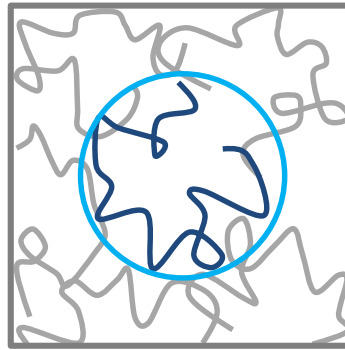


REOLOGIE POLYMERŮ

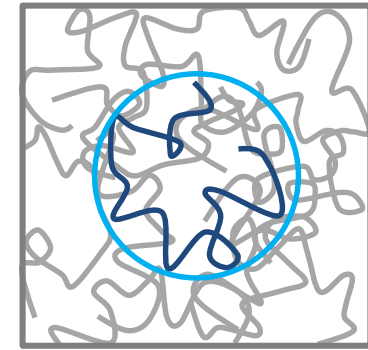
ROZTOKY POLYMERŮ



zředěné



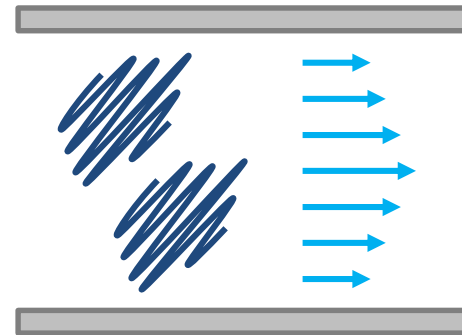
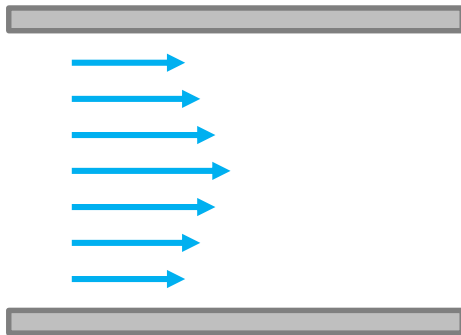
koncentrované



taveniny

ROZTOKY POLYMERŮ

- rozměry molekul polymeru větší než molekuly rozpouštědla
- zásah do několika různě se pohybujících vrstev
- **nárůst viskozity**



ZŘEDĚNÉ ROZTOKY NEELEKTROLYTŮ

- vysoká afinita k rozpouštědлу: expanze klubka
- nízká afinita k rozpouštědлу: smrštění klubka
- theta rozpouštědla: indiferentní, zanedbatelný objem a silové působení (při theta teplotě)

ZŘEDĚNÉ ROZTOKY ELEKTROLYTŮ

- disociace
- kyselé skupiny (škrob)
- zásadité skupiny (polyvinylpyridin)
- amfoterní makromolekuly (bílkoviny)

VNITŘNÍ VISKOZITA

- Mark-Houwink-Kuhn-Sakurada
- $[\eta] = K \cdot (M_{\text{rel}})^A$
- K, A konstanty pro dvojici polymer-rozpouštědlo
- M_{rel} **relativní molekulová hmotnost**

REOLOGIE SUSPENZÍ

SUSPENZE

- disperzní soustava: disperzní podíl (pevná látka) + disperzní prostředí (kapalina)
- rozdělení suspenzí: velikost, tvar částic, koncentrace
- monodisperzní a polydisperzní
- korpuskulárně, laminárně a fibrilárně disperzní

SUSPENZE

- zředěné: dostatečná vzdálenost mezi částicemi, obklopeny disperzním prostředím
- koncentrované: nedostatečná vzdálenost mezi částicemi, kontakty mezi disperzními částicemi

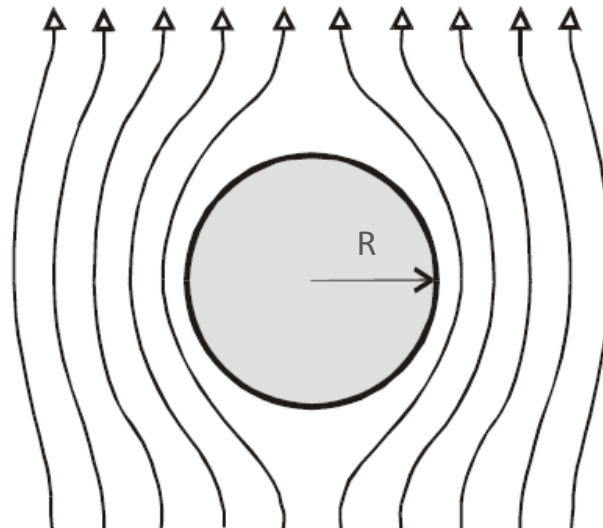
příklad

- krev, barva, inkoust, cement, krémy, léky

SUSPENZE

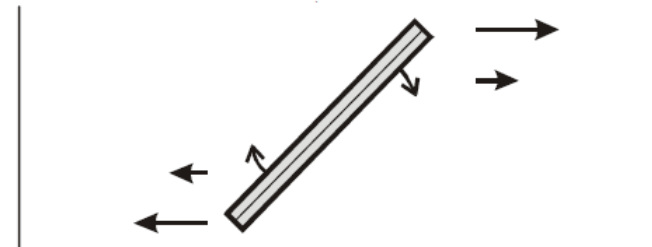
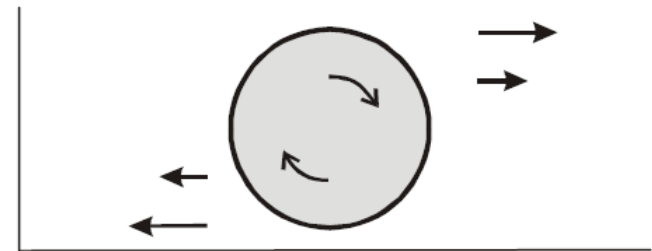
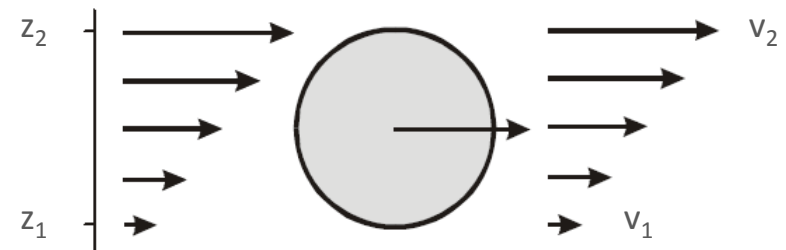
působící síly

- interakce mezi částicemi
- viskózní síly (rozdíl mezi rychlostí částice a okolní kapaliny)
- Brownův pohyb



SUSPENZE

- translační a rotační pohyb
- vrstvička na povrchu částic, pohyb s částicí
- nárůst rychlostního gradientu
- **nárůst viskozity**



SUSPENZE

viskozita suspenzí

- relativní viskozita $\eta_r = \eta / \eta_0$
- inkrement rel. viskozity $\eta_i = (\eta - \eta_0) / \eta_0 = \eta_r - 1$
- redukovaná viskozita $\eta_{red} = \eta_i / w$
- inherentní viskozita $\eta_{inh} = \ln \eta_r / w$
- vnitřní viskozita $[\eta] = \lim_{w \rightarrow 0} \eta_{red} = \lim_{w \rightarrow 0} \eta_{inh}$

předpoklad

- tuhé nedeformabilní koule bez elektrického náboje, velké ve srovnání s molekulami disperzního prostředí, ale malé ve srovnání s prostorem, kde nastává proudění

SUSPENZE

Einsteinova rovnice

- $\eta = \eta_0 (1 + 2,5 \cdot \phi)$
- $\eta_r = 1 + 2,5 \cdot \phi$
- $\eta_i = 2,5 \cdot \phi$
- $\phi = w / \rho_2$
- $\eta_{\text{red}} = [\eta] = 2,5 / \rho_2$

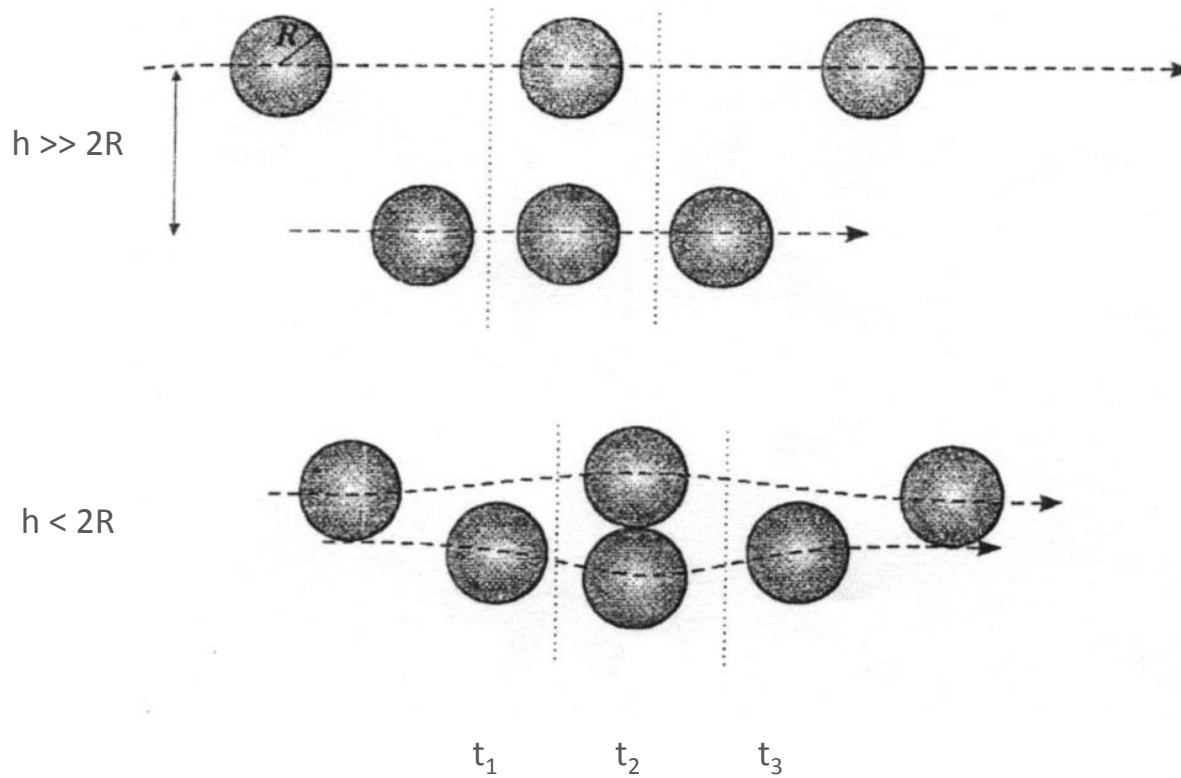
- přírůstek viskozity nezávisí na velikosti částic, **závisí** na **koncentraci** disperzního podílu

SUSPENZE

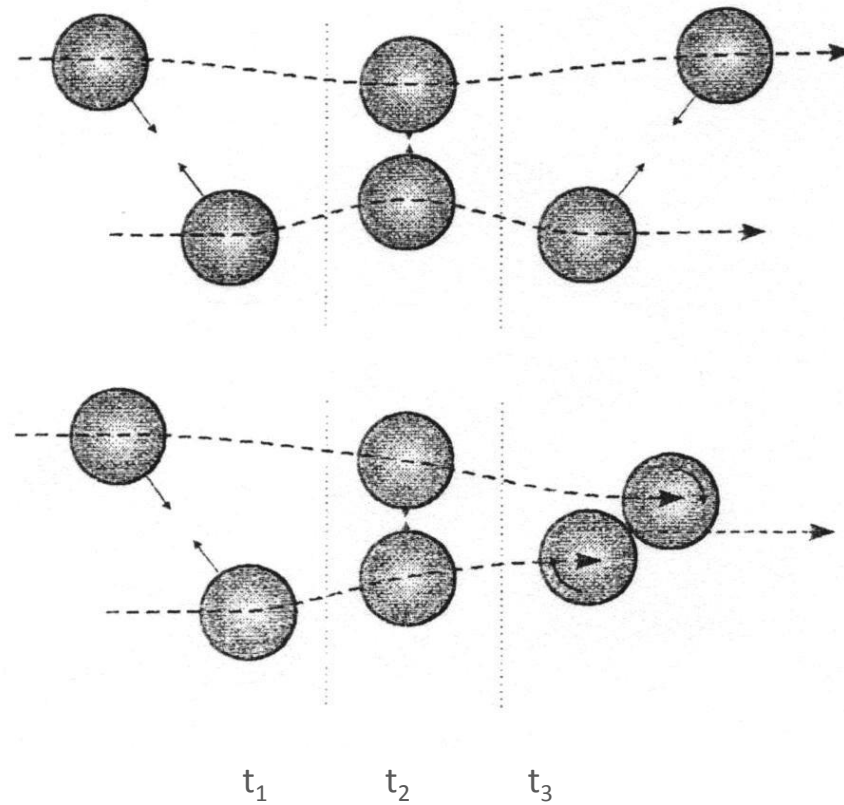
vliv koncentrace

- $\eta = \eta_0 (1 + 2,5 \cdot \phi + k_2 \cdot \phi^2 + k_3 \cdot \phi^3 + \dots)$
- vzájemné ovlivnění částic
- k roste s anizotropií
- změna trajektorie → spotřeba energie → **nárůst viskozity**
- tvorba dubletů → rotační pohyb → spotřeba energie → **nárůst viskozity**

SUSPENZE

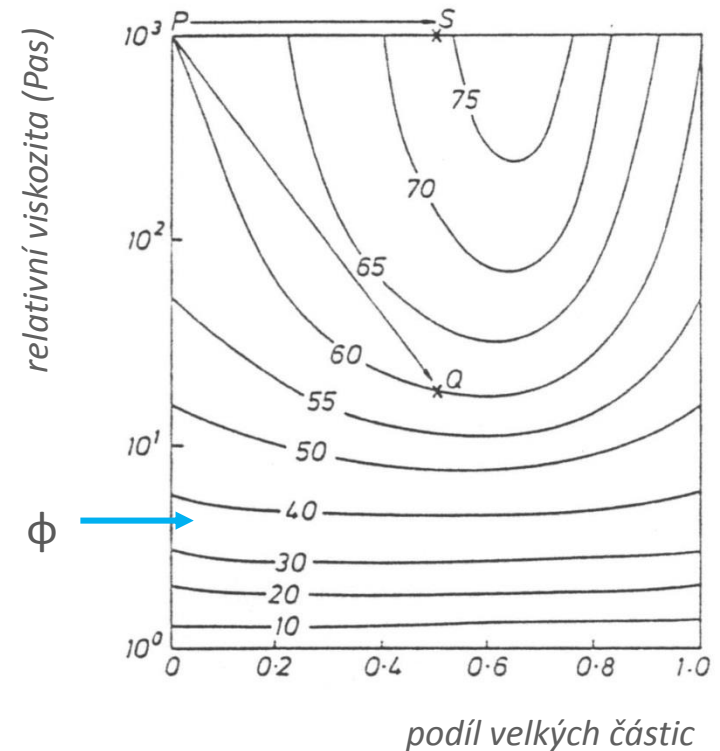


SUSPENZE



SUSPENZE

- maximum packing fraction ϕ_m
- nejtěsnější uspořádání
- $\phi_m = 0,5 - 0,75$ pro monodisperzní systémy
- $\eta = \eta_0 \exp(2,5 \cdot \phi)$



SUSPENZE

vliv adsorpce, solvatace a botnání

- nabotnání disperzním prostředím
- adsorpce na povrchu částice
- vznik solvátového obalu částice

- zvětšení objemu + pohyb vrstvy s částicí → větší objemový zlomek disperzního podílu

efektivní objemový zlomek

- $\phi_e = \phi_0 \left(\frac{t + r}{r} \right)^3$

SUSPENZE

vliv tvaru částic

- anizometrie → rotační pohyb → spotřeba energie → **nárůst viskozity**
- příležitostná rotace silně anizotropních částic o 180° → dvojlom za toku

SUSPENZE

vliv náboje částic

- elektrická dvojvrstva u elektricky nabitých částic

primární elektroviskozitní efekt

- deformace vrstvy smykem → čas na stavbu dvojvrstvy před a za částicí → růst vnitřní viskozity → **nárůst viskozity**
- $[\eta] = 2,5 + f(c) \cdot \zeta^2$ (< 25 mV)
- $f(c)$ – funkce iontové koncentrace a velikosti částic

SUSPENZE

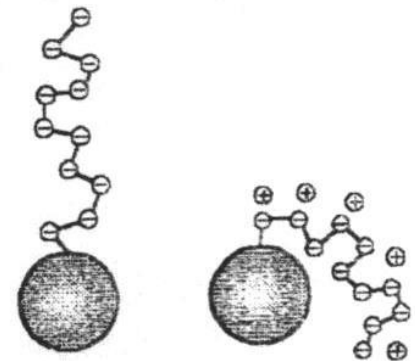
vliv náboje částic

sekundární elektroviskozitní efekt

- odpuzování dvojvrstev → zvětšení efektivního objemu → deformace trajektorií → spotřeba energie → **nárůst viskozity**

terciární elektroviskozitní efekt

- adsorbovaná vrstva tvořena polyelektrolyty
- vliv pH, iontové síly

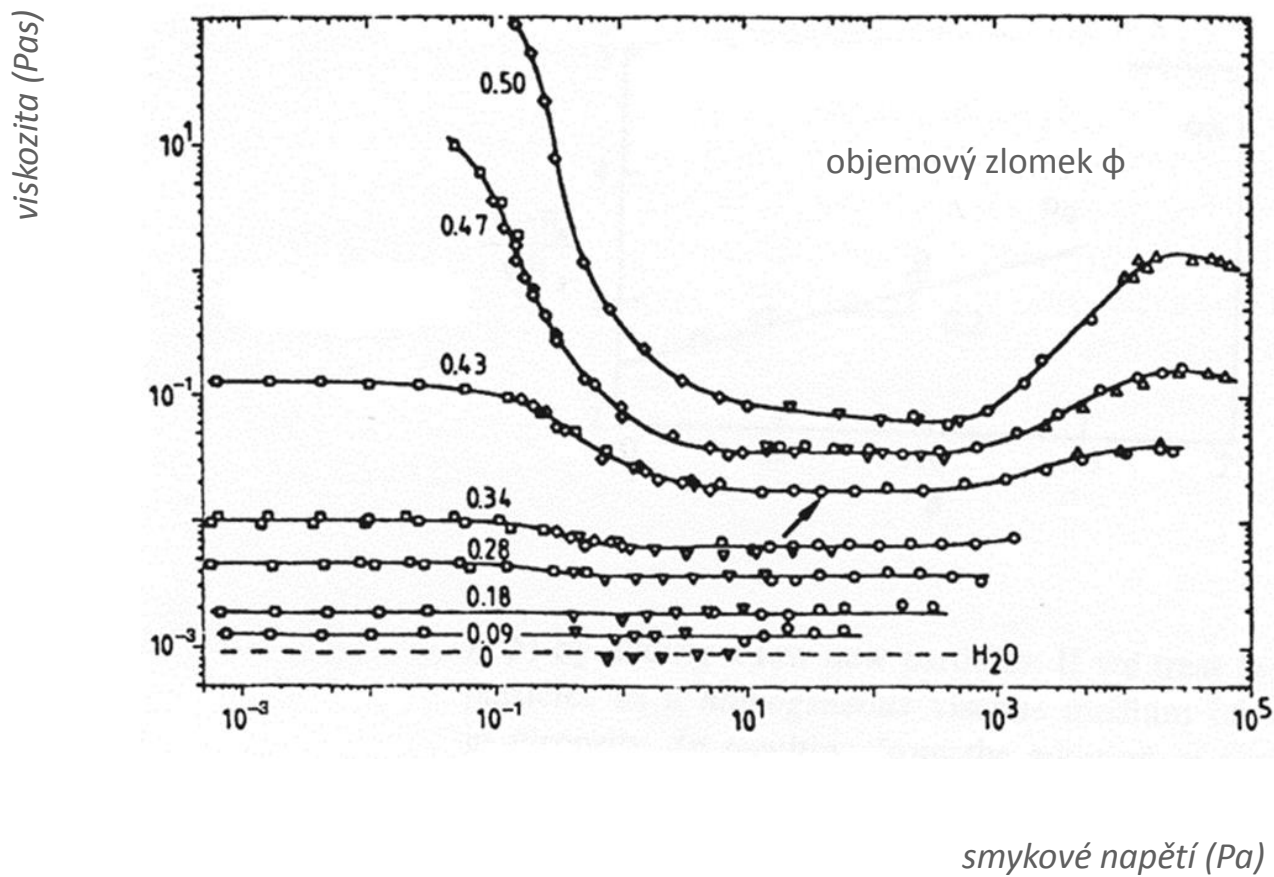


SUSPENZE

vliv smykové rychlosti

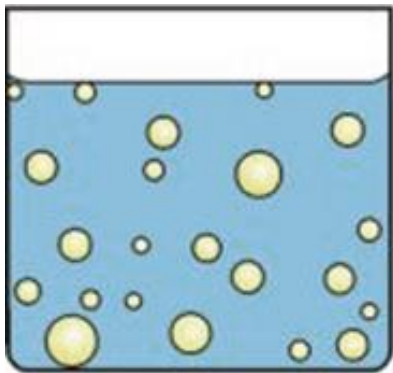
- agregáty → destrukce (dočasných) agregátů → **pokles viskozity**

SUSPENZE

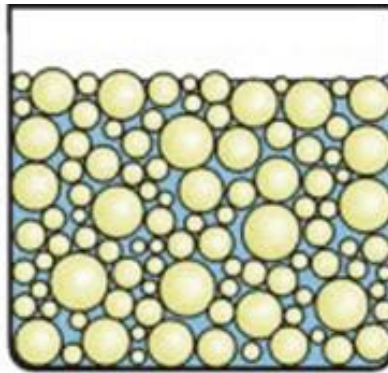


REOLOGIE EMULZÍ

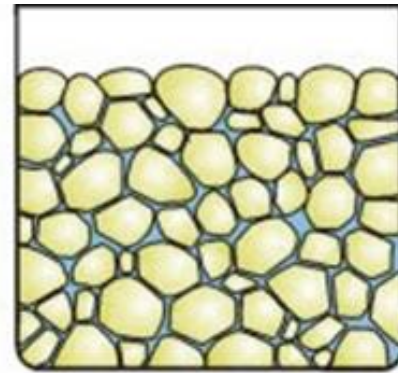
ROZTOKY EMULZÍ



zředěné



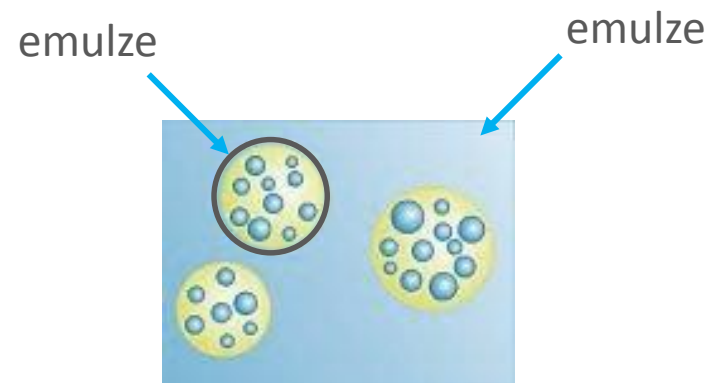
koncentrované



vysoce
koncentrované

ROZTOKY EMULZÍ

- kapky většinou 0,1 – 10 μm
- podmínka omezené mísitelnosti kapalin
- částice nejsou tuhé koule (deformovatelnost)
- dvojitě emulze
- disperzita uvnitř kapek



APLIKACE – KOSMETIKA

- hydrofilní část: voda, zvláčňovadla
- lipofilní část: oleje, tuky, vosky
- emulgátory, solubilizátory
- pomocné látky: koemulgátory, zahušťovadla, konzervanty, antioxidanty, parfémy
- aktivní látky: UV filtry, extrakty, rostlinné oleje, ovocné kyseliny, lipidy, vitamíny, proteiny

APLIKACE – KOSMETIKA

emulze olej ve vodě o/v

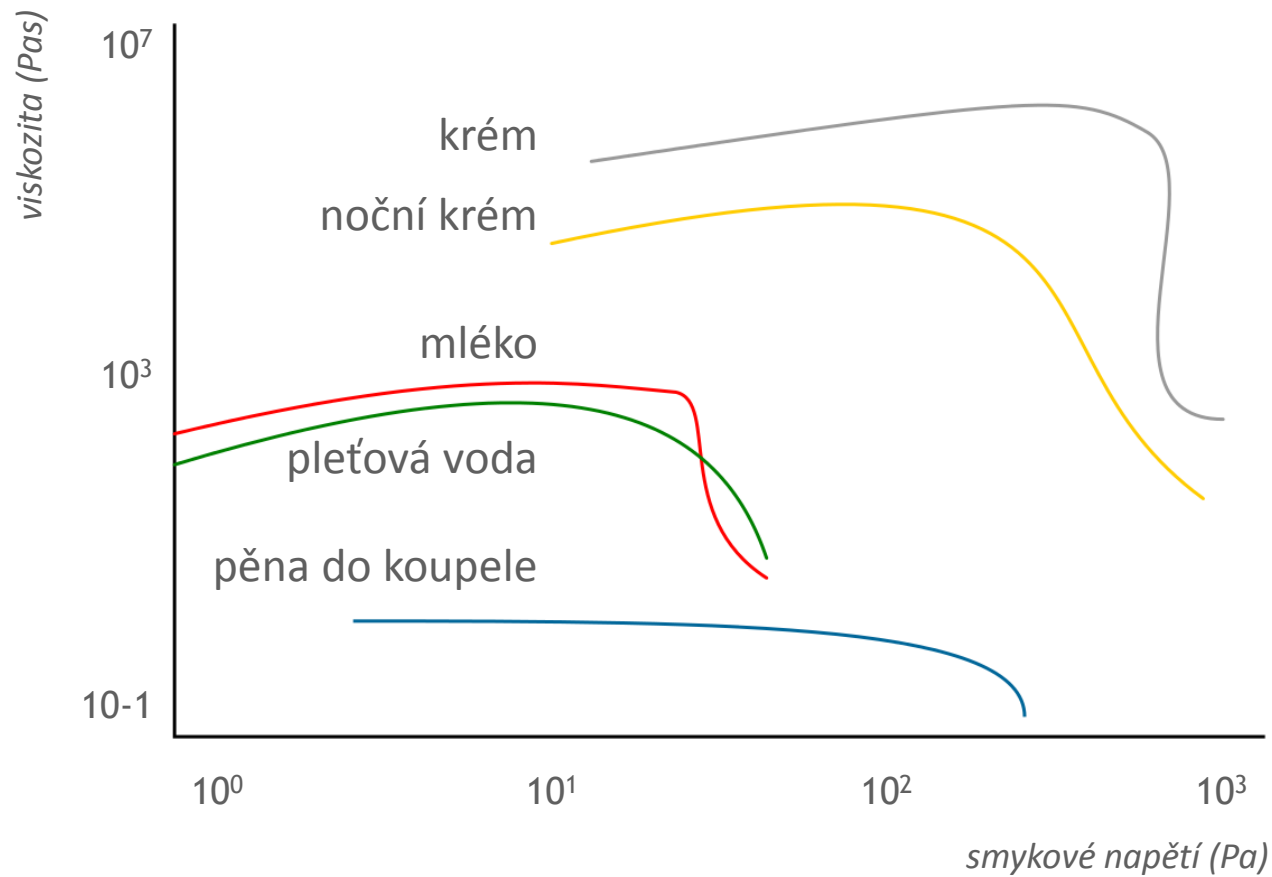
- hydrofilní, ve vodě rozpustná
- malá retence vody
- přípravky na a po opalování
- ochrana pokožky, mastná pleť
- denní krémy
- tělová mléka
- čisticí přípravky

APLIKACE – KOSMETIKA

emulze voda v oleji v/o

- lipofilní, v oleji rozpustná
- afinita k pokožce
- velká retence vody
- vodě odolné, UV ochrana
- ochrana pokožky, suchá pleť
- noční krémy, dětské krémy
- tělová mléka

APLIKACE – KOSMETIKA



APLIKACE – KOSMETIKA

význam reologie

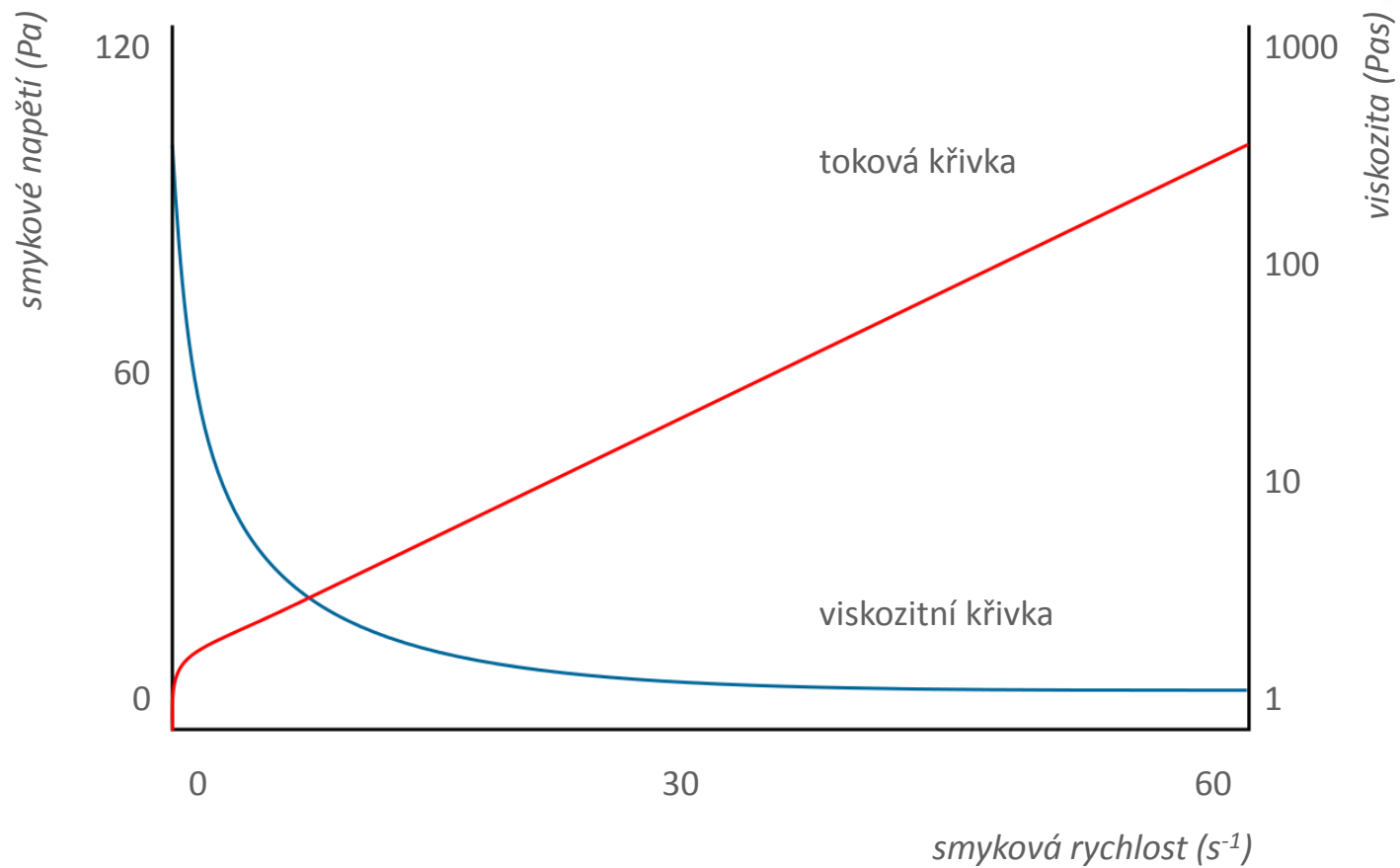
- bezezbytkové využití obsahu, stékání (10 s^{-1})
- pumping (500 s^{-1})
- mez toku
- teplotní stabilita
- 'touch feel'

APLIKACE – POTRAVINY

význam reologie

- roztíratelnost (máslo, sýr)
- tixotropie (kečup, jogurt)
- reopexie (škrob)
- teplota (gelace)
- mez toku (čokoláda, kečup, omáčka)
- 'mouth feel'

APLIKACE – čokoláda 40°C



APLIKACE – med

