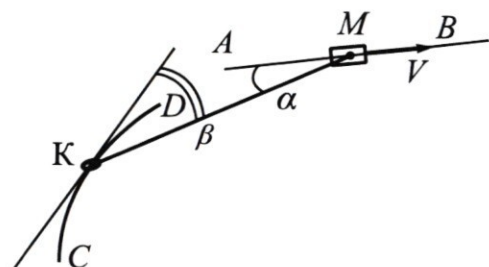


Олимпиада «Физтех» по физике, Вариант 11-04

Класс 11

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



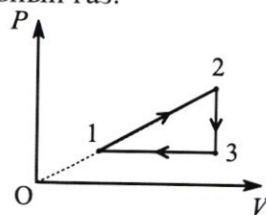
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

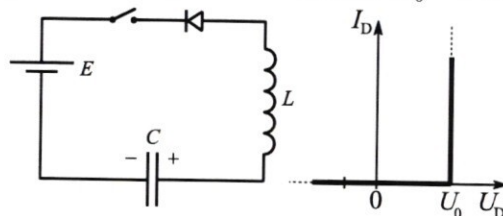
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

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.

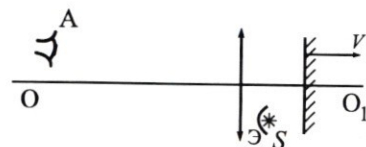


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

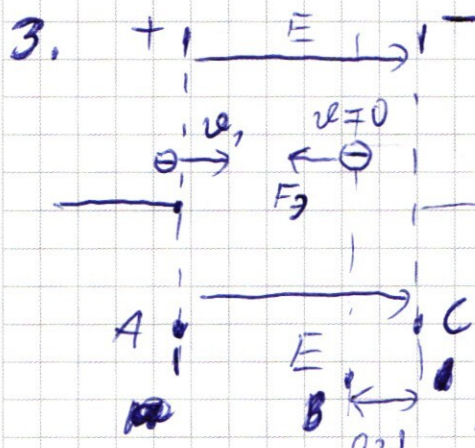
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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

3. 
- 1) Внутри конденсатора есть напряженность $E = \frac{U}{d}$, которая действует на заряд с силой $F_z = E|q|$ и которая тормозит его, эта сила постоянна и направлена против вектора $\vec{E}$, так как $q < 0$
- 2) $U = 230\text{ В}$; $ma = F_z = E|q| \Rightarrow a = \frac{E|q|}{m} = \frac{U}{d} \gamma$
- 3) заряд движется равнозамедленно, пройдя $0,8d$, тогда:
- $$0,8d = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{v_1^2 d}{2U\gamma} \Rightarrow 3,6U\gamma = v_1^2 \Rightarrow \gamma = \frac{v_1^2}{3,6U}$$
- 4) Из симметрии движения, время, которое заряд пройдет до остановки, равно времени, за которое он движется до начальной скорости. А при обратном движении он будет двигаться равноускоренно с тем же ускорением a , тогда:
- $$T = 2t, \text{ где } t = \frac{v_1}{a} = \frac{d v_1}{U \gamma}, \text{ подставим найденное}$$
- $$\gamma: t = \frac{d \cdot v_1 \cdot 3,6U}{U v_1^2} = \frac{3,6d}{v_1} \Rightarrow T = 3,2 \frac{d}{v_1}$$
- 5) Для нахождения v_0 воспользуемся энергетическими соотношениями:

На бесконечности потенциал поля равен нулю, при входе на положительную обкладку потенциал равен ϵ , тогда ЗСЗ: где $\boxed{\epsilon = U}$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} - \epsilon |q| \Rightarrow v_0^2 = v_1^2 - \frac{2\epsilon |q|}{m} = v_1^2 - 2\epsilon \gamma$$

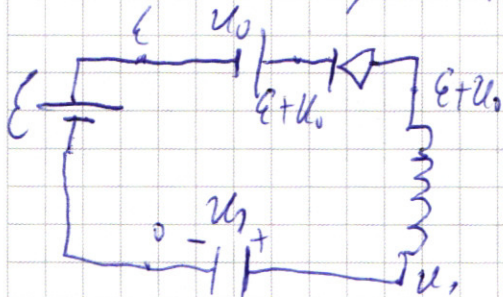
выполняемый найденный γ : $v_0^2 = v_1^2 - 2U \cdot \frac{q_1^2}{3,6U}$

Внутри конденсатора поля нет, так как две противоположные обкладки, компенсируется поле отрицательной, тогда на заряд вне конденсатора никаких сил не действует, а следовательно скорости на бесконечности будет равна скорости при входе в поле $\Rightarrow v_0 = v_1$,

Ответ: 1) $\gamma_1 = \frac{v_1^2}{3,6U}$ 2) $T = 3,2 \frac{d}{v_1}$ 3) $v_0 = v_1$

4. Заменяем неидеальный диод на идеальный и источник тока с $\epsilon = U_0$: $\text{---} \equiv \text{---} \text{---}$
 U_0

7. Рассчитаем эдс сразу после замыкания, так как она не изменяется из-за катушки, как и ток на конденсаторе сразу не изменяется.



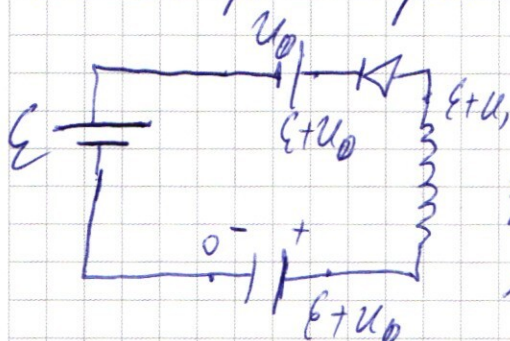
Для катушки: $U_L = LI'$, где I' - ток в цепи $\Rightarrow$

$$\Rightarrow I' = \frac{U_L}{L} = \frac{\epsilon + U_0 - U_1}{L} = \frac{2U}{0,4 \text{ Гн}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Источники электр. излучения
потенциалов

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

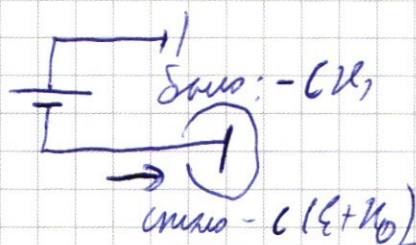
2) Когда ток на катушке максимальен, напряжение на ней равно нулю



$$\Rightarrow U_C = \mathcal{E} + U_1$$

Используем ЗСЗ от ~~тока~~
зависимая величина, от нашего момента:
 $A_{\text{ист}} = W_2 - W_1 + Q$, где $Q = 0$

Рассмотрим какой заряд протек через ~~катушку~~ конденсатор;



$$\Rightarrow \Delta \varphi = -C(U_1 - \mathcal{E} - U_0) =$$

$$\Rightarrow A_{\text{ист}} = -C(U_1 - \mathcal{E} - U_0)(\mathcal{E} + U_0)$$

$$W_1 = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{C(U_1 - \mathcal{E} - U_0)^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

Подставляем:

$$-C(U_1 - \mathcal{E} - U_0)(\mathcal{E} + U_0) = \frac{C(U_1 - \mathcal{E} - U_0)^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} =$$

$$\Rightarrow LI_{\text{max}}^2 = C(U_0^2 - 2(U_1 - \mathcal{E} - U_0)(\mathcal{E} + U_0) - (U_1 - \mathcal{E} - U_0)^2)$$

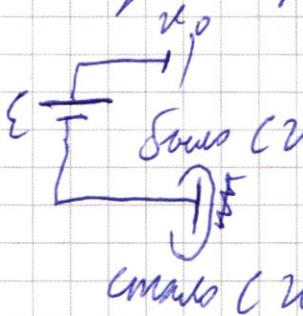
$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L}(U_0^2 - 2(U_1 - \mathcal{E} - U_0)(\mathcal{E} + U_0) - (U_1 - \mathcal{E} - U_0)^2)} =$$

$$= 7 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 70 \text{ mA}$$

4. Напряжение на конденсаторе устанавливается в этот момент, когда ток пойдет в обратном направлении, а до этого не пустит, пока в этой ситуации нет, напряжение на конденсаторе U_2 , тогда придем к ЗСЗ от момента замкнутого, у нулевой или минимума:

$$A_{\text{ит}} = W_3 - W_1$$

Каждый протекающий заряд:



$$\begin{aligned} \text{Если } C U_1 &\Rightarrow \Delta q = (U_2 - U_1) \Rightarrow A_{\text{ит}} = -C(U_1 - U_2)(\xi + U_0) \\ \text{Если } C U_2 & \quad W_3 = \frac{C U_2^2}{2} \end{aligned}$$

$$-C(U_1 - U_2)(\xi + U_0) = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{C}$$

$$2(U_2 - U_1)(\xi + U_0) = U_2^2 - U_1^2$$

$$U_2^2 - U_1^2 - 2U_2\xi + 2\xi U_1 - 2U_2U_0 + 2U_1U_0 = 0$$

Представим значения для U_1, U_0, ξ для простоты и решим квадратное уравнение:

$$U_2^2 - 81 - 2U_2 \cdot 6 + 2 \cdot 54 - U_2 \cdot 7.2 + 9.2 = 0, \text{ введем сокращения}$$

~~$$U_2^2 - 81 - 2U_2 \cdot 6 + 2 \cdot 54 - U_2 \cdot 7.2 + 9.2 = 0$$~~

$$U_2^2 - U_2 \cdot 7.2 + 45 = 0$$

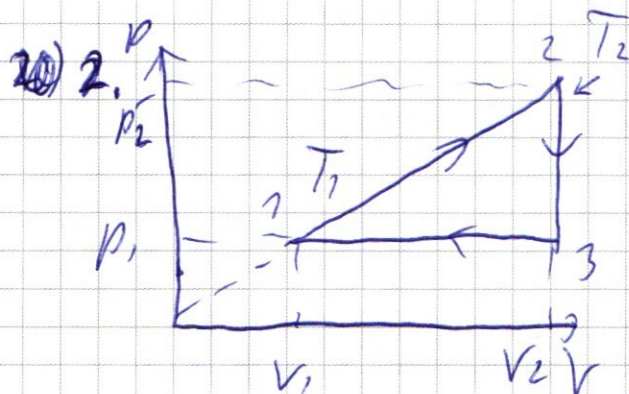
$$U_2^2 - 7.2 U_2 + 45 = 0$$

$$U_2 + U_{2_2} = 7.2 \Rightarrow U_{2_2} = 9 \text{ В, где } U_{2_2} - \text{где начало}$$

$$U_{2_1} \cdot U_{2_2} = 45 \Rightarrow U_{2_1} = 5 \text{ В } U_{2_1} - \text{где конец}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $5 \frac{A}{C}$ 2) $70 \mu A$ 3) $5 B$



1) В процессе 2-3 $V = \text{const} \Rightarrow$
 $\Rightarrow C_{23} = C_V = \frac{3}{2} R$

В процессе 3-1 $p = \text{const} \Rightarrow$
 $C_{31} = C_p = \frac{5}{2} R \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}, \text{ либо}$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3}$$

$$2) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$A_{12} = \delta_{\text{пр}} = \frac{(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_2 V_2 + p_1 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_1}{2},$$

из условия равновесия $p_1 V_2 = p_2 V_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow A_{12} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}, \text{ где } p_2 V_2 = \nu R T_2, p_1 V_1 = \nu R T_1, \text{ из}$$

уравнения Менделеева - Клапейрона $\Rightarrow A_{12} = \frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2}$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2}} = 3$$

$$3) \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}}, \text{ где } Q_{\Sigma} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 2 \nu R (T_2 - T_1)$$

$$A_z = S_{\text{цилиндр}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_1}{2},$$

где $p_1 V_2 = p_2 V_1$ ~~и~~ ~~и~~ $p_2 V_2 = \nu R T_2$, $p_1 V_1 = \nu R T_1$ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow A_z = \frac{\nu R (T_2 + T_1)}{2}$$

$$\eta = \frac{\nu R (T_2 + T_1)}{2 \cdot 2 \nu R (T_2 - T_1)} = \frac{T_2 + T_1}{4(T_2 - T_1)} = \frac{1 + \frac{T_1}{T_2}}{4(1 - \frac{T_1}{T_2})}$$

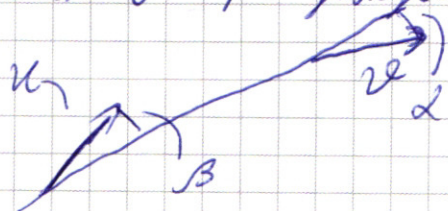
для максимальной η_{max} устремим T_1 к нулю, тогда:

$$\eta_{\text{max}} = \frac{1+0}{4(1-0)} = 0,25$$

Ответ: 1) $\frac{L_{23}}{L_{31}} = \frac{3}{5}$ или $\frac{L_{31}}{L_{23}} = \frac{5}{3}$ 2) $\frac{\Delta x_{12}}{A_{12}} = 3$

3) $\eta_{\text{max}} = 0,25$

1.1) Воспользуемся условием неразрывности течения, тогда проекции ~~скоростей~~ ~~на~~ скоростей ~~связанных~~ ~~те~~ ~~двух~~ ~~точек~~ ~~будут~~ ~~равны~~ ~~иначе~~ ~~призводит~~ ~~разрыв~~.



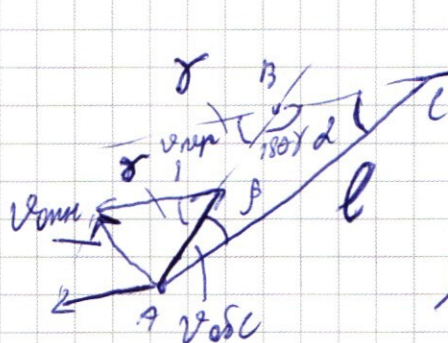
$v_1 \cos \alpha = u \cos \beta$, где u - скорость

капля $\Rightarrow u = v_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = v_1 \cdot \frac{477}{582} =$

$= 1,7 \cdot v_1 = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{обс}} - \vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}_{\text{обс}} + (-\vec{v}_{\text{пер}})$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Рассмотрим треугольник ABC:

$$180 - \gamma = 180 - \alpha - \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\gamma = \alpha + \beta}$$

Площа найдем $v_{\text{общ}}$ из теоремы косинусов:

$$v_{\text{общ}}^2 = v_{\text{обс}}^2 + v_{\text{пер}}^2 - 2 v_{\text{обс}} \cdot v_{\text{пер}} \cdot \cos \gamma,$$

$$\text{где } v_{\text{обс}} = u \cdot v_{\text{пер}} = v, \quad u = 3,7, \quad \cos \gamma =$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta, \quad \text{где } \sin \alpha = \frac{3}{5}, \quad \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$v_{\text{общ}} = \sqrt{v^2 + 3,7^2 v^2 - 2 \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) \cdot v \cdot 3,7 v} = 2,1 v = 4,2 \frac{m}{c}$$

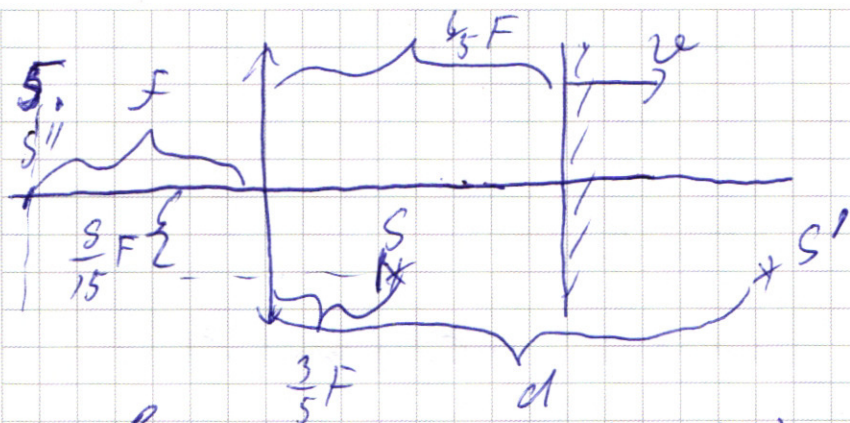


П.к. Кин. энергия увеличивается по окружности по
 $\beta \perp$ ос.м, где $a_{\text{нп}} = \frac{v^2}{R}$

Строим уравнение 2ВМ на ОХ:

$$T \cos(90 - \beta) = m a_{\text{нп}} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T \sin \beta = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m v^2}{R \sin \beta} = \frac{0,4 \cdot 34 \cdot 34 \cdot 5}{19 \cdot 3}$$



1) Изображение предмета S в зеркале находится на расстоянии от линзы

равным: $d = \frac{3}{5}F + \left| \frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F \right| = \frac{2}{5}F \Rightarrow$

$\Rightarrow$ из формулы для тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow$

$\Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{2}{5}F \cdot \frac{9}{15}F}{\frac{2}{5}F - \frac{9}{15}F} = \frac{9}{4}F$, где f - расстояние от изображения S'' предмета S' от плоскости линзы.

2) Перейдем в СО с зеркалом, тогда источник S движется влево со скоростью v , но тогда его зеркальное отражение S' движется со скоростью v вправо, перейдем в СО земли где изображения S' абсолютная скорость: $v_{\text{абс}} = v_{\text{отн}} + v_{\text{пер}} \Rightarrow$

где $v_{\text{отн}} = v$
 $v_{\text{пер}} = v$

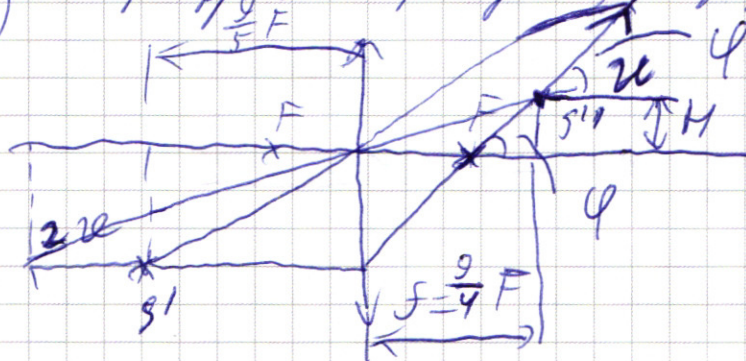
$\xrightarrow{v} \xrightarrow{v}$

$\xrightarrow{2v}$

$2v = v_{\text{абс}} \Rightarrow S'$ движется со скоростью

$2v$ вправо

3) Перевернем рисунок, и уберем зеркало



Найдём φ -угол отклонения

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Из рисунка ~~и формулы~~ $\cos \varphi = \frac{u_{11}}{u} \Rightarrow$

$\Rightarrow u = \frac{u_{11}}{\cos \varphi}$, где $\cos \varphi$ найдем из $\tan \varphi$

$\cos \varphi = \frac{25}{17}$, $u_{11} = \frac{25}{8} \Rightarrow u = \frac{25 \cdot 17}{8 \cdot 15} \text{ В} = \frac{85}{24} \text{ В} =$
 $= \frac{85}{24} \text{ В}$

Ответ: 1) $f = \frac{9}{4} F$ 2) $\tan \varphi = \frac{8}{15}$

3) $u = \frac{85}{24} \text{ В}$

7. 3 Пункт: ~~если реакция опоры направлена~~
~~горизонтально, то момент равен нулю.~~



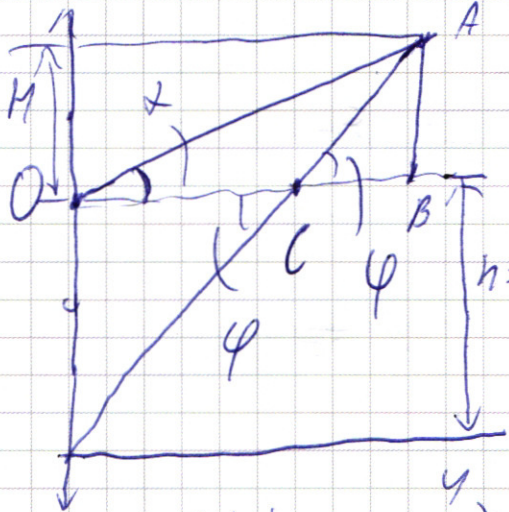
~~Если реакция опоры направлена горизонтально, то момент равен нулю.~~
~~Если реакция опоры направлена вертикально, то момент равен нулю.~~

H - расстояние от оси OO_1 до направления S''

~~НОЧ~~ $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{F}{d}$, где $h = \frac{8}{15} F$ $d = \frac{9}{5} F \Rightarrow$

$$\Rightarrow H = \frac{8^2}{15^2} F \cdot \frac{9F}{5} = \frac{2}{3} F$$

Приблизим рисунок:



$$\tan \alpha = \frac{AB}{OB}$$

$$\tan \varphi = \frac{AB}{CB}$$

$$\tan \varphi = \frac{8F}{15(OB - CB)}$$

Найдем CB :

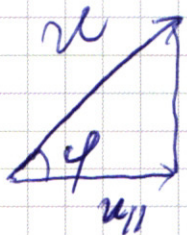
$$AB = H = \frac{2}{3} F; \quad OB = d = \frac{9}{5} F$$

$$\frac{2F}{3CB} = \frac{8F}{15(\frac{9}{5}F - CB)} \Rightarrow 4CB = \frac{45}{4} F - 5CB$$

$$9CB = \frac{45}{4} F \Rightarrow CB = \frac{5}{4} F$$

$$\tan \varphi = \frac{AB}{CB} = \frac{2F \cdot 4}{3 \cdot 5F} = \frac{8}{15}$$

4) Приблизим ~~изображение~~ изображение, где скорость u :

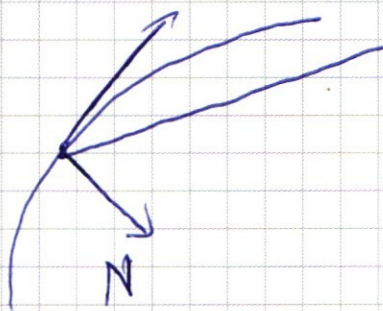


u_{11} - горизонтальная скорость, она находится из обобщенной скорости изображения S' равной $2v$, то составляющие!

$$\Gamma^2 = \frac{u_{11}}{2v} \Rightarrow u_{11} = \Gamma^2 \cdot 2v, \text{ где } \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{9F}{4 \cdot 9F} = \frac{5}{4}$$

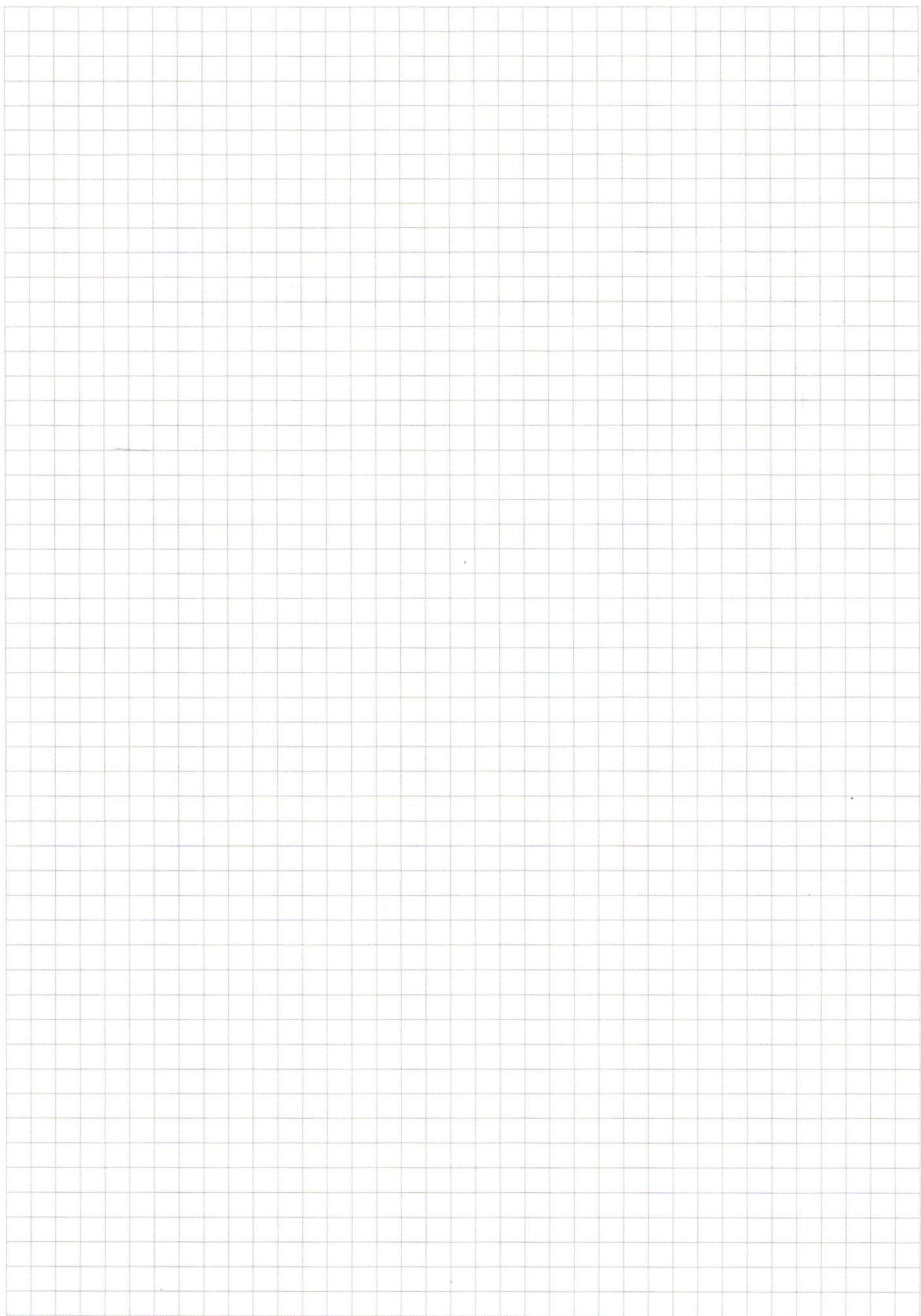
$$\Rightarrow u_{11} = \frac{25}{16} \cdot 2v = \frac{25}{8} v$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Шла реакция оторы
направлена против z-оси

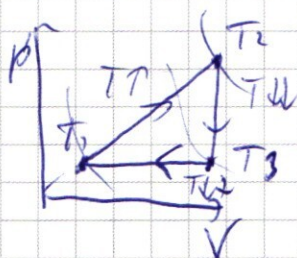
Ответ: а) $3,4 \frac{\mu}{\epsilon}$ б) $4,2 \frac{\mu}{\epsilon}$ в) —



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{c_p}{c_v} = \frac{5}{3}$$

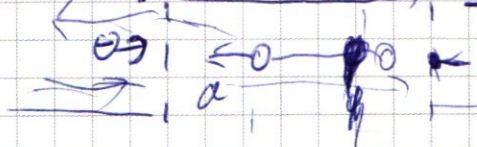
$$A = \frac{1}{2} \sqrt{RT} \quad \text{or} \quad \Delta U = \frac{3}{2} \sqrt{RT}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_2} = 1 - \frac{Q_1}{Q_2}$$

$$\frac{\Delta U}{A} = 3$$

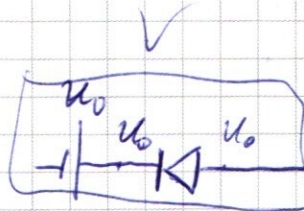
$$= \frac{\left(\frac{5}{2} T_3 - \frac{5}{2} T_1 + \frac{3}{2} T_2 - \frac{3}{2} T_3 \right)}{2T_2 - 2T_1} = \frac{-\frac{5}{2} T_3 + \frac{5}{2} T_1 - \frac{3}{2} T_2 + \frac{3}{2} T_3 + 2T_2 - 2T_1}{2T_2 - 2T_1}$$

$$\frac{(-T_3 + \frac{1}{2} T_1 + \frac{1}{2} T_2)}{(2T_2 - 2T_1)} =$$



$$E = \frac{U}{d}$$

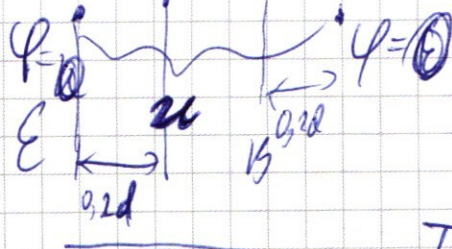
$$\frac{mv^2}{2} = q \frac{U}{d}$$



$$a = \frac{qU}{m d}$$

$$v_1 = ta$$

$$0 = v_1 - ta$$



$$q \delta \phi = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot \delta \phi = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$r = \frac{v_1^2}{36 \times 10^6}$$

$$T = 2t, \text{ where } v_1 = \frac{qU}{m d}$$

$$q \delta \phi = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = q \delta \phi$$

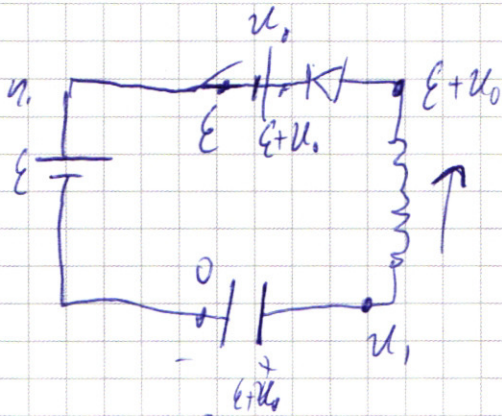
$$\frac{mv_1^2}{2} = q \delta \phi$$

$$-q \delta \phi = -\frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} - q \delta \phi$$

$$v_2^2 = v_1^2 - \frac{2q \delta \phi}{m}$$

$$v_1^2 - \frac{v_1^2}{0.8} = \frac{-0.2 v_1^2}{0.8} = -\frac{v_1^2}{4}$$



$$I' = \frac{U_1 - E - U_1}{L} = \frac{9 - 7}{94} = \frac{20}{94} = 5 \text{ A}$$

$$87 - 2(2 \cdot 7) - 4 = 28 - 4$$

$$87 - 32 = 55$$

$$\sqrt[4]{10 \cdot 4} = 10^{-2} \cdot 7$$

$$81 - 63 = 27$$

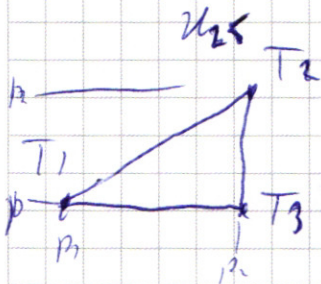
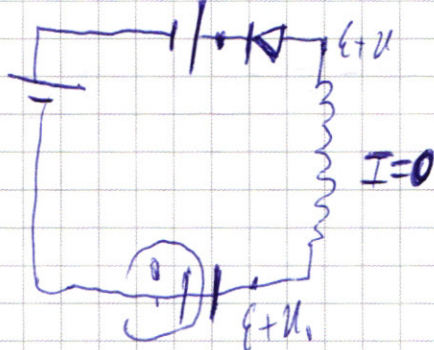
$$14 - 9 = 5$$

$$9 \cdot 3 = 27$$

$$108 + 78 = 186$$

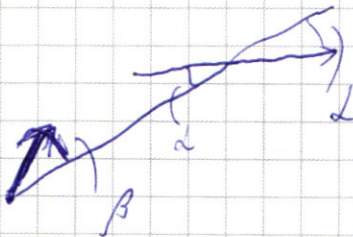
$$726$$

$$81$$



$$\frac{(p_2 - p_1)(V_1 - V_2)}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_2 - p_2 V_1 + p_1 V_1}{2 \cdot \sqrt{R(T_2 - T_1)}}$$

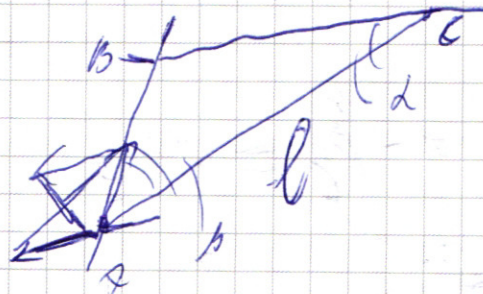
$$\frac{\frac{T_2}{T_1} + 1}{4(\frac{T_2}{T_1} - 1)} = \frac{\frac{T_1}{T_2} + 1}{4(1 - \frac{T_1}{T_2})} = \frac{1}{4}$$



$$V \cdot \cos \alpha = U \cdot \cos \beta$$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{4.77}{5.82} = 3.7 \cdot V = 3.4$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{вс} - \vec{v}_{пер}$$



$$\frac{AB}{\sin \alpha} = \frac{BC}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

$$c^2 = AB^2 + BC^2 - 2ABBC \cos \gamma$$



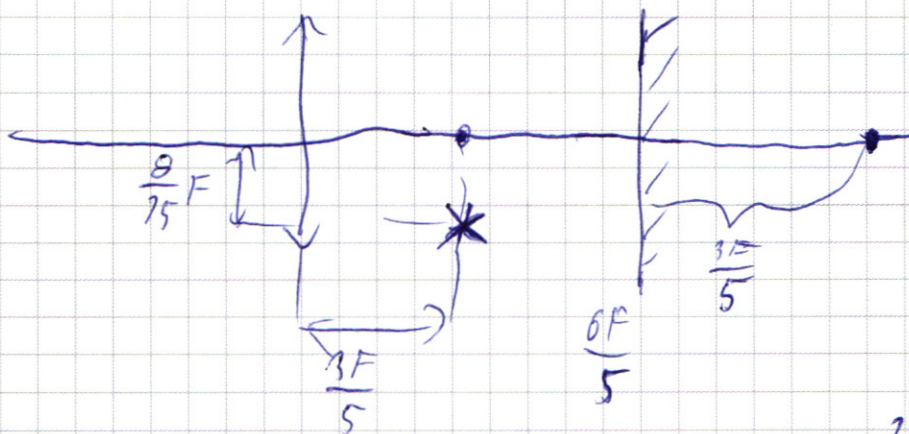
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



$$r = \frac{F}{d-F} = \frac{F5}{4F} =$$

$$64 + 225 = \sqrt{289} \quad 15 \ 16 \ 17$$

$$17 \times 17$$

$$77 - 5 = \frac{85}{24}$$

$$\frac{175}{77}$$

$$7 + \frac{64}{225} = \frac{2}{1082} \quad \frac{15}{72}$$

$$\begin{array}{r} 85 \ 124 \\ 22 \ 3954 \\ \hline 730 \\ 26 \\ \hline 120 \\ 100 \\ 30 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\frac{BC^2}{\sin \beta} = \frac{AB^2 + AC^2 - 2ABAC \cos \gamma}{\sin \gamma}$$

$$180 - \gamma = 180 - \beta - \alpha$$

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

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

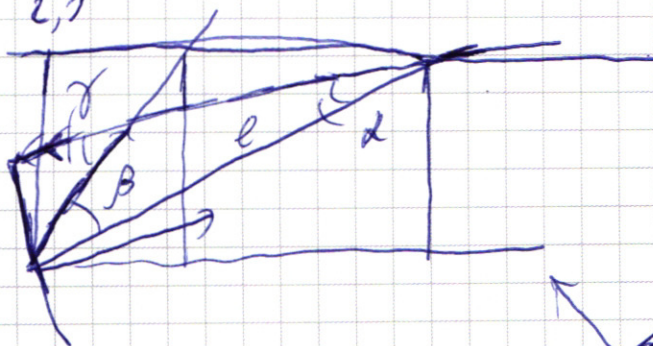
$$7 - \frac{64}{289} = \frac{15}{289}$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{77}$$

$$32 - 45 = \frac{1326}{5 \cdot 17}$$

$$3,39 + \frac{26}{5 \cdot 17} \cdot 1,7$$

$$\begin{array}{r} 3,39 \\ + 0,52 \\ \hline 4,91 \end{array}$$



$$\frac{0,4 \cdot 3,4 \cdot 39 \cdot 5}{7,9 \cdot 3}$$

