

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения МОСКВА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ЛОМОНОСОВ
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

Вихрова Леонид Иванович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

сдал работу 13-30 ОБ

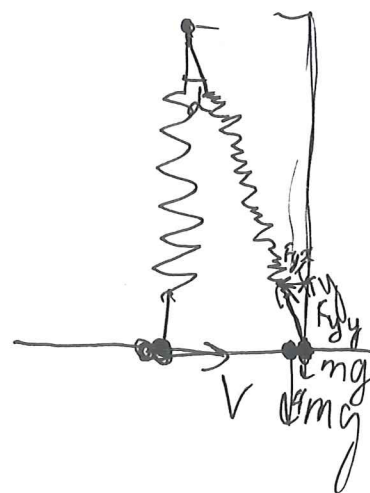
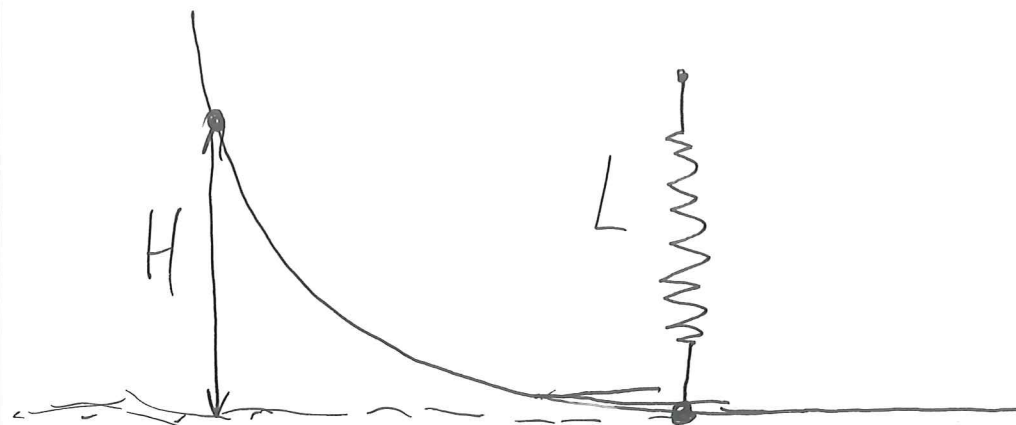
Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
Вих

Числовик лист 1
 $6,0000007$
 $0,857142$
 40
 33
 50
 49
 10
 7
 30
 28
 20
 14
 6

Числовик лист 1
 $1,14$
 $1,26$
 684
 228
 114
 $143,64$

Числовик лист 1
 364
 126
 26
 104
 104
 0
 14
 26
 104
 26
 364



$$F_{yy} = 5mg$$

$$F_{yy} = F_y \cdot \cos \alpha$$

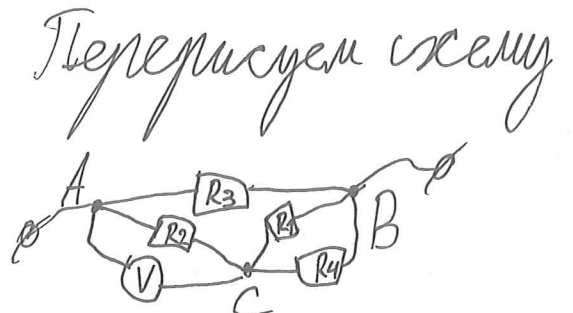
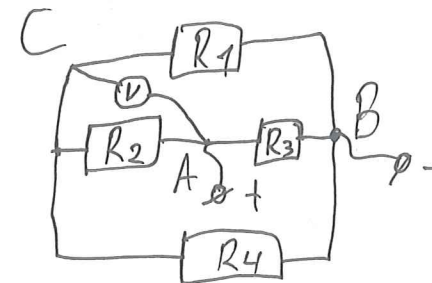
$$L =$$

71-05-17-03
(5.3)

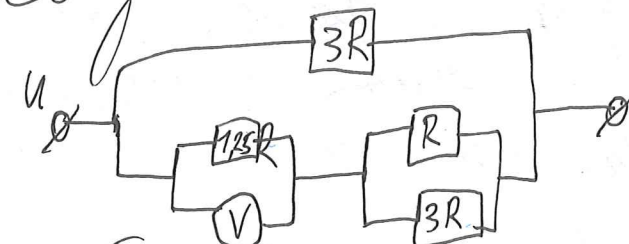
Числовик лист 1 №1.4

Дано: $R_1 = R$; $R_2 = 1,25R$; $R_3 = R_4 = 3R$; $U = 32V$

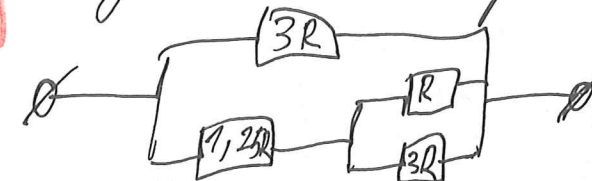
Найти: U_V



После подстановки сопротивлений получаем такую схему:



П.к. вольтметр идеальный, то для нахождения общего сопротивления цепи можем его убрать из схемы, т.к. он подключён параллельно, и через него ток не пойдёт.



Тогда R_0 находим так:

$$R_0 = \frac{\left(\frac{3R \cdot R}{4R} + 1,25R\right) 3R}{\frac{3R \cdot R}{4R} + 1,25R + 3R} = \frac{6R^2}{5R} = 1,2R$$

Тогда общий ток в цепи находим по закону Ома $I_0 = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{1,2R}$

А ток, который течёт через резистор R_3 равен: $I_3 = \frac{U}{3R}$; значит ток, который течёт через резистор R_2 мы можем из первого закона Кирхгофа (т.к. вольтметр идеальный, значит через него ток не пойдёт)

$$I_2 = I_0 - I_3 = \frac{U}{1,2R} - \frac{U}{3R} = \frac{U \cdot 1,8}{3,6R} = \frac{U}{2R}$$

Значит напряжение на резисторе R_2 равно: $U_2 = I_2 \cdot 1,25R = \frac{1,25U}{2} = \frac{5U}{8} = 20В$

А т.к. вольтметр подключён параллельно к резистору R_2 , то на нём будет такое же напряжение $U_v = U_2 = 20В$

Ответ: $U_v = 20В$ №1.3

Дано: $m = 2 \text{ кг}$; $t_0 = 20^\circ \text{C}$;

$t_1 = 60^\circ \text{C}$; $T_1 = 2,5 \text{ мин} = 150 \text{ с}$;

$T_2 = 10 \text{ мин} = 600 \text{ сек}$; $T_3 = 2 \text{ мин} = 120 \text{ сек}$;

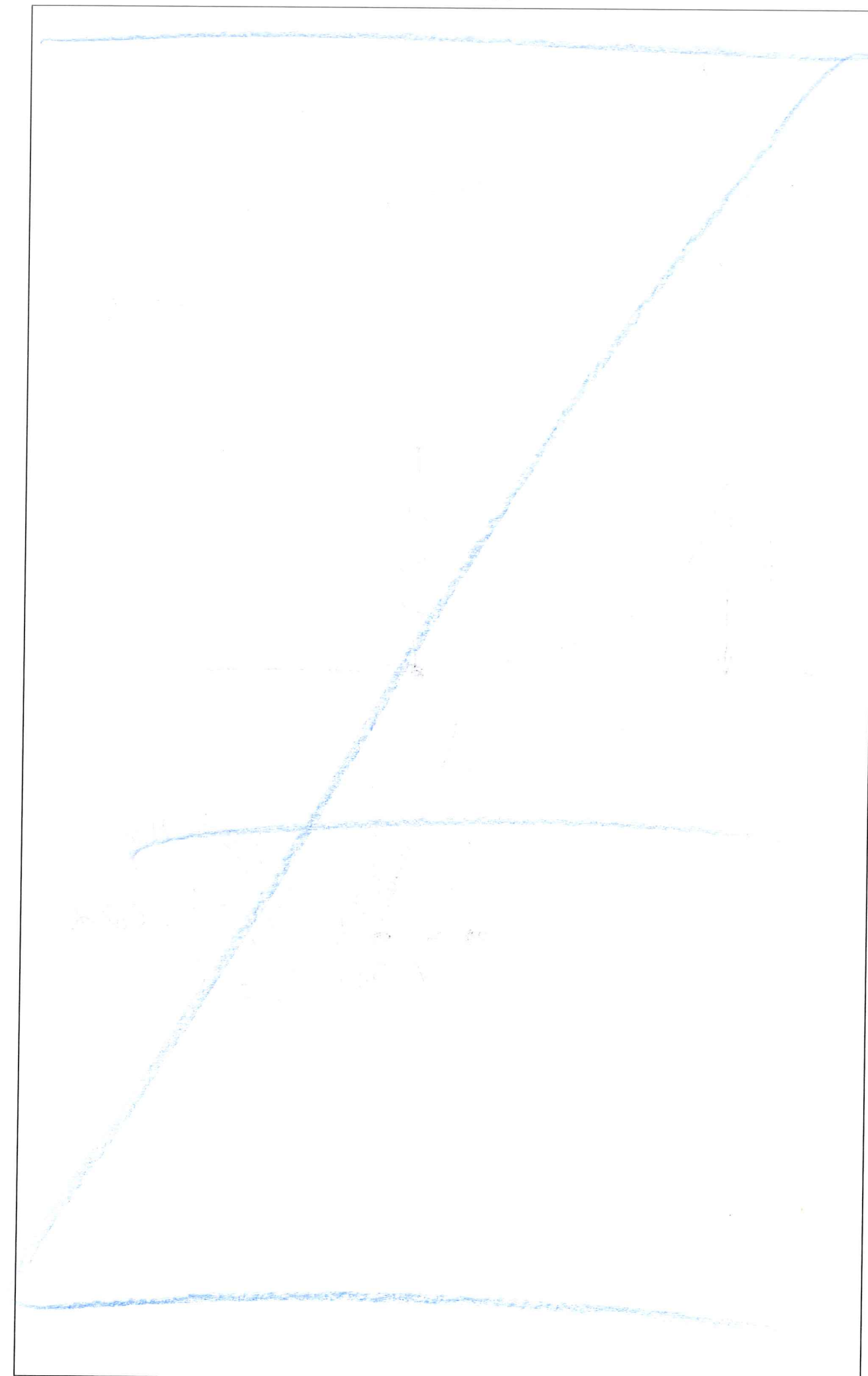
$q = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 400 \text{ Вт}$; $\eta_1 = 80\% = 0,8$;

$t_{100} = 100^\circ \text{C}$; $C = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

Найти: $\eta_2 = ?$ (по мощностям первого и второго чайников соотв.)

Запишем УПД для всех случаев:

$$\begin{cases} \text{I } (T_1) & Cm(t_1 - t_0) = P_1 \eta_1 \cdot T_1 \Rightarrow P_1 = \frac{Cm(t_1 - t_0)}{\eta_1 \cdot T_1} = \\ \text{II } (T_2) & Cm(t_1 - t_k) = q \cdot T_2 \Rightarrow t_k = t_1 - \frac{q \cdot T_2}{Cm} = \\ \text{III } (T_3) & Cm(t_{100} - t_k) = P_2 \eta_2 \cdot T_3 \Rightarrow \eta_2 = \frac{Cm(t_{100} - t_k)}{2P_1 \cdot T_3} = \end{cases}$$



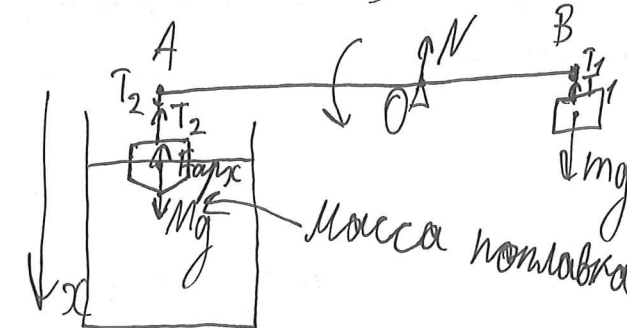
71-05-17-03
(5.3)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{24200 \cdot (60-20)}{0,8 \cdot 200} = \frac{24200 \cdot 40}{160} = \frac{24200}{4} = 6050 \text{ Вт} \quad \text{чистовик лист 2} \\
 &= 60 - \frac{400 \cdot 600}{44200 \cdot 2} = 60 - \frac{200}{4} = \frac{420-200}{4} = \frac{220}{4} = 55^\circ \text{C} \\
 &= \frac{4200 \cdot 2 \cdot (100 - \frac{220}{4})}{2 \cdot 2 \cdot 2800 \cdot 72040} = \frac{400-220}{2 \cdot 7 \cdot 40} = \frac{180}{280} = \frac{9}{14} \approx 0,64 \quad \text{20}
 \end{aligned}$$

Ответ: $\eta_2 \approx 0,857 = 85,7\%$
N1.2

Дано: $m = 700 \text{ г} = 0,7 \text{ кг}$;
 $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $a = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$;
 $AO = L_1 = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$; $OB = L_2 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

Найти: $\rho_{\text{пл}} = ?$



Расставим все силы на рисунке и запишем правило моментов для стержня относ. точки O.

$$L_1 T_2 - L_2 T_1 = 0 \Rightarrow L_1 T_2 = L_2 T_1 \Rightarrow T_2 = \frac{L_2}{L_1} T_1$$

Также запишем 2 ЗИ для груза и поплавок в проекциях на ось x.

$$\begin{cases} Mg - F_{\text{арх}} - T_2 = 0 \Rightarrow T_2 = Mg - F_{\text{арх}} \\ mg - T_1 = 0 \Rightarrow T_1 = mg \end{cases}$$

Найдём весь объём поплавка и объём погруженной части, ~~тогда~~ из данных нам рисунка. $V_0 = 8a \cdot 5a \cdot 10a = 400a^3$; $V_{\text{п}} = 4a \cdot 5a \cdot 10a = 200a^3$
 Тогда $M = V_0 \cdot \rho_{\text{пл}}$; а $F_{\text{арх}} = V_{\text{п}} \rho g$

$$\begin{cases} T_2 = \frac{L_2}{L_1} T_1 \\ T_1 = mg \\ T_2 = V_0 \rho_{\text{пл}} g - V_{\text{пл}} \rho g \end{cases} \Rightarrow V_0 \rho_{\text{пл}} g - V_{\text{пл}} \rho g = \frac{L_2}{L_1} mg \Rightarrow \checkmark$$

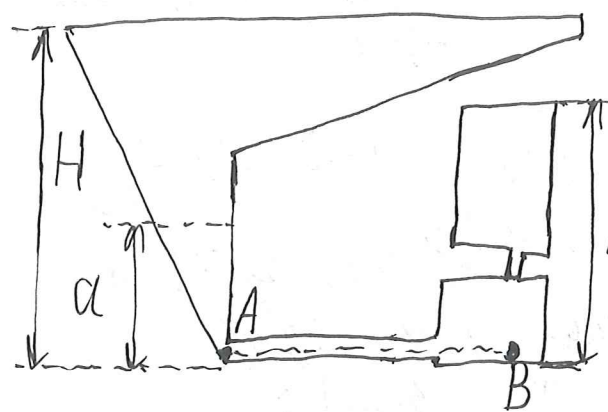
$$\Rightarrow \rho_{\text{пл}} = \frac{\left(\frac{L_2}{L_1} m + V_{\text{пл}} \rho\right)}{V_0}$$

$$= \frac{\frac{0,1}{0,5} \cdot 0,7 + 200 \cdot (10^{-2})^3 \cdot 1000}{400 \cdot (10^{-2})^3} = \frac{\frac{7}{50} + 0,2}{4 \cdot 10^{-4}} = \frac{V_0 \frac{7}{50} + \frac{10}{50}}{4 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= \frac{17}{50 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = \frac{17}{2 \cdot 10^{-2}} = \frac{1700}{2} = 850 \text{ кг/м}^3 \quad +$$

Ответ: $\rho_{\text{пл}} = 850 \text{ кг/м}^3$
 N1.1

Дано: (обозначим плотность воды за ρ_1 , а
 плотность иньерина за ρ_2) $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$;
 $\rho_2 = 1260 \text{ кг/м}^3$; $h = 114 \text{ мм} = 114 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $H = 140 \text{ мм} = 140 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
 Найти: $\alpha = ?$

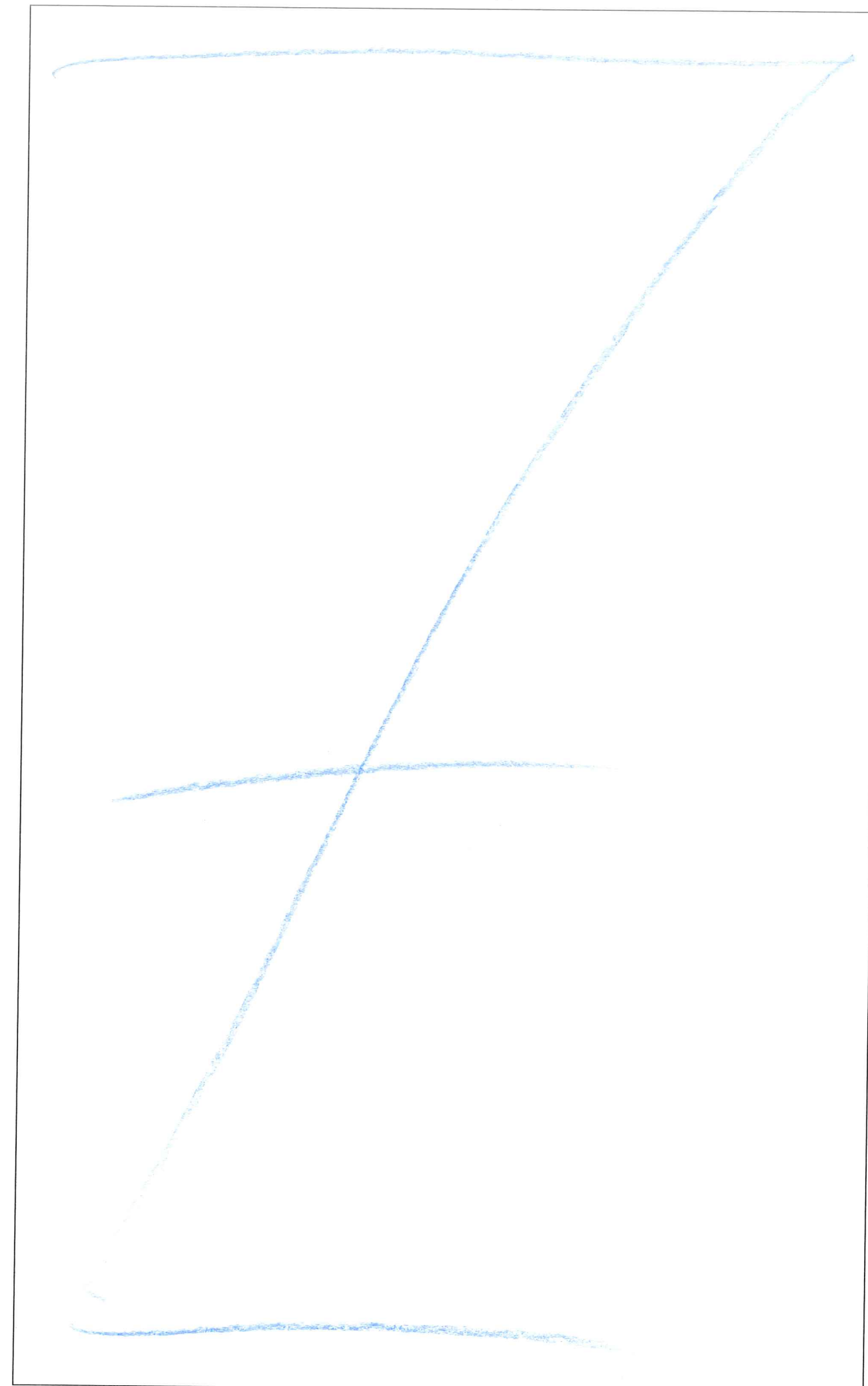


П.к. это сообщающиеся
 сосуды, то давления
 в точках А и В равны
 (обозначены на рисунке)
 равны, т.к. они
 расположены на
 одной высоте.

Запишем равенство давлений p_A и p_B
 в точках А и В соотв.

$$p_A = p_B = \rho_2 \cdot g \cdot a + \rho_1 \cdot g \cdot (H - a) = \rho_2 g h = \rho_1 g H - \rho_1 g a =$$

$$\rho_2 g a \Rightarrow \rho_1 a = \rho_1 H - \rho_2 g a \Rightarrow$$



71-05-17-03
(5.3)

$$\Rightarrow g_2 a - g_1 a = g_2 h - g_1 H \Rightarrow a = \frac{g_2 h - g_1 H}{g_2 - g_1} \quad \text{чистовик лист 3}$$

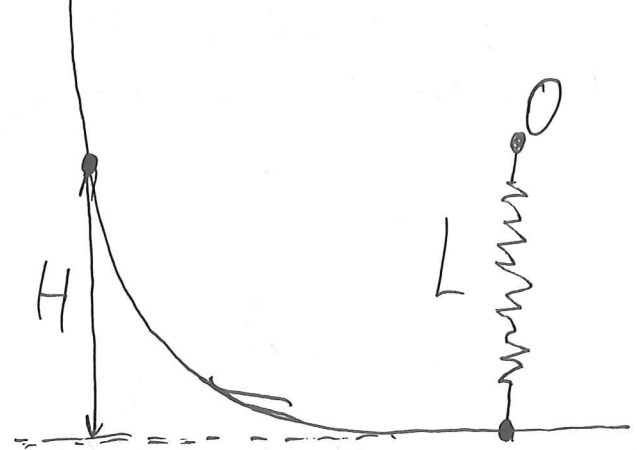
$$= \frac{1260 \cdot 114 \cdot 10^{-3} - 1000 \cdot 140 \cdot 10^{-3}}{1260 - 1000} = \frac{114 \cdot 126 - 140}{260}$$

$$= \frac{143,64 - 140}{260} = \frac{3,64}{260} \cdot 10^{-2} \text{ м} = \frac{364}{26} \text{ мм} = 14 \text{ мм}$$

Ответ: $a = 14 \text{ мм}$
№ 1.5

Дано: $m = 0,01 \text{ кг}$; $K = 10 \text{ Н/м}$; $L = 0,1 \text{ м}$; $g = 10 \text{ м/с}^2$

Найти: $H = ?$



Рассмотрим систему в момент, когда давление на ~~стор~~ стержень со стороны бусинки равно нулю, это значит, что $N_1 = N_2 = 0$

Затем равенство сил по 2З в проекции на ось x (т.к. мы проецируем на вертикальную

обозначим этот угол за α

Ось x , то ускорения у бусинок не будет,
т.к. ~~они~~ ^{вертикального} ~~ускоря~~ их ускорение направлено
по горизонтали):

$$\begin{cases} 4mg - N_1 = 0 & \Rightarrow 4mg = N_1 \\ mg + N_2 - F_y \cdot \cos \alpha = 0 & \Rightarrow N_2 = F_y \cos \alpha - mg \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4mg = F_y \cos d - mg \Rightarrow 5mg = F_y \cos d$$

Силу упругости можно найти по формуле: $F_y = k \cdot \Delta x$, Δx в нашем случае можно найти из того, что новая длина пружины (то есть $L + \Delta x$) относится к старой (L), как $\frac{1}{\cos \alpha}$ (из рисунка), то есть: $\frac{L + \Delta x}{L} = \frac{1}{\cos \alpha}$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{L}{L + \Delta x} \Rightarrow 5mg = \frac{\Delta x L}{L + \Delta x}$$

Чтобы высота была минимальной,
нужно чтобы ~~на~~ скорость бусинки
обращалась вналь, тогда же, когда
и давление на стержень со стороны
бусинок было равно нулю. // Запишем
ЗСЭ: потенциальная энергия

~~4mgH~~ $E_{\text{п}} = E_{\text{y}}$ ← энергия пружины
 $4mgH = \frac{k_{\Delta} x^2}{2}$?

Получаем систему:

Условием лист 4

$$\begin{cases} 5mg = \frac{k \Delta x L}{L + \Delta x} \Rightarrow 5mgL = k \Delta x L - 5mg \Delta x \Rightarrow \\ 4mgH = \frac{k \Delta x^2}{2} \Rightarrow H = \frac{k \Delta x^2}{8mg} \end{cases}$$
$$\Delta x = \frac{5mgL}{kL - 5mg} = \frac{5 \cdot 0,01 \cdot 10 \cdot 0,1}{10 \cdot 0,1 - 5 \cdot 0,01 \cdot 10} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{1 - 0,5} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{0,5} = 0,1 \text{ м}$$
$$H = \frac{10 \cdot 0,1^2}{8 \cdot 0,01 \cdot 10} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ м}$$

Ответ: ~~0,125 м~~ $H = 0,125 \text{ м}$

Orbiter: ~~0,125 m~~ $H = 0,125 \text{ m}$ $\frac{8 \cdot 0,01 \cdot 10}{8} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ m}$