

Место для  
скобы

**ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»  
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа**

УИФВ-29

**Шифр**

1.	Предмет	ФИЗИКА												
2.	Вариант	2												
3.	Класс	11												
4.	Фамилия	П	О	Н	О	М	А	Р	Е	В				
	Имя	К	О	Н	С	Т	А	Н	Т	И	Н			
	Отчество	С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч				
5.	Дата рождения	1	4			0	9			2	0	0	5	
		Число				Месяц				Год				
		Россия												
6.	Страна	Россия												
7.	Регион (пр: Томская обл., Калининградская область)	СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ.												
8.	Вид муниципального образования (пр: пгт, деревня, село, город)	город												
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Екатеринбург												
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	ИТЮЧ лицей 135												

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 ТЮ

11.	СНИЛС (при наличии)					-									
12.	Контактный телефон участника	8	9	2	2	2	1	5	2	6	9	2			
13.	e-mail участника														
14.	Телефон и e-mail одного из родителей														
15.	Профиль в вк	https://vk.com/													
16.	Документ, удостоверяющий личность	6	5	1	9					9	3	3	4	8	8
		серия					номер								
		ТЮ МБОУ ДП по Свердловской обл.													
		05.10.2019													
		кем и когда выдан													
17.	Из числа лиц с ограниченными возможностями по здоровью (инвалид) (да/нет)	нет													
18.	Сирота (да/нет)	нет													
19.	Я победитель/призер олимпиады заключительного этапа прошлого года, принимаю участие без отборочного этапа (да/нет)														
20.	ФИО моего учителя по предмету	Черная Надежда Александровна													

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
73			

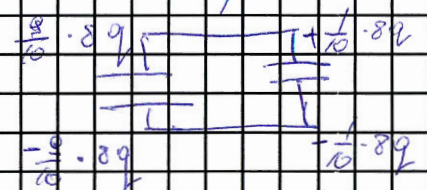
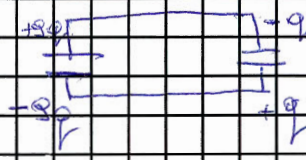
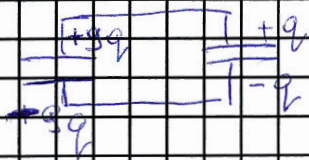
~~1~~ = 2

Рассмотрим какой-то переключатель, до которого конденсатор  $C$  имеет заряд  $q_0$  (так как  $U_C = U_{C_1} \Rightarrow \frac{q_0}{C} = \frac{q_{C_1}}{C_1} \Rightarrow \frac{q_{C_1}}{q_0} = \frac{C_1}{C} = \frac{1}{1.5}$ )

до переключения

сразу после

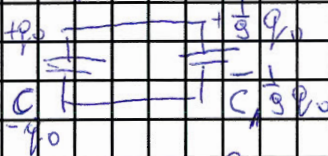
нового равновесия



Т.е. заряд конденсатора  $C$  после каждого переключения  $q = q_0/1.5$ , где  $q_0$  - заряд до переключения. Заряд  $C$  после  $n$ -го переключения:  $q_n = U_0 \cdot C = 30 \cdot 9 \cdot 10^{-6} = 270 \mu\text{Кл}$

Тогда заряд  $C$  до первого переключения:  $q_0 = \frac{q_n}{0.8^5} = \frac{270}{0.8^5} \approx 824 \mu\text{Кл}$   
Следовательно, до первого переключения схема выглядит так:

так:



По закону сохранения заряда, начальная

заряд на  $C$   $q = q_0 + \frac{1}{3}q_0 = \frac{4}{3}q_0 \approx 915 \mu\text{Кл}$

$$U = \frac{q}{C} \Rightarrow U = U_0 \cdot \frac{q}{q_0} = 30 \cdot \frac{915 \cdot 10^{-6}}{270 \cdot 10^{-6}} \approx 101.6 \text{ В} \approx 100 \text{ В}$$

Ответ:  $\approx 100 \text{ В}$

-3

Заметим, что ~~так~~ если  $d_1 = d_2$  (из условия)  $d$  - расстояние от линзы до предмета,  $f$  - фокусное расстояние, ~~то~~ по формуле тонкой линзы:

$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \\ \frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_1}$$

$f_1, f_2 > 0$  т.к. с линзой и объектом источник совпадает и не может быть наоднажды по разные стороны линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{d_1 + d_2}{d_1 \cdot d_2}$$

Пусть  $v$  - искомая скорость первого источника света

$$d_1 = 7F - 2vT$$

$$d_2 = 8F - \frac{3}{2}vT$$

Пусть  $vT = x$ , тогда:  $\frac{1}{F} = \frac{7F - x}{(7F - x)(8F - \frac{3}{2}x)}$

$$63F^2 - 9Fx - \frac{2}{2}Fx + \frac{3}{2}x^2 = 16F^2 - \frac{3}{2}Fx$$

$$\frac{3}{2}x^2 - 17Fx + 47F^2 = 0$$

$$\sqrt{D} = \sqrt{17^2 F^2 - 4 \cdot \frac{3}{2} \cdot 47 F^2} = \sqrt{289 F^2 - 282 F^2} = \sqrt{7} F$$

$$x = \frac{(17 \pm \sqrt{7}) F}{3} \Rightarrow v = \frac{17 \pm \sqrt{7}}{3} \frac{F}{T}$$

Ответ: возможные значения  $v = \frac{17 + \sqrt{7}}{3} \frac{F}{T} \approx 66 \frac{F}{T}$  — ошибка

$$v = \frac{17 - \sqrt{7}}{3} \frac{F}{T} \approx 48 \frac{F}{T}$$

$$15 - 3 = 128$$

- 5 (контракт)

Изобразим схему цепи, заменив отрезки проволоки на резисторы:



$$I_{10} = I_{\text{ист}} \Rightarrow I_{10} \rightarrow \min \text{ или } R_{10} \rightarrow \max$$

$$\text{Пусть } R_{101} = R_{102} = R_{103} = x$$

$$\text{Тогда } R_{104} = 10 - x$$

$$R_{105} = 4 - x$$

$$R_{106} = 10 + x$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{101} \cdot R_{102}}{R_{101} + R_{102}} + \frac{R_{104} \cdot R_{105}}{R_{104} + R_{105}} = \frac{x(10-x)}{x+10-x} + \frac{(4-x)(10+x)}{10+x+4-x} =$$

$$= -\frac{x^2}{10} + x - \frac{x^2}{14} + \frac{6}{14}x + \frac{40}{14} \rightarrow \max$$

$$R'_{\text{общ}} = -\frac{2}{10}x + 1 - \frac{2}{14}x + \frac{6}{14} = 0 \quad | \cdot 70$$

$$-14x + 70 - 10x + 30 = 0$$

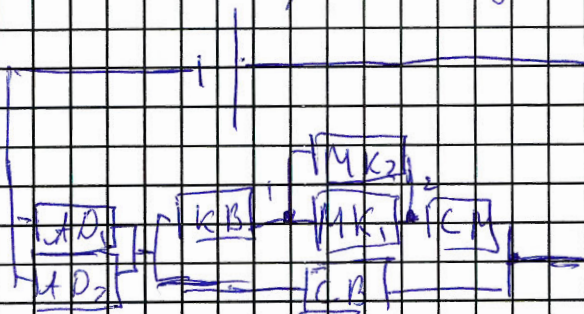
$$24x = 40$$

$$x = \frac{40}{24} = \frac{5}{3} \text{ Ом. } 0 < \frac{5}{3} < 4 \Rightarrow \text{Такое положительное перемещение}$$

кв АВ возможно. Найдем  $R_{\text{общ}}$ :

$$R_{\text{общ}} = \frac{\frac{5}{3}(10 - \frac{5}{3})}{10} + \frac{(4 - \frac{5}{3})(10 + \frac{5}{3})}{14} = \frac{25}{18} + \frac{35}{18} = \frac{60}{18} = \frac{10}{3} \text{ Ом. } \approx 3,33 \text{ Ом.}$$

Для второго случая:



Длина км из т. Турополе  $16+9=25$

$$\rightarrow R_{\text{км}} = 5 \text{ Ом.}$$

$$R_{\text{км}} = \frac{R_{\text{км1}} \cdot R_{\text{км2}}}{R_{\text{км1}} + R_{\text{км2}}} = \frac{7 \cdot 5}{7+5} = \frac{35}{12} \text{ Ом.}$$

См. след. лист

5 (продолжение)

Из рассуждений, аналогичных первому случаю:

$$R_{AB} = x \quad R_{CKB} = R_{KB} + R_{CB} + R_{KB} = x + 3 + \frac{36}{12} = x + \frac{31}{12}$$

$$R_{CB} = 4 - x$$

Тогда:

$$R_{общ2} = \frac{R_{AB} \cdot R_{CKB}}{R_{AB} + R_{CKB}} + \frac{R_{BC} \cdot R_{CKB}}{R_{BC} + R_{CKB}} = \frac{x(10-x)}{10} + \frac{(4-x)(x+\frac{31}{12})}{4-x+x+\frac{31}{12}} =$$

$$= -\frac{x^2}{10} + x - \frac{12}{119}x^2 - \frac{23x}{119} + \frac{284}{119} \text{ Ом}$$

$$R'_{общ2} = -\frac{2}{10}x + 1 - \frac{24}{119}x - \frac{23}{119} = 0 \quad | \cdot 1190$$

$$-238x + 1190 - 240x - 230 = 0$$

$$478x = 960$$

$$x = \frac{480}{239} \text{ Ом} \approx 2 \text{ Ом}$$

$0 < x < 4$  — такое значение

резистора AB возможно.

При  $x_2 = 2$ :

$$R_{общ2} = \frac{2 \cdot 8}{10} + \frac{2 \cdot \frac{31}{12}}{\frac{119}{12}} \approx 1,6 + 1,6 = 3,2 \text{ Ом}$$

Из закона Ома для первого и второго случаев:

$$\begin{cases} I_1 = \frac{U}{R_{общ1}} \\ I_2 = \frac{U}{R_{общ2}} \end{cases} \quad I_2 - I_1 = U \left( \frac{1}{R_{общ2}} - \frac{1}{R_{общ1}} \right) = 0,4 \text{ А}$$

$$U = \frac{0,4}{\frac{1}{3,2} - \frac{3}{10} - \frac{1}{20}} = 3,2 \text{ В} \Rightarrow I_1 = 9,6 \text{ А}$$

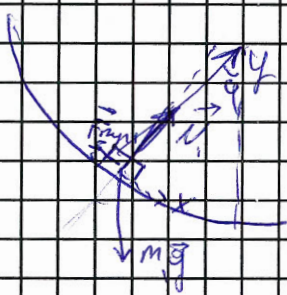
Ток после замыкания найдем, подставив  $x$  в  $R_{общ2}(x)$  и из закона Ома:

$$R_{общ2}(x_1) = \frac{25}{18} + \frac{91}{119} \approx 7,15 \text{ Ом}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_{общ2}(x_1)} = \frac{3,2}{7,15} \approx 0,448 \text{ А} \Rightarrow \text{Ток увеличится на } 5,3 \text{ А}$$

1 (начало)

Рассмотрим сумму сил  $m_1 \vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр1}$ , действующих на первый кубик, когда он отклонен от начальной горизонтальной на угол  $\varphi$ :



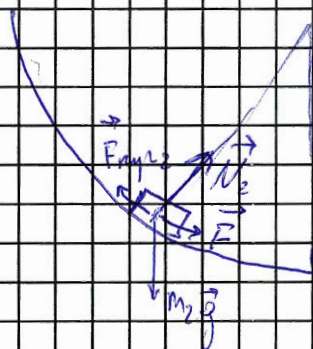
Направим  $Oy$  ~~параллельно~~ к оси цилиндра, а  $Ox \perp Oy$ . Тогда в проекции на оси:

$$Oy: N_1 = m_1 g \cos \varphi$$

$$Ox: F = m_1 g \sin \varphi - F_{тр1} = m_1 g \sin \varphi - \mu_1 m_1 g \cos \varphi$$

Результирующая сила направлена по касательной к поверхности цилиндра и равна  $F = m_1 g (\sin \varphi - \mu_1 \cos \varphi)$  - формула справедлива, лишь когда  $F_{тр1} = F_{тр1 \max} = \mu_1 N_1$ . Очевидно, что  $m_1 < m_2$ ,  $\mu_2 > \mu_1$ , то ~~всегда~~ когда  $F$  станет  $> 0$ , второй кубик <sup>(в отсутствие первого кубика)</sup> еще не достигнет верхней точки  $\Rightarrow$  при максимальном падении ~~второй~~ первый кубик действует на второй с силой  $F$ .

Для второго кубика:



$$Oy: N_2 = m_2 g \cos \varphi$$

$$Ox: 0 = m_2 g \sin \varphi - F_{тр2} + F = m_2 g \sin \varphi - \mu_2 m_2 g \cos \varphi + F$$

кубики покоятся  $\Rightarrow m_2 a = 0$

$$= m_2 g \sin \varphi - \mu_2 m_2 g \cos \varphi + m_1 g (\sin \varphi - \mu_1 \cos \varphi) = 0$$

$$\Rightarrow m_2 g (\sin \varphi - \mu_2 \cos \varphi) + m_1 g (\sin \varphi - \mu_1 \cos \varphi) = 0$$

1 (продолжение)

$$m_2(\sin \varphi - \mu_2 \cos \varphi) = -m_1(\sin \varphi - \mu_1 \cos \varphi)$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\mu_2 \cos \varphi - \sin \varphi}{\sin \varphi - \mu_1 \cos \varphi}$$

Искомое отношение:

$$\frac{h}{h} = \frac{h}{h} = \frac{r - r \cos \varphi}{r} = \frac{1 - \cos \varphi}{1} = 1 - \cos \varphi$$



~~преобразуем  $\frac{\mu_1 \cos \varphi - \sin \varphi}{\sin \varphi - \mu_2 \cos \varphi} = -\frac{(\sin \varphi - \mu_2 \cos \varphi) + (\mu_2 - \mu_1) \cos \varphi}{\sin \varphi - \mu_2 \cos \varphi}$~~

~~$\Rightarrow -\left(1 + \frac{(\mu_2 - \mu_1) \cos \varphi}{\sin \varphi - \mu_2 \cos \varphi}\right)$~~

$$m_2 \sin \varphi = m_2 \mu_2 \cos \varphi + m_1 \sin \varphi - m_1 \mu_1 \cos \varphi = 0$$

$$(m_1 + m_2) \sin \varphi = \cos \varphi (m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2) \quad (1) \quad \checkmark$$

$$\tan \varphi = \frac{m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2}{m_1 + m_2} = K - \text{известная величина}$$

~~(известны  $m_1, m_2, \mu_1, \mu_2$ )  $\Rightarrow \tan \varphi = \arctan K \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow \cos \varphi = \cos(\arctan K) \Rightarrow \frac{h}{r} = 1 - \cos(\arctan K) \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow \frac{h}{h} = \frac{1}{1 - \cos(\arctan \frac{m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2}{m_1 + m_2})}$~~

~~Возведем равенство (1) в квадрат:~~

~~$(m_1 + m_2)^2 \sin^2 \varphi = \cos^2 \varphi (m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2)^2$~~

~~$(m_1 + m_2)^2 \cos^2 \varphi =$~~

$$(m_1 + m_2)^2 - (m_1 + m_2)^2 \cos^2 \varphi = \cos^2 \varphi (m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2)^2$$

$$\cos^2 \varphi ((m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2)^2 + (m_1 + m_2)^2) = (m_1 + m_2)^2$$

~ 1 (по подопытному?)

$$\cos^2 \varphi = \frac{(m_1 + m_2)^2}{(m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2)^2 + (m_1 + m_2)^2}$$

$$\cos \varphi = (m_1 + m_2) \cdot \sqrt{\frac{1}{(m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2)^2 + (m_1 + m_2)^2}}$$

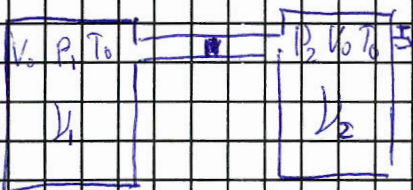
108

$$\frac{r}{h} = \frac{1}{1 - \cos \varphi}$$

Ответ: радиус основания цилиндра больше максимальной высоты поддона кубиков  $b$

$$1 - \frac{(m_1 + m_2)^2}{(m_1 \mu_1 + m_2 \mu_2)^2 + (m_1 + m_2)^2}$$

~ 4 (пошла)



Объясню, что:  
В момент  $T_3$  любой момент времени

$$P_1 = P_2$$

В момент времени  $T$ : ( $h$  - общий уровень)

$$P_1 R T_0 = P_1 (V_0 + V_1) \quad (1)$$

$$P_2 R T_0 = P_2 V_0 \quad (2)$$

В начальный момент времени:

$$P_0 (V_0 + \frac{V_1}{2}) = P_1 R T_0 \quad (3)$$

Из уравнений (1) и (2):  $(P_1 - P_2) R T_0 = P_1 V_1$

$$\frac{m_0 - 2J}{\mu} = \frac{P_1 V_1}{R T_0} \quad (4)$$





Из уравнений (1) и (3):

$$P_1 (V_0 + V_T) = P_0 \left( V_0 + \frac{V_T}{2} \right)$$

$$P_1 = P_0 \left( \frac{V_0 + V_T - \frac{V_T}{2}}{V_0 + V_T} \right) = P_0 \left( 1 - \frac{V_T}{2(V_0 + V_T)} \right) \quad (3)$$

Найдем  $P_2$  давление газа массой  $m_0$  при  $T_0$  в объеме  $V_0$ :

$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T_0 \Rightarrow P_0 V_0 = P_0 \left( V_0 + \frac{V_T}{2} \right) \quad ? \text{ Улиточка?}$$

$$P_2 = P_0 \left( 1 + \frac{V_T}{2V_0} \right)$$

Потому:  $(P_1 - P_2) R T_0 = P_3 V_0 - P_1 V_0$

$$m_0 - \Delta m = \frac{V_0}{R T_0} \left( P_0 + P_0 \frac{V_T}{2V_0} - P_0 + \frac{P_0 V_T V_0}{2(V_0 + V_T)} \right) \quad (4)$$

Из (3) и (4):

$$P_0 V_T = V_0 P_0 \left( \frac{V_T + 2V_0 + 2V_0 V_T}{2V_0(V_0 + V_T)} \right)$$

~~$$P_0 V \left( \frac{V_0 + \frac{V_T}{2}}{V_0 + V_T} \right) = P_0 V_0 \left( \frac{V_T + 2V_0}{2} \right)$$~~

$$P_0 V_T \frac{V_0 + \frac{V_T}{2}}{V_0 + V_T} = P_0 V_0 \frac{V_T + 2V_0}{2}$$

В формуле 60