



0 929475 110000

92-94-75-11

(66.14)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по Физике

Бессмертного Данилы Романовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 шаг Д

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

(Р) Апелляционная
заявка на ред.
+ баллы

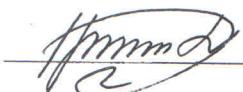
Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника олимпиады по физике
Бессемергина Го
Данил Романовича
(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 3
66-14

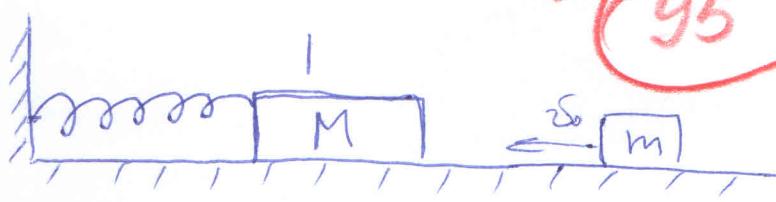
ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу показать мне мою олимпиадную работу по физике.

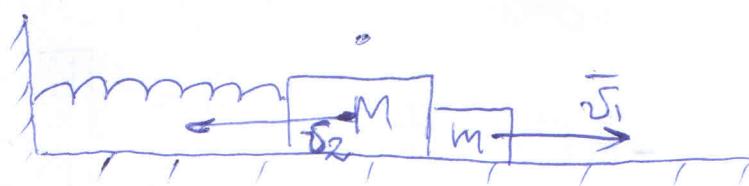
«05» марта 2020 г.

 (подпись)

①



1) Запишем ЗСЭ и ЗСИ для упругого маятника:



$$\text{ЗСЭ: } \frac{M\dot{S}_2^2}{2} + \frac{m\dot{S}_1^2}{2} = \frac{mS_0^2}{2}$$

$$\text{ЗСИ: } mS_0 = M\dot{S}_2 - m\dot{S}_1$$

2) Опишем движение пружин M:

$$\frac{M(\ddot{x})^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

x = деформация
пружины
предиференцируем (\ddot{x}) - скорость
по времени

$$M\ddot{x}\ddot{x} + k\dot{x}x = 0$$

$M\ddot{x} + kx = 0$ - ур-е гармонич.
колебаний

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

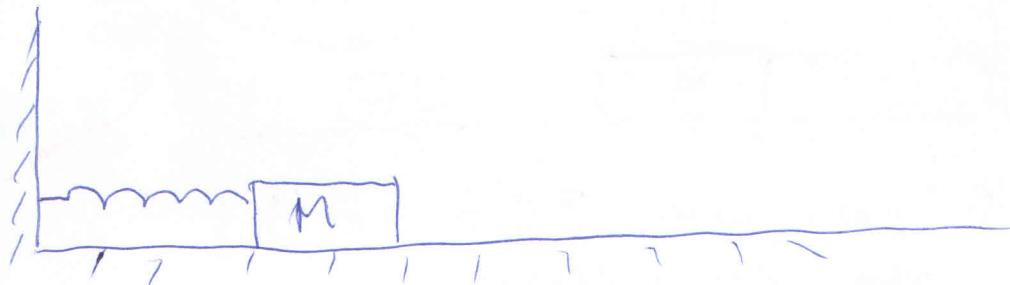
Мы можем определить амплитуду колебаний из ЗСЭ для пружины с пружиной M:

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{M\dot{S}_2^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{M}{k}} \dot{S}_2$$

найд.

Теперь запишем ур-е движения

чуждам до ① пределжения
второго соприкосновения Ст.



σ_1 начальное положение.

$$x(t) = -A \sin \omega t$$

$$A = \sqrt{\frac{M}{K}} \sigma_2$$

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

~~запись~~

$$\sigma(t) = -A \omega \cos \omega t = -\sigma_2 \cos \omega t$$

$$T_{\text{период}} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$t_0 = \frac{2}{3} T = \frac{2}{3} 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

Поставим в $\ddot{x}(t)$:

$$x(t) = -\sqrt{\frac{M}{K}} \sigma_2 \sin \frac{4\pi}{3} = -\sqrt{\frac{M}{K}} \sigma_2 \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) =$$

$$= \sqrt{\frac{M}{K}} \sigma_2 \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Из ранее составленной системы

выведем σ_2 : $\begin{cases} M\sigma_2^2 = m(\sigma_0^2 - \sigma_1^2) \\ M\sigma_2 = m(\sigma_0 + \sigma_1) \end{cases} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sigma_2 = \sigma_0 - \sigma_1 \Rightarrow M\sigma_0 - M\sigma_1 = m\sigma_0 + m\sigma_1$$

$$\bullet \sigma_1 = \frac{m\sigma_0(M-m)}{M+m}$$

Нр-е далее

$$\bullet \sigma_2 = \sigma_0 \left(1 - \frac{M-m}{M+m}\right) = \frac{2m}{M+m} \sigma_0$$

по условию ① нр-е
еще вспомогательное б-решение то:

$$X(t_0) = S_1 t_0 \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} S_2 = \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{M}{k}} S_1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{2m}{M+m} S_0 \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{M-m}{M+m} S_0 \frac{4\pi}{3}$$

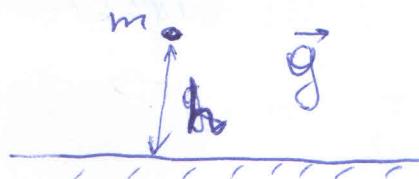
$$\frac{2m}{M+m} \frac{\sqrt{3}}{2} = (M-m) \frac{4\pi}{3}$$

$$\frac{4\pi}{3} m + m\sqrt{3} = M \frac{4\pi}{3}$$

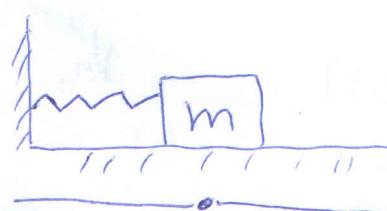
$$n = \frac{M}{m} = \frac{\frac{4\pi}{3} + \sqrt{3}}{\frac{4\pi}{3}} = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \quad \text{⊕}$$

Вопрос: нрЕном на последней
стороне.

Вспомогательное \vec{g} - постоянное $\Rightarrow A_{\text{стаци}} = E_{\text{кнм}} = mg h$



Для пружинного работаем 3-м Гуком $|F_{\text{упр}}| = k \Delta x$
где Δx - деформация пружины.

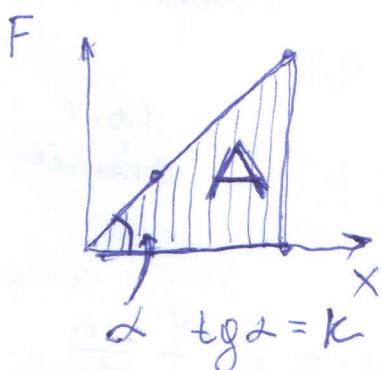


Если ввести об X :

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k \vec{x}$$

(действие на другое)

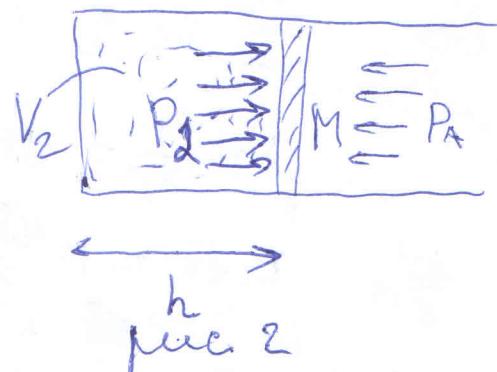
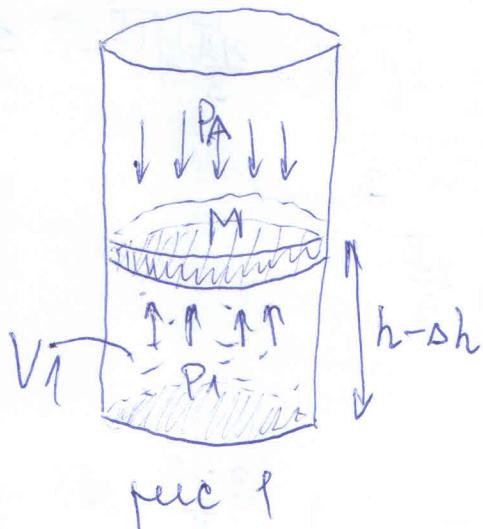
о-недеформ x



$$A = E_{\text{кнм}} = \frac{k x^2}{2}$$

из графика

(2.4.3)



- Поршень смещается вниз т.к.

$$T = \text{const}$$

$\frac{Mg}{S} + P_A > P_A$ и части борта сконден-
сированы.

одноименное

- Парциальное давление водяного пара при $100^\circ\text{C} = P_A \Rightarrow$

\Rightarrow в начальной точке (рис 2)

$$P_2 = P_A \quad \text{считается} \quad P_A V_2 = (\gamma_{\text{пара}} + \gamma_b) RT$$

- Во второй точке (рис 1)

$$P_1 = P_A + \frac{Mg}{S} \quad \text{и борта сконф.} \Rightarrow$$

\Rightarrow сейчас точка насыщ. пар.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_\Pi = P_A \\ P_B = \frac{Mg}{S} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_A V_1 = \gamma_{\Pi_1} RT \\ \frac{Mg}{S} V_1 = \gamma_b RT \end{array} \right.$$

$$\frac{Mg}{S} V_1 = \gamma_b RT \quad \text{нр-е давле}$$

- Кап-во ~~воды~~ пары между бортом неизмен. сохран. $\Rightarrow \gamma_{\Pi_0} = \gamma_{\Pi_1} + \frac{\Delta m}{P_B}$

② np-e
Число системат. ур-й:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_2 = Sh \quad (1) \\ V_1 = S(h-\Delta h) \quad (2) \\ P_A V_2 = (V_{\Pi_0} + V_B) RT \quad (3) \\ P_A V_1 = V_{\Pi_1} RT \quad (4) \\ \frac{M}{S} V_1 = V_B RT \quad (5) \\ V_{\Pi_0} = V_{\Pi_1} + \frac{\Delta m}{M_B} \quad (6) \end{array} \right.$$

(1) (2) сразу подставляем;
через (5) выражим
 $V_B RT$ и подставим

в (3):

$$P_A V_2 = V_{\Pi_0} RT + \frac{M_B V_1}{S}$$

$$V_{\Pi_1} RT + \frac{\Delta m}{M_B} RT$$

$$P_A Sh = P_A S(h-\Delta h) + \frac{\Delta m}{M_B} RT + Mg(h-\Delta h)$$

$$Mg(h-\Delta h) = P_A Sh - \frac{\Delta m}{M_B} RT$$

$$M = \frac{P_A Sh - \frac{\Delta m}{M_B} RT}{g(h-\Delta h)} = \frac{10^5 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-2} - \frac{10^{-4}}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 373}{10 \cdot 10^{-2}} =$$

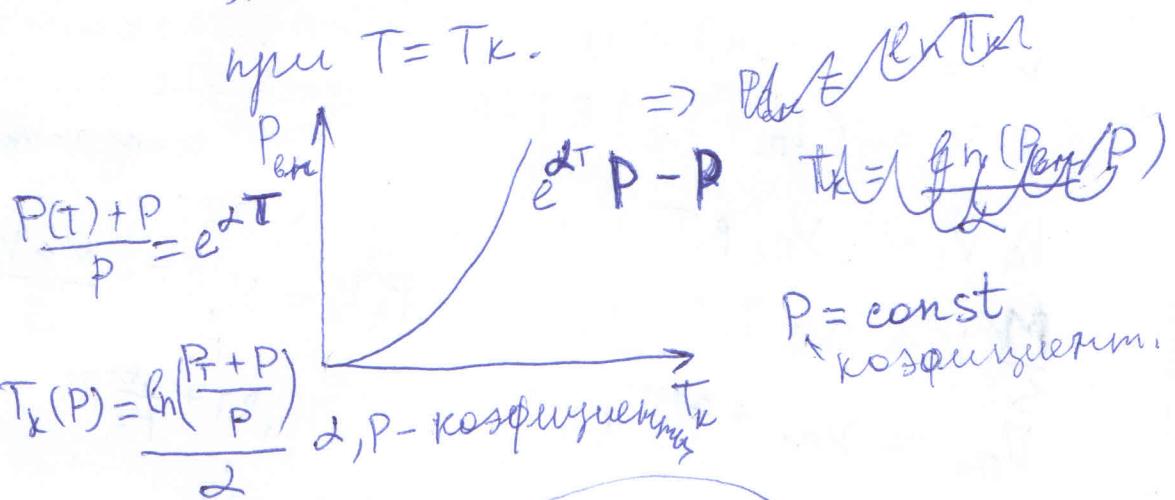
$$= \frac{50 - 44,3}{3} = \frac{5,7}{3} = 1,9 \text{ кг.}$$

Вопрос. Температура кипения - это
стяжкаемая темп., при которой на всем объеме
жидкости ~~внешне~~ ~~внешне~~ образуется
пар. (если $T < T_K$ такого не происходит).

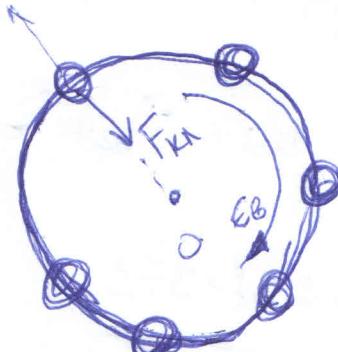
T_K зависит от внешнего давления,
~~наличия~~ ~~также~~ ~~мOLEкульного~~ ~~напряжения~~
~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~
пр-е ранее

② пр-е

ном сб-б тиражами.
Полк хл $P(T)$ ~~коэффициент пары~~ = Равн.-давление

при $T = T_K$.

3.7.3



$\vec{F}_{кн}$ ~~внешнее~~ дейст. на
каждый заряд прохо-
дит через центр \Rightarrow
 \Rightarrow одна не разложимая
мощности.

При вращении полярника

~~Если~~ $\vec{E}_{вихревая}$ (пусть оно направлено
вправо по часовой, это не виним
мы ход решения).

$$|\vec{E}_{вихревая}| = \frac{\Phi}{2\pi R} = \frac{d\Phi}{dt} \frac{1}{2\pi R} \quad \text{радиус катушки}$$

$$\bullet d\Phi = dB \pi R^2 +$$

$$F_{поляризации} = E_B = m \frac{dS}{dt}$$

пр-е далее

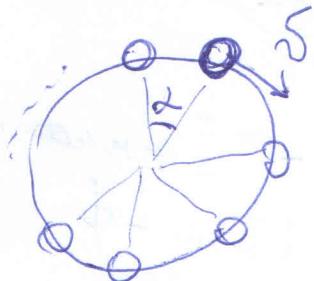
$$dS = \frac{E_B}{m} dt = \frac{dB \pi R^2}{dt} \frac{dt}{m}$$

$$\bullet dS = dB \frac{\alpha_B R}{2m} \Rightarrow S = B \frac{\alpha_B R}{2m} +$$

$$\textcircled{3} \text{ np-e}$$

$$S = \frac{q_f R}{2m} B \Rightarrow w_+ = \frac{q_f B}{2m} +$$

цифровое значение скорости



$$\lambda = \frac{2\pi}{N}$$

Чтобы воспринимать
услышанное необходимо:

$$w_{to} = k\lambda \quad (\text{тогда } \lambda \in \mathbb{N})$$

w_{to} - период между двумя квадратами.
 t_0 - перерыв между двумя квадратами

$$t_0 = \frac{1c}{n}$$

$$\frac{w}{n} = k\lambda = k \frac{2\pi}{N}$$

$$N = k \frac{2\pi n}{w}$$

$$N_{min} = \frac{2\pi n}{w}$$

$$N_{min} = \frac{2\pi n \cdot 2m}{q_f B}$$

$$N_{min} = \frac{4\pi m n}{q_f B} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{10^{-7} \cdot 10^2}$$

$$N_{min} = 100,48 \quad \& \quad N \Rightarrow N_{min} = 201$$

Т.к. $100,48 \cdot 2 \approx 201$?

$$N_{min} = \frac{8\pi m n}{q_f B}$$

np-e
единица.

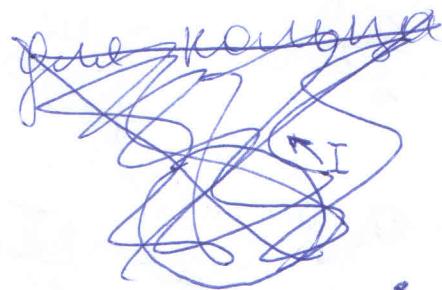
Вопрос.

Индуктивность - это коэф. пропорциональности потока магнитного
среды (катушка, катушка, виток)
и сила тока, протекающего в ней.

(3) Нр-е

L-размерка?

$$LI = \Phi$$



$\exists D C$ сантиметром $= -LI$ \Rightarrow непечатаемое изображение Φ . $\text{При } \frac{1}{F} = 1$ $-LI = -\Phi$
 $\text{TK. } LI = \Phi.$

(4)



$$\frac{AA'}{BB'} = \frac{d}{f} = \frac{A'O}{B'O}$$

— почему?

$$\triangle A'O'B' \sim \triangle OBB' \Rightarrow \frac{O'O}{BB'} = \frac{A'O}{A'B} ?$$

$$+\triangle A'BA \sim \triangle ODB \Rightarrow \frac{OD}{AA'} = \frac{OB}{AB} = \frac{f}{f+d} +$$

$$\frac{h}{L} = \frac{f}{f+d}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{L} = \frac{f}{f+d} \\ \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$F = \frac{Fd}{(F+d)(Fd+d)} = \frac{Fd}{2Fd+d^2}$$

Нр-е выше

(4) kp-e

$$\frac{h}{L} = \frac{Fd}{2Fd + d^2}$$

Ошибки

~~$$\frac{h}{L} = \frac{2Fd + d^2}{2Fd}$$~~

~~$$Fd \left(1 - \frac{2h}{L}\right) = d^2 \frac{h}{L}$$~~

~~$$F = d \frac{h}{L} \frac{1}{1 - \frac{2h}{L}} = d \frac{h}{L} \frac{L}{L - 2h} = d \frac{h}{L - 2h}$$~~

~~$$F = \frac{2}{6-4} \cdot 24 = 24 \text{ (cm)}$$~~

$$\frac{h}{L} = \frac{\frac{Fd}{d-F}}{\frac{Fd}{d-F} + d} \Rightarrow \frac{Fd}{Fd + d^2 - Fd} = \frac{h}{L}$$

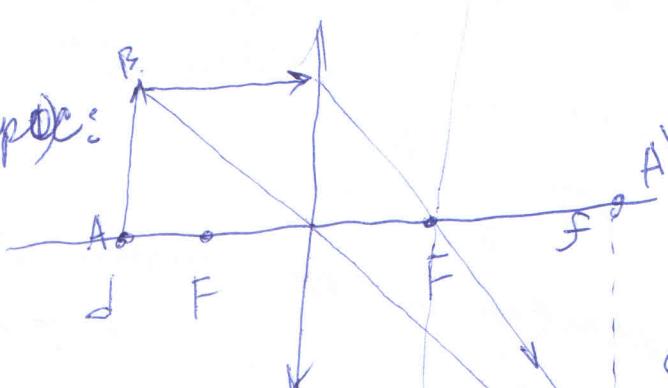
$$\frac{h}{L} = \frac{F}{d} \Rightarrow F = d \frac{h}{L} =$$

$$\frac{1}{3} \cdot 24 = 8 \text{ (cm)} \quad \oplus$$

Собир.

a)

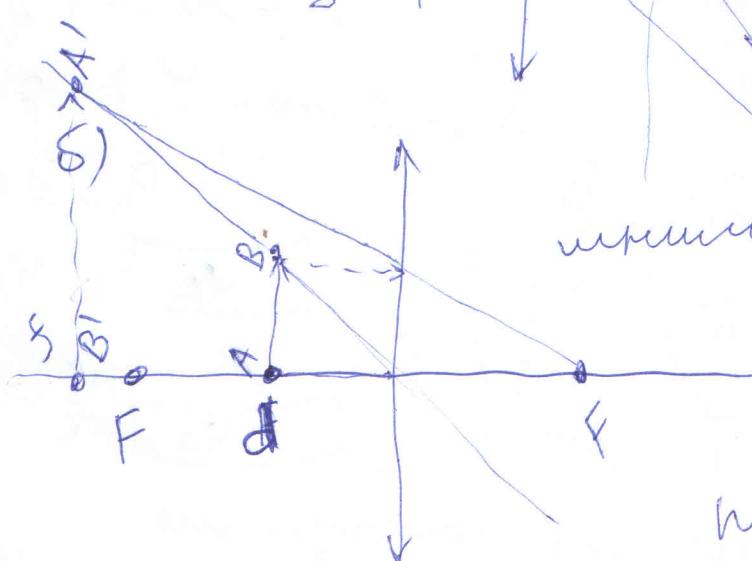
Вопрос:



действ

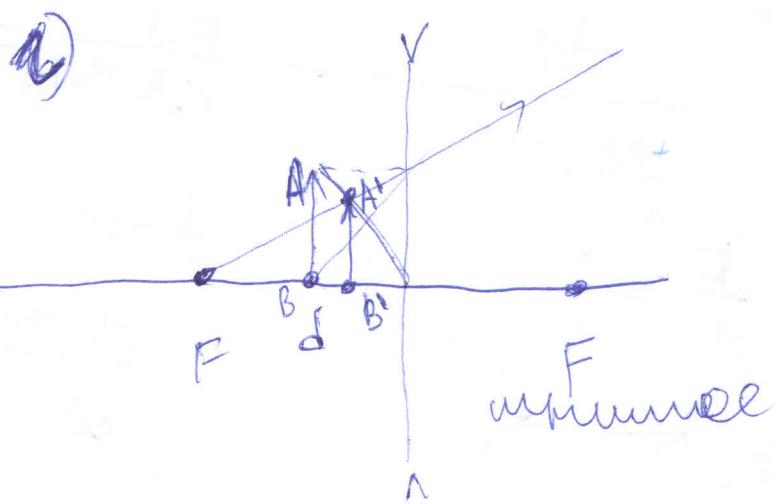
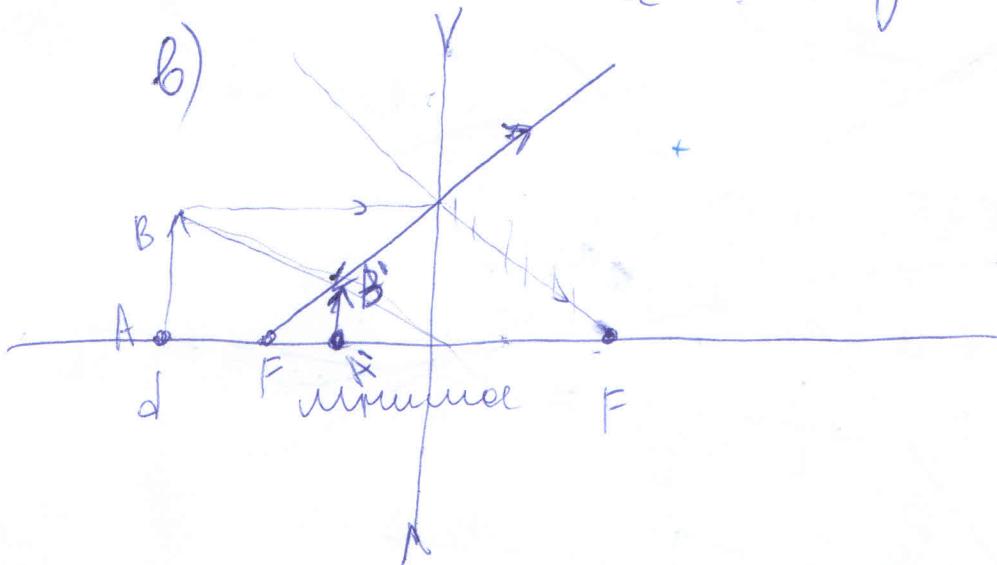
примеч

Много примеров
исотами в документе?
Изотами 6 3F?



kp-e
далее.

Рассеиваемое (4) предикции



(1) np-e существуют коммутирующие пары
 $\Delta \varphi = (\varphi_1 - \varphi_2) c$, где c - это $[m/s]$
 Это вспом А $A \in \mathcal{J}_1$
 А В $B \in \mathcal{J}_2$

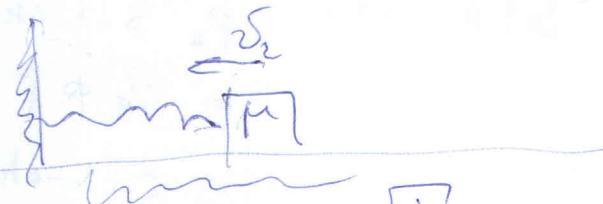
Analog из А В В (рис 1)

рис 1

Какое-то из эквипотенциальной поверхности получает $E_{ном} = c \cdot \varphi_A^1$, где $\varphi_A^1 = \varphi_A - \varphi_B$

92-94-75-11
(66,14)

Черновик.

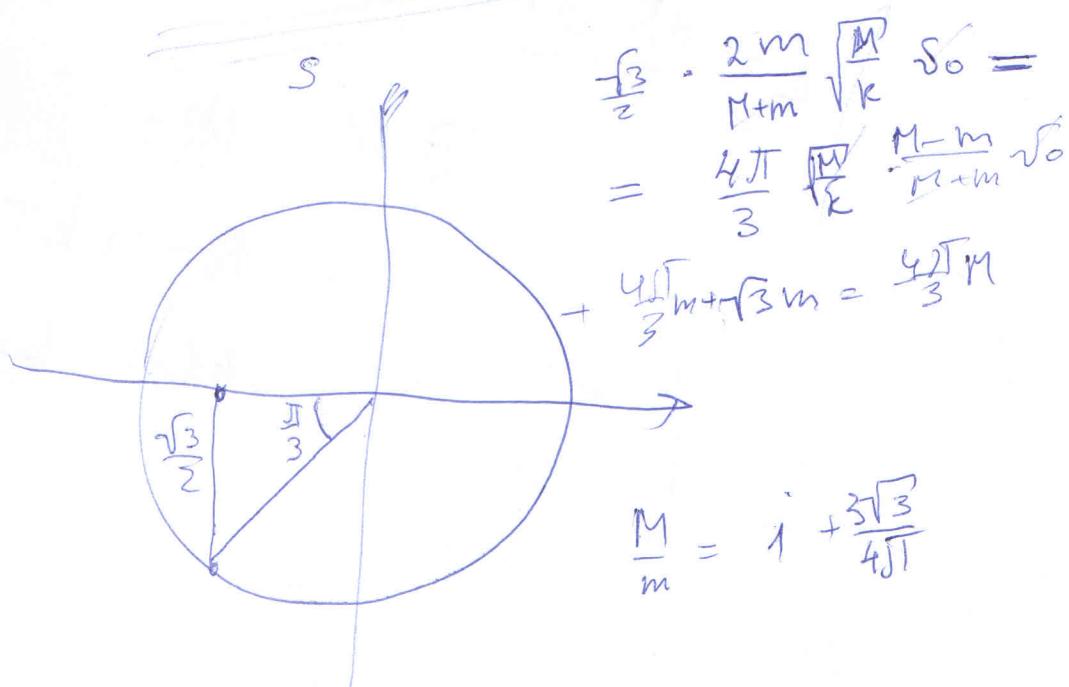
 $s_2 =$ 

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

$$A_x =$$

$$x(t) = \sqrt{\frac{M}{k}} s_2 \sin \omega t$$

$$t = \frac{4\pi}{3\sqrt{\frac{M}{k}}} = \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{M}{k}}$$



(2)

$$V_1 = Sh$$

$$V_2 = S(h - \Delta h)$$

$$P_A \cdot Sh = V_H + V_B / k$$

$$P_A \cdot S(h - \Delta h) =$$

$$= V_{H,i} k T$$

$$\underline{\underline{S}} \cdot S(h - \Delta h) = V_B k T$$

2

3

2

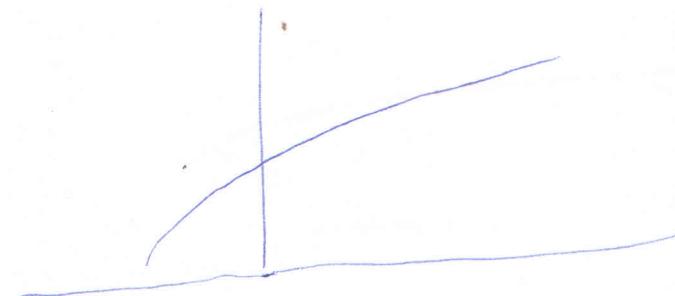
$$\frac{\Phi^2}{2L} = \mathcal{E}$$

$$E = \frac{dB \cdot \pi R^2}{2}$$

$$P_B V = VRT$$

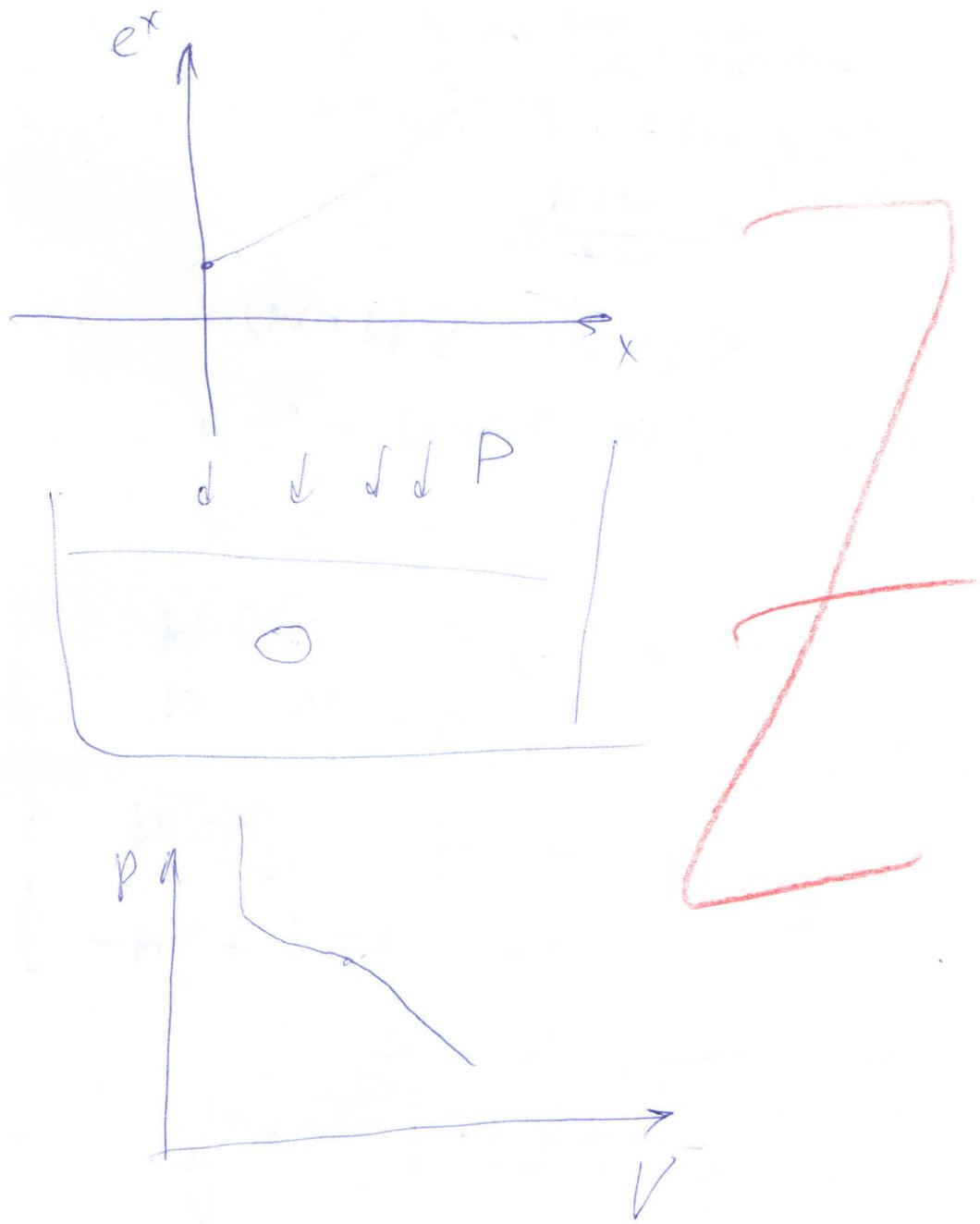
$$P_B = n k T$$

$$n(h) = n_0 e^{-\frac{RT}{k_B}}$$



2

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



$$\hat{P}(T) = e^{-\alpha T} P - P$$

$\hat{P}(T)$

$$\frac{\hat{P}(T) - P}{P} = e^{-\alpha T}$$



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$\operatorname{arg} \frac{m+n}{m-n} = \operatorname{arg} \frac{n}{m} = \\ = \left(\operatorname{arg} \frac{n}{m} + \pi \right) - \operatorname{arg} \frac{m}{n} = \operatorname{arg} \frac{n+m}{m+n} = \operatorname{arg} (m+n)$$

$$k_m n + \operatorname{arg} m = \operatorname{arg} n - \operatorname{arg} m$$

$$k_m - \operatorname{arg} = \operatorname{arg} n$$

$$(k_m + \operatorname{arg}) n = \operatorname{arg} n$$

$$k_m n = (\operatorname{arg} n - \operatorname{arg}) m$$

$$\begin{aligned} k_m n + \operatorname{arg} n &= \operatorname{arg} n \\ \operatorname{arg} m &= \operatorname{arg} n + k_m - \end{aligned}$$

~~k_m~~ ~~n~~ ~~$\operatorname{arg} n$~~

$$= \operatorname{arg} m$$

$$\frac{\frac{m}{m+n}}{m-n} = n$$

$$= \frac{m}{m+n} =$$

Дзюдома

Черновик

$$\begin{array}{r} 0,83 - 373 \\ \hline 18 \end{array}$$

0,83 - 373

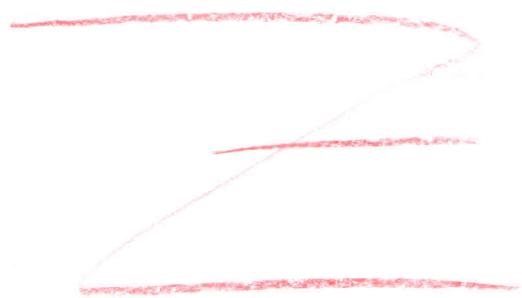
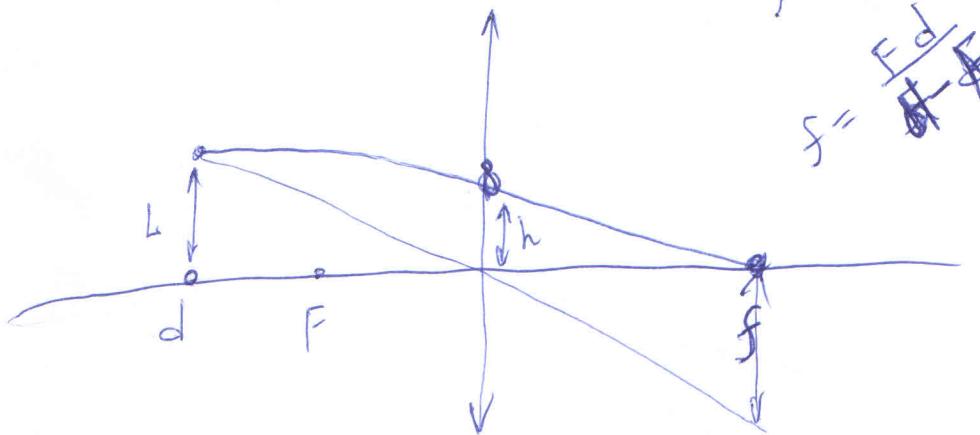
$$\begin{array}{r} 52 \\ 373 \\ + 0,83 \\ \hline 2919 \\ 8684 \\ \hline 89759 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 897,59 \\ - 72 \\ \hline 77 \\ - 72 \\ \hline 55 \\ - 54 \\ \hline 18 \\ | 44,3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 3,14 \\ \hline 16 \\ \hline 1884 \\ 314 \\ \hline 50,24 \end{array}$$

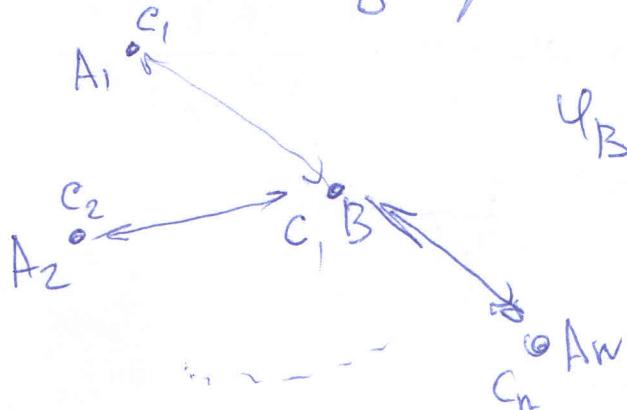
$$\frac{d+s}{s} = \frac{1}{r}$$

$$s = \cancel{\frac{Fd}{F+d}}$$



①

Потенциальная энергия
плк. ~~и~~ электростатич. и грав.
наль собств. приклин суперпоз.



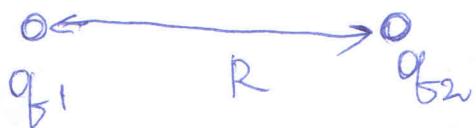
$$\psi_B = \sum_{i=1}^n \psi_{BA_i}$$

?

.

Множитель: $E_{hom} = \frac{k q_1 q_2}{R}$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



Множитель выше неизменяется

