

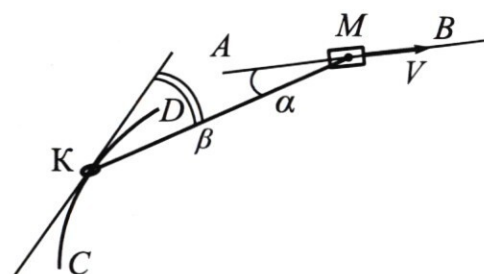
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-03

Класс 11

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

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.



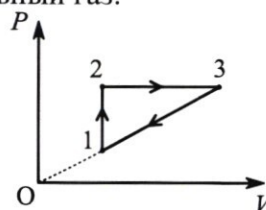
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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

ПЛОЩАДИ ОБЛАДОК S

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.

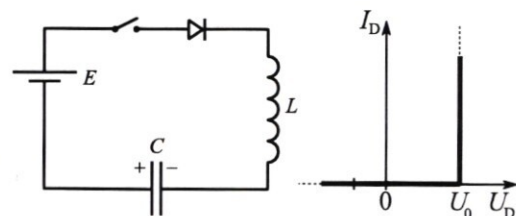
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

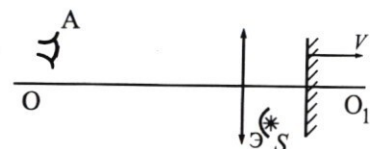


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

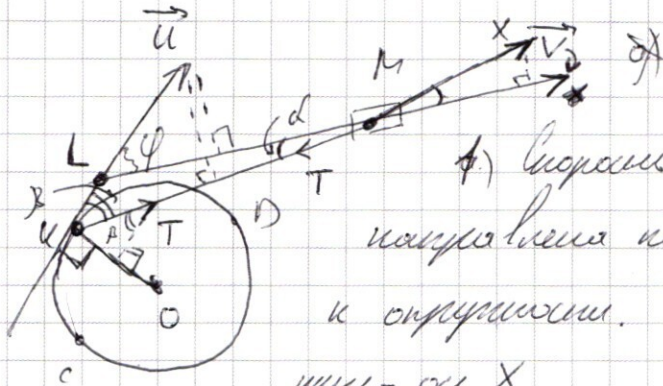


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

Решение:

Dano:



4) Скорость полета K направлена по касательной к окружности.

Просимая скорость письма и шрифт из
ос. X будут сориентированы в этот момент
времени, потому что они не деформируются.

$$u \cdot \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{15}{17}}{\frac{3}{5}} = \frac{34 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot \frac{15}{17}}{18 \cdot 3} = 15 \text{ m/s}$$

$$= 25 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 50 \cdot 10^{-2} = 0,5 \text{ m/s}$$

2) Возмем точку пересечения касательной и прямой, содержащей штифт (ось x) - L . Тогда угол $KLM = 180 - (\alpha + \beta)$ и угол ϵ_r (внешний угол KLM) равен $180 - 180 + (\alpha + \beta) = \alpha + \beta$. Пространство скорости ионов на ось фокусировки равно

$$u_{01} = u \cdot \cos \varphi = u \cdot \cos(\alpha + \beta) = u(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) =$$
$$= u \cdot \left(\frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) = \frac{u \cdot (45 - 32)}{5 \cdot 17} = \frac{13u}{5 \cdot 17} = \frac{13 \cdot 25}{5 \cdot 17} =$$
$$= \frac{13}{17}$$

$$V = 34 \cdot 10^{-2} \text{ m/c}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ m}$$

$$I = 5R/4$$

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

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

4) и? (спросы К)

2) и? (смысл)

Б) Т-^{азиды} (или инерт.
ионы).

а перейдем к расчету скорости звука:

$$u_0 = u_{01} - V = \frac{1,3}{17} - 0,34 \approx 0,076 - 0,34 = -0,264 \text{ м/с}$$

В) Тангенциальное ускорение направлено к центру круга радиуса. Просимся ~~написать~~ ~~написать~~ или написать на радиус: $T \cdot \sin \varphi$

По Второму Закону Ньютона:

$$m a = T \sin \varphi \quad a - \text{ускорение (тангенциальное) по окружности}$$

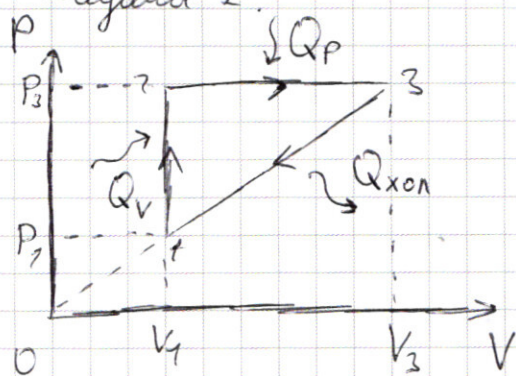
$$a = \frac{u^2}{R}$$

$$\frac{m u^2}{R} = T \sin \varphi \quad T = \frac{m u^2}{R \sin \varphi} = \frac{93 \cdot 0,25^2}{0,53 \cdot 0,8} =$$

$$= \frac{3 \cdot 25}{53 \cdot 8} \approx 0,18 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $0,5 \text{ м/с}$ 2) $\approx -0,264 \text{ м/с}$ 3) $\approx 0,18 \text{ Н}$

Задача 2.



Решим:

Возьмем начало периодическим для процессов 1-2 и 2-3 (пом, где температура газа повышается)

$$Q_p = \Delta U_p + A_p$$

$$Q_v = \Delta U_v$$

$$A_p = P_2(V_3 - V_2) = (P_3 V_3 - P_3 V_2) = \nu R \Delta T_{23}$$

$$C_p \nu \Delta T_{23} = Q_p$$

$$\Delta U_v = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$\Delta U_p = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow Q_p = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$C_p = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{5}{2} R$$

$$C_v \nu \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

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

$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = 0,6$$

Дано:

2-3 - P-const
1-2 - V-const

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

одноатом.
газ.

1.) $\frac{C_v}{C_p} = ?$

2.) $\frac{\Delta U_p}{A_p} = ?$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Delta U_p = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} \quad A_p = \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow \frac{\Delta U_p}{A_p} = 1,5$$

(*) По закону Менделеева-Клапейрона:

$$P_3 V_3 = \nu R T_3 \quad P_2 V_2 = P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 - P_1 V_1 = \nu R T_3 - \nu R T_1 = \nu R \Delta T_{23}$$

К.Д.В. цикла - это отношение работы газа за цикл к потребленной и теплоте цикла.

Работу можно как площадь ограниченного графиками "P-V" $A = \frac{(P_3 - P_1)(V_3 - V_1)}{2}$

Тепло в цикле потребится только 1-2 и 2-3.

$$Q = Q_{1-2} + Q_{2-3} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\eta = \frac{A}{Q}; \quad \text{По условию задачи: } \frac{P_2}{V_3} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$\eta = \frac{P_3 V_3 - P_1 V_1 - P_3 V_1 + P_1 V_2}{2 \cdot \left(\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \right)} = \frac{\nu R T_3 - \nu R T_2 + \nu R T_1}{3 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1 + 5 \nu R T_3 - 5 \nu R T_2} =$$

$$= \frac{\nu R T_3 - 2 \nu R T_2 + \nu R T_1}{5 \nu R T_3 - 2 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1} = \frac{T_3 - 2 T_2 + T_1}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1}$$

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_1 V_1}{T_1}; \quad \text{Поделим на } P_3 = \frac{P_1}{V_1} \cdot V_3$$

$$\frac{V_3^2 \cdot R}{T_3} = \frac{V_1^2 \cdot R}{T_1} \quad T_1 = \left(\frac{V_1}{V_3} \right)^2 \cdot T_3$$

В изобарном процессе 2-3: $\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_2 = \frac{V_1}{V_3} \cdot T_3$

$$\eta = \frac{T_3 - 2\left(\frac{V_1}{V_3}\right) \cdot T_3 + \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2 \cdot T_3}{5T_3 - 2\left(\frac{V_1}{V_3}\right)T_3 + 3\left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2 T_3} = \frac{1 - 2\left(\frac{V_1}{V_3}\right) + \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2}{5 - 2\left(\frac{V_1}{V_3}\right) + 3\left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2}$$

Пусть $\frac{V_1}{V_3} = k$ (новый коэффициент)

$$\eta = \frac{1 - 2k + k^2}{5 - 2k - 3k^2} = \frac{(1-k)^2}{-3(k-1)\left(k + \frac{5}{3}\right)} = -\frac{(k-1)}{(3k+5)}$$

Возьмем производную от η :

~~$$\eta' = \frac{(k-1)(3k+5) - (k-1)(3k+5)'}{(3k+5)^2} = \frac{3k+5-3k+3}{(3k+5)^2}$$~~

$$\eta' = \frac{(1-k)(3k+5) - (1-k)(3k+5)'}{(3k+5)^2} = \frac{-3k-5-3+3k}{(3k+5)^2} = \frac{-8}{(3k+5)^2}$$

Заметим, что производная всегда строго отрицательна при любых значениях k .

Значит $\eta(k)$ не будет убывать. Чтобы значение η было максимальным, нужно чтобы k было минимальным, т.е. $k \rightarrow 0$ (т.е. $V_1 > 0$ и $V_3 > 0$)

Подставляем $k=0$

$$\eta_{\max} = \frac{(0-1)}{-(0+5)} = \frac{1}{5} = 0,2$$

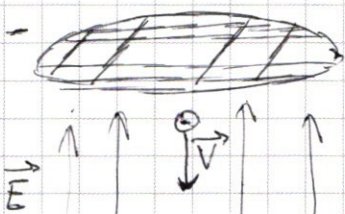
Ответ: 1.) 0,6 (изохора и изобара) 2.) 1,5
3.) 0,2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

Решение:

Дано:



Даны α - угол, который
образует на касательную
действующий перпендикулярный
силы тяжести вектор.

СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ПРЕДПРЕТАЕМ

Путь частицы - равноускоренное
движение.

Весь путь d вектор V_1 делится, что раз частицы
отражается, для движения и обрыва d .

Базисные d и $d - 0,3d = 0,7d$. Значит:

$$\frac{V_1^2}{2a} = 0,7d \Rightarrow a = \frac{V_1^2}{1,4d}$$

Чтобы начать на равном расстоянии, частицы
продвижения $\frac{d}{2} - 0,3d = 0,2d$

$$\frac{aT^2}{2} = 0,2d \quad T = \sqrt{\frac{0,4d}{a}} = \sqrt{\frac{0,4d \cdot 1,4d}{V_1^2}} = \sqrt{\frac{0,56d^2}{V_1^2}}$$

$$= \frac{d}{V_1} \sqrt{0,56}$$

Безразмерная сила, которая действует на частицу
 $F = qE$ По Второму Закону Ньютона

$$ma = |q|E, \text{ где } E = a \cdot \left(\frac{m}{|q|}\right) = \frac{a}{\gamma}$$

Наконец, образуем одной обложкой пописав

направление

$$S = \pi R^2$$

$$R \gg d$$

$$x_1 = 0,3d$$

$$d - \text{угол}$$

$$V_1$$

$$\frac{|d|}{m} = \gamma$$

$$\frac{|d|}{m} = \gamma$$

$$1) T - ?$$

$$2) Q - ?$$

$$3) V_1 - ?$$

$$V_0 = 0$$

S - дано

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Очевидно, что любой изобретение будет появляться на
прямой GD (длинам точек G и D и F и E).

Значит, если $d = GD$ - искомое, $\beta = GDE$ - искомое.
 $ED = d - AF = d - F = 4F$ $\triangle EGD \sim \triangle AFD$ по двум углам.

$$EG = AF \cdot \frac{d - F}{AF} = \frac{3}{4} F \cdot 4 = 3F$$

$$\tan \beta = \frac{EG}{EF} = \frac{3}{4}$$

$$\tan \alpha = \tan (180^\circ - \beta) =$$

~~Или α - браться, тогда.~~

$f(x) = (2V - 10V) \cdot 2 + 10V \Rightarrow$ ~~Видно V_0 должно быть~~
увеличить f , V_0 должно быть ~~увеличить d~~

Значит скорость (модуль) по оси OC , $U_x = 2V$.

$$EG = AF \cdot \frac{d - F}{F} \quad d \text{ увеличивается со скоростью } 2V \text{ и}$$

$$U_y = 2V \Rightarrow U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \sqrt{8V^2} = 2\sqrt{2}V$$

Ответ: 1) $5F$ 2) $\tan \beta = \frac{3}{4}$ 3) $2\sqrt{2}V$

Задача 4.

Дано

$$E = 6V \quad U_0 = 1V$$

$$C = 40 \cdot 10^{-6} F$$

$$U_1 = 2V$$

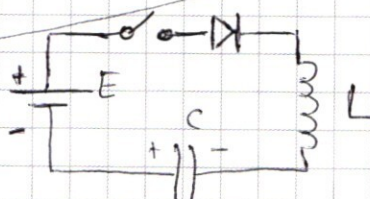
$$L = 0,1 H$$

$$1) V_1 = ?$$

$$2) I_{max} = ?$$

$$3) U_2 = ?$$

Решение:



Задача 3 (штрафная).

$$Ed = U \quad c = \frac{Q}{U} \quad U = \frac{Q}{c}$$

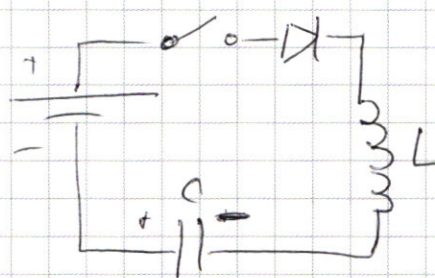
$$Ed = \frac{Q}{c} \quad c = \frac{\epsilon_0 \epsilon_0 S}{d} \quad E = \phi$$

$$Ed = \frac{Qd}{\epsilon S} \quad \frac{Q}{\epsilon S} = \frac{d}{\gamma}$$

$$Q = \frac{\alpha \epsilon S}{\gamma} = \frac{\epsilon^2 \epsilon S}{1,4d \gamma}$$

Ответ: 2) $\frac{\epsilon^2 \epsilon S}{1,4d \gamma}$

Задача 4.



Дано:

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$L = 91 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \frac{I}{T} - ?$$

$$2) I_{\text{max}} - ?$$

$$3) U_2 - ?$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.

$\frac{|q|}{m} = \gamma \quad 0,3d$

V_1
 $R \gg d$

$E = U = QEd$
 $\frac{Q}{C} = QEd$
 $E = \frac{1}{Cd}$

$V_1 = V_2$

$S = 0,2d$

$qE = F$

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

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

$E = \frac{kQ}{d^2}$

$C = \frac{Q}{U}$

$C = \frac{Q}{SE\epsilon_0}$

$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 d^2}$

$E = q = ma$

$E = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}$

$Q = E$

$E = \frac{kQ}{r^2}$

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

$h = \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_0}$

$U = Edq$

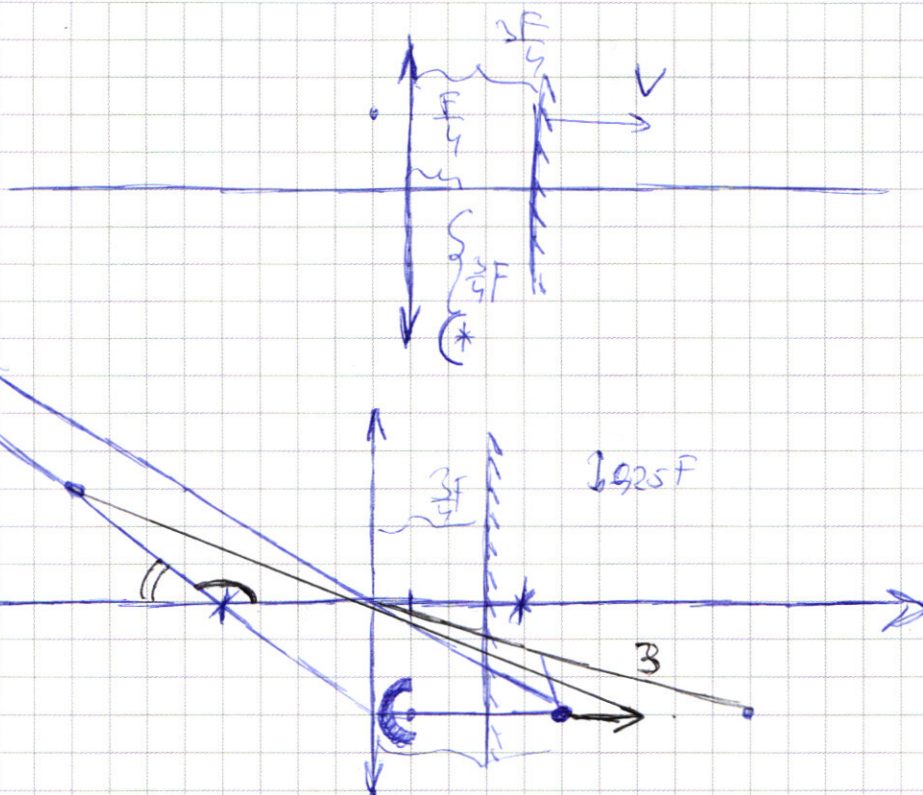
$d = \alpha$

$V_1 = \alpha T_0$

$\frac{V_1^2}{2d} = d$

$C = \frac{SE\epsilon_0}{d}$

4. $E = 6k$
 $40 \cdot 10^{-6} \text{ A}$
 $U_1 = 2 \text{ B}$
 $L = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
 $U_0 = 1 \text{ B}$



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

$$d = \frac{5}{4} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{4}{5F}$$

$$\frac{5}{4} \rightarrow \frac{8}{4}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{5-4}{5F} = \frac{1}{5F}$$

$$2 \cdot \frac{8}{5}$$

$$\frac{16}{5}$$

$\alpha \times$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{7} + \frac{4}{7F}$$

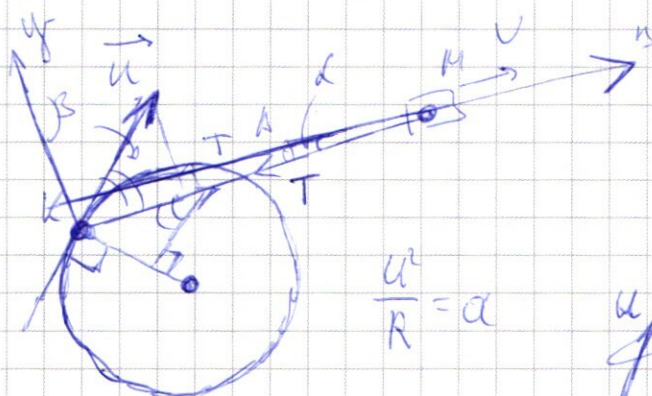
$$b \cdot \frac{8}{5} = \frac{\alpha}{4}$$

$$\alpha = \frac{32}{5} b$$

$$\alpha = 6.4 b$$

$$\frac{1}{F} = \frac{4}{8} + \frac{4}{8F}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{u^2}{R} = \alpha$$

a) $u \cos \beta = v \cos \alpha$

b)

$$\varphi = 180 - 180 + \alpha + \beta = \alpha + \beta$$

$$u_0 = u \cos(\alpha + \beta) - v =$$

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

b) $m \alpha = T \sin \beta$

$$V_{ux} = V_{ux}$$

$$u = \frac{V_{ux}}{\cos \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 8 \\ \hline 424 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \overline{) 424} \\ \underline{0} 0,176 \\ \underline{75} 8 \\ \underline{424} \\ \hline 3260 \\ \underline{2968} \\ \hline 3020 \end{array}$$

3020

$$\begin{array}{r} 0,340 \\ - 0,076 \\ \hline 0,264 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ - 225 \\ \hline 64 \end{array}$$

Дано:
 $V = 34 \text{ cm/s}$
 $m = 0,3 \text{ kg}$
 $R = 0,53$
 $l = 5R/4$

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

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

a) $u = ?$

b) $u_0 = ?$

c) $T = ?$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 8 \\ \hline 3392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 7 \\ \hline 2968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \overline{) 17} \\ \underline{0} 0,764 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 130 \\ - 119 \\ \hline 110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ - 108 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 17 \\ - 108 6 \\ \hline 2007 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2007 \\ - 689 \\ \hline 1318 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1318 \\ - 119 \\ \hline 1199 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1199 \\ - 119 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1080 \\ - 108 \\ \hline 972 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 972 \\ - 972 \\ \hline 0 \end{array}$$

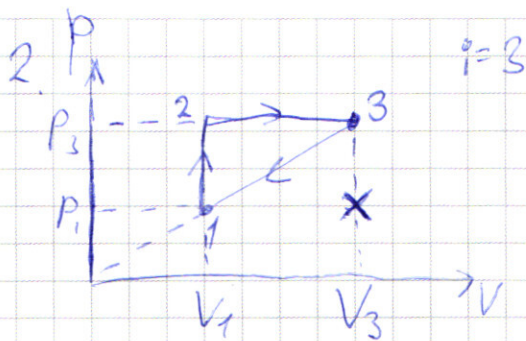
$$\begin{array}{r} 119 \\ - 119 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ - 119 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ - 119 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ - 119 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ - 119 \\ \hline 0 \end{array}$$



$$(C_v - C_p) = R$$

$$P = \text{const}$$

$$\partial C_P T = Q$$

$$3k^2 + 2k - 5 = 0$$
$$k = 1 \quad k = -\frac{5}{3}$$

$$k=1 \quad k=-\frac{5}{3}$$

$$Q = \frac{5}{2}RT + RT = \frac{7}{2}RT$$

~~20/11/2020~~

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$V_{CV} T = \frac{3}{2} V R T$$

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

$$3) \eta = \frac{A_0}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_2)}{2} \cdot \frac{1}{\frac{3}{2} nRT_{12} + \frac{5}{2} nRT_{23}} = 0,6$$

$$\frac{\cancel{T_2}}{\cancel{T_2}} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$\frac{(P_3 V_3 - P_2 V_2 - P_1 V_3 + P_1 V_1)}{CR (3T_{12} + 5T_{23})}$$

$$T_2 = \left(\frac{V_1}{V_3} \right) \cdot T_3 - \left(\frac{C_V (5T_{12} + 5T_{23})}{2RT_{23} + 2RT_1 - P_1 V_3} \right)$$

$$\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_1}{V_1}$$

$$P_3 V_1 = P_1 V_2 = P_2 V_3$$

$$UR(3T_2 + 3T_1 + 5T_3 - 5T_2)$$

$$(P_2 T_{23} + P_2 V_2 - P_1 V_3)$$

$$JR(5T_2 - 3T_1, -2T_2)$$

$$\frac{T_3}{T_1} \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{(P_3 V_3 + P_1 V_1)}{OR (5T_3 - 3T_1 - 2T_2)}$$

$$r_1 = \left(\frac{v_1}{v_3} \right)^2 r_3$$

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

$$\frac{V_3^2 \cdot P_1}{T_3} = \frac{V_1^2 \cdot P_1}{T_1}$$

$$\frac{T_3 + T_1}{5T_3 - 3T_1 - 2T_2} \left[\frac{T_1}{T_3} = \left(\frac{V_1}{V_3} \right)^{\gamma} \right] V_1$$



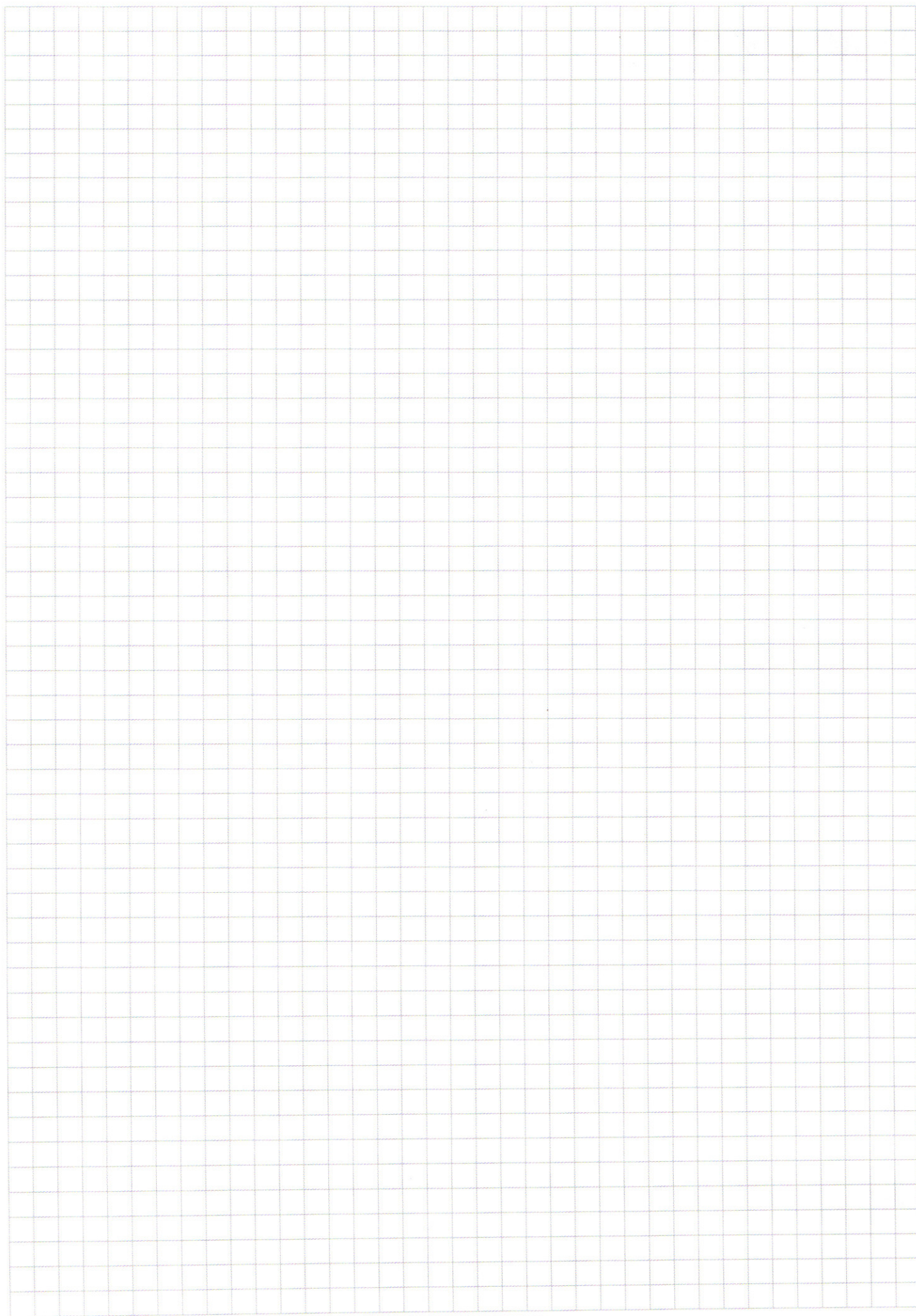
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)