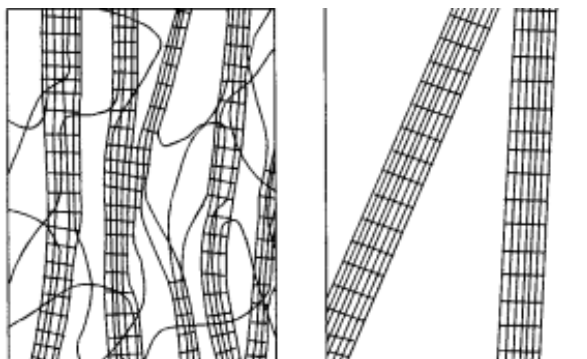




Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 9. Непростая целлюлоза

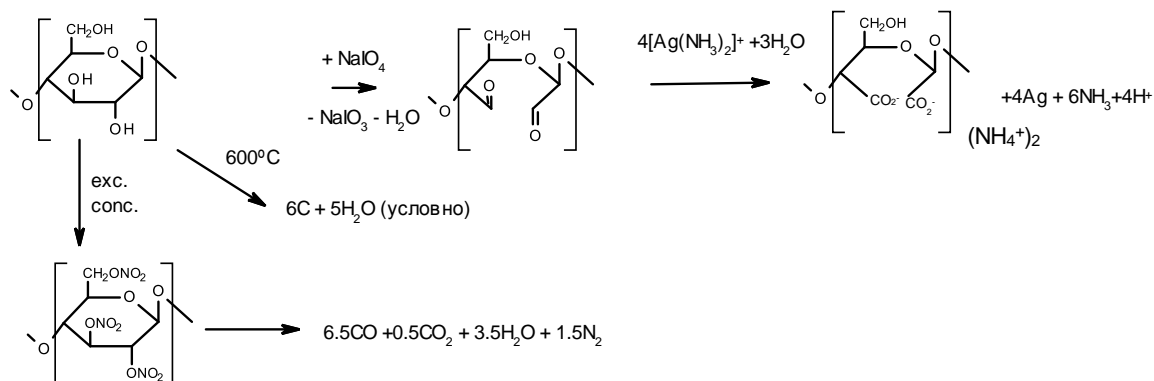
1. Более узкие и четкие пики НС показывают, что полимерные нити в ее волокнах в целом более упорядочены, чем у обычной целлюлозы. Такое упорядоченное расположение отдельных нитей само по себе приводит у большей механической прочности волокна в целом, но при этом также возникает прочная сеть из водородных связей, которая дополнительно скрепляет отдельные нити в единое целое.



Особенности такой целлюлозы обуславливают ее применение для изготовления сверхпрочных тканей и листов (например, из-за большей жесткости, но такой же, как целлюлоза легкости, широко используется в мембранах наушников). Также находит применение в медицине: изготовление хирургических нитей, повязки для ран (производимая бактериями целлюлоза представляет собой хорошо проницаемый гель, который при лечении ран легко пропускает воздух, и может быть использован для контролируемого высвобождения лекарств).

2. Более тонкие волокна НС имеют большую удельную площадь поверхности, следовательно, их гидролиз проходит быстрее, чем более толстых волокон аналогичной НС. Однако чтобы подвергнуть гидролизу даже тонкое волокно НС необходимо разорвать каркас из скрепляющих его водородных связей, поэтому гидролиз даже тонких волокон НС идет существенно медленнее, чем гидролиз толстых волокон обычной целлюлозы, что позволяет их выделить.

3.



Расщепление двух соседних групп в NC и образование наночастиц серебра показывает, что в молекуле A присутствуют альдегидные группы. Единственные две соседних группы в мономерном звене NC, которые можно окислить – это две соседние группы OH (реакция идет очень медленно, поскольку расщепляется транс-диол). Далее происходит реакция серебряного зеркала с получившимся диальдегидом. При этом серебро выделяется прямо на волокне, которое одновременно является реагентом-восстановителем.

При разложении или детонации нановолокон пироксилина ни наноалмазы, ни фуллерены, ни какие-либо другие углеродные наночастицы не образуются – нет источника углерода. Атомов кислорода в молекуле D достаточно, чтобы окислить весь углерод молекулы до CO и CO₂ (пироксилин – основа бездымного пороха, не образующего при взрыве частиц).

4. **B** – в медицине (антибактериальный перевязочный материал). **C** – катализатор, сорбент, а также в составе источников тока, например в составе аккумуляторов (развитая сеть тонких углеродных волокон).
5. а) При выходе 100% на всех стадиях синтеза **B** на одно мономерное звено будет приходиться 4 атома серебра, следовательно:

$$\omega = \frac{4M_{\text{Ag}}}{4M_{\text{Ag}} + M_{\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7(\text{NH}_2)_2}} \cdot 100\% = \frac{4 \cdot 108}{4 \cdot 108 + 190 + 18 \cdot 2} \cdot 100\% \approx 66\%$$

Максимальное содержание будет в случае 100% выхода на всех стадиях синтеза, и также если все наночастицы останутся на волокнах.

б) Волокно целлюлозы длиной **L** и диаметром **d_c** имеет объем

$$V_c = L \frac{\pi d_c^2}{4},$$

а, следовательно, массу

$$m_c = V_c \rho_c = L \frac{\pi d_c^2}{4} \rho_c$$

и количество вещества

$$n_c = \frac{m_c}{M_c} = \frac{\pi d_c^2 L \rho_c}{4M_c}.$$

Согласно реакции получения **B**,

$$n_{\text{Ag}} = 4n_c = \frac{\pi d_c^2 L \rho_c}{M_c}.$$

В тоже время, объем одной наночастицы серебра равен

$$V_{1\text{Ag}} = \pi \frac{d_{1\text{Ag}}^3}{6},$$

ее масса –

$$m_{1\text{Ag}} = V_{1\text{Ag}} \rho_{\text{Ag}} = \frac{\pi d_{1\text{Ag}}^3}{6} \rho_{\text{Ag}},$$

количество вещества

$$n_{\text{Ag}} = \frac{m_{\text{Ag}}}{M_{\text{Ag}}} = \frac{\pi d_{\text{Ag}}^3 \rho_{\text{Ag}}}{6M_{\text{Ag}}}$$

Тогда среднее число наночастиц серебра, приходящееся на каждые 100 нм волокна (изменением длины волокна в ходе реакции пренебрегаем), равно:

$$k = \frac{\frac{\pi d_{\text{C}}^2 L \rho_{\text{C}}}{M_{\text{C}}}}{\frac{\pi d_{\text{Ag}}^3 \rho_{\text{Ag}}}{6M_{\text{Ag}}}} = \frac{\pi d_{\text{C}}^2 L \rho_{\text{C}} \cdot 6M_{\text{Ag}}}{\pi d_{\text{Ag}}^3 \rho_{\text{Ag}} \cdot M_{\text{C}}} = \frac{d_{\text{C}}^2 L \rho_{\text{C}} \cdot 6M_{\text{Ag}}}{d_{\text{Ag}}^3 \rho_{\text{Ag}} \cdot M_{\text{C}}} = \frac{25^2 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 6 \cdot 108}{15^3 \cdot 10,5 \cdot 162} \approx 10,6$$

шт.