

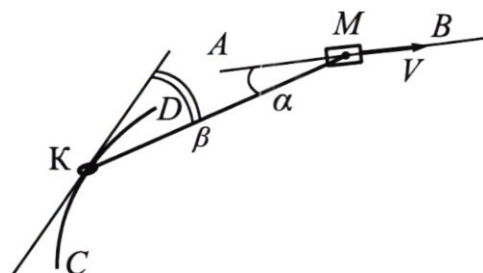
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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.



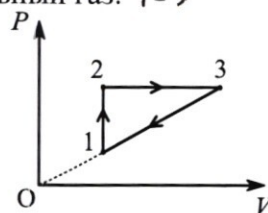
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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. $i = 3$

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

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

вакуум

$d; S; \gamma; 0,25d \checkmark$

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

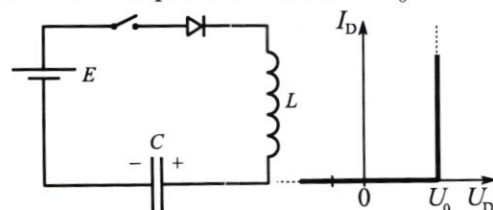
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

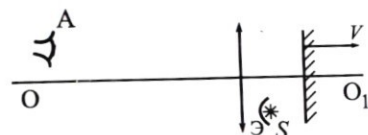


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

7

2.4

2) $A_{\text{ист}} = \Delta W_3 + \Delta W_{\text{кн}}$ (нет работы электрической и тепло не выделяется)

ΔW_3 - изменение энергии на конденсаторе

$\Delta W_{\text{кн}}$ - изменение энергии на катушке инд.

$$A_{\text{ист}} = E(q - q_H)$$

q_H - начальный заряд на конденсаторе

$$q_H = C \cdot U_1$$

$\Delta W_{\text{кн}} = \frac{LI^2}{2} - 0$ (в начале не было тока значит не было энергии на катушке)

$\Delta W_3 = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{q^2}{2 \cdot C} = \frac{C U_1^2}{2}$ (в начальный момент на конденсаторе есть энергия)

$$A_{\text{ист}} = 0$$

$$E(q - q_H) = \frac{q^2}{2 \cdot C} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = E \cdot q - E \cdot q_H - \frac{q^2}{2 \cdot C} + \frac{C U_1^2}{2}$$

$$LI^2 = -\frac{1}{C} \cdot q^2 + 2E \cdot q - 2E \cdot C \cdot U_1 + C U_1^2$$

LI^2 увеличивается по параболе ветки вниз

вниз в зависимости от $q \Rightarrow LI^2$ - макс, когда $q = \frac{2}{2} E = E \cdot C \Rightarrow I$ будет максимальный, когда LI^2 будет максимальное

$$LI^2_{\text{max}} = -\frac{1}{C} \cdot E^2 \cdot C^2 + 2 \cdot E \cdot E \cdot C - 2 E \cdot U_1 \cdot C + C U_1^2$$

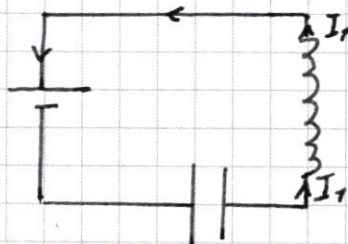
$$I_{\max} = \sqrt{\frac{E^2 C + C u_2^2 - 2 E u_2 C}{L}} = \sqrt{\frac{(97 + 25 - 2 \cdot 9 \cdot 5) \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{16 \cdot 40 \cdot 10^{-85}}{0,1}} = 4 \cdot 2 \cdot \sqrt{10 \cdot 10^{-5}} = 8 \cdot \sqrt{10^{-4}} = 8 \cdot 10^{-2}$$

ответ: $I_{\max} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ А}$ - максимальная сила тока

x3) Если бы в этой схеме не было бы диода в ней проходили бы электромагнитные колебания (схема состоит из конденсатора, катушки индуктивности), в которых максимальный заряд на конденсаторе $q_{\max}$ периодически появлялся бы на конденсаторе. В таких колебаниях ^{процесс колебаний} ~~когда~~ на конденсаторе (на правой пластине) был бы заряд $q_{\max} > 0$, ток в цепи тек бы в направлении тока I_1 .

В нашей схеме ток не может течь в направлении $I_1 \Rightarrow$ напряжение установится и



будет равняться $u_2 = C q_{\max}$

$$q_{\max} = q_4 + q_4$$

q_{44} - ^{заряд} ~~на~~ ^{прошел через} ~~катушку~~ ^{перешел} ~~через~~ ^{источник}

q_4 равен заряду ~~прошел~~ ^{перешел} через источник к катушке, когда $\frac{L I^2}{2}$ равна 0 т.к. ~~тока~~ ^{в цепи нет} параболы ветви ~~вниз~~ ^{вверх} при этом

$$\cdot \frac{1}{2} q^2 + 2 E q - 2 E u_2 C + C u_2^2 - L I^2 = 0 \text{ максимума}$$

$$- \frac{1}{2} q^2 + 2 E \cdot q - 2 E \cdot u_2 C + C u_2^2 = 0 \text{ всего расположено}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

6

$$A, \varepsilon' = \left(\frac{F \cdot L \cdot D_1}{d} \right)' = C_1 D_1 \frac{F' \cdot d - d' \cdot F}{d^2} = C_1 D_1 \frac{V_x \cdot d - V_s \cdot F}{d^2}$$

$$\frac{V_x}{V_s} = \frac{F^2}{d^2}$$

$$V_s = \frac{V_x \cdot d^2}{F^2}$$

$$A, \varepsilon' = V_g = C_1 D_1 \cdot \frac{V_x \cdot d - V_x \frac{d^2}{F}}{d^2} = V_x \left(C_1 D_1 \cdot \frac{d - \frac{d^2}{F}}{d^2} \right) =$$

$$= V_x \left(\frac{3}{4} F \cdot \frac{\frac{3}{4} F - \frac{9}{4} \frac{F^2}{3F}}{\frac{9}{4} F^2} \right) = V_x \cdot \frac{1}{4}$$

$$\tan \alpha = \frac{V_g}{V_x}$$

$$V_g = V_x \cdot \frac{1}{4}$$

α - угол между вектором скорости изображения и осью O, O

$$\tan \alpha = \frac{1}{4} \frac{V_x}{V_x} = \frac{1}{4}$$

Ответ: $\tan \alpha = \frac{1}{4}$

$$3) |\vec{V}_{изг}| = \sqrt{|\vec{V}_x|^2 + |\vec{V}_g|^2} = \sqrt{|\vec{V}_x|^2 + \frac{1}{16} |\vec{V}_x|^2}$$

$$\vec{V}_{изг} = \vec{V}_x + \vec{V}_g$$

$$|\vec{V}_x| = V_x$$

$$|\vec{V}_g| = V_g$$

$$V_x = V_s \Gamma^2 = V_s \cdot \frac{F^2}{d^2} = 2V \cdot \frac{9F^2}{\frac{9}{4}F^2} = 2 \cdot 4V = 8 \cdot V$$

Ответ:

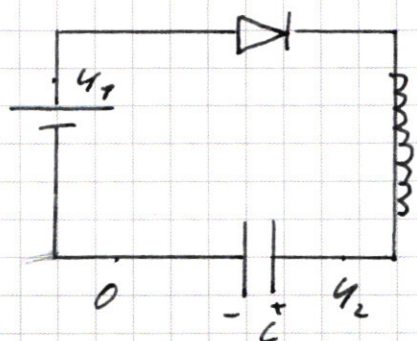
$$V_g = \frac{1}{4} V_x = 2V$$

$$V_{изг} = \sqrt{64V + 4V} = V \cdot \sqrt{68}$$

Ответ: скорость изображения $V_{изг} = V \cdot \sqrt{68}$

2 x 4

Пусть диод закрыт сразу после замыкания ключа. Тогда I (ток в цепи) $I=0$



$$I=0 \Rightarrow \dot{I}=0 \Rightarrow U_L=0$$

U_L - напряжение на катушке индуктивности.

U_1, U_2 - потенциалы в точках

$U_1 = 9 \text{ В}$ т.к. это выбран

$U_2 = 5 \text{ В}$ т.к. напряжение на участке между источ-

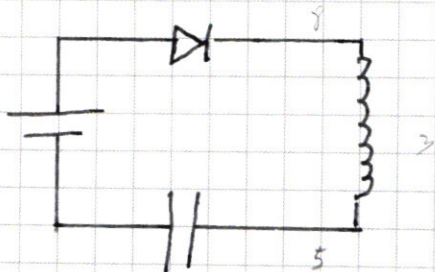
ником заряженной шиной и конденсатором

напряжения равно $U_1 - U_2 = U_0$ - напряжение на диоде

$$U_0 = 9 - 5 = 4 \text{ В}$$

$U_0 > U_D \Rightarrow$ диод открыт и на нем падает напряжение равно U_0

В начальный момент ток не может сразу появиться т.к. есть катушка индуктивности



по 2 правилу Кирхгофа:

$$E = U_0 + U_L + U_C$$

$$U_L = E - U_0 - U_C = 9 - 5 - 1 = 3 \text{ В}$$

$$U_L = L \frac{dI}{dt}$$

$\frac{dI}{dt}$ - скорость возрастания тока

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_L}{L} = \frac{3}{0,1} = 30$$

Ответ: скорость

возрастания тока
равна $30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

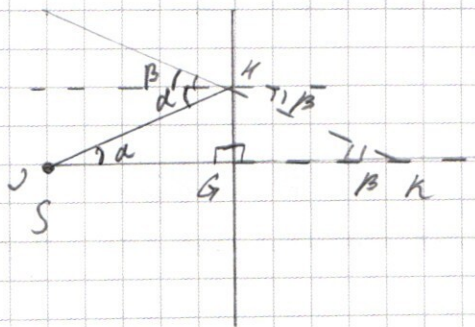
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА 5

Экран не пропускает лучи, идущие от источника S к линзе.

Изображение лучей от источника S , попадающих на зеркало, отражаются и преломляются в линзе $\Rightarrow$ источником может выступать мнимое изображение S в зеркале S_1 , расположенное на расстоянии $d = AD + AC$ от линзы.

$$AC = AB + BC$$

$AB = BC$ т.к. AB и BC перпендикулярны зеркалу.



$\angle \alpha = \angle \beta$ т.к. у зеркала отражение под тем же углом что и падает луч.

$\Downarrow$
 $\triangle SGK = \triangle GKK$; (GK - общая)
 $\angle \beta = \angle \alpha$ и противолежащие

$$\Downarrow$$

$$SG = GK$$

$$AB = DB - DA = F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}$$

$$d = AD + AB \cdot 2 = \frac{F}{2} + F = \frac{3}{2} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \text{ - формула тонкой линзы}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4

$$2) \alpha_k = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$\alpha_k = \gamma E_k = \frac{q_1}{\epsilon \epsilon_0} \cdot \gamma$$

$$\frac{1,5d}{T^2} = \frac{q_1 \cdot \gamma}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$q_1 \cdot \gamma = \frac{1,5d \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{T^2}$$

$$q_1 = \frac{1,5d \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{\gamma T^2}$$

$$\text{Ответ: } q_1 = \frac{1,5d \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{\gamma \cdot T^2}$$

3) ~~Компенсируется ли поле создаваемого~~
~~однороднозаряженной бесконечной плоскостью (с~~
~~лучше задать поле вычислить однородным~~
~~значит~~

теорема Гаусса - Остроградского для одной
из обкладок конденсатора зарядом q_1 :

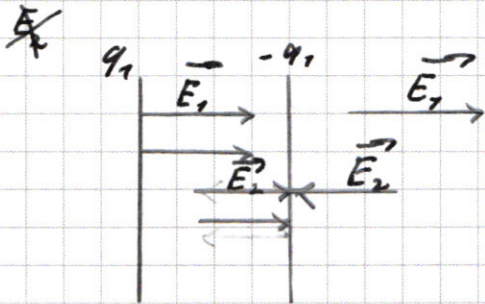
$$\frac{q_1}{\epsilon_0} = 2 \cdot S \cdot E_1$$

E_1 - напр. в поле создает обкладкой
с зарядом q_1

$2 \cdot S \cdot E_1$ - поток вектора напряженности
через замкнутый цилиндр, основания
которого имеют площадь S .

$$E_1 = \frac{q_1}{2 \cdot S \epsilon_0}$$

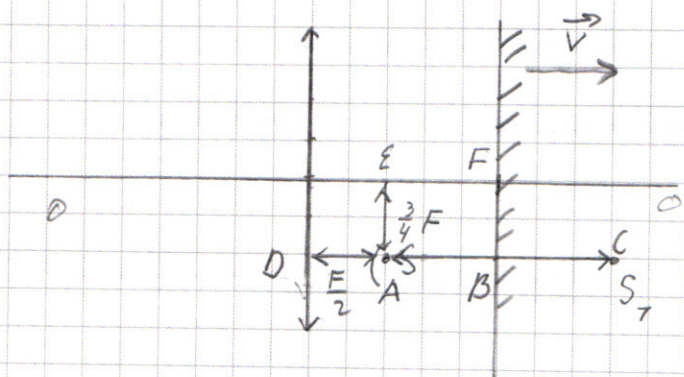
$|\vec{E}_2| = |\vec{E}_1|$ т.к. заряды на обкладках противоположны по знаку. и равны по модулю и площади.
 $\vec{E}_2$ - вектор напря. эл. поля создаваемого обкладкой с зарядом $-q_1$, *



напряжен конденсатора $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ противоположно направлены. $|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| \Rightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0$ (внутри конденсатора) $\Rightarrow$ на частицу не действует $\rightarrow$ сила действующая на частицу скомпенсирована $\Rightarrow$ она движется равномерно $\Rightarrow V_2 = V_1 = \frac{7,5d}{T}$

Ответ: $V_2 = \frac{7,5d}{T}$

✓ 5



S_1 - изображение источника S в зеркале

AB - расстояние от источника до зеркала

BC - расстояние от

DA - расстояние от источника до зеркала

AE - расстояние от зеркала до изображения источника S в зеркале (S_1) до OO_1 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

7

Теплота + под давлением процесса 1-3 это
теплота процесса с основанием равным
 P_1 и P и высотой равной $V_3 - V_1$

↓

$$|A_{13}| = \frac{1}{2} (P_1 + P) (V_3 - V_1)$$

$$P = k \cdot V_3$$

$$P_1 = k \cdot V_1$$

$$|A_{13}| = \frac{1}{2} (k V_1 V_3 - k V_1 V_1 + k V_3 V_3 - k V_3 V_1) = \frac{1}{2} (P V_3 - P_1 V_1)$$

$$P V_3 = \nu R T_3$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$|A_{13}| = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

в процессе 1-3 газ расширяется $\Rightarrow A_{13} < 0$

$$A_0 = A_{23} - |A_{13}|$$

$$A_{23} = P (V_3 - V_1) = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$Q_4 = Q_{12} + Q_{23} \quad \text{т.к. в процессе 1-3 газ расширяется}$$

и уменьшается $\Rightarrow Q_{13} < 0 \Rightarrow |Q_{13}|$ - абсолютная величина

$$Q_{12} = Q_{412} = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = Q_{423} + A_{23} = \nu R (T_3 - T_2) \left(\frac{1}{2} + 1 \right) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\eta = \frac{\nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)} = \frac{T_2 - T_1 + 1.5 T_3 - 0.5 T_2}{1.5 T_2 - 0.5 T_1 + 1.5 T_3 - 0.5 T_2}$$

$$= \frac{0.5 T_3 + 0.5 T_2 - T_1}{1.5 T_3 - T_2 - 0.5 T_1}$$

$$T_1 = T_3 :$$

$$\eta = \frac{T_3 - T_2}{T_3 - T_2} = 1 \quad \text{максимальное КПД т.к. } \eta \text{ не может быть } > 1$$

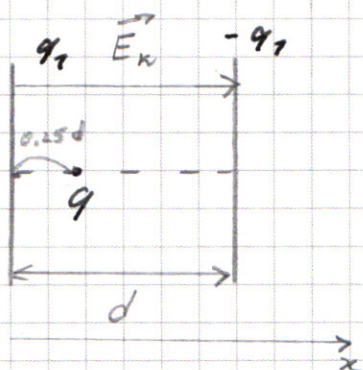
Ответ: $\eta = 1$

и 3

1) Расстояние между обкладками много меньше их площади $\Rightarrow$ можно считать поле между ними однородным.

$$E_k = \frac{q_1}{S \cdot \epsilon_0}$$

q_1 - заряд на той обкладке конденсатора



0 x:

$$m a_x = F_k \quad (\text{по II закон. Ньютона})$$

$$F_k = q \cdot E_k$$

$$m a_x = q E_k$$

$$a_x = \frac{q E_k}{m} = \gamma E_k$$

$v_0 = 0$ - начальная скорость

$0,75d$ - расстояние, которое прошла частица

$$0,75d = v_0 \cdot T + \frac{a_x T^2}{2}$$

$$0,75d = \frac{a_x T^2}{2}$$

v_{x0} - скорость при вылете

$$a_x = \frac{2 \cdot 0,75d}{T^2}$$

$$v_{x0} = v_0 + a_x \cdot T = a_x \cdot T = \frac{1,5d}{T}$$

$$\text{Ответ: } v_1 = \frac{1,5d}{T}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2

~ 2

$$1) Q = C \cdot V \cdot \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{V \cdot \Delta T}$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{V \cdot \Delta T_{12}}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{V \cdot \Delta T_{23}}$$

4. Повышение температуры газа
на участках 1-2 и 2-3

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$$

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

$$A_{12} = 0 \text{ т.к. } V_1 = V_2$$

P -изменение в процессе 2-3

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \cdot \Delta T_{12}$$

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

$$A_{23} = P(V_3 - V_2) \text{ т.к. изобарный процесс}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23} + P(V_3 - V_2)$$

$$P V_3 = \nu R T_3$$

$$P V_2 = \nu R T_2$$

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \nu R T_3 - \nu R T_2 = (T_3 - T_2) \left(\frac{i}{2} \nu R + \nu R \right)$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu R \cdot \Delta T_{23}} = \frac{\Delta T_{23} \cdot \nu R \left(\frac{i}{2} + 1 \right)}{\nu \cdot \Delta T_{23}} = R \left(\frac{i}{2} + 1 \right)$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{V \cdot \Delta T_{12}} = \frac{\frac{i}{2} V R \cdot \Delta T_{12}}{V \cdot \Delta T_{12}} = \frac{i}{2} R$$

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

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{i}{2} R}{(\frac{i}{2} + 1) R} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{3}{2} + 1} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{5}$$

2) изобарический процесс это 2-3

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{i}{2} V R \Delta T_{23} + P(V_3 - V_2) = \frac{i}{2} V R \Delta T_{23} + V R \Delta T_{23} = (\frac{i}{2} + 1) V R \Delta T_{23}$$

$$A_{23} = P(V_3 - V_2) = P V_3 - P V_2 = V R T_3 - V R T_2 = V R \Delta T_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{(\frac{i}{2} + 1) V R \Delta T_{23}}{V R \Delta T_{23}} = \frac{i}{2} + 1 = \frac{3}{2} + 1 = \frac{5}{2}$$

Ответ: $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$

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

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

Q_H - т.к. к.т. количество теплоты полученное газом за цикл (не отведенное)

A - работа газа за цикл

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

P_1 - давление в точке 1

$$A_{12} = 0 \text{ т.к. } V_1 = V_2$$

P_n - давление в точках на прямой 1-3

т.к. в процессе 1-3 $P_n = k V_n$, где k - konst., т.к. процесс прямопропорциональный

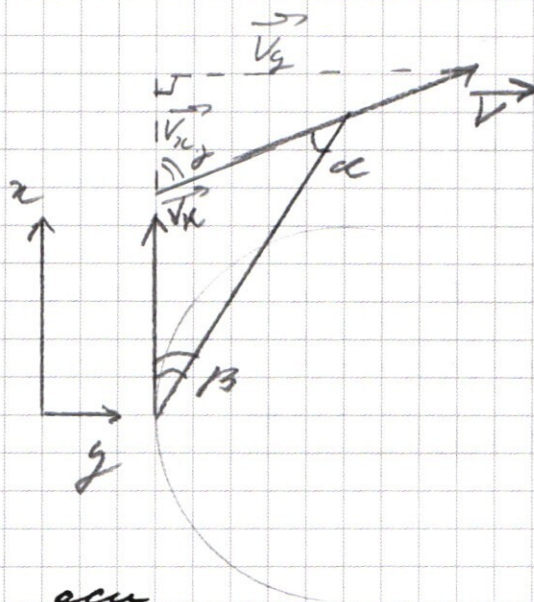
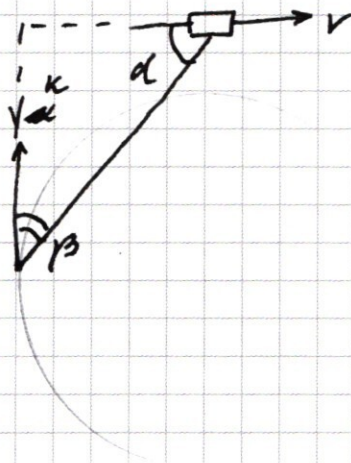
работа за процесс - V_n - давление в точке 3
это площадь под графиком на прямой 1-3
как этого процесса в координатах PV

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

✓

~7

7)



в этот момент времени концы нити движутся только по оси x . На нить действует нить, которая привязана к ней $\Rightarrow$ скорости нити по ox и скорости конца равны. Нить привязана к муфте $\Rightarrow$ скорость нити по ox равна скорости муфты по ox .

$$V_x = V_k$$

$$V_x = V \cdot \cos f$$

$$\gamma = \alpha + \beta$$

$$\cos \gamma = \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$V_x = V \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta) = 68 \cdot \left(\frac{75}{77} \cdot \frac{4}{5} - \sqrt{1 - \frac{16}{25}} \cdot \sqrt{1 - \frac{75^2}{77^2}} \right) =$$

$$= \frac{744}{5} = 28,8 \frac{\text{ml}}{\text{L}}$$

$$2) \vec{V}_{acc} = \vec{V}_{avn} + \vec{V}_{nen}$$

$$\vec{V}_{acc} = \vec{V}_x$$

$$\vec{V}_{nen} = \vec{V}$$

$$\vec{V}_{avn} = ? \text{ (используем правило треугольника)}$$

$$\vec{V}_{avn} = \vec{V}_{acc} - \vec{V}_{nen}$$

$$\vec{V}_{avn} = \vec{V}_{acc} + (-\vec{V}_{nen})$$

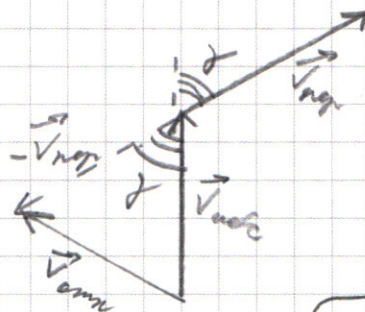
$$|\vec{V}_{avn}| = |\vec{V}_{acc}|^2 + |\vec{V}_{nen}|^2 -$$

$$- 2 |\vec{V}_{acc}| \cdot |\vec{V}_{nen}| \cdot \cos \alpha$$

$$|\vec{V}_{avn}| = \sqrt{68^2 + 28,8^2 - 2 \cdot 68 \cdot 28,8 \cdot \frac{36}{77,5}} = \sqrt{68^2 + 28,8^2 - 2 \cdot 4 \cdot 28,8 \cdot \frac{36}{4,5}} =$$

$$\approx \sqrt{4624 + 789 - 4032 : 10} = \sqrt{4945}$$

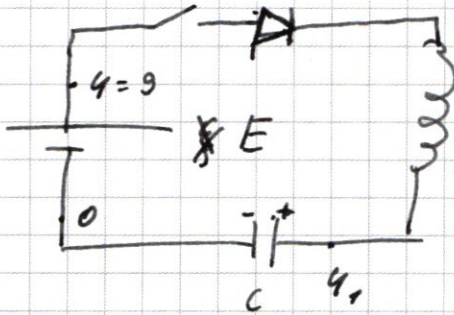
$$\text{Ответ: } |\vec{V}_{avn}| \approx$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик

~ 4



$$E = U_L + U_R + U_C$$

$$U_L = E - U_R - U_C = 9 - 1 - 5 = 3$$

$$B = L \frac{I}{C}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 28 \\ \hline 288 \\ 724 \\ \hline 1008 \\ 4 \\ \hline 4032 \end{array}$$

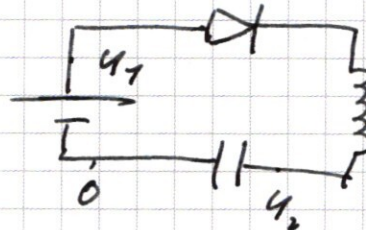
$$68^2 =$$

$$\begin{array}{r} \times 68 \\ 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 28 \\ \hline 224 \\ 56 \\ \hline 784 \end{array}$$

$$87 + 25 - 90 = 106 - 90 = 16$$

пусть диод закрыт



$$U_C = 5$$

$$U_R = 9$$

$U_L = 0$ т.к. тока нет



$$U_D = 4 \cdot U_C > U_C \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ диод открыт

$$- E^2 \cdot C + 2 E^2 C - 2 E U_C C + C U_C^2$$

✓ 4

$$\therefore \cancel{2} D = 4E + 4 \cdot \frac{I}{C} (C u_1^2 - 2E \cdot u_1 \cdot C) =$$
$$= 4.$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»



(заполняется секретарём)

черн

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_k = 68 \left(\frac{15}{77} \cdot \frac{4}{5} - \sqrt{1 - \frac{16}{25}} \cdot \sqrt{1 - \frac{16^2}{77^2}} \right) = 68 \cdot \left(\frac{15}{77} \cdot \frac{4}{5} - \sqrt{\frac{9}{25}} \sqrt{\frac{64}{77^2}} \right)$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 77 \\ \hline 105 \\ 1155 \\ \hline 1155 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 77 \\ \hline 1194 \\ 1194 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$285 - 225$$

$$= 68 \left(\frac{15^2}{77} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{77} \right) =$$

$$= \frac{72.5 - 3.8}{77.5} =$$

$$\cos \gamma = \frac{60-24}{77.5} = \frac{36}{77.5}$$

$$= 68 \cdot \left(\frac{60-24}{77.5} \right) = \frac{36}{77.5}$$

1-матрица индексов

$$Q = \gamma C \cdot \Delta T$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}}$$

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

$$A_{12} = 0$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T_{12}$$

$$Q_{23} = \Delta U_1$$

$$=$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 5389 \\ 5389 \\ \hline 5928 \end{array} \quad 77 \cdot 4 = 68$$

$$\times \frac{77 \cdot 4 \cdot 77 \cdot 2}{77.5} =$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \times 78 \\ \hline 6084 \end{array}$$

$$= \frac{4}{5} \cdot 78 \cdot 2 =$$

$$= \frac{744}{5}$$

7-3:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P = k \cdot V$$

$$P_1 = k \cdot V_1$$

$$P_2 = k \cdot V_2$$

$$Q_{12}$$

$$\begin{array}{r} 744 \overline{) 5} \\ 70 \overline{) 28,8} \\ \hline 44 \\ -40 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$A_{13} = \frac{1}{2} (P_1 + P_3) (V_3 - V_1) - \text{мощность на участке}$$

$$A_{13} = \frac{1}{2} (P_1 V_3 - V_1 P_2 + P \cdot V_3 - P \cdot V_1) = \frac{1}{2} (k V_1 V_3 - V_1 k V_2 + P V_3 - P V_1) =$$

$$P_1 = k V_1$$

$$P_2 = k V_2$$

$$= \frac{1}{2} (k V_1 V_3 - k V_1 V_2 + k V_2 V_3 - P V_1) =$$

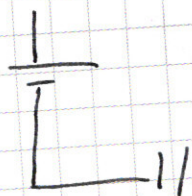
$$= \frac{1}{2} (k V_1 V_3 - k V_1 V_2) =$$

черновик

н4

Рд

Если $\kappa_{\text{вз}} < \kappa_0$, то ток не идет



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

$$T_1 = T_2 \cdot \frac{P_1}{P}$$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_3 = \frac{V_3}{V_2} \cdot T_2$$

$$T_1 = \frac{P_1}{P}$$

$$T_3 = \frac{V_3}{V_2} =$$

$$\frac{3}{2} - \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

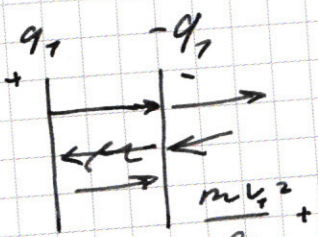
$$\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} = \frac{1}{4}$$

$$T_1 = T_3$$

$$W =$$

$$\frac{T_3 - T_2}{T_3 - T_2}$$

$$\kappa = E \cdot d$$



$$2 \cdot E \cdot S = \frac{q_1}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{q_1}{2 \cdot S \cdot \epsilon_0}$$

$$A_1 \epsilon_1 = \frac{\kappa \cdot C_1 D_1}{d}$$

$$A_1 \epsilon_1' = \left(\frac{\kappa \cdot C_1 D_1}{d} \right)' = C_1 D_1 \left(\frac{\kappa}{d} \right)' =$$

$$= C_1 D_1 \frac{\kappa' \cdot d - \kappa \cdot d'}{d^2} =$$

$$= C_1 D_1 \frac{v_x \cdot d - \kappa \cdot v_s}{d^2} =$$

$$= C_1 D_1 \cdot \frac{v_s \cdot \frac{\kappa^2}{d} - \kappa \cdot v_s}{d^2} =$$

$$v_x = v_s \cdot \frac{\kappa^2}{d^2} = v_s \left(C_1 D_1 \cdot \frac{\kappa^2 - \kappa}{d^2} \right)$$