



Математика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап) Решение задачи 5. Нанороллы

- а. Чтобы оценить по изображению требуемые параметры, каждый из них 3-4 раза измеряем линейкой, затем полученные величины усредняем и переводим в нанометры пропорционально длине бара.

Полученные таким образом средние значения составляют:

внутренний диаметр наноролла $D_1 = 57$ нм,
внешний диаметр наноролла $D_2 = 353$ нм,
высота наноролла $H = 250$ нм.

- б. Число витков в алюмофосфатном наноролле N (рис. 1б условия) равно отношению толщины наноролла (то есть, разности внешнего и внутреннего радиусов) к периоду слоистой структуры наноролла (то есть, толщине отдельного алюмофосфатного слоя при условии, что лента сворачивается в плотную спираль без зазоров):

$$N = \frac{D_2/2 - D_1/2}{d} = \frac{353/2 - 57/2}{2,9} \approx 51.$$

Для того, чтобы рассчитать длину ленты алюмофосфата, которая получится, если наноролл полностью развернуть, рассмотрим площадь торцевой стороны этого наноролла. С одной стороны, она равна разности площадей кругов, отвечающих внешнему и внутреннему диаметрам наноролла:

$$S = \pi(D_2/2)^2 - (D_1/2)^2,$$

а с другой может быть приближена как площадь прямоугольника, длина которого совпадает с искомой длиной ленты, а ширина – с периодом слоистой структуры наноролла (при этом мы считаем, что данный прямоугольник сворачивается в плотную спираль):

$$S = Ld.$$

Тогда

$$\pi(D_2/2)^2 - (D_1/2)^2 = Ld$$

и

$$L = \frac{\pi((D_2/2)^2 - (D_1/2)^2)}{d}$$

$$L = \frac{3,14((353/2)^2 - (57/2)^2)}{2,9}$$

$$L = 32868 \text{ нм} = 32,9 \text{ мкм}.$$