

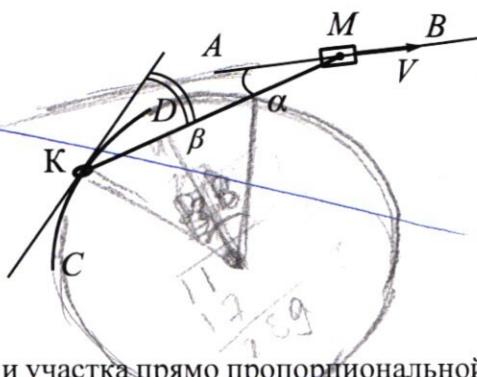
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

## Вариант 11-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного бланка не оцениваются.

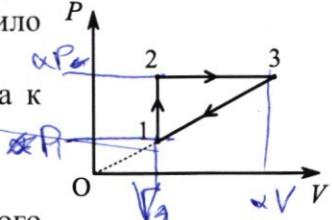
1. Муфту  $M$  двигают со скоростью  $V = 34$  см/с по горизонтальной направляющей  $AB$  (см. рис.). Кольцо  $K$  массой  $m = 0,3$  кг может двигаться без трения по проволоке  $CD$  в виде дуги окружности радиусом  $R = 0,53$  м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной  $l = 5R/4$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол  $\alpha (\cos \alpha = 15/17)$  с направлением движения муфты и угол  $\beta (\cos \beta = 3/5)$  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. Термовая 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.



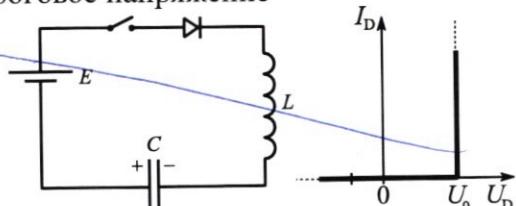
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния  $d$  между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,3d$  от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица 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.

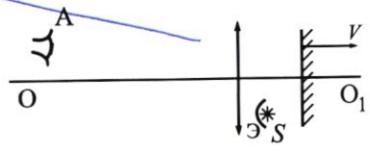
- ✓ 4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 2$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,1$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  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  $\mathcal{E}$ , расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $O\mathcal{O}_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $O\mathcal{O}_1$  и на расстоянии  $F/4$  от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $O\mathcal{O}_1$ . 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  $\alpha$  к оси  $O\mathcal{O}_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)  
 3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1.

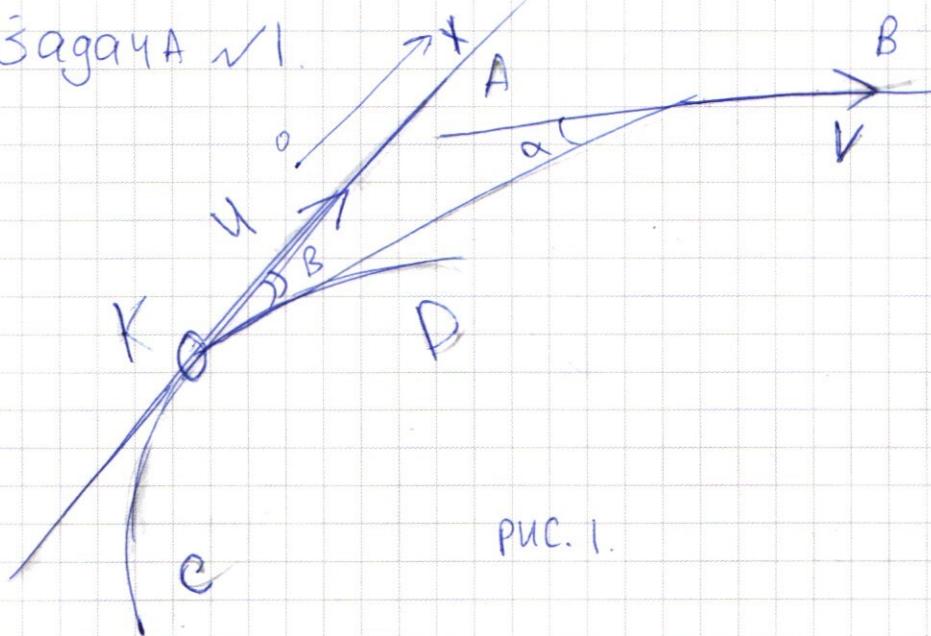


Рис. 1.

i)

- ПУСТЬ СКОРОСТЬ КОЛЬЦА -  $U$ ,

ТОГДА ИСПОЛЬЗУЕМ КИНЕМАТИЧЕСКУЮ СВЯЗЬ:

- Т.К НИТЬ МОЖНО СЧИТАТЬ НЕРАСТЯЖИМОЙ  $\Rightarrow$

ЕЕ ДЛИНА СОХРАНЯЕТСЯ  $\Rightarrow$  если ее длина  $L$ , то  $dL = 0$

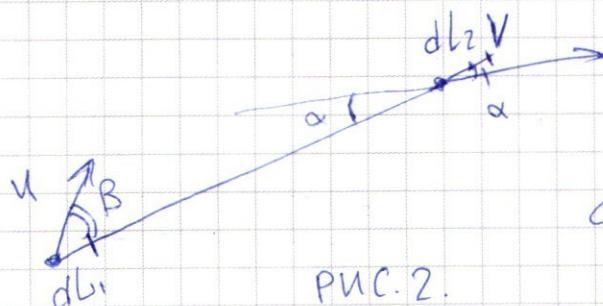


Рис. 2.

$$dL_1 = U \cos \beta dt \quad (\text{рис. 2})$$

$$dL_2 = V \cos \alpha dt \Rightarrow$$

$$dL_2 - dL_1 = dL = 0 \Rightarrow$$

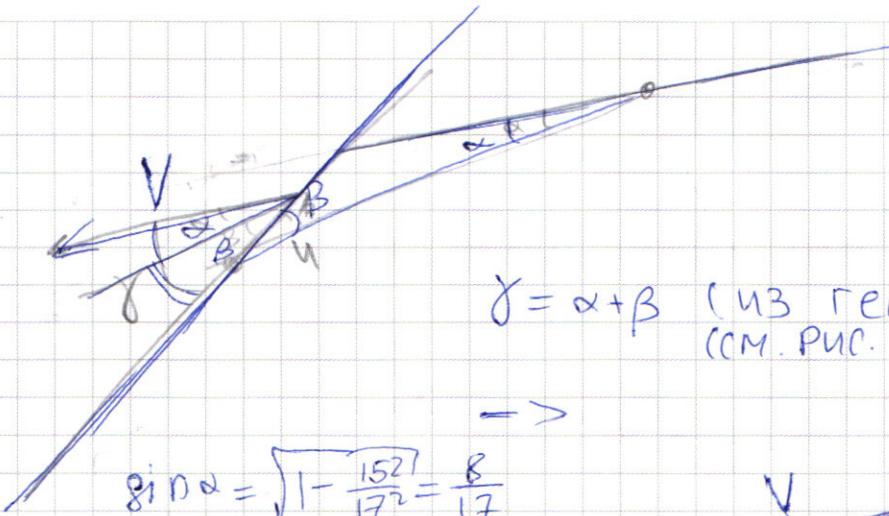
$$U \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow$$

$$U = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}, \text{ где } U - \text{прекция} \\ \text{на ось } OX \Rightarrow$$

$$U = 50 \text{ см/с}$$

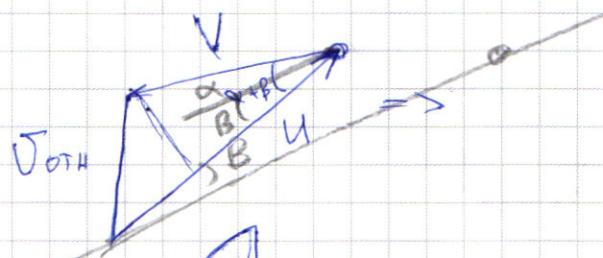
2) ЧТОБЫ НАЙТИ СКОРОСТЬ КОЛЬЦА ОТН. МУФТЫ (Уоти)  
ПЕРЕЙДЕМ В СИСТ. ОТСЧ. МУФТЫ (ОНА В НЕЙ ДОКОЛУТСЯ)

Рис. 3

 $\Rightarrow$ 

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{8}{17}$$

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



из Т. Коенигусов:

$$V_{OTH}^2 = V^2 + U^2 - 2VU \cos(\alpha + \beta)$$

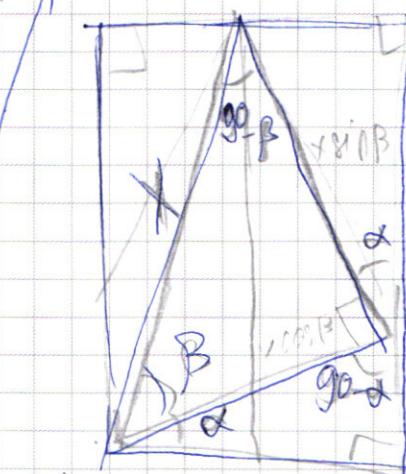
$$V_{OTH}^2 = 3V^2 + 50^2 - 2 \cdot 50 \cdot 3V \cdot 13 = \\ = 3V^2 + 50^2 - 40 \cdot 13 = \frac{5 \cdot 17}{5 \cdot 17}$$

$$= 1156 + 2500 - 520 =$$

$$= 3136 \Rightarrow$$

$$\boxed{V_{OTH} = 56 \text{ см/с}}$$

3) чтобы посчитать силу нити, нужно  
записывать 2 з.н. на  
ось ОХ, т.к. проекция  
реакции опоры на эту  
ось 0. (т.к. гладко),



$$\sqrt{\cos(\alpha + \beta)} =$$

$$= \sqrt{\cos \beta} (\cos \alpha - \sin \alpha \sin \beta)$$

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

$$-\sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{13}{85}$$

т.к. только относительно муфты

вращается со скоростью угловой:

$$\omega = U \sin \beta + V \sin \alpha = \frac{56 \text{ см/с} \cdot 4}{5 \cdot 53 \text{ см}} = \frac{224}{265} \frac{1}{\text{с}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow \Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \frac{P_0(V_0 - V_1)}{P_0(V_0 - V_1)} = \frac{3}{2}$$

3)  $\eta = \frac{A_{\text{рабн}}}{Q_{\text{полн}}}$ ,  $A_{\text{рабн}} - \text{РАБОТА ЗА ЦИКЛ}$

$Q_{\text{полн}} - \underline{\text{ПОЛНОЕ ПОДВЕД. ГЕРМО ЗА ЦИКЛ}}$

$A = \sum \Delta A_{ij}$ , т.к по часовой стрелке процесс  $\Rightarrow$

~~$$A = \frac{(V_0 - V_1)(P_0 - P_1)}{2}$$~~

~~$$Q_{\text{полн}} = Q_{1-2} + Q_{2-3}, \text{ т.к } Q_{3-1} = 0 \text{ (термо выходит)}$$~~

~~$$\Rightarrow Q_{\text{полн}} = C_{12}(T_2 - T_1) + C_{23}(T_3 - T_2) =$$~~

~~$$= \frac{3}{2} CR \left( \frac{P_0 V_1 - P_1 V_1}{CR} \right) + \frac{5}{2} CR \left( \frac{P_0 V_0 - P_0 V_1}{CR} \right) =$$~~

~~$$= \frac{3}{2} (P_0 V_1 - P_1 V_1) + \frac{5}{2} (P_0 V_0 - P_0 V_1) \Rightarrow$$~~

~~$$\eta = \frac{P_0 V_0 - P_0 V_1 - P_1 V_0 + P_1 V_1}{3 P_0 V_1 - 3 P_1 V_1 + 5 P_0 V_0 - 5 P_0 V_1} = \frac{P_0 V_0 - P_0 V_1 - P_1 V_0 + P_1 V_1}{5 P_0 V_0 - 3 P_1 V_1 - 2 P_0 V_1}$$~~

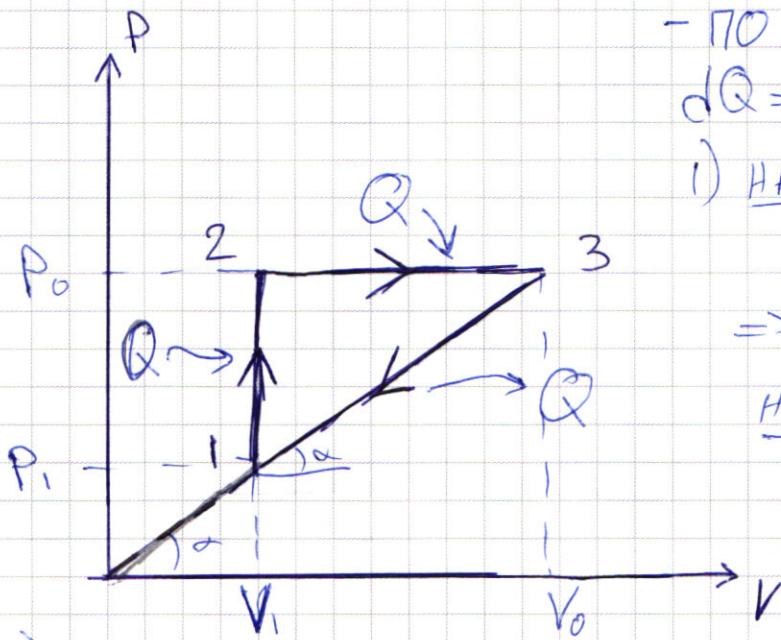
т.к 1-3 идет из "0"  $\Rightarrow \tan \alpha = \text{const} \Rightarrow \frac{P_0}{V_0} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow$

~~$$k = \frac{P_0}{P_1} = \frac{V_0}{V_1} \Rightarrow \text{поможем все на } P_1 \text{ и } V_1.$$~~

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

при MAX  $\eta$ ,  $d\eta = 0 \Rightarrow$

## Задача №2.



1) HA 1-2:

$$C_p = \frac{dQ}{dT} = \frac{dA + dU}{dT} = \frac{dU}{dT} =$$

$$= \frac{dT \cdot \frac{3}{2}JR}{dT} = \boxed{\frac{3}{2}R} \quad R = C_{1-2}$$

HA 2-3:

$$C_p = \frac{dQ}{dT} = \frac{dA + dU}{dT} =$$

$$= \frac{PdV + \frac{3}{2}JRdT}{dT} = \frac{3}{2}R + \frac{PdV}{dT},$$

$$\Rightarrow \boxed{C_{2-3} = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R}$$

2) ИЗОБАРНЫЙ - 2-3, т.к.  $P = \text{const.}$

$$A_{2-3} = \int_{V_1}^{V_0} PdV = P_0(V_0 - V_1)$$

$$\Delta U_{2-3} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2}P_0V_0 - \frac{3}{2}P_0V_1 = \frac{3}{2}P_0(V_0 - V_1) \Rightarrow$$

- ПО ЗАКОНУ СОХРАН. ЭНЕРГИИ:

$$dQ = dA + dU$$

$$1) \underline{\text{HA 1-2:}} \quad dA = 0$$

$$\boxed{dU > 0}, \text{т.к. } P - \text{ПАСТР} \quad (U = \frac{1}{2}PV, V = \text{const})$$

HA 2-3:

$$dA = PdV > 0, \text{т.к. } V - \text{ПАСТР}$$

$$\boxed{dU = \frac{1}{2}PdV > 0}, \text{т.к. } V - \text{ПАСТР}, P = \text{CONST} \Rightarrow$$

2-3 - ПОДВОДИТСЯ

HA 3-1:

$$dA = PdV < 0, \text{т.к. } V - \text{РАДАЕТ}$$

$$\boxed{dU = \frac{1}{2}(PdV < 0)} \quad \text{т.к. } P \propto V - \text{РАДАЕТ}$$

3-1 - ОДВОДИТСЯ ТЕМПЕР.

HA 1-2 и 2-3

$$PV = JRT \Rightarrow$$

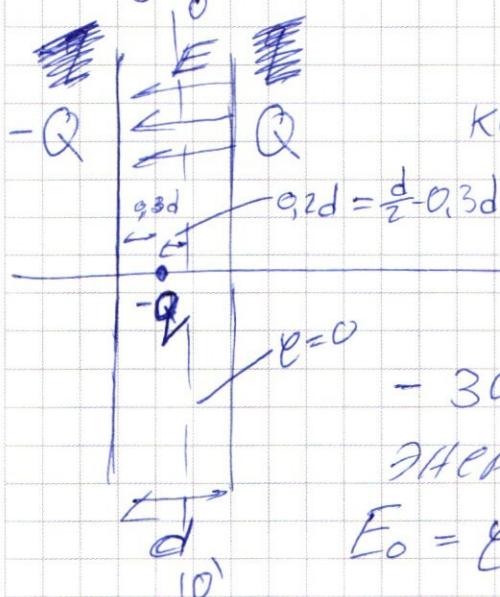
$$PdV + VdP = JRdT \Rightarrow$$

$$PdV = JRdT \Rightarrow$$

$$U = \frac{3}{2}JRT = \frac{3}{2}PV$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3.



- Пусть заряды обкладок

конденсатора

(±Q)

(-q)

ось симметрии

- запишем закон сохранения  
энергии данной частицы:

$$E_0 = \varphi_0(-Q) + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\boxed{E_0 = \frac{0.2dQq}{\epsilon_0 S}}$$

$\varphi_0$  - потенциал

в точке где изнач. была частица

$$\varphi_0 = 0 - 0.2d \cdot E = -\frac{0.2d \cdot Q}{\epsilon_0 S}$$

т.к на оси OO'  $\rho = 0$  (эквипот. пров-ть)  
(линия)

1) введём ось ОХ, где О - на оси первоначальной  
частицы

$$\varphi(x) = \frac{x \cdot Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow E(x) = -\frac{Qx}{\epsilon_0 S}$$

п.т. энергия  $\Rightarrow$

п.т. энергии  
первой обкладки

ЗСЭ для частицы:

$$E_0 = E_e(x) + \frac{mv_x^2}{2} \Rightarrow T \cdot k / g = m \delta \Rightarrow$$

$$\frac{0.2dQx}{\epsilon_0 S} = -\frac{Qx\delta}{\epsilon_0 S} + \frac{\delta^2}{2} \Rightarrow \delta^2 = \frac{Q\delta}{\epsilon_0 S} (0.2d + x) \cdot 2$$

$$\Rightarrow \delta_x = \sqrt{\frac{Q\delta(0.2d+x) \cdot 2}{\epsilon_0 S}} \Rightarrow \cancel{\text{записать}}$$

НАЙДЕМ Т (ВРЕМЯ до точки на одинак. расст. между пластинами):

$$dX = \bar{v}_x dt \Rightarrow$$

$$dt = \frac{dX}{\bar{v}_x} = \frac{dX \sqrt{\epsilon_{0S}}}{\sqrt{Q\gamma 2(0,2d+X)}} =$$

$$= \frac{\sqrt{\epsilon_{0S}}}{\sqrt{2Q\gamma}} \cdot \frac{dX}{\sqrt{0,2d+X}} \Rightarrow$$

$$t = \int_{-0,2d}^{\infty} \frac{dX}{\sqrt{0,2d+X}} = , \text{ при } \sqrt{0,2d+X} = k$$

$$0,2d+X = k^2$$

$$dX = 2kd dk \Rightarrow$$

$$\int \frac{2kd dk}{k} = 2 \int dk$$

$$= \int \frac{\epsilon_{0S}}{2Q\gamma} \cdot 2 \left( \sqrt{0,2d} - \sqrt{0,2d - 0,2d} \right) =$$

$$= \sqrt{\frac{2\epsilon_{0S}}{Q\gamma}} \cdot 0,2d \Rightarrow$$

$$T = \sqrt{\frac{2\epsilon_{0S}}{Q\gamma} \cdot 0,2d}, \text{ это не ответ}$$

2) при величине:

$$\bar{v}_x = V_1 \Rightarrow X = \frac{d}{2}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{Q\gamma \cdot 2 \cdot 0,7d}{\epsilon_{0S}}} \Rightarrow \sqrt{\frac{\epsilon_{0S}}{Q\gamma}} = \left( \frac{V_1}{\sqrt{1,4d}} \right)^{-1}$$

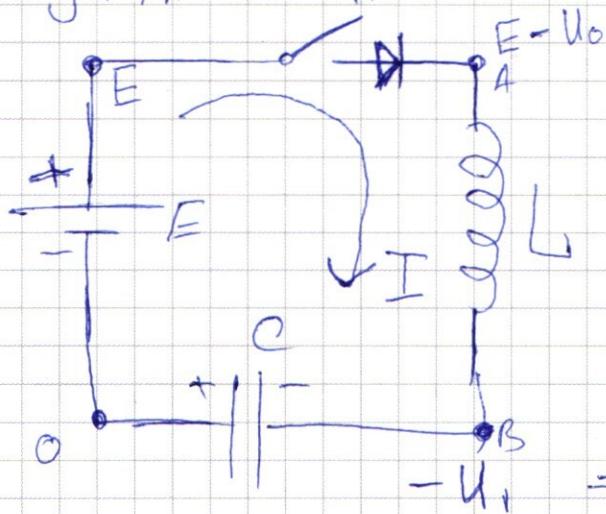
$$T = \sqrt{0,4d} \sqrt{1,4d} = \frac{\sqrt{0,56d}}{V_1}$$

$$\frac{V_1^2 \epsilon_{0S}}{1,4d \cdot \gamma} = Q$$

$$-ЗАРЯГ ОБЛАДОК НА БЕСКОН. (V_n = 0 \Rightarrow E_0 = \frac{QV}{2} = \frac{0,2d \cdot Q\gamma m}{\epsilon_{0S}} \Rightarrow$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 4



$$C U_1 = q_0 = \text{НАЧАЛЬНЫЙ ЗАРЯД КОНДЕНСАТОРА} \\ = 80 \mu\text{A}$$

1) допустим диод

будет открыт, тогда разность

$$\text{потенциалов } \varphi_A - \varphi_B = E + U_1 - U_0$$

$$\Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = I L \Rightarrow$$

$$I = \frac{U_B}{R_A R_B} = \frac{70}{10 \cdot 10} = 7 \text{ A}$$

если бы диод

был закрыт  $\Rightarrow I = 0 \Rightarrow$

$$\varphi_A - \varphi_B = 0 \Rightarrow U_0 > E + U_1 \Rightarrow \times$$

2) найдем максимальный ток:

- во первых если он есть  $\Rightarrow$  диод открыт

~~+ заряд конденсатора~~: при максимальном токе  $I = 0$  (выведено из уравнения) токе не становится  $\Rightarrow \varphi_A - \varphi_B = 0$

$$\varphi_A - \varphi_B = E - U_0 + U_1$$

$U_1$  - заряд конденсатора

$$\Rightarrow U_1 = U_0 - E = -5 \text{ В}$$

в этот момент

диод заряжается

- ПРИМЕРНЫЙ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНДОГИИ:

$$A = Q + \Delta W, \quad Q - \text{тепро введен в циркуляцию в виде}$$

$$dQ = I dt \cdot U_0 \Rightarrow$$

$$\int Q = U_0 \cdot I t \quad \begin{aligned} & \text{- т.к. на рр. на} \\ & \text{нем достаточно} \end{aligned}$$

$A$  - РАБОТА КОТОРИХ ИСКА ТОКА:

$$A = \int E_0 \cdot I dt = E_0 \cdot \Delta Q \Rightarrow$$

$$\Delta W = A - Q = (E_0 - U_0) \Delta Q,$$

находим  $\Delta Q$ :

$$|\Delta Q - Q_0| = |C(U_1 + U_2)| = C(-U_1 + U_2) = 78 \cdot 40 \text{ мкФ} = 280 \text{ мкж.}$$

$$\Rightarrow \Delta W = 5 \text{ В} \cdot 280 \text{ мкж.} = 1400 \text{ мкж.} =$$

$$= 1,4 \text{ мж.}$$

$$\Delta W = W_K - W_0 = \frac{L_1 I_{\max}^2}{2} + \frac{C(U_1)^2}{2} - \frac{C(U_2)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\angle I_{\max}^2 = 2,4 \text{ мж.} + 218^2 \cdot 40 \text{ мкФ} = 2,4 - 0,84 \text{ мж.} = 1,56 \text{ мж.} \Rightarrow$$

$$I_{\max}^2 = \frac{1,56 \text{ мж.}}{0,1 \text{ Гн}} = 15,6 \text{ мж.} \Rightarrow$$

$$I_{\max}^2 = 4 \cdot 3,9 \text{ мж.}^2 \approx 2^2 \cdot 2^2 \Rightarrow$$

3) НАПРЯЖЕНИЕ

токи перестанут текут  $\rightarrow$  когда

$$P_A - P_B = 0 = I_L^2 R \Rightarrow$$

$$I_{\max} \approx 4 \text{ мА}$$

стабилизируется

$$E = U_2 = 6 \text{ В}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5.

1)  
В НАЧАЛЬНЫЙ  
МОМЕНТ:

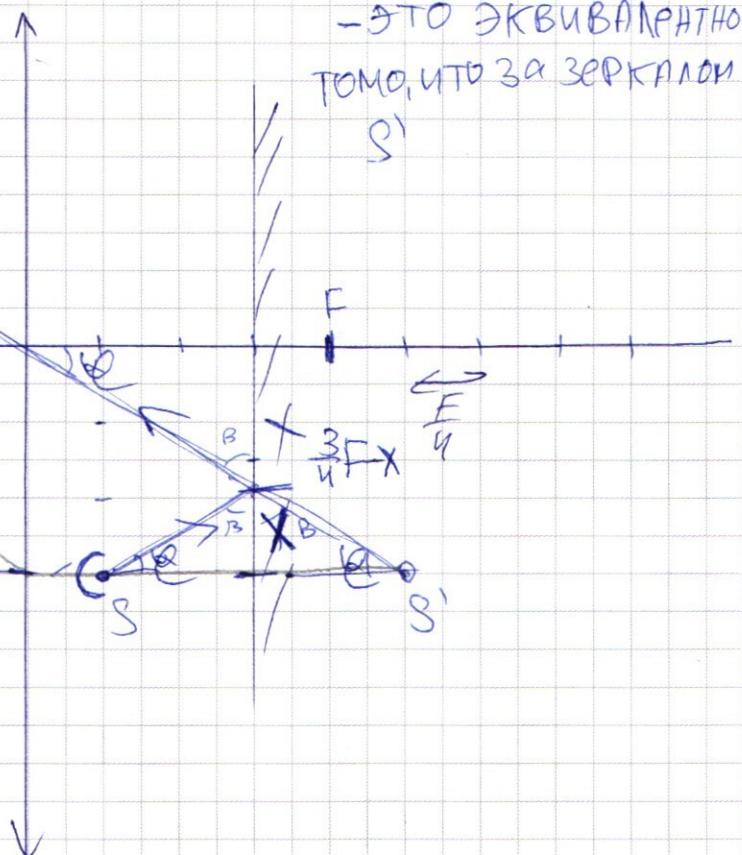
$$f g \varphi = \frac{X \cdot 2}{F} = \frac{\frac{3}{4} F - X}{\frac{3}{4} F}$$

$$X \cdot 2 \cdot \frac{3}{4} F = \frac{3}{4} F^2 - F X$$

$$X \cdot \frac{6}{4} + X = \frac{3}{4} F \Rightarrow$$

$$\boxed{X = \frac{3F}{10}}$$

$$\Rightarrow f g \varphi = \frac{3}{5}$$



- ЭТО ЭКВИВАЛЕНТНО  
ТОМО, ЧТО ЗА ЗЕРКАЛОМ  
S'

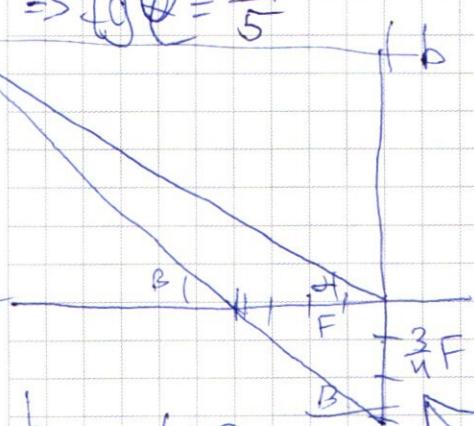
- изображение от S' должно  
определяться так же едино  
образом  $\Rightarrow$  можно пустить  
лучи // горизонталь //  
из за экрана, но пересекают  
первый луч там же, где и

существующие):

$$f g \beta = \frac{3}{4} F = \frac{3}{4} F$$

расс. от плоск  
линейного  
наблюдателя

$$5a - 5F = 4a \Rightarrow \boxed{a = 5F}$$

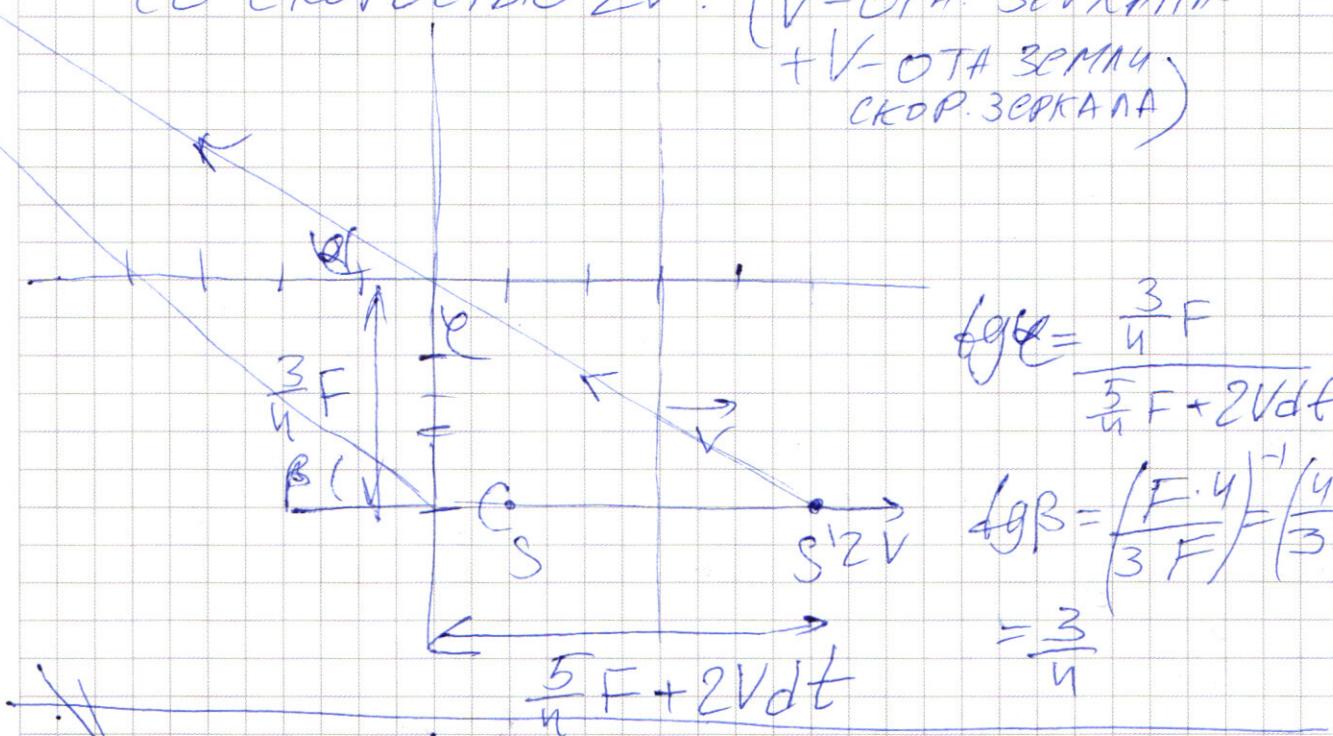


$$\frac{b}{a-F} = f g \beta$$

$$\frac{b}{a} = f g \varphi \Rightarrow$$

$$\frac{f g \varphi}{f g \beta} = \frac{a-F}{a} = \frac{4}{5} \Rightarrow 5a - 5F = 4a \Rightarrow \boxed{a = 5F}$$

2) изображение в зеркале движется со скоростью  $2V$ : ( $V$ -отн. зеркала +  $V$ -от земли) (скор. зеркала)



$$tg \alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{5}{4}F + 2Vdt}$$

$$\begin{aligned} tg B &= \left( \frac{F \cdot 4}{3F} \right)^{-1} \left( \frac{4}{3} \right)^{-1} \\ &= \frac{3}{4} \end{aligned}$$

$$tg B = \frac{y}{x - F}$$

$$tg \alpha = \frac{y}{x} \Rightarrow$$

~~$$\frac{tg \alpha}{tg B} = \frac{x - F}{x}$$~~

~~$$\frac{x}{x - F} = \frac{u(5F + 8Vdt)}{3(3F)} \Rightarrow$$~~

$$9Fx = 20Fx + 32x \cdot Vdt - 20F^2 - 32FVdt$$

~~$$\mathcal{O} = 11F \cdot x + 32x \cdot Vdt - 20F^2 - 32Vdt \cdot F$$~~

~~$$x = 5F + Vdt \Rightarrow$$~~

~~$$\mathcal{O} = 11F(5F + Vdt) + 32Vdt(5F + Vdt) -$$~~
~~$$- 20F^2 - 32Vdt \cdot F$$~~

$$\mathcal{O} = 55F^2 + 11FVdt + 160FVdt - 20F^2 - 32FVdt$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) ВОСПРОИЗҮЕМСЯ ФОРМАЛОЙ ТОЧКОЙ  
ЛИНЗЫ:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow \text{пусть } d - \text{расстояние}$$

от линзы до изображения

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{F} - \text{расст. от линзы до}$$

~~зенитала~~

$$= \frac{1}{F \cdot 5} \Rightarrow d = 5F - \text{тот же ответ}$$

если же учесть движение! в вопросе,

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{5}{4}F + 2Vdt} = \frac{\frac{5}{4}F + 2Vdt - F}{F(\frac{5}{4}F + 2Vdt)} =$$
$$= \frac{2Vdt + \frac{F}{4}}{F(\frac{5}{4}F + 2Vdt)} = \frac{8Vdt + F}{F^2 \cdot 5 + 8FVdt} \Rightarrow$$
$$d = \frac{F^2 \cdot 5 + 8FVdt}{8Vdt + F} \Rightarrow$$

$$\Delta d = d - 5F = \frac{F^2 \cdot 5 + 8FVdt - 40FVdt - 5F^2}{8Vdt + F} =$$

$$= -\frac{32Vdt \cdot F}{F + 8Vdt}$$

меньше по сравнению с  $F \Rightarrow$

$$\frac{\Delta d}{dt} = -32V = \text{изображение}$$

на оси  $Ox$

~~fg~~

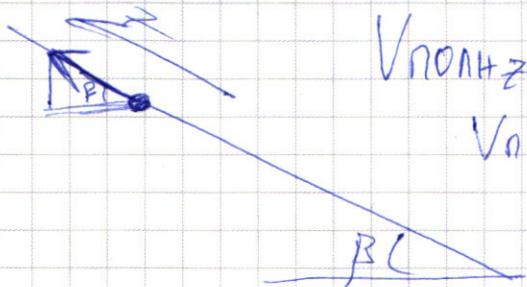
т.к. луч, который движется под  
фокус линзы проходит через  
угол наклона  $\Rightarrow$  изображение движется  
под тем же углом  $\beta$ !

~~fgB = 3~~

$$fgB = \frac{3}{4}$$

$$\text{и } \sqrt{\beta/5}$$

- знает направление скорости и ее значение на одно направление найдем полную скорость.



$$V_{n0nHz} \cos \beta = V_x \Rightarrow$$

$$V_{n0nHz} = \frac{V_x}{\cos \beta} = \frac{-32V}{4} =$$

$$= -40V - \text{норм. на}$$

ось Oz.

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{V^2}{\dot{V}} = \frac{0.4 d Q \delta}{\dot{V} \cos} \Rightarrow V^2 = \frac{0.4 d \delta}{\dot{V} \cos} \frac{V_1^2 \cos \delta}{1.4 d \delta} \Rightarrow$$

$$V_\infty = \sqrt{\frac{2}{7}} V_1$$

задача 3 - продолжение.

задача №2  $\downarrow$  продолжение.

$$A = PV(\alpha - 1)^2$$

$$P_0 = \alpha P,$$

$$V_0 = \alpha V$$

$$Q = PV \cdot \frac{3}{2}(\alpha - 1) + PV \cdot \frac{5}{2}\alpha(\alpha - 1) \Rightarrow$$

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

$$d\eta = 0 \Rightarrow (\alpha^2 - 2\alpha + 1)(10\alpha + 3) = \\ = (5\alpha^2 + 3\alpha - 8)(2\alpha - 2)$$

$$10\alpha^3 + 3\alpha^2 - 20\alpha^2 - 6\alpha + 10\alpha + 3 = \\ = 10\alpha^3 - 10\alpha^2 + 6\alpha^2 - 6\alpha - 16\alpha + 16$$

$$13\alpha^2 - 26\alpha + 13 = 0$$

$$\alpha^2 - 2\alpha + 1 = 0 \Rightarrow$$

$$(\alpha - 1) = 0 \Rightarrow \alpha = 1 \Rightarrow \eta_{\min} = 0,$$

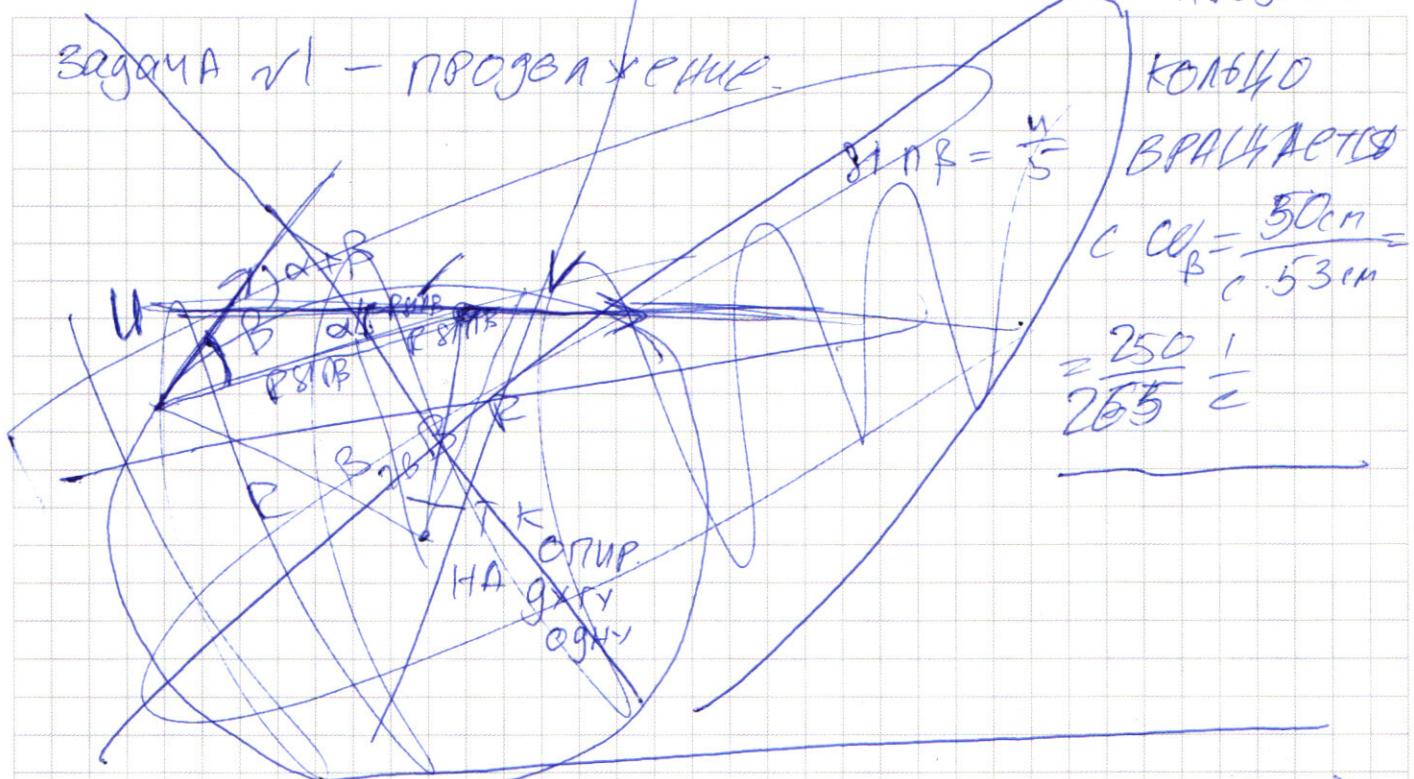
нашли не

$\Rightarrow$  максимум

но если  $\alpha$  стремить  $\alpha$  к  $\infty$ , получим:

$$\eta = \frac{\alpha^2}{5\alpha^2} = \frac{1}{5} = 20\% - \text{макс. КПД.}$$

Задача 1 -  
погружение



КОЛЫО

ВРАЩАЕТСЯ

$$c \omega_B = \frac{30 \text{ см}}{c \cdot 53 \text{ см}}$$

$$= \frac{250}{265} \text{ c}$$

~~Найти вращение~~ НАЙТИ ВРАЩАЕТСЯ С УГЛОВОЙ  
СКОРОСТЬЮ  $\omega_a = \frac{224}{265}$  [т.к при переходе  
в поступ. сд. в.  
не меняется]

$$T \cos \beta dt = \Delta P_x$$

$$\Delta P_x = m d V_x = m V d \left( \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right) \Rightarrow$$

$$T \cos \beta dt = m V \left( -\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta \right) \Rightarrow$$

$$T = \frac{m V (\cos \alpha \sin \beta \cdot \omega_B - \sin \alpha \cos \beta \omega_a)}{\cos^3 \beta} =$$

$$= \frac{0,303 \text{ кг} \cdot 125}{27} \left( \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} \omega_B - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} \omega_a \right)$$

$$= \frac{0,03 \text{ кг}}{9} \left( \frac{15 \cdot 250 - 8 \cdot 224}{265} \right) \cdot 4 \approx 0,136 \text{ Н.}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(2k-2)(5k^2-3-2k) = (52k-2)(k^2-2k+1)$$
~~$$10k^3-6k-4k-10k^2+6+4k =$$~~
$$= 10k^3-20k+10-2k^2+4k-2$$

3, q. 4

$$-6k-10k^2+6 = -16k+8-2k^2$$
$$8k^2-10k+2=0$$
$$4k^2-5k+1=0$$
$$k = 5 \pm \sqrt{25-16}$$

$\frac{156}{14} / \frac{39}{12} =$   
 $\frac{12}{36} =$   
 $2,06-0,44$

$$0,2d+x = t^2$$
$$dt = 2t dt$$
$$0,2d+$$
$$\frac{2t^2 + 5x^2}{36+4} =$$
$$14$$
$$8 \sin \varphi \frac{14}{56}$$

$$6+2-1=7$$

(000+100)

10 (25-ii) 21.10

$$\begin{array}{r}
 224 \\
 + 131 \\
 \hline
 355
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 1156 \\
 + 400 \\
 \hline
 1556
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 1556 \\
 + 100 \\
 \hline
 1656
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 1656 \\
 + 56 \\
 \hline
 1712
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 1712 \\
 + 1200 \\
 \hline
 2912
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 2912 \\
 + 34 \\
 \hline
 2946
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 2946 \\
 + 12 \\
 \hline
 3058
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3058 \\
 + 100 \\
 \hline
 3158
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3158 \\
 + 56 \\
 \hline
 3214
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3214 \\
 + 400 \\
 \hline
 3614
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3614 \\
 + 12 \\
 \hline
 3736
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3736 \\
 + 100 \\
 \hline
 3836
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3836 \\
 + 56 \\
 \hline
 3892
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3892 \\
 + 12 \\
 \hline
 3904
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 3904 \\
 + 100 \\
 \hline
 4004
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4004 \\
 + 56 \\
 \hline
 4060
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4060 \\
 + 12 \\
 \hline
 4072
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4072 \\
 + 100 \\
 \hline
 4172
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4172 \\
 + 56 \\
 \hline
 4228
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4228 \\
 + 12 \\
 \hline
 4240
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4240 \\
 + 100 \\
 \hline
 4340
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4340 \\
 + 56 \\
 \hline
 4396
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4396 \\
 + 12 \\
 \hline
 4408
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4408 \\
 + 100 \\
 \hline
 4508
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4508 \\
 + 56 \\
 \hline
 4564
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4564 \\
 + 12 \\
 \hline
 4576
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4576 \\
 + 100 \\
 \hline
 4676
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4676 \\
 + 56 \\
 \hline
 4732
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4732 \\
 + 12 \\
 \hline
 4744
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4744 \\
 + 100 \\
 \hline
 4844
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4844 \\
 + 56 \\
 \hline
 4890
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4890 \\
 + 12 \\
 \hline
 4902
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 4902 \\
 + 100 \\
 \hline
 5002
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5002 \\
 + 56 \\
 \hline
 5058
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5058 \\
 + 12 \\
 \hline
 5070
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5070 \\
 + 100 \\
 \hline
 5170
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5170 \\
 + 56 \\
 \hline
 5226
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5226 \\
 + 12 \\
 \hline
 5238
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5238 \\
 + 100 \\
 \hline
 5338
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5338 \\
 + 56 \\
 \hline
 5394
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5394 \\
 + 12 \\
 \hline
 5406
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5406 \\
 + 100 \\
 \hline
 5506
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5506 \\
 + 56 \\
 \hline
 5562
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5562 \\
 + 12 \\
 \hline
 5574
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5574 \\
 + 100 \\
 \hline
 5674
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5674 \\
 + 56 \\
 \hline
 5730
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5730 \\
 + 12 \\
 \hline
 5742
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5742 \\
 + 100 \\
 \hline
 5842
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5842 \\
 + 56 \\
 \hline
 5898
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5898 \\
 + 12 \\
 \hline
 5910
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 5910 \\
 + 100 \\
 \hline
 6010
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6010 \\
 + 56 \\
 \hline
 6066
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6066 \\
 + 12 \\
 \hline
 6078
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6078 \\
 + 100 \\
 \hline
 6178
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6178 \\
 + 56 \\
 \hline
 6234
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6234 \\
 + 12 \\
 \hline
 6246
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6246 \\
 + 100 \\
 \hline
 6346
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6346 \\
 + 56 \\
 \hline
 6392
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6392 \\
 + 12 \\
 \hline
 6404
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6404 \\
 + 100 \\
 \hline
 6504
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6504 \\
 + 56 \\
 \hline
 6560
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6560 \\
 + 12 \\
 \hline
 6572
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6572 \\
 + 100 \\
 \hline
 6672
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6672 \\
 + 56 \\
 \hline
 6728
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6728 \\
 + 12 \\
 \hline
 6740
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6740 \\
 + 100 \\
 \hline
 6840
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6840 \\
 + 56 \\
 \hline
 6896
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6896 \\
 + 12 \\
 \hline
 6908
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 6908 \\
 + 100 \\
 \hline
 7008
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7008 \\
 + 56 \\
 \hline
 7064
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7064 \\
 + 12 \\
 \hline
 7076
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7076 \\
 + 100 \\
 \hline
 7176
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7176 \\
 + 56 \\
 \hline
 7232
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7232 \\
 + 12 \\
 \hline
 7244
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7244 \\
 + 100 \\
 \hline
 7344
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7344 \\
 + 56 \\
 \hline
 7390
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7390 \\
 + 12 \\
 \hline
 7402
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7402 \\
 + 100 \\
 \hline
 7502
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7502 \\
 + 56 \\
 \hline
 7558
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7558 \\
 + 12 \\
 \hline
 7570
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7570 \\
 + 100 \\
 \hline
 7670
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7670 \\
 + 56 \\
 \hline
 7726
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7726 \\
 + 12 \\
 \hline
 7738
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7738 \\
 + 100 \\
 \hline
 7838
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7838 \\
 + 56 \\
 \hline
 7894
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7894 \\
 + 12 \\
 \hline
 7906
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 7906 \\
 + 100 \\
 \hline
 8006
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8006 \\
 + 56 \\
 \hline
 8062
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8062 \\
 + 12 \\
 \hline
 8074
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8074 \\
 + 100 \\
 \hline
 8174
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8174 \\
 + 56 \\
 \hline
 8230
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8230 \\
 + 12 \\
 \hline
 8242
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8242 \\
 + 100 \\
 \hline
 8342
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8342 \\
 + 56 \\
 \hline
 8398
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8398 \\
 + 12 \\
 \hline
 8410
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8410 \\
 + 100 \\
 \hline
 8510
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8510 \\
 + 56 \\
 \hline
 8566
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8566 \\
 + 12 \\
 \hline
 8578
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8578 \\
 + 100 \\
 \hline
 8678
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8678 \\
 + 56 \\
 \hline
 8734
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8734 \\
 + 12 \\
 \hline
 8746
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8746 \\
 + 100 \\
 \hline
 8846
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8846 \\
 + 56 \\
 \hline
 8892
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8892 \\
 + 12 \\
 \hline
 8904
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 8904 \\
 + 100 \\
 \hline
 9004
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9004 \\
 + 56 \\
 \hline
 9060
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9060 \\
 + 12 \\
 \hline
 9072
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9072 \\
 + 100 \\
 \hline
 9172
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9172 \\
 + 56 \\
 \hline
 9228
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9228 \\
 + 12 \\
 \hline
 9240
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9240 \\
 + 100 \\
 \hline
 9340
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9340 \\
 + 56 \\
 \hline
 9396
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9396 \\
 + 12 \\
 \hline
 9408
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9408 \\
 + 100 \\
 \hline
 9508
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9508 \\
 + 56 \\
 \hline
 9564
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9564 \\
 + 12 \\
 \hline
 9576
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9576 \\
 + 100 \\
 \hline
 9676
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9676 \\
 + 56 \\
 \hline
 9732
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9732 \\
 + 12 \\
 \hline
 9744
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9744 \\
 + 100 \\
 \hline
 9844
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9844 \\
 + 56 \\
 \hline
 9890
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9890 \\
 + 12 \\
 \hline
 9902
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 9902 \\
 + 100 \\
 \hline
 10002
 \end{array}$$