

Шифр

018230

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работана олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

Ш	А	М	А	Н	А	Е	В										
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

А	Л	Е	К	С	А	Н	Д	Р									
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч									
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся

8

класса школы №

МБОУ АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ г.Томска
им. Г.А.Исахановагорода Томска

(города/села, района)

Томской области

(области)

Дата рождения

22.06.2004

Контактная информация – телефон(ы):

8 (983) 348 00 79

E-mail:

sasha.the.creeper@gmail.com

Пункт проведения этапа

ТГУ, г.Томск

Дата проведения этапа

24.02.2018

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

Али

1	2	3	4	5	6	Σ
8	—	8	10			26

Шифр

018220

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
26	03.03.19	Среднова НН	Среднова НН

1. Дано: t, τ, T

t_0 - время, которое потребуется старому, чтобы добраться до дома - ?

Решение:

Пусть v - скорость моторной лодки, u - скорость течения, s_1 - участок пути от дома до места, где заглох мотор, s_2 - участок пути от этого места до дома.

По формуле $s_1 = v \cdot t$, т.к. путь s_1 он прошел по течению, скорость равна $v + u$; $s_1 = t/(v+u)$, т.к. путь s_2 он прошел с заглохшим мотором и по течению, скорость равна u ;

$s_2 = u \tau$

На обратном пути от дома против течения, его скорость равна $v - u$; путь $s_2 = T/(v-u)$

П.к. $s_2 = u \tau$, $s_2 = T/(v-u)$, то:

$u \tau = T/(v-u)$

Председатель жюри

$$uT = vT - uT$$

$$uT + uT = vT \Rightarrow u(T+T) = vT$$

$$v = u \frac{T+T}{T} \quad (1)$$

Пусть S_1 — максимальный промежуток со скоростью $v-u$, знаем, $S_1 = t_0(v-u)$.

И.к. $S_1 = t(v+u)$, $S_2 = t_0(v-u)$, то

$$t(v+u) = t_0(v-u)$$

$$vt + ut = vt_0 - ut_0$$

$$ut + ut_0 = vt_0 - vt$$

$$u(t+t_0) = v(t_0-t)$$

$$\text{из (1): } u(t+t_0) = u(T+T)(t_0-t) \quad | : u$$

$$t+t_0 = \frac{(T+T)(t_0-t)}{T}$$

$$t+t_0 = \frac{2t_0 - 2t + Tt_0 - Tt}{T}$$

$$t+t_0 = t_0 \frac{T}{T} - \frac{2t}{T} + t_0 - t$$

$$t = t_0 \frac{T}{T} - \frac{2t}{T} - t$$

$$2t + \frac{2t}{T} = t_0 \frac{T}{T} \quad | \cdot T$$

$$2tT + 2t = t_0 T \quad | : T$$

$$2t \frac{T}{T} + t = t_0$$

$$t(2 \frac{T}{T} + 1) = t_0 \quad \text{Видим: } t_0 = t(2 \frac{T}{T} + 1)$$

85

$$\frac{2T+T}{T} \cdot t$$

2. Дано:

$$c_l = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_v = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

t_n - температура
льда - ?

Решение:

Когда в термос бросают лёд, до установления теплового равновесия происходит три процесса: 1) нагревание льда до t_n температуры плавления, равной 0°C , далее 2) плавление льда и 3) нагревание перешедшего в форму воды льда до конечной температуры. На три этих процесса тратится энергия воды в термосе, поэтому она охлаждается.

Известно два участка изменения температуры до установления соответствующих описанным выше процессам. Так как кубики льда по условию одинаковы, то их масса и начальная температура равны.

В случае одного кубика изм. температуры воды составило $\Delta t_v = 20^\circ\text{C}$.

В первом случае лёд сначала нагрелся с t_n до $t_n = 0^\circ\text{C}$, затем расплавился, затем в воде вода нагрелась с 0°C до 70°C , $\Delta t_{l1} = 70^\circ\text{C}$.

Ур. тепл. баланса 1:

$$c_v m_v \Delta t_v = c_l m_l (0 - t_n) + \lambda m_l + c_v m_l \Delta t_{l1}, \quad (1)$$

где m_v - масса воды в термосе.

Во втором случае кубик также нагрелся с t_n до $t_n = 0^\circ\text{C}$, расплавился и в воде нагрелся до 50°C . $\Delta t_{n2} = 50^\circ\text{C}$

Упр. метн. балансом 2:

$$(2) \quad c_b (m_b + m_n) \Delta t_b = c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}$$

$$(1') \quad \text{из (1)} \quad c_b (m_b \Delta t_b - m_n \Delta t_{n1}) = c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n$$

Разделим (1') на (2)

$$\frac{c_b (m_b \Delta t_b - m_n \Delta t_{n1})}{c_b (m_b + m_n) \Delta t_b} = \frac{c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n}{c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}}$$

$$\frac{m_b \Delta t_b - m_n \Delta t_{n1}}{m_b \Delta t_b + m_n \Delta t_b} = \frac{c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n}{c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}}$$

$$(m_b \Delta t_b - m_n \Delta t_{n1}) / (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}) =$$

$$= (m_b \Delta t_b + m_n \Delta t_b) / (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n)$$

$$m_b \Delta t_b (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}) - m_n \Delta t_{n1} \cdot$$

$$\cdot (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}) = m_b \Delta t_b (c_n m_n (0 - t_n) +$$

$$+ \lambda m_n) + m_n \Delta t_b (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n)$$

$$m_b \Delta t_b c_b m_n \Delta t_{n2} = m_n \Delta t_b (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n) +$$

$$+ m_n \Delta t_{n1} (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2})$$

$$m_b \Delta t_b c_b m_n \Delta t_{n2} = m_n (\Delta t_b (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n) +$$

$$+ \Delta t_{n1} (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n2}))$$

$$m_b \Delta t_b c_b m_n \Delta t_{n2} = m_n ((c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n) (\Delta t_b + \Delta t_{n1}) +$$

$$+ \Delta t_{n1} c_b m_n \Delta t_{n2})$$

$$m_b \Delta t_b c_b \Delta t_{n2} = \cancel{m_n} (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n) (\Delta t_b + \Delta t_{n1}) +$$

$$+ \Delta t_{n1} c_b m_n \Delta t_{n2})$$

$$u_3(1) \quad m_b = \frac{c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n1}}{c_b \Delta t_b}$$

$$\frac{(c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n + c_b m_n \Delta t_{n1}) \Delta t_b c_b \Delta t_{n2}}{c_b \Delta t_b} =$$

$$= (c_n m_n (0 - t_n) + \lambda m_n) (\Delta t_b + \Delta t_{n1}) + \Delta t_{n1} c_b m_n \Delta t_{n2}$$

$$m_n (c_n (0 - t_n) + \lambda + c_b \Delta t_{n1}) \Delta t_{n2} =$$

$$= m_n (c_n (0 - t_n) + \lambda) (\Delta t_b + \Delta t_{n1}) + \Delta t_{n1} c_b \Delta t_{n2}$$

$$(c_n (0 - t_n) + \lambda + c_b \Delta t_{n1}) \Delta t_{n2} = (c_n (0 - t_n) + \lambda) (\Delta t_b + \Delta t_{n1}) + \Delta t_{n1} c_b \Delta t_{n2}$$

$$\Delta t_{n2} c_n (0 - t_n) + \lambda \Delta t_{n2} + c_b \Delta t_{n1} \Delta t_{n2} = \Delta t_b c_n (0 - t_n) + \lambda \Delta t_b + \lambda \Delta t_{n1} + \Delta t_{n1} c_b \Delta t_{n2}$$

$$\Delta t_{n2} c_n (0 - t_n) - \Delta t_b c_n (0 - t_n) - \Delta t_{n1} c_n (0 - t_n) =$$

$$= \lambda \Delta t_b + \lambda \Delta t_{n1} - \lambda \Delta t_{n2}$$

$$- \Delta t_{n2} c_n t_n + \Delta t_b c_n t_n + \Delta t_{n1} c_n t_n =$$

$$= \lambda \Delta t_b + \lambda \Delta t_{n1} - \lambda \Delta t_{n2}$$

$$t_n (\Delta t_b c_n + \Delta t_{n1} c_n - \Delta t_{n2} c_n) =$$

$$= \lambda (\Delta t_b + \Delta t_{n1} - \Delta t_{n2})$$

$$t_n c_n (\Delta t_b + \Delta t_{n1} - \Delta t_{n2}) = \lambda (\Delta t_b + \Delta t_{n1} - \Delta t_{n2})$$

$$t_n c_n = \lambda$$

$$t_n = \frac{\lambda}{c_n}, \text{ m.k. } t_{\text{max}} < 0, \text{ mo } |t_n| = \frac{1}{c},$$

$$\text{a } t_n = -\frac{1}{c_n} = -160^\circ \text{C}$$

$$\text{Answer: } t_n = -160^\circ \text{C}$$

3. Дано:

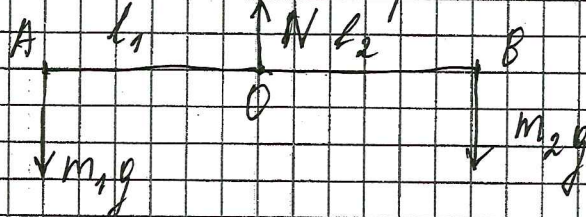
 $l_1, l_2,$ $L_0, L_6,$ P, g $m_1, m_2 -$

массы грузов ?

Решение:

Рассмотрим вторую линейку:

П.к. система в равновесии:

~~Усл. равновес. отн. к O: Тр. мом. отн. к O:~~

$$m_1 g \cdot l_1 = m_2 g \cdot l_2$$

$$m_1 l_1 = m_2 l_2$$

~~Усл. равновес. отн. к A: Тр. мом. отн. к A:~~

$$N \cdot l_1 = m_2 g (l_1 + l_2)$$

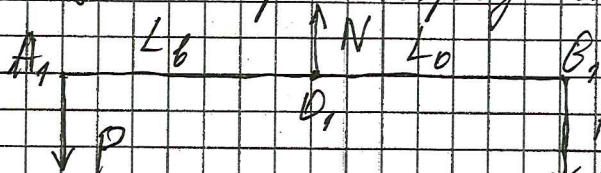
$$(1) N = m_2 g \frac{l_1 + l_2}{l_1} \quad \text{норм.} \quad \text{— сила реакции опоры в т. O}$$

~~Усл. равновес. отн. к B: Тр. мом. отн. к B:~~

$$N \cdot l_2 = m_1 g (l_1 + l_2)$$

$$N = m_1 g \frac{l_1 + l_2}{l_2} \quad (2)$$

Рассмотрим первую линейку:



P_0 — сила, с которой вторая линейка давит на первую.
 ~~N_0 — сила реакции опоры второй линейки.~~

Тр. мом. отн. к O_1 :

$$P L_6 = P_0 L_0 \quad (3)$$

Тр. мом. отн. к A_1 :

$$N L_6 = P_0 (L_6 + L_0) \quad (4)$$

Тр. мом. отн. к B_1 :

$$N L_0 = P (L_6 + L_0) \quad (5)$$

$$m_3(4): P_0 = N \frac{L_0}{L_0 + L_0}$$

$$m_3(3): P_0 = P \frac{L_0}{L_0}$$

$$N \frac{L_0}{L_0 + L_0} = P \frac{L_0}{L_0} \quad | : L_0$$

$$\frac{N}{L_0 + L_0} = \frac{P}{L_0}; \quad m_3(1): \frac{m_2 g (l_1 + l_2)}{l_1 (L_0 + L_0)} = \frac{P}{L_0}$$

$$m_2 g (l_1 + l_2) = \frac{P l_1 (L_0 + L_0)}{L_0}$$

$$m_2 g = \frac{P l_1 (L_0 + L_0)}{(l_1 + l_2) L_0}$$

$$m_2 = \frac{P l_1 (L_0 + L_0)}{g (l_1 + l_2) L_0}$$

$$m_3(2): \frac{m_1 g (l_1 + l_2)}{l_2 (L_0 + L_0)} = \frac{P}{L_0}$$

$$m_1 g (l_1 + l_2) = \frac{P l_2 (L_0 + L_0)}{L_0}$$

$$m_1 g = \frac{P l_2 (L_0 + L_0)}{(l_1 + l_2) L_0}$$

$$m_1 = \frac{P l_2 (L_0 + L_0)}{g (l_1 + l_2) L_0}$$

$$\text{Итого: } m_1 = \frac{P l_2 (L_0 + L_0)}{g (l_1 + l_2) L_0} \quad \frac{l_1}{l_2}$$

$$m_2 = \frac{P l_1 (L_0 + L_0)}{g (l_1 + l_2) L_0} \quad \frac{l_2}{l_1}$$

4 Дано:

$$v_1 = 1 \text{ м/с} \quad v_2 = 2 \text{ м/с}$$

$$v_3 = 3 \text{ м/с} \quad v_4 = 4 \text{ м/с}$$

$$v_5 = 5 \text{ м/с} \quad v_6 = 6 \text{ м/с}$$

$$v_7 = 7 \text{ м/с} \quad v_8 = 8 \text{ м/с}$$

$$v_9 = 9 \text{ м/с} \quad v_{10} = 10 \text{ м/с}$$

$$T = 30 \text{ с}, \quad u = 15 \text{ м/с} \quad L = 3 \text{ м}$$

к - макс. прот. от м. А - ?

Решение:

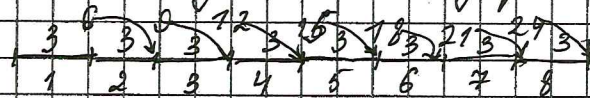
П.к. поспорит, заходя на 1-ю ленту, стей же и выходит, то он должен успеть вернуться; иначе время будет потрачено на то, чтобы выйти из самой боковой

из дорожки, на которую хватит времени, половина — на возврат.

П.к. чтобы преодолеть макс. расстояние от т. А, он должен идти к все более скоростным дорожкам, но он будет двигаться с постоянной скоростью $u = 35 \text{ м/с}$.

Итак, за половину времени он пройдет $\frac{uT}{2} = 22,5 \text{ м}$, или

$\frac{uT}{2L} = 7,5$ дорожек, то есть точнее половину восьмой дорожки



Получается, что на каждой из дорожек

он идет $\frac{3 \text{ м}}{1,5 \text{ м/с}} = \frac{L}{u} = 2 \text{ с}$, а на восьмой — $\frac{T}{2} - \frac{7L}{u} = 1 \text{ с}$.

Делая до половины восьмой дорожки, он несет на $x:2$:

$$\frac{x}{2} = L \frac{v_1}{u} + L \frac{v_2}{u} + L \frac{v_3}{u} + L \frac{v_4}{u} + L \frac{v_5}{u} + L \frac{v_6}{u} + L \frac{v_7}{u} + \left(\frac{T}{2} - \frac{7L}{u} \right) v_8$$

значит, $x =$

$$x = 2 \left(L \frac{v_1}{u} + L \frac{v_2}{u} + L \frac{v_3}{u} + L \frac{v_4}{u} + L \frac{v_5}{u} + L \frac{v_6}{u} + L \frac{v_7}{u} + \left(\frac{T}{2} - \frac{7L}{u} \right) v_8 \right)$$

$$x = 2 \left(\frac{L}{u} (v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6 + v_7) + \left(\frac{T}{2} - \frac{7L}{u} \right) v_8 \right)$$

$$x = \frac{2L}{u} (v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6 + v_7) + \left(T - 14 \frac{L}{u} \right) v_8$$

$$x = 2 \left(2 \text{ с} \cdot \frac{8 \text{ м/с}}{56} + 8 \text{ м/с} \right) = 128 \text{ м}$$

Ответ: $x = 128 \text{ м}$.

10