

По условию задачи масса капли m равна:

$$m = 5 \cdot g^a \cdot d^b \cdot \sigma^c, \text{ где } g - \text{ускорение свободного падения, } d - \text{внешний диаметр иллы, а } \sigma - \text{эффективный коэффициент поверхностного натяжения. } a, b, c - \text{целые числа. Необходимо найти } a, b, c, \sigma. \text{ Для этого проведён эксперимент. Представленные иллы разного диаметра пронумерованы цифрами от 1 до 7, где 1 - илла с наибольшим диаметром, а 7 - с наименьшим, тогда: } d_1 = 7,63 \text{ мм, } d_2 = 7,27 \text{ мм, } d_3 = 7,04 \text{ мм, } d_4 = 0,8 \text{ мм, } d_5 = 0,7 \text{ мм, } d_6 = 0,55 \text{ мм, } d_7 = 0,47 \text{ мм. Теперь для каждой иллы найдём массу капли. Присоединив иллу к шприцу, навлём воду объёмом } 0,3 \text{ мл, что равносильно } 0,3 \text{ г (} m = V \cdot \rho = 0,3 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл)}. \text{ Теперь медленно надавливаем на поршень, считая выходящие капли. Повторив данный процесс (для вычисления массы 7 капель подали } 0,3 \text{ г, где } N - \text{число капель) со всеми иллами, получили массы капель: } m_1 = 0,0262 \text{ г, } m_2 = 0,0272 \text{ г, } m_3 = 0,0265 \text{ г, } m_4 = 0,0227 \text{ г, } m_5 = 0,0212 \text{ г, } m_6 = 0,0087 \text{ г, } m_7 = 0,0065 \text{ г. Для дальнейшей работы вычислим значения } a, b, c. \text{ Начнём с } b. \text{ В формуле заменим } \pi d^b \text{ на } k, \text{ так как эти числа являются постоянными во всех случаях. Тогда для первых 2 илл: } m_1 = k d_1^b = 0,0262 \text{ г, } m_2 = k d_2^b = 0,0272 \text{ г. Составим}$$

систему:
$$\begin{cases} k \cdot 7,63^B = 0,0262 & (k \cdot 7,13^B = 0,0262) \\ k \cdot 7,27^B = 0,0272 & (k \cdot 7,27^B = 0,0272) \end{cases}$$

В полученном уравнении равенство сохраняется и без возведения в степень, значит $B=1$. Найдем a и γ .

В уравнении $m = \pi g^a d^B \sigma_{эф}$ заменим все единицы измерения: $кг = \left(\frac{м}{с^2}\right)^a \cdot м \cdot \left(\frac{Н}{м}\right)^B$. Выразим из правой части $кг$: $\left(\frac{м}{с^2}\right)^{-7} \cdot м \cdot \left(\frac{Н}{м}\right)^7 = \frac{с^2 \cdot м \cdot Н}{м \cdot м} = \frac{с^2 \cdot Н}{м}$, так как $Н = \frac{Н}{с} = \frac{м \cdot с^{-2}}{с}$, то $\left(\frac{м}{с^2}\right)^{-7} \cdot м \cdot \left(\frac{Н}{м}\right)^7 = кг$. Итого: $a = -7$, $\gamma = 7$.

Теперь полученную ранее зависимость массы камня от диаметра или выразим на графике. Небольшой разброс связан с случайными погрешностями воздуха в шприце. Теперь вычисляем $\sigma_{эф}$. Так как $m = \pi g^{-7} \cdot d \cdot \sigma_{эф}$, то $\sigma_{эф} = \frac{m}{\pi g^{-7} \cdot d} = \frac{m \cdot g^7}{\pi \cdot d}$. Применяя

эту формулу к нескольким точкам на графике,

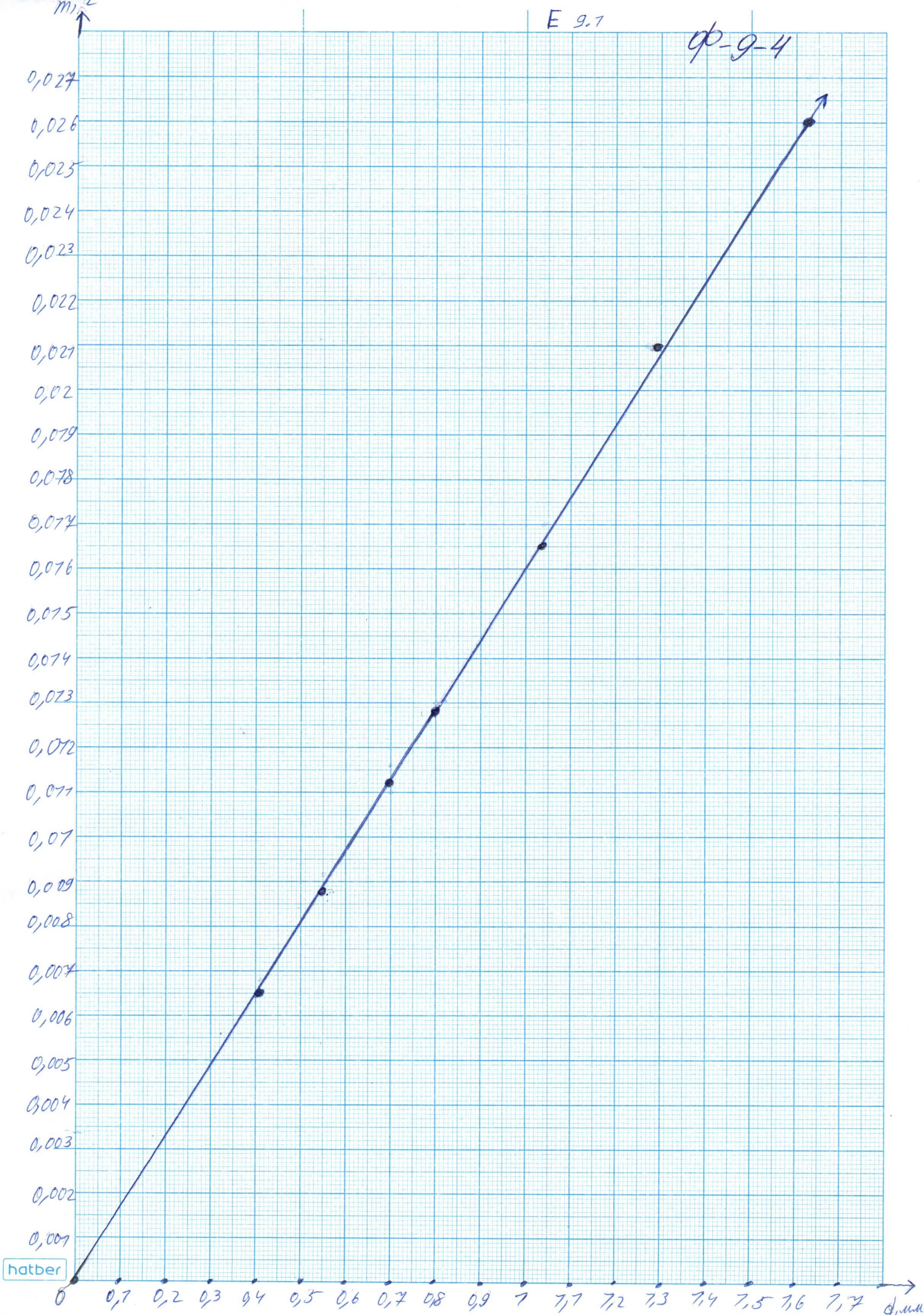
выражая d в метрах. $\sigma_{эф} = \frac{0,00026 кг \cdot 9,8 \frac{м}{с^2}}{3,74 \cdot 0,000763 м} \approx 0,5 \frac{Н}{м}$

$$\sigma_{эф} = \frac{0,00027 кг \cdot 9,8 \frac{м}{с^2}}{3,74 \cdot 0,000724 м} \approx 0,5 \frac{Н}{м}, \quad \sigma_{эф} = \frac{0,000727 кг \cdot 9,8 \frac{м}{с^2}}{3,74 \cdot 0,0008 м} \approx 0,5 \frac{Н}{м}$$

Итого, в среднем $\sigma_{эф} = 0,5 \frac{Н}{м}$

Ответ: $a = -7$, $B = 1$, $\gamma = 7$, $\sigma_{эф} = 0,5 \frac{Н}{м}$

E 9.1

 ϕ -9-4

ЗАДАЧА № <u>Е. 9.2</u>	ЛИСТ <u>1</u> ИЗ <u>2</u> (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	<u>Ф-9-4</u> ШИФР (заполняется оргкомитетом)
------------------------	--	--

Прежде всего измерим сопротивление амперметра и вольтметра. Начнём с вольтметра, для него построим такую цепь:

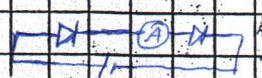


В такой цепи амперметр показывает общее сопротивление $R_{\text{общ}1} = 256 \text{ Ом}$. Если к нему найдем сопротивление диода, подключив его к

амперметру отдельно: $R_d = 277 \text{ Ом}$. Тогда: $R_{\text{общ}1} = \frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_v}$

$$\frac{1}{256 \text{ Ом}} = \frac{1}{277 \text{ Ом}} + \frac{1}{R_v}; \quad 277 R_v = 256 R_v + 256 \cdot 277; \quad R_v = 3377 \text{ Ом}.$$

Теперь найдем R_A , составив такую цепь:



Цепь состоит из двух диодов и подключенного к ним последовательно амперметра.

$$R_{\text{общ}2} = 7848 \text{ Ом}, \text{ тогда } R_A = R_{\text{общ}2} - 2 R_d = 7848 \text{ Ом} - 2 \cdot 277 \text{ Ом} = 7294 \text{ Ом}.$$

Теперь составим вольт-амперную характеристику диода; его сопротивление нам уже известно - 277 Ом ,

найдем силу тока при определенной напряженности; составим для этого таблицу:

$$U = 277 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{277 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

$$U = 554 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{554 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$$

$$U = 738.5 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{738.5 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 5 \text{ А}$$

$$U = 2770 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{2770 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 10 \text{ А}$$

$$U = 4755 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{4755 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 17.5 \text{ А}$$

ЗАДАЧА № <u>E. 9.2</u>	ЛИСТ <u>2</u> ИЗ <u>2</u>	<u>Ф-9-4</u>
	(листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	ШИФР (заполняется оргкомитетом)

$$U = 5540 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{5540 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 20 \text{ А}$$

$$U = 8370 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{8370 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 30 \text{ А}$$

$$U = 738,5 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{738,5 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ А}$$

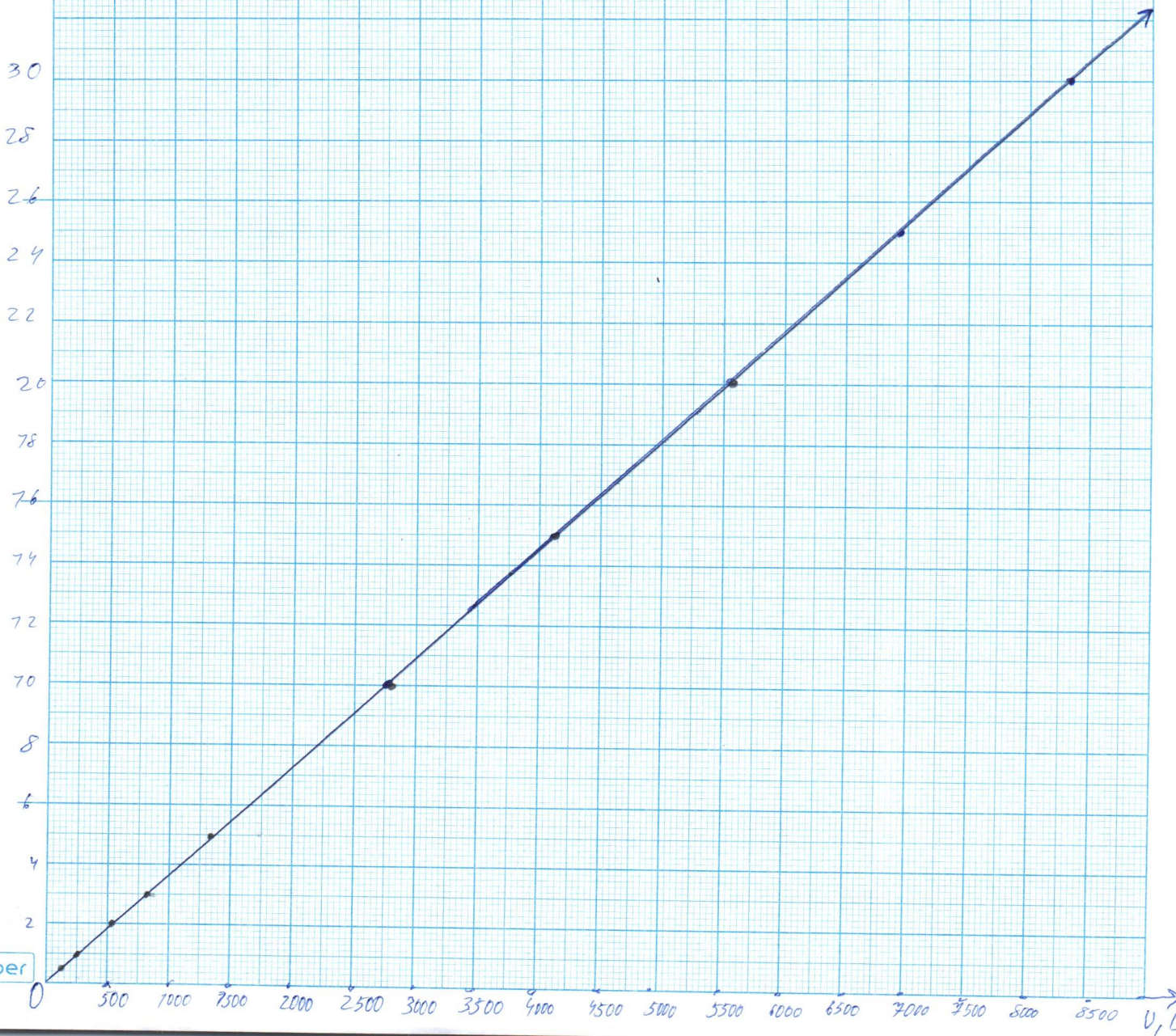
$$U = 837 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{837 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 3 \text{ А}$$

$$U = 6925 \text{ В} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{6925 \text{ В}}{277 \text{ Ом}} = 25 \text{ А}$$

Перенесём полученные значения на график

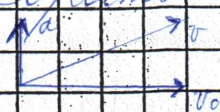
Ответ: $R_A = 7294 \text{ Ом}$, $R_V = 3377 \text{ Ом}$

E 9.2

 ϕ -9-4 $\uparrow I, A$ 

hatber

Смотря на график, можно заметить, что сила придаёт частице ускорение попеременно; каждый нечётный отрезок времени (5, 35, 55...) ускорение направлено по оси y , а каждый чётный — по оси x . Также, каждые 20 прибавается ускорение уменьшается (значит, уменьшается и сила), значит максимальный угол α приходится на начало движения, ведь там происходит наибольшее сжатие. $\tan \alpha = \frac{a}{v_0}$. Поскольку частица постоянно ускоряется, то и его минимальная скорость также приходится на начало движения.



$$v_{\min} = \sqrt{v_0^2 + a^2}$$

Ответ: $v_{\min} = \sqrt{v_0^2 + a^2}$

ЗАДАЧА № 9.2	ЛИСТ 7 ИЗ 1	РД-4
	(листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	ШИФР (заполняется оргкомитетом)

Прежде всего найдём k . По условию, при добавлении в левый сосуд жидкости $p_1 \Delta h$ сохраняется, значит в обеих частях сосуда уровень воды поднимается одинаково. Это происходит за счёт движения поршня, который смещается вправо за счёт увеличения давления. После перемещения на поршень с двух сторон снова будут действовать равные силы. ΔL для пружины будет равняться ΔH для уровня воды в сосудах. Примем силу натяжения пружины за $F_{упр}$ и составим уравнение:

$$F_{упр} + p_2 = p_1 \Rightarrow \Delta L k + p_2 g \Delta H_2 = p_1 g \Delta H_1.$$

При добавлении $p_1 \Delta H_1 k + p_2 g \Delta H_2 = p_1 g \Delta H_1$. Так как $\Delta H_1 = \Delta H_2 = \Delta H$: $k + p_2 g = p_1 g \Rightarrow k = g(p_1 - p_2)$

Если при добавлении некоторого ΔV Δh исчезнет, значит уровни поднялись неравномерно

Ответ: $k = g(p_1 - p_2)$

Прежде всего восстановим вид диаграмм, узнав начальную температуру воды. В начале цикла по графику $\frac{T}{m} = 7$, значит пришел $m_{в1} = M$. В конце кипения $\frac{T}{m} = 4$, значит $m_{в2} = 0,25 M$. Тогда, так как при добавлении воды начальная масса восстановилась, $0,75M = m_{х.в.}$ ($m_{в1} - m_{в2} = M - 0,25M = 0,75M$). Можно составить тепловое уравнение, где Q_1 - охлаждение m_2 , а Q_2 - нагревание $m_{х.в.}$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow 0,25M \cdot c_{в.} \cdot (100 - t) = 0,75M \cdot c_{в.} \cdot (t - 20^\circ \text{C})$$

$$2,5M \cdot c_{в.} - 0,25Mt \cdot c_{в.} = 0,75Mt \cdot c_{в.} - 75M \cdot c_{в.} \quad (: M \cdot c_{в.})$$

$$2,5 - 0,25t = 0,75t - 75 \Rightarrow 40 = t, \text{ Итого:}$$

$$t_1 = 40^\circ \text{C}. \text{ Также, откуда можно выразить } M:$$

$$0,25M \cdot c_{в.} \cdot (100 - 40) = 0,75M \cdot c_{в.} \cdot (40 - 20)$$

Теперь можно найти отношение

$\frac{t_{23}}{t_{12}}$, где t_{23} - время кипения,

а t_{12} - время нагревания. $t_{12} = \frac{Q_{наг}}{N_{наг}}$ $t_{23} = \frac{Q_{кип}}{N_{кип}}$

$$\frac{t_{23}}{t_{12}} = \frac{Q_{кип} \cdot N_{наг}}{N_{кип} \cdot Q_{наг}} = \frac{0,75M \cdot L \cdot q \cdot t_{23}}{q \cdot m \cdot t_{23} \cdot c_{в.} \cdot M \cdot c_{в.} \cdot 60} = \frac{0,75 \cdot 23 \cdot 70^\circ \cdot t_{23}}{t_{23} \cdot 4200 \cdot 60} =$$

$$= \frac{7725000 \text{ Дж} \cdot t_{23}}{t_{23} \cdot 252000 \text{ Дж}} = 6,8 \frac{t_{12}}{t_{23}}, \quad 6,8 \frac{t_{12}^2}{t_{23}^2} = t_{23}^2 \Rightarrow 2,6 t_{12} = t_{23}$$

$$\text{Итого: } \frac{t_{23}}{t_{12}} = 2,6.$$

$$\text{Ответ: } \frac{t_{23}}{t_{12}} = 2,6, \quad t_1 = 40^\circ \text{C}.$$