

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

019435

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика																				
2.	Вариант																					
3.	Класс	11 <sub>1</sub>																				
4.	Фамилия	Н	И	К	О	Л	Е	Н	К	О												
	Имя	А	Л	Ё	Н	А																
	Отчество	А	Н	Д	Р	Е	Е	В	Н	А												
5.	Дата рождения	2	4					0	2													
		Число		Месяц		Год																
6.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Новосибирская																				
7.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	город																				
8.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Асино)	Карасук																				
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ технический лицей №176 Карасукского района Новосибирской области																				

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

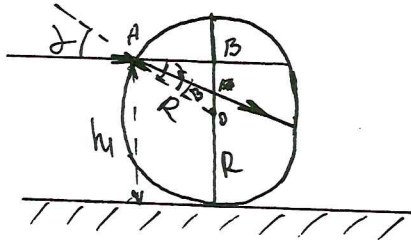
Личная подпись \_\_\_\_\_

*Турф*

## Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
56	13.3.20	Александров Н.А.	НА

Задача 1.



$n$  - показатель преломления  
 $\angle \beta$  - угол преломления луча  
 $\angle \alpha$  - угол отражения луча  
 по закону Снеллиуса:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Найдем  $\sin \alpha$  в  $\triangle AOB$ . ~~Рассмотрим  $\triangle OAB$~~   
 Т.к.  $OB \perp$  поверхности.

~~$\sin \alpha = \frac{OB}{OA}$~~   $\triangle OAB$ :  
 $OA = R$   
 $OB = h - R$

$$\sin \alpha = \frac{OB}{OA} = \frac{h - R}{R} = \frac{0,14 - 0,1}{0,1} = 0,4$$

Из з-на Снеллиуса выразим  $\sin \beta$ .

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right)$$

подставим в формулу данную  
 формулу, получившуюся синус:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{0,4}{1,5}\right) = 15,466^\circ - \text{угол преломления}$$

Ответ:  $\beta = 15,466^\circ$  10

Задача 3:



по закону сохранения импульса:

- т.к. шар покоился

$$mv + 0 = (m + M)u, \text{ где}$$

$m + M$  - масса с-ма  
 после удара

$u$  - скорость с-ма (шара)  
 после удара,

выразим скорость после удара:

$$u = \frac{mv}{m + M}$$

Рассмотрим закон сохранения энергии для системы!

$W_1 = \frac{mv^2}{2}$  - это кинетическая энергия пули до удара

$W_2 = \frac{(m+M)u^2}{2}$  - это кинетическая энергия системы ~~до~~ после удара

из ~~этого~~ <sup>этого</sup> ~~записи~~ <sup>записи</sup> ЗСЭ:

$$\Delta W = \frac{(m+M)u^2}{2} - \frac{mv^2}{2} \quad \Delta W (W_2 - W_1) = Q, \text{ где}$$

$Q = c \Delta t$ .

из этих 2-х выражений получаем:

$$c(m+M)\Delta t = \frac{(m+M)u^2}{2} - \frac{mv^2}{2}$$

$$c(m+M)\Delta t = \frac{(m+M)u^2}{2} - \frac{mv^2}{2}$$

подставим в эту формулу выражение скорости после удара

$$u = \frac{mv}{m+M}$$

$$c(m+M)\Delta t = \frac{(m+M)m^2v^2}{2(m+M)^2} - \frac{mv^2}{2}$$

приведем к общему знаменателю.

$$c(m+M)\Delta t = \frac{m^2v^2 - mv^2(m+M)}{2(m+M)}$$

$$c(m+M)\Delta t = \frac{m^2v^2 - m^2v^2 - mMv^2}{2(m+M)}$$

$$2c(m+M)\Delta t = -mMv^2$$

$$2c\Delta t m^2 + 4c\Delta t m M + 2c\Delta t M^2 + M m v^2 = 0.$$

перенесем данное выражение <sup>к</sup>  $M^2$

$$2c\Delta t \left(\frac{m}{M}\right)^2 + 4c\Delta t \left(\frac{m}{M}\right) + 2c\Delta t + \left(\frac{m}{M}\right)v^2 = 0.$$

$$2c\Delta t \left(\frac{m}{M}\right)^2 + 4c\Delta t + v^2 \left(\frac{m}{M}\right) + 2c\Delta t = 0.$$

$\frac{m}{M}$  = данное отношение является переменной,

потому от данного выражения возьмем производную.

$$4c\Delta t \left(\frac{m}{M}\right) + 4c\Delta t + v^2 = 0.$$

$$4c\Delta t \left(\frac{m}{M}\right) = -4c\Delta t - v^2$$

$$\frac{m}{M} = \frac{-4c\Delta t - v^2}{4c\Delta t}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{-v^2}{4c\Delta t} - 1$$

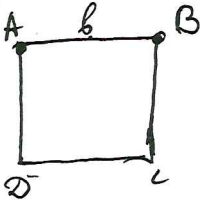
По условию сказано, что  $\Delta t$  должно быть максимально.

Если  $\Delta t$  - так же мало, значит  $\frac{v^2}{c^2}$  стремится к нулю, значит оно ~~не~~ очень мало, и им можно пренебречь.

Из этого получаем, что  $\frac{m}{m_0}$  отношение массы пучка к массе шара равно 1.

Ответ:  $\frac{m}{m_0} = 1$ .

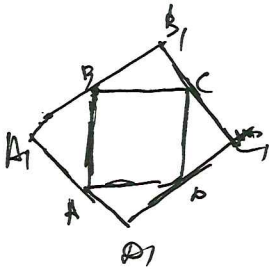
Задача 5: Рассмотрим малый квадрат ABCD, обозначим сторону данного квадрата за  $b$



$R = \frac{\rho b}{S_1}$  - сопротивление данного квадрата проводника

В данном квадрате проводим AD, BC и DC соединен последовательно, но параллельно к AB. Получим

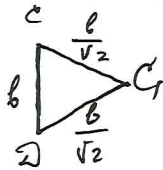
$R_1 = \frac{2 \cdot 3R}{2 + 3R} = \frac{3R^2}{4R} = \frac{3}{4} R$ , где  $R$  - сопротивление квадрата ABCD.



$R_1 = \frac{3}{4} \rho \frac{b}{S_1}$ , где  $S_1$  - площадь поперечного сечения

Рассмотрим теперь большой квадрат:

Возьмем элемент C1D1:



$R_2 = \frac{\rho b}{\sqrt{2} S_2} \cdot 2 \cdot \frac{\rho b}{S_1}$   
 $\frac{\rho b}{\sqrt{2} S_2} \cdot 2 + \frac{\rho b}{S_1}$

где  $R_2$  - сопротивление данного элемента,  $S_2$  - площадь поперечного сечения большого квадрата

Для того, чтобы найти сопротивление большого квадрата, нужно  $R_2$  умножить на  $\frac{3}{4}$ .

А т.к. по условию сопротивление сложилось одинаково по условию, значит  $R_1 = \frac{3}{4} R_2$ .

$\frac{3 \rho b}{4 S_1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{\rho b}{\sqrt{2} S_2} \cdot 2 \cdot \frac{\rho b}{S_1}$   
 $\frac{2 \rho b}{\sqrt{2} S_2} \cdot 2 + \frac{\rho b}{S_1}$

$\frac{3 \rho b}{4 S_1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2 \rho^2 b^2}{\sqrt{2} S_2 S_1 (\frac{2 \rho b S_1 + \rho b \sqrt{2} S_2}{\sqrt{2} S_2 S_1})}$

15

1

2

$$\frac{3 \rho b}{4 S_1} = \frac{3}{4} \frac{2 \rho b^2}{\rho b (2S_1 + \sqrt{2} S_2)}$$

$$\frac{3 \rho b}{4 S_1} = \frac{3}{4} \frac{2 \rho b}{2S_1 + \sqrt{2} S_2}$$

$$4 \cdot 3 \rho b (2S_1 + \sqrt{2} S_2) = 24 S_1 \rho b$$

$$12(2S_1 + \sqrt{2} S_2) = 24 S_1$$

$$2S_1 + \sqrt{2} S_2 = 2S_1$$

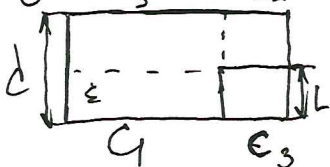
$$\sqrt{2} S_2 = 0.$$

$$\text{Т.к. } S_2 = 0.$$

Т.к. получилось, что  $S_2 = 0$ , значит  
длина квадрата друг к другу  
перевисла и отношение может быть  
любым

Ответ:  $\frac{S_1}{S_2}$  - любое?

Задача 4:



Переместим куб с воздуха на каждую из  
плстин конденсатора:

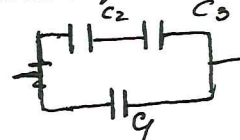
$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} - \text{формула ёмкости конденсатора}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon (S-L)^2}{d}$$

$$C_3 = \frac{\epsilon_0 L^2}{L} = \epsilon_0 L.$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon L^2}{d-L}$$

Конденсаторы  $C_2$  и  $C_3$  включены последовательно, но  
параллельно с конденсатором  $C_1$



$$\text{Значит } C_0 = \frac{C_2 \cdot C_3}{C_2 + C_3} + C_1$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon L^2 \cdot \epsilon_0 L}{(d-L) \left( \frac{\epsilon_0 \epsilon L^2}{d-L} + \epsilon_0 L \right)} + \frac{\epsilon_0 \epsilon (S-L)^2}{d}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon L^2 \cdot \epsilon_0 L}{(d-L) (\epsilon_0 \epsilon L^2 + \epsilon_0 L (d-L))} + \frac{\epsilon_0 \epsilon (S-L)^2}{d}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon L^2 \cdot \epsilon_0 L}{\epsilon_0 \epsilon L^2 + d-L} + \frac{\epsilon_0 \epsilon (S-L)^2}{d}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon L^2 \cdot d + \epsilon_0 \epsilon (S-L)^2 \cdot (\epsilon L + d - L)}{d(\epsilon \cdot L + d - L)}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon (L^2 \cdot d + (S-L)^2 (\epsilon L + d - L))}{d(\epsilon \cdot L + d - L)}$$

Ответ:  $C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon (L^2 \cdot d + (S-L)^2 (\epsilon L + d - L))}{d(\epsilon \cdot L + d - L)}$

Задача 2: по второму 3-му закону Ньютона:

$$V_0 = 2 \text{ м}$$

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$S = 20 \text{ см}^2$$

$$P_0 = 10 \text{ кПа}$$

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

$$a = \frac{g_0}{2}$$

$$P_2 = ?$$

$$V_2 = ?$$

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}_0$$

$mg - P_0 S = ma_0$ ; где  $P_0 S$  - сила давления поршня в переменный момент времени

Второму  $a_0$ :

$$a_0 = \frac{mg - P_0 S}{m} = \frac{10 \cdot 10 - 10 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-4}}{10} = 2 \text{ м/с}^2$$

Значит  $a = \frac{a_0}{2} = 1 \text{ м/с}^2$

Температура своего значения не изменит, т.к. с-м не изолирована.

по 3-му:  $P_0 V_0 = P_2 V_2$  Значит  $T_2 = 300 \text{ К}$ .

$$V_2 = \frac{P_0 V_0}{P_2}$$

Насчет  $P_2$ :  $mg - P_2 S = ma$

$$mg - ma = P_2 S$$

$$m(g - a) = P_2 S$$

$$P_2 = \frac{m(g - a)}{S}$$

$$P_2 = \frac{10(10 - 1)}{20 \cdot 10^{-4}} = 30 \text{ кПа}$$

Теперь находим  $V_2$ :

$$V_2 = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 2}{30 \cdot 10^3} = 0,67 \text{ л}$$

Ответ:  $V_2 = 0,67 \text{ л}$ .

$T = ?$