

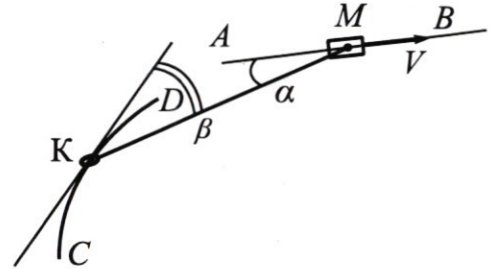
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-02

Класс 11

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

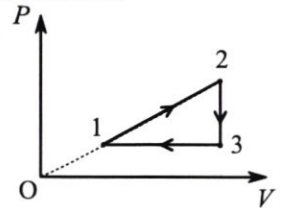
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) 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 количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

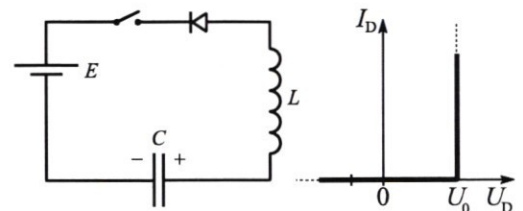


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 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.

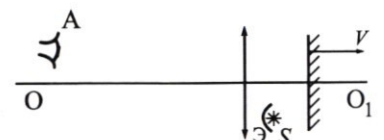
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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

25.

Дано:

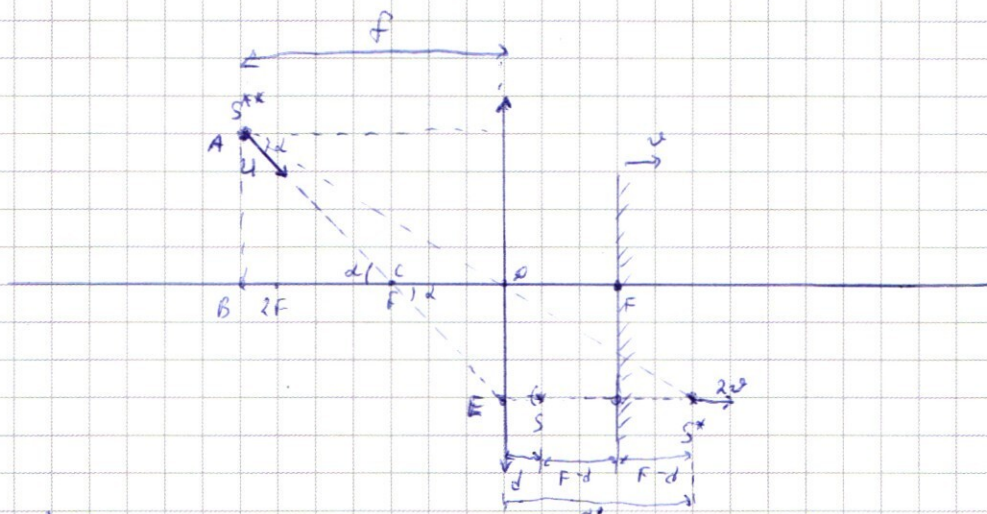
$$L = \frac{8F}{r}$$

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

11 f - ?

21 d-?

3) $y - ?$



1) ~~Об~~ предмет скажем $\overline{AB}$ отразится в зеркале, для зеркала $r=1 \Rightarrow$ расст. от изобр. в зеркале равно расст. от предмета до зеркала: $F-d \approx \frac{2}{3}F$

2) Die Masse m_{S} - negativ; $d' = d + F - d + F - d = 2F - d = \frac{5}{3}F > F$.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d'} \Rightarrow f = \frac{d' \cdot F}{d' - F} = \frac{\frac{2}{3} F^2}{\frac{5}{2} F - F} =$

$$= \frac{\frac{5}{3} F^2}{\frac{2}{3} F} = \frac{5}{2} F, \quad \boxed{F = \frac{5}{2} F}, \quad r = \frac{D}{d} = \frac{\frac{5}{2} F}{\frac{5}{3} F} = \frac{3}{2}$$

3) Цена 100 пикс, продает и изображение наход-
ся на одной прямой. $\rightarrow S^{**}$ - изображение в данной системе.

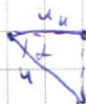
9) Относительно неподвижного зеркала предмет S движется влево со ск. u . Скорость в зеркале S^* движется вправо со скоростью v . Относительно земли $v^* = v + u = 2u$ - скорость S^* .

5* Нисеся право с 20 с.м. земли

Скорость изобращения направлена вдоль прямой, касаясь является продолжением скорости предмета, с^н направл. так, как показано на рисунке.

$$\tan \alpha = \frac{AB}{FB}, \quad \frac{AB}{FB} = \frac{ED}{CD}, \quad \text{vgl. } ED = l, \quad CD = r \Rightarrow \tan \alpha = \frac{ED}{CD} = \frac{r}{R} = \frac{8}{15}$$

5)



$$u_H = u \cdot \cos \alpha ;$$

$$u = \frac{u_H}{\cos \alpha}$$

Для изобрасения $y_n = p^2 \cdot 222 =$
 $= \left(\frac{3}{2}\right)^2 \cdot 222 = \frac{9}{4} \cdot 22 \cdot 2 =$
 $= \frac{9}{2} \cdot 22$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15} \Rightarrow 1 = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \quad | : \cos^2 \alpha$$

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

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \left(\frac{8}{15}\right)^2 + 1 \quad \cos^2 \alpha = \frac{1}{\frac{64}{225} + 1} = \frac{1}{\frac{289}{225}} = \frac{225}{289}$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$U = \frac{U_0}{\cos \alpha} = \frac{P^2 \cdot 2U}{\cos \alpha} \Rightarrow \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^2 \cdot 2 \cdot 16}{\frac{15}{17}} = \frac{17 \cdot 9 \cdot 16}{15} = \frac{153 \cdot 16}{15}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{9}{2} \cdot 16}{\frac{15}{17}} = \frac{17 \cdot 9 \cdot 16}{30} = \frac{17 \cdot 36}{20} = \frac{570}{20} = 5,70$$

Ответ: 1) $P = \frac{5}{2} F$

2) $\alpha = \arctg \frac{8}{15}$

3) $U = 5,70 \quad U = \frac{P^2 \cdot 225}{\cos \alpha}$

12.

Дано:

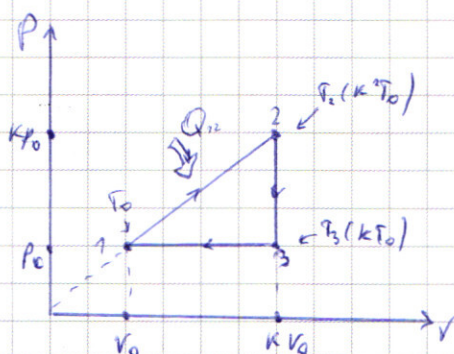
График $P(V)$

1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} - ?$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}}$

3) $\eta_{max} - ?$

Решение:



1) Т.к. $P \sim V$ то $P_2 = kP_0$
 $V_2 = kV_0$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{kP_0 \cdot kV_0}{T_2} \Rightarrow T_2 = k^2 T_0$$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_2 \cdot kV_0}{T_3} \Rightarrow T_3 = kT_0$$

2) Переходим к численным значениям на участках 23 и 31.

$C_{23} = C_V$, т.к. процесс изохорный
или $\Rightarrow C_{23} = \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R$

$C_{31} = C_P = C_V + R$, т.к. процесс изобарный
или $\Rightarrow C_{31} = \frac{1}{2} R + R = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} \quad \boxed{\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}}$$

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

$$A_{12} = +S_{12} = \frac{(P_0 + kP_0)}{2} \cdot (kV_0 - V_0) = \frac{P_0 V_0}{2} (k^2 - 1), \quad P_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$Q_{12} = \frac{P_0 V_0}{2} (k^2 - 1) + \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1) = \frac{\nu R T_0}{2} (k^2 - 1) + \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1) = 2 \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2 \nu R T_0 (k^2 - 1)}{\frac{\nu R T_0}{2} (k^2 - 1)} = 4$$

$$\boxed{\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$A_{\text{пз}} = \frac{(k p_0 - p_0) \cdot (k v_0 - v_0)}{2} = \frac{p_0 v_0 (k-1)^2}{2} = \frac{2 R T_0 (k-1)^2}{2}$$

$$Q_H = Q_{12} = 2 \sqrt{R T_0} (k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{2 R T_0 (k-1)^2}{2 \sqrt{R T_0} (k^2 - 1)} = \frac{(k-1)^2}{2(k-1)(k+1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$\eta \rightarrow \max \Rightarrow \frac{k-1}{4k+4} \rightarrow \max$$

$$f(k) = \frac{k-1}{4k+4} \quad f'(k) = \frac{(k-1)' \cdot (4k+4) - (4k+4)' \cdot (k-1)}{(4k+4)^2} = \frac{4k+4 - 4k-4}{(4k+4)^2} = \frac{8}{(4k+4)^2}$$

$k = -1$ — экстремум, $f(k)$ монотонно возрастает



$$\Rightarrow \text{при } k \rightarrow +\infty \quad \eta \rightarrow 1 \Rightarrow \eta_{\max} = 1$$

Ответ: 1) $\frac{Q_{23}}{Q_{31}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q_{12}}{Q_{21}} = 4$

3) $\eta_{\max} = 1$, т.к. $\eta \rightarrow 1$ при $k \rightarrow +\infty$.

№ 4.

Дано:

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкФ}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

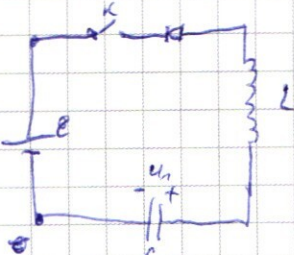
$$U_0 = 7 \text{ В}$$

1) $I_1 = ?$

2) $I_m = ?$

3) $U_2 = ?$

Решение:



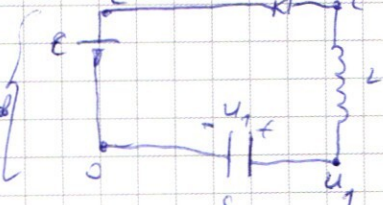
метод
потенциалов

1) До замыкания ключа $U_C = U_1$, $I_L = 0$

2) сразу после замыкания:

сила тока на миг скачков не меняется, $I_L(0) = 0$; напряжение на --- скачком не меняется $\Rightarrow U_C(0) = U_1$.

воспользуемся методом потенциалов $U_0 = 0$, т.к. $I = 0$



$$U_C = U_1 - \mathcal{E}, \text{ т.к. } U_1 > \mathcal{E}.$$

$$U_C = L \cdot I'$$

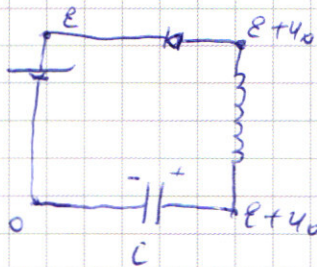
$$L \cdot I' = U_1 - \mathcal{E} \quad I' = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{6 \text{ В} - 3 \text{ В}}{0,2 \text{ Гн}} = \frac{3}{\frac{1}{5}} = 15 \text{ А}$$

$$I' = 15 \frac{\text{A}}{\text{C}}$$

$$3) \frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2} \Rightarrow I_m = U_m \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

τ - момент времени, когда $I = I_{\text{max}}$

$$I_m = I_{\text{max}} \Rightarrow U_L = C \cdot I', \quad I' = 0, \text{ т.к. } I = I_{\text{max}} \Rightarrow U_C = 0$$

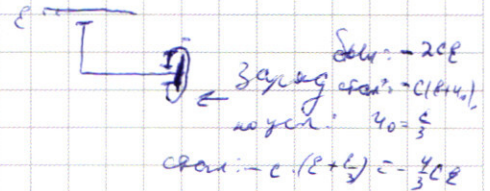


$$A_0 = W(t) - W(0)$$

$$W(t) = \frac{LI_m^2}{2} \quad W(0) = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$A_0 = q^* \cdot E, \quad U_C = E + U_0$$

Рассмотрим



Затем от $t=0$ до $t=\tau$

$$A_0 = W(t) - W(0) + Q, \quad Q = 0$$

$$W(t) = W(0) + A_0$$

$$\frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} + \frac{2}{3} ce^2$$

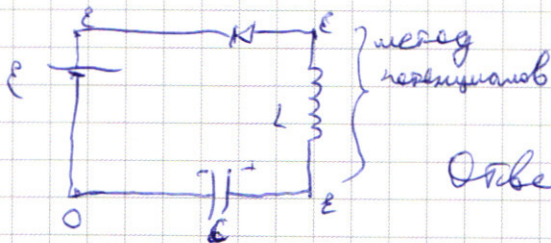
$$3LI_m^2 = 3CU_0^2 + 4ce^2$$

$$I_m^2 = \frac{C(3U_0^2 + 4e^2)}{3L}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C(3U_0^2 + 4e^2)}{3L}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot (3 \cdot 36 + 4 \cdot 9) \cdot 5}{3}}$$

$$= \sqrt{24 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} = 10^{-2} \cdot \sqrt{4,6} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{6} \text{ A} = 20 \cdot \sqrt{6} \text{ mA}$$

4) В уст. режиме $U_L = 0$ $I_C = 0 \Rightarrow I \text{ в цепи } = 0$ $I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = 0$



$$U_C(2 \text{ уст}) = E$$

$$U_2 = E$$

Ответ: 1) $I' = 15 \frac{\text{A}}{\text{C}}$

$$2) I_m = \sqrt{\frac{C(3U_0^2 + 4e^2)}{3L}} = 20 \cdot \sqrt{6} \text{ mA}$$

$$3) U_C(2 \text{ уст}) = U_2 = E$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 7.

Дано:

$$v = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,8 \text{ м}$$

$$l = \frac{7\pi}{15} R$$

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

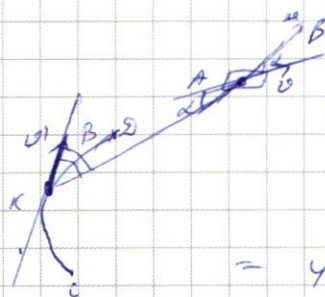
$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$1) v' - ?$$

$$2) T - ?$$

$$3) T - ?$$

Решение:



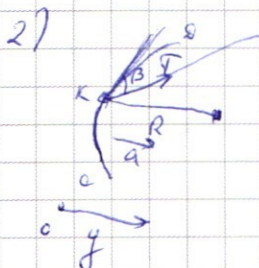
1) Камень движется по дуге окр-ти, скорости $v' \perp R$.

Скорости тел на окружности, т.к. трос нерастяжимый

$$v \cdot \cos \alpha = v' \cos \beta \Rightarrow v' = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} =$$

$$= 40 \cdot \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 3 \cdot 17 = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$v' = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$



2) Оу вдоль d

ИЗМ на оу для камня:

$$m a = T \sin \beta, \text{ где } a = a_{\text{н.с.}} = \frac{v'^2}{R}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{64}{25}} = \frac{3}{5}$$

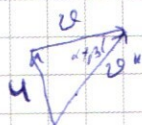
$$\frac{m v'^2}{R} = T \sin \beta \Rightarrow T = \frac{m v'^2}{R \cdot \sin \beta} =$$

$$= \frac{1 \cdot 51^2 \cdot 17}{1,8 \cdot 15} = \frac{57 \cdot 51 \cdot 17}{1,7 \cdot 15} = 202 \cdot 17 = 1734 \text{ Н}$$

$$T = \frac{m v'^2}{R \cdot \sin \beta} = 1734 \text{ Н}$$

3) Нарисуем треугольник скоростей: ~~вектор~~ ~~вектор~~

v' - абсолютная скорость.



$$\text{по т. кос: } u^2 = v^2 + v'^2 - 2 \cdot v \cdot v' \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} \quad \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{24 - 60}{25} = -\frac{36}{25}$$

$$u^2 = v^2 + v'^2 - 2vv' \cos(\alpha + \beta) = 40^2 + 57^2 - 2 \cdot 40 \cdot 57 \cdot \left(-\frac{36}{85}\right) =$$

$$= 1600 + 2601 + \frac{2 \cdot 40 \cdot 57 \cdot 36}{85} = 5929$$

$$u = \sqrt{5929} \frac{m}{c}$$

ответ: 1) $v' = 57 \frac{m}{c}$

2) $u = \sqrt{5929} \frac{m}{c}$

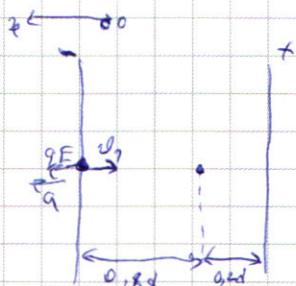
3) $T = 1734 \text{ H}$

№3.

Дано:

Решение:

$0,2d$
 $r = \frac{q}{m}$
 v_1
 d
 1) $T = ?$
 2) $u = ?$
 3) $v_0 = ?$



1) на частицу действ. сила qE .

ИЗН на ок:

$$ma = qE \Rightarrow a = \frac{q}{m} E$$

2) $S = 0,8d$, $S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8d}{a}}$

$$S = \frac{v_1^2 - v_1'^2}{-2a} = \frac{-v_1^2}{-2a} = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{2S} = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$T = \sqrt{\frac{1,6d \cdot 2 \cdot S}{v_1^2}} = \sqrt{\frac{1,6d \cdot 1,6d}{v_1^2}} = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$T = \frac{1,6d}{v_1}$$

3) $u = Ed$, где $E = \frac{mq}{a}$; $\frac{q}{m} = r \Rightarrow \frac{m}{q} = \frac{1}{r}$

$$E = \frac{a}{r} \Rightarrow u = \frac{a \cdot d}{r} = \frac{v_1^2 \cdot d}{2S \cdot r} = \frac{v_1^2 \cdot d}{1,6d \cdot r} = \frac{v_1^2}{1,6r}$$

$$u = \frac{v_1^2}{1,6r}$$

4) на большом расстоянии частица движется с постоянной скоростью, когда она приближается к конденсатору на нее начинает действовать сила qE вверх и скорость увеличивается с пост. уск. $a = \frac{qE}{m}$

$$v_0 = v_1 + at, \text{ где } a = \frac{qE}{m}$$

$$v_0 = v_1 - \frac{qE}{m} \cdot t; \text{ время } t$$

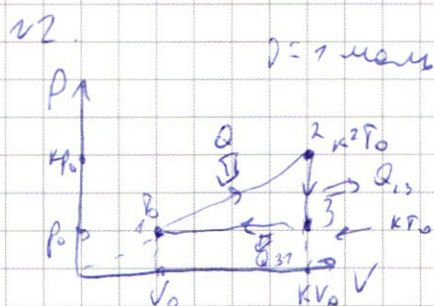
$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{cu^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{mv_1^2 - cu^2}{m}}$$

ответ: 1) $T = \frac{1,6d}{v_1}$

2) $u = \frac{v_1^2}{1,6r}$

3) $v_0 = \sqrt{\frac{mv_1^2 - cu^2}{m}}$
 $v_0 = v_1 - \frac{qE}{m} \cdot t$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$= 3$$

2) 1-2: $p \propto V$
 $p \propto V \Rightarrow T \propto V \Rightarrow T \propto T$

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

3-7: $p = \text{const}$

$$Q_H = 2 \cdot \frac{V R P_0 (K^2 - 1)}{K^2 - 1}$$

$$V = \text{const} \quad q_v = \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$p = \text{const} \quad C_p = C_v + R = \frac{1}{2}R + R = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{7}{2}R} = \frac{5}{7}$$

$$5C_1 = 3C_p$$

2/ 900:

$$\rho \sim v$$

$$Q = C \cdot V \cdot \Delta V \quad \text{und } C = \frac{1}{2} R + \frac{R}{2} = \underline{R}$$

$$Q = 24 \times 10$$

$$Q = 2DR\Delta T \quad I_{DR\Delta T} = 2DR(k^{\circ}B - T) = -2DRk_0(x^{\circ} - 1)$$

$$= \rho_0 + \frac{\kappa p_0}{2} \cdot (\kappa V_0 - V_0) = \rho_0 V_0 \left(\frac{\kappa + 1}{2} \right) = \rho_0 V_0 \frac{\kappa + 1}{2}$$

$$\Delta y = \frac{1}{2} (2Rr_2 - 2Rr_1) = \frac{1}{2} 2R (r_2 - r_1) = 2R (R \cos \theta_0 - r_0) = \frac{1}{2} 2R 50 (x^2 - 1)$$

$$Q = 2R\Gamma_0 + 2R\Gamma_0 \frac{(k^2 - 1)}{2} = 2R\Gamma_0 \left(k^2 - 1 + \frac{k^2 - 1}{2} \right)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{3}{2} J R T_0 (k^2 - 1) + J R T_0 (k^2 - 1)}{J R T_0 (k^2 - 1)}$$

$$= 2 + 2 = 4$$

3)

$$I = I - \frac{Q_r}{Q_m}$$

$$P_{11} + P_{22} = P_{33}$$

$$0 = A_{\alpha\beta} + 0.4 = 0.4 = \frac{2}{3} \sqrt{2} (k_0 - k_0^c)$$

$$Q_{37} = Q_{37} - 0.4 = p \cdot (V_0 - K_0) + \frac{\rho}{2} \Delta R(T_0, K_0)$$

$$= \rho_0 V_0 (T, K) + \frac{3}{2} \rho_0 V_0 (T, K) - \frac{3}{2} \rho_0 V_0 (T, K)$$

$$Q_{23} = \frac{2}{3} p_0 v_0 \kappa (2 - \kappa)$$

$$Q_{72} = 2\rho_0 V_0 (\kappa^2 - 1)$$

$$2 = 1 + \frac{\frac{5}{2} \rho_0 v_0 (1-k) + \frac{3}{2} \rho_0 v_0 k (1-k)}{2 \rho_0 v_0 (k^2 - 1)} = 1 + \frac{\frac{5}{2} \rho_0 v_0 (k-1) + \frac{3}{2} \rho_0 v_0 k (k-1)}{2 \rho_0 v_0 (k^2 - 1)}$$

$$= 1 - \sum_{j=1}^n \frac{1}{4} (k+1) + \frac{3}{4} k (k+1) \dots$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{(K P_0 P_0) (K v_0 - v_0)}{2 \cdot 2 P_0 v_0 (K^2 - 1)} = \frac{1(K+1)}{4(K-1)}$$

$$\frac{k-1}{4k+1}$$

$$\frac{2}{12} \cdot \frac{3}{76} = \frac{2 \cdot 3}{12 \cdot 76} = \frac{6}{912} = \frac{1}{152}$$

$$\frac{(4k+4)(4k+4) - (4k+4)(k-1)}{(4k+4)^2} = \frac{4k+4 - 4k+4}{(4k+4)^2} = \frac{8}{4k+4}$$

$$d = \frac{8}{15} F$$

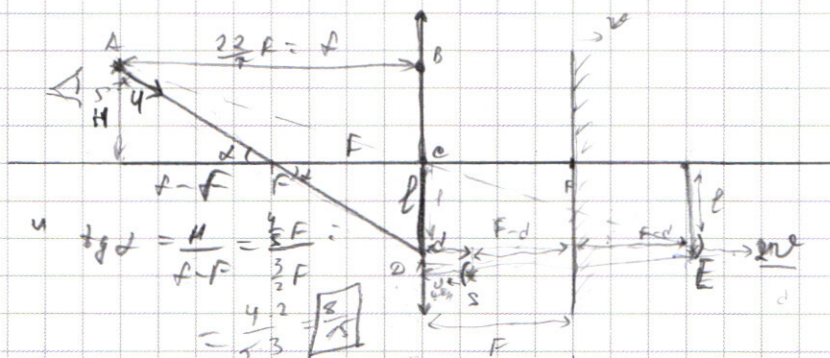
$$F = \frac{F}{3}$$

материал излучает энергию Γ_{00} , предположим для излучения и поглощения на одной частоте

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

$$d = \frac{dF}{dF} = \frac{2F^2}{F} \cdot 2F$$

$$AC = \frac{2F \cdot \frac{F}{3}}{2F} = \frac{F}{3}$$



$$\frac{K-1}{4(K+1)} = \frac{20}{2} = \frac{5}{24}$$

$$4K-4 = 4K+4$$

$$\frac{1}{36} = \frac{2}{76} = \frac{1}{19}$$

$$\frac{3}{76} = \frac{5}{19}$$

$$d' = d + F - d + F - d = 2F - d = 2F - \frac{8}{15}F = \frac{22}{15}F > F$$

$$\frac{1}{d'} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \Rightarrow d' = \frac{d' \cdot F}{d' - F} = \frac{\frac{22}{15}F^2}{\frac{2}{15}F} = \frac{22}{7}F$$

$$\triangle ABC \sim \triangle EDE$$

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{ED}$$

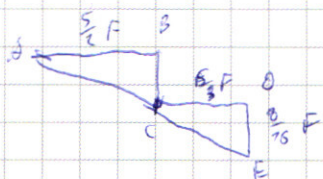
$$BC = \frac{AB \cdot ED}{DE} = \frac{\frac{22}{15}F \cdot \frac{F}{3}}{\frac{22}{15}F} = \frac{22 \cdot F^2 \cdot 25}{22 \cdot 12 \cdot F} = \frac{5F}{7}$$

$$r = \frac{2}{d'} = \frac{2}{\frac{22}{15}F} = \frac{15}{11}$$

$$\frac{9}{2} = \frac{15}{11} = \frac{9 \cdot 11}{30}$$

$$= \frac{3 \cdot 11}{10} = \frac{33}{10}$$

$$u_a = 2v \cdot r^2 = 2v \cdot \frac{15^2}{11^2} = \frac{225}{121} \cdot v = \frac{225}{98} \cdot v$$



$$\frac{5}{2}F = \frac{BC}{\frac{5}{15}F}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{15BC}{8F} \Rightarrow BC = \frac{8 \cdot 3 \cdot F}{4 \cdot 15} = \frac{4}{5}F$$

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

$$d = 2F$$

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

$$u_c = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \sqrt{(v \cdot \frac{15}{11})^2 + (v \cdot \frac{20}{11})^2} = \sqrt{4v^2 \frac{225}{121} + 4v^2 \frac{400}{121}} = 2v \cdot \frac{\sqrt{225 + 400}}{11} = 2v \cdot \frac{\sqrt{625}}{11} = 2v \cdot \frac{25}{11}$$

$$c_p = c_v + R$$

$$(K-1) \cdot (4K+4)^{-1} = (4K+4)^{-1} + (K-1) \cdot (4K+4)^{-2} = \frac{1}{4K+4} + \frac{4K-4}{(4K+4)^2} = \frac{4K+4 - 4K+4}{(4K+4)^2} = \frac{8}{(4K+4)^2} = \frac{1}{(K+1)^2}$$

$$Q_x = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} (K \rho_0 - K^2 \rho_0) + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} (\rho_0 - K \rho_0) + \rho_0 (V_0 - K V_0) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) + \rho_0 (1-K) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) + \rho_0 (1-K) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) + \rho_0 (1-K)$$

$$1 - \frac{3K}{2K+1}$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \rho_0 (1-K) = \frac{3K+5}{2K+1}$$

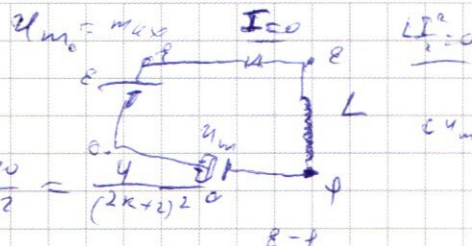
$$1 - \frac{3K+5}{2K+1} \rightarrow \max$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

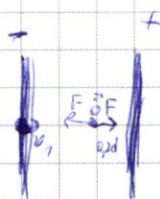
$$1 - \frac{3k+5}{2k+1} \rightarrow \max$$

$$\frac{3(2k+1) - 2(3k+5)}{(2k+1)^2}$$

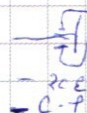
$$\frac{6k + 6 - 6k - 10}{(2k+1)^2} = \frac{-4}{(2k+1)^2}$$



3)



$$\frac{m v^2}{2} = \frac{k q^2}{2}$$

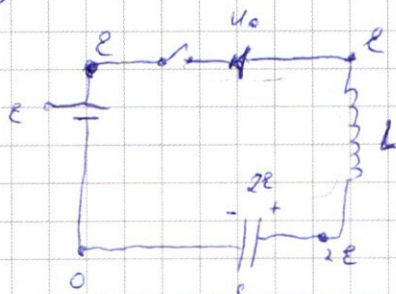


$$\frac{36C}{2} + \frac{4C\epsilon^2}{2} = 12I_m^2 + \frac{C \cdot 2\epsilon^2}{2}$$

$$2C\epsilon^2 = 12I_m^2 \Rightarrow I_m = \epsilon \sqrt{\frac{2C}{3}} = \epsilon \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$$W(0) = \frac{C U_0^2}{2} = \frac{36C}{2}$$

4)



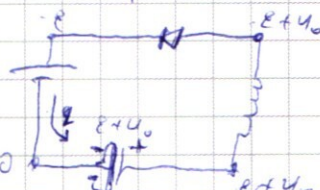
1) до замык. $U_C = U_0 = 6 \text{ В} = 2 \text{ В}$; $I_L = 0$

2) сразу после замык. $I_L = 0$; $U_L = E$

$$U_L = L \cdot \frac{dI}{dt} = L \cdot I' \Rightarrow I' = \frac{U_L}{L} = \frac{E}{L} = \frac{6}{2} = 3 \text{ A/s}$$

$$U_L = L \cdot I' \Rightarrow I' = \frac{U_L}{L} = \frac{6 - 2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ A/s}$$

3) $I_m \Rightarrow U_L = L \cdot I'$; $I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$



$$\frac{L I_m^2}{2} = \frac{C U_0^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$CE^2 = CU_0^2$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = 2W(0) - 4CE$$

$$\frac{36C}{2} - 12C = 24C$$

$$I_m^2 = 24 \cdot 20 \cdot 10^{-6}$$

$$I_m^2 = 0.4 \cdot 5 \cdot 10^{-2}$$

$$I_m = 4 \sqrt{\frac{E}{L}} = \frac{4}{5 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = \frac{4}{10^{-4}} = 4 \cdot 10^4 \text{ A}$$

$$I_m = 4 \cdot \sqrt{20} = 4 \cdot 2 \cdot 10^2 = 800 \text{ A}$$

$$E + U_0 - E = U_0$$

$$Q = 4C$$

$$-4CE = \frac{L I_m^2}{2} = 12C$$

Сумма: $-C \cdot 2E = -C \cdot 6 = -6C$

Сумма: $-C \cdot 2U_0 = -C \cdot 2 = -2C$

$$CU_m^2 = L I_m^2 - 2CE - 4C$$

$$I_m = \sqrt{\frac{L I_m^2}{C}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{C}}$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = -CE^2 + CU_0^2$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = -4CE + CU_0^2$$

$$L I_m^2 = -4CE + CU_0^2$$

$$I_m^2 = \frac{CU_0^2 - 4CE}{L} = \frac{C(24^2 - 4 \cdot 6)}{L} = \frac{C(576 - 24)}{L} = \frac{552C}{L}$$

$$= \frac{552 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{2} = 5.52 \cdot 10^{-3} \text{ A}^2$$

$$24 I_m = 2 \cdot 20 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{6}$$

$$36C - 8C \cdot 3 = L I_m^2$$

$$Q = 2(E - U_0) \cdot C$$

$$Q = W(I_m) - W(0)$$

$$W(I_m) = \frac{L I_m^2}{2} + \frac{C U_0^2}{2}$$

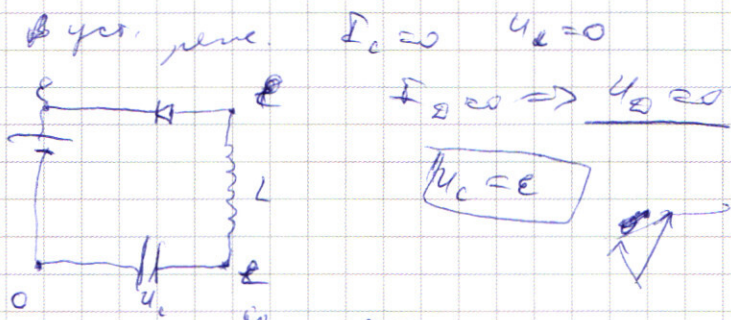
$$W(0) = \frac{C U_0^2}{2}$$

$$Q = \frac{L I_m^2}{2} + \frac{C U_0^2}{2} - \frac{C U_0^2}{2} = \frac{L I_m^2}{2}$$

$$Q = \frac{L I_m^2}{2} = \frac{24 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{2} = 2.4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

$$-2CE - C(E + U_0) = -3CE - CU_0$$

9



$$\begin{array}{r} m \\ + 40 \\ \times 36 \\ \hline + 288 \\ 144 \\ \hline 1728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1728 \\ \times 2607 \\ \hline 10329 \\ + 103290 \\ \hline 59291 \end{array}$$

VT.

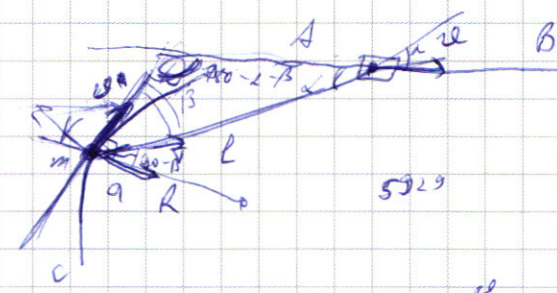
$$\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{24}{85} - \frac{60}{85} = -\frac{36}{85}$$

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

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

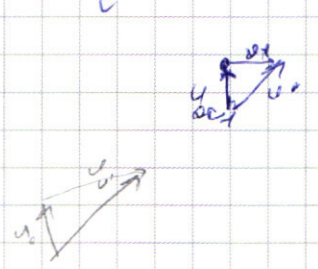
$$\sin \beta = \frac{15}{17}$$



$$u' \cos \beta = u \cos \alpha$$

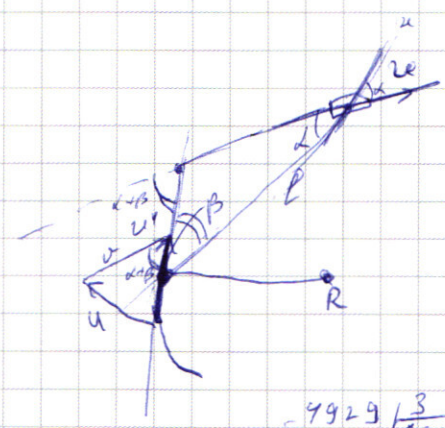
$$u' = \frac{u \cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{\frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} =$$

$$= 40 \cdot \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 3 \cdot 17 = 51 \frac{\text{cm}}{\text{c}}$$



$$m \omega^2 R \cos(\alpha + \beta) = T \sin \beta$$

$$T = \frac{m \omega^2 R}{\sin \beta} = \frac{7 \cdot 51 \cdot 51 \cdot 17}{17 \cdot 15} = 34 \cdot 51 = 1734 \text{ H}$$



$$u^2 = u^2 + u'^2 - 2uu' \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$u^2 = 40^2 + 51^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{85} = 1600 + 2601 - 1728 = 1473$$

$$u = \sqrt{1473} \approx 38.38$$

$$\begin{array}{r} 1473 \overline{) 38.38} \\ 152 \\ \hline 153 \\ 153 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1473 \overline{) 38} \\ 14 \\ \hline 24 \\ 21 \\ \hline 33 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 12 \\ \hline 288 \\ + 1728 \\ \hline 1728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 255 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ + 1275 \\ \hline 13005 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 202 \\ \times 77 \\ \hline 1414 \\ + 14140 \\ \hline 15654 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 34 \\ \hline 204 \\ + 1530 \\ \hline 1734 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Diagram 1: A particle with charge q moves from point a to point b in a uniform electric field E directed to the right. The distance between the points is d . The particle starts at a with velocity v_1 and ends at b with velocity v_2 . The displacement is $0,4d$.

Diagram 2: A particle with charge q moves from point a to point b in a uniform electric field E directed to the right. The distance between the points is d . The particle starts at a with velocity v_1 and ends at b with velocity v_2 . The displacement is $0,8d$.

Equations and calculations:

$$U = E d$$

$$ma = q E$$

$$q \cdot 0,8d = \frac{v_2^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_2^2}{1,6d}$$

$$ma = q E$$

$$\frac{q}{m} = \frac{a}{E} = \gamma$$

$$S = \frac{v^2}{2a}$$

$$t = \frac{2S}{v_1} = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$U = E d = \frac{q}{\gamma} = \frac{ma}{q} \cdot d = \frac{q \cdot d}{\gamma}$$

$$= \frac{v_2^2 \cdot d}{1,6d \cdot \gamma} = \frac{v_2^2}{1,6\gamma}$$

$$\boxed{U = \frac{v_2^2}{1,6\gamma}}$$

Diagram 3: A velocity-time graph showing the motion of the particle. The velocity starts at v_1 and decreases linearly to v_2 over time t . The area under the graph represents the displacement S .

$$S = \frac{q t^2}{2}$$

$$\gamma^2 = \frac{2S}{a} = \frac{2 \cdot \frac{q t^2}{2}}{\frac{v_2^2}{1,6d}} = \frac{q t^2 \cdot 1,6d}{v_2^2}$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{1,6d}{v_1}$$

Equations and calculations:

$$\frac{m v_0^2}{2}$$

Чер. v_1

$$v_1 = v_0 + a t$$

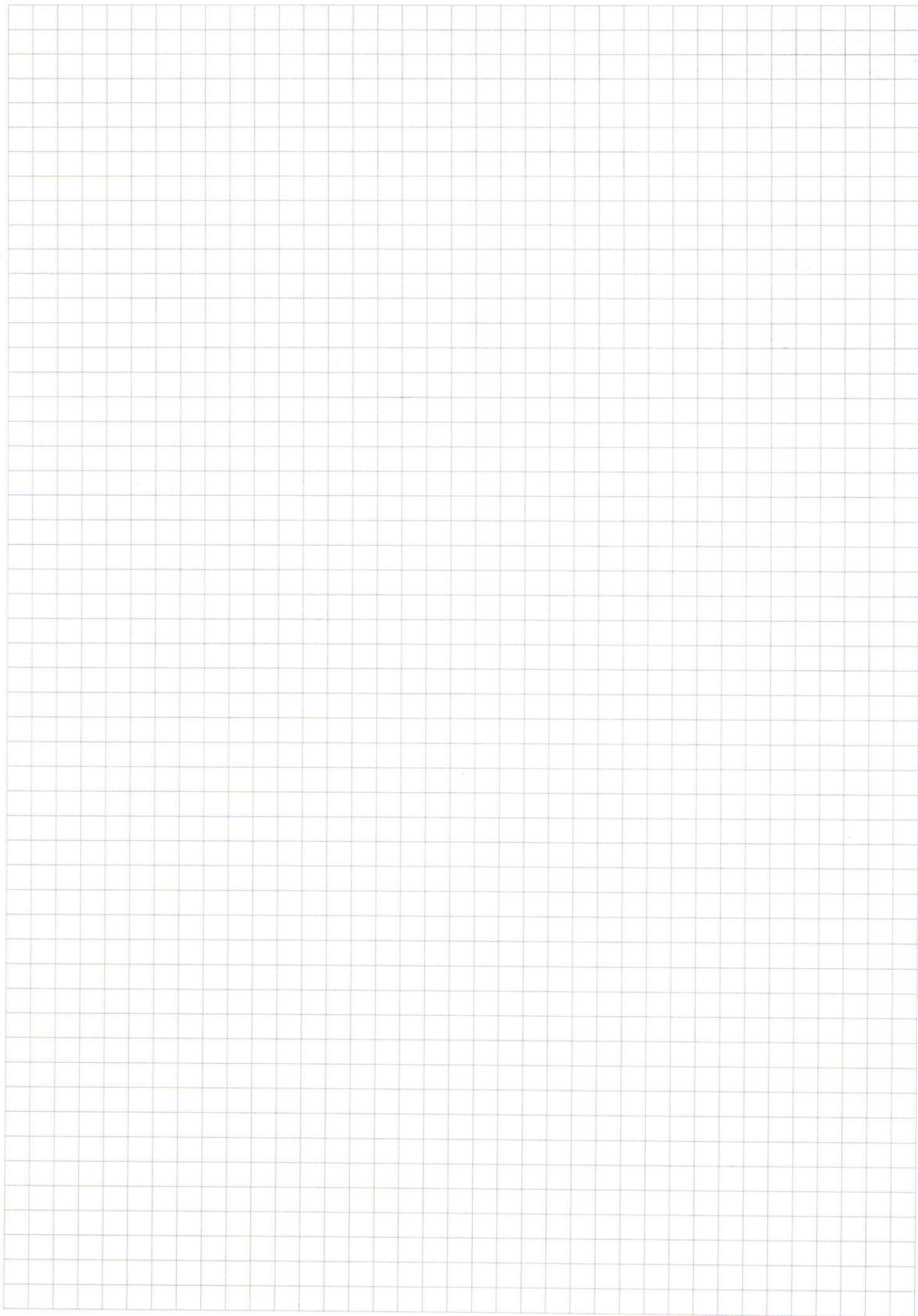
$$v_0 = v_1 - a t$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{c a^2 t^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$m v_0^2 + c a^2 t^2 = m v_1^2$$

$$\gamma = \gamma$$

$$v_0 = v_1 - \frac{v_1^2}{1,6} \cdot \frac{1,6d}{v_1} = v_1 - v_1 \cdot d$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № _____
(Нумеровать только чистовики)