

Региональный этап
всероссийской олимпиады школьников
по физике в 2019 г.

ПЕРВЫЙ ТУР

Фамилия ХРОНУСОВАИмя ОЛЬГАОтчество ВАЛЕРЬЕВНАКласс 9Территория ПЕРМСКИЙ КРАЙ

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) _____

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение«Средняя общеобразовательная школа №146 с углублённымизучением математики, физики, информатики»

Реш.	1	2	3	4	5
8	10	8	10	2	0,5

9 класс

Шифр 99-17

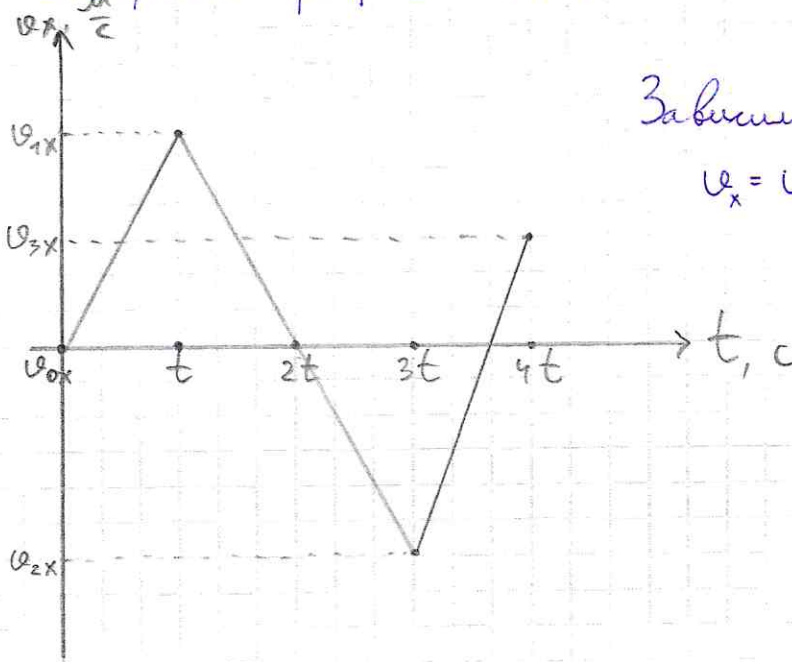
№1.

Дано:
 $a_x(t)$
 $\Delta S = 16 \text{ см} =$
 $= 0,16 \text{ м}$

$S_1 = ?$
 $S_2 = ?$
 $T = ?$

Пусть 1 усл. ед. времени = $t \text{ с}$
П.к. пути равны, а $a_x(t)$ одинаковое, но
отличаются начальные скорости частиц.

Построим график $v_x(t)$:



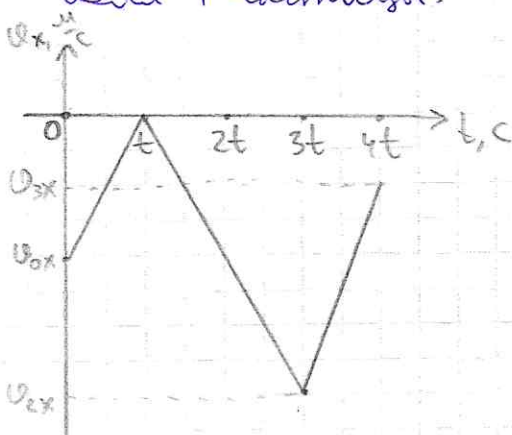
Зависимость
 $v_x = v_{0x} + a_x t$

~~$v_x = v_{0x} + a_x t$~~

$v_x = 0$ один раз \Rightarrow это было либо в момент
времени t , либо в $3t$.

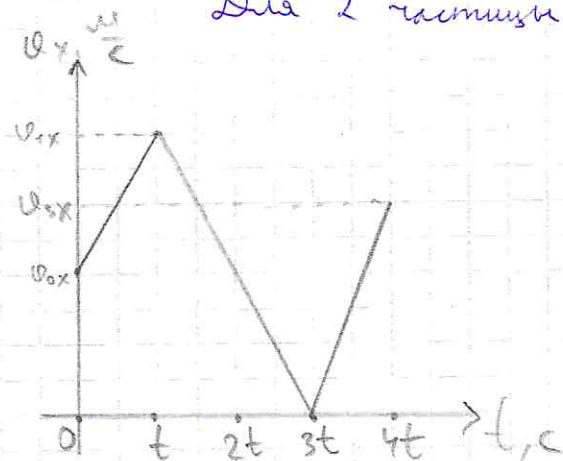
Тогда:

Для 1 частицы:



15

Для 2 частицы:



15

Для 1 частицы:

$$|S \text{ под графиком}| = \left| \frac{1}{2} v_{0x} t \right| + \left| \frac{1}{2} v_{2x} \cdot 2t \right| + \left| \frac{v_{2x} + v_{3x}}{2} t \right|$$

$$v_{1x} = 0 = v_{0x} + a_1 t \Rightarrow v_{0x} = -a_1 t = -2t$$

$$v_{2x} = v_{1x}^0 + a_2 t \cdot 2 = -4t$$

$$v_{3x} = v_{2x} + a_3 t = a_2 \cdot 2t + a_3 t = -4t + 3t = -t$$

$$|S \text{ под графиком}| = \frac{1}{2} \cdot 2t \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 4t \cdot 2t + \frac{5t}{2} \cdot t = 7,5t^2 = S_1$$

$|S \text{ под графиком}|$ именно равна S_1 - верно.

Для 2 частицы:

$$|S \text{ под графиком}| = \left| \frac{v_{0x} + v_{1x}}{2} t \right| + \left| \frac{1}{2} v_{1x} \cdot 2t \right| + \left| \frac{v_{2x}}{2} t \right|$$

$$v_{2x} = 0 = v_{1x} + a_2 \cdot 2t \Rightarrow v_{1x} = -2a_2 t = 4t$$

$$v_{1x} = v_{0x} + a_1 t \Rightarrow v_{0x} = v_{1x} - a_1 t = -2a_2 t - a_1 t = 2t$$

$$v_{3x} = v_{2x}^0 + a_3 t = 3t$$

$$|S \text{ под графиком}| = \frac{2t + 4t}{2} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 4t \cdot 2t + \frac{3t}{2} t = 8,5t^2 = S_2$$

$$\Delta S = |S_1 - S_2| = |7,5t^2 - 8,5t^2| = t^2 = 0,16 \Rightarrow t = 0,4 \text{ с}$$

$$\tau = 4t = 1,6 \text{ с}$$

$$S_1 = 7,5t^2 = 1,2 \text{ м}$$

$$S_2 = 8,5t^2 = 1,36 \text{ м}$$

Дано:

$$m_1 = 100 \text{ з}$$

$$m_2 = 201,32$$

$$m_3 = 204,45 \text{ з}$$

$$m_4 = 191,32$$

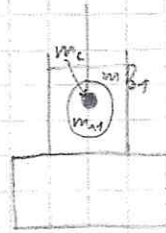
$$t_0 = 0^\circ \text{C}$$

$$m_c, m_x, t = ?$$

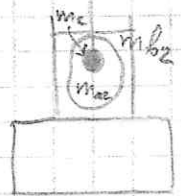
1)



2)



3)



4)



~~$m_{b1} + m_{c1} = m_{b2} + m_{c2}$~~

~~$\Delta m_b = \Delta m_c$~~

$$\Delta m_b = \Delta m_c$$

$$\Delta V \rho_b = \Delta V_c \rho_c$$

$$\Delta V_b = \Delta V_c \cdot \frac{\rho_c}{\rho_b}$$

Весы всегда показывают $\frac{F_g}{g}$.

$$1) \left. \begin{array}{l} F_g = \rho_b g h_1 S \\ h_1 = \frac{V_{b1}}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow F_g = \rho_b g V_{b1} = m_{b1} g = m_1 g \Rightarrow m_{b1} = m_1 = 100 \text{ г}$$

$$2) \left. \begin{array}{l} F_g = \rho_b g h_2 S \\ h_2 = \frac{V_{b1} + V_c + V_{a1}}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow F_g = \rho_b g (V_{b1} + V_c + V_{a1}) = m_{b1} g + \rho_b V_c g + \rho_a V_{a1} g = m_2 g$$

$$\Rightarrow m_{b1} + \rho_b \frac{m_c}{\rho_c} + \rho_a \frac{m_{a1}}{\rho_a} = m_2$$

25 (1)

$$3) \left. \begin{array}{l} F_g = \rho_b g h_3 S \\ h_3 = \frac{V_{b2} + V_c + V_{a2}}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow F_g = \rho_b g (V_{b2} + V_c + V_{a2}) = m_{b2} g + \rho_b V_c g + \rho_a V_{a2} g = m_3 g$$

$$\Rightarrow m_{b2} + \rho_b \frac{m_c}{\rho_c} + \rho_a \frac{m_{a2}}{\rho_a} = m_3$$

$$4) \left. \begin{array}{l} F_g = \rho_b g h_4 S \\ h_4 = \frac{V_{b1} + V_{a3} + V_c}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow F_g = \rho_b g (V_{b1} + V_{a3} + V_c) = m_{b1} g + \rho_b V_{a3} g + \rho_b V_c g = m_4 g$$

$$\Rightarrow m_{b1} + \rho_b \frac{m_{a3}}{\rho_b} + \rho_b \frac{m_c}{\rho_c} = m_4$$

+25

Решаем 2) и 4):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\rho_b}{\rho_c} m_c + \frac{\rho_b}{\rho_a} m_{a1} = m_2 - m_{b1} \quad | \cdot \rho_c \rho_a \\ m_{a1} = m_4 - m_{b1} - \rho_b \frac{\rho_c}{\rho_a} m_c \end{array} \right.$$

$$\rho_b \rho_a m_c + \rho_b \rho_c m_{a1} = m_2 \rho_c \rho_a - m_{b1} \rho_c \rho_a$$

$$\rho_b \rho_a m_c + \rho_b \rho_c m_4 - \rho_b \rho_c m_{b1} - m_c \rho_b^2 = m_2 \rho_c \rho_a - m_{b1} \rho_c \rho_a$$

$$m_c = \frac{(m_2 - m_{b1}) \rho_c \rho_a + \rho_b \rho_c m_{b1} - \rho_b \rho_c m_4}{\rho_b \rho_a - \rho_b^2} = \frac{(207,3 - 100) 7,8 \cdot 0,9 + 1 \cdot 7,8 \cdot 100 - 1 \cdot 0,9 \cdot 1^2}{1 \cdot 0,9 - 1^2}$$

$$\cdot 100 - 1 \cdot 7,8 \cdot 121,3 = 10,142$$

/ +25

$$m_{11} = m_4 - m_{b1} - \frac{p_b}{p_c} m_c = 121,3 - 100 - \frac{1}{0,9} \cdot 10,14 \approx 80 \text{ г}$$

Решаем 3):

$$\begin{cases} m_{b2} + \frac{p_b}{p_c} m_c + \frac{p_b}{p_1} m_{12} = m_3 \\ m_{b2} = m_{b1} + m_{11} - m_{12} \end{cases}$$

$$m_{b1} + m_{11} - m_{12} + \frac{p_b}{p_c} m_c + \frac{p_b}{p_1} m_{12} = m_3$$

$$m_{12} = \frac{m_3 - m_{b1} - m_{11} - \frac{p_b}{p_c} m_c}{\frac{p_b}{p_1} - 1} = \frac{204,45 - 100 - 80 - \frac{1}{7,8} \cdot 10,14}{\frac{1}{0,9} - 1} =$$

* Уг 2) б 3):

$$\Delta V = \Delta V_a - \Delta V_b = \Delta V_a - \Delta V_a \cdot \frac{p_1}{p_b} = \Delta V_a \left(1 - \frac{p_1}{p_b}\right) = S \Delta h \quad \Rightarrow$$

$$\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho_b} = \frac{m_3 - m_2}{\rho_b}$$

$$\Rightarrow \Delta V_a \left(1 - \frac{p_1}{p_b}\right) = \frac{m_3 - m_2}{\rho_b}$$

$$\Delta V_a = \frac{m_3 - m_2}{\rho_b \left(1 - \frac{p_1}{p_b}\right)} = \frac{204,45 - 201,3}{1 \left(1 - \frac{0,9}{1}\right)} = 31,5 \text{ см}^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta m_a = \Delta V_a \cdot \rho_1 = 31,5 \cdot 0,9 = 28,35 \text{ г}$$

Уравнение теплового баланса:

$$-c_c m_c t + c_a m_{11} t = \lambda \Delta m_a, \quad t < 0$$

$$t = - \frac{\lambda \Delta m_a}{c_c m_c + c_a m_{11}} = - \frac{340 \cdot 10^3 \cdot 28,35}{0,45 \cdot 10^3 \cdot 10,14 + 2,1 \cdot 10^3 \cdot 80} \approx -56^\circ \text{C}$$

15 (2)

35

Дано:

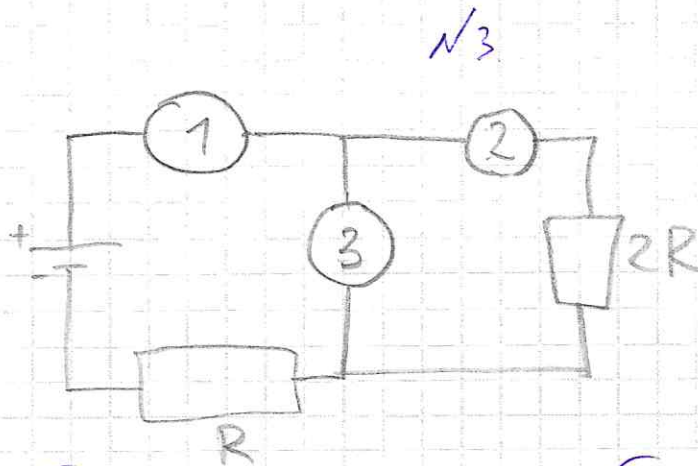
$I_1 = 1,0 \text{ mA}$

$V = 1,2 \text{ V}$

$I_2 = ?$

$V_0 = ?$

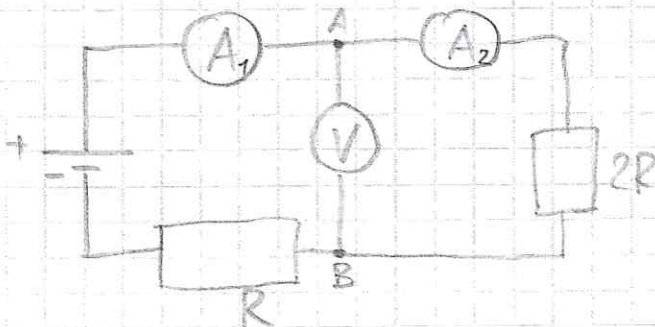
$R = ?$



1) Пусть V на месте 1. Тогда $R_{\text{общ}} = \infty$, т.к. $R_V = \infty$ и он соединён последовательно. \Rightarrow все I в цепи $= 0 \Rightarrow$ невозможно, т.к. $I_1 \neq 0$

2) Пусть V на месте 2. Тогда на месте 3-амперметр \Rightarrow напряжение на концах амперметра $= 0 \Rightarrow$ показания V должны быть $0 \Rightarrow$ невозможно $\Rightarrow V$ на месте 3.

45



$I_1 = I_2$, т.к. $\frac{1}{3} V$ так же течёт

$I_1 = I_2 = 1,0 \text{ mA}$ (25)

$U_{AB} = I_2 \cdot 2R = V \Rightarrow R = \frac{V}{2I_2} = \frac{1,2}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 600 \text{ Ом}$ (25)

$2R = 1200 \text{ Ом}$

$V_0 = (2R + R) I_1 = 3RI_1 = 3 \cdot 600 \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ V}$ (25)

N4.

105

Δp
 \sqrt{s}

$p = p_0 + \rho g h \Rightarrow$ можно рассматривать только зависимость

$$\Delta p = \rho g h, \text{ т.к. } p_0 = \text{const}$$

$$\Delta p = \rho g h = \rho g \cdot \frac{V}{S} = \frac{\rho g}{S} V - \text{линейная функция}$$

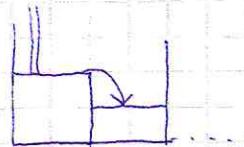
$$\Delta p = k \Delta V, \quad k = \frac{\rho g}{S} = \frac{10^4}{S}, \quad k = \frac{\Delta p}{\Delta V}$$

$$1) \left. \begin{array}{l} V_1 = 0,1 \text{ м}^3 \\ \Delta p_1 = 5 \text{ кПа} \end{array} \right\} \Rightarrow k_1 = \frac{5 \cdot 10^3}{10^{-7}} = 5 \cdot 10^4 \Rightarrow S_1 = 0,2 \text{ м}^2 \text{ ?}$$

$$2) \left. \begin{array}{l} V_2 = 0,25 \text{ м}^3 \\ \Delta p_2 = \text{const} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{здесь заполняется соседняя ем-}$$

кость:

$$S_2 = \frac{V_2}{h_2} = \frac{0,25 \text{ м}^3}{0,5 \text{ м}} = 0,5 \text{ м}^2$$



$$(h_2 = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{5 \cdot 10^3}{10^4} = 0,5 \text{ м})$$

$$3) \left. \begin{array}{l} V_3 = 0,7 \text{ м}^3 \\ \Delta p_3 = 10 \text{ кПа} \end{array} \right\} \Rightarrow k_3 = \frac{10^4}{0,7} = \frac{10^5}{7} \Rightarrow S_3 = 0,7 \text{ м}^2 \text{ ?}$$

$S_3 = S_1 + S_2 \Rightarrow$ заполняется обе емкости из п. 2.

$$4) \left. \begin{array}{l} V_4 = 0,45 \text{ м}^3 \\ \Delta p_4 = \text{const} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{аналог. с п. 2.}$$

В п. 1-3 заполнялось только $0,7 \text{ м}^3 \Rightarrow$ сейчас заполняется остаток $- 0,3 \text{ м}^3$.

$$h_{04} = 1,5 \text{ м} \Rightarrow V = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ м}^3 = V_4 \Rightarrow \text{заполняется до дна.}$$

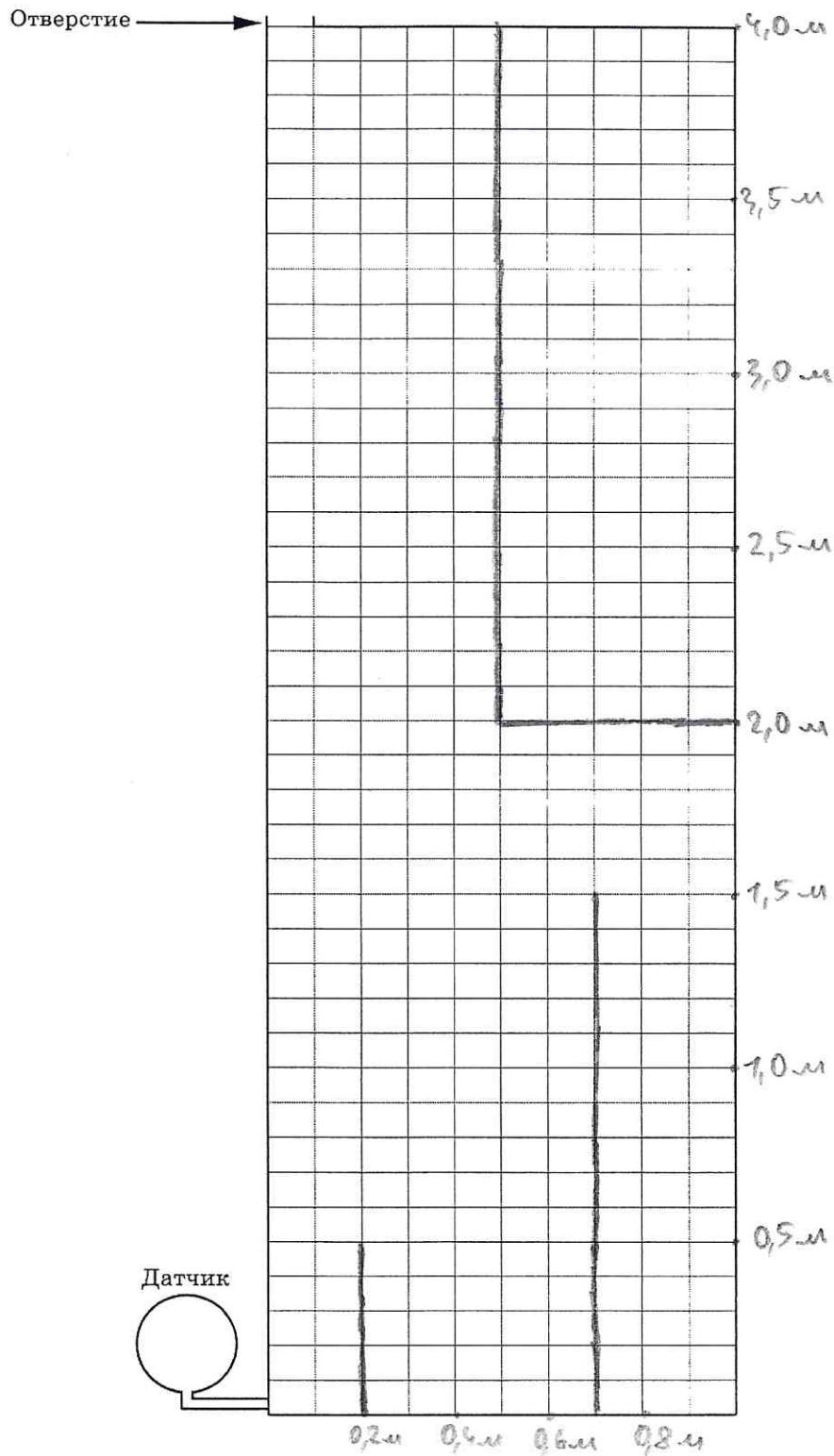
$$5) \left. \begin{array}{l} V_5 = 0,5 \text{ м}^3 \\ \Delta p_5 = 5 \text{ кПа} \end{array} \right\} \Rightarrow k_5 = \frac{5 \cdot 10^3}{0,5} = 10^4 \Rightarrow S_4 = 1 \text{ м}^2 \Rightarrow \text{здесь нет перегородок}$$

$$h_5 = 2 \text{ м}$$

$$\left. \begin{array}{l} b) V_6 = 1 \text{ м}^3 \\ \Delta p_6 = 20 \text{ кПа} \end{array} \right\} \Rightarrow k_6 = \frac{20 \cdot 10^3}{1} \Rightarrow S_6 = 0,5 \text{ м}^3 \Rightarrow \text{заполня-} \\ \text{ется только половина.} \\ h_6 - \text{до конца.} = 4 \text{ м}$$

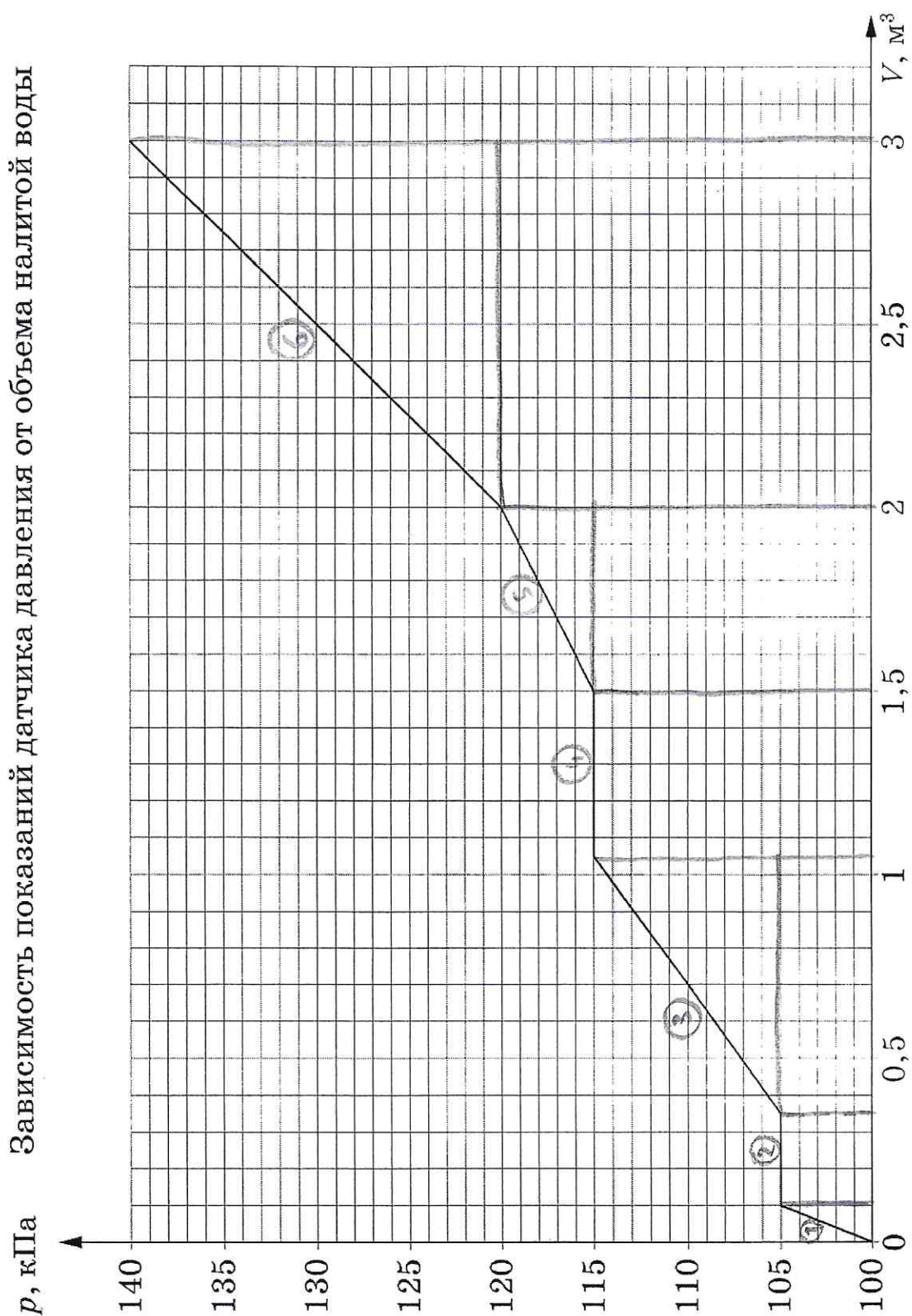
$$\frac{9,55}{100}$$

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

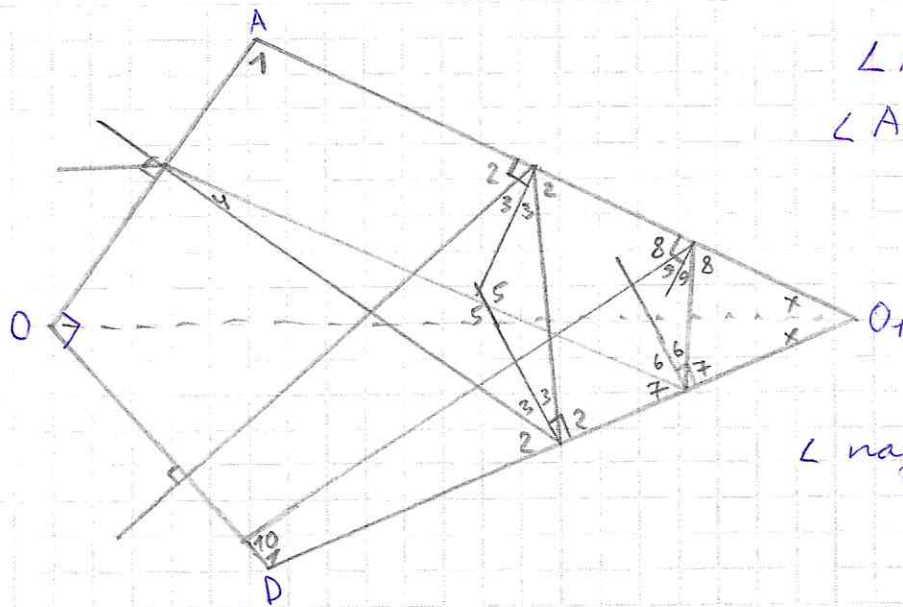


22 января на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.

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.



$$\angle AOO_1 = \angle DOO_1 = 45^\circ$$

$$\angle AO_1O = \angle OO_1D \stackrel{с.д.}{=} x$$

\angle падения = \angle отражения

$$\angle ODO_1 = \angle OAO_1 = 180^\circ - (45^\circ + x) = 135^\circ - x = \angle 1$$

$$\angle 2 = 360^\circ - (180^\circ + 135^\circ - x) = 45^\circ + x$$

$$\angle 3 = 90^\circ - \angle 2 = 45^\circ - x$$

$$\angle 4 \stackrel{с.д.}{=} \alpha'$$

$$\angle 5 = 180^\circ - (\angle 3 + \angle 4) = 180^\circ - (45^\circ - x + \alpha') = 135^\circ + x - \alpha'$$

$$\angle 6 = 180^\circ - \angle 5 \text{ (параллельные II)} = 45^\circ + \alpha' - x$$

$$\angle 7 = 90^\circ - \angle 6 = 45^\circ - \alpha' + x$$

$$\angle 8 = 180^\circ - (2x + \angle 7) = 180^\circ - (2x + 45^\circ - \alpha' + x) = 135^\circ - 3x + \alpha'$$

$$\angle 9 = 90^\circ - \angle 8 = 3x - \alpha' - 45^\circ$$

$$\angle 10 = 360^\circ - (\angle 1 + \angle 8 + 2 \cdot \angle 9 + 2x) = 360^\circ - (135^\circ - x + 135^\circ - 3x + \alpha' + 6x - 2\alpha' - 90^\circ + 2x) = 180^\circ + 4x - \alpha'$$

$$\frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha_1} = n \text{ (закон Снелла)}$$

~~28~~
 Реш н.п. 2, 4, 5;
 6, 7.

Региональный этап
всероссийской олимпиады школьников
по физике в 2019 г.

ВТОРОЙ ТУР

ФФ - 01

Фамилия Хренусова

Имя Ольга

Отчество Валерьевна

Класс 9

Территория Пермский край

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) _____

МАОУ СОШ № 146

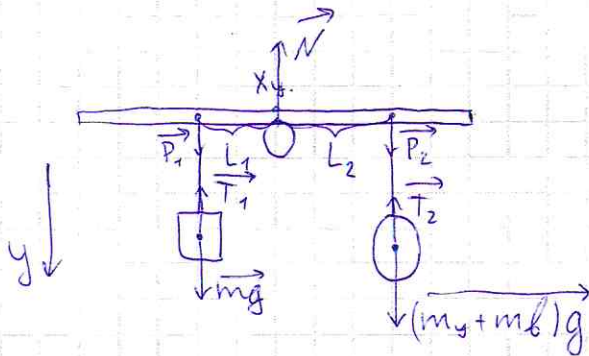
10 + 12 5 22

√1.

Вспользуемся гидростатическим выталкиванием:

+ 1) Найдём центр тяжести линейки, $x_{ц.} = 20,0 \pm 0,1 \text{ см}$

2) Положим линейку-рычаг - на стержень на штативе в точке $x_{ц.}$, повесим груз и шарик.

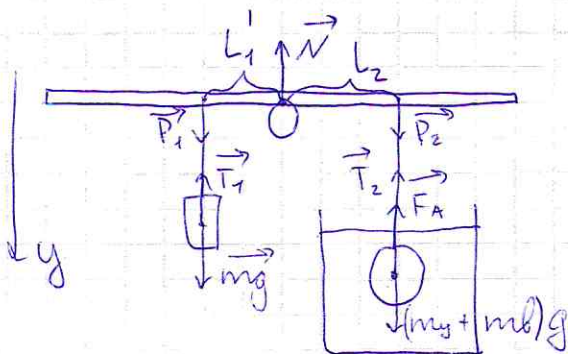


$$\begin{aligned} \vec{mg} + \vec{T}_1 &= 0 \\ (\vec{m}_y + \vec{m}_b)g + \vec{T}_2 &= 0 \\ \left. \begin{aligned} mg &= T_1 \\ (m_y + m_b)g &= T_2 \end{aligned} \right\} \text{на } y \\ T_1 &= P_1 = mg \\ T_2 &= P_2 = (m_y + m_b)g \end{aligned}$$

Уравно моментов отн. $x_{ц.}$:

$$\begin{aligned} P_1 L_1 &= P_2 L_2 \Rightarrow mg L_1 = (m_y + m_b)g L_2 \\ mL_1 &= (m_y + m_b) L_2 \\ m_y + m_b &= \frac{mL_1}{L_2} \end{aligned}$$

3) По же, что и в 2), но шарик погрузим в воду.



$$\begin{aligned} \vec{mg} + \vec{T}_1 &= 0 \\ (\vec{m}_y + \vec{m}_b)g + \vec{T}_2 + \vec{F}_A &= 0 \\ \left. \begin{aligned} mg &= T_1 \\ (m_y + m_b)g &= T_2 + F_A \end{aligned} \right\} \text{на } y \\ P_1 &= T_1 = mg \\ P_2 &= T_2 = (m_y + m_b)g - F_A \end{aligned}$$

Уравно моментов отн. $x_{ц.}$:

$$P_1 L_1' = P_2 L_2$$

$$mgL_1' = (m_y + mb)gL_2 - \rho b g L_2 (V_y + V_b)$$

$$V_y + V_b = \frac{(m_y + mb)gL_2 - mgL_1'}{\rho b g L_2} = \frac{mL_2 - mL_1'}{\rho b L_2} = \frac{m(L_2 - L_1')}{\rho b L_2}$$

4) Проведем измерения ~~и~~ L_1 и L_1' в зависимости от L_2 .

L_2	L_1	L_1' (см)	$m_y + m_b, г$	$V_y + V_b, см^3$
2	4,2	очень мало	105	—
4	8,5	1,3	106	90
6	12,5	2,0	104	88 88
8	16,7	2,7	104	88
10	очень большо	3,4	—	—

$$m_y + m_b = 105 \pm 1 г$$

$$V_y + V_b = 89 \pm 1 см^3$$

5) Сделаем на шарике отметки (на ~~на~~ середине, средней части): ①, ②

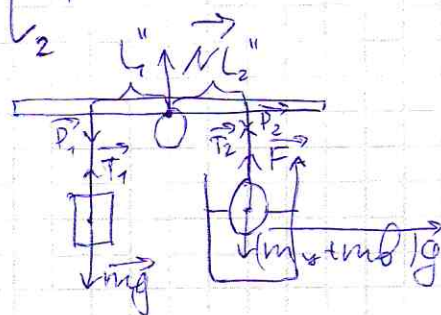
$$V_{b1} = V_{b2} \text{ (середина)} = \overset{\text{обоз.}}{\Delta V}$$

$$V_{\text{шарика под водой (вода без шумингра)}} = \overset{\text{обоз.}}{V'}$$

Тогда:

$$mL_1'' = ((m_y + m_b) - \rho b (V_y + V' + x \cdot \Delta V)) L_2''$$

L_1''	L_2'' (см)	
11,4	13	$\bullet (2 \Delta V)$
17	13	(ΔV)
17	10	(только V')



№2.

1) $V_{01} = 1,632 \pm 0,003 \text{ В}$ +

$V_{02} = 1,604 \pm 0,003 \text{ В}$

2) Для того чтобы повысить точность, включим + 2 батарейки послед. и будем снимать разность их U от T (на резисторе 200 м). Условноем Бат. 1.

$T, ^\circ\text{C}$ $U, \text{ мВ}$ $\Delta U, \text{ мВ}$

U при $T_k = 31,8 \text{ мВ}$

$\Delta U = U - U_{\text{при } T_k}$ ~~$\approx 3,8$~~

66 36,7 ~~5,2~~ 4,9

64 37,0 ~~5,2~~ 5,2

62 37,2 ~~5,1~~ 5,4

60 37,4 ~~5,3~~ 5,6

58 37,5 ~~5,4~~ 5,7

56 37,6 ~~5,8~~ 5,8

54 37,7 ~~5,6~~ 5,9

52 37,7 ~~5,6~~ 5,9

50 37,6 ~~5,8~~ 5,8

48 37,6 ~~5,5~~ 5,8

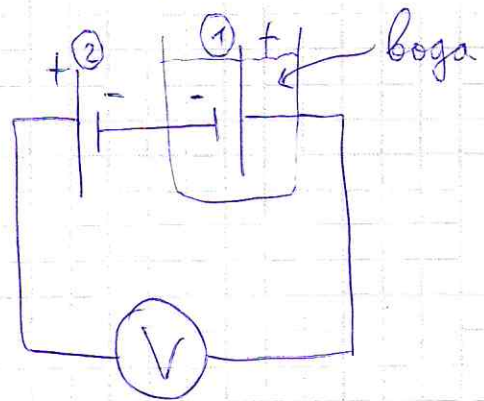
46 37,4 ~~5,3~~ 5,6

44 37,3 ~~5,2~~ 5,5

42 37,0 ~~5,2~~ 5,2

40 36,7 ~~5,6~~ 4,9

38 36,4 ~~5,3~~ 4,6



3) Строим график $U(T)$ +

4) Функция?

Пусть это парабола, т.е. степенная функция.

По графику покажет степень четкий, а коэффициент перед ним < 0 .

Пусть $y = ax^2 + bx + c$, $a \approx -1,5 \cdot 10^{-3}$, $b \approx$

5) Функция \uparrow до $T = 52^\circ\text{C}$, \downarrow после $T = 52^\circ\text{C}$

$\sqrt{1}$

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	0	1

105

$\sqrt{2}$

1	2	3	4	5	6	7
1	3	0	4	2	0	2

125

