

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

Сам т.к. график $P(V) \Rightarrow$ ~~на~~ ~~умень-~~
шение температуры газа происходит
на участках: 2-3 и 3-1

C_{23} и C_{31} — молярные теплоемкости
на участках 2-3 и 3-1 соответ-

ственно

из 1го закона термодинамики:

$$\partial Q = \partial A + dU, \text{ где } \partial A = P dV; dU = \frac{3}{2} J R dT$$

т.к. газ одноатомный

$$PV = J R T \leftarrow \text{уравнение состояния идеального газа}$$

$$\Rightarrow P dV + V dP = J R dT$$

Для участка 2-3: $V = \text{const} \Rightarrow dV = 0 \Rightarrow \partial A = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow C_{23} = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} R$$

Для участка 3-1: $P = \text{const} \Rightarrow dP = 0 \Rightarrow P dV = J R dT \Rightarrow$

$$\Rightarrow \partial Q = J R dT + \frac{3}{2} J R dT = \frac{5}{2} J R dT \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2} R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

A_{12} — работа, выполненная на участке 1-2

A_{12} — работа на участке 1-2

т.к. $\partial A = P dV \Rightarrow A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1)$

$$\Rightarrow A_{12} = \text{мощность на участке 1-2}$$

уравнение состояния идеального газа:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = J R T_1 \\ P_2 V_2 = J R T_2 \end{cases} \Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1)$$

изменение внутр. энергии на участке 1-2

Продолжение на странице № 2

тогда можно переписать: $Q_{12} = A_{12} + \Delta u_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$

т.к. процесс 1-2 - ~~изотермический~~ $P \sim V \Rightarrow \begin{cases} P_1 = KV_1 \\ P_2 = KV_2 \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{12} = K \left(\frac{V_1 + V_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (V_2^2 - V_1^2) \right) = 2K (V_2^2 - V_1^2)$

$A_{12} = K \left(\frac{V_1 + V_2}{2} (V_2 - V_1) \right) = \frac{K}{2} (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow \frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$

η - КПД A - работа за цикл

$\eta = \frac{A}{Q_{12}}$

A - площадь в цикле на графике

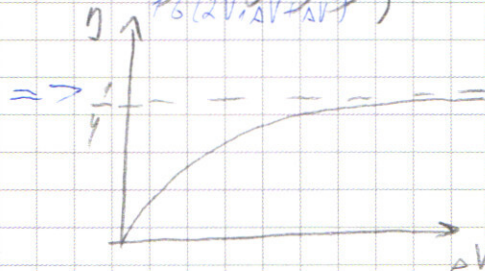
$A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} K (V_2 - V_1)^2$

$\eta = \frac{(V_2 - V_1)^2}{4(V_2^2 - V_1^2)}$

$V_2 = V_1 + \Delta V \Rightarrow \eta = \frac{\Delta V^2}{4(2V_1\Delta V + \Delta V^2)} = \frac{\Delta V}{8V_1 + 4\Delta V}$

~~$\eta = \frac{2\Delta V \cdot 4(2V_1\Delta V + \Delta V^2) - \Delta V^2(8V_1 + 8\Delta V)}{16(2V_1\Delta V + \Delta V^2)^2} = \frac{8V_1\Delta V^2}{16(2V_1\Delta V + \Delta V^2)^2}$~~

$\eta = \frac{8V_1 + 4\Delta V - 4\Delta V}{(8V_1 + 4\Delta V)^2} = \frac{8V_1}{(8V_1 + 4\Delta V)^2}$



$\lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{8V_1}{(8V_1 + 4\Delta V)^2} = 0 = \eta_{\min}$

$\lim_{\Delta V \rightarrow \infty} \frac{\Delta V}{8V_1 + 4\Delta V} = \frac{1}{4} = \eta_{\max} \Rightarrow \text{предельно возможный КПД} = \frac{1}{4} = 25\%$
 $\Rightarrow \eta_m = 25\%$

Ответ: $\frac{c_{20}}{c_{31}} = 0,6$; $\frac{V_{12}}{A_{12}} = 4$; $\eta_{\max} = \left(\frac{1}{4}\right) 25\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

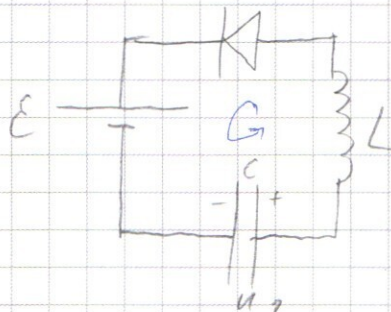
N 4

Дано: $\mathcal{E} = 3 \text{ В}$; $C = 20 \text{ мкФ}$; $U_1 = 6 \text{ В}$; $L = 0,2 \text{ Гн}$; $U_0 = 1 \text{ В}$

Найти: $\dot{I}$; I_m ; $U_2 = ?$

из 2го правила Кирхгофа:

$$U_1 - \mathcal{E} = L \dot{I} + U_0$$



т.к. $U_1 - \mathcal{E} - U_0 > 0$

$$\dot{I} = \frac{U_1 - \mathcal{E} - U_0}{L} = 10 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

т.к. $I_m \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow U = \mathcal{E} + U_0 = 4 \text{ В} \Rightarrow q = UC$ заряд на C в начале

$q_1 = U_1 C$

заряд на C при I_m

U - напряжение на C при I_m

$$dQ = U_2 I dt = U_0 dq$$

3-е сохр. энергии: $-\mathcal{E}(q_1 - q) = -\frac{C U_1^2}{2} + \frac{C U^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2} + U_0(q_1 - q)$

$$\frac{L I_m^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U^2}{2} - C U_0(U_1 - U) - C \mathcal{E}(U_1 - U) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - U^2 - 2(U_0 + \mathcal{E})(U_1 - U))}{L}} \Rightarrow I_m \approx 0,035 \text{ А} \quad I_m = 0,02 \text{ А}$$

(т.к. U_2 - установившееся $\Rightarrow I = 0 \text{ А}$, $\dot{I} = 0 \Rightarrow$ из 2го

правила Кирхгофа: $U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 2 \text{ В}$ т.к. заряд)

Ответ: $\dot{I} = \frac{U_1 - \mathcal{E} - U_0}{L} = 10 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$

$I_m = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - U^2 - 2(U_0 + \mathcal{E})(U_1 - U))}{L}} \approx$

$\approx 0,035 \text{ А}$; $U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 2 \text{ В}$

т.к. U_2 - установившееся $\Rightarrow I = 0$

Продолжение на странице N 4

q_1 - заряд на C при u_2 $q_2 = u_2 C$

предположим, что заряды на обкладках не изменились

$$\text{3-я сокр. энергия: } -E(q_1 - q_2) = \frac{Cu_2^2}{2} - \frac{Cu_1^2}{2} + u_0(q_1 - q_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Cu_1^2}{2} = \frac{Cu_2^2}{2} + (u_0 + E)(\frac{u_0 C}{u_0} - u_2 C) \Rightarrow u_2^2 - u_2 \cdot 2(u_0 + E) + 2u_0(u_0 + E) - u_1^2 = 0$$

$$u_2 = \frac{2(u_0 + E) \pm \sqrt{4(u_0 + E)^2 - 8u_0(u_0 + E) + 4u_1^2}}{2} = \frac{8 \pm \sqrt{4}}{2} \text{ В} \Rightarrow u_2 = 2 \text{ В}$$

т.к. если $u_2 \leq 0 \text{ В} \Rightarrow$ ключ не замкнут

$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{u_1 - E - u_0}{L} = 10 \frac{\text{В}}{\text{Гс}}; \quad I_m = \frac{\sqrt{Cu_1^2 - u^2 - 2(u_0 + E)(u_1 - u)}}{\sqrt{L}} \approx$$

$$\approx \frac{0,02 \text{ А}}{0,095 \text{ А}}; \quad u_2 = u_0 + E - \sqrt{(u_0 + E)^2 - 2u_0(u_0 + E) + u_1^2} = 2 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $V = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $m = 1 \text{ кг}$; $R = 1,7 \text{ м}$; $\cos \alpha = \frac{3}{5}$; $\cos \beta = \frac{8}{17}$

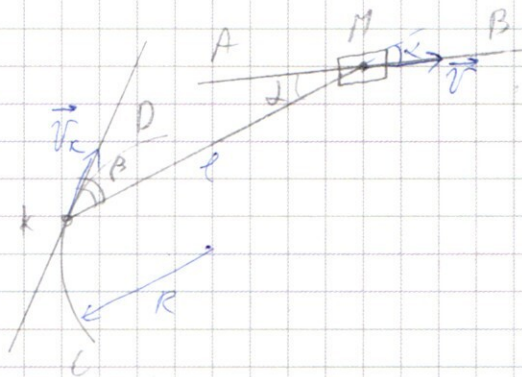
Найти: V_k ; V_{km} ; $T = ?$

т.к. ~~не~~ соединены тросом $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ кинематич. связь:

$$V \cos \alpha = V_k \cos \beta$$

$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \quad V_k = 51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

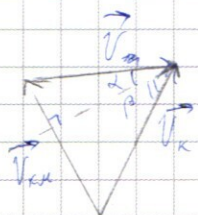


$$l = \frac{17R}{15}$$

$$V = |\vec{V}| \quad V_k = |\vec{V}_k| \quad V_{km} = |\vec{V}_{km}|$$

при пересадки в с.д., связанную с муфтой:

$$\vec{V}_{km} + \vec{V} = \vec{V}_k$$



т.к. $V \cos \alpha = V_k \cos \beta \Rightarrow \vec{V}_{km} \perp \text{тросу} \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_{km} = V \sin \alpha + V_k \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5} \quad \Rightarrow V_{km} = 47 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15}{17}$$

т.к. муфта движется с $V = 40 \text{ м/с} \Rightarrow$ с.д., связанная с муфтой перпендикулярна $\Rightarrow$ (из 2-го закона Кеплера)

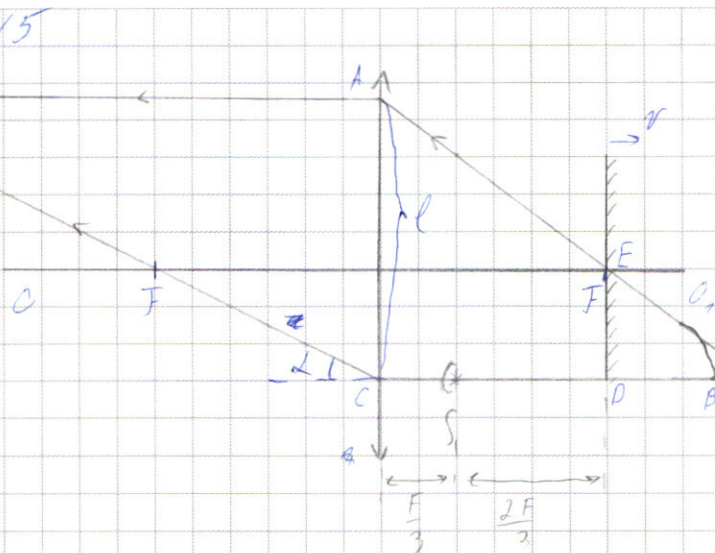
$$\text{из 2-го закона Ньютона: } m \frac{V_{km}}{l} = T$$

$$T \approx 0,038 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 51 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad V_{km} = V \sin \alpha + V_k \sin \beta = 47 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$T = m \frac{V_{km}}{l} \approx 0,038 \text{ Н}$$

м.к. зеркала $\perp OO_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ изображение S в
 зеркале будет
 равноудалено на рас-
 стоянии $\frac{5F}{3}$ от источника
 линзы



оп-ла по формуле линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad d = \frac{5F}{3} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{5}{2} F$$

S_1 - изображение S в зеркале S_1 будет двигаться
 вправо со скоростью $2V$

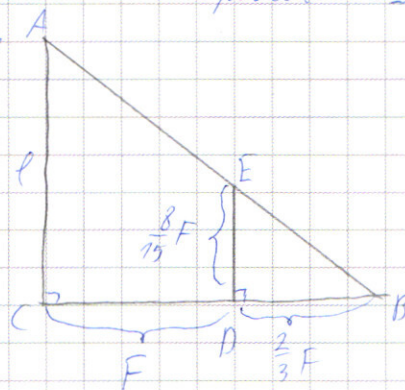
то S_2 изображение S всегда будет лежать на
 прямой $\alpha \Rightarrow$

S_2 - изображение S после зеркала и линзы A

$\Rightarrow S_2$ движется $\&$ по прямой α

из подобия $\triangle ABC$ и $\triangle BDE$:

$$\frac{DE}{BD} = \frac{AC}{BC} \Rightarrow \frac{l}{\frac{5}{3}F} = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{2}{3}F} \Rightarrow l = \frac{4}{3}F$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{f} = \frac{\frac{4}{3}F}{\frac{5}{2}F} = \frac{8}{15} \quad v' - \text{скорость } S_2$$

$$\frac{3 \cdot 17}{2 \cdot 5}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{15}{17}$$

L - расстояние от C до S_2

$$\cos \alpha = \frac{f}{L} \Rightarrow df = dL \cdot \cos \alpha$$

$$0 = -\frac{dd}{d^2} + \frac{df}{f^2} \Rightarrow dS = + \frac{f^2}{d^2} dd \Rightarrow v' \cos \alpha = \frac{f^2}{d^2} \cdot 2V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v' = \frac{2f^2}{d^2 \cos \alpha} V \quad v' = 5,1 V$$

Ответ: $f = \frac{5}{2} F$; $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$; $v' = 5,1 V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5-плотность поверхности
заряда

N3

из математики Габриел: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

σ - поверхностная плотность заряда

2-й 3-й закон Ньютона для заряда на q_1 :

$$ma = F$$

$$F = 2E \cdot q = \frac{\partial \varphi}{\epsilon_0} \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{\partial \varphi}{\epsilon_0} = \text{const}$$

3-й закон сохранения энергии: $-F \cdot 0,8d = -\frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow \frac{v_1^2}{2} = \frac{\partial \varphi}{\epsilon_0} \cdot 0,8d \Rightarrow$

$$\Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1,6d} \Rightarrow v_1 = aT \Rightarrow T = \frac{v_1}{a} = \frac{1,6d}{v_1}$$

и - ~~закон~~ напряженности на конденсаторе

$$U = 2E \cdot d = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

l - расстояние от частицы до конденсатора

F_+ - сила со стороны положительной

заряженной области на частицу

F_- - сила со стороны отрицательной

заряженной области

F - сила со стороны всего конденсатора на частицу

$$F_+ = \frac{k\sigma Sq}{(l + \frac{d}{2})^2}$$

$$F_- = \frac{k\sigma Sq}{(l - \frac{d}{2})^2}$$

$$F = F_- - F_+ = k\sigma Sq \left(\frac{1}{(l - \frac{d}{2})^2} - \frac{1}{(l + \frac{d}{2})^2} \right) =$$

$$= \frac{k\sigma Sq \cdot 4l \frac{d}{2}}{(l^2 - \frac{d^2}{4})^2}$$

т.к. $l \gg d$

$$\Rightarrow F = \frac{2k\sigma Sq d}{l^3}$$

Продолжение на странице N8

A - работа, которую выполняет электростатический конденсатор
из 3-х и в сокр. энергии: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} - A$

$$A = - \int F d\ell = - 2k\sigma S q d \int_{\infty}^{\frac{d}{2}} \frac{d\ell}{\ell^3} = k\sigma S q d \cdot \frac{1}{\ell^2} \Big|_{\infty}^{\frac{d}{2}} = \frac{4k\sigma S q}{d}$$

$$v_0^2 = v_1^2 - \frac{8k\sigma S q}{d} = v_1^2 - \frac{2\sigma S q}{\pi d \epsilon_0} = v_1^2 - \frac{2S}{\pi d} \cdot \frac{v_1^2}{1,6d} = v_1^2 \left(1 - \frac{5S}{4\pi d^2}\right)$$

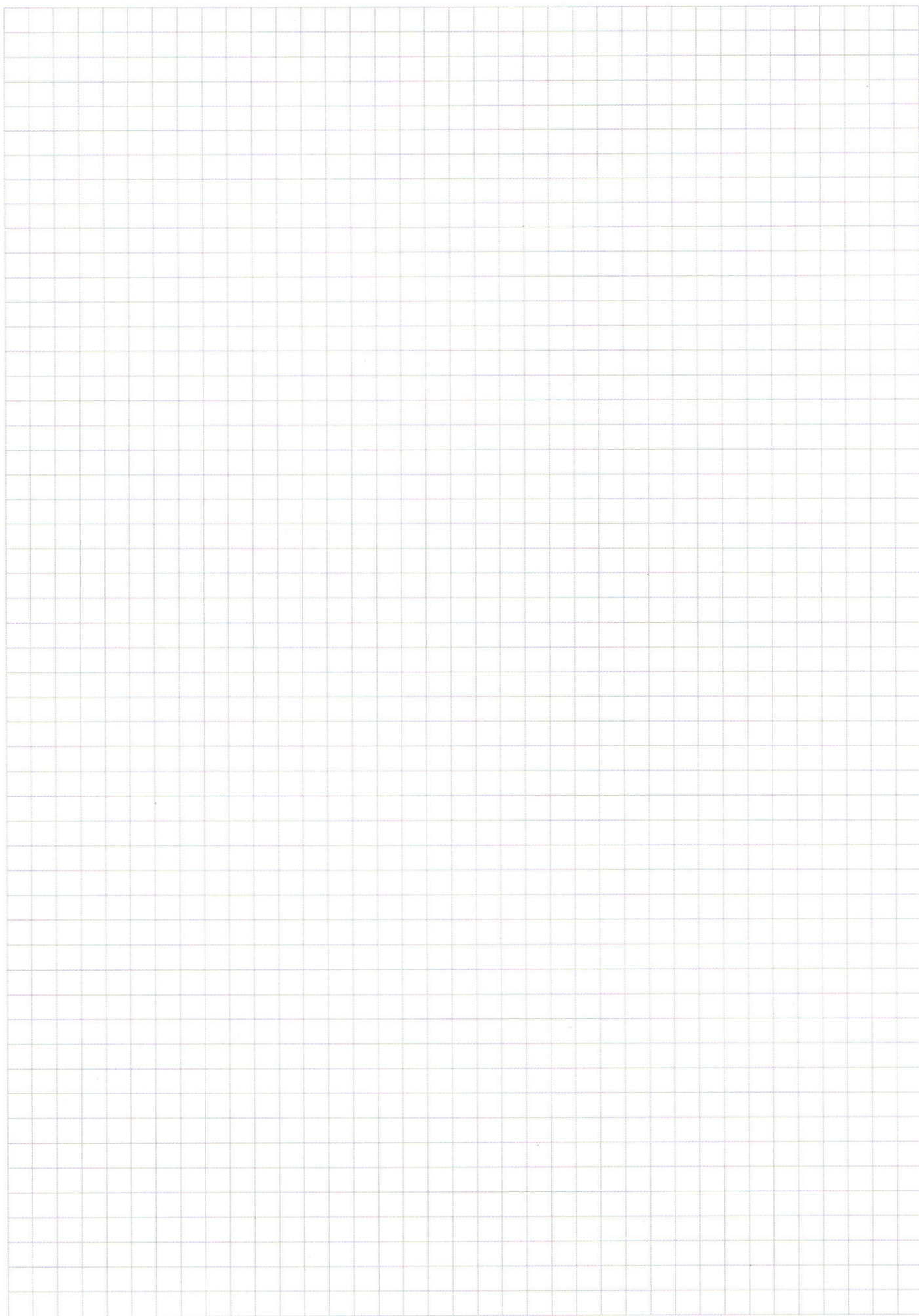
$$v_0 = v_1 \sqrt{1 - \frac{5S}{4\pi d^2}}$$

$$\text{м.к. } S \gg d^2 \Rightarrow v_0 = 0$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{1,6d}{v_1}; \quad u = \frac{v_1^2}{1,6q}; \quad v_0 = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$q = -q$
 $F = F_+ + F_- = k q q' \left(\frac{1}{(l + \frac{d}{2})^2} + \frac{1}{(l - \frac{d}{2})^2} \right)$
 $F = \frac{k q q'}{(l + \frac{d}{2})^2} - \frac{k q q'}{(l - \frac{d}{2})^2}$
 $= k q q' \frac{-(l - \frac{d}{2})^2 + (l + \frac{d}{2})^2}{(l^2 - \frac{d^2}{4})^2} = k q q' \frac{4 l \cdot \frac{d}{2}}{(l^2 - \frac{d^2}{4})^2} = \frac{4 k q q' l \cdot \frac{d}{2}}{(l^2 - \frac{d^2}{4})^2} = \frac{2 k q q' d}{l^3}$
 $A = \int F \cdot dl = 2 k q q' d \int \frac{dl}{l^3} = 2 k q q' d \left[-\frac{1}{2 l^2} \right] = \frac{4 k q q' d}{l^2}$
 $\frac{8}{15} \cdot \frac{5}{3} = \frac{8 \cdot 5}{15 \cdot 3} = \frac{4}{3}$
 $\frac{2 \cdot (\frac{5}{3})^2}{(\frac{5}{3})^2 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{2 \cdot \frac{25}{9} \cdot \frac{17}{15}}{\frac{25}{9} \cdot \frac{15}{17}} = \frac{3 \cdot 17}{10}$
 $\frac{16}{10} = \frac{8}{5}$
 $a = \frac{v_0^2}{r_0 d} = \frac{\partial \delta}{\epsilon_0}$
 $\frac{2}{10^2}$
 $\frac{20 \cdot 4}{0,2} = 400 \cdot 10^{-6} = \frac{4}{10^6}$
 $38 - 16 - 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 = 4$
 $88935 \overline{) 289}$
 $\underline{- 887}$
 2235
 $\underline{- 2023}$
 2120
 $3 \cdot 7,7$
 $3 \cdot 8$
 10^3
 $4 \cdot 4$
 $\times 7924$
 $\times 75$
 $\hline 5929$
 5929
 88935
 $77^2 \cdot 150$
 $17^2 \cdot 10^4$
 $\frac{17}{17}$
 $\times 17$
 $\hline 17$
 $+ 179$
 $\hline 289$
 77×77
 $\times 77$
 $\hline 77$
 $+ 539$
 $\hline 5929$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)