



Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 9. Одномерные нанореакторы

На рисунке 1 представлена схема получения некоторых нанобъектов **B – I**, исходя из **A** – одностенной закрытой углеродной нанотрубки (зУНТ) при участии бакибола **C₆₀**, коронена **G** и ацетилена. ПЭМ-изображения полученных нанобъектов **C, F, I**, а также промежуточных продуктов реакции превращения **C** в **D** (**D₁*** и **D₂***), показаны на рисунке 2.

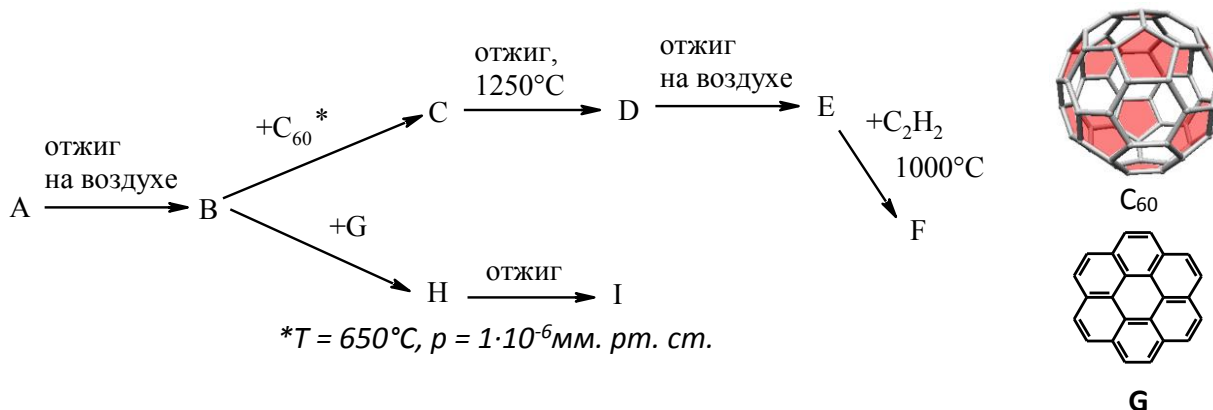


Рис. 1.

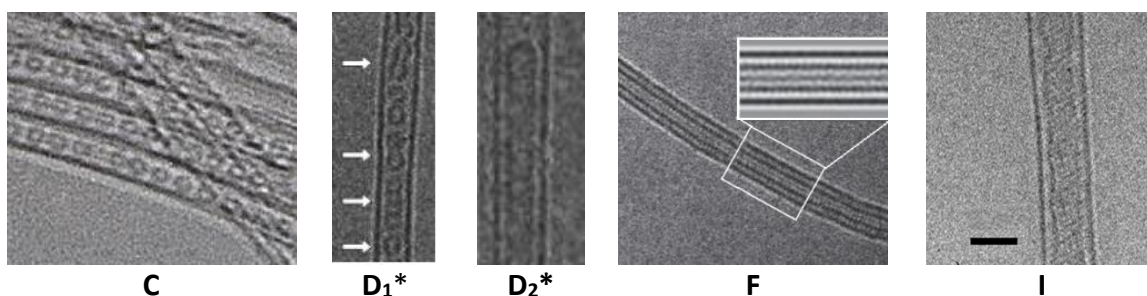


Рис. 2. Изображения просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) для **C, D₁*** и **D₂, F, I**.

1. Что представляют собой нанобъекты **C, D, F, I**? Опишите основные особенности их структуры. Поясните роль исходной зУНТ **A** в реакциях, происходящих в процессе образования этих нанобъектов. **(2.5 балла)**
2. Почему для получения объектов **C** и **H** необходим отжиг **A** на воздухе? **(0.5 балла)**
3. Какой фактор – энтальпийный или энтропийный – отвечает за превращение **C** в **D**? Почему для протекания реакции требуется нагрев? Поясните свой ответ, основываясь на происходящих при этом изменениях структуры. **(1.5 балла)**
4. Объект **C** имеет поворотную ось пятого порядка. Основываясь на параметрах структуры графита (рис. 4а) и механизме образования **B** и **C**, определите индексы хиральности¹ и диаметр внутренней нанотрубки в **C**, а также минимальный диаметр и индексы хиральности нанотрубки **A** из которой **C** может быть получен. **(3.5 балла)**
5. На основе данных о рассеянии электронов на образце **C** (рис. 3а) был определен период структуры – 0,95 нм. Определите, связаны ли ковалентными связями друг с другом молекулы фуллерена внутри образца. **(1 балл)**

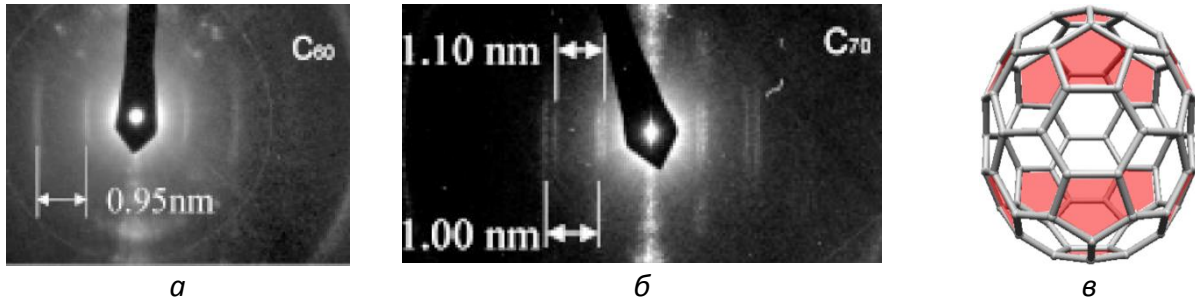


Рис. 3.

6. Объясните, почему для структуры C' , полученной в условиях синтеза C при замене бакибола на фуллерен C_{70} (рис. 3в), экспериментально определяется два периода (рис. 3б)? **(1 балл)**

¹ Диаметр УНТ выражается через ее индексы хиральности (n , m) (см. рис. 4б) как:

$$D = \sqrt{3}a\sqrt{n^2 + nm + m^2} / \pi$$

где a – расстояние между ближайшими соседними атомами углерода на графеновой плоскости (см. рис. 4а).

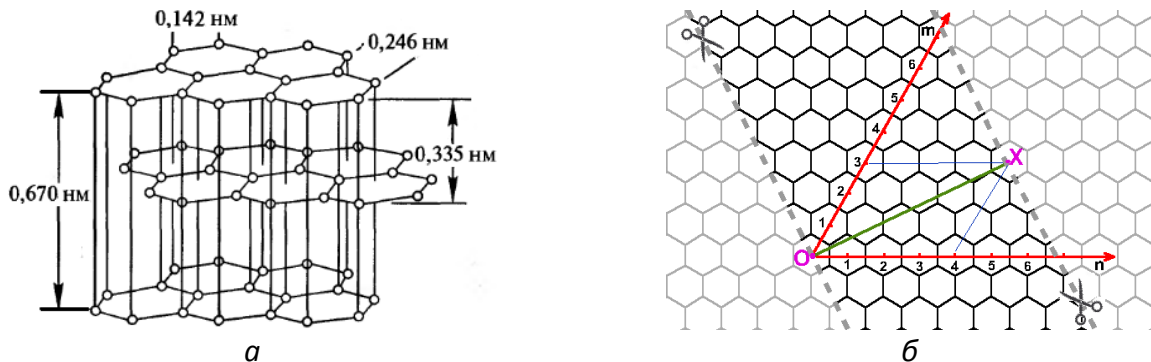


Рис. 4. а) Параметры структуры графита

б) Развертка УНТ задается с помощью пары чисел (n , m), называемых индексами хиральности. Для получения УНТ полосу из графенового листа необходимо вырезать по линиям отреза, перпендикулярным OX , свернуть и «склеить» ее края в трубку.

На рисунке приведен пример развертки УНТ (4,3).

Всего – 10 баллов