

107-17

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
Региональный этап  
23 - 25 января 2020 г.

Фамилия Дерман

Имя Владимир

Отчество Викторович

Класс 10 В

Территория г. Пермь

Образовательная организация МАОУ "СОШ №146"

Из-за трения манометры о стенки ~~и~~ шприца движение поршня становится ~~неравномерным~~ неравномерным, появляющаяся погрешность и как следствие, погрешность. Задаем давление при котором происходит сжатие поршня: ~~10^5~~ задаю в шприц 20 мл воздуха => зажимаю пальцем отверстие => шкала шприца примерно до отметки 10 мл => ~~задаю~~ задаю нагрузку с поршня => шприц уменьшается до отметки 19,4 мл.

По формуле  $p_1 V_1 = p_2 V_2$  находим  $p_2$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{10^5 \times 0,00002}{0,000019} = 105263$$

$$p_{\text{сж}} = p_2 - p_{\text{ат}} = 105263 - 100000 = 5263 \text{ Па}$$

$p_{\text{сж}}$  - давление при котором происходит сжатие поршня.

Для нахождения давления воды в бутылке ~~нажимаю~~ нажимаю в шприц воду из бутылки (9,5 мл) => закрываю отверстие пальцем (специальной резиновой не использую т.к. она недостаточно герметична) => шприц шприц полностью концентрируется растворенного газа при этом в равновесии => замеряю объем газа в шприце (9 мл). Поршень не двигаю.

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow (p_{\text{атм}} + p_{\text{сж}}) V = \nu RT \Rightarrow \Rightarrow V_1 = \frac{(p_{\text{атм}} + p_{\text{сж}}) \times V_2}{RT} = \frac{105263 \times 0,000009}{8,31 \times 300} = 0,00038 \text{ моль}$$

- количество газа ~~растворенного~~ не растворенного в воде.

$$V_2 = \alpha V P = 3,5 \times 10^{-4} \times 0,0000095 \times 105263 = 0,000349 \text{ моль}$$

- количество газа растворенного в жидкости

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 = 0,00038 + 0,000349 = 0,000729 \text{ моль}$$

- количество газа растворенного в воде в бутылке

$p_0$  - давление в бутылке

$$p_0 = \frac{V_{\text{общ}}}{\alpha \times V} = \frac{0,000729}{3,5 \times 10^{-4} \times 0,0000095} = 219248 \text{ Па}$$

$$p_0 = p_{\text{атм}} \left( 1 + \frac{V_{\text{газ}}}{2,25 V_{\text{жидк}}} \right)$$

Ответ: давление в бутылке 219248 Па. → Мало измерений!

1n	2n	3n	4n	5n	6n	7n	8n	9n	10n	11n	12n
25	15	05	15	05	0,55	15	15	15	05	15	15

0,58 (6n)

Часть 2

из ~~этой~~ первой части задачи известно, что в 10 мл газ. воды содержится примерно  $0,000429$  моль  $\text{CO}_2$  ~~в 5 мл~~  $\Rightarrow$  в 5 мл ~~будет~~ примерно  $0,0003645$  моль  $\text{CO}_2$ .

$V_0 = 0,0003645$  - кол-во газа в ~~вакуумности~~ ~~в бутылке~~

ладирато в шприц 5 мл газированной воде  $\Rightarrow$  закрывате обратный клапан  $\Rightarrow$  трысу шприца  $\Rightarrow$  замеряте объем газа в шприце (5 мл)  $\Rightarrow$  оттягивате поршень увеличивая объем газа (до 15 мл)  $\Rightarrow$  трысу  $\Rightarrow$  отпускате поршень  $\Rightarrow$  замеряте объем газа (8 мл)  $\Rightarrow$  ~~от~~ сжимате газ надавливая на поршень (до 61 мл)  $\Rightarrow$  трысу шприца  $\Rightarrow$  ~~от~~ отпускате поршень  $\Rightarrow$  замеряте объем газа (3 мл) для удобства делате таблицу зависима-ти ~~газа от~~ давления от объема газа.

№.	V (мл)	P (Па)	Вычисления
1	5	$p_{\text{атм}} + p_{\text{ртв}}$	$= 10^5 + 5263 = 105263$
2	15	$\frac{1}{3} (p_{\text{атм}} + p_{\text{ртв}})$	$= \frac{1}{3} \times 105263 = 35087$
3	8	$p_{\text{атм}} - p_{\text{ртв}}$	$= 10^5 - 5263 = 94737$
4	1	$\frac{5}{1} (p_{\text{атм}} + p_{\text{ртв}})$	$= 5 \times 105263 = 526315$
5	3 (н.г)	$p_{\text{атм}} + p_{\text{ртв}}$	$= 10^5 + 5263 = 105263$

В формуле  $P'V$  и  $PV$

для ~~каждого~~ номера 2 и 4 давление рассчиты-вается по формуле  $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad PV = \nu RT \quad \nu = \frac{PV}{RT}$$

$$V_0 = aVP \quad a = \frac{V_0}{VP} = \frac{V_0 - V_2}{VP} =$$

$$= \frac{V_0 - \frac{PV}{RT}}{VP}$$

$V_2$  - кол-во газа

вне вакуумности

$V_0$  - кол-во газа в вакуумности, но не в бутылке

$$a_1 = \frac{0,0003645 - \frac{105263 \times 0,0000005}{8,31 \times 300}}{0,000005 \times 105263} \approx 2,914 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$a_2 = \frac{0,0003645 - \frac{34737 \times 0,0000009}{8,31 \times 300}}{0,000019 \times 35087} \approx 3,885 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$a_3 = \frac{0,0003645 - \frac{105263 \times 0,0000003}{8,31 \times 300}}{0,000001 \times 526315} \approx 4,518 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$\Delta a_1 = |a - a_1| = |3,5 \times 10^{-4} - 2,914 \times 10^{-4}| = 0,586 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$\Delta a_2 = |a - a_2| = 0,385 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$\Delta a_3 = |a - a_3| = 1,018 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$a_{\text{сред}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{(2,914 + 3,885 + 4,518) \times 10^{-4}}{3} \approx 3,772 \times 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

$$\Delta a_{\text{сред}} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3}{3} = 0,663$$

ответ: значение справедливо

погрешности значений

Цу недаримо прегрешилим  
Це убаво кофисово

№ 10. 2.

1 2 3 4 5 6 7 8 9  
2 1 1 1 2 0 1 9

Закоњу фронтенур шарика:  
1 вариант  
вымагваю меншу мрежкани неколко  
мариков => выравнвато ис в  
одну мрежу => оставято столько  
мариков сколько нужно чтобы  
их ширина была 180 мм  
(измерения с помощью линейки) =>  
считато их количество (95 шт.) =>

$$d = \frac{L}{n} = \frac{180}{95} \approx 1,894 \text{ мм}$$

2 вариант (который я буду использовать  
в дальнейшем в эксперименте)  
вымагвато на миллиметровку  
80 мариков => выравнвато в одну линию  
между мрежками => замерято  
одну сторону длины ( $\approx 151,5 \text{ мм}$ ). =>

$$d = \frac{L}{n} = \frac{151,5}{80} \approx 1,8937 \text{ мм}$$

Законоу размеры параллелепипеда из  
шариков ширины ~~то~~ непрозрачной  
коробки с помощью линейки:

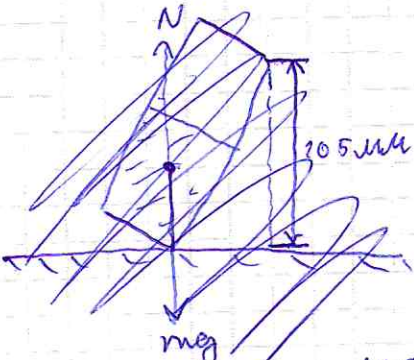
~~ширина и высота~~

$$a = 48 \text{ мм} \quad b = 38 \text{ мм}$$

ширина и высоту высоты c:

шарик внутри коробки спрессован  
внутри, поэтому при наклоне  
коробки на некоторый угол не меняют  
своё положение. (выяснено эксперимен-  
тирн с прозрачной коробкой)

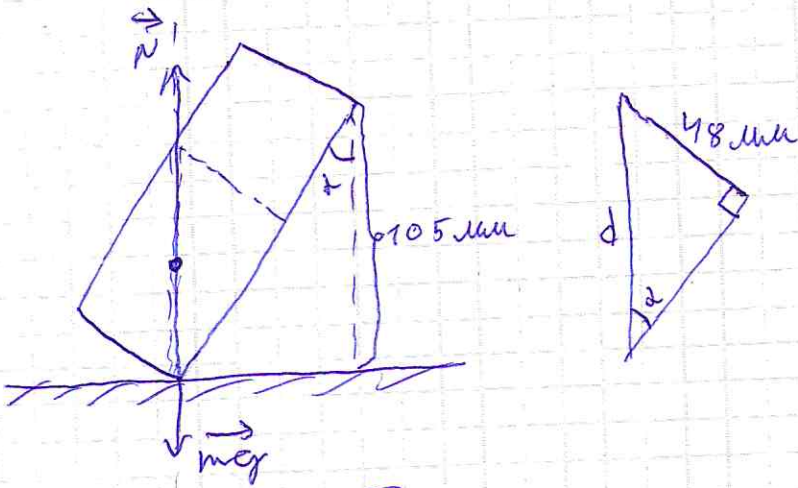
Наклоняю коробку используя  
ребро стороны b как ось вращения =>  
нахожу положение равновесия =>  
используя линейку нахожу высоту  
от верхнего ребра стороны b до  
поверхности шара (105 мм) =>



$$\Rightarrow \text{замерято высоту коробки} \\ (120 \text{ мм}) \Rightarrow \text{нахожу } \cos \alpha = \\ = 105 / 120 = 0,875$$

Количество шариков справа  
и слева от точки в которой  
лежит ось вращения и ось в  
которой лежат векторы  $mg$   
и  $N$  равно т.к. конструкция  
находится в равновесии само-  
временно крутящие моменты  
по и против часовой стрелки  
уравниваются друг друга.

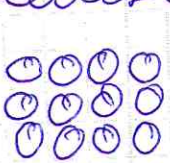
$\text{угол } \alpha \approx 28,95^\circ$   
 $\sin \alpha \approx 0,484$   
 $d \approx 95,148$   
 $c \approx 86,75 \text{ мм}$



В коробке шариков лежат примерно следующего вида:



Я буду рассуждать так: во сколько раз больше объём коробки, чем объём одного шарика, столько и шариков. Это не сильно зависит от погрешности.



(Делаю такой вывод опираясь на задачу про заливку из резино-кальцевого типа прошлого года, в решении которой можно было так сделать)

Нахожу объём всех шариков в непрозрачной коробке:

$$V_{\text{объём}} = a \times b \times c = 48 \times 38 \times 86,75 \approx 158232 \text{ мм}^3$$

Нахожу объём кубика в который поместится один шарик.

$$V_1 = d^3 = 18937^3 = 6,7909 \text{ мм}^3$$

Нахожу количество шариков:

$$n_{\text{шариков}} = \frac{V_{\text{объём}}}{V_1} = \frac{158232}{6,7909} \approx 23300 \text{ штук}$$

Ответ: количество шариков  $\approx 23300$  штук.

~~т.к. я не сразу увидел формулу~~  
~~условие задачи~~

2 Вариант  
 использую формулу объёма шарика, даны в условии:

$$V_2 = \pi d^3 / 6 = 3,14 \times 1,8937^3 / 6 = 3,5539 \text{ мм}^3$$

$$n_{\text{шариков}} = \frac{V_{\text{объём}}}{V_1} = \frac{158232}{3,5539} \approx 44523 \text{ штук}$$

Ответ: количество шариков  $\approx 44523$  штуки.

Ф10-12.

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Региональный этап

23 - 25 января 2020 г.

Фамилия Дерман

Имя Владимир

Отчество Викторович

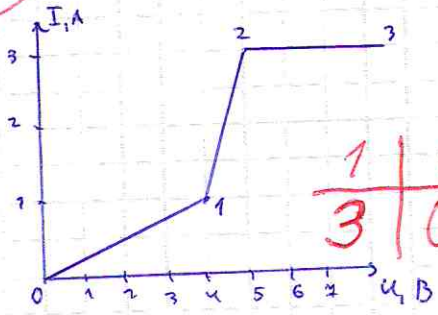
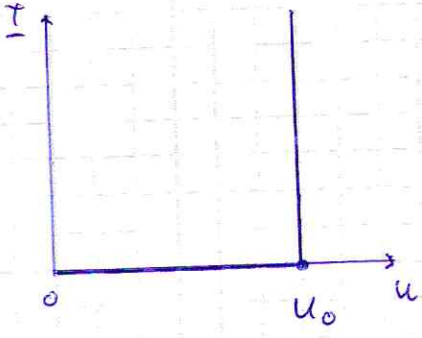
Класс 10 В

Территория г. Пермь

Образовательная организация МБОУ СОШ №146"

№ 10.5

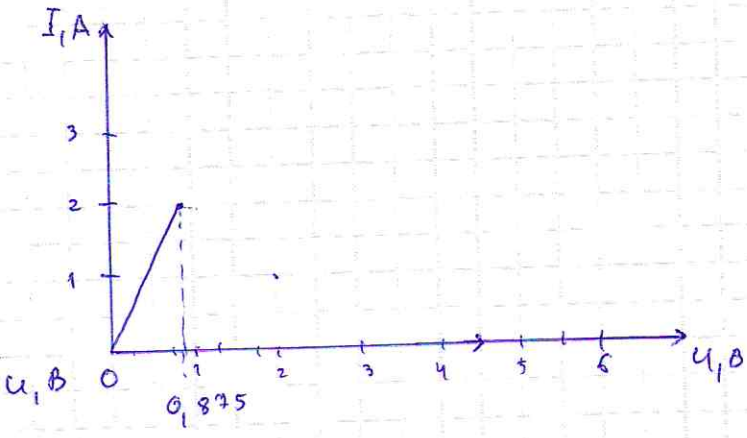
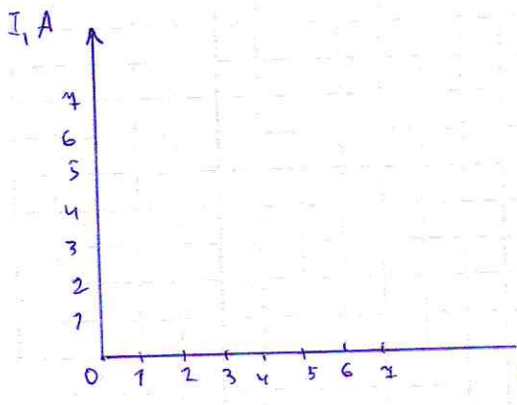
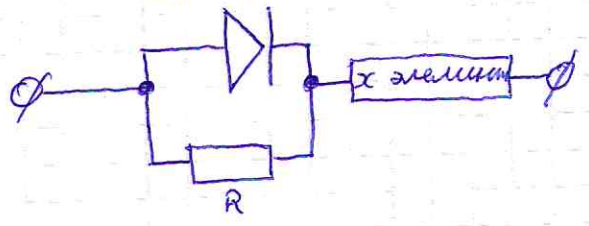
Ф10-12.



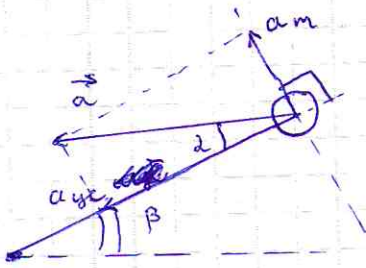
1	2	3	4	5	Σ
3	0	0	2	5	10

Диод не ~~можно~~ нельзя подключать параллельно всей схеме т.к. при его открытии ток будет очень большой. Элемент должен стоять последовательно всей схеме т.к. ~~тогда~~ при напряжении выше 3В сила тока не изменится. ~~резистор должен быть подключен по формуле~~

минимальное напряжение открытия диода 0,875 В







Ускорение  $a$  состоит из ускорения торможения ( $a_m$ ) и центростремительного ускорения ( $a_{yc}$ ).  
 $a_m$  направлено против скорости шарика,  $a_{yc}$  от центра шарика к ~~к~~ оси вращения.

$$a \sin \alpha = a_m \quad ; \quad a \cos \alpha = a_{yc} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{a_m}{a_{yc}} = \operatorname{tg} \alpha$$

~~$$a = \sqrt{a_{yc}^2 + a_m^2} = \sqrt{a_{yc}^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + a_{yc}^2}$$~~

$$a_{yc} = \frac{v^2}{r} \quad a_m = \frac{v^2}{r} \operatorname{tg} \alpha$$

~~$$a = \sqrt{\left(\frac{v^2}{r} \operatorname{tg} \alpha\right)^2 + \left(\frac{v^2}{r}\right)^2} = \frac{v^2}{r} \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}$$~~

~~$$v = \frac{a r}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}}$$~~

$$t = \frac{v}{a} = \frac{r}{v \operatorname{tg} \alpha}$$

$$S = v t - \frac{a_m t^2}{2} = \frac{v r}{v \operatorname{tg} \alpha} - 0,5 \frac{v^2}{r} \operatorname{tg} \alpha \times \frac{r^2}{v^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} =$$

$$= \frac{r}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{0,5 r}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,5 r}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$S = \pi 2r \times \frac{\beta}{360^\circ} = \frac{r \beta}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

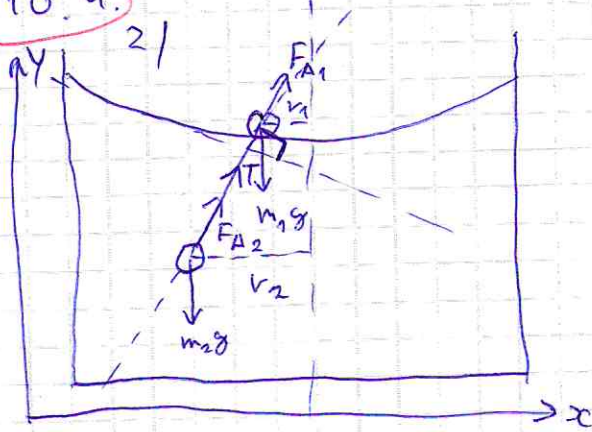
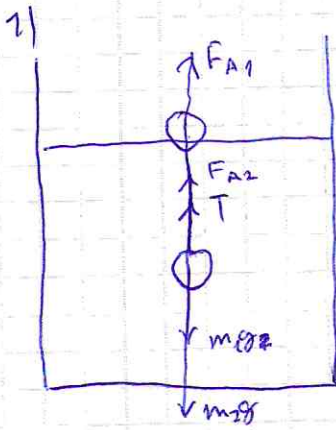
$$\pi 2r \beta = \frac{360^\circ r}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad 2 \pi \sqrt{\beta} \times 2 \operatorname{tg} \alpha = 360^\circ \sqrt{\beta}$$

$$\beta = \frac{360^\circ}{4 \pi \operatorname{tg} \alpha} = \frac{90^\circ}{\pi \operatorname{tg} \alpha}$$

Ответ: шарик повернется на  ~~$\beta$~~   $90^\circ$  угол

$$\beta = \frac{90^\circ}{\pi \operatorname{tg} \alpha}$$

№ 10. ч.



$$1) \quad P_0 g V_{\text{норм}} = m_1 g + T$$

$$P_0 g V + T = m_2 g$$

$$P_0 g V_{\text{норм}} = m_1 g + m_2 g - P_0 g V$$

$$(m_1 + m_2) g = P_0 g (V_{\text{норм}} + V)$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) g = P_0 (V_{\text{норм}} + V)$$

$\omega$  - угловая скорость  
 $r_1$  - радиус по которому вращается верхний шарик,  $r_2$  - радиус

2) ось x:

$$m_1 g + T \cos \alpha = P_0 g V_{\text{норм}}'$$

$$m_2 g = P_0 g V + T \cos \alpha$$

$$m_2 g - P_0 g V = P_0 g V_{\text{норм}}' - m_1 g$$

$$m_2 + m_1 = P_0 (V_{\text{норм}}' + V)$$

ось y:

~~$$m_2 \frac{\omega^2}{r_1} + T \sin \alpha = P_0 \frac{\omega^2}{r_1} V_{\text{норм}}'$$~~

~~$$m_1 \omega^2 r_1 + T \sin \alpha = P_0 \omega^2 r_1 V_{\text{норм}}'$$~~

~~$$m_2 \omega^2 r_2 = P_0 \omega^2 r_2 V + T \sin \alpha$$~~

~~$$m_2 \omega^2 r_2 - P_0 \omega^2 r_2 V = P_0 \omega^2 r_1 V_{\text{норм}}' - m_1 \omega^2 r_1$$~~

~~$$(m_2 - P_0 V) r_2 = (P_0 V_{\text{норм}}' - m_1) r_1$$~~

$$\sin \alpha = \frac{r_2 - r_1}{L} \quad r_2 = \sin \alpha L - r_1$$

$$(m_2 - P_0 V) \sin \alpha L - r_2 = (P_0 V_{\text{норм}}' - m_1) r_1$$