

Шифр

0804

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

Ц и в и н с к а я

Имя:

Т а т ь я н а

Отчество:

М и х а и л о в н а

Учащийся 8 класса школы № МАОУ ОЦ „Горностаб“⁴

Новосибирск, Советский район

(города/села, района)

Новосибирской

(области)

Дата рождения 15.02.2002

Контактная информация – телефон(ы): +7 913 763 1883

Е- mail: tciv@ngs.ru

Пункт проведения этапа НГУ

Дата проведения этапа 26.02.2017



Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись Т.Цив

Шифр

0807

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»
2 этап (заключительный) 2016–2017 учебный год
ФИЗИКА

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
20	26.02.2017	Похабов Д. А. Жданов Е. Ю.	 

Председатель жюри:  /Махмудиан М. М./

№4

На графике видно, что при h

- 1) от 0 до 1, T_1 не меняется
- 2) от 1 до 2, T_1 меняется
- 3) от 2 до 3, T_1 не меняется
- 4) от 3 до 4, T_1 меняется
- 5) от 4 и далее, T_1 не меняется

1	2	3	4	Σ
-	10	0	10	20

Значит, в случаях 1, 3 и 5 объём части груза тела (грузов), погружённой в воду, не меняется (то есть, водой заполнялось место без груза: под нижним грузом, между грузами, над верхним грузом), а в случаях 2 и 4 объём ~~тела~~ увеличивался (то есть, вода окружала нижний или верхний груз). Тогда высота обоих грузов = 1 см, и расстояние между ними = 1 см (и между дном и нижним грузом)

Пока вода не поднималась до нижнего груза,

$$T_1 = m_1 g + m_2 g. \quad \text{Однако после того как}$$

~~вода поднималась до нижнего груза~~

$$\text{Значит, при } h=0, \quad T_1 = m_1 g + m_2 g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = g(m_1 + m_2) \Rightarrow 12 = 10(m_1 + m_2)$$

$$\boxed{m_1 + m_2 = 1,2 \text{ кг}}$$

После того, как вода поднималась до нижнего груза,

$$T_1 = m_1 g + m_2 g - \rho_{\text{ж}} g V_{\text{т}} \quad (V_{\text{т}} - V_{\text{погружённой}} \text{ части нижнего груза})$$

$$T_1 = m_1 g + m_2 g - \rho_{\text{ж}} g \cdot S \cdot h_1 \quad T_2 = m_2 g - \rho_{\text{ж}} g S h_1$$

(тела находятся в состоянии равновесия, значит, ~~выт~~ сумма сил, направленных вверх, равна сумме сил, направленных вниз)

$$T_1 = m_1 g + m_2 g - \rho_{\text{ж}} g \cdot S \cdot h_1 = g(m_1 + m_2 - \rho_{\text{ж}} S h_1)$$

$$T_1 = 10(1,2 - 1000 \cdot S \cdot h_1)$$

при $h = 0,02 \text{ м}$

$$6 = 10(1,2 - 1000 \cdot 0,01 \cdot S)$$

$$0,6 = 1,2 - 10S$$

$$10S = 0,6 \text{ Н}$$

$$\underline{\underline{S = 0,06 \text{ м}^2}}$$

($h_1 = h - 0,01 \text{ м}$, т.к. расстояние между дном и нижним грузом = 0,01 м) (h_1 - высота погружённой части нижнего груза)

Расстояние между дном и нижним грузом = 0,01 м, а высота ~~гр~~ нижнего груза = 0,01 м, значит, нижний груз скроется под водой при $h = 0,02 \text{ м}$

Итак, в формуле $T_2 = m_2 g - \rho g S h_1$, нам известны все переменные кроме m_2 . Запомним, что на графике, на отрезке от $h=1$ до $h=2$, T_1 уменьшается вдвое быстрее, чем на отрезке от $h=3$ до $h=4$. Однако, у грузов одинаковые высоты и плотность. Значит, площадь верхнего груза в 2 раза меньше площади нижнего \Rightarrow объём верхнего в 2 раза меньше объёма нижнего $\Rightarrow m_2 = 2m_1$

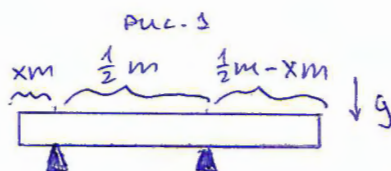
$$m_1 + m_2 = 1,2 \text{ кг} \Rightarrow m_2 = 0,8 \text{ кг}$$

Тогда,

$$\begin{aligned} T_2 &= m_2 g - \rho g S h_1 = g(m_2 - \rho S h_1) = \\ &= 10(0,8 - 0,6) = 2 \text{ Н} \end{aligned}$$

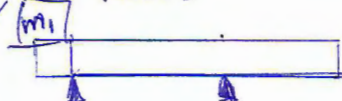
Ответ: $T_2 = 2 \text{ Н}$ (F)

N3



1

рис. 2

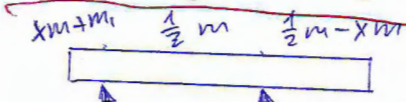


Если положить груз массой m на левый край доски, то равновесие нарушится.

Зная, устанавливается равновесие при массе $< m$, и $\approx m$, разница между длиной массой и m , крайне мала, поэтому мы будем считать, что масса, ~~когда~~ при которой устанавливается равновесие $= m_1$.

Тогда верно равенство (см. рис. 1):

$$m_1 g + x m g = \frac{1}{2} m g + \left(\frac{1}{2} m - x m \right) g$$



$$g(m_1 + x m) = g \left(\frac{1}{2} m + \frac{1}{2} m - x m \right)$$

$$m_1 + x m = m - x m$$

$$m_1 = m - 2 x m$$

$$m_1 = m(1 - 2x)$$

$$m = \frac{m_1}{1 - 2x}$$

$$\textcircled{3} \quad m = \frac{m_1}{1 - 2x} = \frac{m_2}{2x}$$

$$m_1 \cdot 2x = m_2 (1 - 2x)$$

$$m_1 \cdot 2x = m_2 - 2x \cdot m_2$$

$$2x = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$m = \frac{m_2}{2x} = \frac{m_2}{\frac{m_2}{m_1 + m_2}} = m_1 + m_2$$

Ответ: масса доски $m = m_1 + m_2$

m - масса доски

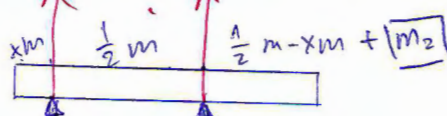
$(x m)$ - масса левого края доски

$\frac{1}{2} m$ - масса части доски между опорами

$\left(\frac{1}{2} m - x m \right) = \left(\frac{1}{2} m - x m \right)$ - масса правого края доски

рис. 3

2



Будем считать, что масса груза на правом краю доски, при которой устанавливается,

равновесие $= m_2$ (аналогично первому случаю)

Тогда:

$$x m g + \frac{1}{2} m g = \left(\frac{1}{2} m - x m \right) g + m_2 g$$

$$g \left(x m + \frac{1}{2} m \right) = g \left(\frac{1}{2} m - x m + m_2 \right)$$

$$x m + \frac{1}{2} m = \frac{1}{2} m - x m + m_2$$

$$2 x m = m_2$$

$$m = \frac{m_2}{2x}$$

(N2)

Дано:

$$c_b = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad T_k = 4^\circ\text{C}; \quad T_n = 0^\circ\text{C}$$

$$\lambda_1 = 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \quad t_1 = 14 \text{ часов}$$

В первом случае (m_n — масса льда):

$$Q_1 = \lambda m_n + c_b m_n (T_k - T_n) = m_n (\lambda + c_b (T_k - T_n)) = \\ = m_n (\lambda + 4c_b) = 352800 m_n \text{ (Дж)}$$

Во втором случае:

$$Q_2 = c_b m_n (T_k - T_n) = 16800 m_n \text{ (Дж)}$$

(пераставившим льдом можно пренебречь)

$$N = \frac{Q}{t_1} = \frac{352800 m_n}{14} = 25200 m_n \text{ (Дж/ч)}$$

$$t_2 = \frac{Q_2}{N} = \frac{16800 m_n}{25200 m_n} = \frac{2}{3} \text{ ч}$$

Ответ: через $\frac{2}{3}$ часа.

