

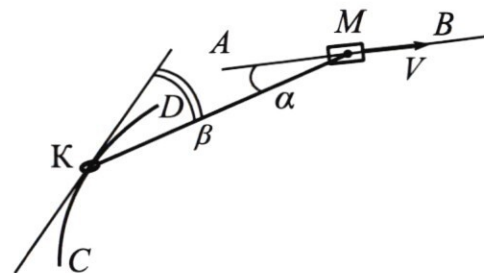
Олимпиада «Физтех» по физике, 2019 г.

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K 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.



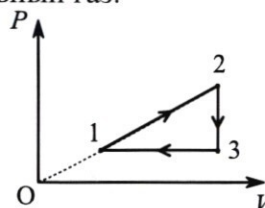
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

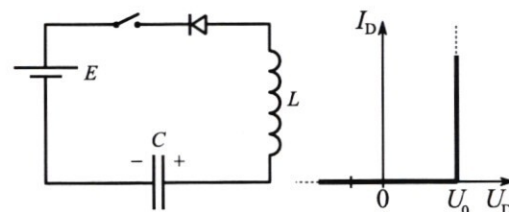
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

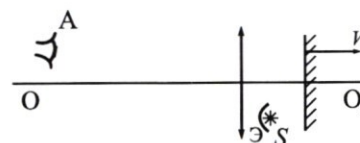


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

2) Дано

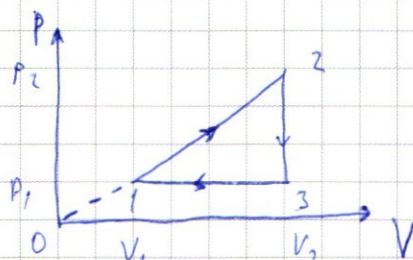
$$i = 3$$

$P(V)$

$$\frac{C_2}{C_3} = ?$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = ?$$

$$\gamma = ?$$



$$1. C_2 = \frac{Q_{2-3}}{\Delta T_1}$$

$$C_3 = \frac{Q_{3-1}}{\Delta T_2}$$

$$Q_{2-3} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_1$$

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

$$Q_{3-1} = p \Delta V + \frac{i}{2} \nu R \Delta T_2 = \nu R \Delta T_2 + \frac{i}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$C_3 = \left(1 + \frac{i}{2}\right) R$$

$$\frac{C_2}{C_3} = \frac{\frac{i}{2}}{1 + \frac{i}{2}} = \boxed{\frac{3}{5}}$$

$$2. \frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = \frac{A_{1-2} + \Delta U}{A_{1-2}} = 1 + \frac{\Delta U}{A_{1-2}}$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{1-2} = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$A_{1-2} = p_1 (V_2 - V_1) + \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} p_1 V_2 + \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_1$$

$$p_1 = 2 V_1, \quad p_2 = 2 V_2$$

$$A_{1-2} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = 1 + \frac{\frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \boxed{4}$$

$$3) \quad \eta_{\text{но.}} = \frac{A_{1-2} + A_{1-3}}{Q_{1-2}} = \frac{A_{1-2} - A_{1-3}}{4A_{1-2}}$$

$$A_{1-2} = (p_2 \Delta V - p_1 \Delta V) \frac{1}{2} + p_1 \Delta V = \frac{1}{2} (p_2 \Delta V + p_1 \Delta V)$$

$$A_{1-3} = p_1 \Delta V$$

η_{max} достигается при $p_1 \approx p_2$, тогда $A_{1-3} \approx A_{1-2}$

$$\eta_{\text{max}} = \frac{1}{2} = \boxed{0,5}$$

Ответ: $\frac{3}{5}; 4; 0,5$

3) Дано

$$\begin{array}{l} d \\ v_1 \\ l = 0,2d \\ \gamma = \frac{q}{m} \\ T = ? \\ U = ? \\ v_0 = ? \end{array}$$

$$1. \quad 0,8d = v_1 T + \frac{aT^2}{2}$$

$$a = \frac{0 - v_1}{T} = -\frac{v_1}{T}$$

$$0,8d = \frac{v_1 T}{2}$$

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

$$2. \quad U = E \cdot d$$

$$qE = ma$$

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

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

$$E = \frac{v_1^2}{1,6d \cdot \gamma}$$

$$\boxed{U = \frac{v_1^2}{1,6 \cdot \gamma}}$$

3.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) Дано

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$\delta = ?$

$I_{\max} = ?$

$U_2 = ?$



$$1) \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{U_0} = 3 \text{ А/с}$$

$$2) \frac{CU_1^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$I_{\max} = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$I_{\max} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 0,06 \text{ А}$$

3)

5) Дано

F

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

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

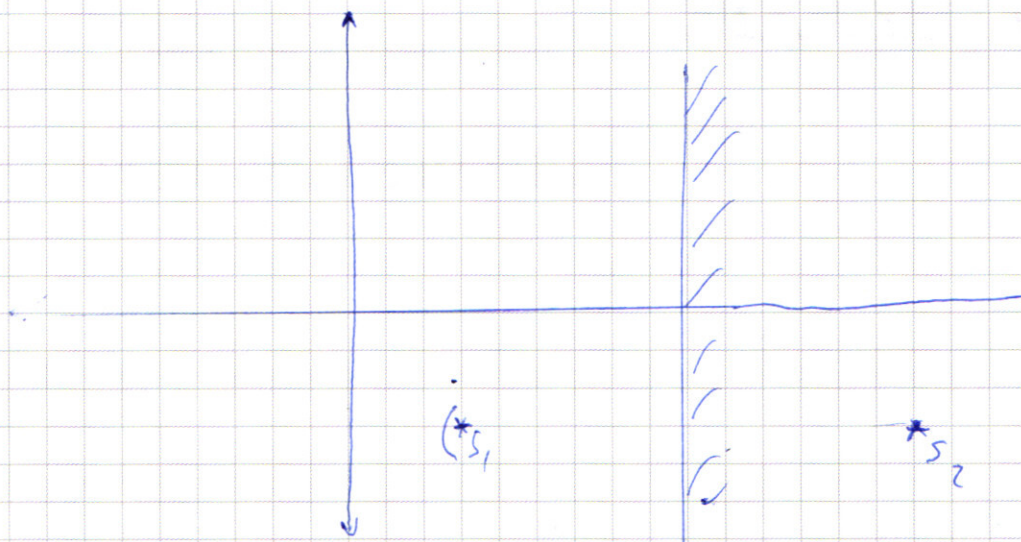
$\sqrt{}$

$$L = F$$

$f = ?$

$\alpha = ?$

$u = ?$



$$1. \frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}$$

$$d_2 = d + (F - d) \cdot 2 = \frac{5}{3} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{5F}$$

$$\boxed{f = \frac{5}{2} F}$$

$$2. \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{8}{3} F}{\frac{5}{3} F} = \frac{16}{5}$$

$$\boxed{\alpha = \arctg \frac{16}{5}}$$

$$3. \frac{u}{2\sqrt{}} = \sqrt{}^2 \quad \sqrt{} = \frac{f}{d_2}$$

$$\boxed{u = 2\sqrt{} \cdot \left(\frac{f}{d_2}\right)^2 = \frac{225\sqrt{}}{2}}$$

1) Дано

$$\bar{v} = 40 \text{ км/ч}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

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

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

$$\cos \beta = \frac{2}{17}$$

$U = ?$

$U_{\text{отн}} = ?$

$T = ?$

$$1) U \cos \beta = \bar{v} \cos \alpha$$

$$U = \frac{\bar{v} \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$U = 51 \text{ км/ч}$$

$$2) U_{\text{отн}} = \sqrt{(U \cos \beta + \bar{v} \cos \alpha)^2 + (U \sin \beta - \bar{v} \sin \alpha)^2}$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{(2 \cdot 24)^2 + 13^2} = \sqrt{601} \text{ км/ч}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Дано

$$F$$

$$\frac{8F}{15} \text{ от } OQ,$$

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

$\sqrt{}$

$$L = F$$

$$1 - ?$$

$$2 - ?$$

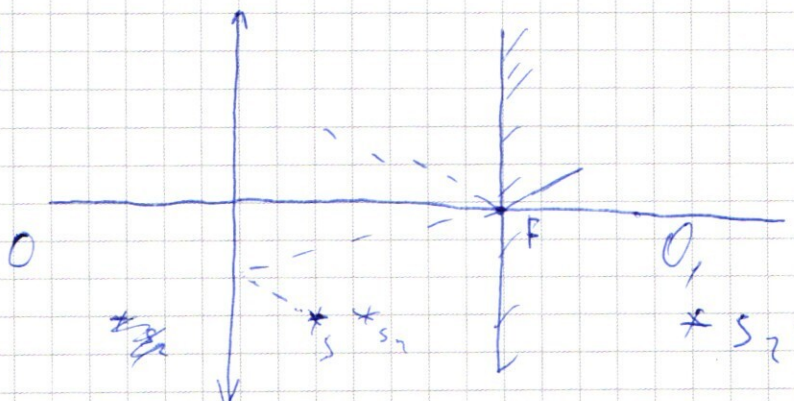
$$4 - ?$$

$$1) \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{3}{F}$$

$$f = -\frac{F}{2}$$

2)



$$L = \arctan \frac{\frac{8F}{15}}{\frac{2F}{2} + \frac{F}{3}} = \arctan \frac{2}{5}$$

$$L = \arctan \frac{2}{5}$$

$$3) \frac{4}{25} = r^2 \quad r = \frac{f}{d}$$

$$\frac{4}{25} = \frac{f^2}{d^2}$$

$$4 = 25 \cdot \frac{f^2}{d^2} = \frac{9}{2} \sqrt{}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v = 4000 \text{ м/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

$$l = 1,7 \text{ м/с}$$

$$L (\cos \alpha = \frac{2}{5})$$

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

$$qE = m$$

$$\gamma E = q$$

$$\frac{v_1}{t} = \gamma E$$

$$U = E d$$

$$v_0 = \frac{q E d}{m}$$

$$\frac{2 v_0 \cos \alpha}{g}$$

$$v_0 d = v_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{v_0 t}{2}$$

$$\frac{m v^2}{R} = m g$$

$$m g \cos \alpha$$



$$Q_1$$

$$C = \frac{Q}{T} \frac{1}{h g \cos(\alpha - \beta)}$$

$$\frac{Q_1}{\Delta T_1} = \frac{Q_2}{\Delta T_2}$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_1$$

$$\frac{Q R \Delta T_1}{\Delta T_2}$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T_1$$

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = \nu R \Delta T_{1-2}$$

$$A = p_1 (V_2 - V_1) + (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) \cdot \frac{1}{2}$$

$$A = \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_2 + \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_2 + p_1 V_1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$U = E \cdot d$$

$$\frac{Q_1}{Q} \quad \frac{A}{Q}$$

$$A_{1,3} = p_1 \Delta V = \nu R \Delta T$$

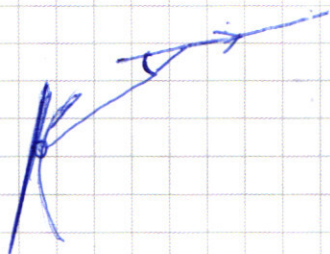
$$(p_2 - p_1) \Delta V$$

$$\frac{1}{2} (p_2 \Delta V - p_1 \Delta V)$$

$$\frac{1}{2} (p_2 \Delta V + p_1 \Delta V) = A_{1-2}$$

$$qE = ma$$

$$\frac{v_1}{T_1} = E$$



..

$$\frac{4}{\sqrt{100-4}}$$

$$2 \frac{9.9}{10} = m \frac{v^2}{R}$$

$$\begin{array}{r} 6.8 \\ \times 4.8 \\ \hline 384 \\ + 112 \\ \hline 2304 \end{array}$$

$$15.3$$

$$45 - 8 \cdot 4 = 3$$

$$13$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Дано
 $\mathcal{E} = 40 \text{ В}$ $m = 1 \text{ М}$ $R = 1,7 \text{ М}$ $L = \frac{17}{15} R$ $\cos L = \frac{3}{5}$ $\cos \beta = \frac{8}{17}$ $U = ?$ $U_{\text{отн}} = ?$ $T = ?$

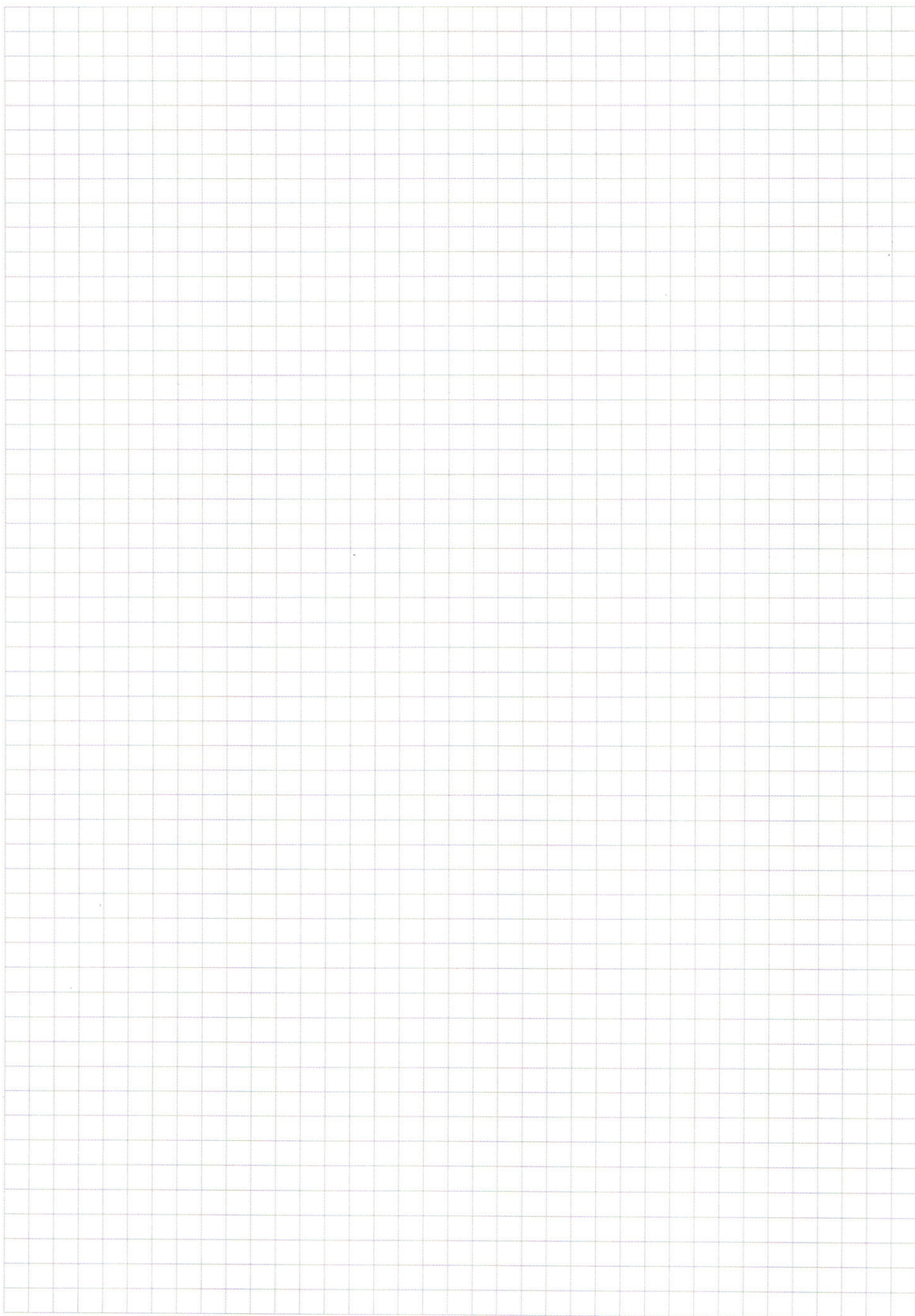
1. $U \cos \beta = \mathcal{E} \cos L$

$$U = \frac{\mathcal{E} \cos L}{\cos \beta}$$

$$U = 51 \text{ В}$$

2) $U_{\text{отн}} = \sqrt{((U \cos \beta) + (\mathcal{E} \cos L))^2 + (U \sin \beta - \mathcal{E} \sin L)^2}$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{48^2 + 13^2} = \sqrt{2507} \text{ В}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)