

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

019496

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ  
заключительного этапа

1.	Предмет	физика																		
2.	Вариант	1																		
3.	Класс	11																		
4.	Фамилия	С	А	П	Р	И	И													
	Имя	С	Е	М	Е	Н														
	Отчество	А	Л	Е	К	С	А	Н	А	Р	О	В	И	Ч						
5.	Дата рождения	1	5		0	2		2	0	0	2									
		Число		Месяц		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	Бийский лицей - интернат Алтайского края																		

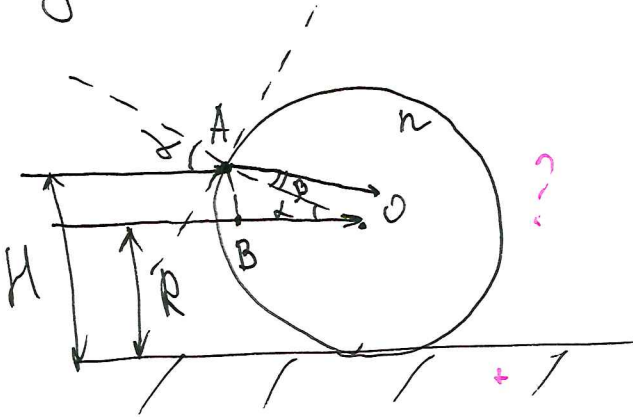
Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись



Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
<del>50</del> 49	19.03	Машкова	

Задание №1



$$AB = H - R$$

Пусть  $O$  - центр шара,  
 $A$  - точка падения луча на шар

$\alpha$  - угол падения

$\beta$  - угол преломления

1) по 3-му закону преломления света:  
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$   $n_1 = 1$  - где воздух

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

2)  $\triangle AOB$ :

$\angle AOB = \angle \alpha$  (как соответственные)

$$\Rightarrow OA = R; \quad OA \cdot \sin \alpha = AB$$

Ищем:  $R \sin \alpha = H - R \Rightarrow \sin \alpha = \frac{H - R}{R}$

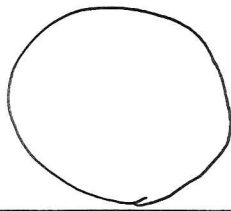
3) из 1) и 2):  $\sin \beta = \frac{H - R}{n \cdot R} \Rightarrow \beta = \arcsin\left(\frac{H - R}{n \cdot R}\right)$

$$\angle \beta = \arcsin\left(\frac{0,14 - 0,1}{0,1 \cdot 1,5}\right) \approx 15,5^\circ$$

Ответ:  $15,5^\circ$  ✓

Задача №3

M



начальная скорость шара  
равна нулю.  
 $u$  - конечная скорость системы  
шар-пуля



1) По З.С.И:  $m\vec{v} = (m+M)\vec{u}$   
 0x:  $m v = (m+M) u \Rightarrow u = \frac{m v}{m+M}$  (1)

2) Запишем З.С.Э для этой же ситуации:  
 (м.к. удар не упругий  $\Rightarrow$  выделится тепло)

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{(M+m) u^2}{2} + Q \quad Q - \text{выделяемое тепло}$$

3) подставим  $u$ :  $\frac{m v^2}{2} = \frac{(M+m) m^2 v^2}{2 \cdot (M+m)^2} + Q$

$$Q = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{M \cdot m}{(M+m)}$$

4) Пуля и шар состоят из одного и того же в-ва  
 Значит их <sup>удельные</sup> теплоемкости равны.  
<sub>изменение</sub>

$$Q = c(m+M) \Delta T \quad \Delta T - \text{температура}$$

$c$  - удельная теплоемкость в-ва

5) приравняем  $Q$ :

$$c(m+M) \Delta T = \frac{v^2}{2} \frac{M \cdot m}{(M+m)}$$

$$\Delta T = \frac{v^2}{2c} \cdot \frac{M \cdot m}{(M+m)^2}; \quad \frac{v^2}{2c} = \text{const} \Rightarrow \Delta T \text{ зависит только}$$

от  $M$  и  $m$ ,  
 точнее  $\frac{M \cdot m}{(M+m)^2}$  зависимости

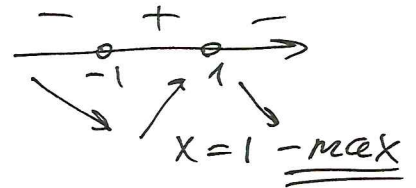
6) Найдем максимум  $\frac{M \cdot m}{(M+m)^2}$ ; пусть  $\frac{m}{M} = x$ , тогда

$$m = M \cdot x; \quad \frac{M^2 x}{(M+Mx)^2} = \frac{x}{(1+x)^2}$$



Введем функцию  $f(x) = \frac{x}{(1+x)^2}$

$$f'(x) = 1 - x^2 = 0; (1-x)(1+x) = 0;$$



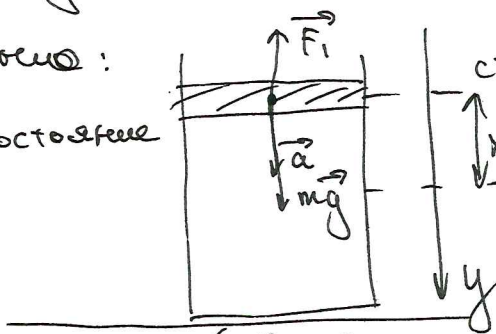
Значит  $\Delta T = \max$  при  $x=1$

Ищем  $\Delta T = \max$ , если  $\frac{m}{M} = x = 1$ .

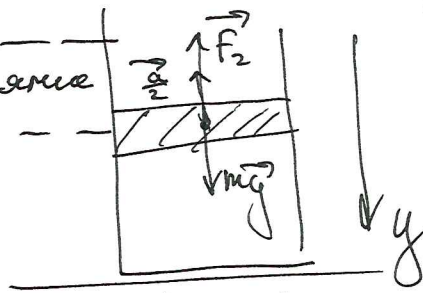
Ответ:  $\frac{m}{M} = 1$ .

### Задача N 2

Сило:  
состояние



стало:  
2 состояние



Дано:

$$\begin{aligned} p_0 &= 10^4 \text{ Па} \\ V_0 &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \\ m &= 10 \text{ кг} \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ S &= 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \\ T_0 &= 300 \text{ К} \end{aligned}$$

$V, T - ?$

II 3-н Ньютона

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1$$

$$y: ma = mg - F_1$$

$$F_1 = |\vec{F}_1| = p_0 S$$

$$ma = mg - p_0 S$$

II 3-н Ньютона

$$m\frac{\vec{a}}{2} = m\vec{g} + \vec{F}_2$$

$$y: m\frac{a}{2} = F_2 - mg$$

$$F_2 = |\vec{F}_2| = p \cdot S;$$

где  $p$  - давление газа  
во 2 состоянии.

Пусть поршень сместился на расстояние  $x$ , тогда над газом совершили работу равную  $mgx$

По II 3-му термодинамички:  $Q = \Delta U + A$ , но  $Q = 0$ ,  
тогда  $\Delta U = -A$ , где  $\Delta U$  - изменение внутр. энергии  
газа,  
 $A$  - работа газа.

$$\Delta U = -A \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R (T - T_0) = mgx \Rightarrow x = \frac{3 \nu R (T - T_0)}{2mg}$$

3) Запишем ур-ия состояния для 1 и 2 состояния

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0 & \text{для 1} \\ p V = \nu R T & \text{для 2} \end{cases} \text{ где } p, V, T - \text{координатные давление, объем и температура соответственно}$$

$$p V = p_0 V_0 \frac{T}{T_0} \quad (3)$$

4) из II закона Ньютона для двух сост. получим:

$$\begin{cases} m a = m g - p_0 S \\ m \frac{a}{2} = p S - m g \end{cases} \Rightarrow p = \frac{3 m g - p_0 S}{2 S} \approx 70 \text{ (кПа)}$$

5)  $V = S \cdot (H - x)$ ;  $H = \frac{V_0}{S}$  H - высота цилиндра

6) Подставим выражение для p и V и x в (3)

Получим

$$\frac{3 m g - p_0 S}{2 S} \cdot S \cdot \left( H - \frac{\nu R (T - T_0)}{2 m g} \right) = \frac{p_0 V_0 T}{T_0}$$

Зная, что  $\nu = \frac{p_0 V_0}{R T_0}$ , т.к. кон-во в-ва не изменилось, подставим численные значения и найдем T.

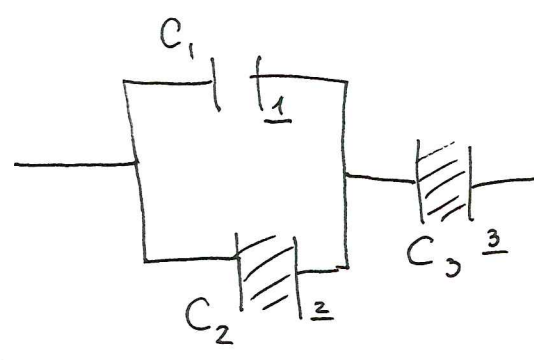
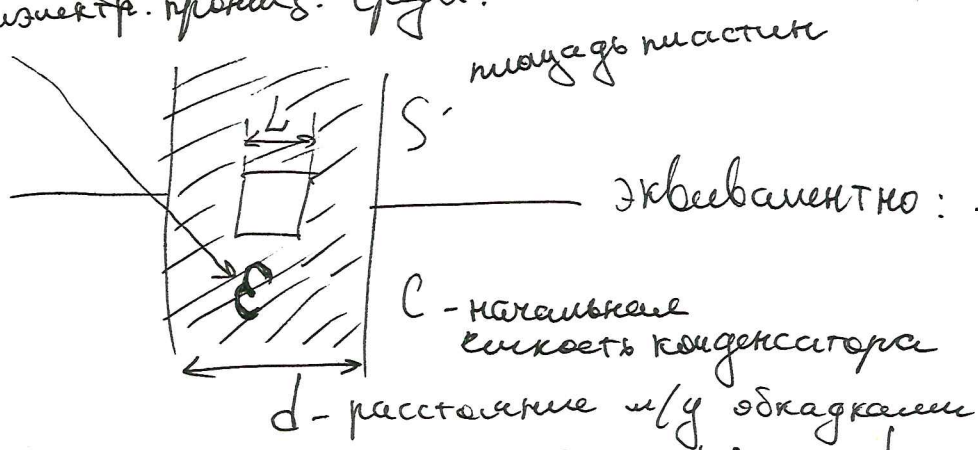
$$\frac{300 - 10^4 \cdot 20 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-4}} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \left( \frac{2 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-4}} - \frac{3 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} (T - 300)}{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 8,31 \cdot 300} \right) = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot T}{300}$$

Решая получим: ~~T~~  $T \approx 881 \text{ (K)}$

7) Тогда из (3)  $V = \frac{p_0 V_0 T}{p T_0} = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 881}{70 \cdot 10^3 \cdot 300} = 0,84 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$

Ответ:  $T = 881 \text{ K}$ ;  $V = 0,84 \text{ м}^3$

Задача №4  
диаметр. пружин. среда.



- конденсатор 1 :  $S_1 = L^2$  ;  $d_1 = L$  ;  $\epsilon_1 = 1$ .
- конденсатор 2 :  $S_2 = S - L^2$  ;  $d_2 = d - L$  ;  $\epsilon_2 = \epsilon$ .
- конденсатор 3 :  $S_3 = S$  ;  $d_3 = d - L$  ;  $\epsilon_3 = \epsilon$ .

м.к.  $C_1$  и  $C_2$  соединены параллельно  $\Rightarrow C'$ -их  
общая емкость

$$C' = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 L^2}{L} + \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot (S - L^2)}{d - L} = \frac{\epsilon_0 (L^2 + \epsilon(S - L^2))}{L}$$

конденсатор  $C_3$  соединен последовательно с остав-  
шими, то есть:

$$C = \frac{C' \cdot C_3}{C' + C_3} = \frac{\epsilon_0^2 \epsilon S (L^2 + \epsilon(S - L^2))}{L (d - L)}$$

$$C' \cdot C_3 = \frac{\epsilon_0^2 \epsilon S (L^2 + \epsilon(S - L^2))}{L (d - L)}$$

$$C' + C_3 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S L + (d - L)(L^2 + \epsilon(S - L^2))}{(d - L)L}$$

Итак получим: 
$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S (L^2 + \epsilon(S - L^2))}{\epsilon S L + (d - L)(L^2 + \epsilon(S - L^2))}$$

1. + нумера 6 |

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