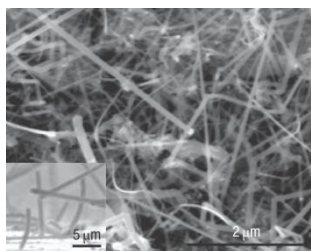




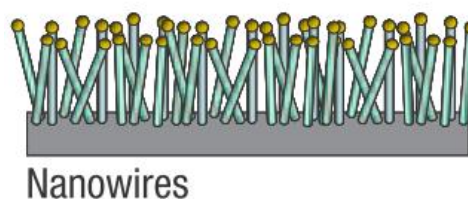
Математика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап)
Задача 3. Наноструктурный анод литий-ионного аккумулятора



Компания Airbus работает над увеличением длительности автономного полета своих беспилотных электросамолетов Zephyr (которые работают на мощных солнечных батареях) с текущих 25-26 дней до трех месяцев, а в перспективе – до полугода. Одно из технических решений, которое поможет достичь такого результата – это замена анода в обычных литий-ионных аккумуляторах, обеспечивающих полет самолета в ночное время, на наноструктурированный анод, представляющий собой «щеточку» из кремниевых нанопроволок (Рис. 1).



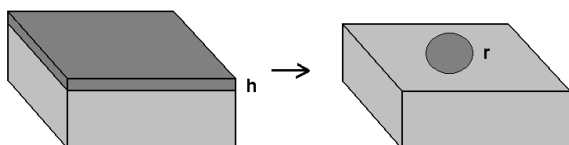
а) Микрофотография, полученная при помощи сканирующего электронного микроскопа.



б) Схематичное изображение «щеточки»; каждую из нанопроволок венчает золотой нанокластер.

Рис. 1. Анод из кремниевых нанопроволок.

Синтез материала, имеющего такую структуру, проводят в два этапа. На первом этапе на подложку напыляют тонкую пленку золота, которая при нагревании распадается на отдельные капли (рис. 2). На втором этапе, используя золотые капли как затравку, выращивают непосредственно нанопроволоки кремния.



а) Напыленная на подложку тонкая нанопленка золота при нагревании плавится и распадается на капли.



б) Взаимное расположение капель золота на подложке.

Рис. 2. Первый этап изготовления наноструктурированного анода.

1. Рассчитайте расстояние между центрами капель золота радиусом $r = 45$ нм, если толщина исходной пленки составляла 15 нм. **(3 балла)**

2. Рассчитайте длину кремниевых нанопроволок, если на втором этапе синтеза масса подложки размером 2 на 2 миллиметра увеличивается на 75 микрограммов.
(3 балла)

Считать, что:

- все капли золота имеют одинаковый размер и имеют форму сферы,
- взаимное расположение капель золота соответствует рис. 2б,
- диаметр кремниевой нанопроволоки равен диаметру золотой капли,
- кремниевые нанопроволоки имеют форму цилиндров одинаковой длины,
- плотность кремния $2,3 \text{ г/см}^3$.

Всего – 6 баллов