

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

ФЭИ-11

Фамилия КОЧЕТОВ

Имя ЕГОР

Отчество АМИТРИЕВИЧ

Класс 11

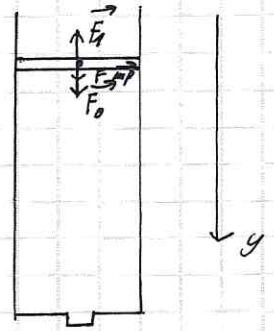
Территория Нытвенский район

Образовательная организация МБОУ СОШ №3 г. Нытва им. Ю.П.Чегодаева

1/2 | Σ  
5 | 6E | 11,5

№ 1.

1) Для того, чтобы узнать силу трения покоя  $F_{тр}$ , необходимо я набрал в шприц воздух до высоты  $h_0 = 7$  см и плотно закрыл. Затем я надавил на шприц и отпустил. После этого воздух поднялся до высоты  $h_1 = 6,8$  см



$0 = \vec{F}_0 + m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_{тр}$   $m\vec{g}$  можно пренебречь, т.к. масса поршня шприца мала.

$0 \cdot y; F_0 = F_1 + F_{тр}$

$F_1 = F_0 + F_{тр}$

$F_0$  - сила атм. давления

$F_1$  - сила давления воздуха в шприце

Изначально давление в шприце было  $P_0$ , затем стало  $P_1$ .

$P_0$  - атм. давление

$P_0 V_0 = P_1 V_1$   $V_0, V_1$  - объемы, занимаемые воздухом в начале и в конце.

$\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_0}{V_1} = \frac{h_0}{h_1}$

$P_1 = \frac{P_0 h_0}{h_1}$

$F_1 = S P_1$

$F_0 = S P_0$

$S P_1 = S P_0 + F_{тр}$

$F_{тр} = S \left( \frac{P_0 h_0}{h_1} - P_0 \right) = S P_0 \frac{h_0 - h_1}{h_1}$

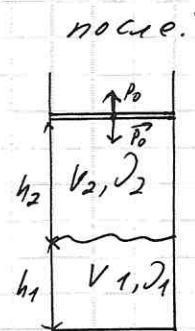
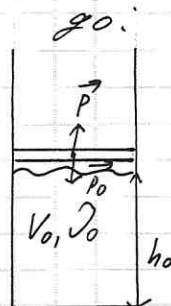
$\frac{F_{тр}}{F_0} = \frac{h_0 - h_1}{h_1} = \frac{h_0}{h_1} - 1$

$\frac{F_{тр}}{F_0} = 0,0294$

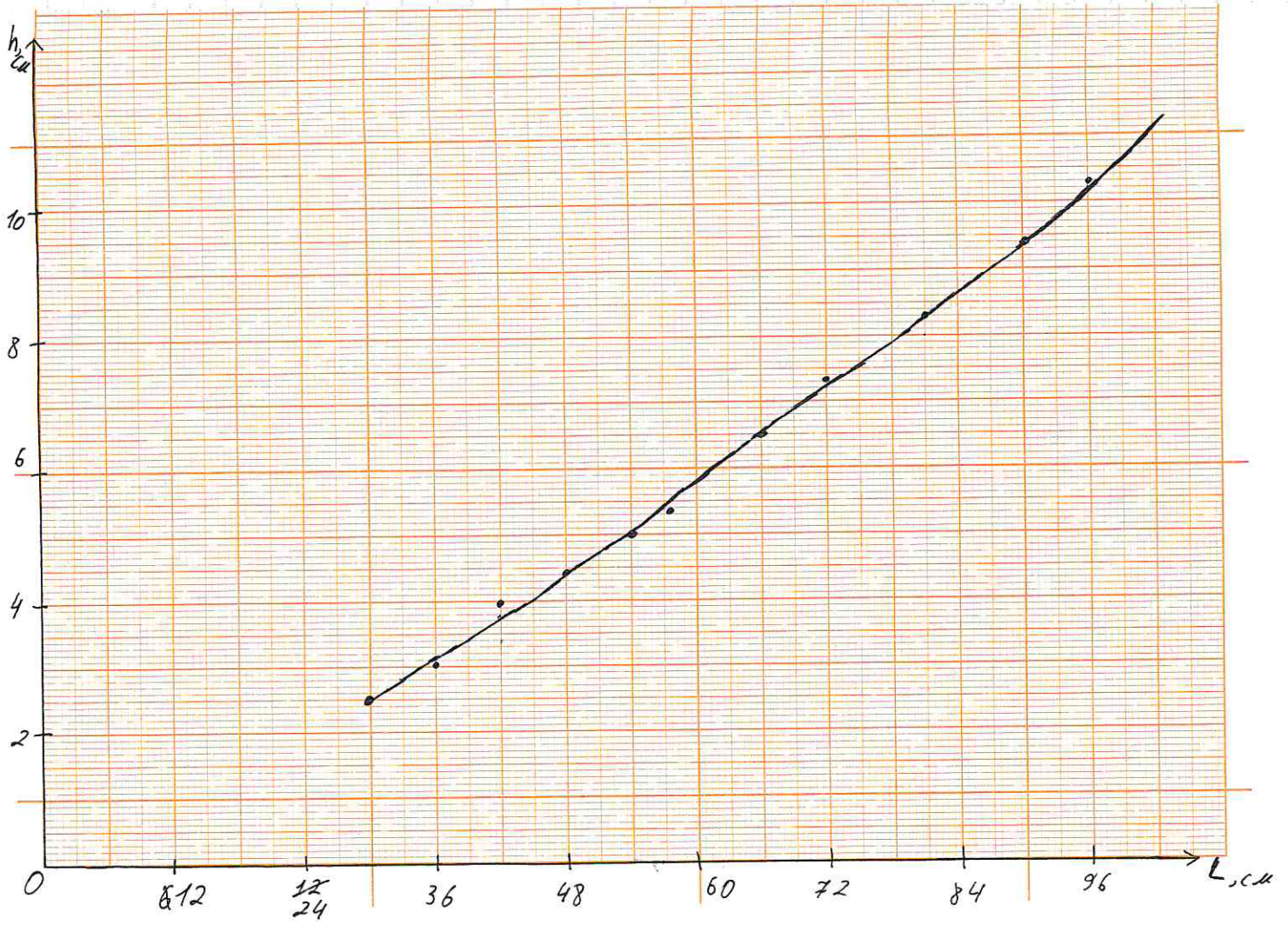
Значит  $F_{тр}$  мала по сравнению с силой атм. давления.

55 (п.1)

2) Для определения парциального давления бутылки я набрал в шприц газированной воды объемом  $V_0 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ .



Региональный этап 2019/2020



Из-за того, что парциальное давление больше атмосферного, некоторое количество  $\text{CO}_2$  вышло из воды.

$V_2$  - объём вышедшего  $\text{CO}_2$ .

$V_1$  - объём воды с  $\text{CO}_2$  после того, как часть  $\text{CO}_2$  вышла.

$$V_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad V_2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Изначально в воде было  $\nu_0$  моль  $\text{CO}_2$ .

$$\nu_0 = \rho V_0 P$$

Затем в воде стало  $\nu_1$  моль, а над ней -  $\nu_2$  моль  $\text{CO}_2$ .

~~В~~ ~~предположим~~ Давление газа над водой равно атмосферному  $P_0$ .

Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона, учитывая, что

$T$  и  $\rho$  - константы.

$$P V_0 = P_0 (V_1 + V_2)$$

$$P = \frac{P_0 (V_1 + V_2)}{V_0}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P = 3,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

п.1 45  
п.2 45  
п.3 45  
п.4 25  
п.5 25  
п.п.6-9 - 05

/55

... N. 2.

1) Сделав необходимые измерения, я получил зависимость  $h$  от  $L$ .

$h, \text{ см}$	2,5	3	4	4,4	5	5,3	6,5	7,3	8,3	9,4	10,3
$L, \text{ см}$	30	36	42	48	54	57	66	72	81	90	96

$$2) \quad h = AL^n \quad 2,5 = A \cdot 30^n \quad A = \frac{2,5}{30^n}$$

$$4,4 = A \cdot 48^n$$

$$4,4 = \frac{2,5 \cdot 48^n}{30^n} = 2,5 \cdot \left(\frac{8}{5}\right)^n \quad \left(\frac{8}{5}\right)^n = \frac{44}{25}$$

$$n = \log_{\frac{8}{5}} \frac{44}{25}$$

$$n = 1,2027 \approx 1,2$$

1. 45  
2. 45  
3. 3,55  
4. 05  
5. 05

нужно округлять по таблице!

---

6,55

ТЧ-3

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

Фамилия КОЧЕТОВ

Имя ЕГОР

Отчество АМИТРИЕВИЧ

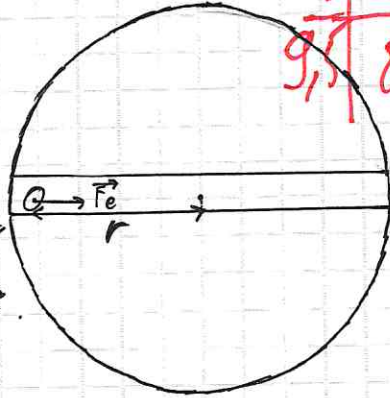
Класс 11

Территория Нытвенский район

Образовательная организация МБОУ СОШ №3 г. Нытва им. Ю.П.Чегодаева

1	2	3	4	5	Σ
9,5	8	0	0	10	27,5

Нагнём с второго случая. Так как шар заряжен положительно, то шарик заряжен отрицательно, потому что иначе он бы отталкивался.



Так как размер шарика мал относительно размера шара, то на шарик действует электрическая сила  $F_e = k \frac{q_1 q(r)}{r^2}$  (1), где  $q_1$  - заряд шарика,  $r$  - расстояние от центра шара до шарика,  $q(r)$  - заряд шара с радиусом  $r$ .

$$q(r) = \rho V(r) = \rho \cdot \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4\pi \rho r^3}{3}$$

Подставим это в (1)  $F_e = k \frac{q_1}{r^2} \cdot \frac{4\pi \rho r^3}{3} = \frac{4\pi k \rho q_1}{3} r$

$$F_e = m a = m r'' = \frac{4\pi k \rho q_1}{3} r \quad r'' = - \frac{4\pi k \rho q_1}{3m} r \quad \text{— уравнение колеб. движ.}$$

$$\omega^2 = \frac{4\pi k \rho q_1}{3m} \quad \text{— цикл. частота колебаний.}$$

Шарик окажется на противоположном конце канала через время  $t_{ш} = \frac{T}{2} = \sqrt{\frac{3\pi m}{4k\rho q_1}}$  (2)

Теперь рассмотрим первый случай.



Ближний к шару шарик имеет ~~отрицательный~~ <sup>положительный +</sup> заряд,

потому что электр. сила, действующая на него, сильнее. ⊖

$$\begin{aligned} -m a &= F_{e1} - T \\ -m a &= T - F_{e2} \end{aligned} \Rightarrow F_{e1} - T = T - F_{e2} \quad T = \frac{F_{e1} + F_{e2}}{2}$$

$$-m a = F_{e1} - \frac{F_{e1} + F_{e2}}{2} = \frac{F_{e1} - F_{e2}}{2} \quad \text{(3) } a \text{ — ускорение } \text{отриц.} \text{ шарика}$$

$$F_{e1} = +k \frac{q_1 q(r)}{r^2} = +k \frac{q_1 q \cdot 4\pi r}{3}$$

$$F_{e2} = k \frac{q_1 q(r+l)}{(r+l)^2} = \frac{4\pi k q_1 q}{3} (r+l) \quad \text{Подставим это в } (3)$$

$$-ma = \frac{\frac{4\pi k q_1 q}{3} (r-r-l)}{2}$$

$$ma = \frac{2\pi k q_1 q}{3} l$$

$$a = \frac{2\pi k q_1 q}{3m} l$$

$$d = \frac{a t_g^2}{2}$$

$$t_g = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{3md}{\pi k q_1 q l}} \quad (4)$$

Разделим (3) на (4)

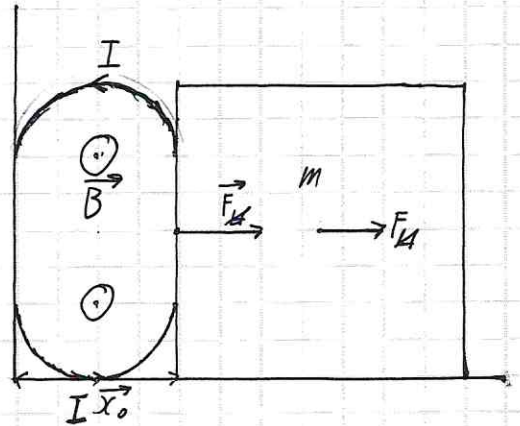
$$\frac{t_{ш}}{t_g} = \sqrt{\frac{3\pi m}{4kq_1q_1}} \cdot \frac{\pi k q_1 q l}{3md} = \sqrt{\frac{\pi^2 l}{4d}}$$

$$l = \frac{4d t_{ш}^2}{\pi^2 t_g^2}$$

Ответ:  $l = \frac{4d t_{ш}^2}{\pi^2 t_g^2}$

. N. 2.

Провод окажется в состоянии равновесия тогда, когда он станет кр окружностью, потому что сила Ампера в каждой точке равна по модулю и перпендикулярна поверхности провода.

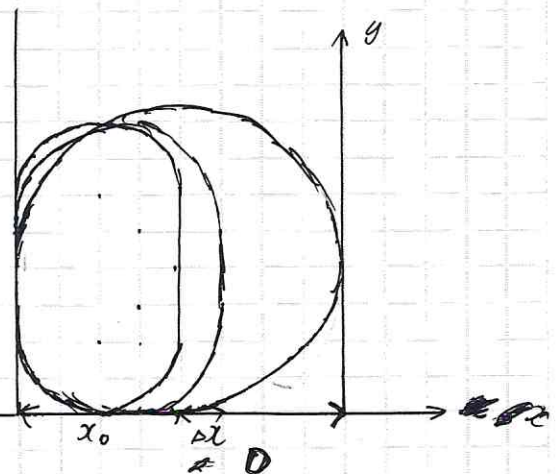


В сжатом состоянии провод имеет форму двух полуокружностей, соединённых двумя отрезками.

Длина одного такого отрезка  $L_0$  равна

$$L_0 = \frac{L - 2\pi \left(\frac{x_0 + \Delta x}{2}\right)}{2} = \frac{L}{2} - \pi \frac{x_0 + \Delta x}{2} \quad (1)$$

Направим ось  $x$  вдоль движения куска. За  $o$  в начало координат возьмём точку, где провод стал сферой. окружностью.







$$l \sin B - OS \sin B = OS \sin A$$

$$OS = \frac{l \sin B}{\sin A + \sin B} \quad (2) \quad \frac{\sin \gamma}{\sin \varphi} = n - \text{закон преломления света}$$

$$A + B = 360^\circ - 2\gamma - 2\varphi$$

$$\varphi = 180^\circ - \gamma - \frac{A+B}{2}$$

$$\sin \varphi = \sin(\pi - \gamma - \frac{A+B}{2}) = \sin(\gamma + \frac{A+B}{2}) = \sin \gamma$$

$$\sin \varphi = \frac{\sin \gamma}{n}$$

$$\frac{\sin \gamma}{n} = \sin \gamma \cos \frac{A+B}{2} + \sin \frac{A+B}{2} \cos \gamma \quad | : \sin \gamma$$

$$\frac{1}{n} = \cos \frac{A+B}{2} + \sin \frac{A+B}{2} \operatorname{ctg} \gamma$$

$$\sin \frac{A+B}{2} \operatorname{ctg} \gamma = \frac{1 - n \cos \frac{A+B}{2}}{n} \quad \operatorname{ctg} \gamma = \frac{1 - n \cos \frac{A+B}{2}}{n \sin \frac{A+B}{2}}$$

$$\operatorname{ctg} \gamma = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}}{\sin \gamma}$$

$$\frac{1 - \sin^2 \gamma}{\sin^2 \gamma} = \frac{(1 - n \cos \frac{A+B}{2})^2}{n^2 \sin^2 \frac{A+B}{2}}$$

$$1 - \sin^2 \gamma = \sin^2 \gamma \frac{(1 - n \cos \frac{A+B}{2})^2}{n^2 \sin^2 \frac{A+B}{2}}$$

$$1 = \sin^2 \gamma \frac{1 - 2n \cos \frac{A+B}{2} + n^2}{n^2 \sin^2 \frac{A+B}{2}}$$

$$\sin \gamma = \frac{n \sin \frac{A+B}{2}}{\sqrt{1 - 2n \cos \frac{A+B}{2} + n^2}}$$

Подставим это в (1)

$$\frac{R}{\sin A} = \frac{OS \sqrt{1 - 2n \cos \frac{A+B}{2} + n^2}}{n \sin \frac{A+B}{2}} \quad \text{подставим сюда (2)}$$

$$R = \frac{l \sin A \sin B \sqrt{1 - 2n \cos \frac{A+B}{2} + n^2}}{n \sin \frac{A+B}{2} (\sin A + \sin B)} \quad (3)$$

$$n=2 \quad A=60^\circ \quad B=30^\circ \quad l=0,1 \text{ м}$$

$$OS = 0,0366 \text{ м} \quad R = 0,033 \text{ м}$$

10