

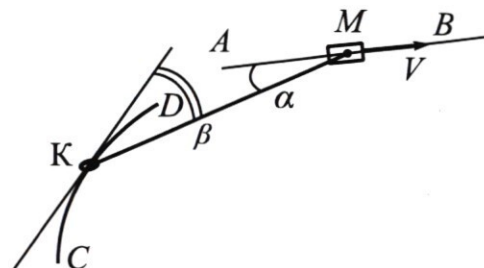
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

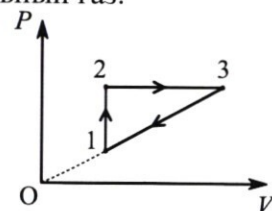
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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

в вакууме

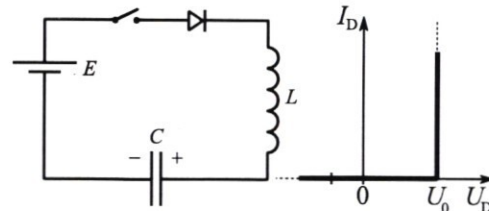
1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.

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.

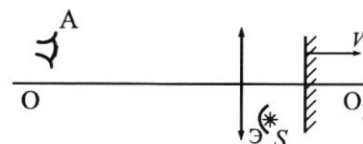


1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

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.

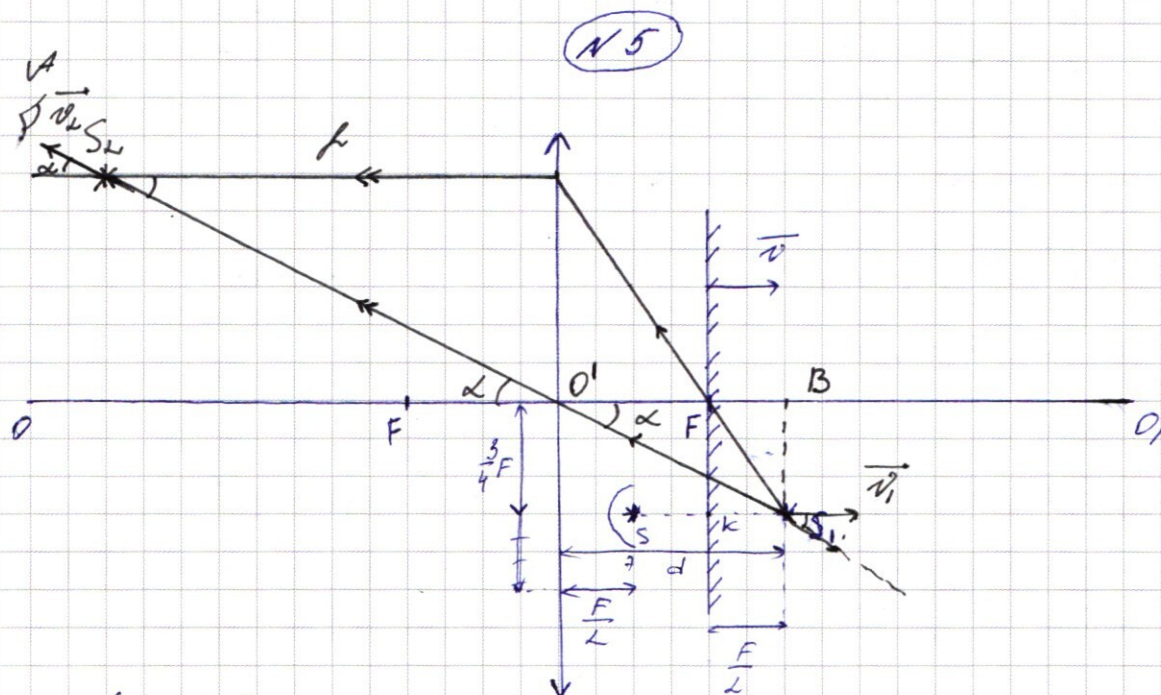


1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



т.к. свет от источника S может попасть на линзу
(и в глаз наблюдателя) только отразившись от зеркала,
можно считать, что существуют только источник S_1 ,
который является мнимым изображением источника S
в зеркале. S_2 - изображение (действительное, $r > 0$) S_1 в линзе

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{r} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F + \frac{F}{2}} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow r = 3F$$

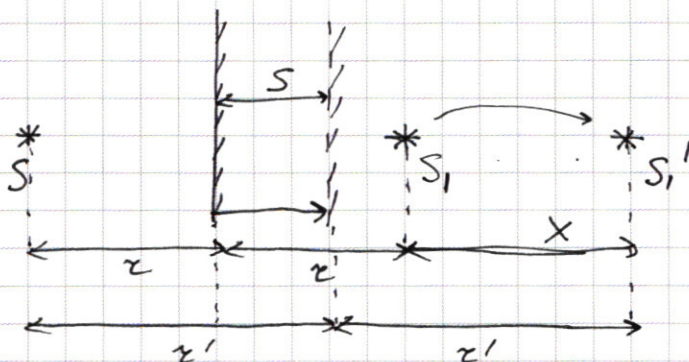
т.к. $S_1 K = S_1 K_1 \cdot \frac{F}{L}$

2) v_1 - скорость S_1 ; v_2 - скорость S_2

$\alpha = \angle S_2 O' O = \angle B O' S_1$ (как вертикальные и соответственные)

$$\tan \alpha = \tan \angle B O' S_1 = \frac{B S_1}{O' B} = \frac{\frac{3}{4} F}{\frac{F}{L}} = \frac{\frac{3}{4} F}{\frac{3}{2} F} = \frac{1}{2}$$

3) Пусть за время t зеркало пройдет расстояние $S = vt$



$r' = r + S$
 $2r' = 2r = x$ - расстояние, которое проходит S_1 за время $\sqrt{t}$

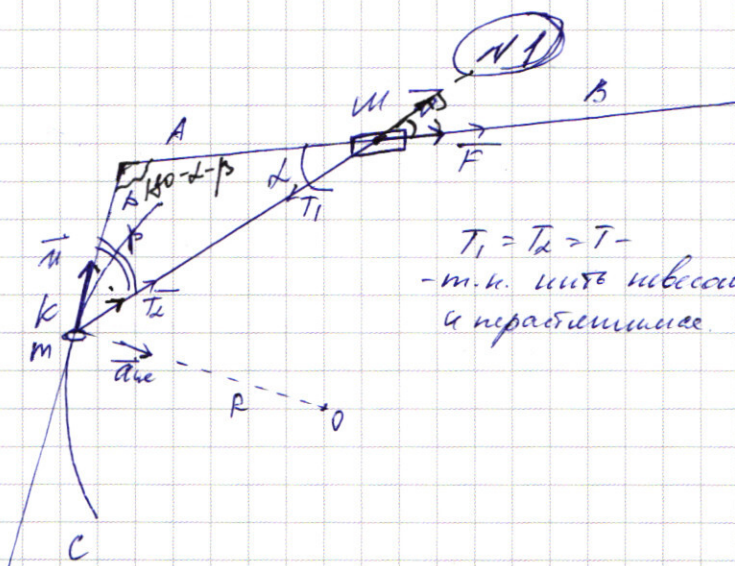
$2r' - 2r = 2(r + S) - 2r = 2S \Rightarrow$ за время t S_1 проходит расстояние $2S \Rightarrow v_1 = 2v$

$$v_2 = v_1 \cdot \cos \alpha$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Leftrightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{2}{3} \Leftrightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$v_2 = 2v \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{2\sqrt{2}v}{\sqrt{3}}$$

Ответ: 1) $3F$ 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}$ 3) $\frac{2\sqrt{2}v}{\sqrt{3}}$



$T_1 = T_2 = T$ - т.к. нить невесомая и нерастяжимая

u - скорость колеса в этот момент
 u' - скорость колеса относительно муфта в этот момент
 T - сила натяжения
 F - сила, с которой движется муфта.

$$v = 68 \text{ см/с} = 0,68 \text{ м/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

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

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

$u = ?$

$u' = ?$

$T = ?$

1) Нить нерастяжима и невесомая $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ проекции скоростей муфта и колеса на нить равны.

$$v \cos \alpha = u \cos \beta \Leftrightarrow u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{0,68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 0,75 \text{ м/с} = 75 \text{ см/с}$$

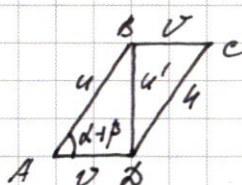
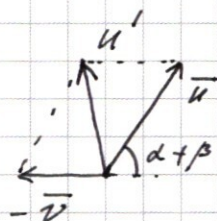
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Перейдём в ПСО, связанную с скоростью.

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{др}} \\ \vec{u} = \vec{v}_{\text{др}} + \vec{v}_{\text{отн}} \\ \vec{u}' = \vec{v}_{\text{отн}}$$

$$\vec{v}_{\text{др}} = \vec{v}_{\text{др}} + \vec{v}_{\text{отн}} \Rightarrow \vec{u} = \vec{u}' + \vec{v} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \vec{u}' = \vec{u} - \vec{v}$$



По т. косинусов в $\triangle ABD$

$$(u')^2 = AB^2 + BD^2 - 2 \cdot AB \cdot BD \cdot \cos(\alpha + \beta) = \\ = v^2 + u^2 - 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{36}{85}$$

$$(u')^2 = 0,45^2 + 0,68^2 - 2 \cdot 0,45 \cdot 0,68 \cdot \frac{36}{85} = 0,77^2 \Rightarrow u' = 0,77 \text{ м/с} \\ = 77 \text{ см/с}$$

3) Из Ньютона для камня:

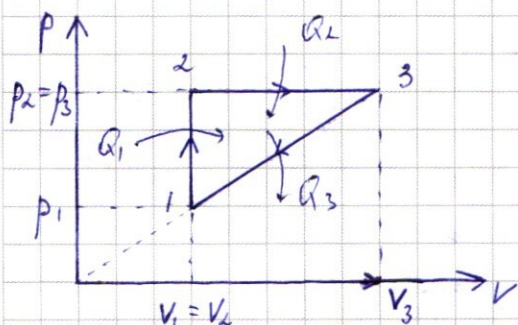
$$m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{N}$$

$$\text{так } \sin \beta = T$$

$$T = m \frac{u^2}{R} \sin \beta = 0,1 \cdot \frac{45^2 \cdot 10^{-4}}{1,9} \cdot \frac{3}{5} \approx 1,7763 \text{ Н.}$$

Ответ: 1) 45 см/с 2) 77 см/с 3) 1,776 Н.

12



$i = 3$

V мало-кач-во газа.

1. изохорический нагрев

$$Q_1 = \Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

2. изобарическое расширение

$$Q_2 = A + \Delta U_2 = p_2 (V_3 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$3. p_1 V_1 = \nu R T_1; p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$p_1 V_1 < p_3 V_3 \Rightarrow T_3 > T_1 \Rightarrow$ процесс 3-1 - охлаждение ($Q_3 < 0$)

$$\boxed{pV = \nu RT}$$

$$1) \frac{C_1}{C_2} = \frac{Q_1}{V(T_2 - T_1)} \cdot \frac{V(T_3 - T_2)}{Q_2} = \frac{Q_1(T_3 - T_2)}{Q_2(T_2 - T_1)} = (*)$$

$$Q_2 = p_2 V_3 - p_2 V_1 + \frac{3}{2} V R T_3 - \frac{3}{2} V R T_2 = V R T_3 - V R T_2 + \frac{3}{2} V R T_3 - \frac{3}{2} V R T_2 = \frac{5}{2} V R T_3 - \frac{5}{2} V R T_2 = \frac{5}{2} V R (T_3 - T_2) \quad (1)$$

$$(*) = \frac{\frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) (T_3 - T_2)}{\frac{5}{2} V R (T_3 - T_2) (T_2 - T_1)} = \frac{3}{5}$$

$$2) \frac{Q_2}{A_2} \stackrel{1)}{=} \frac{\frac{5}{2} V R (T_3 - T_2)}{p_2 (V_3 - V_2)} \cdot \frac{\frac{5}{2} V R (T_3 - T_2)}{p_2 V_3 - p_2 V_2} \cdot \frac{\frac{5}{2} V R (T_3 - T_2)}{V R T_3 - V R T_2} = \frac{\frac{5}{2} V R (T_3 - T_2)}{V R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$$

$$3) Q_3 = A_3 + \Delta U_3 = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_3 - \frac{1}{2} p_2 V_1 - \frac{3}{2} p_2 V_2 + \frac{3}{2} p_3 V_3 = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + 2 p_2 V_3 - 2 p_2 V_2$$

$$V_3 = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_3 - V_1) - \text{как площадь под графиком}$$

$$\Delta U_3 = \frac{3}{2} V R (T_3 - T_2)$$

$$\text{Итого: } V R (T_2 - T_1) = p_2 V_2 - p_1 V_1 = Q_x$$

$$V R (T_3 - T_2) = p_3 V_3 - p_2 V_2 = Q_y$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} Q_x; \quad Q_2 = \frac{5}{2} Q_y. \quad Q_x = p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + 2 p_3 V_3 - 2 p_2 V_2 = 2 V R T_3 - 2 V R T_2 + \frac{1}{2} p_1 (V_3 - V_1) = \\ &= 2 (p_3 V_3 - p_2 V_2) + \frac{1}{2} p_1 (V_3 - V_1) = 2 Q_y + \frac{1}{2} \frac{Q_x - p_2 V_2}{V_1} (V_3 - V_1) = \\ &= \frac{1}{2} Q_y - \frac{1}{2} p_1 V_1 \cdot \frac{V_3}{V_1} + \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} Q_y - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_1 V_1 = \\ &= \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1 - Q_y - p_2 V_2) \frac{V_3}{V_1} - \frac{1}{2} (p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1 - p_2 V_2) = \\ &= \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} Q_y - \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} p_1 V_1 + \\ &+ \frac{1}{2} p_2 V_2 = \frac{1}{2} Q_y \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{Q_1 + Q_2} = \frac{\frac{3}{2} (p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1) + \frac{5}{2} Q_y - \frac{1}{2} Q_y}{\frac{3}{2} (p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1) + \frac{5}{2} Q_y}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} Q_y + \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1)}{Q_y + \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

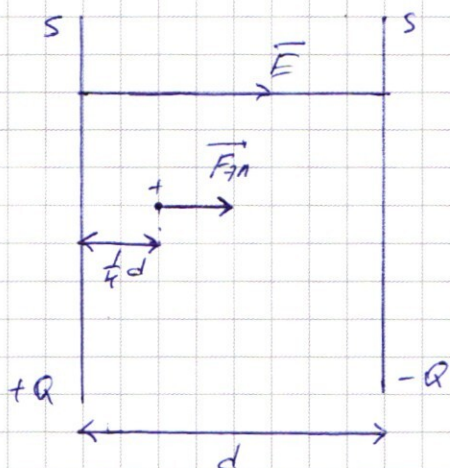
из предыдущих преобразований:

$$\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1 = \frac{Q_2}{2} = \frac{1}{4} Q_1$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{4} Q_1 + \frac{3}{4} Q_1}{Q_1 + \frac{3}{4} Q_1} = \frac{7}{11}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{5}{2}$ 3) $\frac{7}{11}$

(2.3)



E - направление поле внутри конденсатора

2. закон Ньютона:

$$m \bar{a} = \bar{F}_{эл}$$

$$m a = F_{эл}$$

$$m a = E q$$

$$m a = \frac{Q q}{S \epsilon_0} \Rightarrow a = \frac{Q q}{S \epsilon_0 m} = \frac{Q q}{S \epsilon_0} \quad (2)$$

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$d - \frac{1}{4} d = \frac{a T^2}{2} \Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2} \quad (1)$$

$$1) v_1 = a T = \frac{3d}{2} \frac{1}{T} = \frac{3d}{2T} \quad [v_1] = \left[\frac{m}{c} \right]$$

2) из (1) и (2):

$$\frac{3d}{2T^2} = \frac{Q q}{S \epsilon_0} \Rightarrow Q = \frac{3d S \epsilon_0}{2 T^2 q}$$

3) по СЭП:

$$E_k + E_{к.поле} = E_{\infty}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + W = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$W = Uq = Edq = \frac{Q}{S\epsilon_0} dq = \frac{Qd \cdot \cancel{dm}}{S\epsilon_0} =$$

$$= \frac{3dS\epsilon_0 \cancel{dm}}{27^2 \cancel{S}\epsilon_0} = \frac{3dm}{27^2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{3dm}{27^2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{3d}{T^2}} = \sqrt{\frac{9d^2}{4T^2} + \frac{3d}{T^2}}$$

Ответ: 1) $\frac{3d}{2T}$ 2) $\frac{3dS\epsilon_0}{27^2}$

3) $\sqrt{\frac{3d^2}{4T^2} + \frac{3d}{T^2}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$c = \frac{5}{3} R_{15}$$

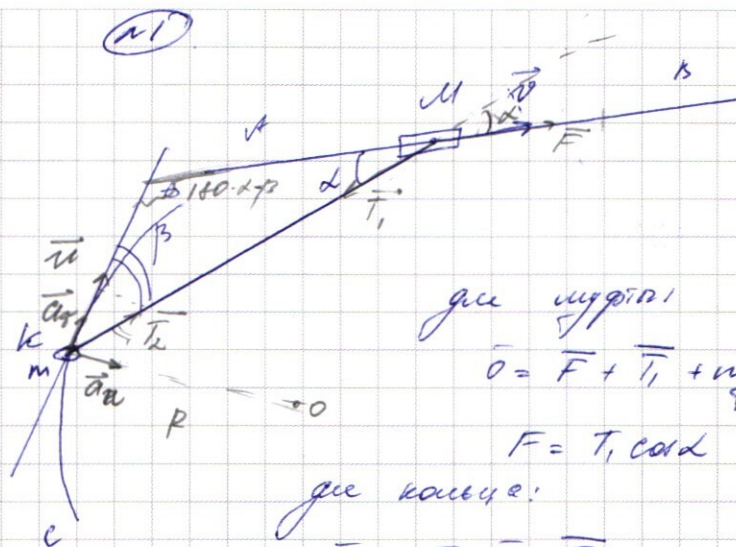
$$\cos \alpha = \frac{1}{17}$$

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

$$v_k - ? = v$$

$$v_k' - ?$$

$$T - ?$$



для муфта:

$$\vec{0} = \vec{F} + \vec{T}_1 + m\vec{g} + \vec{N}$$

$$F = T_1 \cos \alpha$$

для каната:

$$m \vec{a}_n = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_2$$

$$\text{тангенс} = T_2 \sin \beta$$

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

$$v^2 = \frac{RT \sin \beta}{m}$$

$$F = T \cos \alpha$$

$$T = \frac{F}{\cos \alpha}$$

$$F = T \cos \alpha$$

$$T = F \cos \alpha$$

и невесомый канат не растягивается $\Rightarrow$

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$$

$$(\vec{T}_1 = -\vec{T}_2)$$

$$T_1 = T_2 = T$$

$$A = FS \cos \alpha$$

$$v^2 = \frac{R F \sin \beta}{\cos \alpha m}$$

$$F \cos \alpha = T$$

$$F \cos \alpha = \text{тангенс} \sin \beta$$

тангенс

$$T = \text{тангенс} \cdot \cos(90 - \beta) = \text{тангенс} \sin \beta$$

скорость v относительно земли:

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

$$v' = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

как сумма нулевой скорости каната со скоростью

перейдем в КСО, связанную со землей:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{кан}} + \vec{v}_{\text{пер}}$$

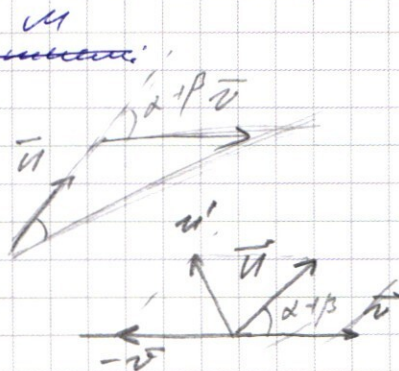
$$v = v_{\text{кан}}$$

$$v' = v_{\text{пер}}$$

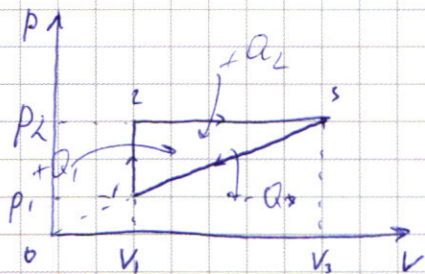
$$v_{\text{кан}} = v_{\text{отн}} + v_{\text{пер}}$$

$$v = v' + v$$

$$v' = v - v$$



12.



$$V_1 = V_2 \\ p_2 = p_3$$

1-3.
1-ком-во газа

1) изохорический нагрев.

$$Q_1 = \Delta U \\ Q_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \rightarrow T_2 - T_1 = \frac{2 Q_1}{3 \nu R}$$

3) $p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_3 V_3 = \nu R T_3$

$p_3 V_3 > p_1 V_1 \Rightarrow T_3 > T_1$

процесс 3-1-ох.

2) изобарическое расширение.

$Q_2 = \nu R T_2 + \Delta U$

$$Q_2 = p_2 (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

молярная теплоемкость?

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{Q_1 \cdot \Delta (T_3 - T_2)}{\Delta (T_2 - T_1) \cdot Q_2} = \frac{Q_1 (T_3 - T_2)}{Q_2 (T_2 - T_1)} \quad C_2 = \frac{dQ}{dT}$$

$$= \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) (T_3 - T_2)}{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) (T_2 - T_1)} = \left(\frac{3}{5} \right)$$

$$Q_k = p_2 V_3 - p_1 V_1 + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \nu R T_3 - \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_3 - \frac{3}{2} \nu R T_2 \\ = \frac{5}{2} \nu R T_3 - \frac{5}{2} \nu R T_2 = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$2) \frac{Q_k}{A_2} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{p_3 V_3 - p_1 V_1} = \frac{\frac{5}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_2)}{p_3 V_3 - p_1 V_1} \\ = \frac{\frac{5}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_2)}{\nu R T_3 - \nu R T_1} = \left(\frac{5}{2} \right)$$

3) $\eta = ?$ $\eta = \frac{Q_k}{Q_{\text{ос}}} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}$

$$Q_3 = A + \Delta U = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) \cdot (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) \\ = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_3 - \frac{1}{2} p_2 V_1 + \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_3 V_3 \\ = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_2 V_2 + \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_3 V_3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{2}{2} p_3 V_3 + p_2 V_2 = \frac{1}{2} p_1 (V_3 - V_1)$$

$$= \frac{1}{2} V R$$

$$Q_1 + Q_2 - Q_3 = \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) + p_3 V_3 - p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_1 V_1 + p_3 V_3 - p_2 V_2 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + 2 p_3 V_3$$

Таким образом работа тоже отрицательна?

$$Q_2 = A + U_2 = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_3 - \frac{1}{2} p_2 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{3}{2} p_3 V_3 = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + 2 p_2 V_3 - 2 p_2 V_1$$

$$Q_1 + Q_2 - Q_3 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1 + 3 p_3 V_3}{2} + \frac{5 p_3 V_3 - 5 p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_1 V_1 - 2 p_3 V_3 + 2 p_2 V_2}{2} = \frac{1}{2} p_3 V_3 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_3$$

$$Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2 = \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_2$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} p_3 V_3 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_3}{\frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_2} = \frac{\frac{1}{2} V_3 (p_3 - p_1) + (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{5}{2} V_3 p_3}$$

$$Q_1 = Q$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} Q_x = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = \frac{5}{2} VR(T_3 - T_2)$$

$$Q_3 = \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + 2 p_3 V_3 - 2 p_2 V_2 =$$

$$= \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} VR T_1 + 2 VR T_3 - 2 VR T_2 + \frac{1}{2} p_1 (V_3 - V_1) =$$

$$= 2 Q_y + \frac{1}{2} \frac{Q_x - p_2 V_2}{V_1} (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} (Q_x - p_2 V_2) \frac{V_3}{V_1} - \frac{1}{2} (Q_x - p_2 V_2)$$

хочу p_1 через p_2 .

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = Q_x$$

$$p_1 V_1 = Q_x - p_2 V_2$$

$$p_1 = \frac{Q_x - p_2 V_2}{V_1}$$

хочу Q_x через Q_y .

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = Q_x$$

$$p_3 V_3 - p_2 V_2 = Q_y$$

$$Q_x = p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1$$

$$p_2 V_2 = Q_x + p_1 V_1$$

$$\frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} p_1 V_1 \frac{V_3}{V_1} + \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} Q_y - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_1 V_1$$

$$= \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1 - Q_y) \frac{V_3}{V_1} = \frac{1}{2} (p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1 - p_2 V_2)$$

$$= \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} Q_y - \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{1}{2} Q_y + \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_2$$

$$= \frac{1}{2} Q_y$$

$$Q_3 = \frac{1}{2} Q_y$$

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{Q_1 + Q_2} = \frac{\frac{3}{2} (p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1) + \frac{5}{2} Q_y - \frac{1}{2} Q_y}{\frac{3}{2} (p_3 V_3 - Q_y - p_1 V_1) + \frac{5}{2} Q_y}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} Q_y + \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1)}{Q_y + \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1)} = \frac{\frac{1}{2} Q_y + \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1)}{Q_y + \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1)} = \frac{1}{2}$$

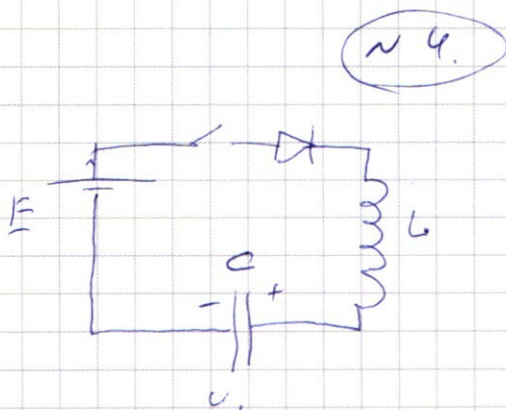
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$E = 9В.$
 $C = 40мкФ$
 $U_0 = 2В.$
 $L = 0,1Гн.$
 $U_0 = 1В.$

$\varphi = ?$

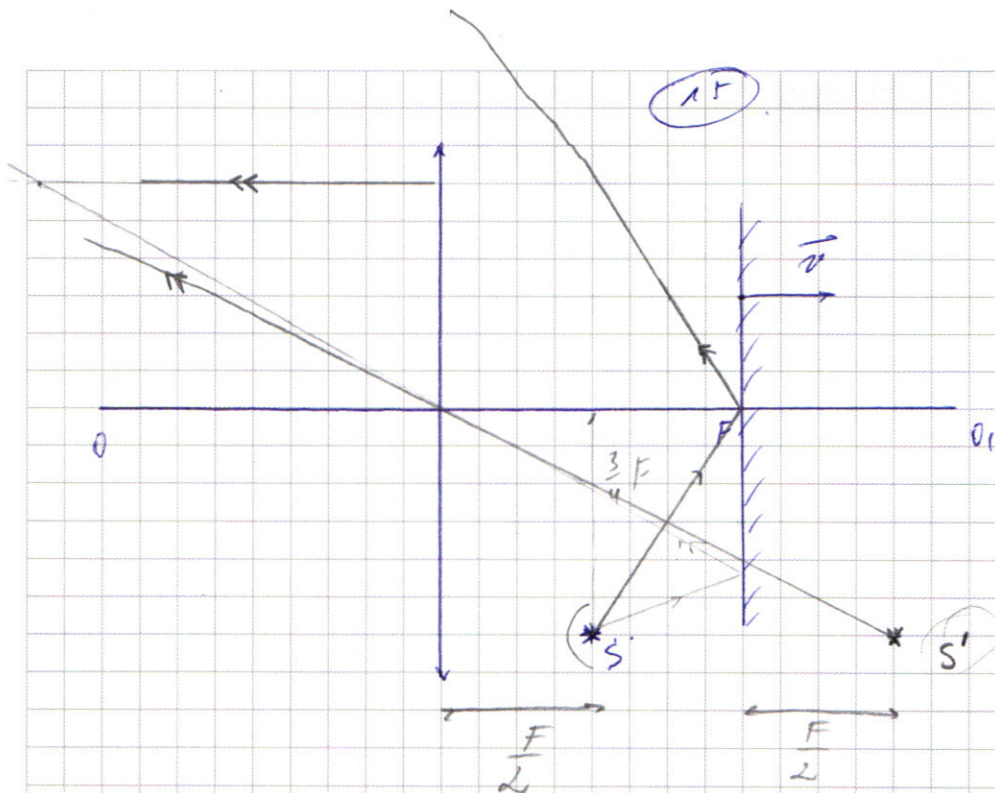
$I_{max} = ?$

$U_L = ?$

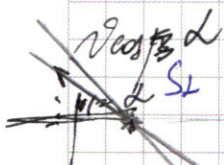


$$\frac{dI}{dt} = ?$$

т.к. φ - неизвестно и I - тоже



15



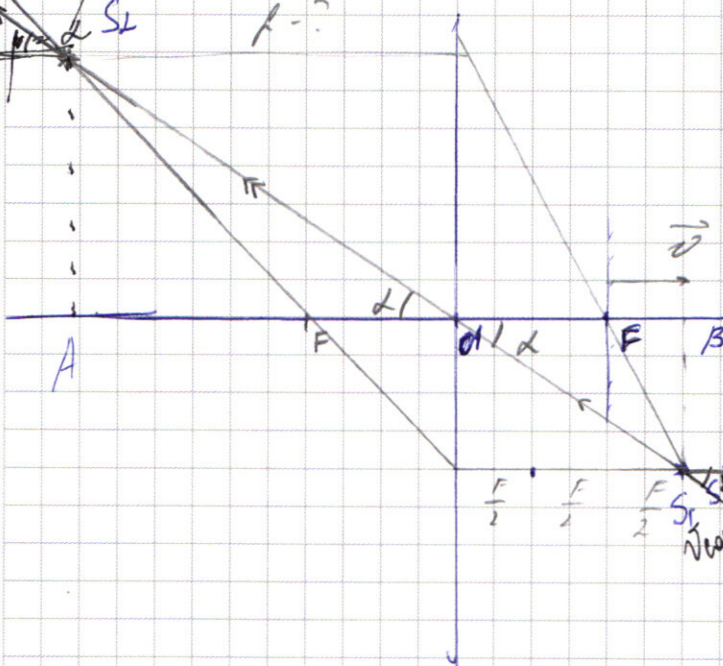
f - расстояние от источника
у.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

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

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

$f = 3F$



$\vec{v}_2$ - скорость
у. б. г.

$$d = \frac{3}{2}F$$

$\triangle AS_1O' \sim \triangle BS_2O'$ - прямиуг. / $\angle S_1O'A = \angle S_2O'B$

$$\tan \alpha = \frac{S_1B}{O'B} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}A} = \frac{1}{2}$$

u - скорость у. б. г. в. м. м. м. м.

$$u = \frac{v \cos \alpha}{2} = \frac{2v \sqrt{\frac{2}{3}}}{3} = \frac{2v \sqrt{2}}{3}$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

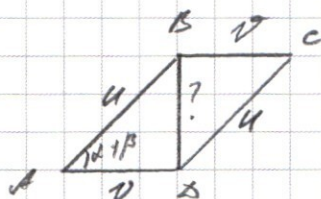
$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{1}{4}} = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \pm \sqrt{\frac{4}{5}} = \pm \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\alpha \in (0; \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

7. нос:



$$u' = BD = AB^2 + AD^2 - 2 \cdot AB \cdot AD \cos(\alpha + \beta) \\ = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} = \sqrt{\frac{289 - 225}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$u' = 75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85} = (5 \cdot 15)^2 + (4 \cdot 17)^2 - 2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 36 = 5929 = 77^2$$

$$\begin{array}{r} 75 \quad 68 \\ 75 \quad 68 \\ + 375 \quad 544 \\ \hline 525 \quad 408 \\ + 5625 \quad 4624 \\ \hline 5625 \quad 4624 \end{array}$$

$$15 \cdot 8 = 80 + 40 = 120$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ 120 \\ + 720 \\ \hline 36 \\ 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \quad 67 \quad 77 \\ 67 \quad 77 \\ + 469 \quad 539 \\ \hline 469 \quad 539 \\ + 469 \quad 539 \\ \hline 4189 \quad 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \\ - 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

Ответ: 77.

7-?

$$T = \text{max} \frac{u^2}{R} \sin \beta = 0,1 \cdot \frac{75^2}{19} \cdot \frac{3}{5} = 177,63 \text{ Н.}$$

$$\frac{5625 \cdot 3}{19 \cdot 5} = \frac{3375}{19}$$

$$\begin{array}{r} 3375 / 19 \\ - 19 \quad 177,63 \\ \hline 147 \\ - 133 \\ \hline 145 \\ - 133 \\ \hline 120 \\ - 119 \\ \hline 60 \\ 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19 \quad 19 \quad 19 \quad 19 \\ 6 \quad 9 \quad 8 \quad 7 \\ \hline 114 \quad 171 \quad 152 \quad 133 \end{array}$$

13.

Е-поле внутри и-ре.

$$m\bar{a} = F_{\text{эл}}$$

$$ma = F_{\text{эл}}$$

$$ma = E \cdot q$$

$$ma = \frac{Uq}{d} \quad \text{т.к. поле однородно.}$$

$$a = \frac{Uq}{dm} = \frac{U}{d} \cdot \frac{q}{m} = E \cdot \frac{q}{m} = \frac{Q}{\epsilon_0} \cdot \frac{q}{m}$$

$$v_1 = at = \frac{U}{d} \cdot t = E \cdot t = \frac{Q}{\epsilon_0} \cdot t$$

$$\frac{q}{m} \cdot t$$

$$v_1 = ?$$

$$Q = ?$$

$$v_2 = ?$$

$$E \cdot \frac{t}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Найдём ускорение!

$$s = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{a t^2}{2}$$

$$a = \frac{\frac{3}{4}d}{\frac{t^2}{2}} = \frac{3d}{2t^2}$$

$$v_1 = \frac{3d}{2t^2} \cdot t = \frac{3d}{2t}$$

$$[v_1] = \left[\frac{m}{e} \right]$$

3) По закону сохранения энергии:

$$E_{\text{кин}} + U = E_{\text{кин}}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + U = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$a = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\frac{3d}{2t^2} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$Q = \frac{3d\epsilon_0}{2t^2}$$

Энергия и поле в данном случае?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p_3 V_3 - p_1 V_1 = Q_3 - \frac{1}{2} \dot{V}$$

$$\times \left(\frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} Q_4 - \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{1}{2} Q_4 + \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_2 \right)$$

$$= 0$$

$$p_3 V_3 - p_1 V_1 = \frac{Q_3}{2} = \frac{\frac{1}{2} Q_4}{2} = \frac{1}{4} Q_4$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} Q_4 + \frac{3}{8} Q_4}{\frac{1}{2} Q_4 + \frac{3}{8} Q_4} = \frac{\frac{7}{8} Q_4}{\frac{7}{8} Q_4} = \frac{7}{11}$$

$$p_3 V_3 - p_1 V_1 = (Q_3 - A_3) \frac{2}{3} = \frac{2}{3} \left(\frac{1}{2} Q_4 - \right.$$

$$A_3 = Q_3 -$$

$$w = \varphi \cdot q = Uq = Edq$$