

8 класс

Задача №8-Е1. Сферический сегмент

После Олимпийских игр в австралийском Сиднее, прошедших в 2000 году, вес мячика увеличили до 2,7 г, а диаметр – до 40 мм. Изменение характеристик было продиктовано необходимостью увеличить устойчивость шара в полете и снизить темп игры для большей зрелищности. Но в характеристики шариков, продающихся в магазинах, могут отличаться от международных стандартов.

Метод № 1

Для определения радиуса шарика используем два бруска и миллиметровую бумагу. Зажимаем шарик между брусками в разных местах, где можно измерить его диаметр. За параллельностью брусков следим по миллиметровой бумаге. Проводим измерение несколько раз и находим среднее значение диаметра, а затем определяем радиус по формуле: $R = 0,5D_{\text{ср}}$.

№ п/п	D , мм	$D_{\text{ср}}$ мм	R , мм
1	39	39	19,5
2	39		
3	39		

Метод № 2

Делаем на шарике отметку карандашом и с помощью линейки прокатываем его, считая обороты. Измеряем путь шарика по поверхности стола и определяем радиус по формуле:

$$R = \frac{L_{\text{ср}}}{2\pi n}.$$

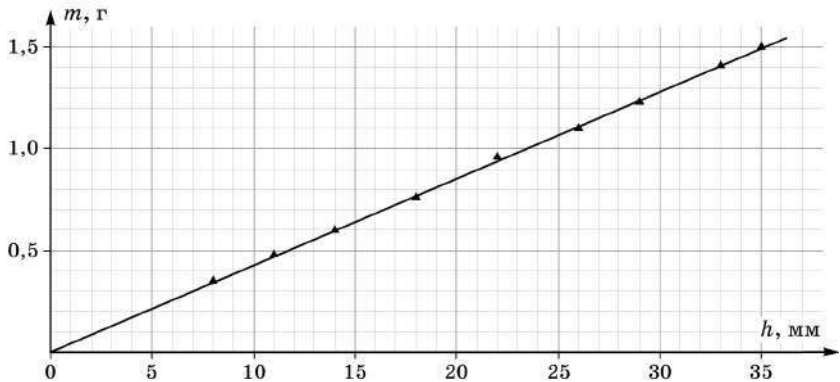
№ п/п	n	L , мм	$L_{\text{ср}}$, мм	R , мм
1	3	368	368	19,5
2	3	370		
3	3	366		

$$R = 19,5 \text{ мм.}$$

Измеряем массу сегмента на весах. Для определения высоты сегмента опять используем два бруска и миллиметровую бумагу. Зажимаем сегмент между брусками. За параллельностью брусков следим по миллиметровой бумаге. Аккуратно срезаем полоску с сегмента ножницами, уменьшая его высоту. Следим за аккуратностью среза на плоскости стола.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m , г	1,50	1,41	1,23	1,10	0,96	0,76	0,60	0,48	0,35
h , мм	35	33	29	26	22	18	14	11	8

Строим график зависимости массы сегмента от его высоты.



Т.к. точки хорошо ложатся на прямую, проходящую через начало координат, делается вывод о прямой пропорциональности и равенстве n единице. Проводим среднюю прямую через начало координат и определяем угловой коэффициент:

$$k = \frac{1,2}{28} = 0,043 \frac{\text{г}}{\text{мм}}$$

$$n = 1; k = 0,043 \frac{\text{г}}{\text{мм}}$$

Метод № 1

Массу целого шарика можно найти на графике, используя экстраполяцию до диаметра.

Метод № 2

Массу целого шарика можно найти по формуле:

$$m_0 = kD = 0,043 \cdot 39 = 1,68 \text{ г.}$$

$$m_0 = 1,68 \text{ г.}$$

Поверхностную плотность легко найти по формуле:

$$\rho_S = \frac{m_0}{4\pi R^2} = \frac{1,68 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{4 \cdot 3,14 \cdot (19,5 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} \approx 0,35 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

. Для определения объёмной плотности необходимо измерить толщину стенки шарика. Для этого используются обрезки шарика. Они выкладываются в ряд и зажимаются брусками. Толщину стенки определяем методом рядов:

$$l_1 = \frac{l}{N}$$

. Тогда объёмная плотность:

$$\rho_V = \frac{m_0}{4\pi R^2 l_1} = \frac{m_0 N}{4\pi R^2 l} = \frac{1,68 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 13}{4 \cdot 3,14 \cdot (19,5 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \approx 0,92 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

$$\rho_S = 0,35 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}; \quad \rho_V = 0,92 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

8 класс

Задача №8-Е2. Труба-дело!

Включим весы. Поставим на них емкость с водой. Обнулیم весы (кнопка «TARE»). Погрузим часть трубки в емкость с водой. Снимем зависимость показаний весов от доли погруженной части трубки (метод гидростатического взвешивания). То же самое сделаем с трубкой, у которой погружаемый конец закрыт скотчем. Показания весов сразу пересчитываем в погружаемый объем, деля показания весов на плотность воды



x , часть трубки	$m_{\text{закр}}^{\text{Арх}}, \text{г}/V_{\text{откр}}, \text{см}^3$	$m_{\text{откр}}^{\text{Арх}}, \text{г}/V_{\text{откр}}, \text{см}^3$
$\frac{1}{32}$	10	18
$\frac{2}{32}$	19	33
$\frac{3}{32}$	28	49
$\frac{4}{32}$	38	66
$\frac{5}{32}$	47	82
$\frac{6}{32}$	56	98
$\frac{7}{32}$	66	115
$\frac{8}{32}$	75	131

В авторской установке трубка была разделена на 32 части. Для открытой трубки объем погруженной части $V_{\text{откр}}(x) = \frac{1}{32}Vx$, где x - количество делений, погруженных в жидкость. Угловой коэффициент $k_{\text{откр}} = \frac{1}{32}V = \frac{66}{7} \text{ см}^3$, откуда $V \approx 302 \text{ см}^3$.

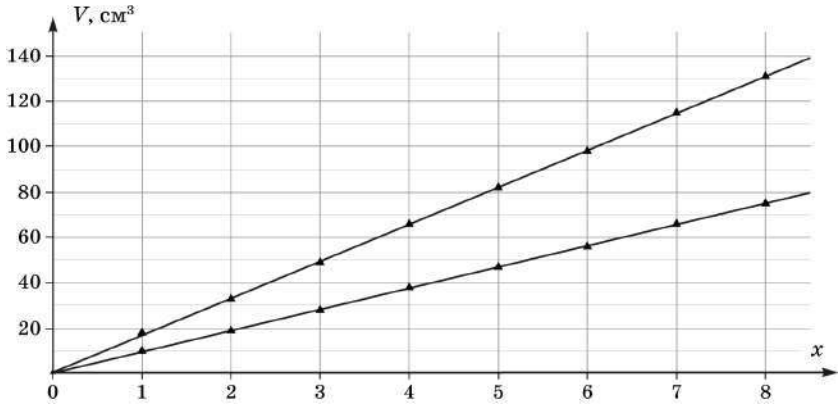
$$V = 302 \text{ см}^3.$$

Аналогично проведем эксперимент для закрытой трубки. В зависимости от количества делений, погруженных в жидкость, l

$$V_{\text{откр}}(x) = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot \frac{x}{32} L; V_{\text{закр}}(x) = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{x}{32} L.$$

Тогда отношение угловых коэффициентов

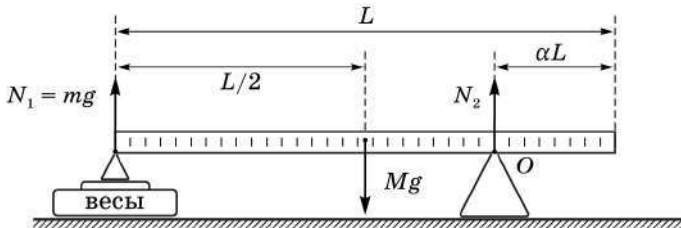
$$\frac{k_{\text{закр}}}{k_{\text{откр}}} = \frac{D^2}{D^2 - d^2} = \frac{\left(\frac{D}{d}\right)^2}{\left(\frac{D}{d}\right)^2 - 1} = \frac{115}{66}.$$



Окончательно получаем $\frac{D}{d} \approx 1,5$.

$$\frac{D}{d} \approx 1,5.$$

Собираем экспериментальную установку, предложенную в условии.

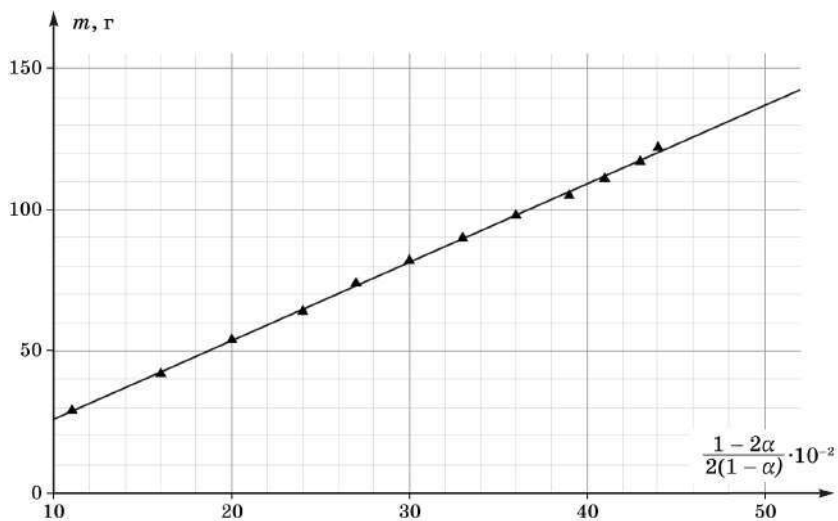


Правило моментов относительно т.О:

$$Mg \left(\frac{L}{2} - \alpha L \right) = mg (L - \alpha L).$$

Откуда $m \left(\frac{1-2\alpha}{2(1-\alpha)} \right) = M \cdot \left(\frac{1-2\alpha}{2(1-\alpha)} \right)$ – линейная зависимость с угловым коэффициентом, равным массе трубки M .

$m, \text{ г}$	α	$\frac{1-2\alpha}{2(1-\alpha)}$
29	$\frac{14}{32}$	0,11
42	$\frac{13}{32}$	0,16
54	$\frac{12}{32}$	0,20
64	$\frac{11}{32}$	0,24
74	$\frac{10}{32}$	0,27
82	$\frac{9}{32}$	0,30
90	$\frac{8}{32}$	0,33
98	$\frac{7}{32}$	0,36
105	$\frac{6}{32}$	0,39
111	$\frac{5}{32}$	0,41
117	$\frac{4}{32}$	0,43
122	$\frac{3}{32}$	0,44



Из углового коэффициента наклона определяем массу трубку $M = 274 \text{ г}$.
 $M = 274 \text{ г}$.

Определяем плотность $\rho = \frac{M}{V} = 0,91 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.
 $\rho = 0,91 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Шифр

 Σ **8-Е1. Сферический сегмент**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Описан метод или есть формула для вычисления радиуса через диаметр	1.0		
1.2	Описаны методы, повышающие точность результата. Или есть повторные измерения и усреднение результата, или есть использование миллиметровой бумаги для оценки параллельности брусков, или в прокате есть метод рядов	1.0		
1.3	В ответе указаны верные единицы измерения	1.0		
1.4	Попадание ответа участника в интервал. Интервал устанавливается членами жюри олимпиады, но относительная погрешность интервала должна быть меньше 10%. Например: $R = (20 \pm 1)$ мм	1.0		
2.1	Таблица измерений с единицами измерений для всех величин (не менее 7 точек) — Таблица измерений с единицами измерений для всех величин (5-6 точек)	2.0 1.0		
	Построение графика			
2.2	Размер и подпись осей (разделы 1-4 таблицы Требованиям к проведению РЭ ВсОИ)	0.5		
2.3	Оцифровка осей и цена деления (раздел 5 Таблицы)	0.5		
2.4	Нанесение точек (раздел 6 таблицы)	0.5		
2.5	Линия графика (раздел 7 таблицы)	0.5		
	Определение степени n и коэффициента k			
2.6	Сделан вывод о прямой пропорциональности между массой сегмента и его высотой	0.5		
2.7	Указано, что $n = 1$	0.5		
2.8	В ответе указаны верные единицы измерения для k	1.0		
2.9	Попадание k ответа участника в интервал. Интервал устанавливается членами жюри олимпиады, но относительная погрешность интервала должна быть меньше 15%. Например: $k = (0,045 \pm 0,006) \frac{\text{г}}{\text{мм}}$	1.0		

3.1	Описан метод или есть формула для вычисления массы	1.0		
3.2	В ответе указаны верные единицы измерения	1.0		
3.3	Попадание ответа участника в интервал. Интервал устанавливается членами жюри олимпиады, но относительная погрешность интервала должна быть меньше 15%. Например: $m = (1,7 \pm 0,2)\text{г}$	1.0		
4.1	Записана формула для определения поверхностной плотности	1.0		
4.2	В ответе указаны единицы измерения поверхностной плотности	0.5		
4.3	Попадание ответа участника в интервал. Интервал устанавливается членами жюри олимпиады, но относительная погрешность интервала должна быть меньше 20%. Например: $\rho_S = (0,35 \pm 0,06) \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$	0.5		
4.4	Записана формула для определения объёмной плотности	1.0		
4.5	Использован метод рядов для определения толщины стенки шарика	1.0		
4.6	Есть понимание, что объём вещества шарика можно определить по формуле: $V = Sl_1 = 4\pi R^2 l_1$	0.5		
4.7	В ответе указаны единицы измерения объёмной плотности	0.5		
4.8	Попадание ответа участника в интервал. Интервал устанавливается членами жюри олимпиады, но относительная погрешность интервала должна быть меньше 20%. Например: $\rho_V = (0,95 \pm 0,15) \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	1.0		

Шифр

 Σ

8-Е2. Труба-дело!

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Метод гидростатического взвешивания для определения объема полипропилена – Иные методы определения объема	1.0 0.0		
1.2	Снята зависимость $V_{\text{откр}}(x)$ (не менее 7 точек) – Снята зависимость $V_{\text{откр}}(x)$ (5-6 точек)	1.0 0.5		
	График $V_{\text{откр}}(x)$ или аналогичный			
1.3	Размер и подпись осей (разделы 1-4 таблицы Требованиям к проведению РЭ ВсОШ)	0.5		
1.4	Оцифровка осей и цена деления (раздел 5 Таблицы)	0.5		
1.5	Нанесение точек (раздел 6 таблицы)	0.5		
1.6	Линия графика (раздел 7 таблицы)	0.5		
1.7	Определен объем V ($\pm 5\%$ от эталонного значения) – Определен объем V ($\pm 10\%$ от эталонного значения)	1.0 0.5		
2.1	Метод гидростатического взвешивания для определения отношения диаметров	1.0		
2.2	Снята зависимость $V_{\text{закр}}(x)$ (не менее 7 точек) – Снята зависимость $V_{\text{откр}}(x)$ (5-6 точек)	1.0 0.5		
	График $V_{\text{закр}}(x)$ или аналогичный			
2.3	Размер и подпись осей (разделы 1-4 таблицы Требованиям к проведению РЭ ВсОШ) (даже если две зависимости $V_{\text{откр}}(x)$ и $V_{\text{закр}}(x)$ построены на одном листе)	0.5		
2.4	Оцифровка осей и цена деления (раздел 5 Таблицы) (даже если две зависимости построены на одном листе)	0.5		
2.5	Нанесение точек (раздел 6 таблицы) (даже если две зависимости построены на одном листе)	0.5		
2.6	Линия графика (раздел 7 таблицы) (даже если две зависимости построены на одном листе)	0.5		
2.7	Описан метод определения отношения диаметров, угловые коэффициенты двух графиков связаны с отношением диаметров $\frac{k_{\text{закр}}}{k_{\text{откр}}} = \frac{D^2}{D^2 - d^2}$	1.0		

2.8	Определено отношение $\frac{D}{d}$ ($\pm 5\%$ от эталонного значения) – Определено отношение $\frac{D}{d}$ ($\pm 10\%$ от эталонного значения)	1.0 0.5		
3.1	Верно записано правило моментов	2.0		
3.2	Предложена верная линеаризация (например, $m\left(\frac{1-2\alpha}{2(1-\alpha)}\right)$)	1.0		
3.3	Снята зависимость $m(\alpha)$ (не менее 7 точек) – Снята зависимость $m(\alpha)$ (5-6 точек)	1.0 0.5		
3.4	Есть рассчитанное значение $\left(\frac{1-2\alpha}{2(1-\alpha)}\right)$ (либо включено в таблицу измерений, либо отдельно)	1.0		
	Построен линеаризованный график			
3.5	Размер и подпись осей (разделы 1-4 таблицы Требований к проведению РЭ ВсОШ)	0.5		
3.6	Оцифровка осей и цена деления (раздел 5 Таблицы)	0.5		
3.7	Нанесение точек (раздел 6 таблицы)	0.5		
3.8	Линия графика (раздел 7 таблицы)	0.5		
3.9	Найдена масса M ($\pm 5\%$ от эталонного значения) – Найдена масса M ($\pm 10\%$ от эталонного значения)	1.0 0.5		
4.1	Определена плотность ρ ($\pm 5\%$ от эталонного значения) – Определена плотность ρ ($\pm 10\%$ от эталонного значения)	1.0 0.5		