

Шифр

0806

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

## Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

БАХАН

Имя:

ДЕНИС

Отчество:

ИВАНОВИЧ

Учащийся 8 класса школы № МАОУ ОЦ «Богородица»

города Новосибирск

(города/села, района)

Новосибирской области

(области)

Дата рождения 08.01.2002

Контактная информация – телефон(ы): 8-913-011-30-82

E-mail: denishazhan02@gmail.com

Пункт проведения этапа Новосибирский государственный университет

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

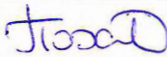

Личная подпись

Денис

Шифр

0806

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

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
40	26.02.2017	Похабов Д. А. Жданов Е. Ю.	 - 

Председатель жюри:  /Махмудиан М. М./

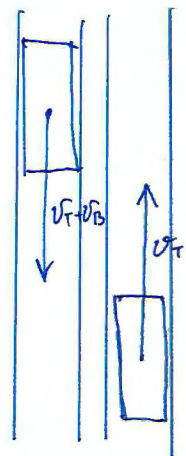


Задача 1

1	2	3	4	Σ
10	10	10	10	40

Обозначим скорость велосипедиста за  $v_B$ , скорость трамваев за  $v_T$ , а скорость автомобиля за  $v_A$ .

Рассмотрим скорости трамваев относительно велосипедиста. Скорость трамваев, движущихся навстречу велосипедисту будет равняться скорости трамваев  $v_T$ , плюс ~~скорости~~ 50 скорость велосипедиста  $v_B$ . Всего  $v_T + v_B$ . Скорость попутных трамваев равна скорости трамваев, ~~минус~~ минус скорость велосипедиста. Всего  $v_T - v_B$ .



Поскольку известно, что трамваи, движущиеся навстречу велосипедисту встречались ему в 2 раза чаще, чем трамваи попутные, а интервалы движения трамваев в обе стороны одинаковы, то значит  $v_T + v_B$  в 2 раза больше, чем  $v_T - v_B$ . Выразим  $v_{A.T.}$  через  $v_B$ .

$$v_T + v_B = 2(v_T - v_B)$$

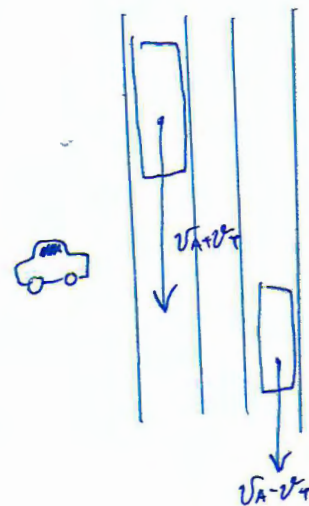
$$v_T + v_B = 2v_T - 2v_B$$

$$v_B + 2v_B = 2v_T - v_T$$

$$3v_B = v_T$$

Теперь рассмотрим скорость трамваев относительно автомобиля. Скорость встречных трамваев равна  $v_T + v_A$ . П.к. известно, что автомобиль обгоняет трамваи, то значит скорость автомобиля больше скорости трамвая. Значит относительно автомобиля попутные трамваи движутся в том, же на

правыми, что и внутренние, и их скорости равны  $v_A - v_T$ . Авто пл. автомобили водят ~~вправо~~ внутренние правые рельсы попутных в 2 раза, а интервалы движения в обе стороны одинаковы, то  $v_A + v_T$  в два раза больше  $v_A - v_T$ . Выразим  $v_T$ .



$$v_A + v_T = 2(v_A - v_T)$$

$$v_A + v_T = 2v_A - 2v_T$$

$$v_T + 2v_T = 2v_A - v_A$$

$$3v_T = v_A$$

$$v_T = \frac{1}{3}v_A$$

Теперь выразим скорость велосипедиста через скорость автомобиля.

$$3v_B = v_T$$

$$\frac{1}{3}v_A = v_T$$

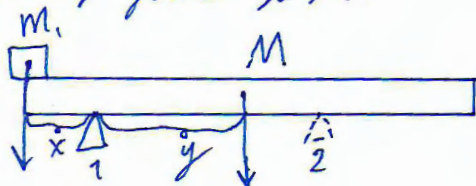
$$3v_B = \frac{1}{3}v_A$$

$$9v_B = v_A$$

Ответ: в 9 раз. (+)

### Задача 3

Запишем равенство моментов для груза  $M_1$ . Обозначим массу доски за  $M$ .

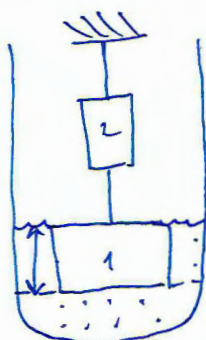


Обозначим расстояние от груза  $M_1$  до первой опоры за  $x$ , а расстояние от центра массы доски до первой опоры за  $y$ .



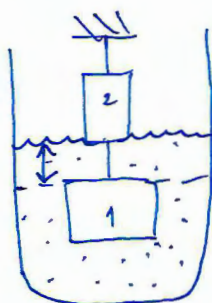
Задача 4 (продолжение)

2)



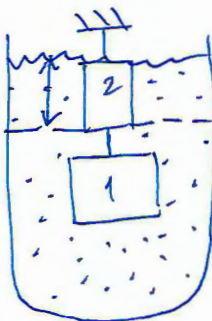
П.к. в этой части давление уменьшается, а кол-во воды увеличивается, то э. это значит, что первый груз погружается в воду.

3)



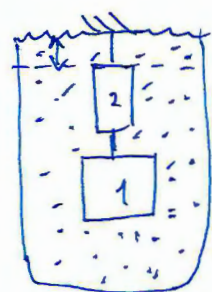
В этой части давление снова не изменяется, значит здесь вода поднимается от вершины первого груза к основанию второго.

4)



Здесь давление продолжает уменьшаться; значит ~~второй~~ второй груз погружается в воду.

5)



& Давление не меняется, т.к. все грузы уже полностью погружены в воду.

В момент, когда вода ещё не начала ~~затоп~~ обтекать грузы,  $T_1$  было равно 12 н. П.к. система покоилась в неподвижности, то  $T = m_1 g$ . Следовательно  $g(m_1 + m_2) = 12$  н. ( $m_1$  - масса 1го груза,  $m_2$  - масса 2го).  
Когда же первый груз полностью погрузился в воду  $\rho$  давление стало равно  $6$  н. Следовательно  $g(m_1 + m_2) - \rho \cdot g V_1 = 6$  н ( $\rho$  - плотность жидкости,  $V_1$  - объём первого груза)

П.к.  $g(m_1 + m_2) = 12 \text{ н}$ , то  $\rho \cdot g V_1 = 6 \text{ н}$ .

Когда и второй груз погрузился в воду полностью, то натяжение стало равняться  $3 \text{ н}$ . Следовательно  $g(m_1 + m_2) - \rho \cdot g V_1 - \rho \cdot g V_2 = 3 \text{ н}$ . П.к.  $g(m_1 + m_2) - \rho \cdot g V_1 = 6 \text{ н}$ , то  $\rho \cdot g V_2 = 3 \text{ н}$ .

Затем найдем отношение сил Архимеда для погруженных грузов.

$$\frac{\rho \cdot g V_1}{\rho \cdot g V_2} = \frac{6}{3}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{2}{1}$$

П.к. грузы имеют одинаковую плотность, то их массы, как и объемы, относятся друг к другу, как  $2$  к  $1$ .

$$m = \rho V$$

$$\frac{\rho V_1}{\rho V_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{2}{1}$$

П.к.  $g(m_1 + m_2) = 12 \text{ н}$ , то  $m_1 + m_2 = 1,2 \text{ кг}$ .

Обозначим массу второго груза  $x$ . Следовательно  $m_2 = 2x$ .

$$2x + x = 1,2 \text{ кг}$$

$$3x = 1,2 \text{ кг}$$

$$x = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_2 = 2x = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ кг}$$

Натяжение равно силе тяжести, минус сила Архимеда,

$$T_2 = m_2 g - \rho \cdot g V_1$$

$$T_2 = 0,8 \cdot 10 - 6 \text{ н}$$

$$T_2 = 8 - 6 \text{ н}$$

$$T_2 = 2 \text{ н}$$

Ответ:  $2 \text{ н}$ .





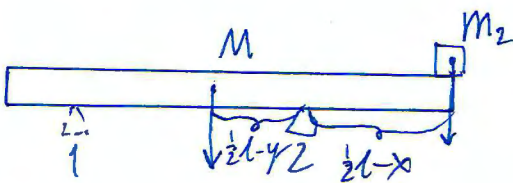
Задача 3 (продолжение)

$$m_1 g x = M g y$$

$$m_1 x = M y$$

Запишем равенство моментов для груза  $m_2$ . Обозначим длину всей палки за  $l$ .

Обозначим расстояние от груза  $m_2$  до второй опоры за  $\frac{1}{2}l - x$ , а расстояние от центра массы доски до второй опоры за  $\frac{1}{2}l - y$ .



$$m_2 g \left( \frac{1}{2}l - x \right) = M g \left( \frac{1}{2}l - y \right)$$

$$m_2 \left( \frac{1}{2}l - x \right) = M \left( \frac{1}{2}l - y \right)$$

П.к. расстояние от первого груза до первой опоры равно  $X$ , а расстояние  $y$  от первой опоры до центра ~~массы~~ доски (т.к. доска однородна, то центр массы доски совпадает с её серединой) равно  $y$ , то  $X + y = \frac{1}{2}l$ .

$$y = \frac{1}{2}l - x$$

Подставим  $y$  в полученное уравнение.

$$m_1 x = M y$$

$$m_1 x = M \left( \frac{1}{2}l - x \right)$$

$$m_2 \left( \frac{1}{2}l - x \right) = M \left( \frac{1}{2}l - y \right)$$

$$m_2 \left( \frac{1}{2}l - x \right) = M \left( \frac{1}{2}l - \left( \frac{1}{2}l - x \right) \right)$$

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

$$m_2 \left( \frac{1}{2}l - x \right) = M x$$

Получили ~~одно~~ одно уравнение на другое. Мы можем это сделать, т.к. ничто не равно 0. (все длины и массы  $\neq 0$ )

$$\frac{m_1 \cancel{x}}{M \cancel{x}} = \frac{M(\cancel{1/2} - \cancel{x})}{m_2(\cancel{1/2} - \cancel{x})}$$

$$\frac{m_1}{M} = \frac{M}{m_2}$$

$$\frac{m_1 m_2}{M} = M$$

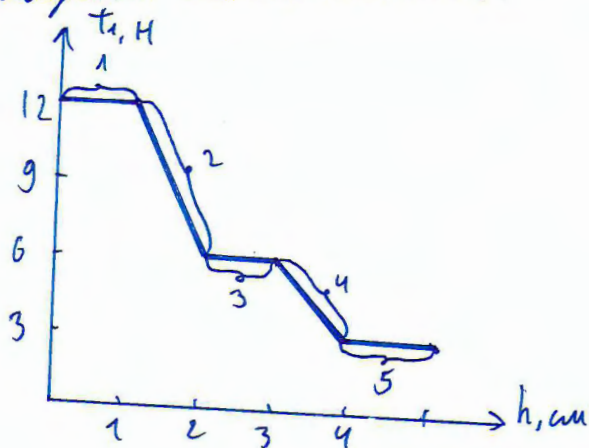
$$m_1 m_2 = M^2$$

$$M = \sqrt{m_1 m_2}$$

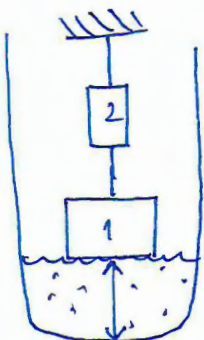
Ответ:  $M = \sqrt{m_1 m_2}$

#### Задача 4

Рассмотрим, какая часть графика отвечает за какую ~~часть~~ стадию накачки.



1)



П.к. в этой части кол-во воды в сосуде увеличивается, а натяжение не меняется, то значит в это время  $\varnothing$  воды поднималась только до первого узла.



## Задача 2

Рассчитаем кол-во теплоты, которое потребовалось для того, чтобы растопить весь лёд, а потом нагреть воду до  $4^{\circ}\text{C}$ , обозначив массу льда  $m$

$$Q = cm\Delta t + \lambda m$$

$$Q = m(cm\Delta t + \lambda)$$

$$Q = m \left( 4200 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{кг}} + 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$$

$$Q = m (16800 + 336000)$$

$$Q = 352800 m \text{ Дж}$$

Зная время за которое вода нагрелась до  $4^{\circ}\text{C}$  и кол-во теплоты найдём мощность поступившая теплота.

$$N = \frac{Q}{t}$$

$$N = \frac{352800 m}{60 \cdot 60 \cdot 14}$$

$$N = 7 m \text{ Вт}$$

Потерь рассчитаем кол-во теплоты, которое потребовалось бы для того, чтобы нагреть воду до  $4^{\circ}\text{C}$ , если лёд изначально был почти полностью растаявшим.

$$Q = cm\Delta t$$

$$Q = 4200 \cdot m \cdot 4$$

$$Q = 16800 m \text{ Дж}$$

Найдём время за которое вода нагреется.

$$t = \frac{Q}{N}$$

$$t = \frac{16\,800 \text{ м}}{7 \text{ м}}$$

$$t = 2400 \text{ с.}$$

$$2400 \text{ с} = 40 \text{ мин} = \frac{2}{3} \text{ часа.}$$

Ответ: через 2400 с = 40 мин =  $\frac{2}{3}$  часа.

