

Региональный этап  
всероссийской олимпиады школьников  
по физике в 2019 г.

ПЕРВЫЙ ТУР

Фамилия Сивак

Имя Михаил

Отчество Сергеевич

Класс 9

Территория Термский край г. Терми

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) \_\_\_\_\_

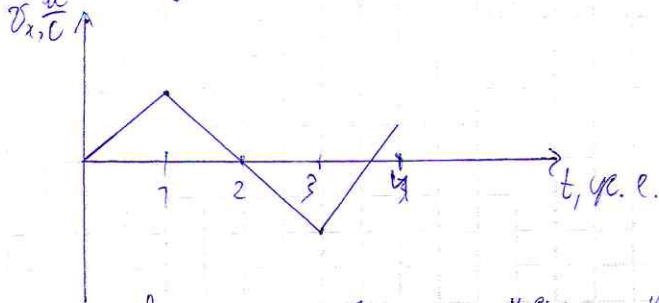
МАОУ „СОШ №46 с углублённым изучением математики,  
физики, информатики“ г. Терми

9 класс

Шифр 99-10

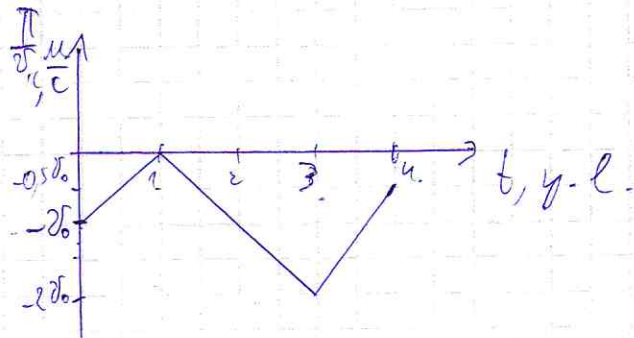
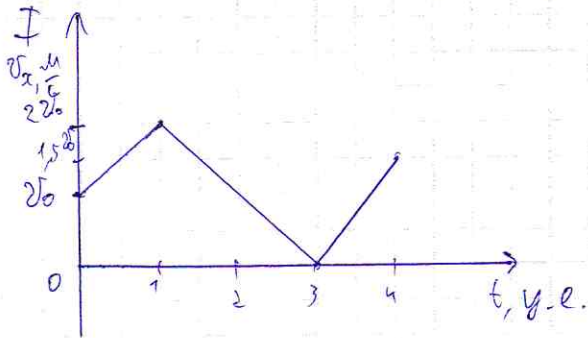
№1.

Вариант график зависимости  $v_x(t)$ , при  $v_0 = 0 \frac{м}{с}$ :



П.к.  $v_x$  обращается в ноль только один раз, то нам нужно изменить значение  $v_0$ , тем самым переместить

свойство графиков найти когда график пересекается с осью абсцисс только один раз. Это возможно в 2 ситуациях:



Заметим, что  $v_{01} = -v_{02}$ , обозначим соответственно  $v_{01}$  и  $-v_0$ .

П.к. за ~~всю~~ все время пути  $\Delta S = 0,16 м$ , мы можем обозначить  $1 \text{ м} = t, \text{сек}$

Выразим  $S_1$  и  $S_2$  через площадь под графиком через  $v_0$  и  $t$ .

$$S_1 = 1,5v_0 t + 2v_0 t + \frac{3}{4}v_0 t = \cancel{3,5v_0 t} + 0,75v_0 t = 4,25v_0 t.$$

$$S_2 = 0,5v_0 t + 2v_0 t + \frac{5}{4}v_0 t = 3,75v_0 t.$$

$$\Delta S = 4,25v_0 t - 3,75v_0 t = 0,5v_0 t = 0,16 м.$$

Заметим что за первые  $t$  сек. частица изменила скорость на  $2t \frac{м}{с}$ .  
Поэтому мы можем написать  $v_0 = 2t$ .

$$0,5v_0 t = 0,16.$$

$$t^2 = 0,16.$$

$$t = 0,4 \text{ сек}$$

Отсюда  $m_1 \cdot \tau = 9t$ ,  $m_2 \cdot \tau = 1,6(\text{сек})$ .

$$s_1 = 4,25 \cdot \tau^2 = 8,5 t^2 = 8,5 \cdot 0,16 = 1,36 \text{ (м)}$$

$$s_2 = 3,75 \cdot \tau^2 = 7,5 t^2 = 7,5 \cdot 0,16 = 1,2 \text{ (м)}$$

105

№2.

В гранной ситуации мы имеем следующие:  $m_1$  - масса воды и calorimeter, после отсушения шарика со льдом по II закону. Поэтому все индукции уйд. на IFA, которая действует на шарик со льдом. Тогда часть воды напором вылетит поверхи льда из-за чего полярность весов изменится. Тогда все измерение от комнатной температуры лёг всё рассмотреть.

Запишем для этих 3 моментов уравнения.

I  $m_1 + \rho_B (V_C + V_L) = m_2$ , где  $V_C$  - объём шарика, а  $V_L$  - объём льда

II  $m_1 - m_H + \rho_B (V_C + V_L + V_H) = m_3$ , где  $m_H$  - масса напором вылетевшей воды, а  $V_H$  - объём этой воды уже при льде.

III  $m_1 + \rho_B V_C + \rho_L V_L = m_4$

Из I и III можно найти  $V_C$  и  $V_L$ .

$$\rho_B V_C = m_2 - m_1 - \rho_L V_L$$

$$\rho_B V_C = m_4 - m_1 - \rho_L V_L$$

$$m_2 - m_1 - \rho_B V_L = m_4 - \rho_L V_L - m_1$$

$$V_L (\rho_B - \rho_L) = m_2 - m_4$$

$$V_L = \frac{m_2 - m_4}{\rho_B - \rho_L} = \frac{0,2013 - 0,1913}{1000 - 900} = \frac{0,01}{100} = 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V_C = \frac{m_4 - m_1 - \rho_L V_L}{\rho_B} = \frac{0,1913 - 0,1 - 900 \cdot 10^{-4}}{3000} = \frac{0,0013}{1000} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^3\text{)}$$

Теперь через II найдем  $V_H$

$$m_1 - \rho_L V_H + \rho_B (V_C + V_L + V_H) = m_3$$

$$(m_1 + \rho_B (V_C + V_L)) - \rho_L V_H + \rho_B V_H = m_3$$

$$m_2 + V_H (\rho_B - \rho_L) = m_3$$

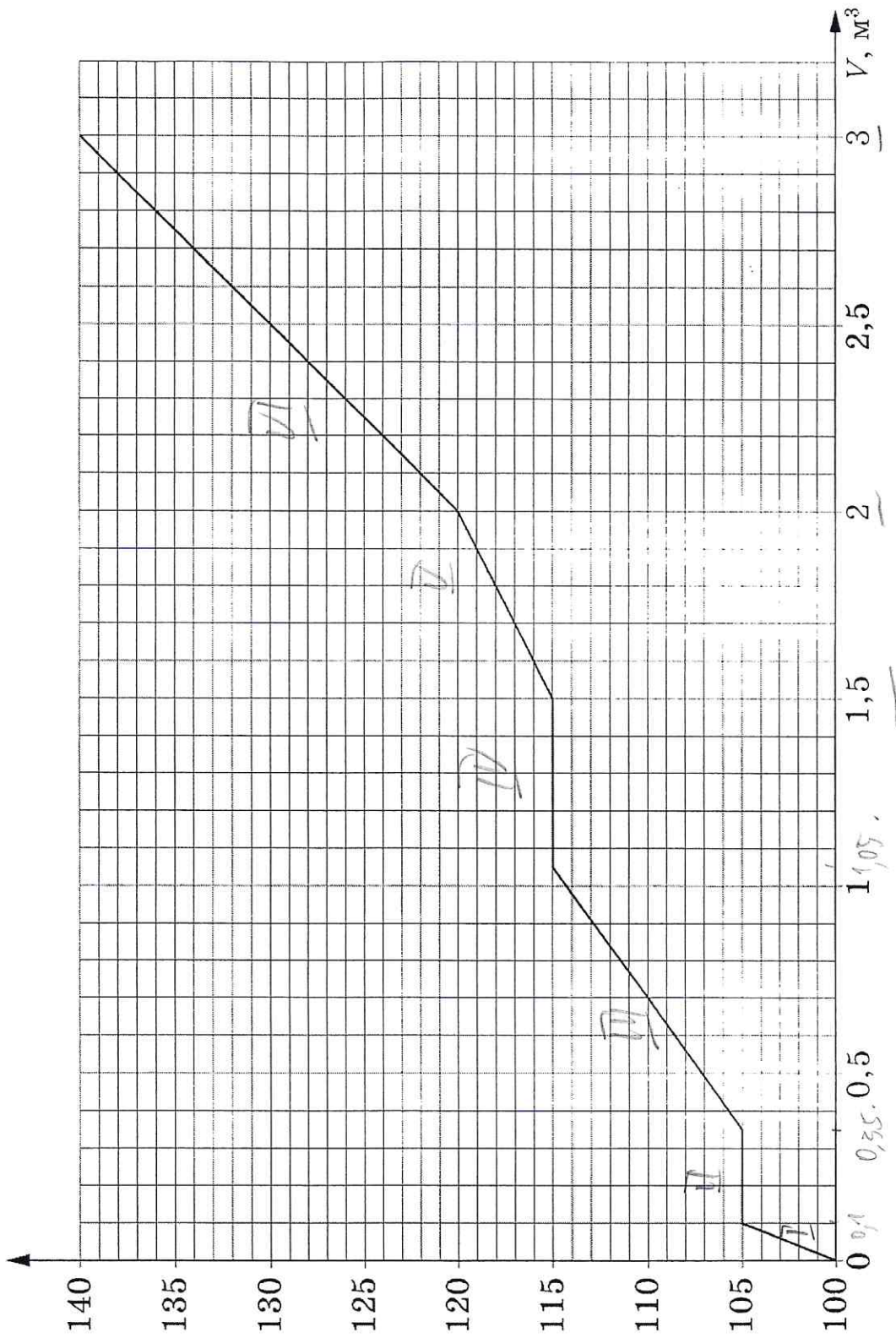
$$V_H = \frac{m_3 - m_2}{\rho_B - \rho_L} = \frac{0,2013 - 0,1913}{1000 - 900} = 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)}$$

Сиван  
Милаш

LIII Всероссийская олимпиада школьников по физике. Региональный этап.  
Теоретический тур. 21 января 2019 г.

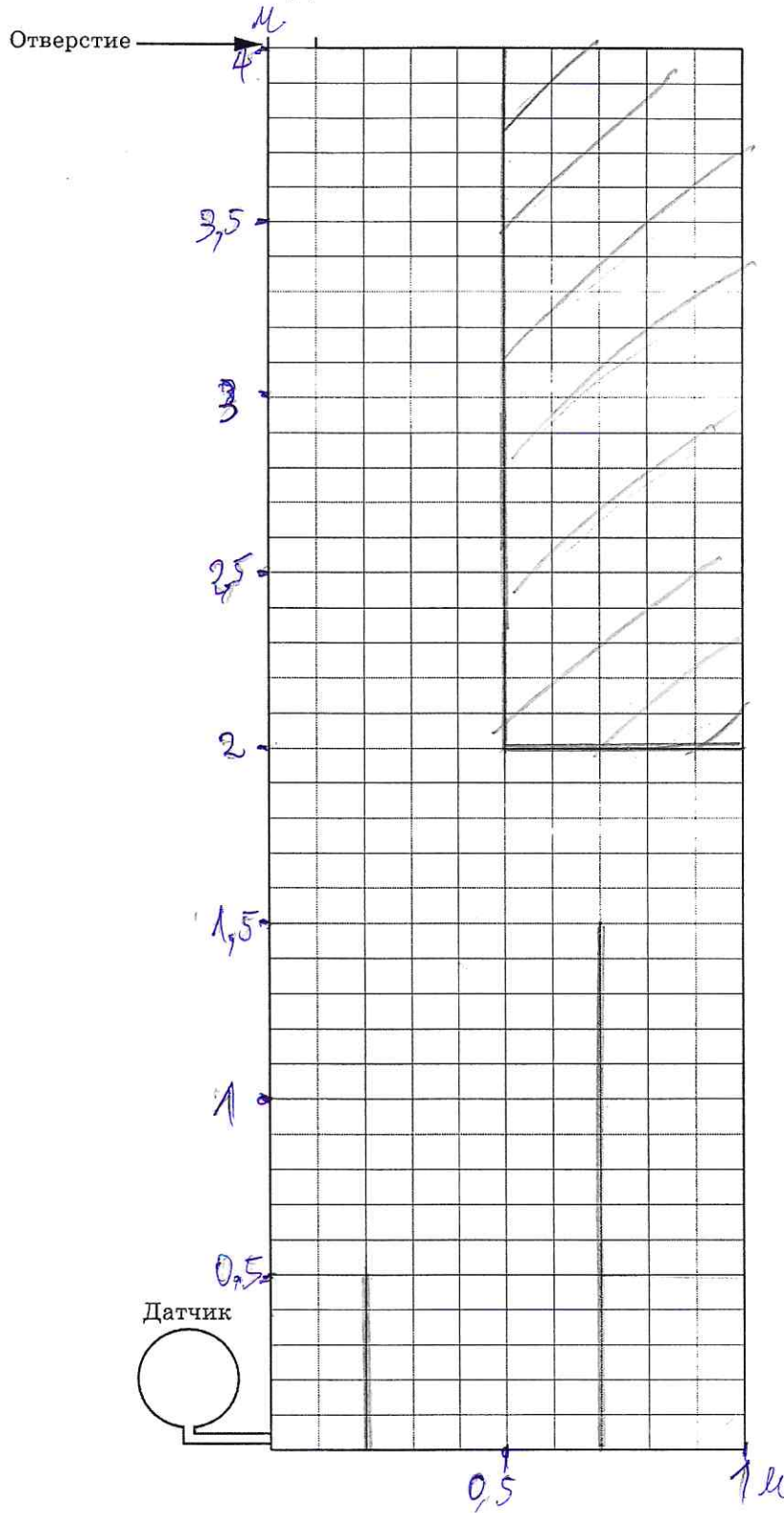
График для задачи 4 следует распечатать на отдельном листе формата А4.  
СДАЕТСЯ ВМЕСТЕ С РАБОТОЙ!!!

Зависимость показаний датчика давления от объема налитой воды



22 января на портале <http://abitru.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.

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



22 января на портале <http://abitur.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.

Отсюда  $m_c = \rho_c V_c = 7800 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6} = 0,01014$  (кг)

$m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} V_{\text{л}} = 0,09$  (кг)

$m_{\text{н}} = \rho_{\text{н}} V_{\text{н}} = 0,02835$  (кг)

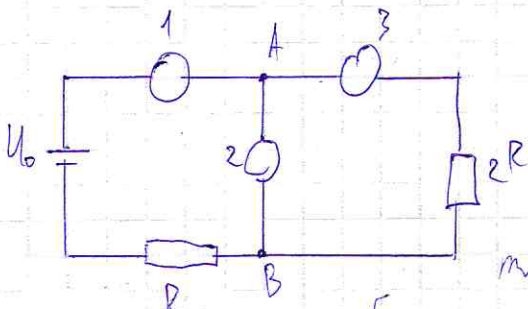
Чтобы найти  $t$ , запишем уравнение теплового баланса:

$m_{\text{н}} \rho c = m_c c_c (t_0 - t) + m_{\text{л}} c_{\text{л}} (t_0 - t) \quad t_0 = 0^\circ\text{C}$

$t (m_c c_c + m_{\text{л}} c_{\text{л}}) = - m_{\text{н}} \rho c$

$t = - \frac{m_{\text{н}} \rho c}{m_c c_c + m_{\text{л}} c_{\text{л}}} \approx - 49,8$  ( $^\circ\text{C}$ ).

100



№ 4.

Обозначим места приборов как 1, 2 и 3.

Найдем место где должен быть вольтметр.

Если он будет в м.1, то м.1 он идеален ( $R \rightarrow \infty$ ),

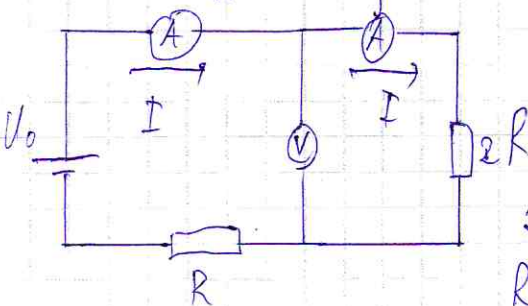
то ток через него не будет, что противоречит показаниям

амперметра. Если поставим в м.3, то он будет измерять напряжение

на участке AB, но т.к. амперметра идеальное ( $R=0$ ), то показания

вольтметра будут равны 0, что опять же противоречит.

Значит вольтметр стоит в м.2, отсюда амперметр в 1 и 3.



т.к. у  $V \quad R \rightarrow \infty$ , то ток через него не будет

он измеряет напряжение на резисторе  $2R$ .

$2RI = U. \quad I = 1 \mu\text{A} = 0,001 \text{ A}$

$R = \frac{U}{2I} = \frac{1,2}{2 \cdot 0,001} = 600 \Omega$

По 2 правую Кирхгофа  $U_0 = 2RI + RI = 3RI$

Значит  $U_0 = 1,8$  (В).

Показания второго амперметра будут такие же как и у первого. 1 мА.

№ 5.

Зададим график на 6 участков

Заметим что через  $R$  можно найти ток по амперметру, а через  $V$  можно найти

100

I  $p_1 = 105000 \text{ Па}$   $V = 0,1 \text{ м}^3$

$p = p_0 + \rho g h$  - формула для любого участка

или  $\rho g h = \frac{p - p_0}{\rho g}$

$h_1 = 0,5 \text{ м}$   $V_{0,1 \text{ м}^3}$   $S = \frac{\Delta V}{\Delta h} = 0,2 \text{ м}^2$

II  $p_2 = 105 \text{ кПа}$   $V = 0,25 \text{ м}^3$

III  $p_3 = 115 \text{ кПа}$   $V = 1,05 \text{ м}^3$

$h_3 = 1,5 \text{ м}$   $S = \frac{\Delta V}{\Delta h} = \frac{0,7}{1} = 0,7 \text{ м}^2$

IV  $p_4 = 115 \text{ кПа}$

V  $p_5 = 120 \text{ кПа}$   $h_5 = 2 \text{ м}$   $S = \frac{\Delta V}{\Delta h} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ м}^2$

VI  $p_6 = 140 \text{ кПа}$   $h_6 = 4 \text{ м}$   $S = \frac{\Delta V}{\Delta h} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ м}^2$

Отсюда мы симметрично врезаться на склоне, но чтобы получить произвольную  $S$  (м<sup>2</sup>) ее надо разложить на боковую сторону, но т.к. она равна 1, то и отложить надо  $S$  м

90  
как указано  
0,25 м об А, В, С  
(п.п. 6, 8)

Горизонтальные участки II и IV означают что скелет переноски и при геометрии этой выемки вода через них переливается.

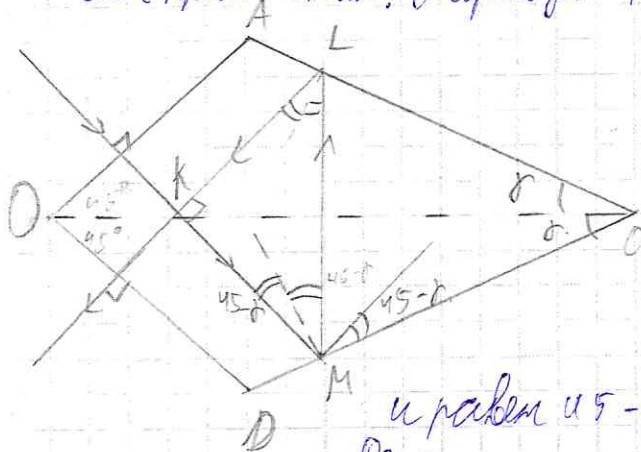
Трехгранником между двумя глинами врезаться.

Углублением обозначим пустоты.

Важно отметить, что это все единичные водопроницаемые слои расчетными переноской и проток.

и/ч.

Рассмотрим случай когда две грани перпендикулярны. Если изменить все преобразование. Нарисуем путь луча:



Обозначим правый угол за  $2\theta$ .

Тогда  $OB$  будет симметричным диагональ будет биссектрисой.

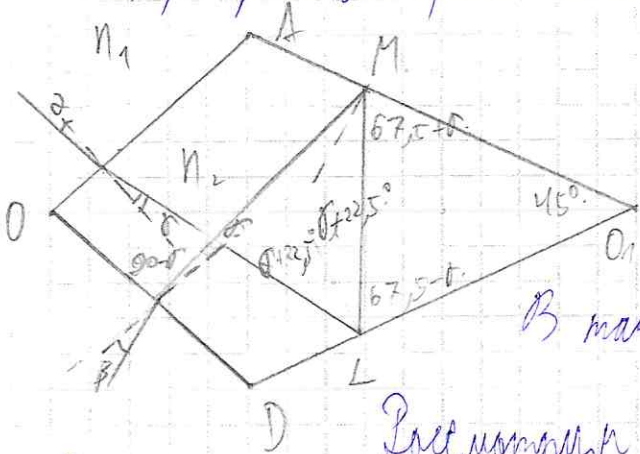
При попадании на  $PO$ , угол падения будет равен углу между  $OP$  и  $OA$ .

и равен  $45 - \theta$ .

далее рассмотрим отрезок от  $O_1A$ .

Заметим, что если изменить направление света луча, то мы получим, что угол отражения должен быть равен  $45^\circ$ .  
 Угол падения в  $\triangle KLM$ . В нем  $\angle KLM = \angle KML = 90 - \sigma$ , значит  $\angle LKM = 2\sigma$ . Но поскольку луч входящий и выходящий ~~судя по рисунку~~  $\angle AOD = 90^\circ$  между собой перпендикулярны, то ~~тогда~~  $\angle KLM = 90^\circ$ , откуда  $\sigma = 22,5^\circ$ .

Теперь рассмотрим ситуацию с лучом  $L_2$ .



Теперь за  $\sigma$  обозначим угол падения на поверхность луча  $L_2$ .

$$n_1 \sin \sigma = n_2 \sin \alpha$$

В таком случае угол падения будет равен  $\sigma + 45^\circ - 22,5^\circ = \sigma + 22,5^\circ$ .

Рассмотрим  $\triangle LMO_1$ .  $\angle MO_1L = 45^\circ$

$$\angle LO_1M = 90 - \sigma - 22,5 = 67,5 - \sigma \Rightarrow \angle LMO_1 = 67,5 + \sigma$$

что такое  $K$ ?

Рассмотрим  $\triangle OAMK$ :  $\angle OAM = 180 - 45 - 22,5 = 112,5^\circ$ ;  $\angle AOK = 90^\circ$ ;  
 $\angle AMK = \angle LMO_1 = 67,5 + \sigma \Rightarrow \angle OKM = 360 - \angle OAM - \angle AOK - \angle LMO_1 = 90 - \sigma$

Значит угол падения на  $OD$  равен  $\sigma$ . После полного преломления

$$n_1 \sin \beta = n_2 \sin \sigma, \text{ но по к. } n_2 \sin \sigma = n_1 \sin \alpha, \text{ то}$$

$$n_1 \sin \beta = n_1 \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \sin \alpha \Rightarrow \beta = \alpha$$

Значит луч выйдет под тем же углом к нормали

$$\begin{array}{r} 3 + 5\sigma \\ \hline 8\sigma \end{array} \quad \begin{array}{r} 10\sigma - 17,5 \\ \hline \end{array}$$



Региональный этап  
всероссийской олимпиады школьников  
по физике в 2019 г.

ВТОРОЙ ТУР

Ф9-17

Фамилия Сивак

Имя Михаил

Отчество Сергеевич

Класс 9

Территория Пермский край, г. Пермь

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) \_\_\_\_\_

МАОУ „СОШ №146 с углубленным изучением математики,  
физики, информатики“ г. Пермь

870

Задача 9.1.

Цель: определить массу шарика  $m_1$  и воды  $m_2$ .

Оборудование: шарик с водой и цилиндром, стакан с водой, линейка, ленточка, груз 50г, штатив, нирота, лампа

Метод решения: привяжем к концу шарика ниточку.

замерим диаметр стакана, т.к. он цилиндрической формы, не считая нижней части. Далее измерим начальную высоту воды в нём. Опустим шарик полностью в воду и измерим установившийся уровень воды, по этой информации можно найти объём шарика.

~~Далее~~ далее будем действовать следующим образом:

найдем координату центра масс линейки, сделаем рычаг из линейки ~~на~~ на одной стороне будем грузик, на другой центр масс линейки, и найдём таким образом массу линейки.

Потом воспользуемся методом изостатического взвешивания. Сделаем рычаг из линейки, с одной стороны повесим шарик с грузом и центр масс. Добьёмся равновесия.

Потом шарик опустим в воду и опять добьёмся равновесия. Определим это формулами.

$V_1 + V_2 = V_0 = \Delta h \cdot \pi \frac{D^2}{4}$  - измерение объёма шарика

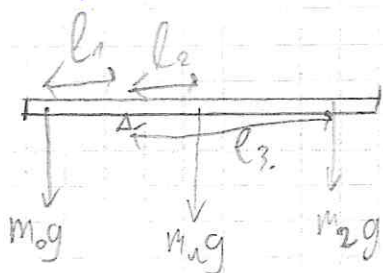
$m_1 g l_1 = m_2 g l_2$ , где  $m_1$  - масса линейки,  $m_2$  - массы грузика,  $l$  - расстояния от точки опоры до точек приложения сил.

$m_1 + m_2 = m_0$  - общая масса шарика.

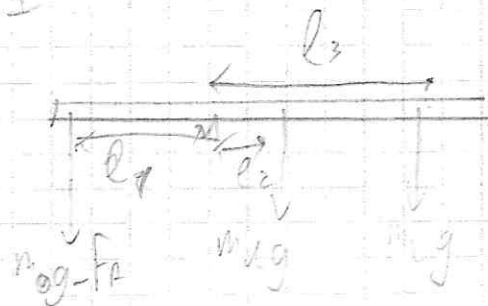
$m_1 g l_1 = m_1 g l_2 + m_2 g l_3$  - I равновесие, можно найти значение  $m_0$ .

$m_0 g l_1 - F_A l_1 = m_1 g l_2 + m_2 g l_3$  - II равновесие с вытеснением в воде

Записываем уравновесие:



I уравновесие



II уравновесие

Заметим, что  $l_1, l_2$  и  $l_3$  из разницы экпериментов различимы. В качестве опоры будем использовать ленту шпатель.

Запишем II уравновесие:

$$(m_0g - F_A) l_1 = m_1 g l_1 (m_y + m_b = \rho_0(V_y + V_b)) = g l_1 (m_y - \rho_0 V_y) = m_1 g l_2 + m_2 g l_3$$

Из этого можно вывести зависимость объема  $V_y = k m_y + b$ . Затем возьмем такую систему уравнений.

$$\begin{cases} m_y + m_b = m_0 \\ m V_y + V_b = V_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_y + m_b = m_0 \\ k m_y + b + \frac{m_b}{\rho_0} = V_0 \end{cases}$$

эти уравнения и 2 дифференциалом знаком систему можно решить.

Выведем общую формулу.

$$l_1 (m_y - V_y \rho_0) = m_1 l_2 + m_2 l_3$$

$$V_y l_1 \rho_0 = m_y l_1 - m_1 l_2 - m_2 l_3$$

$$V_y = \frac{m_y}{\rho_0} - \frac{m_1}{\rho_0} \frac{l_2}{l_1} - \frac{m_2}{\rho_0} \frac{l_3}{l_1}$$

$$\begin{cases} \frac{m_y}{\rho_0} - \frac{m_1}{\rho_0} \frac{l_2}{l_1} - \frac{m_2}{\rho_0} \frac{l_3}{l_1} + \frac{m_b}{\rho_0} = V_0 \\ m_y + m_b = m_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_b = \rho_0 V_0 - m_y + m_1 \frac{l_2}{l_1} + m_2 \frac{l_3}{l_1} \\ m_b = m_0 - m_y \end{cases}$$

$$m_0 - m_y = \rho_0 V_0 + m_1 \frac{l_2}{l_1} + m_2 \frac{l_3}{l_1} - m_y$$

По измерениям  $\Delta h = 1,3 \text{ см}$   $R = 8,3 \text{ см} \Rightarrow V \approx 70 \text{ см}^3$

~~$m_0 = m_2 (19,5 - 11) + m_x (20 - 11)$~~

$x = 19,5 \text{ см}$  - центр масс линейки

$m_0 (11 - 5) = m_2 (20 - 11) + m_x (19,5 - 11)$

$(40 - 36) m_2 = (36 - 19,5) m_x$

$6 m_0 = 9 m_2 + 3,5 m_x$

$m_x \approx 12(2)$

Итого

$m_0 = 1,5 \cdot 50 + \frac{35}{60} \cdot 12 \approx 92(2)$

Значит масса всего шарика  $\approx 92 \text{ г}$  и объем  $\approx 70 \text{ см}^3$ .

N1

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	0	0	0

85

N2

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

05