

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
98	12.03.2025	Елгин Б.М.	Бел
Шифр			20288

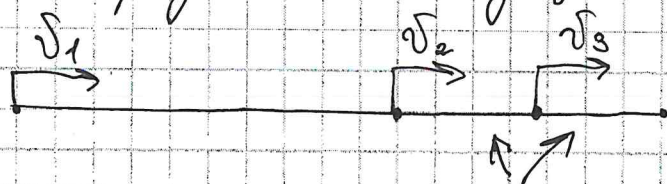
Задача 1.

- 1) Средняя скорость частицы ($v_{\text{ср}}$) - это физическая величина, означающая, сколько пройдет объекта за обусловленную единицу времени при равномерном движении. (то есть мы представляем что объект движется равномерно с одной постоянной скоростью). $v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$ - весь путь S - на всё время.

S - расстояние пройденное телом.

t - всё время, затраченное на прохождения пути.

- 2) Пусть половина пути это S , а половина времени это τ . Представим ситуацию наглядно:



$$\begin{array}{c|c|c|c|c} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \hline 15 & 15 & 15 & 13 & 40 \end{array}$$

Отрезки равны по длине. $\Rightarrow$ Обозначим

длину этого отрезка как S_x , тогда средняя скорость будет считаться как:

$$v_{\text{ср}} = \frac{2 S_x}{\frac{S_x}{v_2} + \frac{S_x}{v_3}} = \frac{2 S_x}{S_x (\frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3})} = \frac{2}{\frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3}} = \frac{2}{\frac{v_3 + v_2}{v_2 \cdot v_3}} = \frac{2 v_2 \cdot v_3}{v_2 + v_3}.$$

время затраченное на участке S_x .

время на участке со скоростью v_2 , вернемся к ситуации в общем:

$$v_{\text{ср исконое}} = \frac{2S}{2\tau} = \frac{S}{\tau}; \text{ и распишем } S \text{ через } v_1 \text{ и положительную } v_{\text{ср}} \Rightarrow$$

$$2S = v_1 \cdot \tau + \left(\frac{2 v_2 \cdot v_3}{v_2 + v_3} \right) \cdot \tau = \tau \left(v_1 + \frac{2 v_2 \cdot v_3}{v_2 + v_3} \right); \text{ из этой формулы}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			920288

Задача 1 (продолжение)

из этой формулы получим $\frac{2s}{\tau} = v_1 + \frac{2v_2 \cdot v_3}{v_2 + v_3}$; а $v_{\text{искомое}}$
в два раза меньше $\Rightarrow$

$$v_{\text{искомое}} = \frac{v_1}{2} + \frac{v_2 \cdot v_3}{v_2 + v_3} = \frac{10 \frac{\text{км}}{\tau}}{2} + \frac{6 \frac{\text{км}}{\tau} \cdot 3 \frac{\text{км}}{\tau}}{6 \frac{\text{км}}{\tau} + 3 \frac{\text{км}}{\tau}} = 7 \frac{\text{км}}{\tau}.$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 2

Поймём, то что если установившаяся температура ($t_3 = 40^\circ\text{C}$) меньше температуры кипения ($100^\circ\text{C} = t_k$) то ситуацию можно представить как нагрев ~~за~~ $0,75\text{ кг}$ воды до $t_3 = 40^\circ\text{C}$ и оставшуюся энергию пустить на испарение какого-то кусочка воды (нагрева от $t_3 = 40^\circ\text{C}$ до $t_k = 100^\circ\text{C}$ и испарения). 2

Т.к. стальная заготовка энергии ~~одна~~ отдаёт в систему:

$|Q_{\text{отдающее}}|$ — модуль отдающее тепло

$|Q_{\text{отдающее}}| = |c_2 \cdot m_2 (t_2 - t_3)|$ ($t_2 - t_3$) — т.к. заготовка остывает от $t_2 (570^\circ\text{C})$ до $t_3 (40^\circ\text{C})$.

и распишем на что пошло ~~одна~~ отдающее тепло:

$$|Q_{\text{полученное}}| = |c_6 \cdot m_1 (t_3 - t_1)| + |\Delta m \cdot c_6 (t_k - t_3)| + |\Delta m \cdot L| + |c_1 (t_3 - t_1)|$$

Δm — масса испарившейся воды. 6

Уравнение теплового баланса:

$|Q_{\text{отдающее}}| = |Q_{\text{полученное}}|$ — т.к. система теплоизолирована, ведь уравнение теплового баланса может быть применено при отсутствии излучения системы, конвекции системы во внешнюю среду, и теплообмена с окружающей средой:

$$|c_2 \cdot m_2 (t_2 - t_3)| = |c_6 m_1 (t_3 - t_1)| + |\Delta m \cdot c_6 (t_k - t_3)| + |\Delta m \cdot L| + |c_1 (t_3 - t_1)|$$

скобки модуля по правилам математики:

$$c_2 \cdot m_2 (t_2 - t_3) = c_6 \cdot m_1 (t_3 - t_1) + \Delta m (c_6 (t_k - t_3) + L) + c_1 (t_3 - t_1)$$

Я позволю назвать себя $m = m_1$, потому переписыву уравнение:

$$c_2 \cdot m_2 (t_2 - t_3) = c_6 \cdot m \cdot (t_3 - t_1) + \Delta m (c_6 (t_k - t_3) + L) + c_1 (t_3 - t_1).$$



Открытая региональная
межвузовская олимпиада

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 2 (продолжение)

Выразим Δm из полученного уравнения:

$$\Delta m = \frac{c_2 m_2 (t_2 - t_3) - c_b \cdot m (t_3 - t_1) - c_1 (t_3 - t_1)}{c_b (t_k - t_3) + h} = 0,070 \text{ м} = 70 \text{ г}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 3.

1) Условия:

- 1) соблюдается правило моментов, которое распишу далее;
- 2) плотность неизвестной жидкости больше (или равно) плотности деревянного стержня.

2) Запишем силы действующие на стержень:

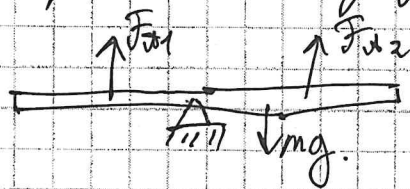
 $F_{\text{д1}}$ - сила Архимеда справа. $F_{\text{д2}}$ - сила Архимеда слева. mg - сила тяжести стержня.Пусть S - площадь сечения; тогда.

$$F_{\text{д1}} = S \cdot \rho_1 \cdot g \cdot l_1$$

$$F_{\text{д2}} = S \cdot \rho_x \cdot g \cdot l_2 \quad ; \text{ где } \rho_x - \text{плотность масла.}$$

$$mg = S \cdot (l_1 + l_2) \cdot \rho_2 \cdot g$$

Картинка ситуации:



П.к. силы Архимеда приложены ко всем точкам определенной части тела, то можно считать точкой их приложения половину длины ~~всей~~ части объекта.

Правило моментов относительно шарнира:

$$F_{\text{д1}} \cdot \frac{l_1}{2} = \frac{F_{\text{д2}} \cdot l_2}{2} - mg \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2} - l_1 \right), \text{ подставим } F_{\text{д1}}, F_{\text{д2}}, mg.$$

$$S \cdot \rho_1 \cdot g \cdot l_1 \cdot \frac{l_1}{2} = S \cdot \rho_x \cdot g \cdot l_2 \cdot \frac{l_2}{2} - S(l_1 + l_2) \cdot \rho_2 \cdot g \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2} - l_1 \right) : S \cdot g$$

$$\rho_1 \cdot \frac{l_1^2}{2} = \rho_x \cdot \frac{l_2^2}{2} - \rho_2 \cdot (l_1 + l_2) \cdot \left(\frac{l_1 + l_2}{2} - l_1 \right), \text{ и выразим } \rho_x.$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 3 (продолжение)

$$\rho_x = \frac{\rho_1 l_1^2 + \rho_2 (l_2 - l_1)(l_2 + l_1)}{l_2^2} = \frac{\rho_1 l_1^2 + \rho_2 (l_2 - l_1)(l_2 + l_1)}{l_2^2} = 833 \frac{1}{3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Используемые величины:

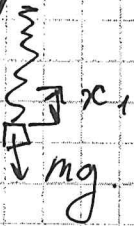
 ρ - плотность материала. l - длина объекта g - ускорение свободного падения.

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 4.

Закон Гука заключается в том, что сила для деформации на определённую длину l пропорциональна коэффициенту жёсткости k , т.е. $F = k \cdot l$.

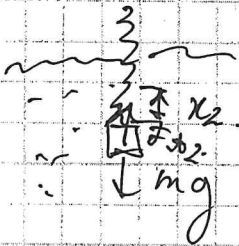
Закон работает для упругих деформаций.
Первая ситуация:



где $mg = \rho_1 \cdot V_{\text{гр}} \cdot g$

$kx_1 = \rho_1 \cdot V_{\text{гр}} \cdot g$

Вторая ситуация:



где $F_{d2} = \rho_0 \cdot V_{\text{гр}} \cdot g \Rightarrow$

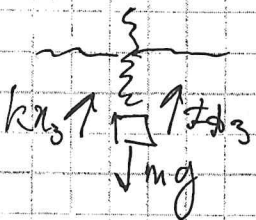
$kx_2 = mg - F_{d2} = V_{\text{гр}} \cdot g (\rho_1 - \rho_0)$

Поделим первое уравнение на второе и получим:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\rho_1}{\rho_1 - \rho_0} \Rightarrow \rho_1 \cdot x_1 - \rho_0 \cdot x_1 = \rho_1 \cdot x_2 \Rightarrow \rho_1 (x_2 - x_1) = \rho_0 \cdot x_1 \Rightarrow$$

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{x_1}{x_1 - x_2}$$

Третья ситуация:



где $F_{d3} = V_2 \cdot \rho_3 \cdot g \Rightarrow$

$kx_3 = mg - F_{d3} = V_2 \cdot g (\rho_1 - \rho_3)$

Разделим третье уравнение на второе и получим:

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 4 (Продолжение).

$$\frac{\kappa_3}{\kappa_2} = \frac{p_1 - p_3}{p_1 - p_0} \Rightarrow p_3 = p_1 - \frac{(p_1 - p_0) \cdot \kappa_3}{\kappa_2}$$

$$p_3 = p_0 \cdot \frac{\kappa_1}{\kappa_1 - \kappa_2} - \frac{p_0 \left(\frac{\kappa_1}{\kappa_1 - \kappa_2} - 1 \right) \cdot \kappa_3}{\kappa_2}$$

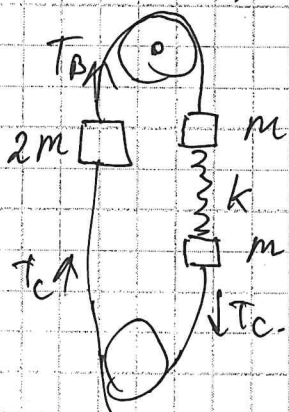
$$p_3 = p_0 \left(\frac{\kappa_1}{\kappa_1 - \kappa_2} - \frac{\kappa_1 \cdot \kappa_3}{(\kappa_1 - \kappa_2) \cdot \kappa_2} + \frac{\kappa_3}{\kappa_2} \right)$$

2

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 5.

Рассмотрим шкивную конструкцию:



Расставим неизвестные нам силы натяжения

Рассмотрим силы действующие на левый груз
массой $2m$:



$T_B = T_C + 2mg$ - сразу понимаем
что T_C не может быть отрицатель-
ной т.к. система развалится $\Rightarrow$

$T_C = 0$ - при минимальных условиях, тогда $T_B = 2mg$.

И пружину растягивает сила $mg \Rightarrow k \cdot x_1 = mg \Rightarrow$

$x_1 = \frac{mg}{k}$, перейдем на верхнюю часть системы и получим:



$T_A = 2T_B = 4mg$, и рассмотрим силы действующие
на правый блок с массой M .



$T_A = Mg \Rightarrow Mg = 4mg \Rightarrow M = 4m$.

Получаем ответы на первые три вопроса:

- 1) при $M = 4m$,
- 2) $T_A = 4mg$; $T_B = 2mg$; $T_C = 0$.
- 3) $x_1 = \frac{mg}{k}$.

Продолжение на след. странице.

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 5 (продолжение)

При $M = 8m$: $T_A = 8mg \Rightarrow T_B = \frac{T_A}{2} = 4mg \Rightarrow T_C = T_B - 2mg = 2mg$

$\Rightarrow$ Силы действующие на пружину будут: $mg + T_C = 3mg \Rightarrow$

$k \cdot x_3 = 3mg \Rightarrow x_3 = \frac{3mg}{k}$ - ответ на 4-ый вопрос. $\Rightarrow$

Посчитаем энергию каждой пружины по формуле $\frac{kx^2}{2}$.

$$E_1 = \frac{kx_1^2}{2} = \frac{k \cdot \frac{mg^2}{k^2}}{2} = \frac{mg^2}{2k}$$

$$E_2 = \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k \cdot \frac{9m^2g^2}{k^2}}{2} = \frac{9mg^2}{2k}, \text{ посчитаем во сколько раз:}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{9}{1} = 9 \text{ - ответ на 5-ый вопрос - в девять раз.}$$