



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Подавцов Елисей Владимирович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 14 » февраль 2025 года

Подпись участника
Е.В.П.

$$80\% \cdot \frac{100 - 60 + \frac{400 \cdot 600}{1200 \cdot 2}}{60 - 20} = 80\% \cdot \frac{40 + \frac{2400}{84}}{60} = 80\% \cdot \left(1 + \frac{60}{84}\right)$$

$$580\% \cdot \left(1 + \frac{15}{21}\right) = 80\% \cdot \frac{36}{21} \cdot \frac{25}{2 \cdot 2} = 80\% \cdot \frac{36}{21} \cdot \frac{5}{8} =$$

$$2 \cdot \frac{36}{8} = \frac{288}{288}$$

$$\frac{2880}{21} \mid \frac{21}{137}$$

$$\frac{63}{150}$$

$$\frac{14}{14}$$

$$\frac{6}{7} \mid \frac{7}{0,8571}$$

$$\frac{0}{80}$$

$$\frac{56}{40}$$

$$\frac{35}{50}$$

$$\frac{49}{10}$$

$$\frac{1260 \cdot 114 - 600 \cdot 140}{1260 - 600} = \frac{1260 \cdot 114 - 600 \cdot 140}{260} = \frac{126 \cdot 114 - 600 \cdot 14}{26}$$

$$\frac{126}{126} \times \frac{114}{114} = \frac{504}{504}$$

$$126 \times 114 = 14364$$

$$14364 - 14000 = 364$$

$$\frac{364}{26} = 14$$

$$104 \mid \frac{26}{14}$$

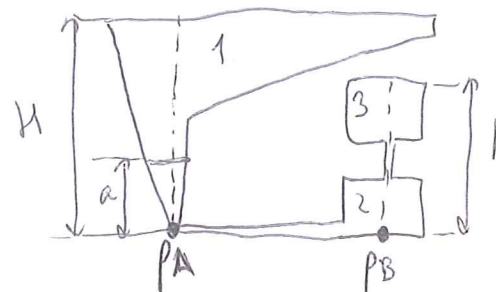
$$\frac{k \Delta l^2}{2} = \frac{5mV^2}{2}$$

$$k \Delta l^2 = 5mV^2$$

$$\Delta l = \sqrt{\frac{5mV^2}{k}} = V \sqrt{\frac{5m}{k}}$$

$$k \Delta l = m$$

Задача 1.1.



$$\rho_1 = 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$h = 114 \text{ мм}$$

$$H = 140 \text{ мм}$$

$$a = ?$$

Так как жидкости в сообщающихся сосудах находятся в равновесии, то давления в м. А и В равны (на моем рисунке эти точки — точки край 1-ой фигуры и центр для 2-ой фигуры).

Запишем равенство давлений в м. А и В соотв.:

$$p_A = \rho_1 g (h - a) + \rho_2 g a + p_0$$

где p_0 — атмосфер. давл., м.к. сосуд 1 открыт сверху.

$\rho_1 g (h - a)$ — давл. столба жидкости плотности ρ_1 (вода) и высотой $h - a$

$\rho_2 g a$ — давл. столба жидк. плотн ρ_2 (мшиерина) и высотой a

$p_B = \rho_2 g h + p_0$ — давление столба жидк. плотн ρ_2 и высотой h , м.к. пунктирная ось проходит через 3-ий сосуд, соед. трубку и 2-ой сосуд

$$p_A = p_B \Rightarrow \rho_1 g (h - a) + \rho_2 g a + p_0 = \rho_2 g h + p_0$$

$$\rho_1 h - \rho_1 a + \rho_2 a = \rho_2 h$$

$$a(\rho_2 - \rho_1) = \rho_2 h - \rho_1 h$$

$$a = \frac{\rho_2 h - \rho_1 h}{\rho_2 - \rho_1}$$

Подставим известные значения ρ_2 , ρ_1 , h и h отсчитанные на рисунке:

$$a = \frac{1260 \cdot 114 - 600 \cdot 140}{1260 - 600} = \frac{364}{26} = 14 \text{ мм}$$

Ответ: 14 мм

17-88-84-50
(5.7)А. С. Сидоров
(Рецензент)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

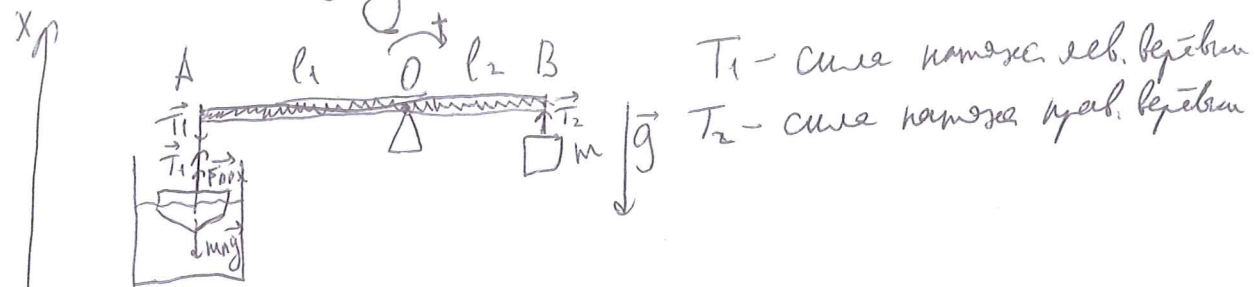
Оценка 4.0

Судья

Судья

(20)

Задача 1.2.



T_1 — сила натяжения лев. веревки
 T_2 — сила натяжения прав. веревки

1) Рассматриваем равновесие груза массой m :

$$\text{ОХ: } T_2 - mg = 0 \Rightarrow T_2 = mg$$

2) Рассматриваем равновесие поплаве (уравнение по плаванию):

$$\text{ОХ: } T_1 + F_{\text{Арх}} - m_n g = 0$$

где m_n — масса поплаве

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{погр}}$$

$$m_n = \rho_n V_n, \text{ где } \rho_n \text{ — плотность поплаве, а } V_n \text{ — его объем}$$

3) Рассматриваем равновесие моментов АВ относительно O:

$$T_2 l_2 - T_1 l_1 = 0$$

момент
прав. плеча

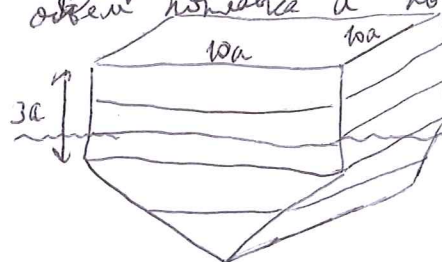
$$\text{Момент лев. плеча} \quad T_1 = T_2 \frac{l_2}{l_1} = mg \frac{l_2}{l_1} \quad (\text{так как } T_2 = mg \text{ из 1)}$$

Подставив в 2) T_1 найдем:

$$mg \frac{l_2}{l_1} + \rho g V_{\text{погр}} = \rho_n V_n g$$

$$\rho_n = \frac{m \frac{l_2}{l_1} + \rho V_{\text{погр}}}{V_n}$$

Из рисунка формы поплаве мы можем найти соотн. объем поплаве и погруженный в воду объем.



$$V_{\text{погр в воде}} = 10a \cdot 10a \cdot 2a = 200a^3$$

$$V_{\text{воздух}} = 3a \cdot 10a \cdot 10a + 2a \cdot 5a \cdot 10a = 400a^3$$

$$\Rightarrow V_{\text{погр в воде}} = 200a^3$$

$$\text{Значит } \rho_n = \frac{m \frac{l_2}{l_1}}{400a^3} + \rho \frac{200a^3}{400a^3} = \frac{1}{2} \rho + \frac{m}{400a^3} \cdot \frac{l_2}{l_1}$$

$$\boxed{\rho_n = \frac{1}{2} \rho + \frac{m}{400a^3} \cdot \frac{l_2}{l_1}}$$

X



~~Задача 1.3.~~

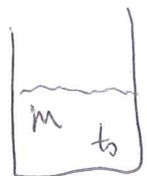
Подставив известные значения ρ, l_2, l_1 и a получим:

$$\rho_n = \frac{1}{2} \cdot 6000 + \frac{0.7}{400 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{10}{50} = 500 + \frac{7 \cdot 10^{-5}}{400 \cdot 5} = 500 + \frac{7000}{20} = 500 + 350 = 850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$



Задача 1.3.



P — мощность 1-го чайника, тогда $2P$ — мощность 2-го чайника соотв, как мощность в 2 раза больше

Дано: мощность 1-го чайника за время τ_1 ; $Q_{огр} = P \cdot \tau_1$
 Нужно: найти для какой воды время от t_0 до t_1

$$Q_{нагр} = c m (t_1 - t_0)$$

$$\text{Кру 1-го чайника: } \eta_1 = \frac{Q_{нагр}}{Q_{огр}} = \frac{c m (t_1 - t_0)}{P \cdot \tau_1} \quad (1)$$

После чего вода была в чайнике вода за время τ_2
 отдала в окр среду $\Delta Q = q \cdot \tau_2$

После чем температура воды упала до t_2 , но
 $c m (t_1 - t_2) = \Delta Q$

скажем потеря
мощности

стала равна
среде

$$\text{Отсюда } t_2 = t_1 - \frac{\Delta Q}{c m} \quad (3)$$

Далее ~~затем~~ вода закипела от t_2 до $t_{\text{кв}}$, и в она
 нагрелась $c m (t_{\text{кв}} - t_2)$ мощностью ~~теп~~

Новый чайник не дал $2P \cdot \tau_3$ мощность за время τ_3 .

$$\text{Кру 2-го чайника: } \eta_2 = \frac{c m (t_{\text{кв}} - t_2)}{2P \cdot \tau_3} \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)}: \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{c m (t_{\text{кв}} - t_2)}{2P \cdot \tau_3}}{\frac{c m (t_1 - t_0)}{P \cdot \tau_1}} = \frac{t_{\text{кв}} - t_2}{t_1 - t_0} \cdot \frac{\tau_1}{2\tau_3}$$

t_2 из (3) подставляем в (2):

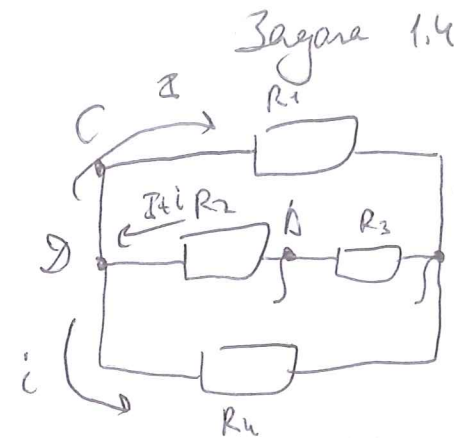
$$\eta_2 = \eta_1 \cdot \frac{t_{\text{кв}} - t_1 + \frac{q \tau_2}{c m}}{t_1 - t_0} \cdot \frac{\tau_1}{2\tau_3} \Rightarrow \eta_2 = \eta_1 \cdot \frac{t_{\text{кв}} - t_1 + \frac{q \tau_2}{c m}}{t_1 - t_0} \cdot \frac{\tau_1}{2\tau_3}$$

Подставляем маленкие значения η_1 , $t_{\text{кв}}$, t_1 , t_0 , q , τ_1 , τ_2 , τ_3 и
 условие окончательно получаем:

$$\eta_2 = 80\% \cdot \frac{100 - 60 + \frac{400 \cdot 600}{4200 \cdot 2}}{60 - 20} \cdot \frac{2 \cdot 5}{2 \cdot 2} = 80\% \cdot \left(1 + \frac{15}{21}\right) \cdot \frac{5}{8} =$$

$$= 80\% \cdot \frac{36}{21} = \frac{6}{7} \approx 85,7\%$$

Ответ: 85,7%



I — ток, текущий ~~по~~ по
верхней контуре (через резистор)
 i — ток, текущий через резистор
 R_4 (по нижней контуре)

Тогда из ЗСЗ ток через резистор равен $I+i$

Резисторы R_1 и R_4 соединены параллельно $\Rightarrow IR_1 = iR_4$

$$i = I \frac{R_1}{R_4} = I \frac{R}{3R} = \frac{I}{3}$$

Тогда ток через резистор 2 равен $\frac{4}{3}I$.

20

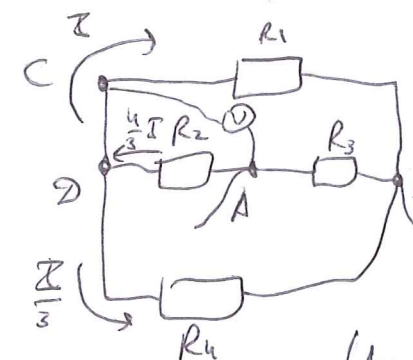
$$U_{AB} = U_{AD} + U_{DB} + U_{CB} \text{ (полезная работа)}$$

$$U_{DB} = 0 \text{ (идеальный провод)}$$

$$U_{AD} = \frac{4}{3}I \cdot R_2 = \frac{4}{3}I \cdot \frac{5}{3}R = \frac{20}{9}IR \text{ (зак Ома)}$$

$$U_{CB} = IR_1 = IR$$

$$\text{Значит, } U_{AB} = \frac{20}{9}IR + IR = \frac{29}{9}IR \Rightarrow I = \frac{\frac{3}{29}U}{R} = \frac{3}{29} \frac{U}{R}$$



Если подключить идеальный
вольтметр между точками C и D,
то ток по цепи не будет, а его
показание равно разности потенциалов
в A и C. ($\varphi_A - \varphi_C$)

$$U_V = \varphi_A - \varphi_C = (\varphi_A - \varphi_D) + (\varphi_D - \varphi_C) = U_{AD} + U_{DC}$$

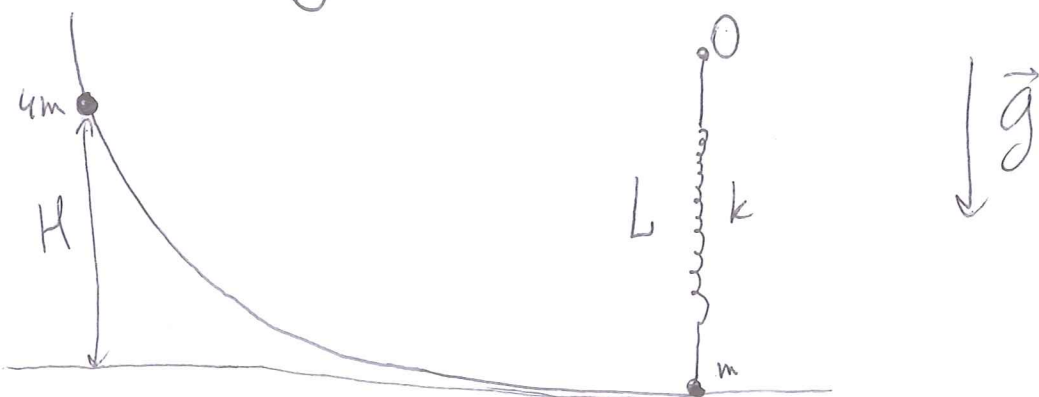
$$= U_{AD} = \frac{4}{3}IR_2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{29} \frac{U}{R} \cdot \frac{5}{3}R = \frac{20}{29}U \text{ (зак Ома + полезная работа)}$$

$$\Rightarrow U_V = \frac{20}{29}U$$

Подставив значение U из условия получим $U_V = \frac{20}{29} \cdot 32 \text{ В} = 20 \text{ В}$

Ответ: 20 В

Задача 1.5.



Найдем скорость бусины массой m перед ударом:
 Для этого запишем ЗСЭ для нее ($v_0 = 0$, так как начинается движение из состояния покоя, $\Delta v_{кинет} = 0$, так как нет трения).

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgH = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gH} \quad \checkmark$$

Удар абс. неупругий $\Rightarrow$ после удара бусины "слипаются" $\checkmark$
 и движутся вместе со скор. v .

Кинетическая энергия двух бусинок переходит в энергию пружины.

$$\frac{5mv^2}{2} = \frac{k\delta l^2}{2} \Rightarrow \delta l = v\sqrt{\frac{5m}{k}} = \sqrt{\frac{5mgH}{k}} \quad +$$



Далее происходит отрыв бусинок — перестанов давить на стержень.
 Из нуль бусинки проедут до отрыва $\sqrt{(L+\delta l)^2 - L^2} = \sqrt{2\delta l L + \delta l^2}$

