

## CHEM-A1410 - Materiaalitieteen perusteet

Välikoe 2 12.12.2018 (3 tuntia)

Tentti 12.12.2018, osa 2 (koko kurssin tentin suorittajille osat 1 ja 2, 4 tuntia)

Kokeessa saa olla mukana laskin ja ohjeiden mukaan laadittu kaavakokoelma. Kaavakokoelma varustettuna nimellä ja opiskelijanumerolla palautetaan tenttivastausten mukana.

Tentti käsittää kurssin kaikki 8 aihepiiriä, ja tässä osassa on kurssin 2. periodin 4 aihepiiriä. Kysymysten maksimipistemäärä on 5 paitsi Aihepiirissä 6 se on 2,5.

### Aihepiiri 5. Polymeerit

#### Kysymys 5-1

a) Kuvaile neljä yleisintä kopolymeerirakennetta

b) Millä alla olevista työstömenetelmillä tehdään yleisesti ohuita polymeerifilmejä. Merkitse oikeat vaihtoehdot; oikea vastaus +0,5 p; väärä vastaus -0,5 p

- a. Kalvonpuhallus
- b. Ruiskuvalu
- c. Puhallusmuovaus
- d. Rotaatiovalu
- e. Tasokalvolaitteisto
- f. Ekstruusiopeenällysty

#### Kysymys 5-2

Polypropeeninäyte fraktioitiin viiteen jakeeseen, joiden massat ja keskimääräiset moolimassat mitattiin. Tulokset ovat oheisessa taulukossa. Mikä on koko näytteen luku- ja painokeskimääräinen moolimassa? Laske myös polydispersiteetti.

Polypropeeninäytteen analyysitulokset.

massa/g	moolimassa/(g/mol)
30	60 000
67	115 000
90	200 000
25	350 000
15	450 000

## Aihepiiri 6. Biomateriaalit

### Kysymys 6-1

Biomateriaalien hyvänä puolena synteettiseen kuituun (muoviin) verrattuna on mm. biohajoavuus, tietyillä käyttökohteilla toimiminen hiilinieluna sekä uusiutuvien raaka-aineiden käyttö. Mutta synteettisillä kuiduilla on myös useita etuja biokuituihin nähden – mikä seuraavista väitteistä EI ole synteettisten kuitujen ”etu”?

- natiivipuun (esim. hirsi) painuu kasaan aikaa myöten
- materiaalin helppo kierrätettävyys
- materiaalin/kuitujen tasalaatuisuus
- materiaalin/kuitujen vesitiiveys

### Kysymys 6-2

Biomimetikka on uusi lähestymistapa, jossa pyritään oppimaan elävästä luonnosta. Tavoitteena on löytää innovaatioita ratkaisemaan yhteiskunnallisia ongelmia. Yksi innoituksen lähde on Gekko-adheesio eli se miten Gekko-lisko pysyy kiinni sileässäkin seinässä. Miten gekon jalkojen adheesio toimii?

- Gekon jaloissa on lukuisia (useita tuhansia per jalka) mikroskooppisia ”imukuppeja”, jotka yhdessä luovat riittävän mekaanisen lukituksen
- Gekon jalkojen pienien setae-karvojen (sukaskarvojen) päissä on limamaista ”liimaa”. Tämän liiman adheesio potentiaali vastaa jopa koivun tuohesta kuivatilatun perinneliiman eli tökötin aikaansaamia kapillaarivoimia.
- Gekon jaloissa on pieniä setae-karvoja (sukaskarvoja), jotka adaptoituvat pinnan mikroskooppisiin epätasaisuuksiin. Karvojen pienestä mittakaavasta (nanometritaso) ja suuresta lukumäärästä johtuen kumulatiivinen kontaktiala on suuri. Kiinnittyminen kaikkiin pintoihin tapahtuu siten van der Waalsin voimilla
- Gekko hyödyntää pintoihin tarttuessaan sähköstaattisia vuorovaikutuksia. Hieman sähköankeriaan kaltaisella elimellä gekko luo jalkojensa pintapoimuihin heikohkon mutta riittävän sähkövarauksen.

### Kysymys 6-3

Puuta (esim. hirsi) on käytetty vuosituhansia rakennusmateriaalina. Viime aikoina puuta/puukuituja sisältävät komposiittimateriaalit sekä modifioitu puu ovat kuitenkin tulleet yhä yleisimmiksi rakennusmateriaalina. Mikä seuraavista väittämistä EI ole modifioidun puun etu natiivipuuhun verrattuna:

- Materiaalin tasaisuus on parempi
- Ominaisuuksien riippuvuus kuormituksen suunnasta on pienempi
- Raaka-aineena voidaan hyödyntää heikompileatuista puuainesta
- Rakennusmateriaalin valmistusprosessi kuluttaa vähemmän energiaa

### Kysymys 6-4

Nanoselluloosa on uudehko materiaali – ”kuuma” aihe lukuisissa tutkimusryhmissä ympäri maailmaa. Mikä on perusero tavalliseen selluloosakuituun verrattuna, joka antaa nanosellulookuidulle/fibrillille etua komposiitin lujittamisessa?

- a. Nanoselluloosafibrillit voidaan "kutoa" pidemmiksi kuin sellukuidut
- b. Nanoselluloosaan voidaan helpommin oksastaa toisia polymeereja ominaisuuksien muokkaamiseksi
- c. Pienemmistä "partikkeleista" johtuen nanoselluloosan ominaispinta-ala on oleellisesti suurempi
- d. Nanoselluloosa on paremmin hydrofiilisyys-hydrofobisuus yhteensopiva hartsin – esim. polylaktidin – kanssa

## **Aihepiiri 7. Komposiitit**

### Kysymys 7-1

Komposiitissa (jossa kuidut ovat pitkiä ja suuntautuneita) on pituussuuntainen kimmokerroin 19,7 GPa ja poikittaissuuntainen kimmokerroin 3,66 GPa. Kuinka suuria ovat kuitumateriaalin ja matriisin kimmokertoimet, kun kuitujen tilavuusosuus komposiitissa on 0,25?

### Kysymys 7-2

Nimeä polymeerikomposiittien käyttöä rajoittavia tekijöitä.

## **Aihepiiri 8. Materiaalinvalinta**

### Kysymys 8-1

Seostamattomat ja niukkaseosteiset teräkset ovat maailman yleisimmin käytettyjä materiaaliryhmiä. Pohdi seuraavia käyttökohteita, mitkä ovat teräksen käytön edut, mitkä ovat rajoitukset ja esitä ainakin yksi vaihtoehtoinen materiaaliratkaisu perusteluineen:

- a. Henkilöauton konepelti
- b. Ulkona sijaitseva kuivausteline
- c. Aalto-yliopiston metroaseman säänkestävästä teräksestä valmistetut panelit

### Kysymys 8-2

Taivutuksessa olevan palkin massa oheisen kuvan tilanteessa saadaan laskettua yhtälöstä

$$M = (4 \cdot l^5 \cdot F / \delta)^{1/2} \cdot (\rho^2 / E)^{1/2}$$

Palkissa pitää siis olla riittävästi materiaalia (=massaa), jotta sen taipuma  $\delta$  olisi riittävän pieni tietyllä kuormalla  $F$ . Mitä materiaaliominaisuuksien funktiota käytät vertailuun. Mikä oheisista materiaaleista tuottaa kevyimmän palkin suhteessa hintaan?

Materiaali	Tiheys, $\rho$ Mg/m <sup>3</sup>	Kimmokerroin, E GPa	Hinta, USD/kg
1040 seostamaton teräs	7.80	200	0.63
304 ruostumaton teräs	7.80	193	3.70
3003-H14 alumiiniseos	2.73	70	3.00
Ti-5Al-2.5Sn titaaniseos	4.46	107-110	15.00

