

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА
ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

003673

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика																				
2.	Вариант	2																				
3.	Класс	10																				
4.	Фамилия	Х	Р	А	П	Е	Н	К	О	В												
	Имя	С	Т	Е	П	А	Н															
	Отчество	С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч												
5.	Дата рождения	2	1			0	3			2	0	0	4									
		Число		Месяц		Год																
6.	Страна	Россия																				
7.	Регион (пр: Томская обл., Алтайский край)	Красноярский край																				
8.	Вид муниципального образования (пр: село, город, пгт, деревня)	город																				
9.	Населенный пункт (пр: Томск, Кемерово, Псков)	Красноярск																				
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ "Гимназия 13" "Академ"																				

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
92		Емел Д.И.	Д

Задача 2.

$t_1 = 0^\circ\text{C}$
 $T_2 = 22,54_{-3}$
 $m_2 = 4 \cdot 10^3 \text{ м}$

$t_6 = 20^\circ\text{C}$
 $t_a = -195^\circ\text{C}$
 $T_1 = 24 \text{ м}$
 $V_1 = 10^3 \text{ м}^3$
 $\rho_a = ?$

$\frac{Q}{T} \sim (t_2 - t_1)$

$\frac{Q}{T} \sim (t_2 - t_1) \Rightarrow N \sim (t_2 - t_1) \Rightarrow$ пусть $N = k(t_2 - t_1) = kst$
 где k - коэффициент пропорциональности
 1) лёд: $Q_2 = \lambda m_2$
 $N \cdot T_2 = \lambda m_2$
 $k(t_6 - t_1) \cdot T_2 = \lambda m_2 \Rightarrow k = \frac{\lambda m_2}{(t_6 - t_1) \cdot T_2} \quad (1)$

2) азот: $Q_1 = r m_1$
 $N \cdot T_1 = r \cdot \rho_a V_1$
 $k(t_6 - t_a) \cdot T_1 = r \rho_a V_1 \quad (2)$

подставляем (1)-е во (2)-е ур-е.

$\frac{\lambda m_2 \cdot (t_6 - t_a) \cdot T_1}{(t_6 - t_1) \cdot T_2} = r \rho_a V_1 \Rightarrow \rho_a = \frac{\lambda m_2 (t_6 - t_a) \cdot T_1}{(t_6 - t_1) \cdot T_2 \cdot r \cdot V_1} =$
 $= \frac{0,33 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 4 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot (20^\circ\text{C} + 195^\circ\text{C}) \cdot 24 \text{ м}}{(20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) \cdot 22,54 \cdot 199 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot 10^3 \text{ м}^3} \approx 76,0603 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 76,1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

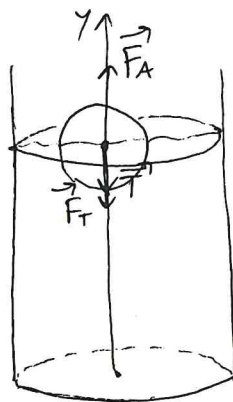
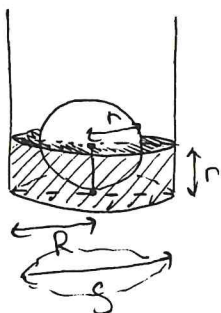
Ответ: $76,1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

1	2	3	4	5
12	20	20	20	20
			14	(20)

92

Задача 3.

$\rho_{\text{ш}} = \rho$
 $\rho_{\text{ж}} = 4\rho$
 $T = \frac{1}{2} F_A$
 $V = ?$



Согласно II-му закону Ньютона $m\vec{a} = \sum \vec{F}$

ОУ: $0 = F_A - T - mg$

$0 = F_A - \frac{1}{2} F_A - mg \Rightarrow$

$\Rightarrow mg = \frac{1}{2} F_A$

$\rho_{\text{ш}} V_{\text{весь}} g = \frac{\rho_{\text{ж}} g V_{\text{части}}}{2} \Rightarrow \rho V_{\text{весь}} = \frac{4\rho \cdot V_{\text{части}}}{2}$

$V_{\text{весь}} = 2V_{\text{части}} \Rightarrow$ шар погружён в воду на половину.

$V_{\text{всего}} = r \cdot S - \frac{V_{\text{шара}}}{2} = r \cdot \pi R^2 - \frac{4\pi r^3}{3 \cdot 2} = \pi r R^2 - \frac{2\pi r^3}{3} =$

$= \pi r (R^2 - \frac{2}{3} r^2)$

Ответ: $\pi r (R^2 - \frac{2}{3} r^2)$

Задача 4.

Q_1, P_1, P_2, V_1, V_2
 $Q_2 = ?$

Согласно первому закону термодинамики

$Q_{\text{паци.}} = \Delta U_{\text{газа}} + A_{\text{газа}}$ ($A_{\text{газа}} = -A_{\text{над газом}}$)
 $Q_{\text{отгн.}} = A_{\text{над газом}} - \Delta U_{\text{газа}}$ ($Q_{\text{паци.}} = -Q_{\text{отг.}}$)
 $Q_{\text{отгн.}} = A_{\text{над г.}} - \Delta U$ $A_{\text{над г.}} = -p \Delta V$

1) процесс $A \rightarrow D \rightarrow C$:

$Q_1 = Q_{\text{отг.}} = A_{\text{над г. AD}} + A_{\text{над г. CD}} - \Delta U_{AD} - \Delta U_{CD}$

$Q_1 = p_1(V_2 - V_1) - (U_D - U_A) - (U_C - U_D)$
 $Q_1 = p_1(V_2 - V_1) + U_A - U_C = p_1(V_2 - V_1) + \frac{i \nu R T_A}{2} - \frac{i \nu R T_C}{2}$

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона $pV = \nu RT \Rightarrow U = \frac{i \nu R T}{2} = \frac{i p V}{2}$

$Q_1 = p_1(V_2 - V_1) + \frac{i p_2 V_2}{2} - \frac{i p_1 V_1}{2} = p_1(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$

2) процесс $A \rightarrow B \rightarrow C$:

$Q_2 = Q_{\text{отг. 2}} = A_{\text{над г. AB}} + A_{\text{над г. BC}} - \Delta U_{AC}$

$Q_2 = p_2(V_2 - V_1) + U_A - U_C = p_2(V_2 - V_1) + \frac{i p_2 V_2}{2} - \frac{i p_1 V_1}{2} \Rightarrow$

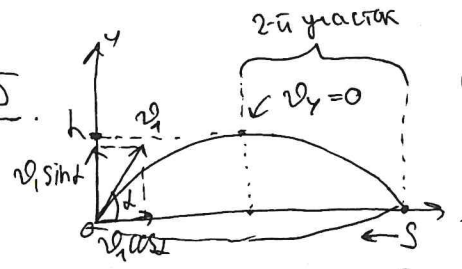
$\Rightarrow Q_2 = p_2(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) =$

$= Q_1 - p_1(V_2 - V_1) + p_2(V_2 - V_1) = Q_1 + (V_2 - V_1)(p_2 - p_1)$

Ответ: $Q_1 + (V_2 - V_1)(p_2 - p_1)$

Задача 5.

$\alpha = 40^\circ$
 $\mu = 0,02$
 v_1, v_2
 $v_1 \geq v_2?$
 $\frac{v_2}{v_1} = ?$



$(y = y_0 = v_{y0}t + \frac{g t^2}{2})$
 ОХ: $S = x - x_0 = v_1 \cos \alpha \cdot T_{\text{л.}}$
 ОУ: $h = y - y_0 = \frac{g v_1^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $h = S_y = \frac{v_y^2 - v_{y0}^2}{2a_y} = \frac{(v_y - v_{y0})(v_y + v_{y0})}{2 \cdot (-g)} = \frac{(v_y + v_{y0}) \cdot T_{\frac{1}{2}}}{2}$

$h = \frac{v_{y0} \cdot T_{\frac{1}{2}}}{2} = \frac{v_1 \sin \alpha \cdot T_{\frac{1}{2}}}{2} \Rightarrow T_{\text{л.}} = \frac{4h}{v_1 \sin \alpha}$

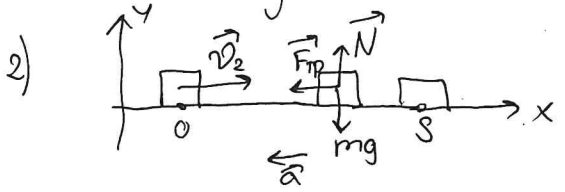
С другой стороны, если рассмотреть 2-й участок, то

$h = \frac{g T_{\frac{1}{2}}^2}{2} = \frac{g T_{\text{л.}}^2}{8} \Rightarrow T_{\text{л.}} = \frac{4 \cdot g T_{\text{л.}}^2}{8 v_1 \sin \alpha} \Rightarrow 4g T_{\text{л.}} = 8 v_1 \sin \alpha$
 $T_{\text{л.}} = \frac{2 v_1 \sin \alpha}{g}$

Тогда $S = v_1 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_1 \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_1^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$

Задача 5. (продолжение)

1) $S = \frac{2v_1^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_1^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_1^2 = \frac{gS}{\sin 2\alpha}$ 8



Согласно II-му закону Ньютона
 $m\vec{a} = \sum \vec{F}$ ОУ: $N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$

По теореме о кинетической энергии: $\Delta E_k = A_F$

$\Delta E_k = A_{F_{тр}} \Rightarrow -\frac{mv_2^2}{2} = F_{тр} \cdot S \cdot \cos 180^\circ$ 6

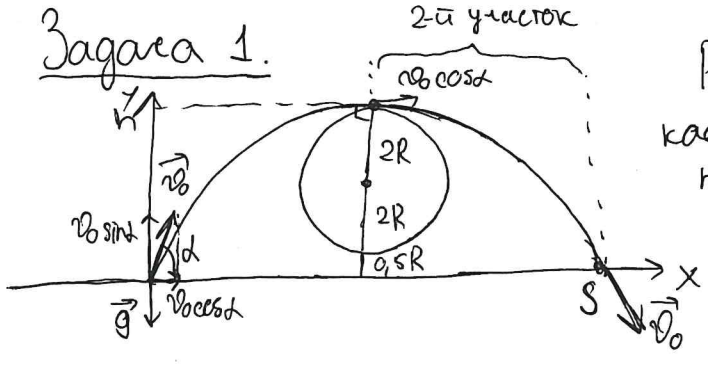
$\frac{mv_2^2}{2} = \mu N S \Rightarrow \frac{mv_2^2}{2} = \mu mg S \Rightarrow v_2^2 = 2\mu g S$ 4

$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2\mu g S \cdot \sin 2\alpha}{gS} = 2\mu \cdot \sin 2\alpha = 2 \cdot 0,02 \cdot \sin 80^\circ = 0,04 \sin 80^\circ$

$\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{1}{0,04 \sin 80^\circ} = \frac{25}{\sin 80^\circ} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{5}{\sqrt{\sin 80^\circ}} \approx 5,16$

Ответ: v_1 больше v_2 примерно 2 в 5,16 раз

Задача 1.



Рассмотрим случай, когда камень касается шара в его верхней точке, тогда $h = 2R + 2R + 0,5R = 4,5R = h_{max}$. 4

В силу симметрии камень упадёт на землю с той же скоростью v_0 .

~~Рассмотрим 2-й участок:~~ ОУ: $S_y = 0 + \frac{g_y t^2}{2} \Rightarrow h = \frac{gt^2}{2}$ (1)

~~С другой стороны~~ ОУ: $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{2gh}{v_0^2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0} = \frac{\sqrt{2 \cdot 0,02 \cdot 4,5R}}{v_0} = \frac{3\sqrt{gR}}{v_0} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{3\sqrt{gR}}{v_0}\right)$ 4

Возможны и другие случаи касания камня шара. Вот крайние из них:

2

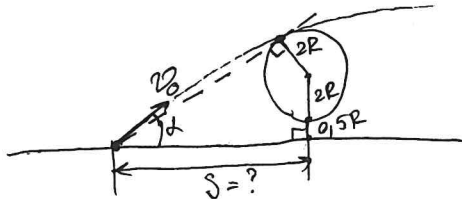




Задача 1. (продолжение)

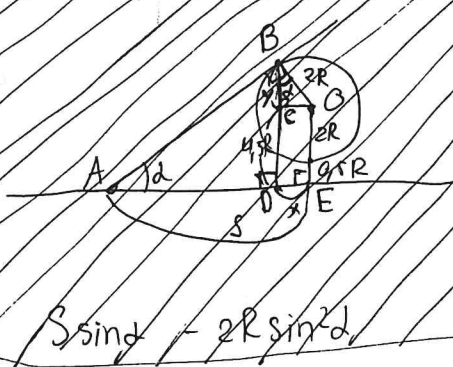
- Во 2-м крайнем случае угол α стремится к 90° при скорости v_0 стремящейся к бесконечности.

- В 1-м крайнем случае угол α стремится к такому углу, чтобы траектория камня была прямой, касающейся шара:



В этом случае за наименьшим значением расстояния от точки броска камня, до точки, где привязан воздушный шар, невозможно вычислить угол α (не хватает данных).

Если бы расстояние S было дано, то:



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BD}{AD} = \frac{y + 0,5R}{S - x}$$

$$\frac{y}{2R} = \cos \alpha \Rightarrow y = 2R \cos \alpha$$

$$\frac{x}{2R} = \sin \alpha \Rightarrow x = 2R \sin \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{2R \cos \alpha + 0,5R}{S - 2R \sin \alpha}$$

$$S \sin \alpha = 2R \sin^2 \alpha$$

- Таким образом, за нехваткой данных, можно привести только одно решение.

Ответ: $\arcsin\left(\frac{\sqrt[3]{3gR}}{v_0}\right)$