



KE-100.3400 Polymeerien ominaisuudet (5 op)

1. Mistä seikoista määräytyy optimaalinen käyttölämpötila seuraaville polymeeriryhmille?

- a) osittain kiteinen termoplastinen polymeeri
- b) amorfinen termoplastinen polymeeri
- c) elastomeeri eli kumi

2. Nanoselluloosaan voidaan kemiallisesti kiinnittää (eli oksastaa) mm. glysidyyli-metakrylaattia.

Millä polymeerianalyttisillä menetelmillä näin muokatun nanoselluloosan ominaisuuksia mielestäsi kannataisi tutkia, ja perustele miksi?

Miten voidaan osoittaa, että glysidyyli-metakrylaatti todella on polymeroitunut nanoselluloosaan kiinni?

3. Mitä tarkoittavat seuraavat käsitteet?

- a) reologia
- b) viskoelastisuus
- c) dynaamismekaaninen termoanalyysi
- d) varastomoduuli
- e) leikkausohjenema.

Lasku 1

Assistentin ollessa ala-asteella opettaja säästi määrärahoissa ja peluutti lapsilla lentopalloa ja jalkapalloa samalla pelivälineellä.

Kysymykset:

- Valitse mielestäsi paras materiaali sisäkumiksi jalkapallon pelaamista varten ja esitä valinnallesi perustelut
- Onko parempi täyttää pallo ilmalla vai hiilidioksidilla? Miksi?
- Laskiko jalkapallon paine (0,8bar ylipainetta) koko syyslukukauden aikana lentopalloiluun sopivalle tasolle (0,3 bar ylipaine) olettaen, että sitä ei pumpattu eikä tyhjennetty välissä?

Oletukset ja lähtötiedot:

Lämpötila tai päälinahka eivät merkittävästi vaikuttaneet kaasun läpäisevyyteen.

Pallon pinta-ala = $4\pi r^2$, paine 1bar = 750 mmHg

Taulukko 1. Muovien ja kumien kaasunläpäisykertoimien arvoja 25 °C:ssa.

Polymeeri	P (10^{-10} cm ³ (NTP)cm/(cm ² ·s·(cmHg))			
	N ₂	O ₂	CO ₂	H ₂ O
polyeteeni (tih. 0,914)	0,696	2,88	12,6	90
polyeteeni (tih. 0,964)	0,143	0,403	0,36	12,0
polystyreeni	0,788	2,63	10,5	1200
polyvinyylikloridi		0,0118	0,0453	0,015727
polytetrafluorieteeni	1,14	4,2	11,7	-
sellofaani	0,0032	0,0021	0,0047	1900
selluloosanitraatti	0,12	1,95	2,12	6300
polyisopreeni (luonnonkumi)	3,49	9,43	23,3	1532290
polykloropreeni	1,12	4,0	25,8	910
butylikumi (98/2)	0,08	0,324	1,30	5,16110

Lasku 2

Otetaan polymeeriseos, joka koostuu kolmesta erilaisesta polystyreenistä; 25g polymeeri 1:ta, 50g 2:ta ja 25g 3:ta. Tiedetään, että polymeerien 1 ja 2 moolimassajakauma on yksihuippuinen ja ideaalisen kapea. Edelleen tiedetään, että polymeeri 1:n moolimassa on kolminkertainen polymeeri 2:n moolimassaan verrattuna. Lopuksi polymeeri 3:lle on mitattu $M_w=2,0 \times 10^5$ g/mol ja on annettu tieto, että sen moolimassajakauma on leveä. Koko polymeeriseokselle määritettiin valonsironnan avulla moolimassaksi 112500 g/mol ja osmoottisen paineen perusteella saatiin moolimassaksi 60000 g/mol. Arvioi mittausten perusteella polymeeri 3:n M_n .

Lasku 3

Uutena työntekijänä osallistut ensimmäiseen palaveriisi Polymeeriyritys Oy:ssä. Yrityksen tuotekehityspäällikkö on äänessä: ”Eilen saimme valmiiksi uuden synteettisen polymeerin ennakoarvioinnit. Polymeerin sulaviskositeetti 140°C lämpötilassa on $1 \times 10^5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, lasiutumislämpötila 110°C ja se alkaa hajota 160°C lämpötilassa.” Siihen tuotantoinsinööri kommentoi: ”Meidän ekstruuderimme toimivat parhaiten $2 \times 10^2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, joten emme voi käyttää uutta polymeeriä.” Sinä tavoittelet taskulaskintasi tarkistaaksesi arvion uuden polymeerin sulaviskositeetista 160°C lämpötilassa ja yhtäkkiä kaikkien katseet kääntyvät sinuun. Oletko tuotantoinsinöörin kanssa samaa mieltä uuden polymeerin soveltuvuudesta tuotantoon? Millaisia keinoja voisit ehdottaa polymeerin käyttökelpoisuuden parantamiseksi?

KE-100.3400 Polymeerien ominaisuudet

Kaavakokoelma

$$n = \frac{m}{M} \quad c = \frac{n}{V} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad V_m = \frac{V}{n} = \frac{M}{\rho} \quad pV = nRT \quad k = Ae^{-\frac{E}{RT}}$$

$$\bar{M}_n = M_0 \bar{X}_n \quad p = 1 - \frac{[M]}{[M]_0} \quad \sigma = \frac{F}{A} \quad \varepsilon(t) = \frac{\Delta l}{l_0} = J(t) \times \sigma \quad Q = \frac{P \times A \times t \times \Delta p}{l}$$

NMR:

$$(mm) = (mmm) + 0,5(mmr)$$

$$(rr) = (rrr) + 0,5(mrr)$$

$$(mr) = (mmr) + 2(rmr) = (mrr) + 2(mrm)$$

$$(mmmr) + 2(rmmr) = (mmrm) + (mmrr)$$

$$(mrrr) + 2(mrrm) = (rmmr) = (rmmm)$$

$$(mmm) = (mmmm) + 0,5(mmmr)$$

$$(mmr) = (mmmr) + 2(rmmr) = (mmmr) + (mmrr)$$

$$(rmr) = 0,5(mrmr) + 0,5(rmrr)$$

$$(mrm) = 0,5(mrmr) + 0,5(mmrm)$$

$$(rrm) = 2(mrrm) + (mrrr) = (mmrr) + (rmrr)$$

$$(rrr) = (rrrr) + 0,5(mrrr)$$

Bernoullin malli: $\frac{4(mm)(rr)}{(mr)^2} = 1$

Ensimmäisen asteen Markovin malli: $\frac{4(mmm)(rmr)}{(mmr)^2} = 1 \quad \frac{4(mrm)(rrr)}{(mrr)^2} = 1$

Enantiomorfinen malli: $\frac{2(rr)}{(mr)} = 1 \quad 1 - \frac{4}{(mr) + 2(rr)} + \frac{1}{(rr)} = 1$

Moolimassa:

$$\bar{M}_n = \frac{\sum n_i M_i}{\sum n_i} = \frac{\sum w_i}{\sum n_i} \quad \bar{M}_w = \frac{\sum w_i M_i}{\sum w_i} = \frac{\sum n_i M_i^2}{\sum n_i M_i} \quad PD = \frac{\bar{M}_w}{\bar{M}_n}$$

Viskositeetti:

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \approx \frac{t}{t_0} \quad \eta_{sp} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \approx \frac{t - t_0}{t_0} \quad \eta_{red} = \frac{\eta_{sp}}{c} \quad \eta_{inh} = \frac{\ln \eta_r}{c} \quad [\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left(\frac{\eta_{sp}}{c} \right)$$

$$\eta_{red} = [\eta] + k_H [\eta]^2 c \quad (\text{Huggins}) \quad [\eta] = k \times M_v^\alpha \quad (\text{Mark-Houwink})$$

$$\log \frac{\eta}{\eta_s} = \frac{-17,44 \times (T - T_g)}{51,6 + (T - T_g)} \quad (\text{Williams-Landel-Ferry}) \quad \eta = k \times \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$$

Vakiot:

$$R = 8,3145 \text{ J/(K mol)}$$

$$0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$g = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

Moolimassat (g/mol):

H	1,008	C	12,011	N	14,007	O	15,999
Al	26,982	Cl	35,453	Ti	47,867	Zr	91,224