

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

---



ШИФР	ФР 8-36
------	---------

(заполняется оргкомитетом)

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**  
**участника Олимпиады**

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по физике для 8 классов,  
заключительный этап, 2024-2025 учебный год

---

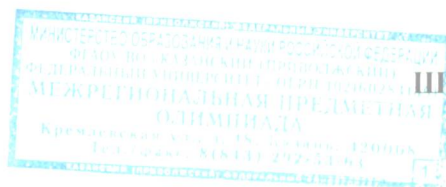
(наименование дисциплины)

**Данные участника**

ID номер участника

1172734

Дата " 23 " января 20 25 г.



Шифр **Ф 8-36**  
(заполняется оргкомитетом)

### Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	20	20	20	10	20											90
№ задания	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Балл																

Физика

(профиль олимпиады)

8

(класс участия)

Задача 1.

Дано:

$$H = 6 \text{ см}$$

$$\Delta \rho_1 = 0,5 \text{ г/см}^3$$

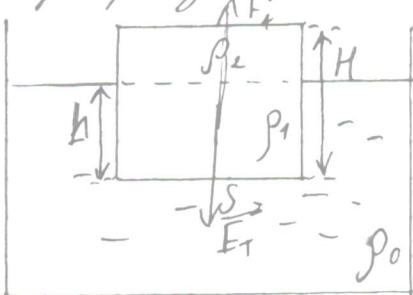
$$\Delta \rho_2 = 0,1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho = 0,3 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$$

$h = ?$

Изобразим



На брусок действуют 2-е силы — сила тяжести  $F_T$  и сила Архимеда.

Тело в равновесии

$$F_T = F_A$$

$$F_T = mg = Sh\rho_1 g + S(H-h)\rho_2 g$$

где  $S$  — основание бруска,  $\rho_1$  — плотность нижней части,  $\rho_2$  — плотность верхней

$$\rho_1 = \rho + \Delta \rho_1; \quad \rho_2 = \rho + \Delta \rho_2$$

$$F_A = hS\rho_0 g$$

$$Sh\rho_1 g + S(H-h)\rho_2 g = hS\rho_0 g \quad | : Sg$$

$$h\rho_1 + H\rho_2 - h\rho_2 = h\rho_0$$

$$H\rho_2 = h(\rho_0 - \rho_1 + \rho_2)$$

$$h = \frac{H\rho_2}{\rho_0 - \rho_1 + \rho_2} = \frac{H(\rho + \Delta \rho_2)}{\rho_0 - \rho - \Delta \rho_1 + \rho + \Delta \rho_2};$$

$$h = 6 \text{ см} \cdot \frac{0,3 \text{ г/см}^3 + 0,1 \text{ г/см}^3}{1 \text{ г/см}^3 - 0,5 \text{ г/см}^3 + 0,1 \text{ г/см}^3} = 4 \text{ см}$$

Ответ:  $h = 4 \text{ см}$

## Задача 2

$$L = 1 \text{ м}$$

$$b = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

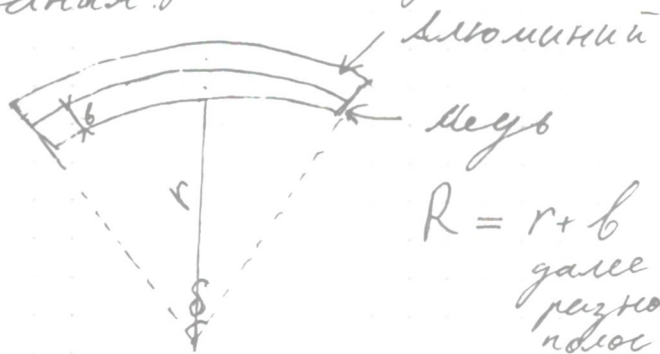
$$T = 100^\circ \text{C}$$

$$\alpha_{Al} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{Cu} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$R = ?$

Изобразим ситуацию после нагр-  
вания:



$R = r + b$  (здесь и  
далее итерационно  
разной длин  
полос по ширине)

Длина полосы меди

$$L_{Cu} = L (1 + \alpha_{Cu} T) = (r + 0,5b) \cdot \delta ; [\delta] = \text{рад}$$

Длина полосы алюминия

$$L_{Al} = L (1 + \alpha_{Al} T) = (r + 1,5b) \cdot \delta \quad [\delta] = \text{рад}$$

$$\frac{L_{Cu}}{L_{Al}} = \frac{1 + \alpha_{Cu} T}{1 + \alpha_{Al} T} = \frac{r + 0,5b}{r + 1,5b}$$

$$(r + 1,5b) (1 + \alpha_{Cu} T) = (r + 0,5b) (1 + \alpha_{Al} T)$$

$$r (1 + \alpha_{Cu} T) + 1,5b (1 + \alpha_{Cu} T) = r (1 + \alpha_{Al} T) + 0,5b (1 + \alpha_{Al} T)$$

$$r (1 + \alpha_{Cu} T - 1 - \alpha_{Al} T) = b (0,5 + 0,5 \alpha_{Al} T - 1,5 - 1,5 \alpha_{Cu} T)$$

$$r = b \frac{0,5 \alpha_{Al} T - 1,5 \alpha_{Cu} T - 1}{T (\alpha_{Cu} - \alpha_{Al})}$$

200

$$R = r + b = b \left( 1 + \frac{0,5 \alpha_{Al} T - 1,5 \alpha_{Cu} T - 1}{T (\alpha_{Cu} - \alpha_{Al})} \right);$$

$$R = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м} \left( 1 + \frac{0,5 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 100 - 1,5 \cdot 17 \cdot 10^{-6} \cdot 100 - 1}{100 \cdot 10^{-6} (17 - 23)} \right) \approx 5 \text{ м}$$

Ответ:  $R \approx 5 \text{ м}$

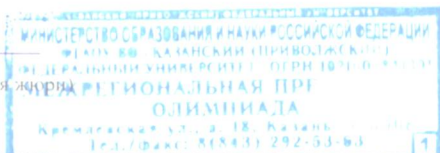
## Задача 3.

$$g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$v_{\text{max}} = ?$

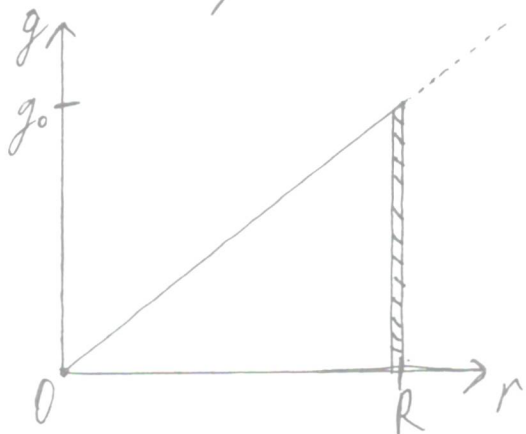
Максимальную скорость шарик  
наберёт в центре Земли, т.к. до  
этого он получал ускорение (путь  
и уменьшалось) в одном направле-  
нии, а после центра Земли на-  
правление ускорения поменялось



## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 8 класс,

Начертания (Задача 3, продолжение)

Начертания качественный график  $g(r)$ 

Рассмотрим шарик через малое время  $\Delta t$ , за которое ускорение в падении можно считать постоянным. Он пройдет

$$\Delta r = \frac{g_0 \Delta t^2}{2}. \text{ Площадь малого}$$

прямоугольника под участком графика, соотв. этому времени (зашифровано);

$$g_0 \Delta r = \frac{g_0^2 \Delta t^2}{2}. \text{ V}_{\max}, \text{ достигнутая}$$

на этой участке  $V_{\max} = g_0 \Delta t = \sqrt{2g_0 \Delta r}$ .

Значит, максимальная ск-ть за всё время

$$V_{\max} = \sqrt{2S}, \text{ S - площадь под графиком}$$

$$S = \frac{1}{2} R \cdot g_0$$

$$V_{\max} = \sqrt{R g_0} = \sqrt{6,37 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} \approx 7901 \text{ м/с}$$

Ответ:  $V_{\max} = \approx 7901 \text{ м/с}$

Задача 4.

Дано:

$$p_1 = 2250 \text{ Па}$$

$$p_2 = 1000 \text{ Па}$$

$$p_3 = 600 \text{ Па}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = ?$$

Решение: Пусть у 1-го куба сторона  $a$ , у 2-го -  $b$ .

~~Решение~~ Тогда

$$p_1 = \frac{(p_1 a^3 + p_2 b^3)/g}{b^2} \quad (1)$$

$$p_2 = \frac{(p_1 a^3 + p_2 b^3)/g}{a^2} \quad (2)$$

Задача 4, продолжение

$$\rho_3 = \frac{\rho_1 a^3 g}{a^2} \quad (3)$$

(1) : (2)

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{a^2}{b^2} = \left(\frac{a}{b}\right)^2 \Rightarrow \frac{a}{b} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \Rightarrow \frac{b}{a} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

(2) : (3)

$$\frac{\rho_2}{\rho_3} = \frac{a^3 \rho_1 g + b^3 \rho_2 g}{a^3 \rho_1 g} = 1 + \left(\frac{b}{a}\right)^3 \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{\rho_2}{\rho_3} - 1}{\left(\frac{b}{a}\right)^3} = \frac{\frac{\rho_2}{\rho_3} - 1}{\left(\sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}\right)^3} = \frac{\frac{1000}{500} - 1}{\left(\sqrt{\frac{1000}{1250}}\right)^3} \approx \cancel{0.2} \approx 2.71$$

Ответ:  $\frac{\rho_2}{\rho_1} \approx 2.7$

Задача 5.  
Дано:

$$c = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$h = 1.5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$d = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$a = 0.4 \text{ м}$$

$$b = 0.3 \text{ м}$$

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$\rho = 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

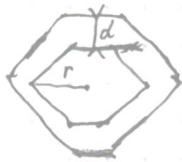
$m_{\text{н}} = ?$

Решение

$m_{\text{н}} = m - m_6$ ;  $m_6$  - масса воска

$m_6 = V \rho$ ;  $V$  - объём воска

$V = V_{\text{осн}} + 2V_{\text{ст}}$ ;  $V_{\text{осн}}$  - объём основания,  $V_{\text{ст}}$  - объём стенок с одной стороны



Площадь ~~основания~~ ячейки со стенками

Площадь стенок

$$S_1 = 2\sqrt{3}(r+d)^2$$

$$S_2 = S_1 - 2\sqrt{3}r^2 = 2\sqrt{3}(2rd + d^2)$$

Каждая стенка образует для 2х ячеек  
"собственные" и "общие" площади

Кол-во ячеек

$$N = \frac{ab}{\frac{S_1 + S_2}{2}} \cdot \text{Площадь стенок (суммарная)}$$

$$S_0 = \frac{S_2}{2} \cdot N$$

$$V_{\text{ст}} = S_0 h = \frac{2\sqrt{3}(2rd + d^2) \cdot ab h}{2 \cdot 2\sqrt{3}(r+d)^2 - rd - \frac{d^2}{2}} = \frac{(2rd + d^2) \cdot ab h}{2((r+d)^2 - rd - \frac{d^2}{2})}$$



Итоговый балл \_\_\_\_\_

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф 8-36

(заполняется оргкомитетом)

## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 8 класс,

Задача 5, продолжение

$$V_{\text{см}} = abc$$

$$V = ab \left( c + h \frac{rd + d^2}{(r+d)^2 - rd - \frac{d^2}{2}} \right)$$

$$m_{\text{н}} = m - ab\rho \left( c + h \frac{rd + d^2}{(r+d)^2 - rd - \frac{d^2}{2}} \right);$$

$$m_{\text{н}} = 5 \text{ кг} - 0,4 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 950 \text{ кг/м}^3 \cdot \left( 10^{-3} \text{ м} + 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-4} + 16 \cdot 10^{-8}}{(2 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 10^{-4})^2 - 2 \cdot 4 \cdot 10^{-7} - \frac{16 \cdot 10^{-6}}{2}} \right) \approx$$

$$\approx 4,55 \text{ кг}$$

Ответ:  $m_{\text{н}} \approx 4,55 \text{ кг}$  20 б

