

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:

$$R = \frac{L_{\text{ср}}}{2\pi n}.$$

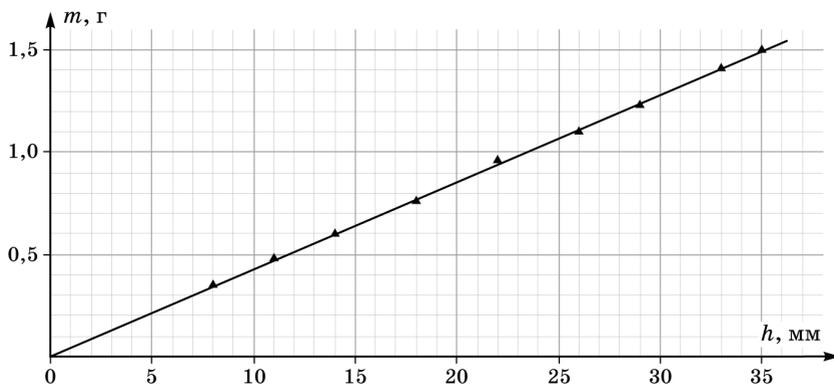
№ п/п	n	L , мм	$L_{\text{ср}}$, мм	R , мм
1	3	368	368	19,5
2	3	370		
3	3	366		

$$R = 19,5 \text{ мм.}$$

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:

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

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