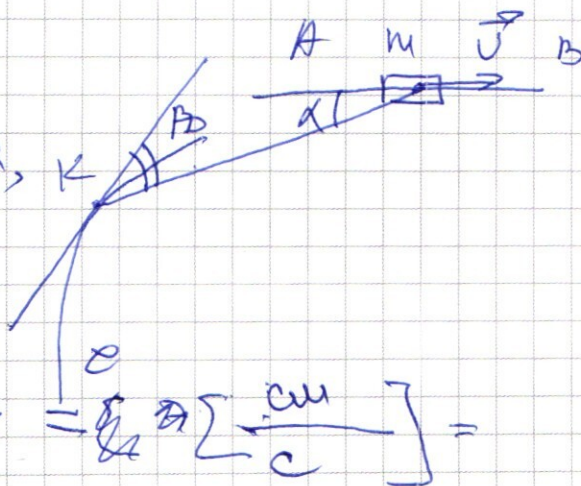
$$\cos A = \frac{15}{20}$$

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

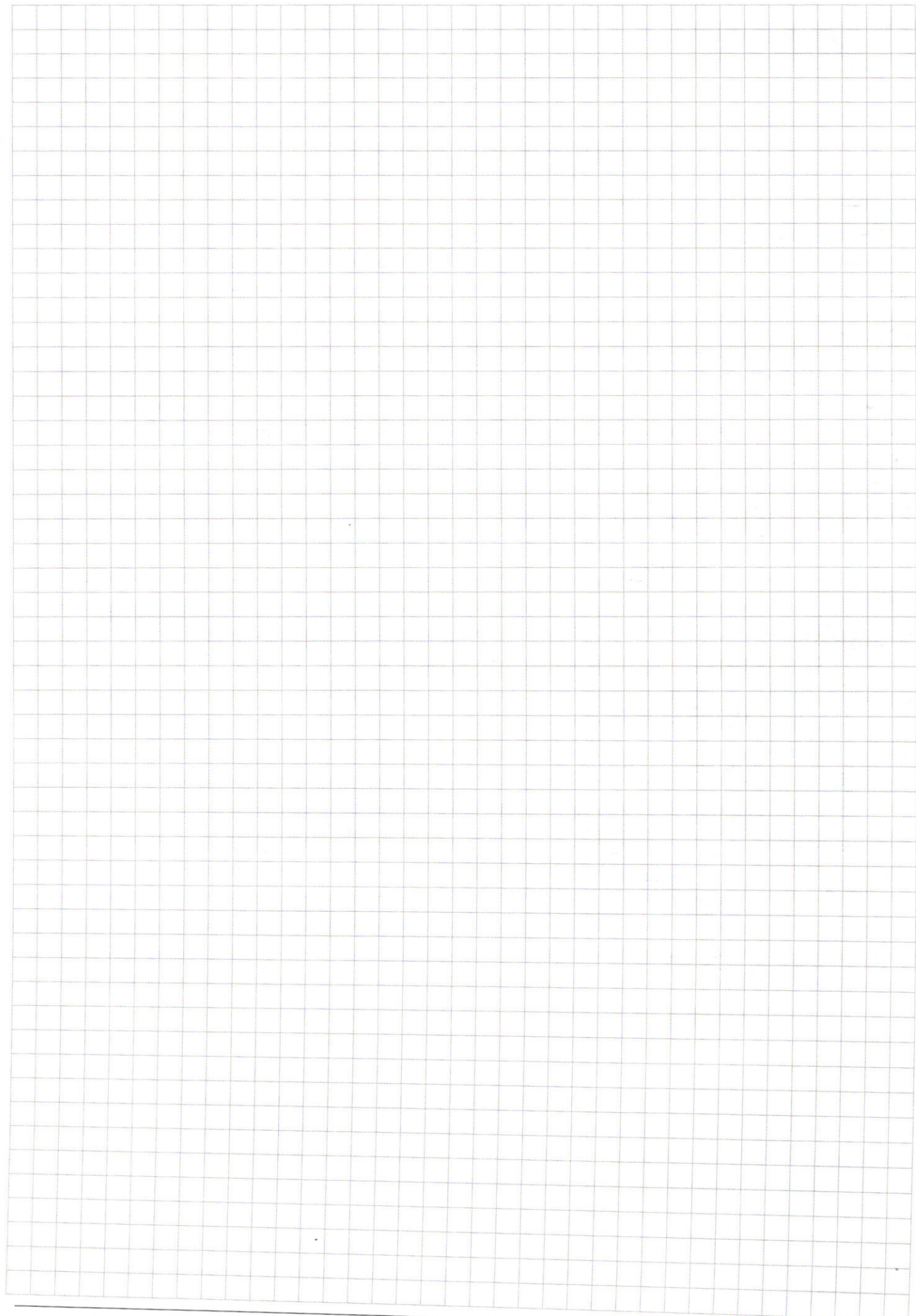
1) Кинемат. связь,
нить не растягивающаяся,
следовательно.

$$V_x = V \cdot \cos \alpha, \text{ wegen}$$

$$V_K = \frac{V \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{0.8 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 7.5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$



③ $\text{dem. } V_k = 75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2

N 3

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

$$V_1 = a \cdot T$$

И з. н. где ω — частота.

$$m \cdot a = Eq; \quad a = \frac{Eq}{m}$$

$$V_1 = \frac{EqT}{m} = ET \cdot j$$

$$\frac{m v^2}{2} = qE \cdot \frac{3}{4}d$$

$$\frac{m \cdot E^2 \cdot T^2 \cdot j^2}{2} = qE \cdot \frac{3}{4}d \quad | \cdot 4$$
~~$$\frac{m^2 T^2 \cdot j^2 E^2}{2} = q \cdot 3d$$~~
~~$$E = \frac{3qd}{2T^2 j^2 m}$$~~

$$2 m E^2 T^2 j^2 = qE \cdot 3d$$

$$2 m E T^2 j^2 = q \cdot 3d$$

$$2 E T^2 j^2 = \frac{q}{m} \cdot 3d$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

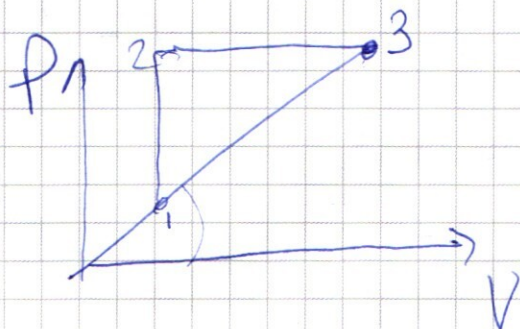
$$2 \epsilon_0 E T^2 j = j \cdot 3d$$

$$2 \epsilon_0 E T^2 j = 3d, \quad E = \frac{3d}{2 T^2 j}$$

$$V_1 = \frac{3d}{2 T^2 j} \cdot T \cdot j = \frac{3d}{2 T}$$

$$E = \frac{\phi}{\epsilon_0} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_0 \cdot E = \frac{Q}{S}$$

$$Q = \epsilon_0 \cdot E \cdot S = \frac{\epsilon_0 \cdot 3d \cdot S}{2 T^2 j}$$



$$P_1 = k V_1$$

$$P_2 = k V_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$Q_{23} = \Delta U + A = \frac{3}{2} R \Delta T_{23} + P_2 (V_2 - V_1) =$$

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

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{из}}}{Q_{\text{вх}}}$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} \cdot (p_1 + p_2)(V_2 - V_1)$$

$$p_1 T_3 = \frac{p_2 V_2}{V_R}$$

$$T_{321} = \frac{p_1 V_1}{V_R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2)$$

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

$$= \frac{1}{2} \cdot p_1 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1$$

$$Q_{31} = \frac{1}{2} p_1 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1 + \frac{3}{2} p_1 V_1 -$$

$$- \frac{3}{2} p_2 V_2 = p_1 V_1 - p_2 V_2 - \frac{1}{2}$$

9

$$\frac{9}{41}$$

5-9
2-4
3-8
2-2
5-7