

Нанопереходник графен-нанотрубка (6 баллов)

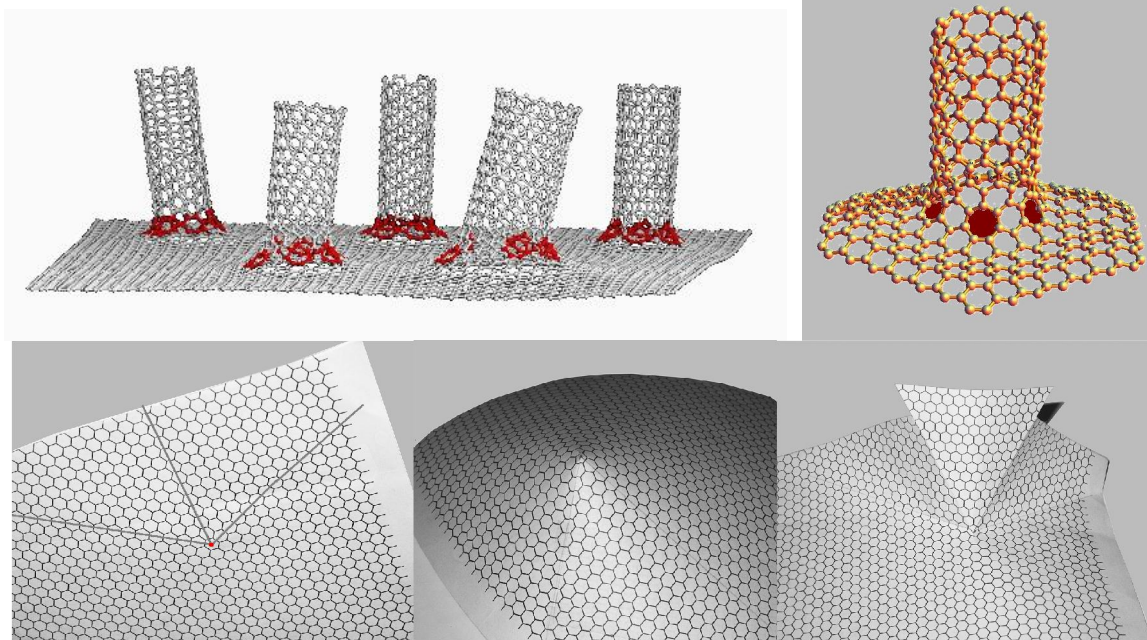
Е.А. Макеева, Т.И. Бидыло

1. Воспользовавшись листом с сеткой шестиугольников как моделью листа графена, определите, можно ли присоединить к нему нанотрубку: (2 балла)

а) не используя никакие «дефекты» (то есть, не-шестиугольные циклы);

б) используя только пятиугольные «дефекты» (получаются удалением из графенового листа сектора 60°);

в) используя только семиугольные «дефекты» (получается добавлением сектора 60°).



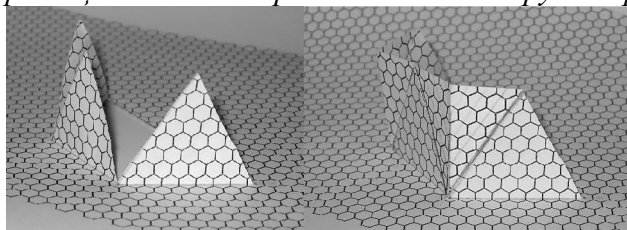
лист графена

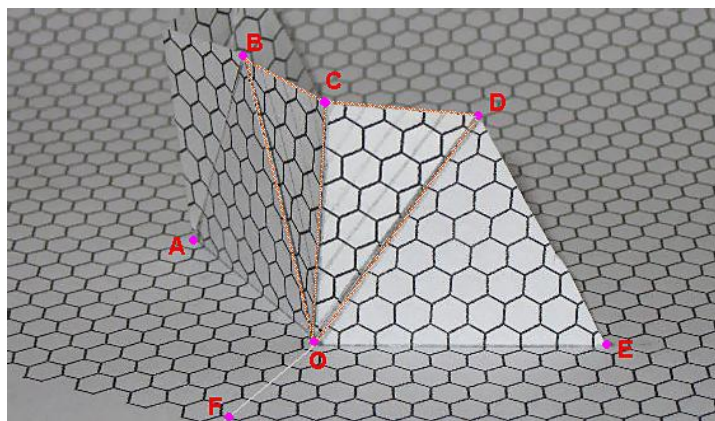
конус с 5-тиугольником

семиугольник

Не используя дефекты, можно лишь свернуть лист графена в трубку. Добавляя пятиугольники в лист графена (вырезая сектора 60°) мы получим последовательность конусов, которая при добавлении 6-го пятиугольника приведет к половине закрытой углеродной нанотрубки (см. задачу IX Олимпиады [«Углеродные наноконусы»](#)). Следовательно, чтобы «загнуть вверх» графеновый лист, нам нужно не вырезать, а добавлять сектора к шестиугольной сетке – т.е. добавлять семиугольники.

2. Используя геометрические построения на сетке шестиугольников, выведите точное число «дефектов», содержащихся в нанопереходнике «нанотрубка-графен». (4 балла)





Сначала построим единичный семиугольный «дефект». Для этого в разрез листа графена вставим сектор 60° (отмечен оранжевым пунктиром) с образованием семиугольника с центром в точке O. Если разделить «добавленный» сектор на две половинки (по 30°) по биссектрисе OC, то эти половинки вместе с соседними 60 -ти градусными секторами (BOA и DOE соответственно) составят 90 -то градусные сектора COA и COE. Их мы можем «отогнуть» перпендикулярно плоскости графенового листа (см. рис). При этом угол AOE будет равен сумме углов AOB и DOE, т.е. $60 \cdot 2 = 120^\circ$, поскольку до образования 7-миугольника сектора BOA и DOE составляли единый плоский лист.

На продолжении отрезка OA в центре шестиугольника мы можем так же построить еще один семиугольник, и продолжать это до тех пор, пока не будет построен последний семиугольник на продолжении отрезка OE. При этом центры семиугольников образуют многоугольник, все углы которого равны 120° (т.е. $180 \cdot 2 / (180 - 120) = 6$ -тиугольник), а перпендикулярная исходному графеновому листу поверхность замыкается в трубку.

Таким образом, мы наглядно вывели, что переходник графен-нанорубка содержит **6 семиугольников**.