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

1032

Фамилия Сивак

Имя Михаил

Отчество Сергеевич

Класс 10

Территория г. Пермь

Образовательная организация МАОУ „СОШ №146"

1	2	Σ
11,0	8	19,0

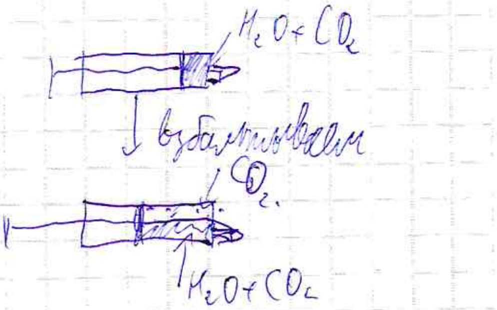
1072

№10.1

По закону Генри: $\nu = \alpha V p$ => $n = \alpha p$, где $n = \frac{\nu}{V}$ – концентрация молей CO_2 в жидкости. Как указано в примечании концентрация газа в покойном состоянии приходит в равновесие за достаточно длительное время. Поступим след. образом: откроем аккуратно бутылку, возьмем определенный объем воды в шприц (без воздуха), закроем шприц, взбалтываем шприц → газ CO_2 высвободится и займет необходимый объем. (1н)

Таким образом в бутылке $n = \alpha p_x$. Взяв в шприц V_0 м³ воды в ней будет содержаться $n \cdot V_0$ молей. После взбалтывания кол-во молей будет тем же самым при этом, т.к. поршень будет в свободном состоянии, то в силу его равновесия давление внутри шприца у CO_2 будет около атмосферного.

По закону Генри $\nu_1 = \alpha V_0 p_0$, т.к. объем воды не изменится от высвобождения CO_2.



$\nu_2 = \frac{p_0 V_{CO_2}}{RT}$, из уравнения Менделеева-Клапейрона.

$\nu_1 + \nu_2 = \nu_0 = n \cdot V_0$

$$\frac{p_0 V_{CO_2}}{RT} + \alpha p_0 V_0 = \alpha p_x V_0$$

$$p_x = p_0\left(\frac{\alpha V_0}{\alpha V_0} + \frac{V_{CO_2}}{RT\alpha V_0}\right) = p_0\left(1 + \frac{V_{CO_2}}{V_0} \cdot \frac{1}{RT\alpha}\right)$$ (4н)

Таким образом можно приблизительно посчитать давление газов в бутылке до открытия.

Для проверки закона Генри поступим аналогично: наберем V_0 м³ воды без воздуха. Закроем шприц, тогда для кол-ва в-ва CO_2 справедливо:

$n_0 \cdot V_0 = \nu_1 + \nu_2$, где n_0 – нач. концентрация молей ν_1 – кол-во в-ва после взба-

творения в воде, ν_2 – кол-во в-ва в газообразной форме
Чтобы менять давление поступим так:
увеличим или уменьшим объём CO_2 в шприце, после взбалтывания сохраняя объём. Далее, считая, что CO_2 не спешит выводиться из воды, отпустим плавно поршень (чтобы не взбалтывать); тогда давление внутри станет опять атмосферным и мы сможем узнать о давлении при сжатом состоянии по изменению объёма предполагая что $T = const$. (8 п)

$p_0 V_0 = const$.

$\nu_1 + \frac{p_0 V_{CO_2}}{RT} = \nu_2 + \frac{p_1 V_1}{RT} = \nu_3 + \frac{p_2 V_2}{RT}$, где V_1 и V_2 – объёмы CO_2 в газе после взбалтывания при фикс. объёме. p_1 и p_2 – их давления.

$p_1 V_1 = p_0 V_{1.0}$ $p_2 V_2 = p_0 V_{2.0}$, где $V_{1.0}$ и $V_{2.0}$ – объёмы газа после плавного отпускания поршня.

Отсюда мы можем узнать $\overset{\Delta\nu_1}{\nu_1 - \nu_2}$, $\overset{\Delta\nu_2}{\nu_3 - \nu_1}$ и Δp_1, Δp_2 и проверить закон Генри.

Если он справедлив, то увеличение давления в n раз должно увеличить ν в kn раз, где k – некоторая константа. (7 п)

Проведём измерения:

к I части: $V_0 = 5$ мл $= 5 \cdot 10^{-6}$ м^3 $V_{CO_2} = 8$ мл $= 8 \cdot 10^{-6}$ м^3. (2 п)

$p_x = p_0 \left(1 + \frac{V_{CO_2}}{V_0} \cdot \frac{1}{RT\lambda}\right)$ $R = 8{,}31$

$p_x = 10^5 \left(1 + \frac{8}{5} \cdot \frac{1}{8{,}31 \cdot 300 \cdot 9{,}5 \cdot 10^{-4}}\right) \approx 280$ (кПа) $= 2{,}8$ (атм). (6 п)

ко II части. используем тот же самый шприц $V_0 = 5$ мл. $V_{CO_2} = 8$ мл при p_0
p_0 – атмосферное, увеличим объём шприца до 20 мл и взболтаем.
$V_1 = 15$ мл. $V_{1.0} = 10$ мл $\Rightarrow p_1 = p_0 \frac{V_{1.0}}{V_1} \approx 0{,}67 p_0$.

P_2 – повышенное давление, сожмём цилиндр. Прим. уточнение объёма в 8 мл.

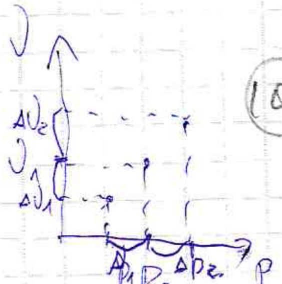
~~V_1~~ $V_2 = 3$ мл $V_{2.0} = 5{,}5$ мл $\Rightarrow P_2 = P_0 \frac{V_{2.0}}{V_2} \approx 1{,}83 P_0$

~~$P_2 = P_0 \frac{V_{2.0}}{V_2} = 1{,}833 P_0$~~

~~$\Delta P_1 = 0{,}32 P_0$ $\Delta P_2 = 0{,}83 P_0$~~

$\Delta\nu_1 = \nu_1 - \nu_2 \approx 8{,}2 \cdot 10^{-5}$ (моль)

$\Delta\nu_2 = \nu_3 - \nu_1 = \frac{P_0 V_{CO_2} - P_2 V_2}{RT} \approx 1 \cdot 10^{-4}$ (моль) качественный график для точек.



10и

При выполнении закона Генри $\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{\Delta\nu_1}{\Delta\nu_2}$ $\frac{\Delta\nu_1}{\Delta P_1} = \frac{\Delta\nu_2}{\Delta P_2} = \alpha V_0$

$\Delta P_1 = P_0 - P_1 = 0{,}33 P_0 \approx 33000$ (Па)

$\Delta P_2 = P_2 - P_0 = 0{,}83 P_0 \approx 83000$ (Па)

$\alpha = \frac{\Delta\nu_1}{\Delta P_1 V_0} \approx 5 \cdot 10^{-4} \left(\frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}\right)$ $\alpha = \frac{\Delta\nu_2}{\Delta P_2 V_0} = 2{,}4 \cdot 10^{-4}$

Проведём повторные измерения.

$V_0 = 5$ мл $V_{CO_2} = 7$ мл $V_1 = 15$ мл $V_{1.0} = 9$ мл $V_2 = 2$ мл $V_{2.0} = 4$ мл

$P_1 = \frac{P_0 V_{1.0}}{V_1} = 0{,}6 P_0$ $P_2 = P_0 \frac{V_{2.0}}{V_2} = 2 P_0$

$\Delta P_1 = 40$ кПа $\Delta P_2 = 100$ кПа.

$\Delta\nu_1 = \frac{P_1 V_1 - P_0 V_{CO_2}}{RT} \approx 8 \cdot 10^{-5}$ $\alpha = \frac{\Delta\nu_1}{\Delta P_1 V_0} = 4 \cdot 10^{-4}$

$\Delta\nu_2 = \frac{P_0 V_{CO_2} - P_2 V_2}{RT} \approx 1{,}2 \cdot 10^{-4}$ $\alpha = \frac{\Delta\nu_2}{\Delta P_2 V_0} = 2{,}4 \cdot 10^{-4}$

как ср. арифметическое

$\alpha_{ср} \approx 3{,}5 \cdot 10^{-4}$?

1и – 3б
2и – 1б
3и – 0б
4и – 1б
5и – 0б
6и – 1б
7и – 1,5б
8и – 1,5б
9и – 1б
10и – 0,5б
11и – 0,5б
12и – 0б

№ 10.2 см. далее.

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

№10.2.

Достанем из зерна (не все) их для измерения диаметра. Разберемся чтобы достаточное кол-во зёрен лежало подряд в ряд, ~~просто~~ просто все соприкасаются с соседним тогда d зерного можно опр. след. образом $d = \frac{l}{n}$, где d – диаметр зерна, l суммарная длина ряда из n зерен

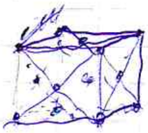
$n = 42$ $l = 8{,}6$ см $\Rightarrow d \approx 0{,}205$ см. таким образом мы уменьшаем погрешность измерения d: $\varepsilon_l = \frac{0{,}1}{8{,}6} = \varepsilon_d \approx 1\%$ $\Delta d = \varepsilon_d \cdot d \approx 0{,}003$ (см).

$d = 0{,}205 \pm 0{,}003$ см

$a = 4{,}6$ см $b = 3{,}8$ см $l = 12$ см.

Линейные размеры коробки: 

Будем считать, что упаковка зерен достаточно плотная, рассматривать будем гранецентрично. $k = \frac{V_0}{V_1} = \frac{\pi\sqrt{2}}{6}$



при такой упаковке зерна займут вершины кубов и центры граней рассчитаем какой объём в среднем приходится на зерно: для куба d диагональ грани $4r \Rightarrow$ стороны $2\sqrt{2}r = \sqrt{2}d$. Внутрь куба помещается по $\frac{1}{8}$ шариков при вершинах и по $\frac{1}{2}$ шариков в центре граней, тогда на куб приходится $\frac{1}{8} \cdot 8 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 4$ шарика

$V_к = 2\sqrt{2}d^3$ $\frac{V_к}{4} = \frac{d^3}{\sqrt{2}}$ – объём приходящийся на 1 шарик

Отсюда, если мы найдем объём зерна в коробке $V = N \cdot \frac{d^3}{\sqrt{2}}$, то мы найдём кол-во зёрен $N = \frac{\sqrt{2}V}{d^3}$

Проведя эксперименты с шариками в прозрачной коробке заметим что если зафиксировать коробку в некотором положении, и потом её немного потрясти, то поверхность ~~зерна~~ зерна будет иметь горизонтальное положение, подобно тому как это происходит в жидкостях.

15(1)

Наклоним коробку под углом α к горизонтали. Высоту h мы меряем с помощью линейки, тогда

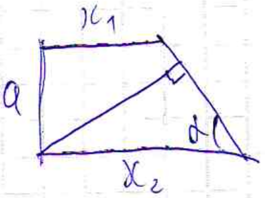
$\sin\alpha = \frac{h}{l}$,

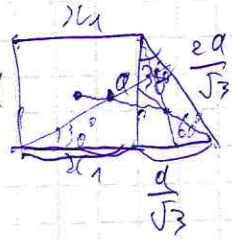
Каждый раз осторожно будем трясти коробку, так чтобы не изменять α.

Найдём такое α, что ~~эта~~ коробка будет примерно в равновесии, это означает, что центр масс зерна находится на вертикали с точкой опоры. Из многократных экспериментов, когда поворот проходит через грань в, установили что $h \approx$ ~~[illegible]~~ 10,5 см $\alpha \approx 60^\circ$

Считая, что в каждом вертикальном сечении зерно будет представлять одинаковые прямоугольные трапеции.

Отсюда $V = a \cdot в \cdot \left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)$, где x_1 и x_2 – основания трапеции.





Ф10-13

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

Фамилия Сивак

Имя Михаил

Отчество Сергеевич

Класс 10

Территория г. Пермь

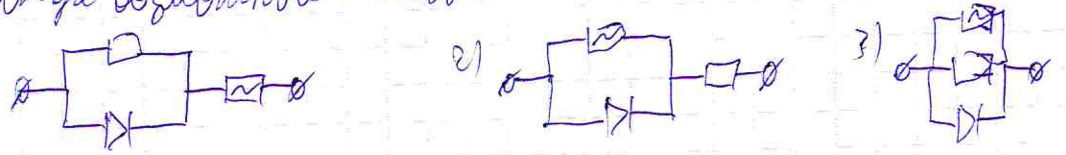
Образовательная организация МАОУ „СОШ №146"

Ф10-13.

№5

Заметим, что диод должен быть подключён параллельно к чему-либо, т.к. при малых U ток проходит через ЧЯ. Но диод обязан быть подключён нами к какому-либо элементу, т.к. иначе через него бы никогда не шёл ток. Отсюда возможные схемы:

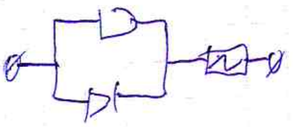
1) 2) 3)



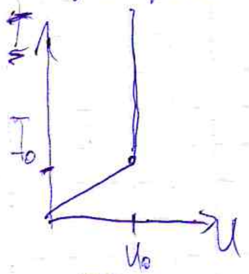
Заметим, что при 3 схеме после открытия диода ~~U будет сохранено~~ ситуация, когда ~~~~ при $U \geq 5$В $I = 3$А невозможна. Аналогично во 2 схеме после открытия диода при любом монотонно возрастающем ВАХе элемента X мы не достигнем ограничения тока на уровне 3А.

1	2	3	4	5	Σ
10	10	6	7	10	43

Значит схема ЧЯ:



Построим ВАХ резистора и диода подключенного параллельно:



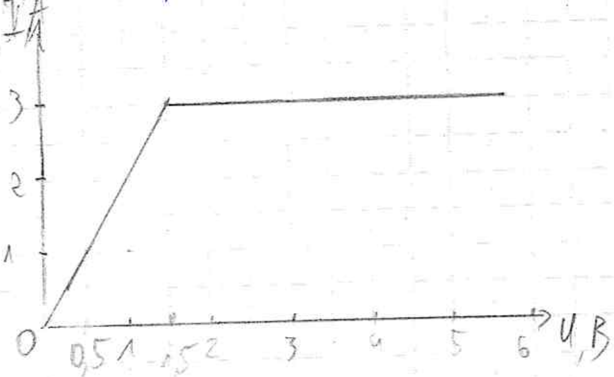
$\frac{U_0}{I_0} = 3,5$ Ом.

Поскольку данное параллельное подключение диода и резистора, последовательно соединено с элементом X, то их ВАХи суммируются по ~~токам~~ U, и итоговый ВАХ нам известен. Значит если из конечного ВАХа вычесть ВАХ ранее полученный, то мы получим ВАХ элемента X.

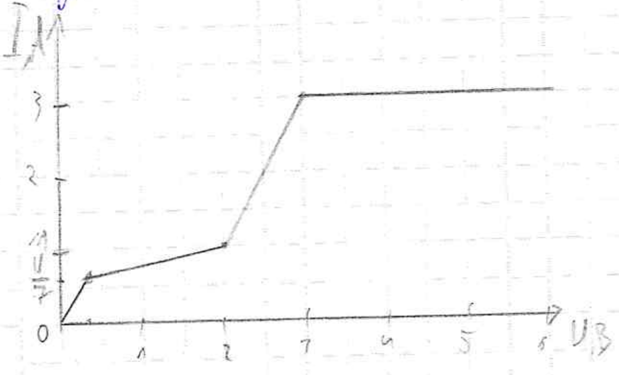
Т.к. по условию ВАХ X монотонно возрастает, то ΔU при одном и том же I должно ~~увеличиваться~~ не уменьшаться. Отсюда появляется ограничение на напряжение открытия $U_0 \leq 3$В.

Значит $U_0 \in [0; 3,5]$ В.

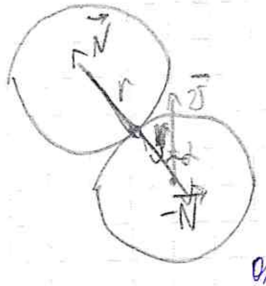
Теперь построим ВАХ для Х при $U_{max} = 3,5$ В.



для $U_0 = 2$ В:

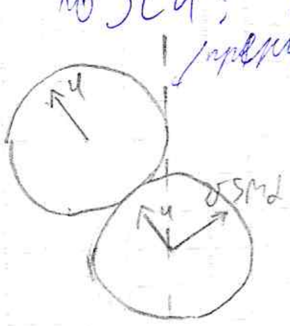


№2.



Рассмотрим момент удара шайб. Угол $\alpha < 90°$, иначе соударения не будет. Т.к. боковые поверхности шайб гладкие, то единственная действующая сила — сила реакции опоры, она будет направлена по прямой соединяющей центры окружностей. ~~[illegible]~~ Возможно сразу после соударения скорость ранее неподвижной будет направлена по линии действовавшей силы. Соударение прекращается когда скорости шайб в проекции на линию соед. центры сравняются.

по ЗСИ: $mv\cos\alpha = mu + mu = 2mu \Rightarrow u = \frac{v\cos\alpha}{2}$.



Из чертежа видно, что после соударения они разлетятся под острыми углами к прежней траектории налетающей шайбы, значит траектория налетающей шайбы — b

Т.к. шайбы одинаковые, то коэф трения одинаков. Заметим, что $\frac{A_1}{A_2} = \frac{\mu m g s_1}{\mu m g s_2} = \frac{s_1}{s_2}$.

При полной остановке: $A_1 = \mu m g s_1 = \frac{m v_1^2}{2}$ $\quad A_2 = \mu m g s_2 = \frac{m v_2^2}{2}$.

Откуда $\frac{s_1}{s_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$, как мы выяснили ранее $v_1 = u = \frac{v\cos\alpha}{2}$

$v_2 = \sqrt{u^2 + v^2\sin^2\alpha} = v\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{4} + \sin^2\alpha}$

Значит $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\frac{v^2\cos^2\alpha}{4}}{v^2\left(\frac{\cos^2\alpha}{4}+\sin^2\alpha\right)} = \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha+4\sin^2\alpha} = \frac{\cos^2\alpha}{1+3\sin^2\alpha}$

Из чертежа данного в условии $\alpha = 15°$, если C – траектория ранее неподвижной шайбы.

и $\alpha = 45°$, если C – новая траектория налетевшей шайбы

Ответы: $\left[\begin{array}{l} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \approx 0,78 \text{ если } \alpha = 15° \\ \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = 0,2 \text{ если } \alpha = 45°. \end{array}\right.$

для пункта Б запишем ЗСЭ сразу до и после соударения (считаем, что $A_{тр} = 0$)

$\frac{mv^2}{2} = Q + \frac{mu^2}{2} + \frac{m\left(\sqrt{v^2\sin^2\alpha+u^2}\right)^2}{2}$ $\frac{mv^2}{2}\cdot x = Q$, где x – искомая доля

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{m\left(\sqrt{\frac{v^2\cos^2\alpha}{4}+v^2\sin^2\alpha}\right)^2}{2} + \frac{mv^2}{2}x.$

$v^2 = \frac{v^2\cos^2\alpha}{4} + \frac{v^2\cos^2\alpha}{4} + v^2\sin^2\alpha + v^2x.$

$x = 1 - \frac{\cos^2\alpha + 2\sin^2\alpha}{2} = 1 - \frac{1+\sin^2\alpha}{2}.$

$\left[\begin{array}{l} x \approx 0,47 \text{ при } \alpha = 15° \\ x = 0,25 \text{ при } \alpha = 45°. \end{array}\right.$

№1

~~По определению $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$~~

на шарик действует 2 ускорение: ~~от нити cos~~ нормальное, которое создаёт сила натяжения

и тангенциальное, которое создаёт сила сопротивления.

$a_н = \frac{v^2}{L} = \omega^2 L$, где L – длина нити.

$a_\tau = \frac{F_c}{m}$ $F_c = kv = k\omega_0 L$, по условию. где ω_0 – угл. скорость в нач. момент.

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a_\tau}{a_н} = \frac{k\omega L}{m\cdot\omega_0^2 L} = \frac{k}{m\omega_0}$

По определению $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$; $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ => $d\varphi = \omega\, dt = \omega\cdot\frac{d\omega}{\varepsilon}$

$I\varepsilon = M$ $M = F_c\cdot L = k\omega L^2$ $I = mL^2$

$\varepsilon = \frac{M}{I} = \frac{k\omega L^2}{mL^2} = \frac{k\omega}{m}$

Откуда $d\varphi = \frac{w}{\varepsilon} dw = \frac{w}{kw} \cdot m\, dw = \frac{m}{k} dw$.

$\varphi = \int d\varphi = \int \frac{m}{k} dw$, $m, k = const \Rightarrow \varphi = \frac{m}{k} \cdot \int dw$

w меняется в пределах от ≈ 0 до w_0

$\varphi = \frac{m}{k} \int_0^{w_0} dw = \frac{m}{k} w_0 = \frac{1}{tg\alpha}$, по ранее доказанному.

$\varphi = \frac{1}{tg\alpha}$

№3.

~~Определим молярную массу CO_2 ... $\mu(CO_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44 \frac{г}{моль} = 0{,}044 \frac{кг}{моль}$~~

Уравнение состояния идеального газа: $pV = \nu RT$

$pSH = \frac{m}{\mu} RT$

$\frac{pH}{m} = \frac{RT}{\mu S} = const$, из условия, где H – высота не части цилиндра без воды

m – масса газа нерастворенного

p_0, p_1, p_2 – давление газа при 0, 1, 2 шрвнах. $H = \frac{h}{2}$, из условия, что вода занимает половину нач. объёма

$\frac{p_0 H}{m_0} = \frac{p_1(H - \Delta h_1)}{m_1} = \frac{p_2(H - \Delta h_1 - \Delta h_2)}{m_2}$.

Т.к. сосуд закрыт, то $m_0 + m_{p0} = m_1 + m_{p1} = m_2 + m_{p2}$, где m_p – масса растворенного газа в жидкости

Из закона Генри $\frac{m_{p1}}{m_{p0}} = \frac{p_1}{p_0}$; $\frac{m_{p2}}{m_{p0}} = \frac{p_2}{p_0}$

т.к. поршень в равновесии, то сумма сил $= 0$

$p_0 S + mg - p_1 S = 0 \Rightarrow p_1 - p_0 = \frac{mg}{S} = \Delta p$.

$p_0 S + 2mg - p_2 S = 0 \Rightarrow p_2 - p_0 = \frac{2mg}{S} = 2\Delta p$.

$\frac{p_1}{p_0} = \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} = 1 + \frac{\Delta p}{p_0}$

$\frac{p_2}{p_0} = \frac{p_0 + 2\Delta p}{p_0} = 1 + \frac{2\Delta p}{p_0}$

$m_1 = m_0 \frac{p_1}{p_0} \frac{H - \Delta h_1}{H} = m_0 \left(1 + \frac{\Delta p}{p_0}\right)\left(1 - \frac{\Delta h_1}{H}\right)$

$m_2 = m_0 \left(1 + \frac{2\Delta p}{p_0}\right)\left(1 - \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{H}\right)$

$m_{p2} = m_{p0}\left(1 + \frac{2\Delta p}{p_0}\right)$

$m_{p1} = m_{p0}\left(1 + \frac{\Delta p}{p_0}\right)$.

$m_0 + m_{p0} = m_1 + m_{p1} = m_0\left(1 + \frac{\Delta p}{p_0}\right)\left(1 - \frac{\Delta h_1}{H}\right) + m_{p0}\left(1 + \frac{\Delta p}{p_0}\right)$

$m_0 + m_{p0} = m_2 + m_{p2} = m_0\left(1 + \frac{2\Delta p}{p_0}\right)\left(1 - \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{H}\right) + m_{p0}\left(1 + \frac{2\Delta p}{p_0}\right)$

Решим систему последних двух уравнений

обозначим $\frac{\Delta p}{p_0}=x$; $\frac{m_2}{m_0}=k$. поделим оба ур-ия на m_0.

$$\begin{cases} 1+k= k(1+x)+\left(1-\frac{\Delta h_1}{H}\right)(1+x) = k(1+x)+1+x-\frac{\Delta h_1}{H}-x\frac{\Delta h_1}{H} \\ 1+k = k(1+2x)+\left(1-\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H}\right)(1+2x) = k(1+x)+1+2x-\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H}-2x\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H} \end{cases}$$

$\Downarrow$

$$\begin{cases} k(1-1-x)=x-\frac{\Delta h_1}{H}-x\frac{\Delta h_1}{H} = x\frac{H-\Delta h_1}{H}-\frac{\Delta h_1}{H} \\ k(1-1-x)=2x-\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H}-2x\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H} = 2x\frac{H-\Delta h_1-\Delta h_2}{H}-\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H} \end{cases}$$

поделим их друг на друга:

$$\frac{x\frac{H-\Delta h_1}{H}-\frac{\Delta h_1}{H}}{2x\frac{H-\Delta h_1-\Delta h_2}{H}-\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{H}}=1 \Rightarrow x\frac{H-\Delta h_1}{\cancel{H}}-\frac{\Delta h_1}{\cancel{H}}=2x\frac{H-\Delta h_1-\Delta h_2}{\cancel{H}}-\frac{\Delta h_1+\Delta h_2}{\cancel{H}}$$

$$\cancel{\Delta h_1}+\Delta h_2-\cancel{\Delta h_1}=2x(H-\Delta h_1-\Delta h_2)-x(H-\Delta h_1).$$

$$x(2H-2\Delta h_1-2\Delta h_2-H+\Delta h_1)=\Delta h_2$$

$$x=\frac{\Delta h_2}{H-\Delta h_1-2\Delta h_2}=\frac{111}{122}\approx 0{,}91.$$

$x=\frac{\Delta p}{p_0}=\frac{mg}{Sp} \Rightarrow m=\frac{x\cdot Sp_0}{g}$ $\quad S=10^{-3}\,м^2$ $p_0=10^5$ Па $x\approx 0{,}91$ $g=10\,\frac{м}{с^2}$

$m\approx 9{,}1$ (кг)

масса одной гири

если давление будет в $\frac{1}{k}$ раз больше относительно начального, то весь газ будет растворён в воде и поршень будет у поверхности воды.

$$|k|=\left|-1+\frac{\Delta h_1}{H}+\frac{\Delta h_1}{Hx}\right|=\left|\frac{\Delta h_1}{H}\left(1+\frac{1}{x}\right)-1\right|=\frac{1}{2{,}9}$$

$p=p_0+x\Delta p.$

$p=\frac{p_0}{|k|}=2{,}9p_0=p_0+x\Delta p \Rightarrow x=\frac{1{,}9p_0}{\Delta p}$ пусть $\Delta p=1{,}9p_0$.

$\Delta p=\frac{(m_0+m_2)g}{S}$ $\quad \frac{m_2 g}{S}=1{,}9p_0-\frac{2m_0 g}{S}$

$m_2=1{,}9p_0\cdot\frac{S}{g}-2m_0=0{,}8$ кг.

$m_2=0{,}8$ кг

№4.

Запишем ур-ния динамики в нач. состоянии и при вращающемся

I нач.: $m_B g + T_0 = \rho g V_{пч}$

$m_н g = T_0 + \rho g V$.

II: перейдём в СО шарика, добавляя силу инерции

x: $m_B w^2 s + T\sin\alpha = \rho w^2 s V_{пч}$

y: $m_B g + T\cos\alpha = \rho g V_{пч}$

x: $m_н w^2 (s + l\sin\alpha) V = \rho w^2 (s + l\sin\alpha) V + T\sin\alpha$ (при условии, что $s + l\sin\alpha \le R$)

y: $m_н g = \rho g V + T\cos\alpha$.

Нижний шарик более плотный ⇒ всегда погружен.

Верхний шарик в обоих случаях имеет одинаковую погруженную часть, т.к. в проекции на ось y силы тяжести не меняются, а $F_{АРХ}$ у нижнего то же самое, значит $F_{АРХ}$ у верхнего по модулю то же значит $V_{пч}$ сохраняется неизменным.

Возьмём уравнения в проекции на ось y у верхнего:

$m_B g + T_0 = \rho g V_{пч}$

$m_B g + T\cos\alpha = \rho g V_{пч} = m_B g + T_0$

откуда $T_0 = T\cos\alpha \Rightarrow T = \dfrac{T_0}{\cos\alpha}$

$\rho V_{пч} = m_B + \dfrac{T_0}{g}$

$$\begin{cases} \rho w^2 s V_{пч} = T_0 \operatorname{tg}\alpha + m_B w^2 s \\ \rho w^2 s V + \rho w^2 l\sin\alpha V + T_0 \operatorname{tg}\alpha = m_н w^2 s + m_н w^2 l \sin\alpha \end{cases}$$

$\rho V = m_н - \dfrac{T_0}{g}$.

$w^2 s \left(m_B + \dfrac{T_0}{g}\right) = T_0 \operatorname{tg}\alpha + m_B w^2 s \Rightarrow w^2 s \dfrac{T_0}{g} = T_0 \operatorname{tg}\alpha$.

$w^2 s = g \operatorname{tg}\alpha$

~~$w^2 s m_н - w^2 s \frac{T_0}{g} + w^2 l\sin\alpha (m_н - \frac{T_0}{g}) + T_0\operatorname{tg}\alpha = m_н w^2 s + m_н w^2 l\sin\alpha$~~

~~$m_н g\operatorname{tg}\alpha - T_0\operatorname{tg}\alpha + w^2 l\sin\alpha + T_0\operatorname{tg}\alpha = m_н g\operatorname{tg}\alpha$~~ $+ m_н w^2 l\sin\alpha$

$w^2 l\sin\alpha\, m_н - \dfrac{T_0}{g} w^2 l\sin\alpha = m_н w^2 l\sin\alpha$.

$$\rho V \omega^2 (S + l \sin\alpha) + T_0 \operatorname{tg}\alpha = m_м \omega^2 (S + l \sin\alpha).$$

$$\rho V = m_м - \frac{T_0}{g}$$

$$m_м \omega^2 (S + l \sin\alpha) - \frac{T_0 \omega^2}{g} (S + l \sin\alpha) + T_0 \operatorname{tg}\alpha = m_м \omega^2 (S + l \sin\alpha)$$

$$T_0 \operatorname{tg}\alpha = \frac{T_0}{g} \omega^2 (S + l \sin\alpha)$$

$$g \operatorname{tg}\alpha = g \operatorname{tg}\alpha \cdot \omega$$