

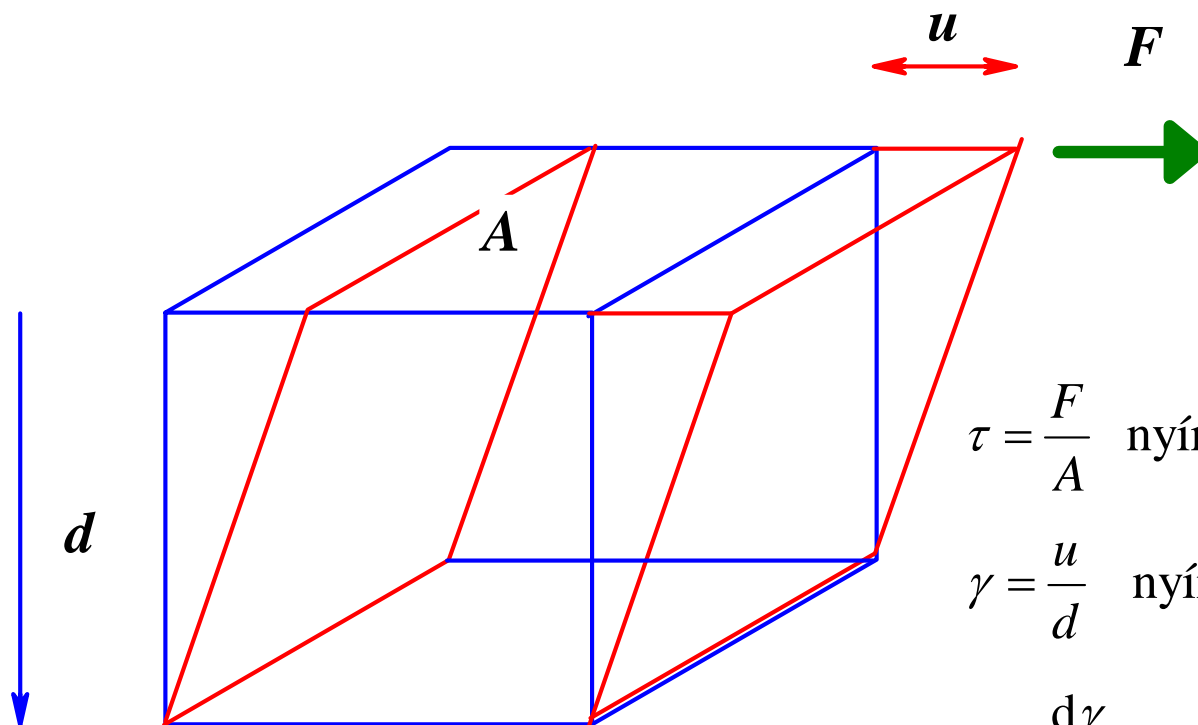
Reológia

Mérési technikák

Reológia

- Testek (és folyadékok) külső erőhatásra bekövetkező deformációját, mozgását írja le.
- A deformációt irreverzibilisnek nevezzük, ha a az erőhatás megszűnése után a test nem nyeri vissza eredeti alakját (folyás)
- A deformáció reverzibilis, ha az erőhatás után a test visszanyeri eredeti alakját (elasztikus)

Alapfogalmak



$$\tau = \frac{F}{A} \text{ nyíró feszültség}$$

$$\gamma = \frac{u}{d} \text{ nyírási deformáció } \left(\frac{dx}{dy} \right)$$

$$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt} \text{ nyírási deformáció sebessége } \left(\frac{dx}{dy dt} \right)$$

- Nyírófeszültség (τ , Pa): Egységnyi felületre ható nyíróerő
- Sebességgradiens (D , s^{-1}): a deformáció sebessége
- Viskozitás (η , Pa·s): A folyadékok egymáshoz viszonyított elmozdulásával szembeni belső ellenállás mértéke (belső súrlódás).

Alapfogalmak

- A viszkozitás (η , Pas):

Definíció ideális testekre és folyadékokra:

$$\eta = \frac{\tau}{D}$$

Általános definíció:

$$\eta = \frac{\tau^n}{D}$$

Alapfogalmak

Reológiai alaptípusok

- Ideálisan rugalmas (elasztikus) testek: A deformáció mértéke arányos az azt kiváltó erőhatással.

$$\frac{dx}{dy} = \frac{\tau}{G}$$

- Ideálisan viszkózus (Newtoni) testek: A deformáló erő hatására azzal arányos sebességű áramlás jön létre.

$$\tau = \eta D$$

- Ideálisan képlékeny (plasztikus) testek: Egy bizonyos nyírófeszültség értékig (τ_0) nincs deformáció (mozgás), ezt követően ideálisan viszkózus anyagként viselkedik (Bingham testek).

$$\tau - \tau_0 = \eta D$$

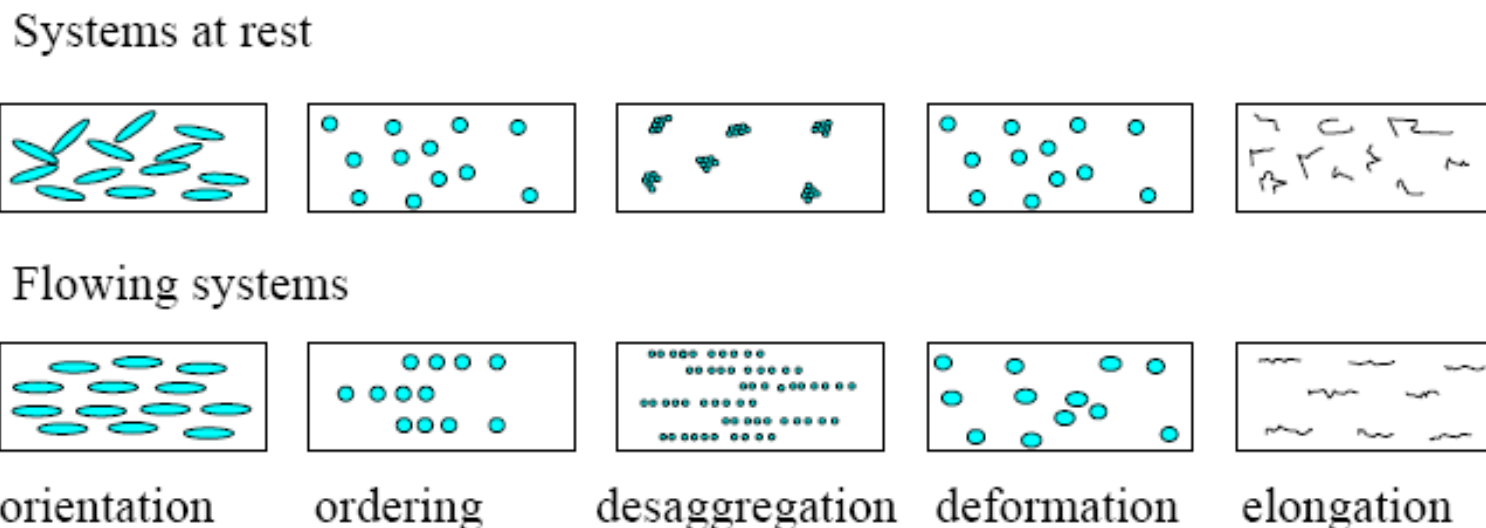
Alapfogalmak

Reológiai alaptípusok

Nem Newtoni testek

(a viszkozitás függ a nyírófeszültségtől)

- Nyírásra vékonyodó (szerkezeti viszkózus) testek: Növekvő nyírási erőre az anyag folyósabbá válik, viszkozitása csökken (festékek, folyékony ragasztók, vér, stb.). Lehetséges okok:



Alapfogalmak

Reológiai alaptípusok

Nem Newtoni testek

(a viszkozitás függ a nyírófeszültségtől)

- Nyírásra vastagodó (szerkezeti viszkózus) testek: Növekvő nyírási erőre az anyag szilárdabbá válik, viszkozitása növekszik (nedves homok, keményítő szuszpenzió stb.). Lehetséges okok:
 - Makromolekulák összegabalyodnak
 - A hidratált részecskék egymáshoz viszonyítva úgy tudnak elmozdulni, hogy a hidrátburok torzul, melyhez nagy erőhatás szükséges
- <http://www.youtube.com/watch?v=3zoTKXXNQIU&NR=1&feature=fvwp>
- <http://www.youtube.com/watch?v=f2XQ97XHjVw>

Alapfogalmak

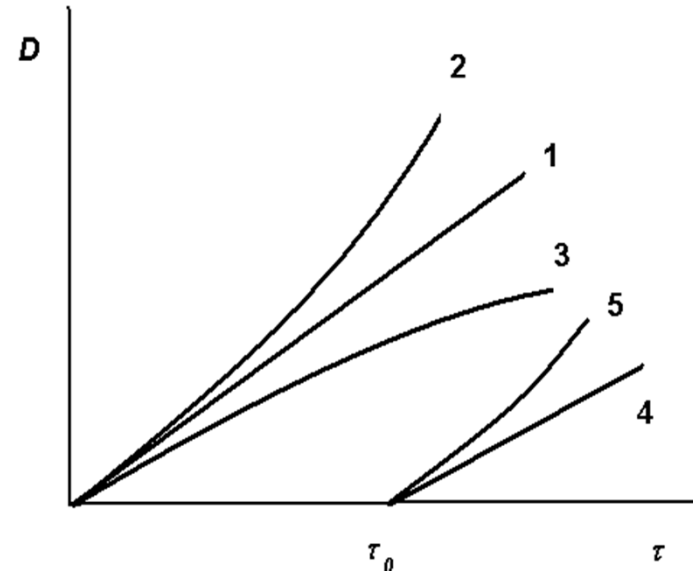
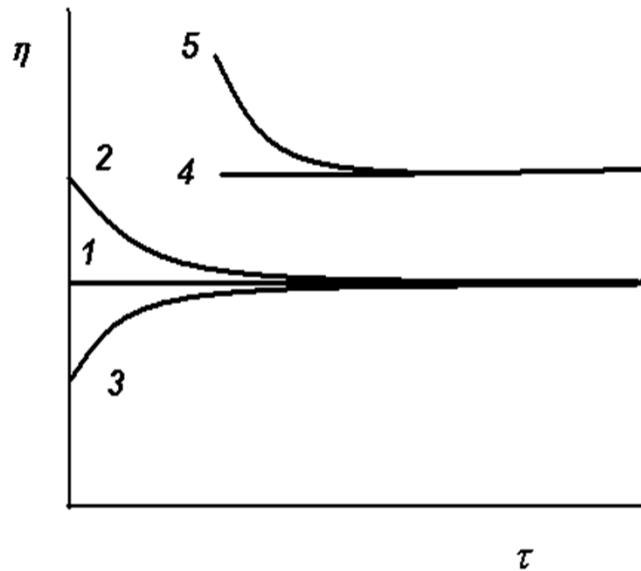
Reológiai alaptípusok

Nem Newtoni testek

(a viszkozitás függ a nyírófeszültségtől)

- Pseudoplasztikus anyagok: folyáshatárral rendelkező, szerkezeti viszkozitást mutató anyagok (joghurt, hajzselé, kocsonya). A koherens rendszer összetörhető, mellyel folyóssá válik. Későbbi dezaggregáció, rendeződés magyarázza a szerkezeti viszkozitást.
- Tixotrópia: Az anyag reológiai viselkedése függ annak előéletétől, az eredeti szerkezet visszarendeződése nem pillanatszerű, a viszkozitás időfüggést mutat.

Viszkozitás és folyásgörbék



1. Ideálisan viszkózus, 2. nyírásra vékonyodó, 3. nyírásra vastagodó, 4. Bingham test, 5. pszeudo-plasztikus

Tixotrópia



Mérési technikák

Szedimentáció

- Részecskeméret meghatározása ülepedési sebesség alapján

- Ülepedést létrehozó erőhatás (F_s): gravitációs erő és a felhajtóerő különbsége:

$$F_s = mg - mgV\rho_l \quad m = \frac{4}{3}r^3\pi\rho_s$$

- Egyensúlyban a súrlódási erő kiegyenlíti az ülepedést létrehozó erőhatást

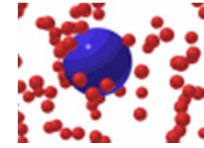
$$F = 6\pi\eta rv$$

- Így:

$$v = \frac{2}{9} \frac{r^2 g (\rho_s - \rho_l)}{\eta}$$

- m : a részecske tömege(kg), V : részecske térfogata (m^3), r : részecske sugara (m),
 η : a közeg viszkozitása (Pas), ρ_l és ρ_s a folyadék és szilárd anyag sűrűsége, v :
ülepedési sebesség (m/s)

Brown mozgás



- Külső erőhatás nincs (öndiffúzió)
- Minden részecske azonos kinetikus energiával jellemezhető:

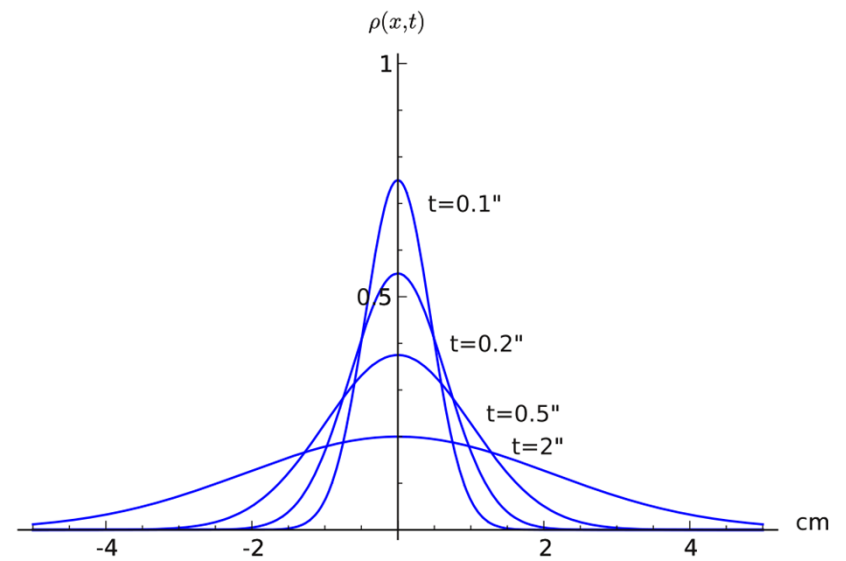
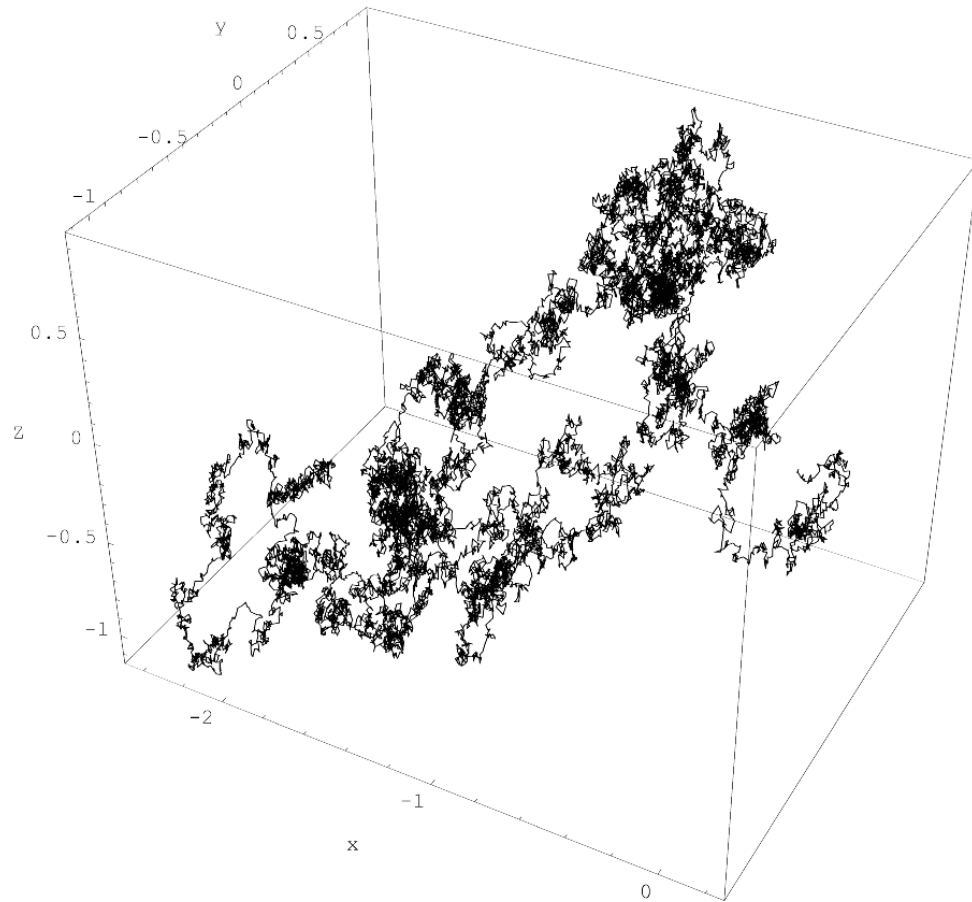
$$\bar{E}_{kinetic} = \frac{3}{2}kT$$

- Az egyedi részecskék mozgásának nincs kitüntetett iránya (véletlenszerű, cikk-cakk), egymással ütközhetnek.
- Adott „t” idő alatt megtett távolság adott tengely mentén ($\langle x \rangle$):

$$\langle x \rangle = \sqrt{2Dt}$$

D: diffúziós együttható

Brown mozgás



Einstein-Stokes egyenlet

- A diffúziós együttható értéke(D) függ a súrlódási együtthatótól (f):

$$Df = kT$$

- Gömb alakú részecskékre:

$$f = 6\pi\eta r$$

- Einstein-Stokes egyenlet:

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r} = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A}$$

D : diffúziós együttható(m^2/s), k : Boltzmann konstans (J/K),
 r : részecskesugár (m), η : viszkozitás (Pas); T : hőmérséklet (K),
 N_A : Avogadro szám($1/\text{mol}$), R : gázállandó ($\text{J}/\text{K}\cdot\text{mol}$)

Mérési technikák

Ultracentrifugálás

- A szedimentáció kiterjesztése kolloid rendszerekre.
- Molekulatömeg és részecskeméret meghatározása, elválasztás
- Nagy forgási sebességű rotor használata

Fényszórás

- A kolloid részecskék méretüktől és alakjuktól függően eltérő mértékben szórják a fényt.
- A szórt fény intenzitása arányos a részecskék méretével.
- A szórt fény szögfüggéséből a részecskék alakja meghatározható.
- Dinamikus fényszórással a részecskék mozgása is vizsgálható