

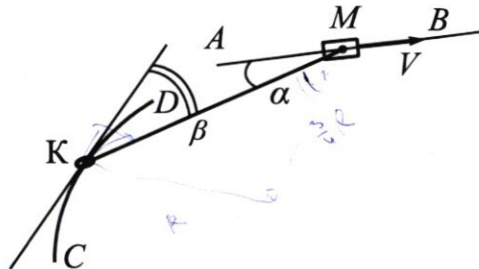
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

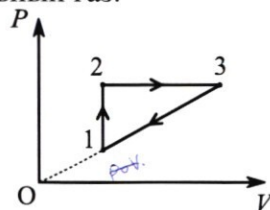
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной 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.

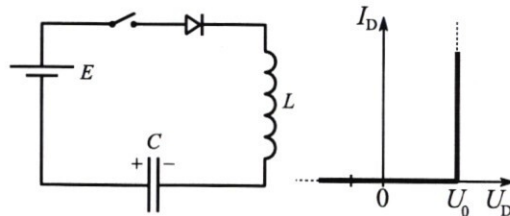


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

- 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.

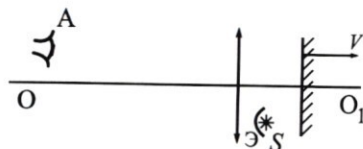
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

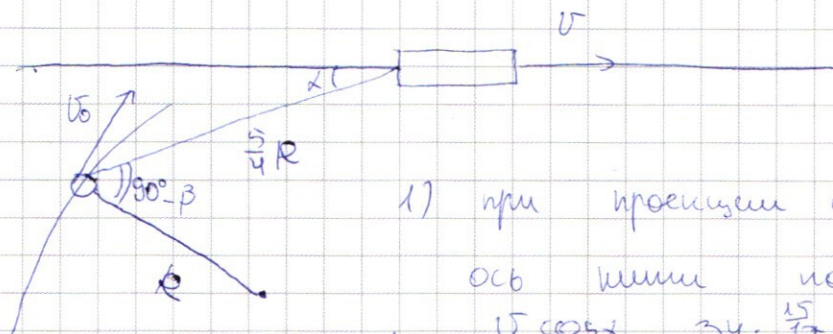
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

1.



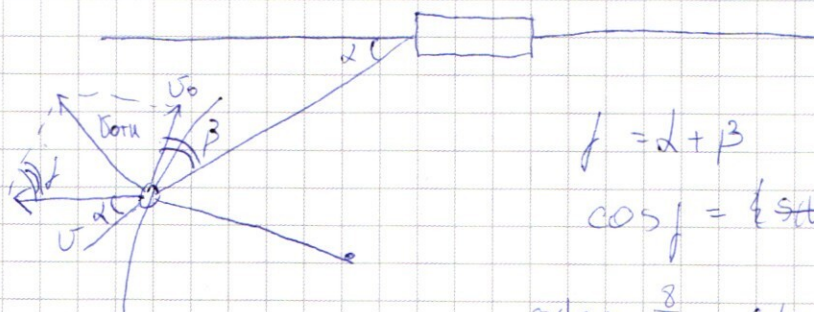
v_0 - скорость
полюса вращающейся модели

1) при проецировании скоростей на

ось модели получаем: $v_0 \cos \beta = v \cos \alpha$

$$v_0 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{30}{5} \cdot 5 = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) переходим в СО модели:



$$f = \alpha + \beta$$

$$\cos f = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17} \quad \sin \beta = \frac{4}{5}$$

$$\cos f = \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{13}{17.5}$$

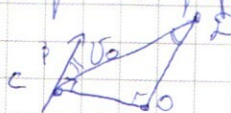
по теореме косинусов:

$$v_{\text{отн}}^2 = v_0^2 + v^2 - 2 v_0 v \cos f = 50^2 + 34^2 - 2 \cdot 50 \cdot 34 \cdot \frac{13}{17.5} =$$

$$= 2500 + 1156 - 520 = 3136 = 56^2$$

$$v_{\text{отн}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) Можно заметить, что прямая $\vec{v}_0$ проходящая через точку O проходит и через центр окружности, т.к. $\vec{v}_0 \parallel \vec{OD} \Rightarrow \angle CPO = \beta, \angle COP = 90^\circ$

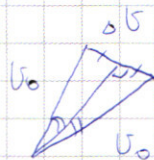
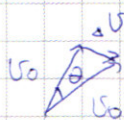
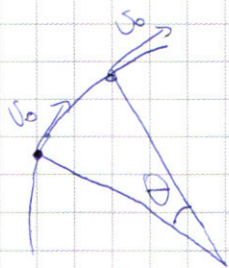


$$\sin \beta = \frac{CO}{CP} \quad \frac{5R/4}{5} = R$$

на полюсе в данный момент действуют две силы: сила натяжения T и сила реакции опоры N

при ~~переходе~~ на оси x и y и проходящая через C : $N \cdot \cos 90^\circ + T \cdot \cos \beta = m a$
 $T \cdot \frac{4}{5} = m a$

Рассмотрим малый промежуток времени dt :



$$v_0 \sin \frac{\theta}{2} = \frac{\Delta v}{2}$$

$$\sin \frac{\theta}{2} \approx \frac{\theta}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 \theta = \Delta v$$

$$\theta = dt \cdot \omega = dt \cdot \frac{v_0}{R}$$

$$\frac{v_0^2}{R} \cdot dt = \Delta v$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{\Delta v}{dt} = a = \frac{T \cdot \frac{4}{5}}{m}$$

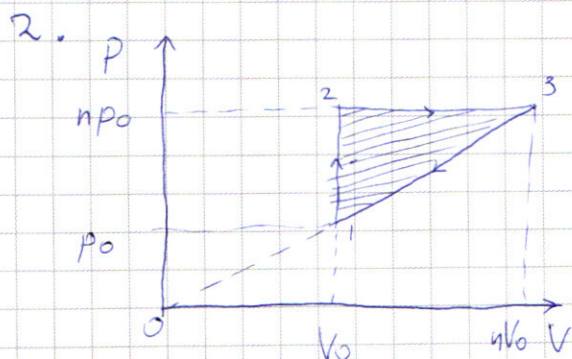
$$T = \frac{5}{4} \frac{m v_0^2}{R} = \frac{5}{4} \cdot \frac{0,3 \cdot 50^2 \cdot 10^{-4}}{0,53} =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{0,125}{0,53} = \frac{3}{4,244} \text{ Н} = \frac{3}{16,96} \text{ Н}$$

Н =

Ответ: 1) $50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$
 3) $\frac{3}{16,96} \text{ Н}$

(маленько сейчас пока не знаю где брать)



$$1) Q_{12} = 0 + \frac{3}{2} V R \Delta T_{12} = C_{12} V \Delta T_{12}$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{23} + \frac{3}{2} V R \Delta T_{23} =$$

$$= C_{23} V \Delta T_{23}$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} R$$

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

$$2) \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_2)}{P_2 \Delta V_{23}} = \frac{3}{2}$$

$$3) \eta = \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{\frac{P_0 V_0}{2} (n-1)^2}{P_0 V_0 (\frac{3}{2} + \frac{5}{2} n) (n-1)} = \frac{n-1}{3+5n}$$

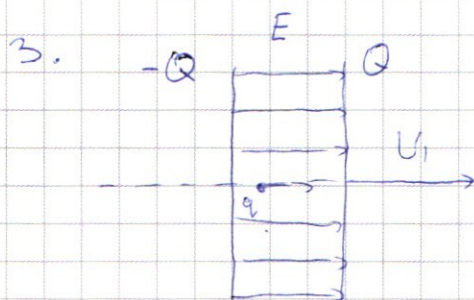
$$\eta' = \frac{n-1}{(3+5n)^2} (-5) + \frac{1}{3+5n}$$

$$\eta' = \frac{3+5n-5n+5}{(3+5n)^2} = \frac{8}{(3+5n)^2} > 0 \Rightarrow \eta(n) \uparrow$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\eta_{\max}$ достигается при $n \rightarrow \infty$, $\eta_{\max} \rightarrow \frac{1}{5} = 20\%$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$; 2) $\frac{3}{2}$; 3) 20%



1) $ma = |q|E$

$a = \frac{U_1}{E}$

$0,2d = \frac{U_1^2}{2a} = \frac{U_1^2}{2fE} \quad E = \frac{U_1^2}{1,4fd}$

$0,2d = \frac{U_2^2}{2a}$

$aT = U_3 = \sqrt{\frac{2}{f}} U_1$

$\frac{2}{f} = \frac{U_2^2}{U_1^2} \quad U_2 = \sqrt{\frac{2}{f}} U_1$

$T = \sqrt{\frac{2}{f}} \frac{U_1}{U_2} \cdot 1,4d = \frac{d}{U_1} \sqrt{\frac{14}{25}}$

2) $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{S\epsilon_0}$

~~1,4~~

$\frac{5U_1^2}{7fd} = \frac{Q}{S\epsilon_0}$

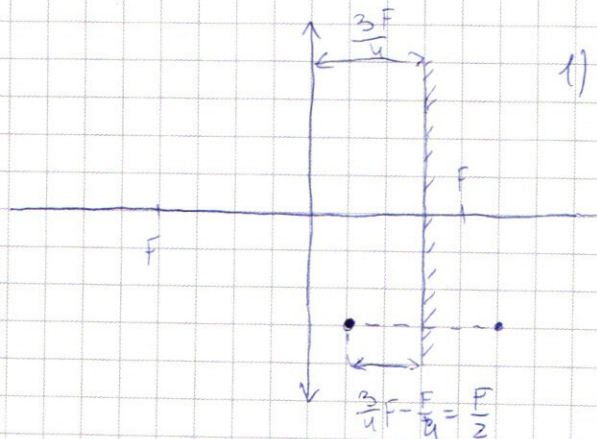
$Q = \frac{5S\epsilon_0 U_1^2}{7fd}$

3) м.н. поле вне конденсатора равно нулю

$V_2 = V_1$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{14}d}{5U_1}$; 2) $\frac{5S\epsilon_0 U_1^2}{7fd}$; 3) V_1

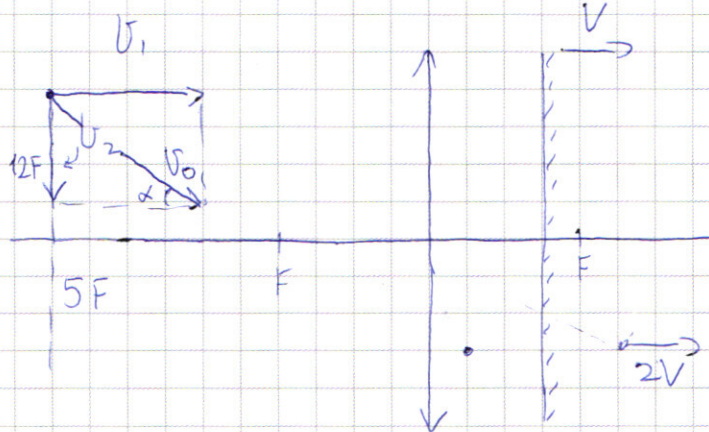
5.



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{3}{4}F + \frac{F}{2}} + \frac{1}{a}$

$\frac{1}{a} = \frac{1}{5F}$

$a = 5F$



$$\Gamma = \frac{5F}{\frac{3}{4}F} = 4$$

$$\Gamma^2 = 16$$

$$\Gamma^2 \cdot \frac{3F}{4} = 12F$$

$$U_1 = 2\Gamma V = 8V$$

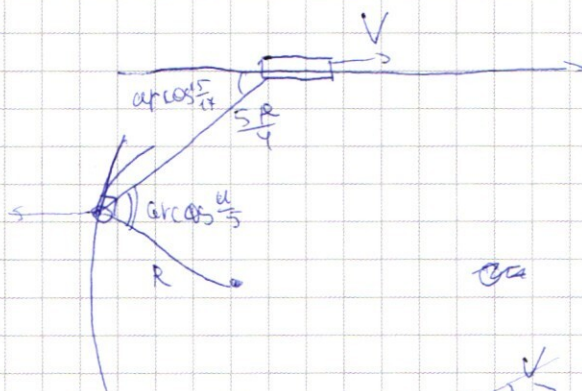
$$U_2 = 2V\Gamma^2 = 32V$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{32V}{8V} = 4$$

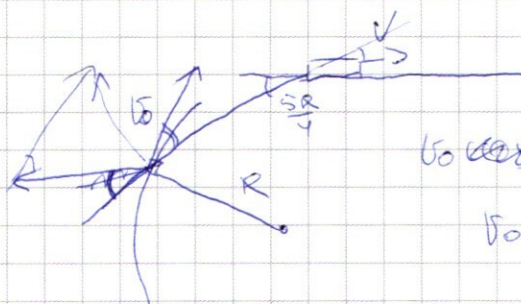
$$3) 8V\sqrt{1+16} = 8\sqrt{17}V$$

Ответ: 1) $5F$; 2) 4 ; 3) $8\sqrt{17}V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$(30+4)^2 = 900 + 8 \cdot 30 + 16 = 1156$$



$$V_0 \cos \frac{3}{5} = V \cdot \frac{15}{17}$$

$$V_0 = 50 \frac{\text{cm}}{\text{с}}$$

$$2) \quad \cos \theta = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{47}{85}$$

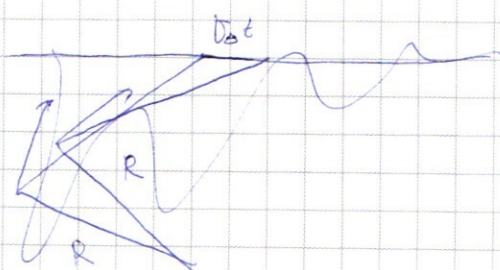
$$V_{\text{отн}}^2 = V_0^2 + V^2 - 2V_0V \cdot \frac{47}{85} = 2500 + 1156 - 2 \cdot 50 \cdot 34 \cdot \frac{47}{85} =$$

$$= 3656 - 4720 = 3656 - 1340 = 2316 = 3 \cdot (100 + 6 + 66)$$

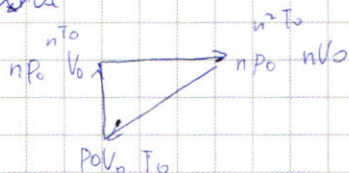
$$= 72 \cdot 3 = 2316$$

$$\sqrt{2316}$$

3)



2. *аппа*



~~аппа~~ $C_1 V_0 T = \frac{3}{2} V R_0 T$

$C_1 = \frac{3}{2} R$

$C_2 V_0 T = \cancel{n p_0 V_0 T} R_0 T + \frac{3}{2} V R_0 T$

$C_2 = \frac{5}{2} R$

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{3}$



$\frac{b^2}{a^2} = \frac{b^2}{a^2} = \frac{b^2}{a^2}$

$\frac{b^2}{a^2} = \frac{b^2}{a^2} = \frac{b^2}{a^2}$

$\frac{b^2}{a^2} = \frac{b^2}{a^2} = \frac{b^2}{a^2}$

$\frac{1}{a^2} = \frac{1}{a^2} = \frac{1}{a^2}$

$\frac{1}{a^2} = \frac{1}{a^2} = \frac{1}{a^2}$



2) $\frac{3}{2}$

3)

$\eta = \frac{A_{0123}}{Q_u}$

$\frac{(n-1) p_0 (n-1) V_0}{2} = p_0 V_0 \frac{(n-1)^2}{2}$

$Q_u = \frac{3}{2} p_0 V_0 (n-1) + \frac{3}{2} p_0 V_0 (n^2 - n) + \frac{3}{2} (n-1) p_0 V_0$

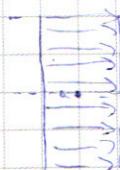
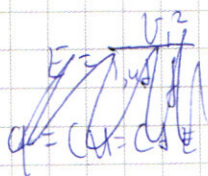
$Q_u = \frac{3}{2} p_0 V_0 (n-1) \left(\frac{3}{2} + \frac{3}{2} n + n \right)$

$\eta = \frac{n-1}{3+5n}$

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

$\frac{3+5n-5n+5}{(3+5n)^2} = \frac{8}{(3+5n)^2} \Rightarrow \eta$ всегда возрастает

при $n \rightarrow \infty \quad \eta \rightarrow \frac{1}{5}$



аппа

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

$aT = V_1 \sqrt{\frac{2}{7}}$

$T = \frac{V_1 \sqrt{\frac{2}{7}}}{a} = \frac{V_1 \sqrt{\frac{2}{7}}}{\frac{q}{m} E}$

$\frac{V_1^2}{2qE} = 0,2d$

$0,2d = \frac{V_1^2}{2qE}$

$V_2^2 = \frac{V_1^2 \cdot 2}{7}$
 $\frac{V_1^2}{2qE} = 0,2d$

$V_2 = V_1 \cdot \sqrt{\frac{2}{7}}$

$\frac{V_1^2}{2qE} = 0,2d$

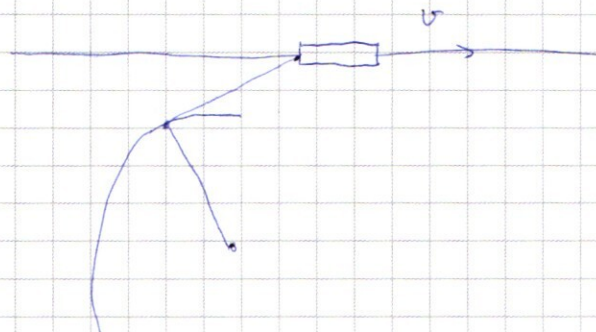


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

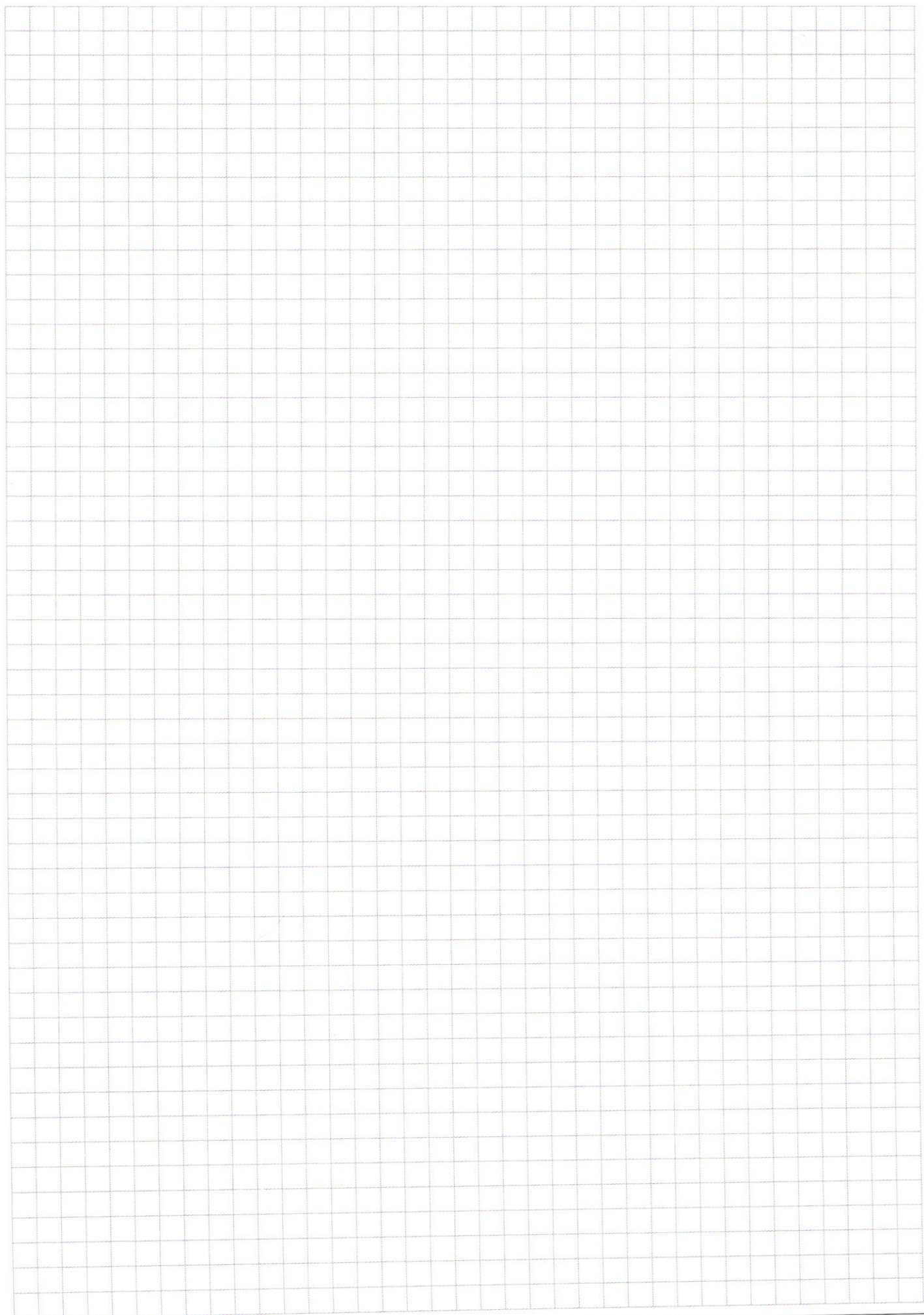
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



☒ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

56 · 56 = 2500 + 600 + 36

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

$0,7d = \frac{v_1^2}{2E}$
 $E = \frac{v_1^2}{1,4d}$

$0,2d = \frac{v_2^2}{2E} = \frac{v_2^2}{2v_1^2} \cdot 1,4d$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2}{1,4}} \cdot v_1$

$at = v_2$

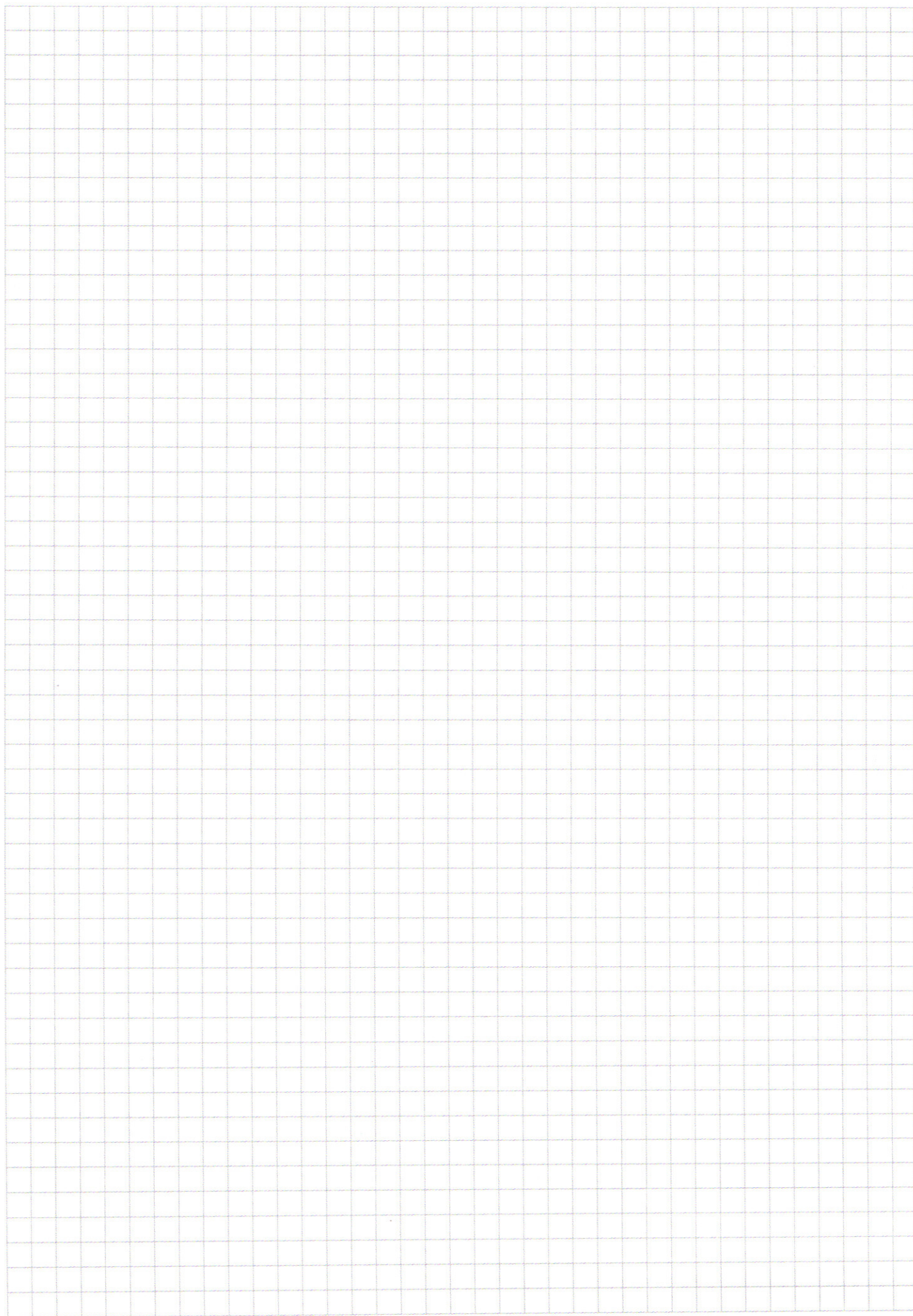
$t = \frac{v_2}{a} = \frac{\sqrt{\frac{2}{1,4}} v_1}{\frac{qE}{m}} \cdot 1,4d$

$T = \frac{5}{3} \frac{m v_2^2}{R}$

$W = \frac{1}{2} m v_2^2$

$a = \frac{v_2}{t}$
 $\Delta U = \frac{1}{2} m v_2^2 = \Delta t R$

$\alpha = \frac{v_2}{2R} \Delta t$
 $v = 2 \alpha \cdot 50 = \frac{50^2}{2R} \Delta t$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)