

## Химия. 10-11 классы

### Задача 11. Оксид графита

Автор – М.В.Коробов

- 1) В ОГ расстояния между плоскостями больше, чем в графите, следовательно, отделить плоскости легче.  
Графит гидрофобен, а ОГ – гидрофилен за счет функциональных групп. В качестве растворителя для ОГ может быть использована вода. В воде под действием ультразвука отделяют плоскость оксида графена от оксида графита.

Главный недостаток ОГ: графен, образующийся в результате восстановления оксида графена имеет много дефектов. Они обычно образуются в местах, где были расположены функциональные группы.

- 2) 25% атомов углерода сохранили  $sp^2$  гибридизацию, т.е. не связаны с атомами кислорода. 75% атомов углерода связаны с кислородом, при этом на два атома С приходится один атом О. Формула  $CO_{0.375}$ . Максимальное Х для модели Хоффмана равно 0.5. Формула:  $CO_{0.5}$ .
- 3) Группы карбоксильная, гидроксильная (ОН, соединена с атомом С в  $sp^3$  гибридизации), фенольная (ОН, соединена с атомом С в  $sp^2$  гибридизации) и эпоксидная.
- 4) Каждая карбоксильная или ОН группа, присутствующая в образце ОГ, соответствует одному окисленному атому углерода, а «эпокси» группа – двум окисленным атомам углерода. Чем меньше в нашей структуре «эпокси» групп, тем меньше атомов углерода будет окислено. Каждый атом водорода соответствует одному окисленному атому углерода. Тогда, в любом случае окислено 22% атомов С. Пусть все атомы водорода находятся в карбоксильных группах, ОН групп нет совсем. Тогда в карбоксильных группах - 44% кислорода, и 2% кислорода принадлежат «эпокси» группам, которые окисляют 4% С. Общее минимальное количество окисленного углерода равно  $22\% + 4\% = 26\%$  С. Максимальное количество не окисленного С равно, соответственно, 74%. Это оценка сверху.

Оценка снизу (минимальное число не окисленных атомов С) будет получена, если мы посчитаем максимальное возможное число «эпокси» групп. Пусть кислотных групп нет совсем. Тогда 22% атомов О находятся в ОН группах, и 24% - в «эпокси». Окислено  $22\% + 2 \cdot 24\% = 70\%$  атомов углерода. Не окисленными могут остаться 30% атомов С. Это – оценка снизу. Такой ответ считался правильным!

Прочтите, однако, условие задачи внимательно. Там есть фраза: «Учитывать только атомы углерода в шестиугольниках». Это означает, что атомы углерода в карбоксильных группах в счет «окисленных» не идут. Это изменит цифру для минимального количества окисленного углерода (максимального количества не окисленного). Нужно учитывать только углерод в шестиугольниках, связанный с «эпокси» группами, т.е. 4% от общего количества углерода. Максимальное количество не окисленного углерода – 96% от общего количества или 48.8% от

количества углерода в шестиугольниках. Это – оценка сверху. За такое решение давался дополнительный балл.

- 5) В удерживании молекул воды не участвуют кислотные группы. Поэтому максимальная адсорбция будет соответствовать случаю, когда их нет совсем. Итак, каждые два атом водорода удерживают молекулу  $\text{H}_2\text{O}$  (0.11), и каждые две эпоксидные группы удерживают молекулу  $\text{H}_2\text{O}$   $(0.46-0.22)/2 = 0.12$ ). Всего на один атом углерода приходится 0.23 молекул воды. Формула  $\text{C}\text{H}_{0.22}\text{O}_{0.46} * 0.23 \text{H}_2\text{O}$ .