Ф9-7

Региональный этап

всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

ПЕРВЫЙ ТУР

Фамилия Князев

Имя Матвей

Отчество Сергеевич

Класс 9

Территория Пермский край, г. Березники

Полное наименование образовательной организации (по Уставу)

МАОУ „СОШ с УИОП №3"

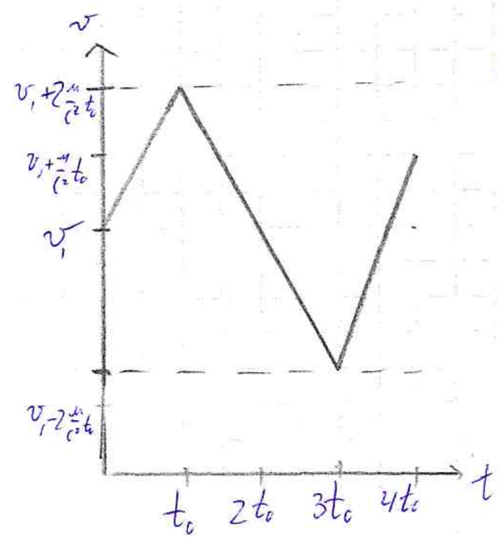
1	2	3	4	5	Σ
10	10	10	8	9	47

Всероссийская олимпиада школьников по физике
2018/2019 учебный год.
Региональный этап.

_____ класс Шифр Ф9-7

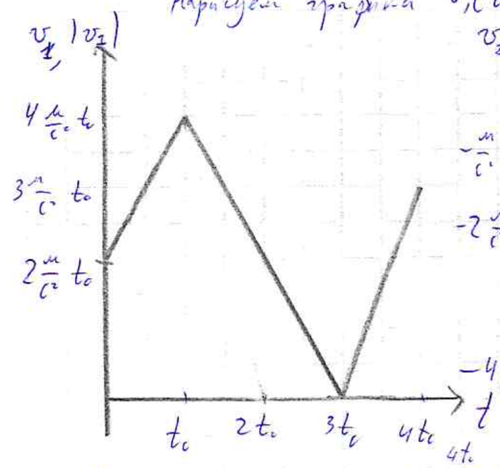
№ 1

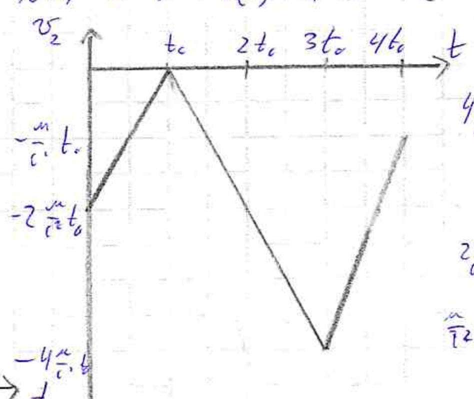
Обозначим начальные скорости частиц через v_1 и v_2. За первый промежуток времени от $t=0$ до $t=1$ усл. ед. скорости увеличились на $\Delta v = at = 2\frac{м}{с^2}\cdot t_0$ (здесь и далее $t_0 = 1$ усл. ед. времени), за второй промежуток от $t=t_0$ до $t=3t_0$ – изменились на $\Delta v = at = -2\frac{м}{с^2}2t_0 = -4\frac{м}{с^2}t_0$, за третий промежуток от $t=3t_0$ до $4t_0$ – изменились на $\Delta v = at = 3\frac{м}{с^2}t_0$. Построим график $v(t)$.

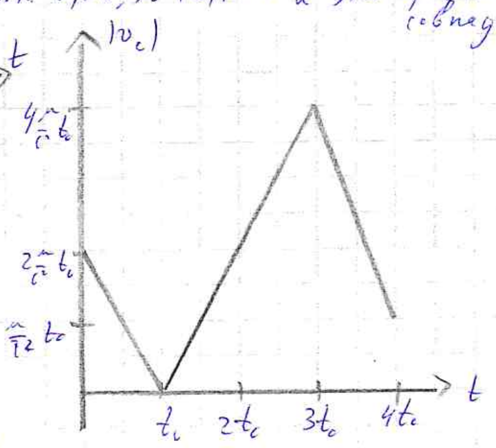


По условию скорости каждой из частиц ровно один раз обращались в ноль $\Rightarrow$ прямая $v=0$ пересекает график ровно один раз. Очевидно, что это возможно только если $v+2\frac{м}{с^2}t_0=0$ либо $v-2\frac{м}{с^2}t_0=0$, т. е. $v_1 = 2\frac{м}{с^2}t_0$, $v_2 = -2\frac{м}{с^2}t_0$ (если скорость ч-цы лежала между этими пределами, то ск-ть обращалась в нуль хотя бы 2 раза, если за этими пределами — то ни разу)

Нарисуем графики $v_1(t)$, $v_2(t)$, $|v_1|(t)$, $|v_2|(t)$ (т.к. $v_1>0$, то $|v_1| = v_1$ и эти графики совпадают)







Найдём путь 1-й ч-цы: $s_1 = \int_0^{4t_0}|v_1|dt = \int_0^{t_0}|v_1|dt + \int_{t_0}^{3t_0}|v_1|dt + \int_{3t_0}^{4t_0}|v_1|dt = \frac{2\frac{м}{с^2}t_0 + 4\frac{м}{с^2}t_0}{2}t_0 + \frac{4\frac{м}{с^2}t_0\cdot 2t_0}{2} + \frac{3\frac{м}{с^2}t_0\cdot t_0}{2} = 8{,}5\frac{м}{с^2}t_0^2$ (интегралы посчитал графически). Найдём путь 2-й ч-цы:

$$s_2 = \int_0^{4t_0}|v_2|dt = \int_0^{t_0}|v_2|dt + \int_{t_0}^{3t_0}|v_2|dt + \int_{3t_0}^{4t_0}|v_2|dt = 2\frac{м}{с^2}t_0\cdot t_0 + \frac{4\frac{м}{с^2}t_0\cdot 2t_0}{2} + \frac{4\frac{м}{с^2}t_0 + \frac{м}{с^2}t_0}{2}t_0 = 7{,}5\frac{м}{с^2}t_0^2$$

Отсюда $\Delta S = S_1 - S_2 = 8{,}5\frac{м}{с^2}t_0^2 - 7{,}5\frac{м}{с^2}t_0^2 = \frac{м}{с^2}t_0^2$, но по условию $\Delta S = 16$ см $= 0{,}16$ м

Отсюда $\frac{м}{с^2} t_0^2 = 0{,}16\,м \Rightarrow t_0 = 0{,}4\,с \Rightarrow s_1 = 8{,}5\frac{м}{с^2} t_0^2 = 8{,}5\frac{м}{с^2}\cdot 0{,}4^2 с^2 = 1{,}36\,м$,

$s_2 = 7{,}5\frac{м}{с^2} t_0^2 = 7{,}5\frac{м}{с^2}\cdot 0{,}4^2 с^2 = 1{,}2\,м$, $\tau = 4t_0 = 4\cdot 0{,}4\,с = 1{,}6\,с$

10б

№2

Сразу после погружения льда в воду на с-му калориметр + вода действуют сила реакции весов (напр. вверх, равна $m_2 g$), сила тяжести воды и калориметра (напр. вниз и очевидно равна $m_1 g$), а также сила $-\vec{F_A}$ со стороны льда с шариком, равная по модулю $F_A = \rho_в g(V_л + V_ш)$ ($V_л$ – объём льда, $V_ш$ – объём шарика) и напр. противоположно $\vec{F_A}$, т.е. вниз. Т.к. вода и калориметр покоятся, то равнодействующая равна 0.

$$m_2 g = m_1 g + \rho_в g(V_л + V_ш) \Rightarrow V_л + V_ш = \frac{m_2 - m_1}{\rho_в}$$

Аналогично, когда лёд растает (и весы будут показывать m_4), на воду + калориметр будут действовать сила реакции $m_4 g$, сила тяжести воды и калориметра $m_1 g + V_л \rho_л g$ (масса воды увеличится за счёт растаявшего льда) и сила со стороны шарика, равная $\rho_в g V_ш$, $\Rightarrow$

$$m_4 g = m_1 g + V_л\rho_л g + \rho_в g V_ш \Rightarrow V_ш = \frac{m_4 - m_1 - V_л\rho_л}{\rho_в}.$$

Подставляя это в предыдущее соотношение, получим: $\frac{m_4 - m_1 - V_л\rho_л}{\rho_в} + V_л = \frac{m_2 - m_1}{\rho_в} \Rightarrow V_л\frac{\rho_в - \rho_л}{\rho_в} = \frac{m_2 - m_4}{\rho_в} \Rightarrow V_л = \frac{m_2 - m_4}{\rho_в - \rho_л}$,

$$m_л = \rho_л V_л = (m_2 - m_4)\frac{\rho_л}{\rho_в - \rho_л} = (201{,}3\,г - 191{,}3\,г)\cdot\frac{900\frac{кг}{м^3}}{1000\frac{кг}{м^3} - 900\frac{кг}{м^3}} = 90\,г$$

$$V_ш = \frac{m_2 - m_1}{\rho_в} - V_л = \frac{m_2 - m_1}{\rho_в} - \frac{m_2 - m_4}{\rho_в - \rho_л} \Rightarrow m_ш = V_ш\rho_c = \rho_c\left(\frac{m_2 - m_1}{\rho_в} - \frac{m_2 - m_4}{\rho_в - \rho_л}\right) =$$

$$= 7800\frac{кг}{м^3}\cdot\left(\frac{201{,}3\,г - 100\,г}{1000\frac{кг}{м^3}} - \frac{201{,}3\,г - 191{,}3\,г}{1000\frac{кг}{м^3} - 900\frac{кг}{м^3}}\right) = 10{,}14\,г$$

После установления теплового равновесия показания весов увеличились $\Rightarrow$ часть воды массой m_0 превратилась в лёд. Когда весы показывают m_3, на воду + калориметр действуют сила реакции весов $m_3 g$, сила тяжести воды и калориметра $(m_1 - m_0)g$ и сила со стороны льда с шариком $(V_л + V_ш + \frac{m_0}{\rho_л})\rho_в g$:

$$m_3 g = (m_1 - m_0)g + (V_л + V_ш + \frac{m_0}{\rho_л})\rho_в g$$

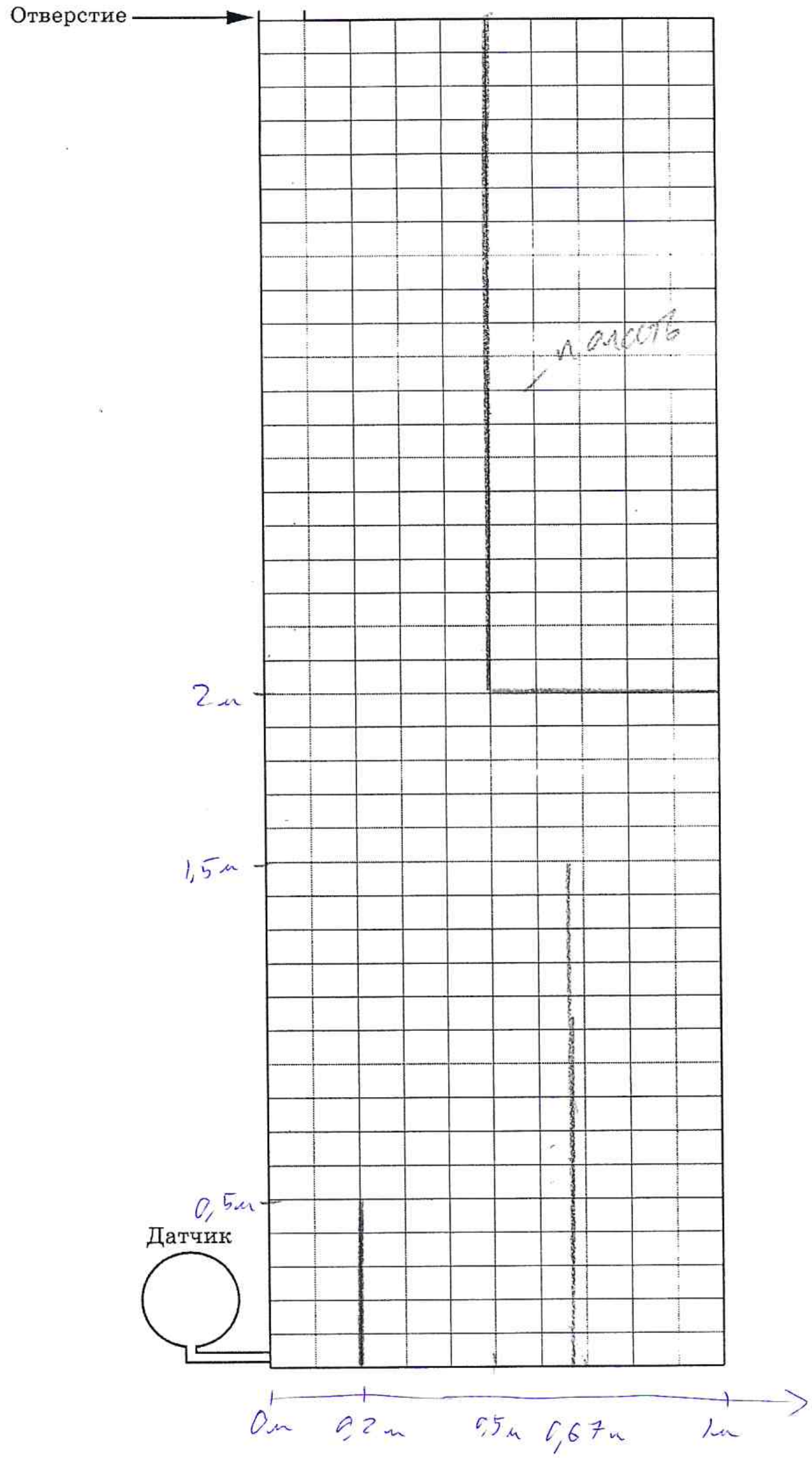
Подставим $V_л + V_ш = \frac{m_2 - m_1}{\rho_в}$: $m_3 = m_1 - m_0 + m_2 - m_1 + m_0\frac{\rho_в}{\rho_л}$

$$m_3 - m_2 = m_0\frac{\rho_в - \rho_л}{\rho_л} \Rightarrow m_0 = (m_3 - m_2)\frac{\rho_л}{\rho_в - \rho_л} = 28{,}35\,г$$

Т.к. температура воды была равна $0°C$, а замёрзла вода не вся, то в тепловом равновесии температура льда с шариком тоже равна $0°C$

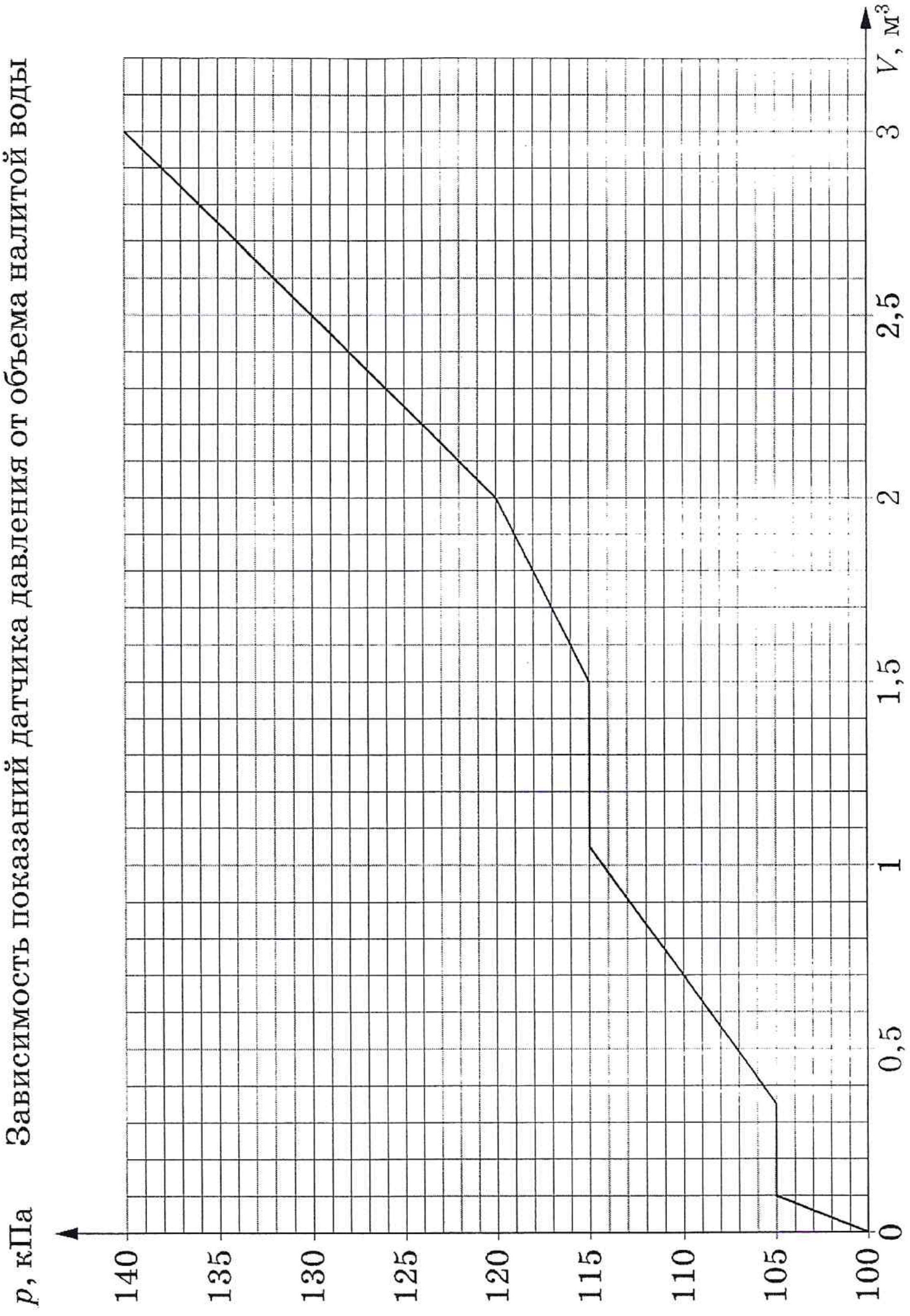
9 класс,
Князев

Заготовку для схемы задачи 4 следует распечатать на отдельном листе формата А4.
СДАЕТСЯ ВМЕСТЕ С РАБОТОЙ!!!



22 января на портале http://abitu.net/vseros *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*

**График для задачи 4 следует распечатать на отдельном листе формата А4.
СДАЕТСЯ ВМЕСТЕ С РАБОТОЙ!!!**



22 января на портале http://abitu.net/vseros *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*

Запишем уравнение теплового баланса:

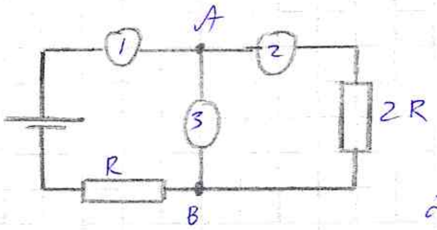
$$m_c\lambda = (V_n\rho_n c_n + m_m c_c)(0^\circ - t) \Rightarrow t = -\frac{m_c\lambda}{V_n\rho_n c_n + m_m c_c} =$$

$$= \frac{(m_3 - m_2)\frac{\rho_n}{\rho_b - \rho_n}}{(m_2 - m_1)\frac{\rho_n}{\rho_b - \rho_n}c_n + \rho_c\left(\frac{m_2 - m_1}{\rho_b} - \frac{m_2 - m_1}{\rho_b - \rho_n}\right)c_c} = -49{,}8^\circ C$$

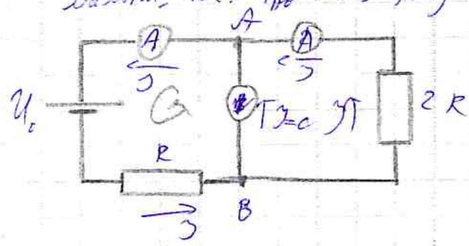
10б

Ответ: $m_c = 10{,}14$ г, $m_n = 90$ г, $t = -49{,}8^\circ C$

№3



Допустим, что 1 — вольтметр. Но тогда по цепи не пойдёт ток, ибо сопротивление идеального вольтметра бесконечно велико, т.е. оба амперметра показывали бы 0, что противоречит условию => 1 — не вольтметр. Допустим, что 2 - вольтметр. ~~Тогда ток по резистору 2R не течёт (ибо ток через идеальный вольтметр не течёт~~ Тогда $U_{AB} = U_{AB}$, ибо $U_{AB} = U_V + I_{2R} \cdot 2R$, но т.к. ток по вольтметру бесконечно мал, то равный ему ток через резистор I_{2R} тоже бесконечно мал, т.е. $I_{2R} = 0$. Однако тогда Рассмотрим 3-амперметр; ~~но~~ т.к. его сопротивление бесконечно мало, а ток через него конечен (равен 1,0 мА через оба амперметра), то его напряжение должно быть бесконечно малым, т.е. $U_{AB} = 0$. Получили противоречие => 2 — не вольтметр



Остаётся лишь вариант 3 — вольтметр, т.е. 1 и 2 - амперметры. Т.к. через вольтметр ток не течёт, то токи на обоих амперметрах одинаковы => оба равны, $I = 1$ мА, как и токи по резисторам. На резисторе 2R напряжение равно напряжению вольтметра (ибо на амперметре $U=0$) $\Rightarrow 2R = \frac{U}{I}$,

$$R = \frac{U}{2I} = \frac{1{,}2\,B}{2 \cdot 1{,}0\,mA} = 600\ Ом$$

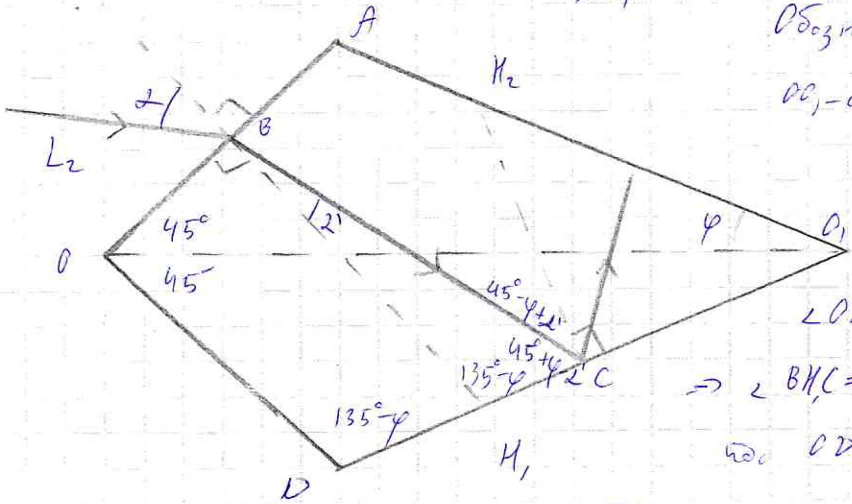
Запишем 2-й закон Кирхгофа для левого контура, помня что $U_A = 0$:

$$U_0 = IR + U = 1mA \cdot 600\,Ом + 1{,}2\,B = 1{,}8\,B$$

Ответ: $R = 600$ Ом, $U_0 = 1{,}8$ В, $I_2 = 1{,}0$ мА

10б

№4



Обозн. $\angle AO_1C = \varphi$. По усл. $\angle AOD = 90°$, OO_1 – ось симметрии $\Rightarrow \angle AOO_1 = 45°$.

Обозн. $\angle CBH_1 = \alpha'$

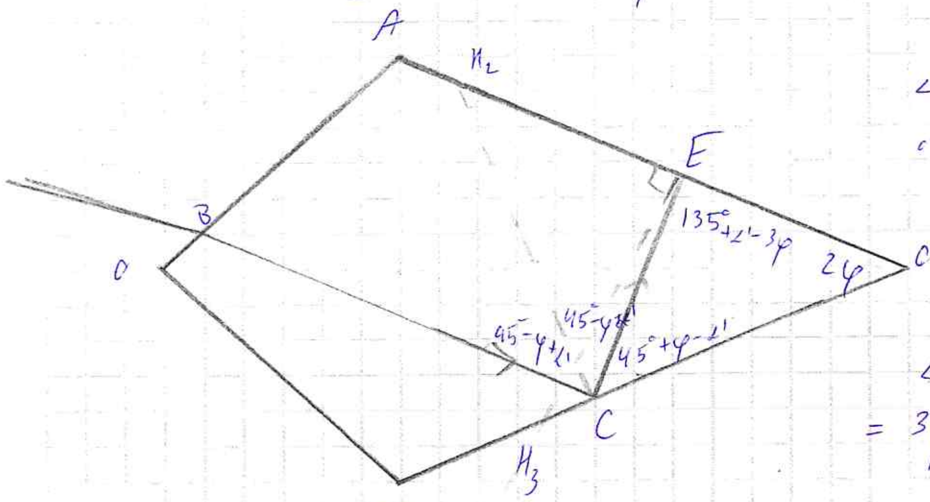
(по закону Снеллиуса $\sin\alpha = n\sin\alpha'$)

$\angle ODO_1 = 180° - \angle DOO_1 - \angle OO_1D = 180° - 45° - \varphi =$
$= 135° - \varphi \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle BH_1C = \angle ODO_1 = 135° - \varphi$ (эти углы равны, т.к. $OD \parallel BH_1$, ибо $\angle BOD = \angle OBH = 90°$)

$\angle BCH_1 = 180° - \angle HBC - \angle BH_1C = 180° - \alpha' - 135° + \varphi = 45° + \varphi - \alpha'$,

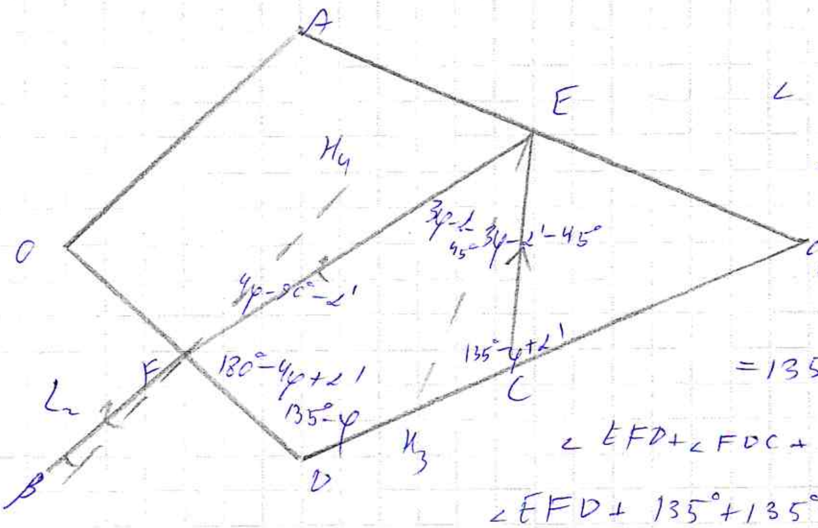
$\angle BCH_2 = 90° - \angle BCH_1 = 90° - 45° - \varphi + \alpha' = 45° - \varphi + \alpha'$



$\angle H_2CE = \angle BCH_2 = 45° - \varphi + \alpha'$ (по закону отражения), $\angle O_1CE = \angle BCD = 45° + \varphi - \alpha'$

$\angle CEO_1 = 180° - \angle ECO_1 - \angle O_1 =$
$= 180° - 45° - \varphi + \alpha' - 2\varphi = 135° + \alpha' - 3\varphi$

$\angle CEH_3 = 90° - \angle CEO_1 = 90° - 135° - \alpha' + 3\varphi =$
$= 3\varphi - \alpha' - 45°$



$\angle H_3EF = \angle CEH_3 = 3\varphi - \alpha' - 45°$

$\angle ECH_3 = \angle BCH_3 + \angle BCH_2 + \angle H_2CE =$
$= 135° - \varphi + \alpha'$

$\angle D = 180° - \angle DOO_1 - \angle DO_1O = 180° - 45° - \varphi =$
$= 135° - \varphi$

$\angle EFD + \angle FDC + \angle DCE + \angle CEF = 360°$

$\angle EFD + 135° + 135° - \varphi + \alpha' + 6\varphi - 2\alpha' - 90° = 360° \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle EFD = 180° - 4\varphi + \alpha'$

$\angle EFH_4 = 90° - \angle EFD = 90° - 180° + 4\varphi - \alpha' = 4\varphi - 90° - \alpha'$

Если $\alpha = 0$ (в случае луча L_1), то $\alpha' = \arcsin 0 = 0 \Rightarrow \angle EFH_4 = 4\varphi - 90°$, но по условию если луч падает на OA нормально, то выходит из OD тоже нормально OD ⇒

⇒ при $\alpha'=0$ $\sin\angle EFH_4=\frac{\sin\beta}{n}=\frac{0}{n}=0$ ⇒ $EFH_4=0$, но при $\alpha'=0$ $\angle EFH_4=4\varphi-90^\circ=$

⇒ $4\varphi-90^\circ=\alpha'$ ⇒ $\varphi=22{,}5^\circ$

$\angle EFH_4=4\varphi-90^\circ-\alpha'=4\cdot22{,}5^\circ-90^\circ-\alpha'=-\alpha'$

$\sin\beta=n\sin\angle EFH_4=n\sin\alpha'=\sin\alpha$ ⇒ $\beta=\alpha$

Нет ничего про L_1
−1,5 (п.1)
−1,5 (п.2)
~~8,5~~ 7,25
10.

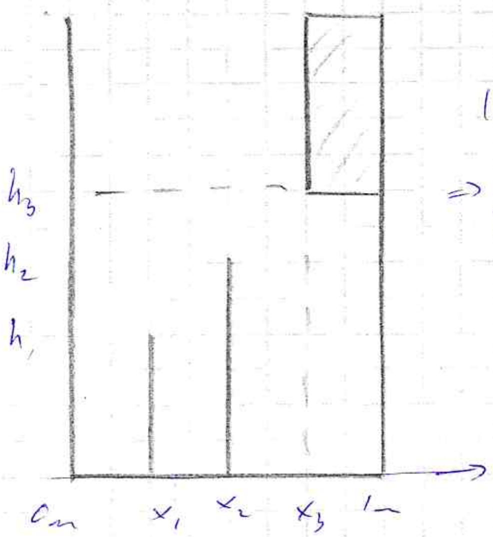
№5

Давление на датчик p складывается из атмосферного давления p_0 и давления воды $\rho g h$: $p=p_0+\rho g h$ ⇒ $h=\frac{p-p_0}{\rho g}$. ~~С помощью этой формулы построим график h(V)~~ (h – высота воды над датчиком). (т.к. h зависит от p линейно, а p на промежутках от 0 до $0{,}1\,м^3$, от $0{,}1\,м^3$ до $\approx0{,}35\,м^3$, от $\approx0{,}35\,м^3$ до $\approx1{,}05\,м^3$, от $\approx1{,}05\,м^3$ до $1{,}5\,м^3$ и т.д. зависит линейно, то и h от V на тех же промежутках зависит линейно, т.е. чтобы построить график h(V) достаточно найти h в точках изгиба p, а затем соединить эти точки прямыми) ⇒

⇒ на каждом этом промежутке $S=const=\frac{dV}{dh}$

При наливании воды от 0 до $0{,}1\,м^3$ давление сначала растёт, а потом от $0{,}1\,м^3$ до $0{,}5\,м^3$ не меняется. Это можно сделать, если поставить вертикальную перегородку: сначала вода будет заполнять простр-во между стенками и перегородкой, а затем начинает переливаться через перегородку, пока не заполнит соседний ~~[illegible]~~ без воды участок в коробке, затем давление снова начнёт расти. На участке от 1 до $1{,}5\,м^3$ давление также не растёт ⇒ нужно поставить ещё одну перегородку. Также на каждом из участков может дополнительно понадобиться перегородка, отделяющая полость и уменьшающая площадь. Легко заметить, что до $V=2\,м^3$ таких полостей нет, ибо при $V=2\,м^3$ $h=\frac{p-p_0}{\rho g}=2\,м$ при площади дна $S=1\,м^2$ (если бы были полости до 2 м, то тогда $h>\frac{V}{S}$, а не равно $h=\frac{V}{S}$)

Из всего вышесказанного следует, что примерная схема выглядит так, как нарисовано на следующей странице: (перегородки идут от ближней стенки до дальней, т.е. любое сечение сосуда, параллельное изображённому, должно иметь такой же вид



На первом участке от 0 до 0,1 м³ $S=\frac{dV}{dh}=\frac{dV}{dp}\rho g$ (ибо $dh=\frac{dp}{\rho g}$, ибо $h=\frac{p-p_0}{\rho g}$). $S=\frac{0{,}1\,м^3}{5000\,Па}\cdot 1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{м}{с^2}=0{,}2\,м^2$

$\Rightarrow \frac{x_1}{1\,м}=\frac{0{,}2\,м^2}{1\,м^2}\Rightarrow x_1=0{,}2\,м$

На втором участке от 0,1 м³ до ≈0,35 м³ заполняется область между x_1 и x_2 высотой h_1, при этом высота воды над датчиком постоянна и равна $h_1=\frac{p-p_0}{\rho g}=\frac{5\,кПа}{1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{м}{с^2}}=0{,}5\,м$

На третьем участке от ≈0,35 м³ до ≈1,05 м³ $S=\frac{dV}{dp}\rho g=\frac{0{,}2\,м^3}{3\,кПа}\cdot 1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{Н}{кг}=0{,}67\,м^2\Rightarrow x_2=0{,}67\,м$ (действительно, давление на 2-м участке перестаёт ~~расти~~ остаётся константой при $V=h_1\cdot S_2=0{,}33\,м$

На 4-м участке $p=const\Rightarrow h_2=\frac{p-p_0}{\rho g}=\frac{15\,кПа}{1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{м}{с^2}}=1{,}5\,м$

На 5-м участке $S=\frac{dV}{dp}\rho g=\frac{0{,}5\,м^3}{5\,кПа}\cdot 1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{м}{с^2}=1\,м^2$ (действительно, конец 4-го участка находится при $V=h_2\cdot S_5=1{,}5\,м^3$)

6-й участок кончается при $h_3=\frac{p-p_0}{\rho g}=\frac{20\,кПа}{1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{Н}{кг}}=2\,м$, $S=\frac{dV}{dp}\rho g=$

$=\frac{1\,м^3}{20\,кПа}\cdot 1000\frac{кг}{м^3}\cdot 10\frac{Н}{кг}=0{,}5\,м^2\Rightarrow 1\,м-x_3=0{,}5\,м\Rightarrow x_3=0{,}5\,м$

Таким образом мы получаем схему, изобр. на листе А4

9б

нет объёмов А, В и С (п. п. 6, 8).

Региональный этап

всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

ВТОРОЙ ТУР Ф9-08

Фамилия Князев

Имя Матвей

Отчество Сергеевич

Класс 9

Территория Пермский край, г. Березники

Полное наименование образовательной организации (по Уставу)

МАОУ „СОШ с УИОП № 3"

13+13 б

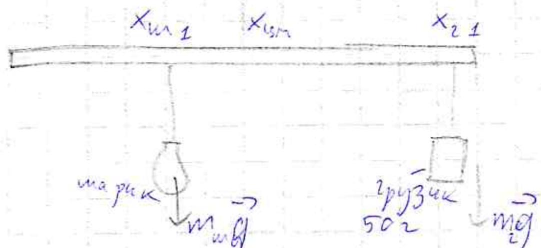
Всероссийская олимпиада школьников по физике
2018/2019 учебный год.
Региональный этап.

Шифр Ф9-08

_____ класс

№ 1

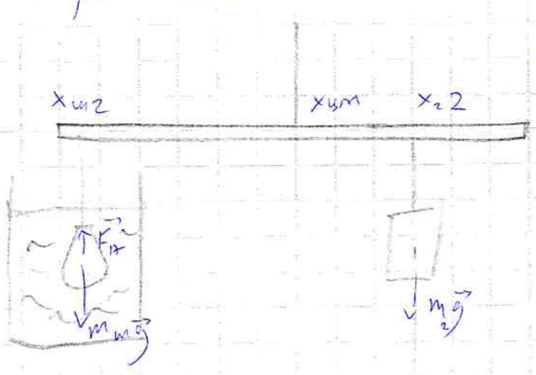
Найдём сначала массу шарика, используя линейку как рычаг. Подвесим линейку на нить и найдём её центр масс $x_{цм} = (19{,}9 \pm 0{,}1)$ см. В дальнейшем линейка всегда подвешивается за центр масс. Привяжем грузик где-либо около края линейки и будем подбирать положение шарика, при к-ром рычаг уравновешен.



В этом случае запишем правило моментов для точки ц.м. линейки: $(x_{цм}-x_{ш1})\, m_ш g = (x_{г1}-x_{цм})\, m_г g$

$$m_ш = m_г \frac{x_{г1}-x_{цм}}{x_{цм}-x_{ш1}}$$

Затем погрузим шарик в сосуд с водой так, чтобы он не касался дна или стенок сосуда. Теперь шарик подвесим к краю линейки (чтобы увеличить точность) и будем перемещать грузик, пока рычаг не окажется в равновесии.



Записываем правило моментов:

$$(m_ш g - F_A)(x_{цм}-x_{ш2}) = m_г g (x_{г2}-x_{цм})$$
$$(m_ш g - \rho_в g V)(x_{цм}-x_{ш2}) = m_г g (x_{г2}-x_{цм})$$
$$(m_ш - \rho_в V_ш) = m_г \frac{x_{г2}-x_{цм}}{x_{цм}-x_{ш2}}$$

Т.к. $m_ш = \rho_в V_в + \rho_м V_м \Rightarrow m_ш - \rho_в V_ш = \rho_в V_в + \rho_м V_м - \rho_в V_в - \rho_в V_м = (\rho_м - \rho_в) V_м$

Т.к. у большинства металлов плотность достаточно высокая, пренебрежем $\rho_в$ по сравнению с $\rho_м$ и будем считать $(\rho_м-\rho_в)V_м = \rho_м V_м = m_м$ (для меди, например, $\rho_м = 8900\,\frac{кг}{м^3}$ и $\frac{\rho_в}{\rho_м} = 0{,}11$, т.е. такое пренебрежение даёт погрешность порядка 10%, но у меня нет других идей. Чтобы немного уменьшить погрешность, я введу поправку в 1,05 в ф-ле $\rho_м \approx 1{,}05(\rho_ш - \rho_в)$). Таким образом,

$$m_М \approx 1{,}05 \cdot m_г \frac{x_{г2} - x_{цм}}{x_{цм} - x_{ш2}}$$

Тогда $m_в = m_ш - m_М = m_г \left[\frac{x_{г1} - x_{цм}}{x_{цм} - x_{ш1}} - 1{,}05 \frac{x_{г2} - x_{цм}}{x_{цм} - x_{ш2}}\right]$

№ эксп.	$x_{г1}$, см	$x_{ш1}$, см	$x_{г2}$, см	$x_{ш2}$, см	$m_М$, г	$m_ш$, г	$m_в$, г	$m_{М\,ср}$, г	$m_{в\,ср}$, г	$\Delta m_М = \lvert m_{М\,ср} - m_М \rvert$	$\Delta m_в$
1	36,4	11,0	27,8	2,1	23	109	82			1	1
2	40,0	10,5	28,2	1,0	23	106	83			1	0
3	37,0	11,6	26,5	5,3	24	106	82	24	83	0	1
4	38,0	11,5	29,0	0,0	24	108	84			0	1
5	39,0	10,9	28,6	0,5	24	106	82			0	1

$$m_{М\,ср} = \frac{\Sigma m_М}{5}, \quad m_{в\,ср} = \frac{\Sigma m_в}{5}$$

Оценим погрешность. Она будет складываться из приборной погрешности, статистической погр-ти $\left(\frac{\Sigma |m_i - m_{ср}|}{m_{ср}}\right)$ и факта пренебрежения плотностью воды перед плотностью металла. Погрешность измерения линейкой возьмём 0,1 см, тогда $\Delta_{абс}(x_{г1} - x_{цм}) = 0{,}2$ см, а $\varepsilon_{отн}\, m_ш = \varepsilon_{m_г} + \varepsilon_{отн}(x_{г1} - x_{цм}) + \varepsilon_{отн}(x_{цм} - x_{ш2})$. Подобным образом считаем $\varepsilon_{прибор}\, m_М = 6\%$, $\varepsilon_{прибор}\, m_в = 6\%$. Стат. погрешность $\varepsilon_{стат\, m_М} = \frac{\Sigma \Delta m_i}{5 \cdot m_{ср}} = 2\%$, $\varepsilon_{стат}\, m_в = 1\%$ (они получились небольшие, ибо я округлял $m_М$ до целых грамм). Ещё добавим 5% погрешности из-за пренебрежения $\rho_в$ перед $\rho_{м}^{тул.}$. ~~Таким образом, $\varepsilon_{отн} =$~~ (только для $m_М$, ибо это даёт абс. погрешность $\Delta = 1{,}2$ г, а т.к. $m_в = m_ш - m_М$, то из-за ~~пренебрежен~~ погрешности в $m_М$ у $m_в$ появилась такая же абсолютная погрешность $\Delta = 1{,}2$ г, т.е. $\varepsilon = 2\%$). Таким образом, $\varepsilon_М = 13\%$, $\varepsilon_в = 9\% \approx 10\%$.

Ответ: $m_М = (24 \pm 4)$ г, $m_в = (83 \pm 8)$ г

+

№2

Измерим U_0 для одной из батареек, получим $U_0 = 1,59$ В. Чтобы измерить $\Delta U(T)$, подключим батарейки плюсом к плюсу, одну из них будем нагревать и будем измерять суммарное напряжение U_V этих батареек (к-рое будет равно их разности). При комнатной температуре $(T=21°C)$ $U_V = 36,2 \Rightarrow \Delta U = U_V - U$

	t, °C	U_V, мВ	ΔU, мВ	$\Delta T = t - t_k$, K
	70	40,1	3,9	49
65	65	39,6	3,7	44
60	60	39,3	3,1	39
55	55	38,9	2,7	34
50	50	38,3	2,1	29
45	45	38,1	1,9	24
40	40	37,6	1,4	19
80	50	41,0	4,8	59
75	54	40,6	4,4	54

Погрешность ΔU берём как 0,1 мВ, погрешность T — 0,5 K

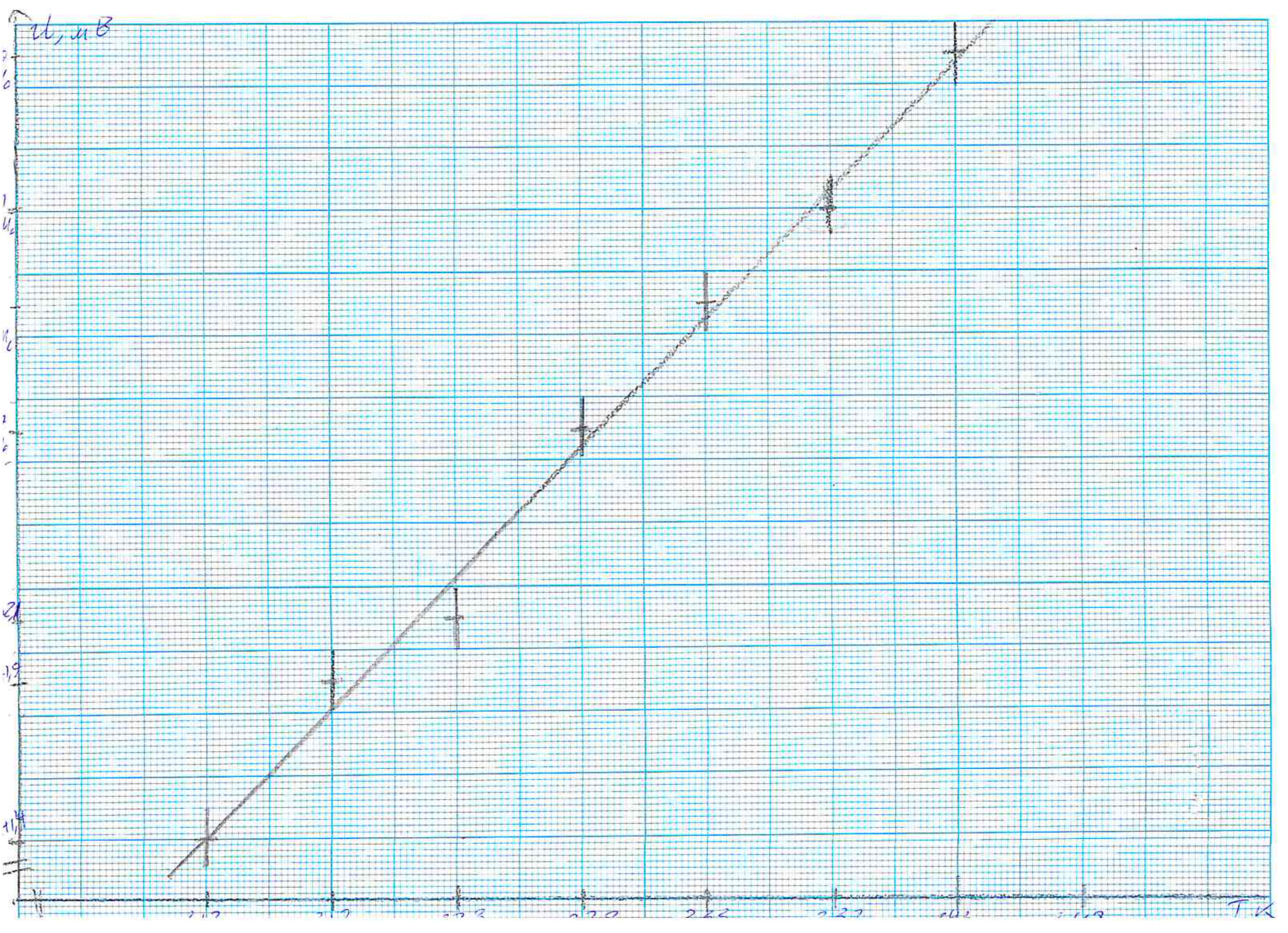
Т.к. график $U(T)$ — прямая, то $\Delta U(\Delta T)$ — тоже прямая, но при $\Delta U = 0$ $\Delta T = 0 \Rightarrow$ $\Rightarrow \Delta U$ пропорц. ΔT. Коэф. пропорц-ти находим из графика $\Delta U = 0,08 \frac{мВ}{К} \cdot \Delta T$

№1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	2	0	1	2,5	1

13б

№2	1	2	3	4	5	6	7
	1	3	1	4	2	1	1

13б


U, мВ
T, K