

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

010403

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика																					
2.	Вариант																						
3.	Класс	11																					
4.	Фамилия	Т	Ю	К	А	В	И	Н															
	Имя	А	Р	Т	Е	М	И	Й															
	Отчество	С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч													
5.	Дата рождения	0	2																				
		Число		1		2		2		0		0		1									
		Год																					
6.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Алтайский край																					
7.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	Город																					
8.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Асино)	Бийск																					
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	КГБОУ «Бийский 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

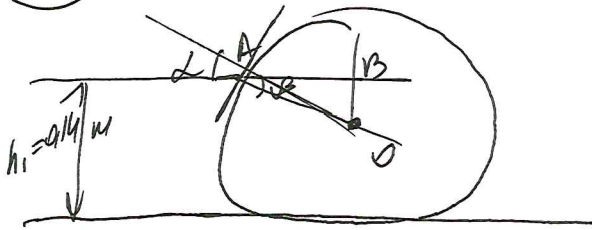
Личная подпись



Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
57	17.03.	Маслова	

(N1)



$$n_2 = 1,5$$

$$n_1 = n_{\text{возд}} \approx 1$$

По закону преломления света:

$$\frac{\sin L}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,5}{1}$$

$$\text{в } \triangle ABO : \sin L = \frac{0,14 - 0,1}{0,1} = 0,4$$

$$\frac{0,4}{1,5} = \sin \beta \Rightarrow \sin \beta \approx 0,26 \Rightarrow \beta = \arcsin 0,26 \approx 15,4^\circ$$

Ответ: $\beta \approx 15,4^\circ$ ✓ 105

(N2)

$$V_1 = 2n = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

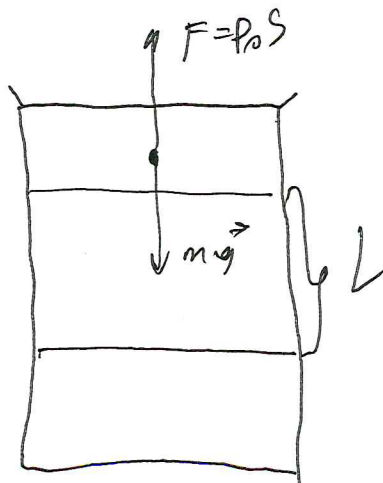
$$m = 10 \text{ кг}$$

$$S = 20 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$P_1 = 10 \text{ кПа} = 10^4 \text{ Па}$$

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$P_2, V_2, T_2 - ?$$



По 4-3. Ньютона для ситуации "разгона" поршня:

$$ma = mg - P_1 S \quad (1)$$

Для ситуации торможения:

$$m \frac{a}{2} = mg - P_2 S \Rightarrow \quad (2)$$

$$ma = 2mg - 2P_2 S$$

из (1) выразим ma и подставим в (2)

$$mg - P_1 S = ma = 2mg - 2P_2 S$$

$$2P_2 S = mg + P_1 S \quad \Rightarrow \quad P_2 = \frac{mg}{2S} + \frac{P_1}{2} = \frac{10 \cdot 10}{2 \cdot 10^{-3}} + \frac{10^4}{2}$$

$$= 3 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$P_2 = 3 \cdot 10^4 \text{ Па}$

Состояние газа связано уравнением:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Возьмем первый закон термодинамики

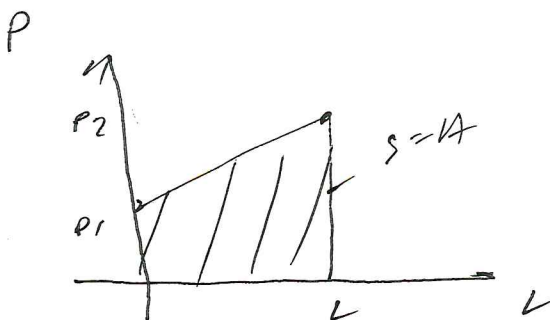
$$\Delta U = Q + A \quad Q = 0 \text{ - по условию } \Rightarrow$$

$$\Delta U = A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(PV)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \quad \text{из рисунка: } V_2 = V_1 - S \cdot L$$

Работу определим из графика зависимости $P = F(L)$



$$\rightarrow A = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot L \cdot S$$

с учетом этого получим:

$$\frac{3}{2} (P_2 (V_1 - SL) - P_1 V_1) = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot L \cdot S$$

$$3 (P_2 (V_1 - SL) - P_1 V_1) = (P_1 + P_2) \cdot L \cdot S$$

$$3 (P_2 V_1 - P_2 SL - P_1 V_1) = (P_1 + P_2) \cdot L \cdot S$$

$$3 P_2 V_1 - 3 P_2 SL - 3 P_1 V_1 = (P_1 + P_2) \cdot L \cdot S$$

$$3 V_1 (P_2 - P_1) = S L (4 P_2 + P_1)$$

$$\frac{3 V_1 (P_2 - P_1)}{(4 P_2 + P_1)} = S L \Rightarrow L = \frac{3 V_1 (P_2 - P_1)}{(4 P_2 + P_1) \cdot S} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^4}{13 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 0,45 \text{ м}$$

$$L = 0,45 \text{ м}$$

$$V_2 = 2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,45 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,55 = 1,1 \cdot 10^{-3}$$

$$V_2 = 1,1 \text{ н}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 V_1 T_2 = P_2 V_2 T_1 \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2 T_1}{P_1 V_1}$$

$$= \frac{3 \cdot 10^4 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 300}{10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 495 \text{ К}$$

$$T_2 = 495 \text{ К}$$

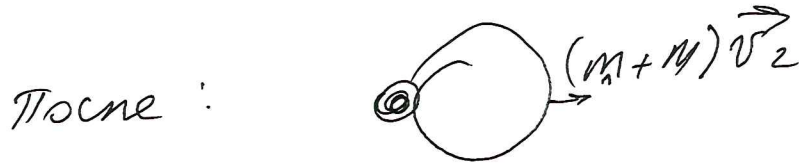
Ответ: $P_2 = 3 \cdot 10^4 \text{ Па}$; $V_2 = 1 \text{ н}$; $T_2 = 495 \text{ К}$

№3

m, M, v_1

$\Delta t = \max$

$\frac{m}{M} \sim ? v$



По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{(m+M)v_2^2}{2} + \Delta U \quad (1)$$

По закону сохранения импульса:

$$mv_1 = (m+M)v_2 \quad (2)$$

↓

$$v_2 = \frac{mv_1}{m+M} \quad (3)$$

перепишем (3) в (1)

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{(m+M)m^2v_1^2}{2(m+M)^2} + \Delta U$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{(m+M)m^2v_1^2}{2(m+M)^2} = \Delta U$$

$$\frac{mv_1^2(m+M) - m^2v_1^2}{2(m+M)} = \Delta U$$

$$\frac{m \cdot M \cdot v_1^2}{2(m+M)} = \Delta U$$

$$\Delta U = Q = c(m+M)\Delta t \Rightarrow \frac{m \cdot M \cdot v_1^2}{2(m+M) \cdot c} = \Delta t$$

$$\frac{v_1^2}{2c \left(\frac{m^2 + 2mM + M^2}{mM} \right)} = \Delta t$$

и ...

$$\frac{v_1^2}{2e(\frac{m}{m} + 2 + \frac{m}{m})} = \Delta t ;$$

если при $\Delta t \rightarrow \max$, то

$$\frac{m}{m} + 2 + \frac{m}{m} \rightarrow \min$$

пусть $\frac{m}{m} = x \Rightarrow \frac{1}{x} + 2 + x \rightarrow \min$

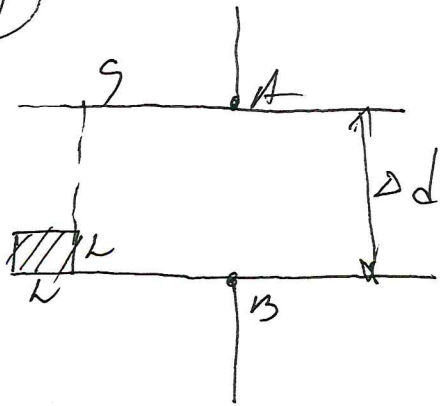
$$\frac{x^2 + 2x + 1}{x} \rightarrow \min \Rightarrow x^2 + 2x + 1 \rightarrow \min$$

$$(x+1)^2 \rightarrow \min$$

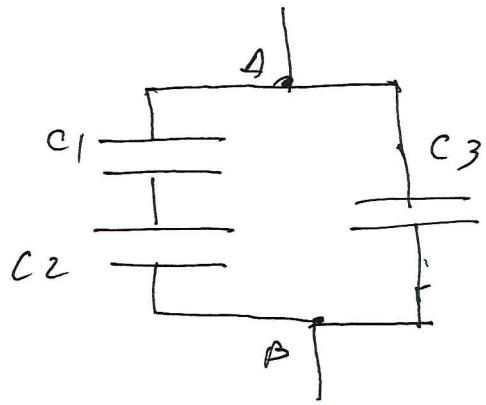
$$\Rightarrow x \approx 1 \Rightarrow \frac{m}{m} = 1$$

Ответ: $\frac{m}{m} = 1$ ✓ 155

24



Расположение кубика не влияет на емкость изображенного плоского конденсатора, где нарисуем эквивалентную схему:



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

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

$$C_3 = \frac{\epsilon \epsilon_0 (L^2)}{d}$$

Находим C_{12} : $\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

для
бы

Шифр 19493

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{\frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{d-L}} + \frac{1}{\frac{\epsilon_0 L^2}{L}} = \frac{d-L}{\epsilon \epsilon_0 L^2} + \frac{L}{\epsilon_0 L^2}$$

$$= \frac{(d-L) + L \cdot \epsilon}{\epsilon \epsilon_0 L^2} \Rightarrow C_{12} = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{(d-L) + L \cdot \epsilon}$$

Собщ = $C_{12} + C_3$ (т.к. соединены параллельно)

↓

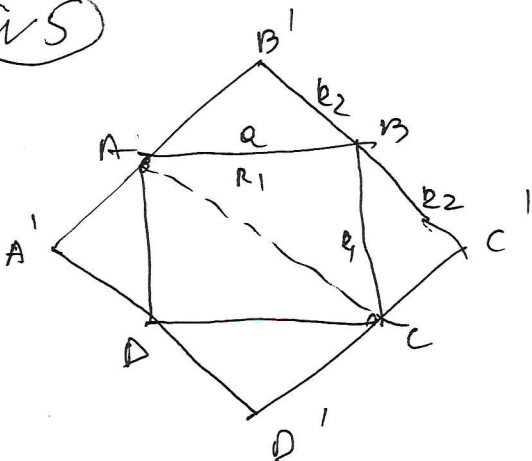
$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2}{(d-L) + L \cdot \epsilon} + \frac{\epsilon \epsilon_0 (S-L^2)}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 L^2 d + \epsilon \epsilon_0 (S-L^2) \cdot (d+L(\epsilon-1))}{d (d+L(\epsilon-1))}$$

$$= \frac{S \cdot d + SL(\epsilon-1) - L^3(\epsilon-1)}{d (d+L(\epsilon-1))} \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0$$

105

Ответ: $C = \frac{Sd + SL(\epsilon-1) - L^3(\epsilon-1)}{d + (d+L(\epsilon-1))} \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0$

NS



$$AB = L$$

$$AB' = L \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ (по т. Пифагора)}$$

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Находим R_{AB} : $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{3R_1}$

↓

$$R_{AB} = \frac{3}{4} R_1$$

7

AC-ось симметрична \Rightarrow точки A и C можно соединить проводником с нулевым сопротивлением

$$\Rightarrow R_{A'B'} = R_{A'A} + R_{AB'} = 2R_{AB'}$$

Выведем R_{BC}

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} = \frac{2R_2 + R_1}{2R_1 \cdot R_2} \Rightarrow R_{BC} = \frac{2R_1 R_2}{2R_2 + R_1}$$

Выведем R_{AB}

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{BC}} + \frac{1}{R_1} = \frac{2R_2 + R_1}{2R_1 \cdot R_2} + \frac{1}{R_1} = \frac{2R_2 + R_1 + 2R_2}{2R_1 R_2}$$

\Downarrow

$$R_{AB} = \frac{2R_1 R_2}{4R_2 + R_1}$$

Найдем $R_{B'B} + R_{AB} = R_2 + \frac{2R_1 R_2}{4R_2 + R_1} = \frac{R_2(4R_2 + R_1) + 2R_1 R_2}{4R_2 + R_1}$

$$= \frac{4R_2^2 + 3R_1 R_2}{4R_2 + R_1}$$

Выведем $R_{AB'}$: $\frac{1}{R_{AB'}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{BB'} + R_{AB}}$

$$= \frac{1}{R_2} + \frac{4R_2 + R_1}{4R_1^2 + 3R_1 R_2} = \frac{8R_2^2 + 4R_1 R_2}{R_2(4R_1^2 + 3R_1 R_2)}$$

$$\Rightarrow R_{AB'} = \frac{R_2(4R_2^2 + 3R_1 R_2)}{8R_2^2 + 4R_1 R_2}$$

$$R_{A'B'} = 2 R_{AB} = \frac{8R_2^2 + 6R_1R_2}{8R_2 + 4R_1}$$

по условию:

$$R_{AB} = R_{A'B'}$$

⇓

$$\frac{3}{4} R_1 = \frac{8R_2^2 + 6R_1R_2}{8R_2 + 4R_1}$$

$$3R_1 = \frac{R_2(8R_2 + 6R_1)}{2R_2 + R_1}$$

$$3 \frac{R_1}{R_2} = \frac{8 + 6 \frac{R_1}{R_2}}{2 + \frac{R_1}{R_2}}$$

$$3 \frac{R_1}{R_2} = \frac{8R_2 + 6R_1}{2R_2 + R_1}$$

пусть

$$\frac{R_1}{R_2} = a \Rightarrow 3a = \frac{8 + 6a}{a + 2}$$

$$3a(2 + a) = 8 + 6a$$

$$6a + 3a^2 = 8 + 6a$$

$$a^2 = \frac{8}{3} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{8}{3}}$$

$$a = \frac{R_1}{R_2} = \frac{8 \frac{L}{S_1}}{8 \frac{L}{S_2}} = \frac{L}{S_1} \cdot \frac{S_2}{L \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{S_2 \cdot 2}{S_1 \cdot \sqrt{2}} \Rightarrow \sqrt{\frac{8}{3}} = \frac{S_2}{S_1} \sqrt{2}$$

⇓

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

⇓

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Ответ: $\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ~~165~~