

## Задача 7.

### Клатраты – застывшая нанопена (10 баллов)

1. Нанопеной можно назвать все аэрогели, в том числе сходную с ними углеродную нанопену ([http://ru.wikipedia.org/wiki/Углеродная\\_нанопена](http://ru.wikipedia.org/wiki/Углеродная_нанопена)), а также, условно, цеолиты. (1 балл)

2. Решением задачи Кельвина на плоскости является шестиугольная решетка, напоминающая пчелиные соты или строение листа графена. (1 балл)

3. Структура ячеек клатрата не соответствует постановке задачи Кельвина, поскольку не выполняется главное условие – равный объем ячеек. Каркас клатрата построен из одинаковых атомов (молекул), что обуславливает равенство ребер структурных многогранников. Объем тетраэдра при этом будет больше, чем объем додекаэдра. В структуре Уэйра-Фелана многогранники искажены таким образом, чтобы все ячейки имели равный объем. (2,5 балла)

4. В молекуле воды атом кислорода находится в  $sp^3$  гибридизации. В простейшем клатрате – газовом гидрате – он образует 2 ковалентные и 2 водородные связи, т.е. его суммарная валентность равна четырем. Таким образом, ребра клатратного каркаса сходятся в узлах по 4, образуя немного искаженный тетраэдр, в центре которого размещается молекула воды. (1 балл)

5. Поскольку узлы клатратного каркаса подразумевают близкое к тетраэдрическому окружение, наиболее подходящими для размещения в узлах будут элементы, «предпочитающие»  $sp^3$  гибридизацию и валентность 4, то есть, элементы 4 группы (кремний или его оксид, олово, германий). Например:  $Na_8Si_{46}$ ,  $C_{88}Sn_{44}$ ,  $Ba_6Ge_{25}$ . (2 балла)

#### 6. (2,5 балла)

- Газовые гидраты: в качестве источника и для хранения и транспортировки природного газа, для опреснения воды;
- термоэлектрики (вещества, охлаждающиеся при пропускании через них электрического тока).

Смотрите также <http://www.nanometer.ru/2007/05/15/klatrati.html>