



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
название олимпиады

по Физике  
профиль олимпиады

Кина Татьяна Сергеевна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

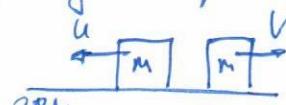
Дата

«21» декабрь 2020 года

Подпись участника

1.1.2.

2) Найдем соударение норм соударения:



$$3 \text{ СУ: } mU_0 = Mu - mv \Rightarrow u = \frac{m}{M}(U_0 + V)$$

3 СЭ

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mV^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$mU_0^2 = M \cdot \frac{m^2}{M^2} (U_0 + V)^2 + mV^2$$

$$U_0^2 = \frac{M}{m} (U_0^2 + 2U_0V + V^2) + V^2$$

$$V^2(1 + \frac{1}{n}) + \frac{2}{n} U_0 V + U_0^2(\frac{1}{n} - 1) = 0 \quad | \cdot n$$

$$V^2(n+1) + 2U_0 V + U_0^2(1-n) = 0$$

$$V^2 + \frac{2}{n+1} U_0 V - \frac{n-1}{n+1} U_0^2 = 0$$

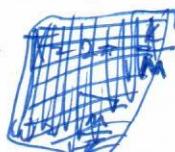
$$V = \left( -\frac{1}{n+1} + \sqrt{\frac{1}{(n+1)^2} + \frac{n-1}{n+1}} \right) U_0 = \left( -\frac{1}{n+1} + \sqrt{\frac{1+n-1}{(n+1)^2}} \right) U_0 = \frac{-1+n}{n+1} U_0$$

$$V = \frac{n-1}{n+1} U_0$$

$$U = \frac{1}{n} \left( U_0 + \frac{n-1}{n+1} U_0 \right) = U_0 \frac{1}{n} \cdot \frac{n+1+n-1}{n+1} = U_0 \frac{1}{n} \cdot \frac{2n}{n+1} = \frac{2}{n+1} U_0$$

$$U = \frac{2}{n+1} U_0$$

2)

Рассмотрим колебание  
периодичен:

диска М:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$\begin{array}{l} mx + kx = 0 \\ \ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0 \end{array}$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{из начальных условий } x = A \sin(\omega t) = -A \sin\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)$$

здесь начальное  
диск брошенНайдем A: ~~здесь перво:~~  $E_{\text{ки}} + E_{\text{к2}} = \text{const}$ 

$$0 + \frac{Mx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} + 0$$

$$A = \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{2}{n+1} U_0 \sqrt{\frac{M}{k}}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

3) б) диски в движении с нач. ск., тогда где него  $x = V_0 t + \frac{n-1}{n+1} \sqrt{k} t$

В момент  $t = \frac{5}{8} T$ , у дисков одинаковые координаты:

$$\begin{cases} x_1 = \frac{2}{n+1} \sqrt{\frac{M}{k}} V_0 \sin\left(\frac{5\pi}{8}\right) \\ x_2 = \frac{n-1}{n+1} V_0 t \end{cases}$$

Установка 2/6

$$t = \frac{5}{8} T = \frac{5}{8} \cdot 2\pi = \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$-\frac{2}{n+1} \sqrt{\frac{M}{k}} V_0 \sin\left(\frac{5\pi}{8}\right) = \frac{n-1}{n+1} V_0 \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{n+1}{n-1} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$-2 \sin\left(\frac{5\pi}{8}\right) = (n-1) \frac{5\pi}{4}$$

$$\sin \frac{5\pi}{8} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{2}{\sqrt{2}} = (n-1) \frac{5\pi}{4}$$

$$n-1 = \frac{8}{5\sqrt{2}\pi} = \frac{8\sqrt{2}}{10\pi}$$

$$n = 1 + \frac{8\sqrt{2}}{5\pi}$$

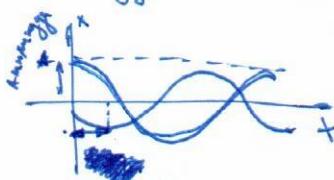
$$\frac{0,8 \cdot 1,4}{3,14} = \frac{8 \cdot 1,4}{314} = \frac{11,2}{314}$$

Ответ:  $n = 1 + \frac{8\sqrt{2}}{5\pi} \approx 1 + 0,36 = 1,36$

$$\begin{array}{r} 12000 \\ 342 \\ \hline 1780 \\ 1570 \\ \hline 2100 \\ 1884 \\ \hline 216 \end{array}$$

2) физическое значение - значение, при котором  $X(t)$  близко к единице

Амплитуда - максимальное значение от нулевого положения



Установка 2/6  
установка  $X(t) = A \cos \varphi$   
амплитуда  $\varphi$

2.4.2) 2) в нр. положении давление в трубы соуса равно высоте  
(нр. начальное дав.)  
 $P_0 = P_0 S - p_S$

Но тут изначально у нас есть воздушный зазор. Поэтому

при излиянии  $t = 100s$  и  $P = P_0 + 10^5$ , тогда это воздушный зазор создается т.к.

$$Mg + P_0 S = PS \rightarrow P = P_0 + \frac{Mg}{S} = P_0 \quad (M \gg S, \text{ пренебрежим})$$

Давление неизменное, значит вес наружу не поднимается, т.к.

он уже был насыщенным, но же изначально в воде было  
 $\Delta p = \frac{\Delta m}{\mu}$  меньшего, тогда воздуха было:

$$P_0 V_0 = (P_0 + \Delta p) R T$$

$$\Delta p = \frac{P_0 V_0}{R T} - \frac{\Delta m}{\mu}$$

$$\text{тогда в уменьшении } P V = \Delta p R T = P_0 V_0 - \frac{\Delta m}{\mu} R T$$

$$(P_0 + \frac{Mg}{s}) V = P_0 V_0 - \frac{\Delta m}{\mu} R T$$

$$V_0 + \Delta V = V = \frac{P_0}{P_0 + \frac{Mg}{s}} V_0 - \frac{\Delta m R T}{\mu (P_0 + \frac{Mg}{s})} \quad | : \frac{1}{s}$$

$$\Delta h = \frac{P_0}{P_0 + \frac{Mg}{s}} h - \frac{\Delta m R T}{\mu (P_0 s + Mg)}$$

$$\text{одновременно} \quad -\Delta h = -\frac{\frac{Mg}{s}}{P_0 + \frac{Mg}{s}} h - \frac{\Delta m R T}{\mu (P_0 s + Mg)}$$

Узнай  $h$ 

$$\Delta h = \frac{Mg}{P_0 s + Mg} h + \frac{\Delta m R T}{\mu (P_0 s + Mg)}$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ 18 \\ 12 \\ 12 \\ \hline 50 \end{array} \begin{array}{l} 95 \\ 8 \\ 6 \\ 6 \\ \hline 95 \end{array} \begin{array}{l} 18 \\ 12 \\ 12 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ 18 \\ 12 \\ 12 \\ \hline 95 \end{array} \begin{array}{l} 18 \\ 12 \\ 12 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 18 \\ 12 \\ 12 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,52 \\ 0,44 \\ 80 \\ 72 \\ \hline 0,048 \end{array}$$

$$\alpha = 0,1^\circ$$

Однако:  $\Delta h = \frac{Mg}{P_0 s + Mg} h + \frac{\Delta m R T}{\mu (P_0 s + Mg)} \quad | : \frac{100}{10 \cdot 10 + 100} \quad | : 981 \text{ Н} \quad | : 18 \cdot (1000 + 100) =$

*отт берись, что предположил неверно*  $\frac{100}{100} 0,35 + \frac{83 \cdot 373 \cdot 10^{-2}}{18 \cdot 1100} = \frac{0,35}{11} + \frac{17,19}{11 \cdot 10^2} = 55$

исследование:  $\text{жидк.} \rightarrow \text{пар}$ воздуха:  $m \rightarrow \text{пар}$ 

нет погашения 15

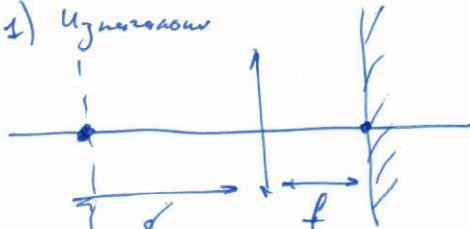
$$= \frac{0,35 + 0,17}{11} = \frac{0,52}{11} = 0,047 \text{ Н}^2$$

$$= 4,7 \text{ см}$$

удельная масса воздуха  $- \frac{m}{V}$  масса на единицу объема, конфигурация необходима передача жидкости для циркуляции в пар (без застывания) 55

### 4.10.2

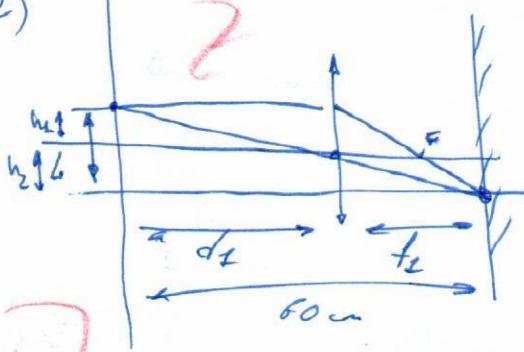
1) Изображение



$$\text{найдя } f: \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F} = \frac{30 \cdot 15}{15} = 30 \text{ см}$$

расстояние от изображения  
до зеркала равно 60 см

2)



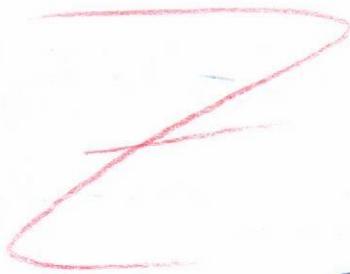
Решение №16

Линия симметрии на расстояние  $h_2$  от вертикальной

Пусть если  $d_1 \neq f_2$  - расст. до места опоры не совпадают с обеими

$h_1$  и  $h_2$  - расстояние до ст. опоры опоры не совпадают с обеими.

$$\begin{aligned} d_1 + f_2 &= d + f = 60 \Rightarrow d = 60 - d_1 \\ d_1 + f_2 &= \frac{F}{d_1 - F} \Rightarrow f_2 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = 60 - d_1 \Rightarrow d_1 F = 60d_1 - 60F = d_1^2 + d_1 F \\ h_1 + h_2 &= L = 8 \\ \frac{h_1}{h_2} &= \frac{d_1}{f_2} \Rightarrow h_1 = \frac{d_1}{f_2} h_2 \end{aligned}$$



$$60 \cdot 15 = 900$$

$$\begin{aligned} d_1 + f_2 &= d + f = 60 \Rightarrow d_1 = 60 - d_2 \\ d_1 + f_2 &= \frac{F}{d_1 - F} \Rightarrow f_2 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = 60 - d_1 \Rightarrow d_1 F = 60d_1 - 60F = d_1^2 + d_1 F \\ d_1^2 - 60d_1 + 60F &= 0 \\ d_1 &= 30 \pm \sqrt{900 - 60F} \\ &\approx 30 \pm \sqrt{900 - 900} = 30 \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } \frac{h_1}{h_2} = \frac{d_1}{f_2} = 1 \Rightarrow h_1 = h_2 = \frac{L}{2}$$

Проверка по формуле  
 $h_1 = \frac{d_1}{f_2}$  (очевидно близко, но не равно)  
 $\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_1}{f_2}$

Получаем, что линия симметрии лежит на расстоянии  $h_2 = \frac{L}{2} = 4 \text{ см}$

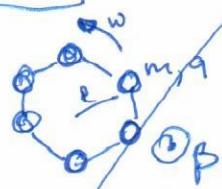
Задача?

Последнее место — место, ближайшее к центру тяжести симметрии, дальше приведено  $\Rightarrow$  линии близких мест  
 Равномерное распределение — распред. силы единичной интенсивности до места, в  
 котором пересекаются линии симметрии симметрии оси и  
 ближайшее место к ней лежит

Однородное сила массы:  $D = \frac{1}{F}$ , характеризует, насколько сильно изменяется  
 линия при прохождении через место

(?)?

3.7.2



Момент

импульс

$$\text{импульс} \quad f_{\text{магн}}: J = mR^2 \cdot N$$

Дифференция

Z

$$2) -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} S = E$$

~~$$dB/dt = Edt / dt$$~~

~~$$B_0 S = \frac{Jw}{2}$$~~

$$w = \frac{2B_0 S}{J} = \frac{2B_0 S}{m \cdot N \cdot R}$$

$$\frac{edq}{I} = \frac{dt \text{ магн. сущ.}}{dt \text{ вихрь}}$$

за время одного оборота  
 $\frac{2\pi}{\omega}$ , проходит 2п радиан

затухание

2) ~~дифференциальная модель~~

с нач. ул. индукции будем фиг.  
одноз.

Формула

каспа делается линейная  $+ - \frac{1}{n} + \frac{1}{n}$  ~~и~~  $\Rightarrow$  это време

одноз. делает вихревые напряжения  $\frac{2\pi}{N} k, k \in \mathbb{Z}$

$$B_0 \sim w^2 \sim \varphi^2 \Rightarrow B_0 \text{ макс} \Rightarrow \varphi_{\text{макс}} = \frac{2\pi}{N}, \text{ тогда}$$

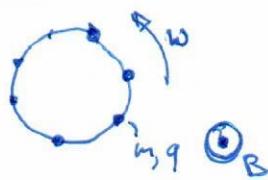
~~$$w t = \varphi_{\text{макс}}$$~~

~~$$\frac{2B_0 S}{mN} \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{n} = \frac{2\pi}{N}$$~~

$$\frac{2B_0 S}{mN} = \frac{n\pi^2 n^2 R^2}{n^2}$$

$$B_0 = \frac{2\pi^2 n^3 R^2 m}{NS}$$

3.7.2



Установка 5/6

Направление индукции магнита:  $B = Nm R^2$ 

$$\text{c)} -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} S = E$$

$$-dBS = Edt = \frac{Edq}{I} = \frac{dA_{\text{стор. сим}}}{I}$$

За время одного оборота  $\frac{2\pi}{\omega}$  проходит заряд  $Nq \Rightarrow I = \frac{Nq}{2\pi} \omega$

$$-dBS = \frac{dA_{\text{стор. сим}}}{\omega} \frac{2\pi}{Nq} = \frac{d(Gw^2)^{\frac{1}{2}}}{2\omega} \frac{2\pi}{Nq} = \frac{2\pi B_0 d\omega}{2\omega} \frac{2\pi}{Nq} =$$

$$= 2B_0 \frac{\pi}{Nq}$$

$$B_0 S = \mathcal{I} w \frac{2\pi}{Nq}$$

$$w = \frac{B_0 S Nq}{2\pi \mathcal{I}} = B_0 \frac{\pi R^2 Nq}{2\pi Km R^2} = B_0 \frac{q}{2m}$$

2) Лист генератора вращает катушки с частотой  $f = \frac{1}{h} = \frac{1}{8} \text{ с}$ , где это  
заряд должен успеть повернуться на  $\varphi = \frac{2\pi}{h} k$ , ~~как~~  $k \in \mathbb{N}$

$$B_0 \approx \omega R \approx B_0 \text{ или } \omega R = \varphi \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{h}$$

тогда

$$\omega t = \varphi$$

$$B_0 \frac{q}{2m} = \frac{1}{h} = \frac{2\pi}{h}$$

$$\boxed{B_0 = \frac{4\pi m n}{q h} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot 8}{10^{-7} \cdot 100} = 32 \cdot 3,14 = \boxed{100 \text{ Тн}}}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 32 \\ \hline 628 \\ + 942 \\ \hline 10048 \end{array}$$

$$\text{Ответ: } B_0 = \frac{4\pi m n}{q h} = 100 \text{ Тн}$$

2) Вокруг вращающихся катушек возникает переменное поле, величина которого пропорциональна квадрату и обратному времени этого заряда и обратно пропорциональна квадрату его радиуса.  $B = \frac{M_0}{4\pi} q \frac{[\vec{U} \times \vec{F}]}{R^3}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

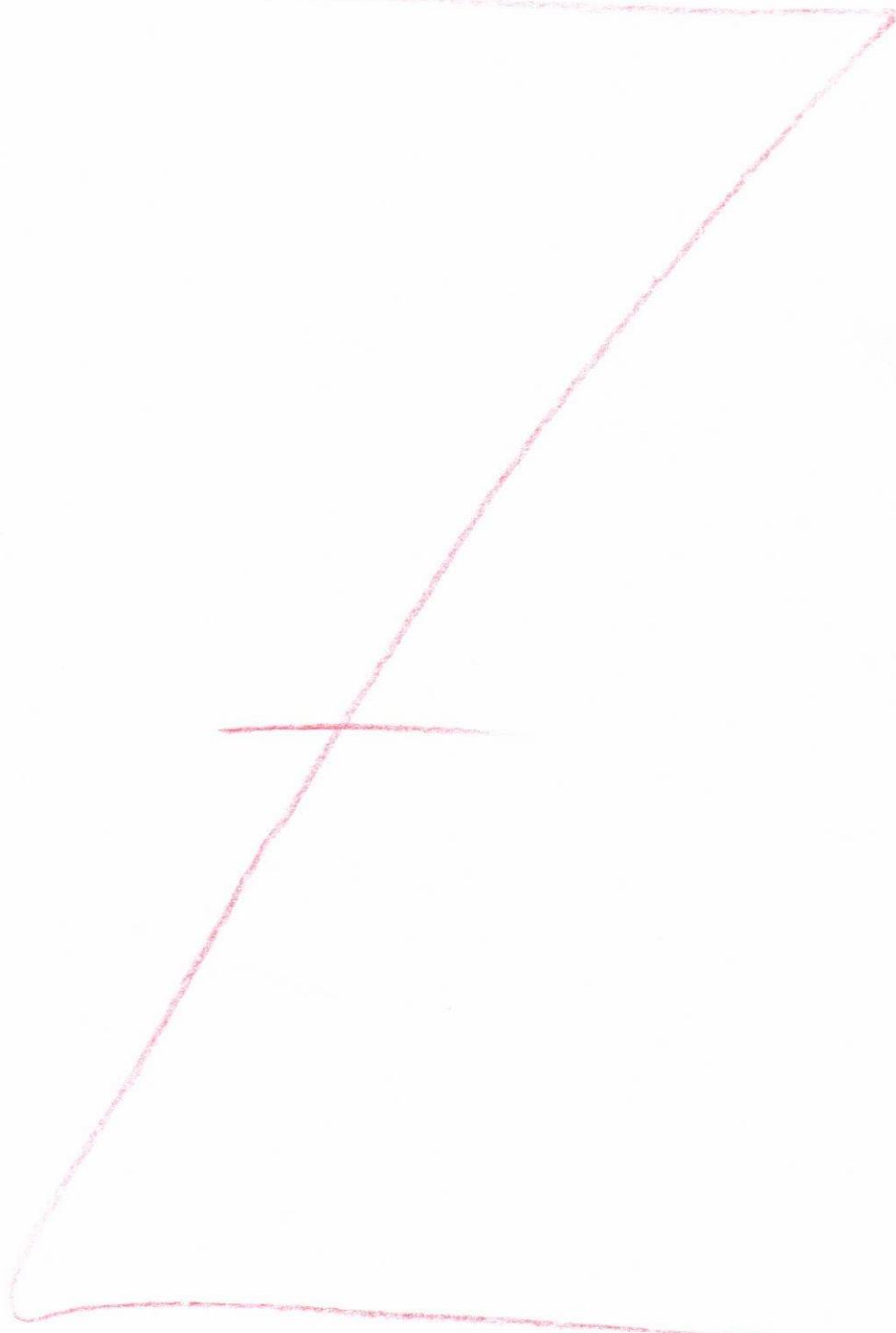
8

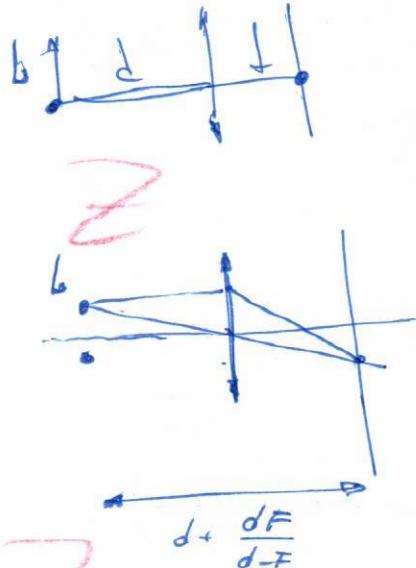
Z

Числовка 6/6

~~Нагорный р-р, подъездной проезд в жилом здании  
межком. в панельке, изображено~~

- 5) ~~Нагорного р-ра в ассим. изображены макеты лесистой  
нагорной излучины, сформированной оврагом и склонами  
горы через панельку~~ +





~~Участок~~ Участок ?

$$-\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dBS}{dt} S = E =$$

~~Участок~~  $-dBS = Edt = dA_{\text{норм}}$

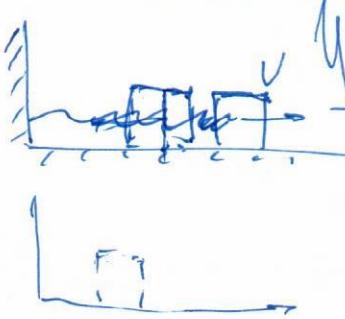


$$Edt = E \frac{dq}{I} = \frac{A}{I} =$$

$$\frac{dq}{dt} = I = B \cdot q - \frac{A}{dt} \cdot q$$



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



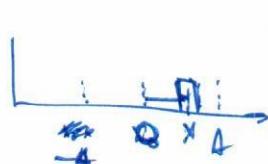
Установка

$$mV_0 = \mu U - mV$$

$$\frac{mV_0}{2} = \frac{\mu U^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{KA^2}{2} = \frac{\mu U^2}{2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$$



$$x = \frac{\mu}{8} \cdot \frac{U^2}{m} \cdot V$$



$$x_2 = A \sin(\omega t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

$$2n \rightarrow (n-1)^2$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$V_0^2 = n \cdot \left( \frac{2}{n+1} \right)^2 V_0^2 +$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{L}{m} \cdot T$$

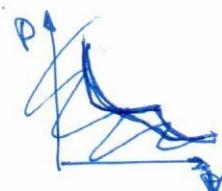
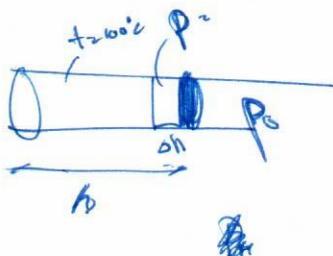
$$\frac{0,8 \cdot 1,4}{3,14} \approx \frac{8 \cdot 1,4}{314}$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{mg}{2g^2} \cdot \frac{L}{g} = \frac{L}{2}$$

$$U \cdot \omega =$$

$$80 + 32 = 112$$

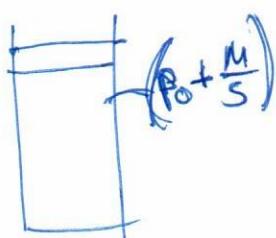
$$\begin{array}{r} 112 \\ 542 \\ \hline 1780 \\ 1540 \\ \hline 2100 \end{array}$$



$$P_0 + P_h = P_0$$



$$PV = NkT$$



~~Extrapolation~~

$$PV = NkT$$

$$V_0 = \frac{(V_0 + \Delta V)}{S - \Delta S} \cdot \left( P_0 + \frac{M}{S} \right)$$

$$E = k \frac{q}{2}$$