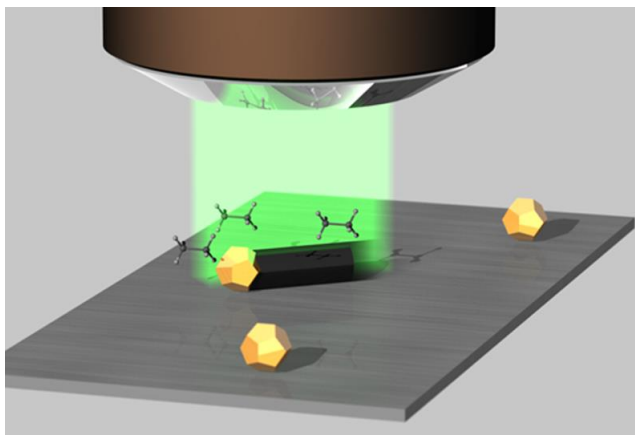


Задача 9. Фотосинтез полупроводника

(автор – Еремин В.В.)

Рост наночастиц предложено контролировать с помощью лазера. Для синтеза полупроводниковых нанонитей, состоящих из простого вещества **X**, используют лазерное облучение наночастиц золота диаметром 140 нм, нанесенных на мембрану из нитрида кремния и находящихся в атмосфере аргона с 0.2% содержанием газа **Y**.



1. Установите формулы веществ **X** и **Y**, если известно, что **Y** – бинарное соединение, содержащее 96.00% элемента **X** по массе. (2 балла)
2. Напишите уравнение реакции, происходящей при синтезе. Предположите роль лазерного излучения. Как называется данный метод синтеза наночастиц? (2 балла)



Электронное изображение нанонити **X**
(длина вертикального отрезка 100 нм)

3. Оцените длину нанонитей и число атомов **X** в ней. Плотность вещества **X** найдите самостоятельно. (3 балла)

Всего – 7 баллов

Решение

1. Массовая доля второго элемента в **Y** мала, можно предположить, что это – водород. Обозначим формулу гидрида XH_n . Массовая доля **X** дана с высокой точностью, поэтому стоит в расчетах брать нецелые атомные массы. Из уравнения

$$\frac{M(\text{X})}{M(\text{X}) + 1.008n} = 0.9600$$

находим: $M(\text{X}) = 24.19n$. При $n = 3$ получаем $M(\text{X}) = 72.57$ г/моль, что соответствует германию. Брутто-формуле GeH_3 соответствует молекулярная формула Ge_2H_6 – дигерман. **X** – Ge, **Y** – Ge_2H_6 .

Другие варианты решения, такие как C_4H_2 и др., не удовлетворяют условию на массовую долю с требуемой точностью. Например, в C_4H_2 $\omega(\text{C}) = 4 \cdot 12.01 / (4 \cdot 12.01 + 2 \cdot 1.008) = 0.9597$ вместо 0.9600.

2. Роль лазерного излучения состоит в разогреве частицы катализатора, на поверхности которой происходит разложение дигермана:



Такой метод получения наночастиц называется *химическое осаждение из газовой фазы* (CVD – chemical vapor deposition). В данном случае химическое осаждение оказывается *лазерно-индуцированным*.

3. Из рисунка видно, что нанонить можно приближенно представить лежащим на боку цилиндром с диаметром 100 нм и высотой около 400 нм. Зная объем цилиндра, можно найти его массу (плотность германия – 5.323 г/см^3), количество вещества и число частиц:

$$\begin{aligned} N(\text{Ge}) &= \nu N_A = \frac{m}{M} N_A = \frac{\rho V}{M} N_A = \frac{\rho \frac{\pi d^2}{4} h}{M} N_A = \\ &= \frac{5.323 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (100 \cdot 10^{-7})^2 \cdot 400 \cdot 10^{-7}}{72.57} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 1.4 \cdot 10^8 = 140 \text{ миллионов} \end{aligned}$$

В качестве правильной принималась любая оценка порядка сотен миллионов атомов.