

Задача 7.1. Олимпиада им. П.Л.Капицы. 2022 г.

Задание:

Измерьте линейные размеры выданных вам геометрических фигур и вычислите площадь S каждой из них. Измерьте массу m каждой фигуры. Результаты измерений занесите в таблицу. Не забудьте указать, в каких единицах приведены значения измеренных величин. Постройте график зависимости $m(S)$ (массы фигур от их площади). С помощью графика определите среднюю поверхностную плотность $\rho_{\text{пов}}$ (массу единицы площади) фанеры, из которой изготовлены фигуры. Измерьте среднюю толщину фанеры d . Рассчитайте среднюю объемную (обычную) плотность фанеры ρ .

Оборудование: комплект фигурок, линейка, весы, миллиметровая бумага для построения графиков

Таблица результатов.

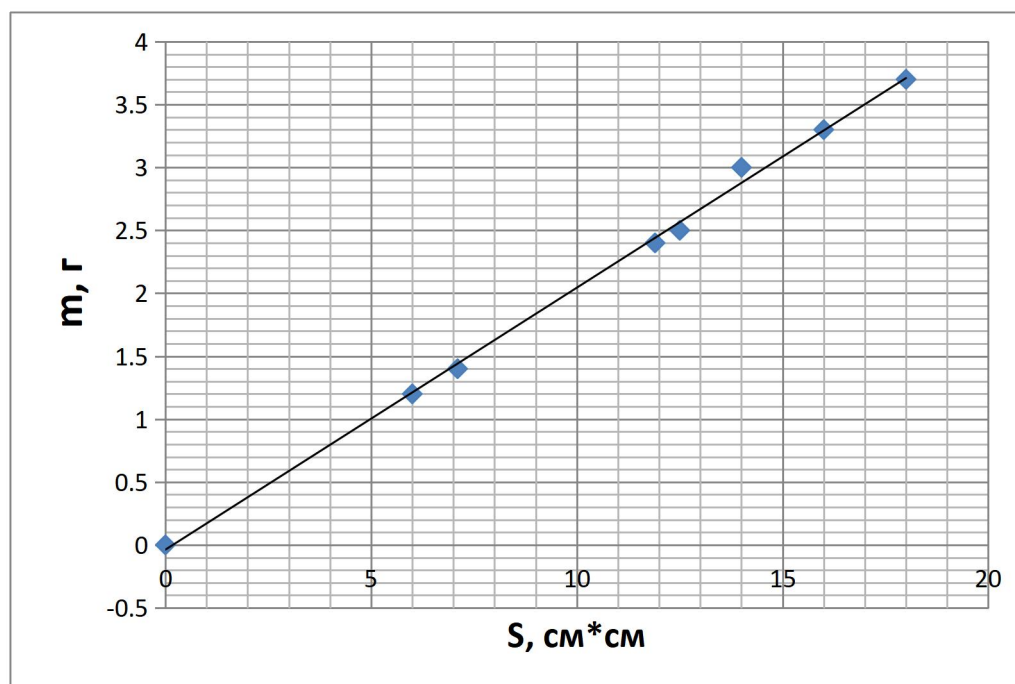
№	ФИГУРА	Что измеряем?	Значение 1,	Значение 2,	S,	m,
1	Квадрат					
2	Прямоугольник					
3	Прямоугольный треугольник маленький					
4	Прямоугольный треугольник большой					
5	Остроугольный треугольник					
6	Трапеция					
7	Круг					
8	Полукруг					

Справочный материал:

1. Площадь квадрата $S = a \cdot a$ (a – сторона квадрата)
2. Площадь прямоугольника $S = a \cdot b$ (a и b – стороны прямоугольника)
3. Площадь прямоугольного треугольника $S = \frac{a \cdot b}{2}$ (a и b – катеты треугольника), Катетами называются стороны, образующие прямой угол.
4. Площадь произвольного треугольника $S = \frac{a \cdot h}{2}$ (a – одна из сторон треугольника, h – высота треугольника, т.е перпендикуляр, опущенный на сторону a из противоположной ей вершины треугольника).
5. Площадь трапеции $S = \frac{a+b}{2} h$ (a и b – основания трапеции, две стороны, которые параллельны друг другу, h – высота трапеции, перпендикуляр, опущенный с одного основания на другое).
6. Площадь круга $S = \pi R^2 = \pi \frac{D^2}{4}$ (R – радиус круга, $D = 2R$ – диаметр круга, $\pi = 3,14$).

Решение:

№	ФИГУРА	Что измеряем?	Значение 1, см	Значение 2, см	S, мм ²	m, г
1	Квадрат	Сторона a	$a = 4$		16	3,3
2	Прямоугольник	Стороны a и b	$a = 6$	$b = 3$	18	3,7
3	Прямоугольный треугольник маленький	Катеты a и b	$a = 3$	$b = 4$	6	1,2
4	Прямоугольный треугольник большой	Катеты a и b	$a = 5$	$b = 5$	12,5	2,5
5	Остроугольный треугольник	Сторона a и высота h	$a = 4$	$h = 4$	8	
6	Трапеция	Основания a и b и высота	$a = 1$ $b = 6$	$h = 4$	14	3,0
7	Круг	Диаметр	$D = 3$		7,1	1,4
8	Полукруг	Диаметр	$D = 5,5$		11,9	2,4



$$m = \rho_{\text{пов}} S, \quad \rho_{\text{пов}} = \frac{m}{S} = (\text{из графика}) = \frac{3,5}{17} = 0,21 \frac{\text{г}}{\text{см}^2}$$

Для максимально точного определения толщины фанеры сложим все фигуры в одну стопку и измерим толщину стопки $H = nd$, где n – количество слоев (фигурок) в стопке.

У нас 8 фигурок. Толщина стопки $H = 23$ мм. $d = 2,88$ мм. Определим суммарную площадь всех фигурок $S_0 = 103,5 \text{ см}^2$. Определим суммарный объем всех

фигурок $V_0 = S_0 d = 29,8 \text{ см}^3$. Суммарная масса всех фигурок $m_0 = 21,2 \text{ г}$. Объемная плотность фанеры $\rho = \frac{m_0}{V_0} = 0,71 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Критерии к задаче №7.1			
1	Верно измерены масса и линейные размеры фигурок и вычислена площадь каждой из них.	4 балла	
2	График: (размер и подпись осей; оцифровка осей; нанесение точек; линия графика по 0,5 балла).	2 балла	
3	Формула поверхностной плотности.	1 балл	
4	Проведено усреднение $\rho_{\text{пов}}$ (графическое или аналитическое).	3 балла	
5	Написаны единицы измерения	1 балл	
6	Значение в диапазоне $[0,15;0,25] \text{ г/см}^2$	1 балл	
7	Использован метод рядов для определения толщины	3 балла	
8	Численное значение толщины	1 балл	
9	Написаны единицы измерения толщины	1 балл	
10	Формула объемной плотности	1 балл	
11	Численное значение в диапазоне $[0,60;0,80] \text{ г/см}^3$	1 балл	
12	Подписаны единицы измерения	1 балл	
	Сумма:	20 баллов	
	Примечание: <ul style="list-style-type: none"> • п.1 по 0,5 балла за каждую строчку • п.4 если использовалась экспериментальная точка, не лежащая на усредняющей линии, баллы не ставятся 		