



Muotia selluloosasta

Kohderyhmä: Työ soveltuu lukion kursseille KE1 ja KE2.

Kesto: 90–120 min

Motivaatio: Työ havainnollistaa kemian merkitystä yhteiskunnassa, materiaaliteollisuudessa sekä kestävän kehityksen edistämisessä.

Tavoite: Työn ennakkotehtävä virittää aiheeseen ja antaa taustatietoa työn merkityksestä. Kokeellinen osuus havainnollistaa kemian ja materiaalien kehityksen yhteyttä ja konkretisoi modernin innovaation. Lopputehtävässä pohditaan vielä aiheen hyödyntämistä tulevaisuudessa sekä tutkitaan aiheen näkymistä mediassa.

Tarvikkeet ja reagenssit

Reagenssit

- 1,9 g 1,5-diatsabisyklo[4.3.0]non-5-eeni (DBN)
- 1,1 g Propanihappoa
- 0,1 g selluloosaa (Avicel tai Enocell)

Tarvikkeet

- 20 ml viali ja korkki (Kuva 3)
- 2 ml ruiskuja
- 0,8 mm ja 1,2 mm tai 1,6 mm ruiskuneuloja
- Statiivi ja kolme kouraa
- Vesihaudeastia
- Lämpölevy ja magneettisekoittaja (pallomainen magneetti on paras)
- Lämpömittari
- 200 ml keitinlasi
- Punnituspaperia tai punnitus-alusta

Työturvallisuus / Huomioita ohjaajalle

Käytä suojalaseja, -takkia ja -hanskoja koko työskentelyn ajan!

Reaktioissa muodostuu kaasuja, tee työ vetokaapissa. Suorita myös punnitukset vaa'alla veto-kaapissa.

DBN ja propanihappo ovat voimakkaasti syövyttäviä aineita, käsittele niitä varoen.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä ja saippualla. Tarvittaessa lääkäriin!

Työssä käytetään neuloja, niiden kanssa on syytä olla varovainen.

Neulat kerätään neulajätteeseen. Veden, johon ioniliuotin on liuennut, voi kaataa runsaan veden kanssa lavuaariin.



Pohdittavaksi ennen työtä

Hae netistä hakukoneella ja lue Hämmerlen (2011) artikkeli Cellulose Gap ja vastaa seuraaviin kysymyksiin. Haemmerle, F.M. (2011). THE CELLULOSE GAP (THE FUTURE OF CELLULOSE FIBRES)

1. Miksi selluloosa on tärkeä tekstiilimateriaali?

Selluloosalla on tekstiilimateriaalina ominaisuuksia, joita muilla tekokuiduilla ei ole. Selluloosa on hydrofiilistä ja hengittävää. Selluloosa toimii hyvin kosteuden- ja lämmönsäätelyssä. Se pystyy imemään kosteutta iholta ja vapauttamaan sen ilmaan.

2. Mitä tarkoitetaan selluloosa "gapillä"?

Selluloosa "gap" kuvaa selluloosan tarpeen ja tuotantokapasiteetin välistä kuilua. Väestön kasvu ja selluloosan suhteellisen tarpeen kasvaminen tulevat lisäämään selluloosan tarvetta tulevaisuudessa. Tämänhetkisellä tuotannolla ei pystytä tyydyttämään laskettua tarvetta. Puuvillaa ei ole mahdollista kasvattaa selluloosaan tarvittavaa määrää, sillä se vie paljon viljelypinta-alaa, jota tarvitaan myös kasvavaan ruuan tarpeeseen.

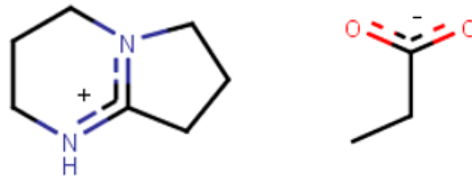
3. Miksi synteettinen selluloosa on avainasemassa selluloosa "gapin" täyttämässä artikkelin mukaan?

Puuvillaa ei ole mahdollista kasvattaa selluloosaan tarvittavaa määrää, sillä se vie paljon viljelypinta-alaa, jota tarvitaan myös kasvavaan ruuan tarpeeseen. Synteettistä selluloosaa valmistetaan puusta, joiden kasvatukseen ei vie viljelypinta-alaa, eikä niiden kasvatukseen tarvita lannoitteita tai torjunta-aineita. Lisäksi veden kulutus on huomattavasti vähäisempää.



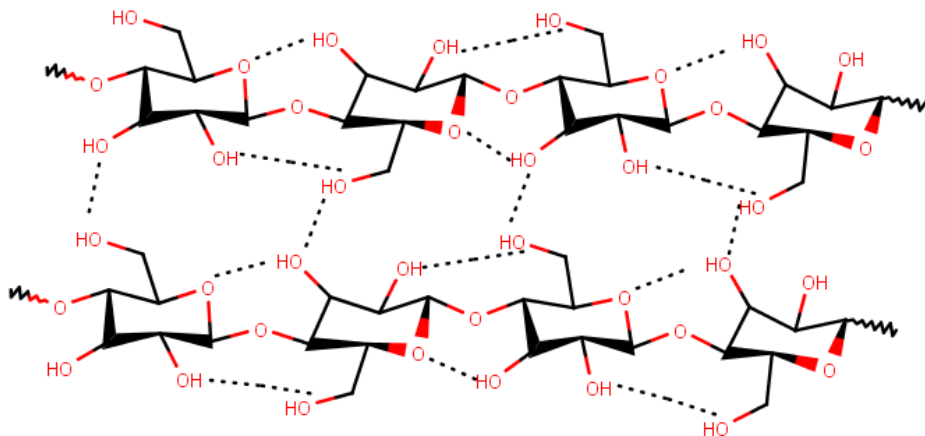
Tausta

Ioniset nesteet ovat orgaanisia suoloja, joiden sulamispiste on alle 100 astetta. Ionisen nesteen suolat koostuvat orgaanisesta kationista ja anionista.² Tässä työssä ionisen nesteen kationina toimii DBNH ja anionina propionaatti. (Kuva 1)



Kuva 1. DBNH ja propionaatti³

Selluloosa on yksi maailman runsaimmista orgaanisista yhdisteistä. Selluloosa on glukoosin muodostama polymeeri. Selluloosa on suhteellisen vahvaa ja vain harvat entsyymit pystyvät sitä hajottamaan.⁴ Selluloosan vahvuus johtuu sen molekyylien välisistä ja molekyylien sisäisistä vetysidoksista.⁵ (Kuva 2)



Kuva 2. Selluloosan vetysidokset⁵

Ioniset nesteet ovat yksi tapa liuottaa selluloosaa. Sopiva ioninen neste rikkoo selluloosan molekyylien välisiä ja sisäisiä vetysidoksia, jolloin selluloosa liukenee. Ioniset nesteet pystyvät liuottamaan selluloosaa suhteellisen alhaisessa lämpötilassa. Lisäksi ioninen neste pystytään kierrättämään hyvin.³

Ioniseen nesteeseen liuotettu selluloosa voidaan helposti saostaa lisäämällä se johonkin antiliuottimeen kuten veteen. Vesi hydratoi ionisen nesteen ja selluloosa saostuu.⁶ Saostetun selluloosan makroskooppinen morfologia riippuu siitä, miten se joutuu kontaktiin antiliuottimeen eli tässä tapauksessa veden kanssa.⁷

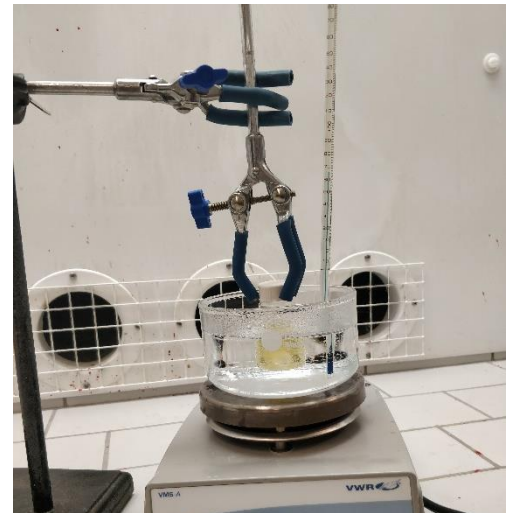
Tämän sovelluksen avulla selluloosaa voidaan käsitellä ja muokata haluttuun muotoon. Esimerkiksi saostuksen yhteydessä kehräämisen avulla selluloosaan voidaan saada lujuutta. Muokkaamalla selluloosaa, sitä voidaan hyödyntää moniin eri käyttötarkoituksiin.

Kokeellisessa työssä päästään itse kokeilemaan ionisen nesteen valmistamista, selluloosan liuottamista ja selluloosan saostamista.



Kokeellinen osio / Työn suoritus

1. Punnitse vetokaapissa 20 ml vialiin 1,9 g DBN:ä neulaa (0,8 mm) ja ruiskua (2 ml) apuna käyttäen. (HUOM. on tärkeää punnita emäs ensin!)
 2. Ota uusi neula (0,8 mm) ja ruisku (2 ml) ja punnitse samaan vialiin 1,1 g propaanihappoa. Huomaa, että tässä vaiheessa seos lämpenee.
 3. Laita heti punnituksen jälkeen vialin korkki kiinni. Vialiin muodostuu sumua, jonka saat liukenemaan liuokseen kääntelemällä vialia.
 4. Anna valmistetun ionisen nesteen jäähtyä ja punnitse sillä aikaa 0,1 g Avicel mikrokiteistä selluloosaa punnituspaperille tai punnitusalustalle.
 5. Lisää punnittu selluloosa vialiin ionisen nesteen sekaan varovasti ripotellen.
 6. Lisää vialiin magneettisekoitin ja sulje korkki.
 7. Valmistele vesihaude lämpölevylle ja laita viali vesihautteeseen käyttäen statiivia ja kahta kouraa kuvan osoittamalla tavalla. (Kuva 4) Lisää myös lämpömittari vesihautteeseen.
 8. Laita magneettisekoitus päälle ja lämmitä vesihaude 60 asteeseen.
 9. Lämmitä vialia 60 asteessa 10-15 minuuttia, jolloin selluloosa liukenee nesteeseen.
 10. Yritä saada kaikki selluloosa myös vialin seinämitä liukenemaan.
 11. Kun 10 minuuttia on kulunut ja kaikki selluloosa on liuennut, ota viali pois vesihautteesta ja anna jäähtyä hetki.
 12. Ota 200 ml viileää vettä keitinlasiin.
 13. Ota valmistettua liuosta ruiskuun (2 ml) käyttäen 1,2 mm (tai 1,6 mm) neulaa.
 14. Vaihda neula 0,8 mm neulaan ja pursota liuosta veteen pieninä pisaroina tai nauhana, jolloin selluloosa saostuu vedessä. Älä kasta neulaa veteen.
 15. Anna selluloosan saostua vedessä ainakin 15 minuuttia.
- Lopuksi voit nostaa saostuneen selluloosan varovasti esimerkiksi petrimaljalle kuivumaan.



Kuva 3. Vialin lämmitys kahden kouran avulla





Pohdinta työn jälkeen

1. Miksi punnituksissa käytetään apuna ruiskua ja neulaa?

Ruiskun ja neulan avulla saadaan punnittua tarkasti pieniä määriä liuosta.

2. Miksi kutsutaan kolmannessa kohdassa tapahtuvaa reaktiota, jossa seos lämpenee?

Reaktiota, jossa vapautuu lämpöä, kutsutaan eksotermiseksi reaktioksi.

3. Montako prosenttia valmistetussa liuksessa on selluloosaa?

Valmistetussa liuksessa on 3,2 % selluloosaa.

4. Miksi neulaa ei kannata kastaa veteen pursotusvaiheessa?

Selluloosa voi saostua neulan suulla, jolloin pursottaminen on vaikeampaa. Lisäksi selluloosa nauha venyy ilmassa, jolloin siitä on mahdollista saada ohuempaa

1. Miten uutinen käsittelee selluloosaa?

Esim. selluloosa tehtaat, selluloosan käyttö mahdollisuudet, selluloosan ekologisuus, uudet innovaatiot, valmistus menetelmät, tekstiilimateriaalina jne.

2. Onko uutinen pääosin positiivinen vai negatiivinen?

3. Mitä kaikkea selluloosasta voidaan valmistaa?

Selluloosasta voidaan valmistaa mm. astioita, rakennusmateriaaleja ja kangasta. Selluloosaa voidaan käyttää myös elintarvikkeissa täyteaineena, maaleissa, muovin korvaamisessa tai vaikka hammastahnassa.

4. Miten selluloosan uudet käyttötavat vaikuttavat Suomen teollisuuteen/talouteen?

Paperi- ja selluloosateollisuudella on aina ollut merkittävä rooli suomalaisessa yhteiskunnassa. Paperin tarve on vähentynyt digitalisaation myötä, joka on vaikuttanut sellutehtaiden myyntiin. Selluloosan uudet käyttökohteet voivat pelastaa sellutehtaita.

5. Millaisia mahdollisuuksia selluloosalla on tulevaisuudessa?

Selluloosalla on monia mahdollisia tulevaisuuden käyttökohteita kuten esim. lääketeollisuus ja muovin korvaaminen.

6. Miltä sivustoilta löytämäsi uutiset löytyvät? Mikä on sivustojen tarkoitus? Onko kyseessä virallinen uutissivusto vai esimerkiksi jonkin yhtiön sivu tai mainos? Uskotko tiedon olevan luotettavaa?

Työohje on laadittu yhteistyössä Helsingin yliopiston materiaalikemian tutkimusryhmän kanssa:

[Kämppe, V. \(2020\). Kehittämistutkimus: Ioniset nesteet kokeellisen työn kontekstina.](#)



Lisätietoja

- Vaa'at kannattaa siirtää ajoissa vetokaappeihin, jotta ne ehtivät käynnistyä.
- Ole tarkkana, että emäs (DBN) punnitaan ennen hapon lisäämistä.
- Työskentelyssä tulee olla varovainen koska käytössä on neuloja.
- Emäksen ja propaanihapon moolisuhteiden tulee olla 1:1. (DBN 63 % ja propaanihappo 37 %) Emästä voi olla hieman enemmän kuin happoa.
- Selluloosan määrää voi vaihdella 3-5 %.
- Avicel selluloosan tilalta voi käyttää Enocell selluloosaa.

Lähteet

1. Haemmerle, F. M., *Lenzinger Berichte*, (2011), **89**, 12–21.
2. Hummel, M., Michud A., Tantt M., Asaadi S., Ma Y., Hauru L., Parviainen A., King A., Kilpeläinen I. and Sixta H., *Cellulose Chemistry And Properties: Fibers, Nanocelluloses And Advanced Mat*, (2015), **271**, 133–168 (DOI:10.1007/12_2015_307).
3. Parviainen, A., King A., Mutikainen I., Hummel M., Selg C., Hauru L., Sixta H. and Kilpeläinen I., *ChemSusChem*, (2013), **6**, 2161–2169 (DOI:10.1002/cssc.201300143).
4. Campbell, N. A. and Reece, J. B., *Biology : a global approach*, Pearson, Boston, (2015).
5. Wang, H., Gurau G. and Rogers R. D., *Chemical Society Reviews*, (2012), **41**, 1519–1537 (DOI:10.1039/c2cs15311d).
6. Hauru, L., Hummel M., Nieminen K., Michud A. and Sixta H., *Soft Matter*, (2016), **12**, 1487–1495 (DOI:10.1039/c5sm02618k).
7. Swatloski, R. P., Spear S., Holbrey J. and Rogers R., *Journal of the American Chemical Society*, (2002), **124**, 4974.