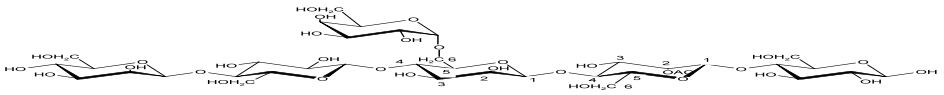
Puu-19.3000 Chemistry of Pulping and Bleaching
Exam 6.5.2009

1. One option for a future biorefinery would be to produce pulp by a prehydrolysis kraft process. Assume that the process would utilize softwood as the raw material and that most of the hemicelluloses (consider only O-acetyl-galactoglucomannan) would be degraded and dissolved in the acidic prehydrolysis stage. How would the chemical composition of the hydrolysate differ from the chemical composition of normal kraft cooking liquor after the initial kraft pulping stage? Limit your answer only to the degradation products of O-acetyl-galactoglucomannan. Base your answer on your general knowledge on various hydrolysis and degradation reactions of polysaccharides.

   Tulevaisuuden biojalostamo voisi tuottaa sellua esihydrolyysisulfaatti-prosessilla. Oleta, että tällainen prosessi käyttäisi havupuuta raaka-aineena ja että suurin hemiselluloosista (tarkastele vain O-asetyyligalaktoglukomannaania) hajoaisi ja liukenisi happamassa esihydrolyysivaiheessa. Miten tämän hydrolysaatin kemiallinen koostumus poikkeaisi normaalin sulfaattikeittoliuoksen kemiallisesta koostumuksesta alkudelignifiointivaiheen jälkeen? Rajaa vastauksesi O-asetyyligalaktoglukomannaanin reaktiotuotteisiin. Käytä vastauksesi pohjana perustietoasi polysakkaridien erilaisista hydrolyysi- ja pilkkoutumisreaktioista.

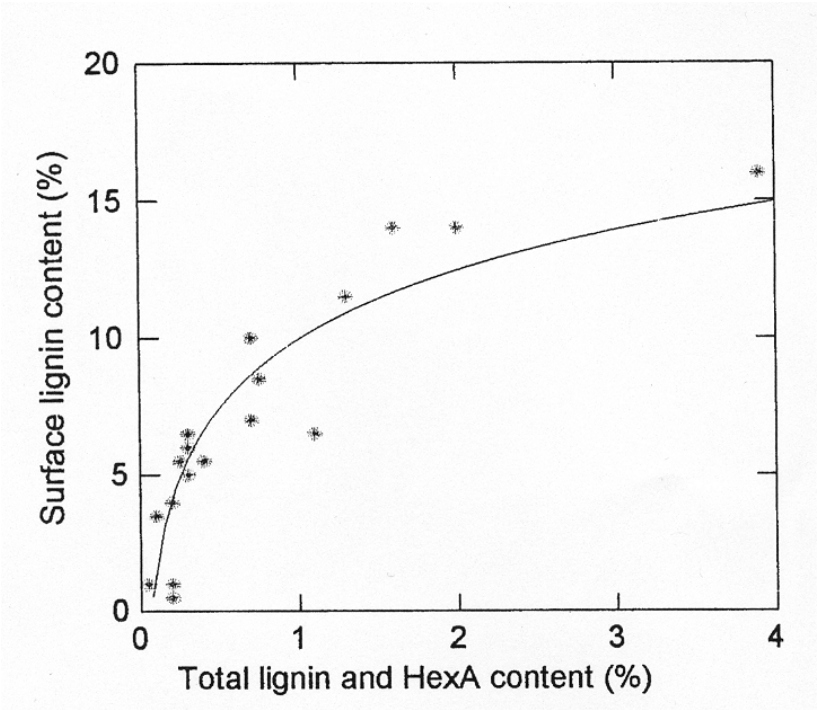


2. In the bulk stage of kraft pulping the activation energies of delignification and depolymerization (hydrolysis) of cellulose are ~ 120 and 150 $kJmol^{-1}$, respectively. In order to achieve a good selectivity (high viscosity at constant residual lignin content), is it better to use a lower or higher temperature in the bulk stage? Explain.

   Sulfaattikeiton päävaiheessa delignifioitumisen ja selluloosan depolymeroitumisen (hydrolyysi) aktivoitumisenergiat ovat vastaavasti n. 120 ja 150 $kJmol^{-1}$. Onko keiton selektiivisyyden kannalta siis parempi käyttää alhaisempaa vai korkeampaa lämpötilaa päävaiheessa? Perustele.

3. The following graph shows how the surface and total lignin contents of an unbleached softwood kraft pulp develop during oxygen delignification and subsequent bleaching. Analyze the information content of this graph and give relevant chemical explanations.

   Seuraava graafinen esitys kuvaa valkaisemattoman havupuusulfaattisellun pinta- ja kokonaisligniinipitoisuuksien kehittymistä happidelignifioinnissa ja sitä seuraavassa valkaisussa. Analysoi kuvan informaatiosisältöä ja anna sille kemiaan pohjautuvia selityksiä.



4. The use of oxygen in delignification of pulps is limited by its unselectivity at high degrees of delignification. Describe the factors and the chains of reactions that finally result in decreasing degree of polymerization of cellulose in oxygen delignification.

   Hapen käyttöä delignifioinnissa rajoittaa sen epäselektiivisyys korkeilla delignifioitumisasteilla. Kuvaa niitä tekijöitä ja reaktioketjuja, jotka lopulta johtavat selluloosan polymeraatioasteen alenemiseen happivaiheessa.

5. According to the latest knowledge A-E_{OP}-D-P is the most economic sequence for bleaching of oxygen delignified eucalyptus kraft pulp. Describe the major changes in the pulp in each stage using your general knowledge on the chemical structures in the pulp and on the nature of the bleaching chemicals.

   Uusimman tiedon mukaan happidelignifioitu eukalyptussellu voidaan valkaista taloudellisimmin A-E_{OP}-D-P sekvenssillä. Kuvaa kussakin vaiheessa merkittävimmät kemialliset muutokset sellussa käyttäen yleistä tietoasi sellun kemiallisista rakenteista ja valkaisukemikaalien luonteesta.