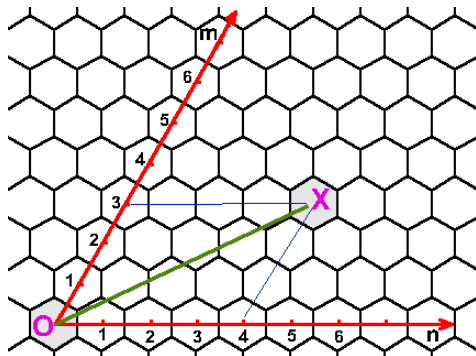




Математика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап)

Задача 10. Необычные углеродные структуры

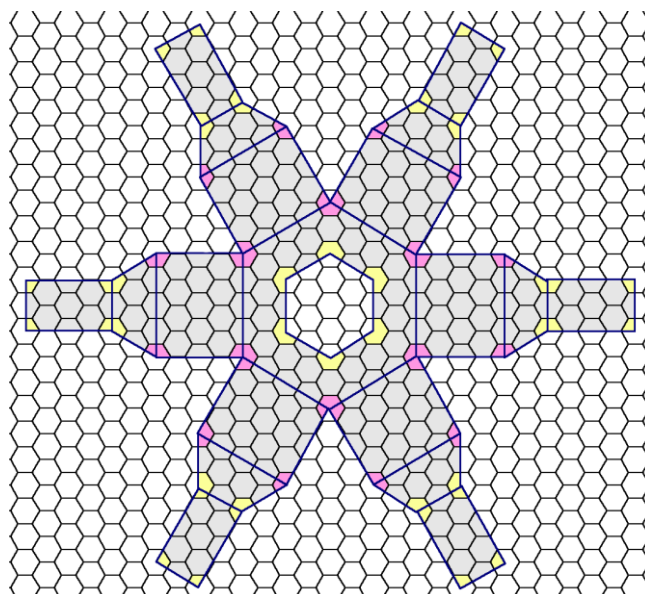
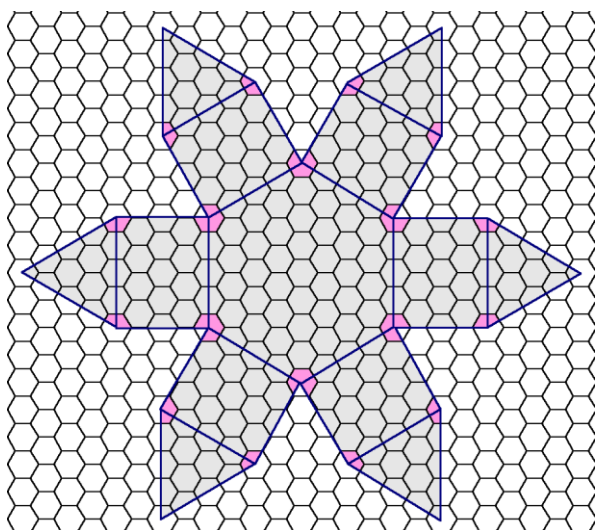
Графен – двумерный материал, образованный атомами углерода, соединенными в сетку из правильных шестиугольников. Задавая взаимное расположение отдельных шестиугольников на этой сетке (рис. 1), мы можем создавать развертки самых разнообразных каркасных углеродных структур, таких как, например, фуллерены или нанотрубки.



*Рис. 1. Любую пару шестиугольников (точка **O** и точка **X**) на графеновом листе можно описать двумя натуральными числами (n, m), которые являются координатами центра одного из них относительно центра другого в косоугольной системе координат.
 Пример для (4, 3).*

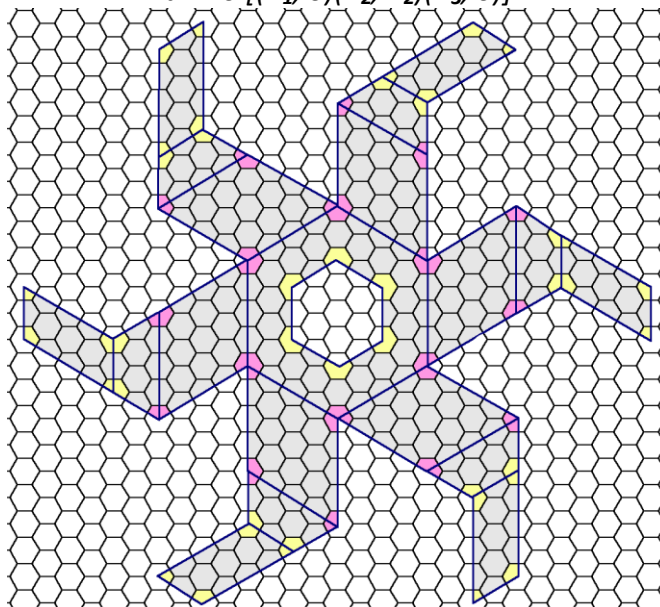
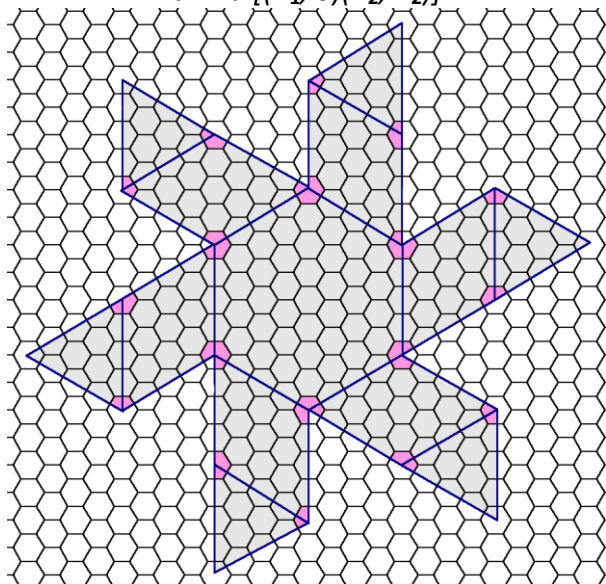
Рассмотрим четыре типа углеродных структур, отличающиеся друг от друга формой развертки (рис. 2). Каждый из типов определяется своим набором независимых параметров $[(n_i, m_i)]$.

1. Для каждой из структур, развертки которых представлены на рисунке 2:
 - а. установите, какие многоугольники образуются в местах склейки, отмеченных розовым и желтым цветом; **(1 балл)**
 - б. в вершинах каких многогранников лежат эти многоугольники? **(1 балл)**
 - в. какие из отрезков однозначно задают развертку структуры? Отметьте эти отрезки на рисунке либо дайте их описание в терминах многогранника (п. 1б); **(2 балла)**
 - г. найдите значение параметров (n_i, m_i) , задающих отрезки из п. 1в. **(2 балла)**
2. Для каждого из четырех типов углеродных структур выведите зависимость общего числа атомов **N** в ней от параметров $[(n_i, m_i)]$. **(2 балла)** Рассчитайте **N** для каждой из представленных на рис. 2. углеродных структур. **(1 балл)**
3. Оцените размер углеродной структуры Типа 2б, развертка которой представлена на рис. 2, как диаметр сферы, описанной вокруг многогранника (п. 1б). Атомы углерода считать точечными, расстояние между ними равным $a = 0,14$ нм. **(4 балла)**



Тип 1а $[(n_1, 0)(n_2, n_2)]$

Тип 1б $[(n_1, 0)(n_2, n_2)(n_3, 0)]$



Тип 2а $[(n_1, 0)(n_2, 0)]$

Тип 2б $[(n_1, 0)(n_2, 0)(n_3, 0)]$

Рис. 2. Примеры разверток углеродных структур четырех типов и отвечающие им $[(n_i, m_i)]$.

Всего – 13 баллов