

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»


Орлов  
209326

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика																							
2.	Вариант																								
3.	Класс	11																							
4.	Фамилия	В	Е	Р	Х	О	Т	У	Р	О	В	А													
	Имя	Е	К	А	Т	Е	Р	И	Н	А															
	Отчество	П	Е	Т	Р	О	В	Н	А																
5.	Дата рождения	3	0			0	4			2	0	0	2												
		Число				Месяц				Год															
6.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Забайкальский край																							
7.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	город																							
8.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Асино)	Чита																							
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	ГОУ „Забайкальский краевой лицей-интернат“																							

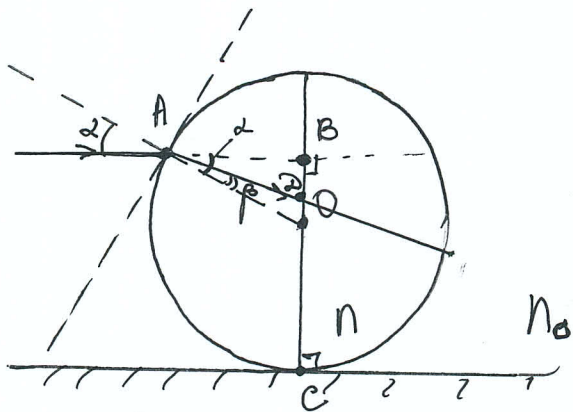
Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись 

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
475	19.03.2020	Червишневая Анна Сергеевна	МЧР

Задание 1.



$\angle \rho - ?$

$n = 1,5$

$n_0 = 1$

$h_1 = 0,14$

$R = 0,1 = OC = OA$

$BC = h_1 = 0,14$ , т.к.  $BC \rightarrow$  высота

$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$  | 1. Из  $\Delta ABO$ : (прямоуг.)  $\Rightarrow \sin \alpha = \frac{BO}{AO} = \frac{BC - OC}{AO} =$   
 $= \frac{0,14 - 0,1}{0,1} = \frac{0,04}{0,1} = 0,4$

$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{0,4}{1,5} = \frac{4}{15}$

$\beta = \arcsin \frac{4}{15}$

Ответ:  $\beta = \arcsin 0,26 = 15,47^\circ$

105.

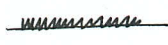

Задание 5

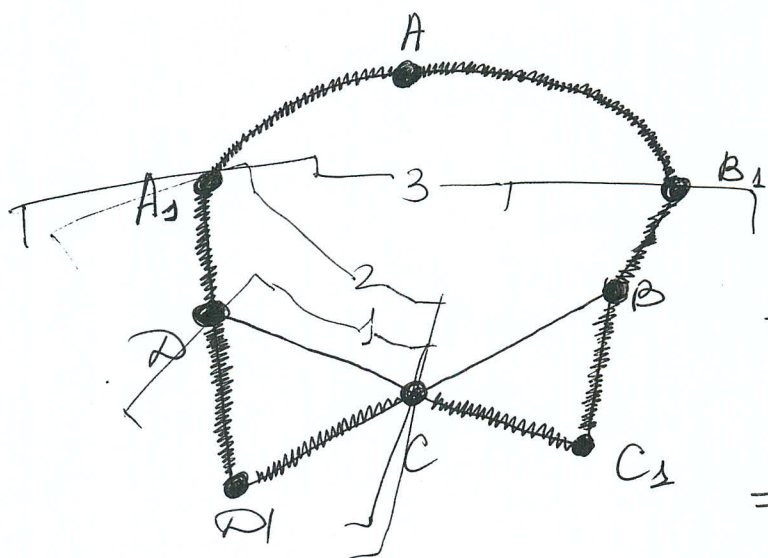
①  $A \rightarrow B$ : — Каждая сторона обладает сопротивлением, и у всех оно равно  $r$ , т.к. и длины и S одинаковые  
 Тогда:  $R_{от} = \frac{r_{AB} \cdot r_{BC}}{r_{AB} + r_{BC}} = \frac{r \cdot 3r}{r + 3r} = \frac{3r^2}{4r} = \frac{3}{4} r$  ✓

②  $A_1 \rightarrow B_1$ . 1) длины не равны, для  $\Delta A_1 B_1 B \Rightarrow AB = l_1$ ;  $AB_1 = l_2 = A_1 B$   
 (прямоуг. треугольник) Тогда по теореме Пифагора:  $l_1^2 = 2l_2^2 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{\sqrt{2}} = \frac{l_1 \sqrt{2}}{2}$

Альтернативная схема второго случая:

Так по промежуткам DA и AB не пойдет, т.к. нет разности потенциалов в точках A и D / A и B.  $\Rightarrow$  данный сегмент можно убрать из схемы.  
Итого:

 R - второй вид проводника  
 r - первый вид проводника



$$1) R_{OAC} = R_{OCB} = \Phi 326$$

$$= \frac{R_{OC} \cdot R_{ODC}}{R_{OC} + R_{ODC}} =$$

$$= \frac{r \cdot 2R}{r + 2R}$$

$$2) R_{OA1C} = R_{OCB1} = R_{A1D} + R_{ODC} = R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R}$$

$$3) R_{OA1CB1} = 2 \cdot R_{OA1C} = 2 \cdot \left( R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R} \right)$$

$$4) R_{O2} = \frac{2R \cdot 2 \cdot \left( R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R} \right)}{2R + 2 \cdot \left( R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R} \right)} = \frac{2R \cdot \left( R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R} \right)}{R \cdot \left( 1 + \left( 1 + \frac{r \cdot 2}{r + 2R} \right) \right)} =$$

$$= \frac{2 \left( R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R} \right)}{2 + \frac{r \cdot 2}{r + 2R}} = \frac{2 \left( R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R} \right)}{2 \left( 1 + \frac{r}{r + 2R} \right)} = \frac{R + \frac{r \cdot 2R}{r + 2R}}{1 + \frac{r}{r + 2R}} =$$

$$= \frac{\frac{R(r + 2R) + r \cdot 2R}{r + 2R}}{\frac{(r + 2R) + r}{r + 2R}} = \frac{R(r + 2R) + r \cdot 2R}{r + 2R + r} = \frac{Rr + 2R^2 + 2Rr}{2r + 2R} =$$

$$= \frac{3Rr + 2R^2}{2(r + R)} \Rightarrow R_{O2} = R_{O1} \Rightarrow \frac{3Rr + 2R^2}{2r + 2R} = \frac{3r}{4}$$

$$3r(2r + 2R) = 4(3Rr + 2R^2)$$

$$3r^2 + 3rR = 6Rr + 4R^2$$

$$3r^2 = 4R^2 + 3Rr$$

$$4R^2 + 3Rr - 3r^2 = 0$$

(относительно R)  
3 страница

$$D = 9r^2 + 4 \cdot 4 \cdot 3r^2 = 3r^2(3 + 16) = 3r^2 \cdot 19 \quad \Phi 326$$

$$R = \frac{-3r \pm r\sqrt{3(3R^2+16)}}{2 \cdot 4} \quad (\epsilon_2 - \text{ не имеет смысла})$$

$$R = \frac{r(-3 \pm \sqrt{3(3R^2+16)})}{8}$$

$$R = \frac{-3r \pm r\sqrt{57}}{8}$$

$$R = \frac{r(\sqrt{57} - 3)}{8} \approx 0,57r$$

Полга:

$$R = \rho \cdot \frac{S_2}{l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{R}{r} = \frac{S_2 \cdot l_1}{l_2 \cdot S_1} = 0,57$$

$$r = \rho \cdot \frac{S_1}{l_1}$$

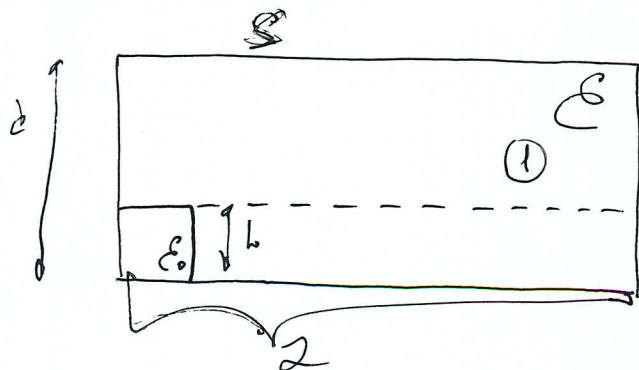
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{0,57 \cdot l_2}{l_1} = \frac{0,57 \cdot \frac{l_1 \sqrt{2}}{2}}{l_1} = \frac{0,57 \cdot \sqrt{2}}{2} \approx 0,4$$

Ответ:  $\frac{S_2}{S_1} = 0,4$  или  $\frac{S_1}{S_2} = 2,5$

105.

### Задание 4

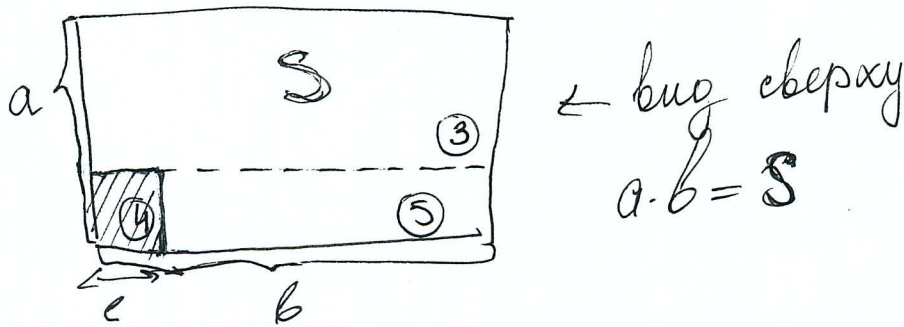
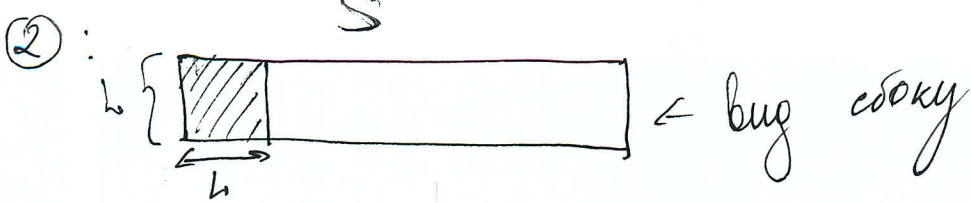
Положение этой ёмкости на общий результат не повлияет. Поэтому можем представить её в удобном для нас положении.



$\epsilon_0$  — вдоль боку  $\epsilon_0$  — примем за 1.

Полга может разделить конденсатор на части.

(1) — не имеет полосей. соединён с (2) частью последовательно.



② = ③ + ④ + ⑤  $\rightarrow$  параллельное соединение.

Шага в цепи:

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 \cdot (C_3 + C_4 + C_5)}{C_1 + C_3 + C_4 + C_5}$$

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

$$C_3 = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot b \cdot (a - L)}{L} ; C_4 = \frac{\epsilon_0^2 L^2}{L} = \epsilon_0 \cdot L ; C_5 = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot L \cdot (b - L)}{L} = \epsilon \epsilon (b - L)$$

$$C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 b (a - L)}{L} + \epsilon_0^2 L + \epsilon_0 \epsilon (b - L) = \frac{\epsilon b (a - L)}{L} + L + \epsilon (b - L) = \frac{\epsilon b (a - L) + L^2 + L \epsilon (b - L)}{L}$$

$$C = \frac{\frac{\epsilon S}{d - L} \cdot \frac{\epsilon b (a - L) + L^2 + L \epsilon (b - L)}{L}}{\frac{\epsilon S}{d - L} + \frac{\epsilon b (a - L) + L^2 + L \epsilon (b - L)}{L}}$$

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

$$= \frac{\epsilon S (\epsilon b a - \epsilon b L + L^2 + L \epsilon b - L^2 \epsilon)}{\epsilon S L + (\epsilon b a - \epsilon b L + L^2 + L \epsilon b - L^2 \epsilon)(d - L)} = \frac{\epsilon S (\epsilon S + L^2 + L^2 \epsilon)}{\epsilon S L + (\epsilon S + L^2 \epsilon + L^2 \epsilon)(d - L)}$$

$$= \frac{\epsilon S (\epsilon S + L^2 (1 - \epsilon))}{\epsilon S L + (\epsilon S + L^2 (1 - \epsilon)) (d - L)}$$

Ф 326

Ответ:  $C = \frac{\epsilon S \cdot (\epsilon S + L^2 (1 - \epsilon))}{\epsilon S L + (\epsilon S + L^2 (1 - \epsilon)) (d - L)}$

125.

**Задача 3**

$m$  Энергия, которой обладает пуля, должна вся пойти на  
 $V$  нагрев тел. Шар пулей не обладает, а пуля имеет большую  
 $M$  кинетическую энергию  $E_k = \frac{mV^2}{2}$ . ← работу тела не  
 $\frac{m}{M}$  совершат. А вся  $E_k$  перейдет в  $Q$ , которая в свою  
 $\frac{m}{M}$  очередь пойдет на изменение внутренней энергии.

Как узнать, на сколько уменьшится  $T$ ? Для нагретого тела  
 есть  $cm \Delta T$  и  $cM \Delta T$ . Так как в итоге тела становятся  
 единым целым (одинаковое материал), то и  $\Delta T$  должна  
 быть одинаковой, при этом максимальной.

$$Q = cm \Delta T + cM \Delta T = \frac{mV^2}{2} \quad | : M$$

$\Delta T$  - максимальную найти.

$$\frac{cm \Delta T}{M} + c \Delta T = \frac{mV^2}{M^2} \quad ; \quad \text{пусть } a = \frac{m}{M} \quad ; \quad c - \text{удельная теплоемкость материала.}$$

$$ca \Delta T + c \Delta T = \frac{aV^2}{2} \quad | : c$$

$$V, c = \text{const}$$

$$\Delta T (ca + 1) = \frac{aV^2}{2}$$

$$\Delta T = \frac{aV^2}{2(ca + 1)} \quad (\text{для поиска максимума функции используется производная функции})$$

$$\Delta T'(a) = \left( \frac{aV^2}{2(ca + 1)} \right)'$$

$$\left( \frac{aV^2}{2(ca + 1)} \right)' = \frac{(aV^2)' \cdot 2(ca + 1) - 2(ca + 1)' \cdot aV^2}{(2(ca + 1))^2} =$$

$$= \frac{V^2 \cdot 2(ca + 1) - 2 \cdot aV^2}{(2(ca + 1))^2} = \frac{V^2 (2(ca + 1) - 2a)}{4(ca + 1)^2} = \frac{V^2 (ca + 1 - 2a)}{2(ca + 1)^2}$$

$$\frac{V^2(ca+1-2a)}{2(ca+1)^2} = 0 \rightarrow \text{ищем точки максимума и минимума.}$$

Ф326

$$\begin{cases} V^2(ca+1-2a) = 0 \\ 2(ca+1)^2 \neq 0 \end{cases}$$

$$ca+1-2a = 0$$

$$a(c-2)+1 = 0$$

$$a = \frac{-1}{c-2} = \frac{1}{2-c} \rightarrow \text{ищемая точка.}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{2-c} \quad (\text{подставим в функцию})$$

$$\Delta T = \frac{\frac{1}{2-c} V^2}{2\left(\frac{1}{2-c} \cdot c + 1\right)} = \frac{V^2}{2(2-c)\left(\frac{1}{2-c} \cdot c + 1\right)} = \frac{V^2}{2(2-c)\frac{c+(2-c)}{2-c}}$$

$$= \frac{V^2}{2(c+2-c)} = \frac{V^2}{4} \quad (- \text{подставим в исходное равенство})$$

$$\frac{m}{2} \cdot \frac{V^2}{4} + c \cdot \frac{V^2}{4} = \frac{aV^2}{2}$$

$$\left[ \frac{V^2}{4} (ca+1) = \frac{aV^2}{2} \right]$$

$$mc \frac{V^2}{4} + Mc \frac{V^2}{4} = \frac{mV^2 \cdot 2}{2 \cdot 2}$$

$$c = \frac{2m}{(m+M)} \rightarrow \text{подставим в } a = \frac{1}{2-c}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{2 - \frac{2m}{m+M}} = \frac{m+M}{2m+2M-2m} = \frac{m+M}{2M}$$

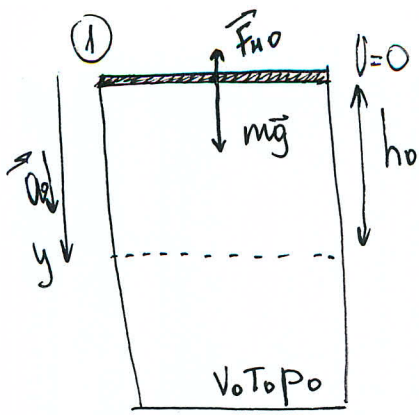
$$\text{Ответ: } \frac{m}{M} = \frac{m+M}{2M}$$

Задача 2

65.

$m = 10 \text{ кг}$	$T_0 = 300 \text{ K}$
$S = 20 \text{ см}^2$	$ a_0  = 2 a $
$V = 2 \text{ л}$	$V - ?$
$P_0 = 10 \cdot 10^3 \text{ Па}$	$T - ?$

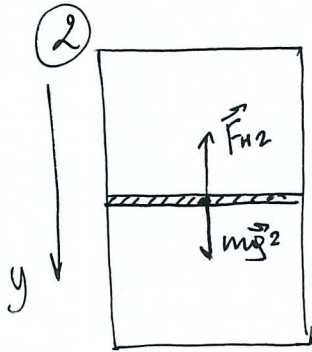
7 СТРАНИЦА



$$ma_0 = mg - F_{n0}$$

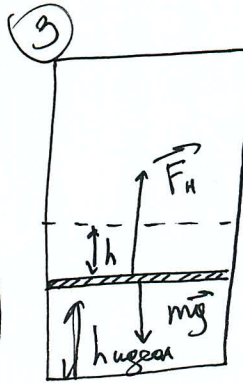
$$ma_0 = mg - p_0 S$$

$$a_0 = \frac{mg - p_0 S}{m}$$



$$a_2 = 0$$

$$mg = p_2 S$$



$$am = F_n - mg$$

$$am = pS - mg$$

$$a = \frac{pS - mg}{m}$$

$$\frac{1}{2} a_0 = \frac{pS - mg}{m}$$

$$\frac{1}{2} \frac{mg - p_0 S}{m} = \frac{pS - mg}{m} \Rightarrow 3mg = 2pS + p_0 S \Rightarrow p = \frac{3mg - p_0 S}{2S}$$

$$p = \frac{3 \cdot 10 \cdot 10 - 10 \cdot 10^3 \cdot 0,002}{2 \cdot 0,002} = \frac{3 \cdot 100 - 20}{2 \cdot 0,002} = \frac{280}{2 \cdot 0,002} = 70 \text{ кПа}$$

70 кПа - давление, которое получилось в заданных условиях.

Движение поршня схоже с движением груза на пружине (равнодействующую - сила  $F_n$  и  $mg$  - это аналог силы упругости в пружине). 2 состояния - положение равновесия, к которому придет поршень каждой раз его колебаний (если система идеальна). Ускорения в системе пружины зависит от  $\Delta x$  (по II закону Ньютона:  $F_{упр} = ma \Rightarrow \frac{k \Delta x}{const} = ma$ ). Если ускорения отрицательны в 3 раза, то и удлинение отрицается в 3 раза. По аналогии: удлинение пружины = разное высот. Знаем высота  $h_0$  в 2 раза больше высоты  $h$  (сост. 3)

$$\text{Итого: } \Delta V = S \Delta h \Rightarrow \Delta V = S(h_0 - h) = S(2h - h) = hS$$

$$V_{гидр} = H - 3h$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{H \cdot S}{(H - 3h) \cdot S}$$

$$\frac{p_0 S_0 h_0}{T_0} = \frac{p S \cdot h}{T}$$

Также потенциальная энергия переходит в кинетическую.

Из найденных соотношений: из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$\Delta p \Delta V = \nu R \Delta T \Rightarrow S \cdot 60 \text{ кПа} \cdot (3h) = \nu R \Delta T$$

$$7 p_0 \cdot \frac{1}{4} V = \frac{T}{T_0}$$

высота уменьшилась в 3 раза и объем  $\Rightarrow V = \frac{1}{4} V_0$ ;  $T =$

$$T = 171,5 \text{ К}$$

$$V = 0,25 \text{ л}$$

Ответ:  $T = 171,5 \text{ К}$ ;  $V = 0,25 \text{ л}$

95.