

Deformáció és törés

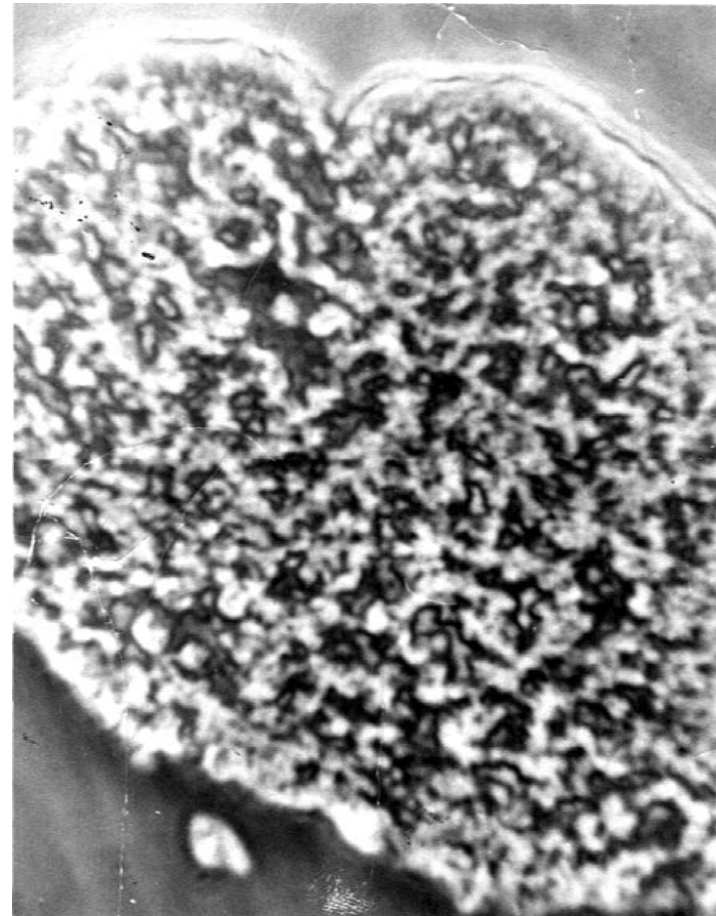
- Bevezetés
- Állapotok
 - halmaz
 - fázis
 - fizikai
- Folyás, viszkozitás
 - idő- és nyírásfüggés
 - tényezők
- Elasztikus deformáció
 - analógiák
 - modellek
- Üveges és kristályos anyagok deformációja
 - kényszerelasztikus deformáció
 - tényezők
- Törés, ütésállóság
 - törés típusai
 - lineáris törésmechanika
 - ütésállóság

Bevezetés

- Hajlékony lánc, kölcsönhatások, szerkezet
- Kölcsönhatások és belső energia – állapotok
- Fizikai állapotok, átmenetek – feldolgozás, felhasználás
- Összetett deformáció, párhuzamos mechanizmusok
- Törés – gyakorlati jelentőség

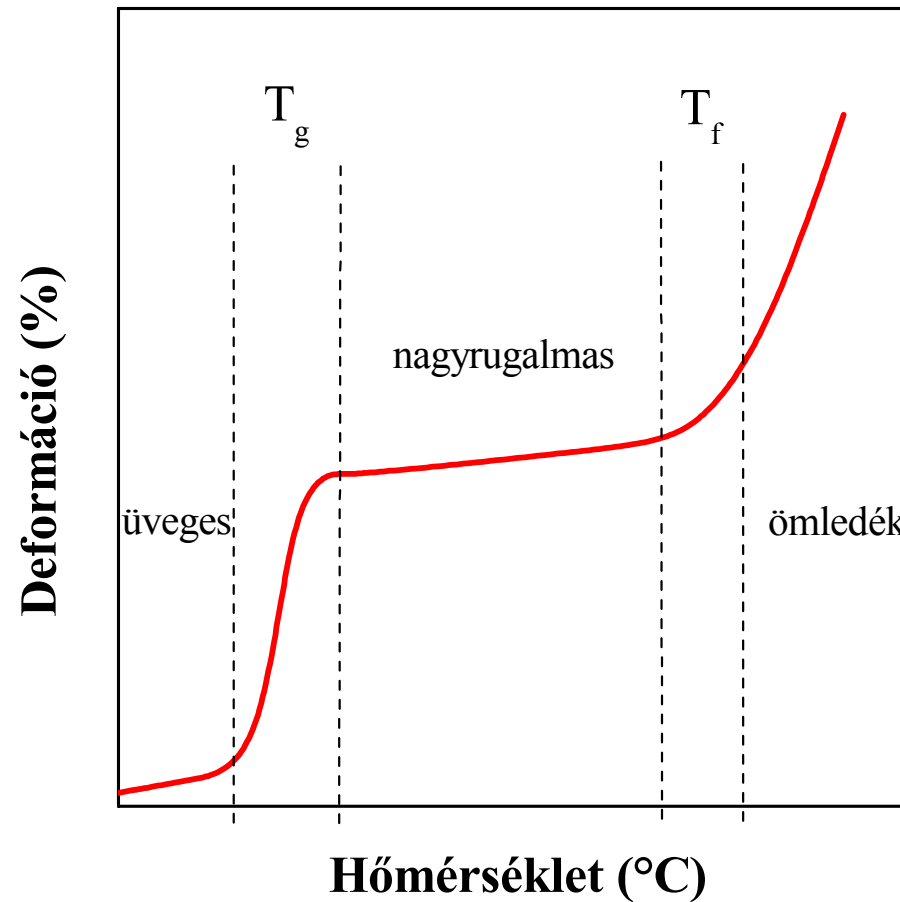
Halmaz, fázis, fizikai állapot

- Halmazállapot: gáz, folyadék, **szilárd**
- Fázisállapot: kristályos, amorf – rendezettség
- Fizikai állapot
 - ömledék
 - nagyrugalmas
 - üveges



Halmaz, fázis, fizikai állapot

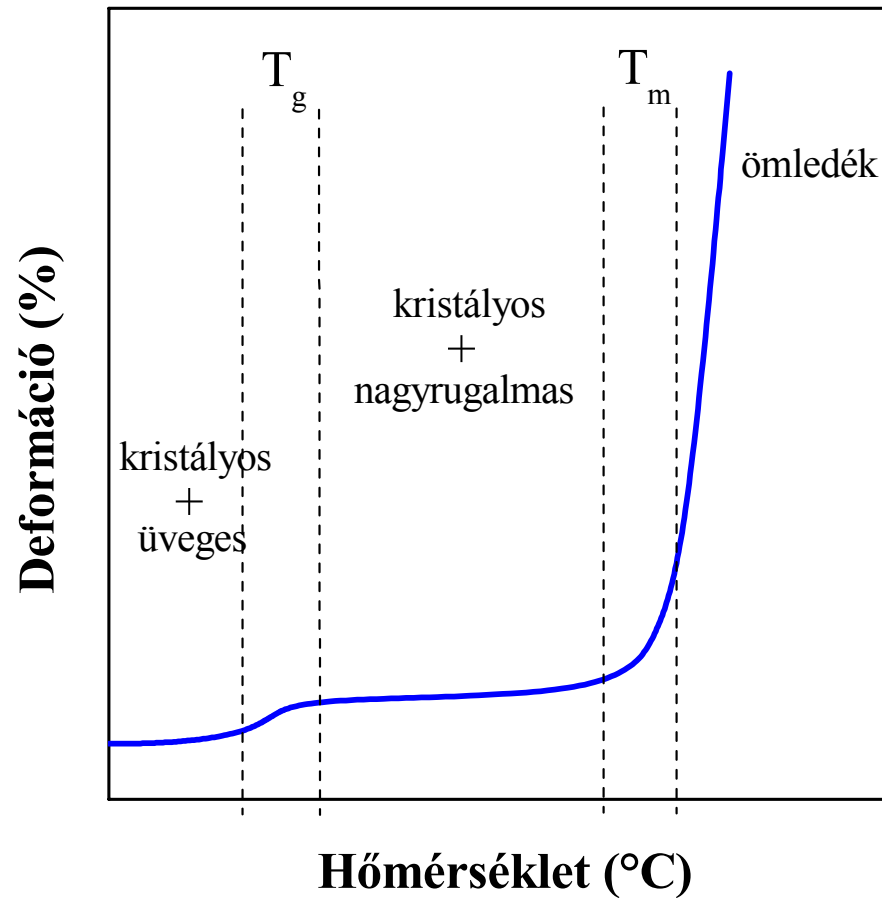
Termomechanikai görbe



Amorf polimer – jellemző hőmérséklet: T_g

Halmaz, fázis, fizikai állapot

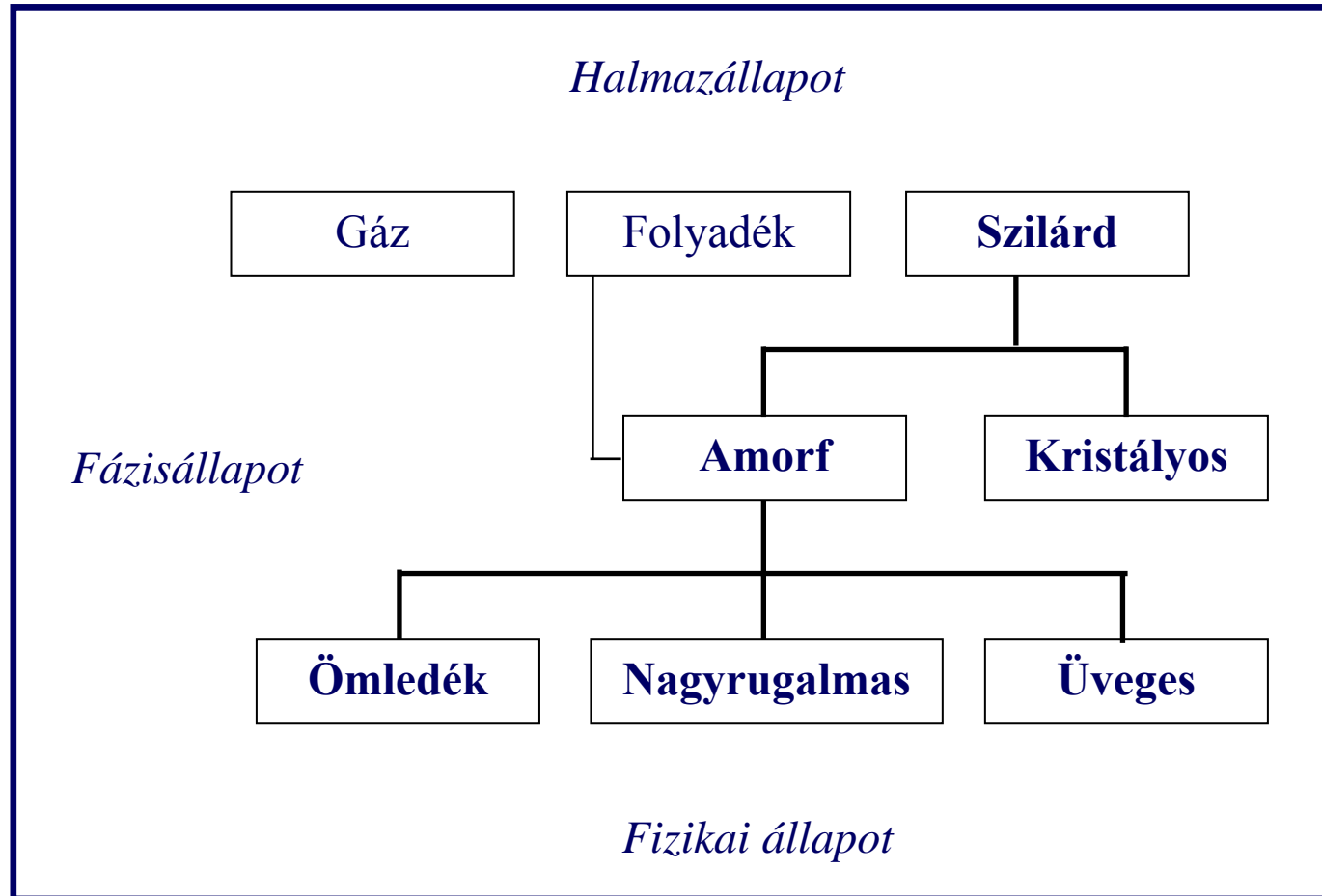
Termomechanikai görbe



Kristályos polimer – jellemző hőmérséklet: T_m

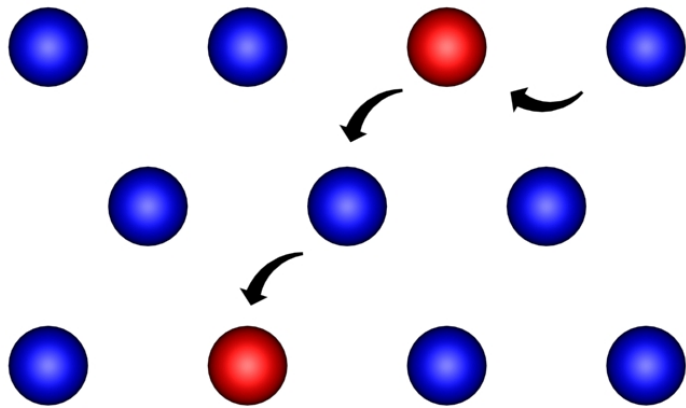
Halmaz, fázis, fizikai állapot

Összefüggések

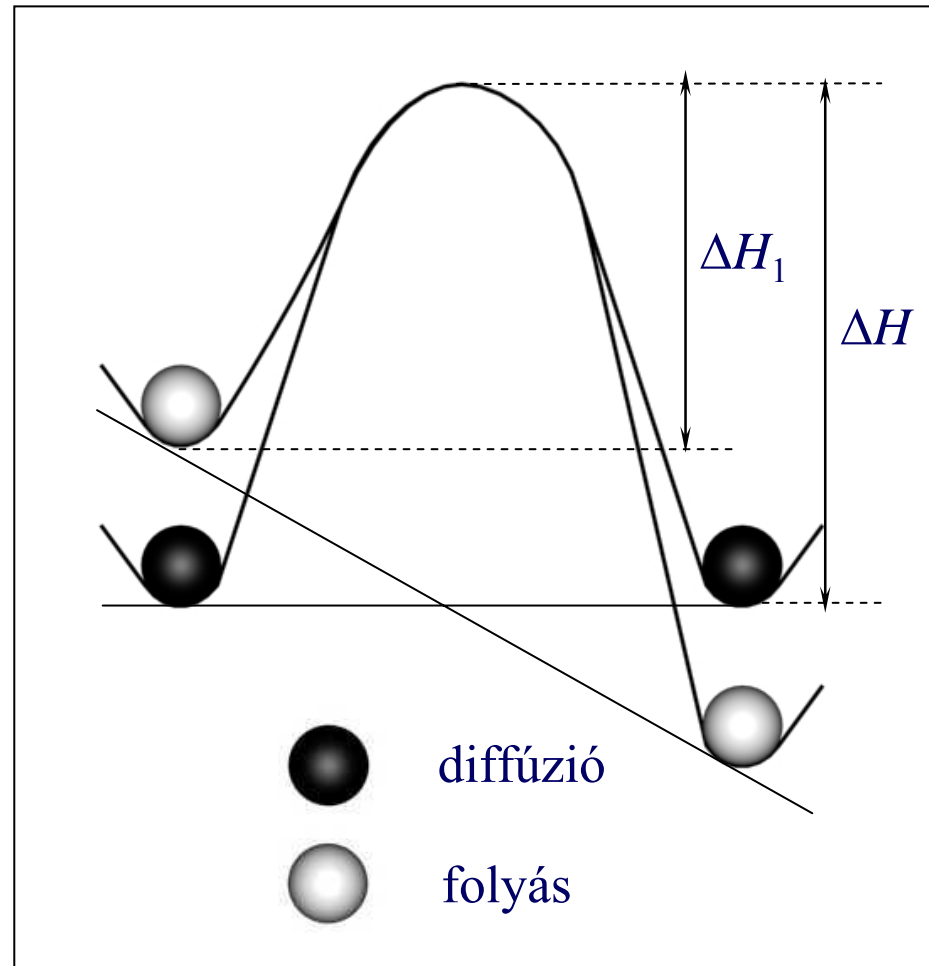


Folyás, viszkozitás

Mechanizmus



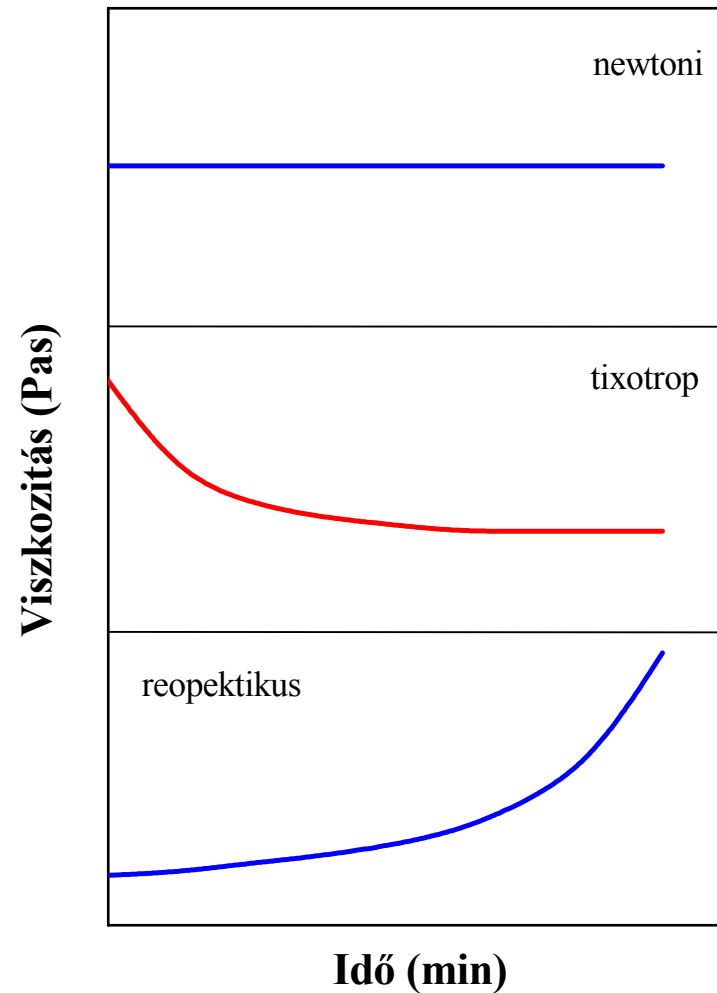
Folyási egység:
szegmens



Folyás, viszkozitás

Időfüggés

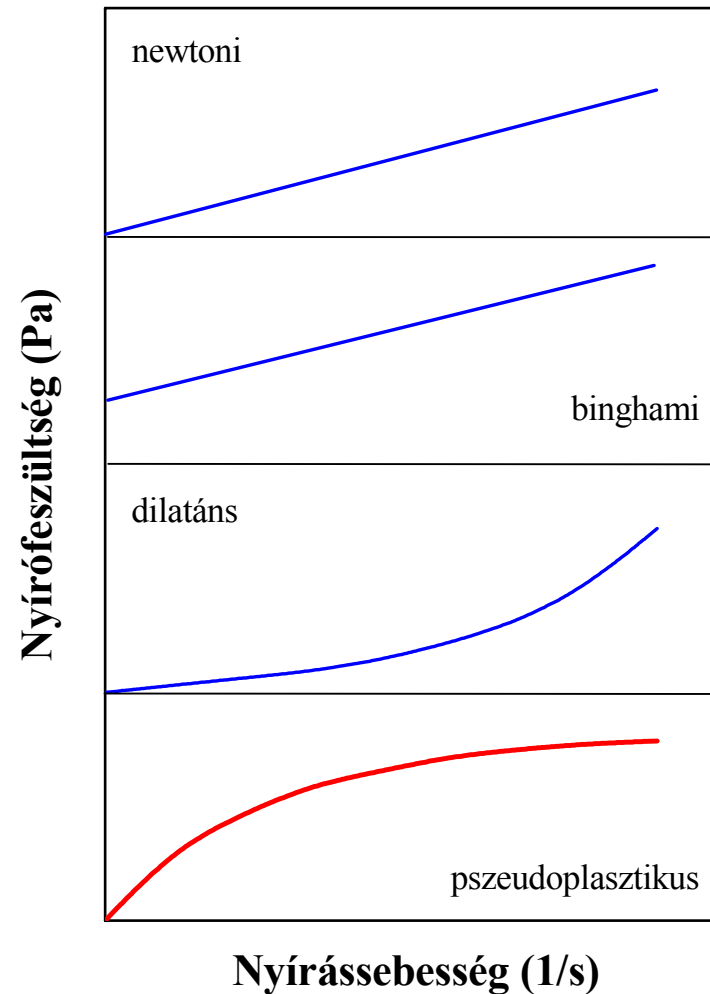
- Viszkoelasztikus hatások
- Szerkezeti hatás
 - newtoni folyadék
 - tixotróp anyag
 - reopektikus folyadék



Folyás, viszkozitás

Nyírásfüggés

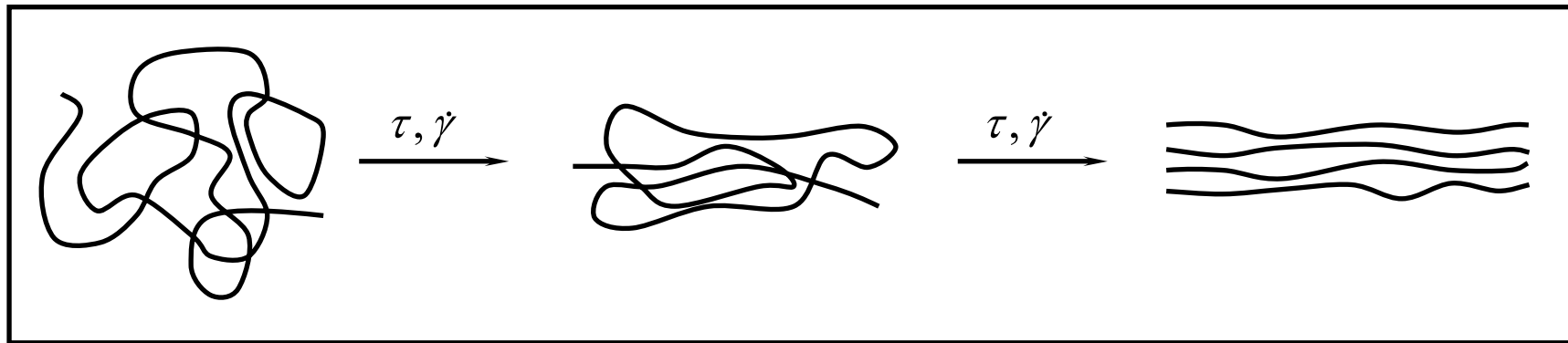
- newtoni folyadékok
- Bingham testek
- dilatáns folyadékok
- **pszeudoplasztikus anyagok**



Folyás, viszkozitás

Jellemzők

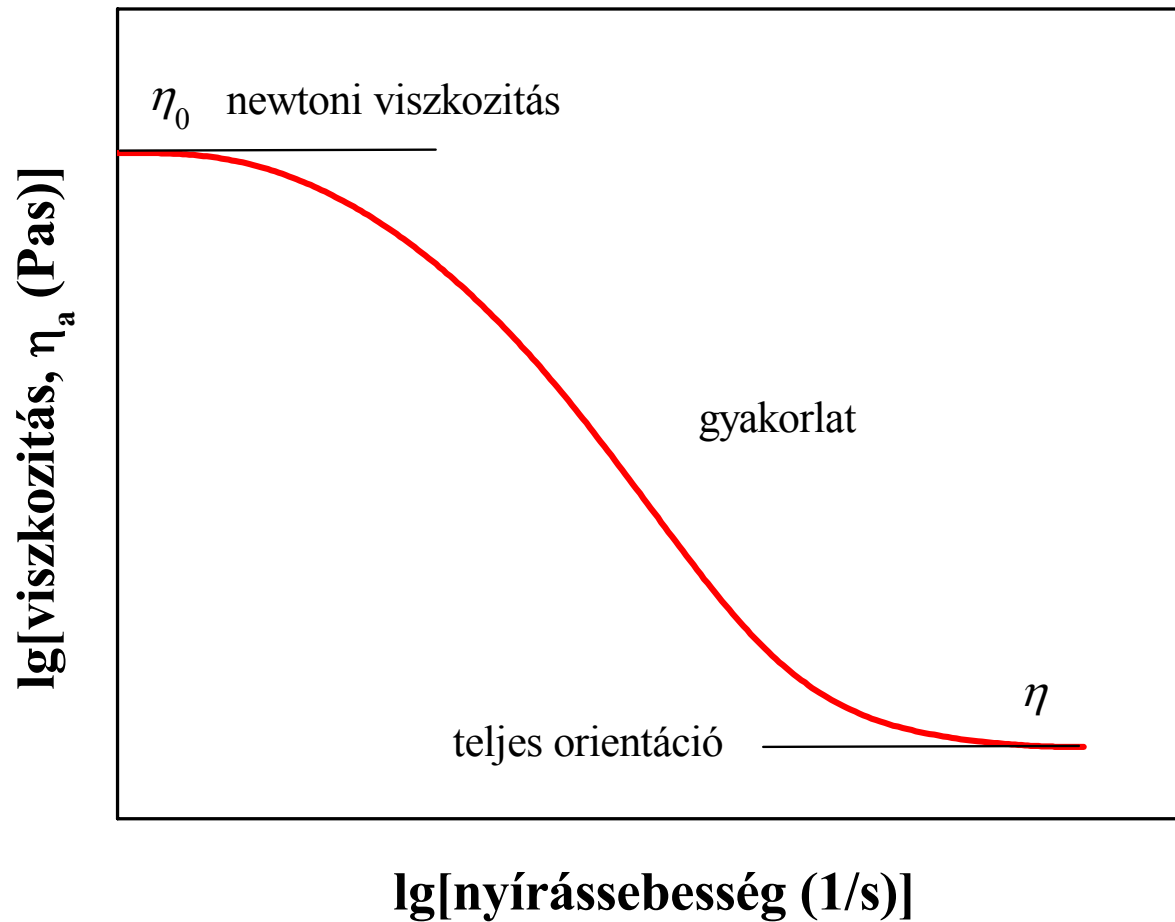
- helyváltoztatás
- konformációváltozás, **orientáció**
- szerkezeti hatások, **fizikai térháló**



időfüggés
nyírásfüggés

Folyás, viszkozitás

Meghatározó tényezők – nyírás



$$\tau = k \dot{\gamma}^n$$

Folyás, viszkozitás

Meghatározó tényezők

- Molekulatömeg

$$\eta_0 = k' M_n^\alpha$$

- Hőmérséklet

$$\eta = A e^{\frac{\Delta E}{RT}}$$

$$\log \frac{\eta}{\eta_0} = - \frac{C_1 (T - T_0)}{C_2 + T - T_0}$$

- Nyomás

$$\eta = A \exp\left(\frac{B V_0}{V_f}\right)$$

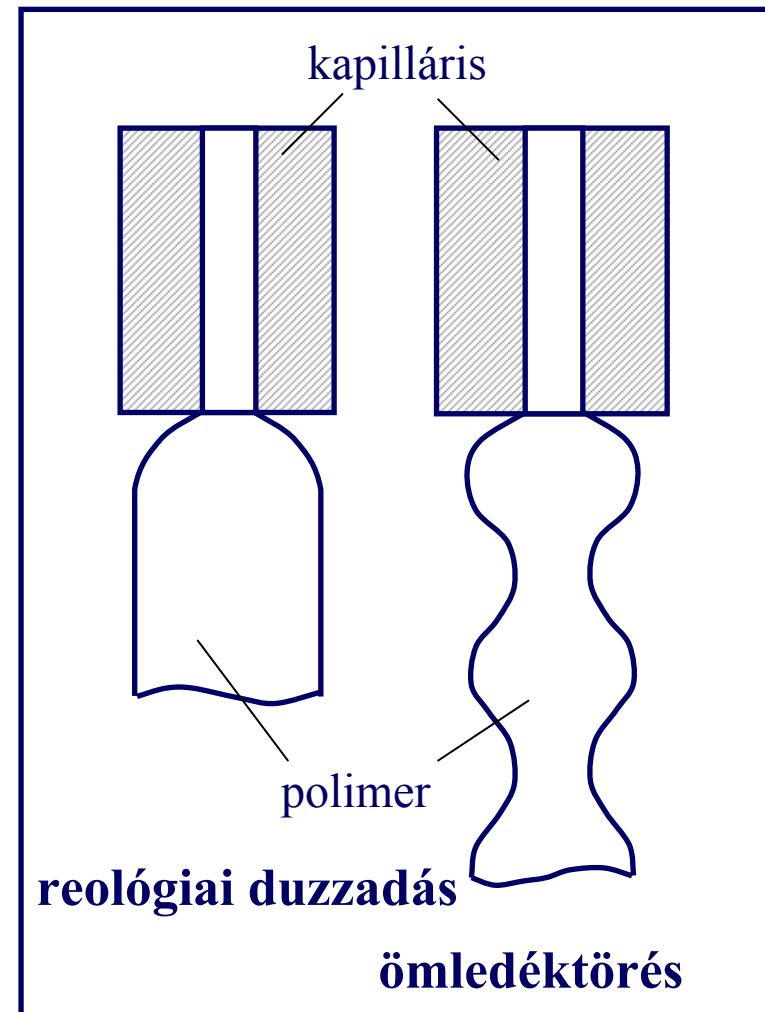
- Egyéb

- nyírási folyás
- degradáció, térhálósodás
- adalékok

Folyás, viszkozitás

Folyási anomáliák; mérés

- Folyási anomáliák
 - reológiai duzzadás
 - rugalmas turbulencia
- Reológiai jellemzők mérése
 - kapilláris viszkoziméterek
 - rotációs viszkoziméterek
 - plasztográf



Elasztikus deformáció

Kinetika - fenomenológiai modellek

Ideális testek

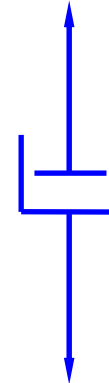
- Hooke rugalmas



$$\sigma = E \varepsilon$$

- Ideálisan viszkózus (nevtoni)

$$\tau = \eta \frac{d\gamma}{dt}$$



- Polimerek: **az elemek kombinációja**

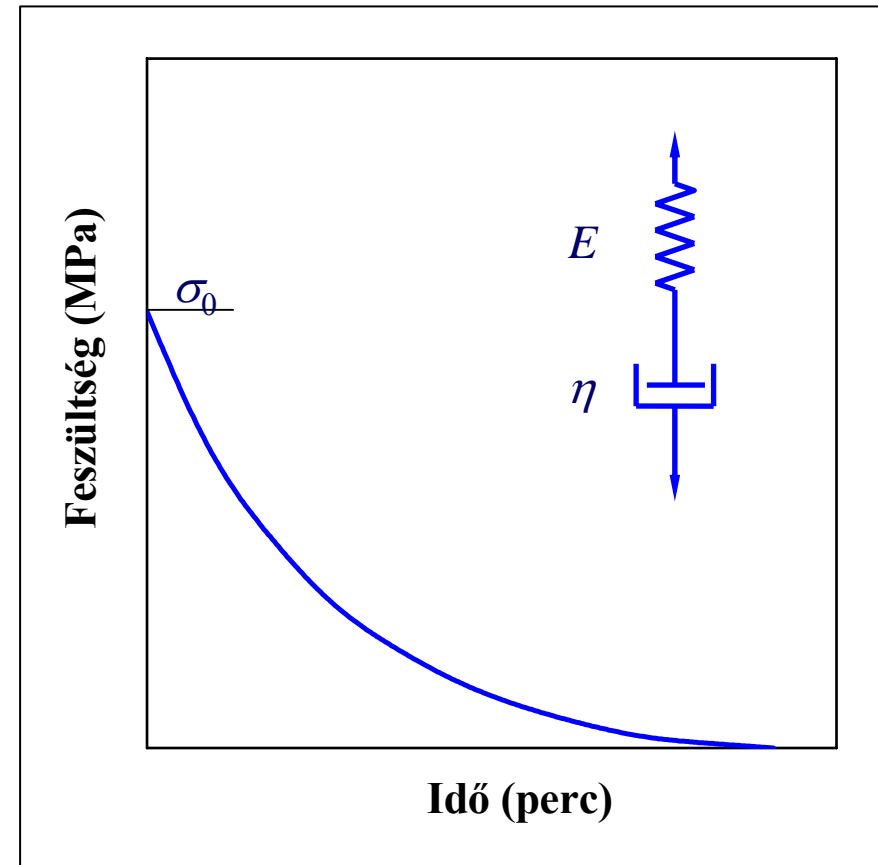
Elasztikus deformáció

Fenomenológiai modellek

- Maxwell modell – feszültség relaxáció
- Állandó nyújtás
- Azonos feszültség

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{E}{\eta} \sigma = 0$$

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E}{\eta} t\right)$$



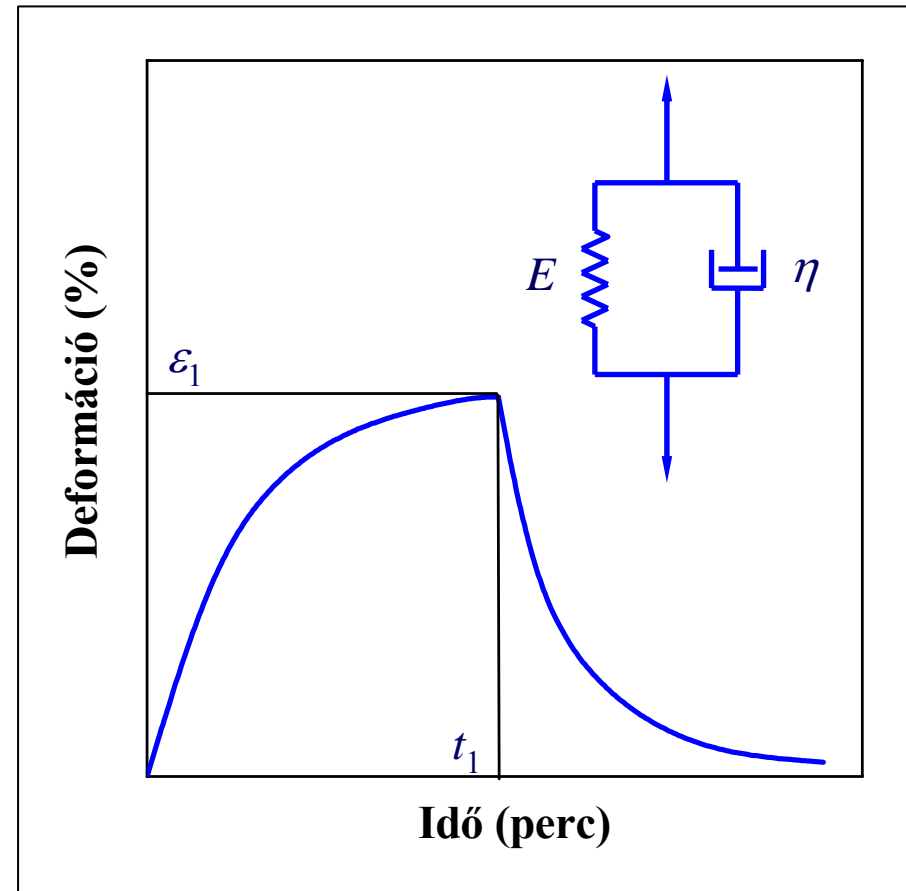
Elasztikus deformáció

Fenomenológiai modellek

- Voigt-Kelvin modell – kúszás
- Állandó feszültség
- Azonos nyúlás

$$\frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{E}{\eta} \varepsilon = \frac{\sigma_0}{\eta}$$

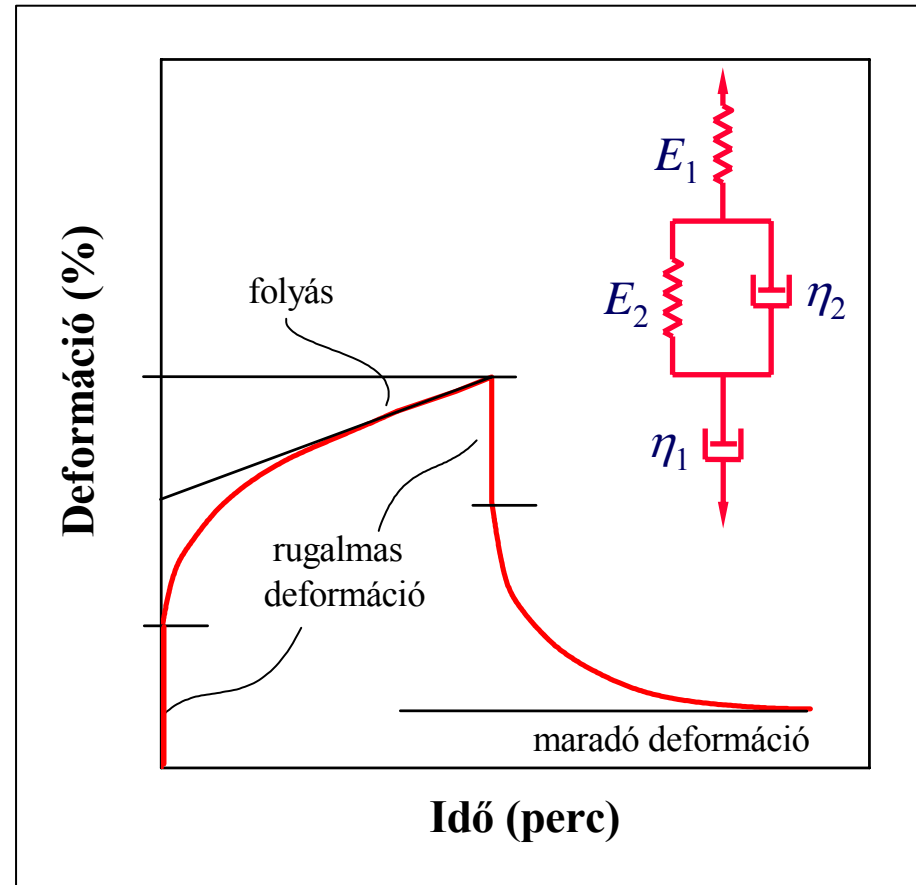
$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} \left[1 - \exp\left(-\frac{E}{\eta} t\right) \right]$$



Elasztikus deformáció

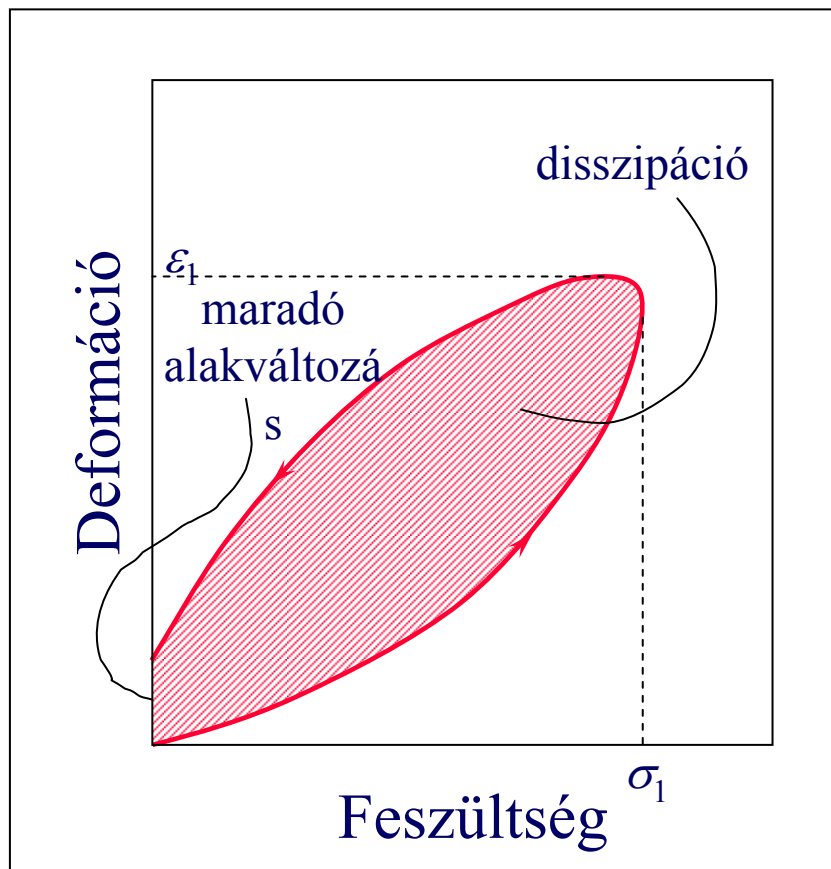
Fenomenológiai modellek

- Burgers modell
- Állandó feszültség
- **A polimerek deformációjának összes jellegzetességét mutatja.**
- Relaxációs idők
- Általánosított modellek
- Formai leírás



Elasztikus deformáció

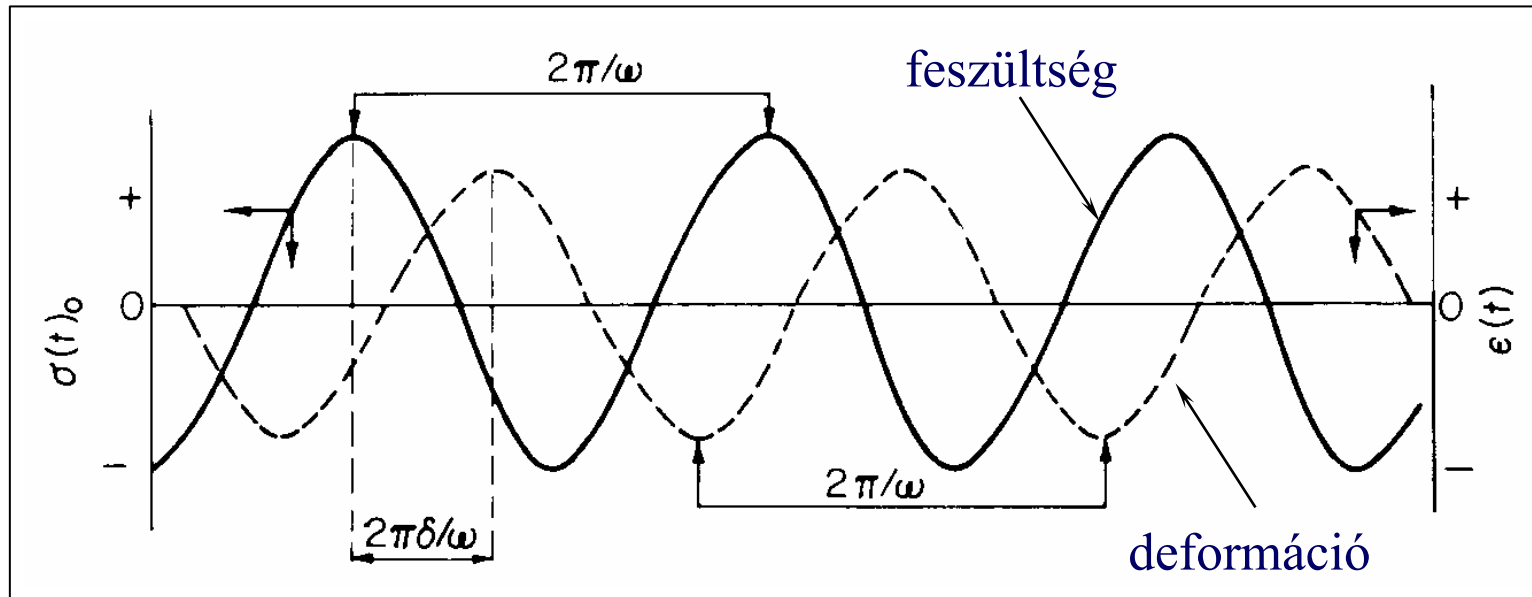
Rugalmas hiszterézis, veszteség



Abroncok melegedése, élettartam

Elasztikus deformáció

Periodikus igénybevétel, fáziskésés



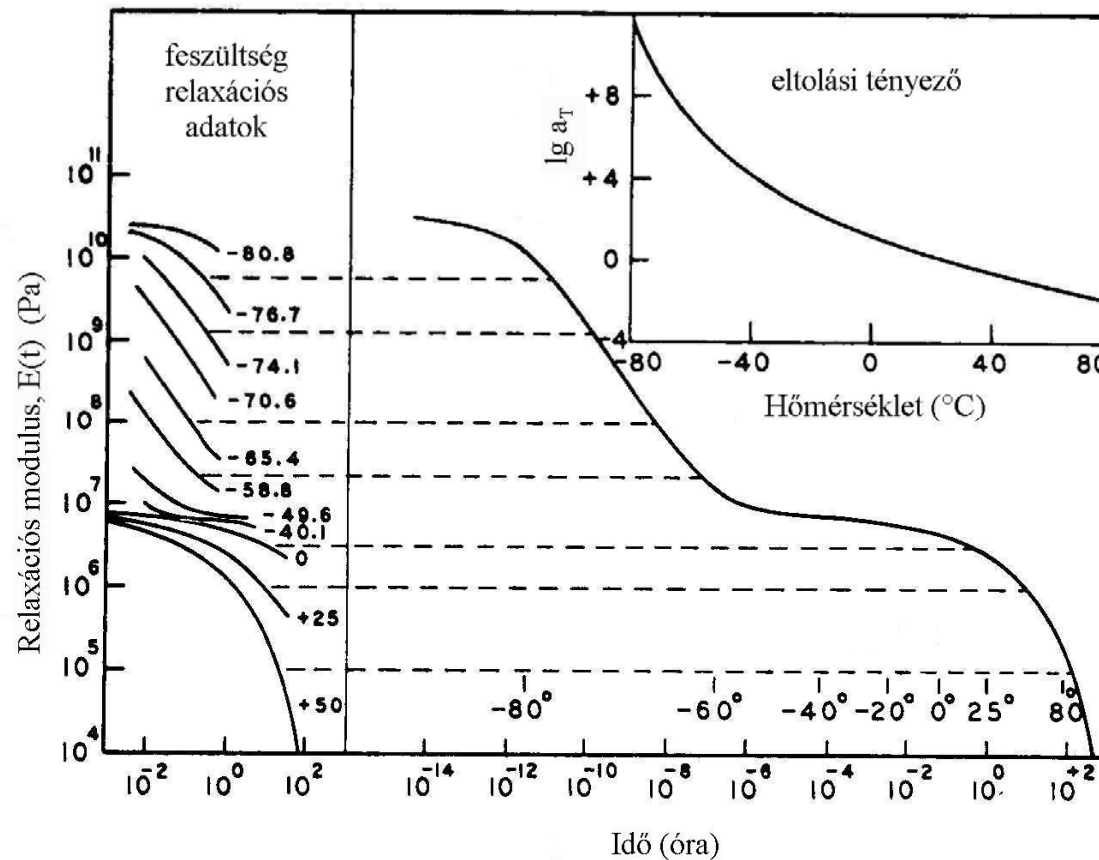
$$E^*(\omega) = E'(\omega) + iE''(\omega)$$

Komplex modulus

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{E''}{E'}$$

Elasztikus deformáció

Hőmérséklet–idő szuperpozíció



$$\log a_T = \frac{C_1 (T - T_0)}{C_2 + T - T_0}$$

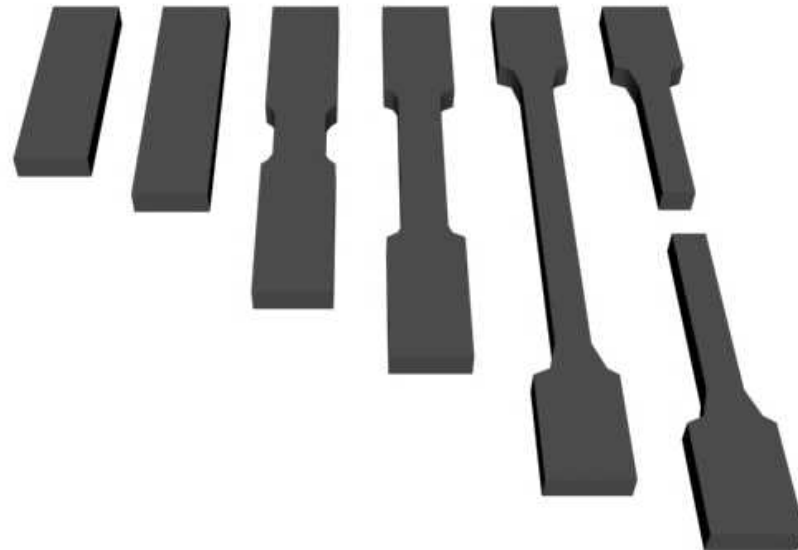
$$\log a_T = \log \frac{t_T}{t} = \log \frac{\tau_r(T)}{\tau_r}$$

**Idők viszonya,
relatív viselkedés.**

Üveges és kristályos anyagok

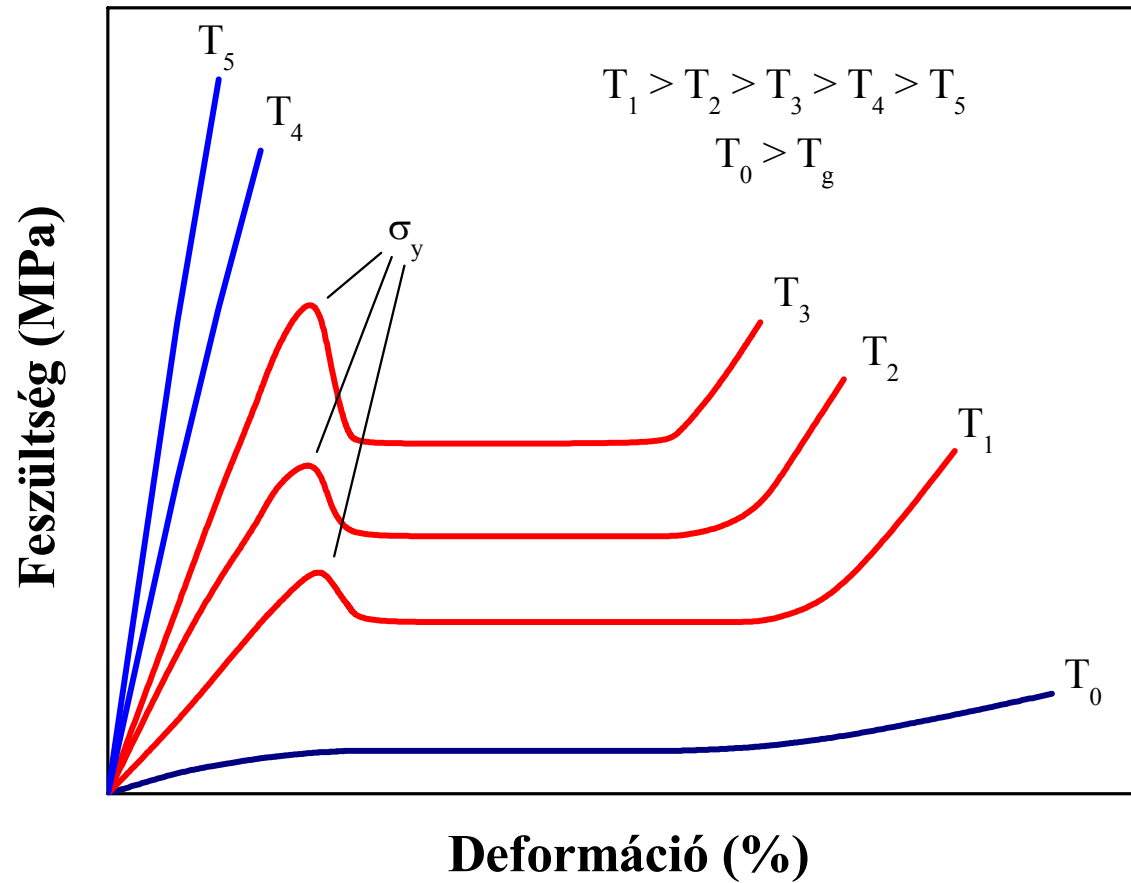
Nyakképződés

- Különböző mechanizmus
- Amorf: molekulakötegek elcsúszása.
- Kristályos: a szerkezet átalakulása.
- Kémiai szerkezet és hőmérséklet hatása.



Üveges és kristályos anyagok

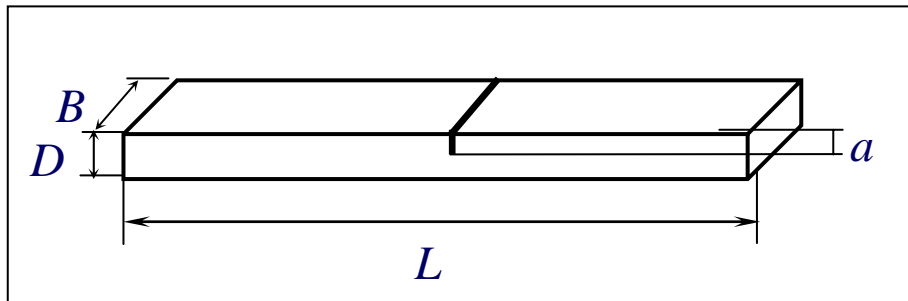
Kényszerelasztikus deformáció



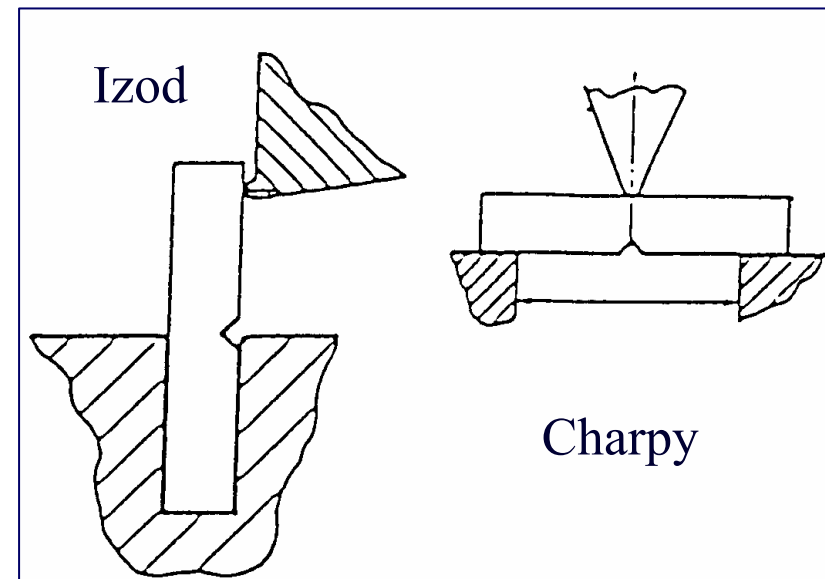
Konformációváltozás

Törés, ütésállóság

Hibahely; szabványos módszerek

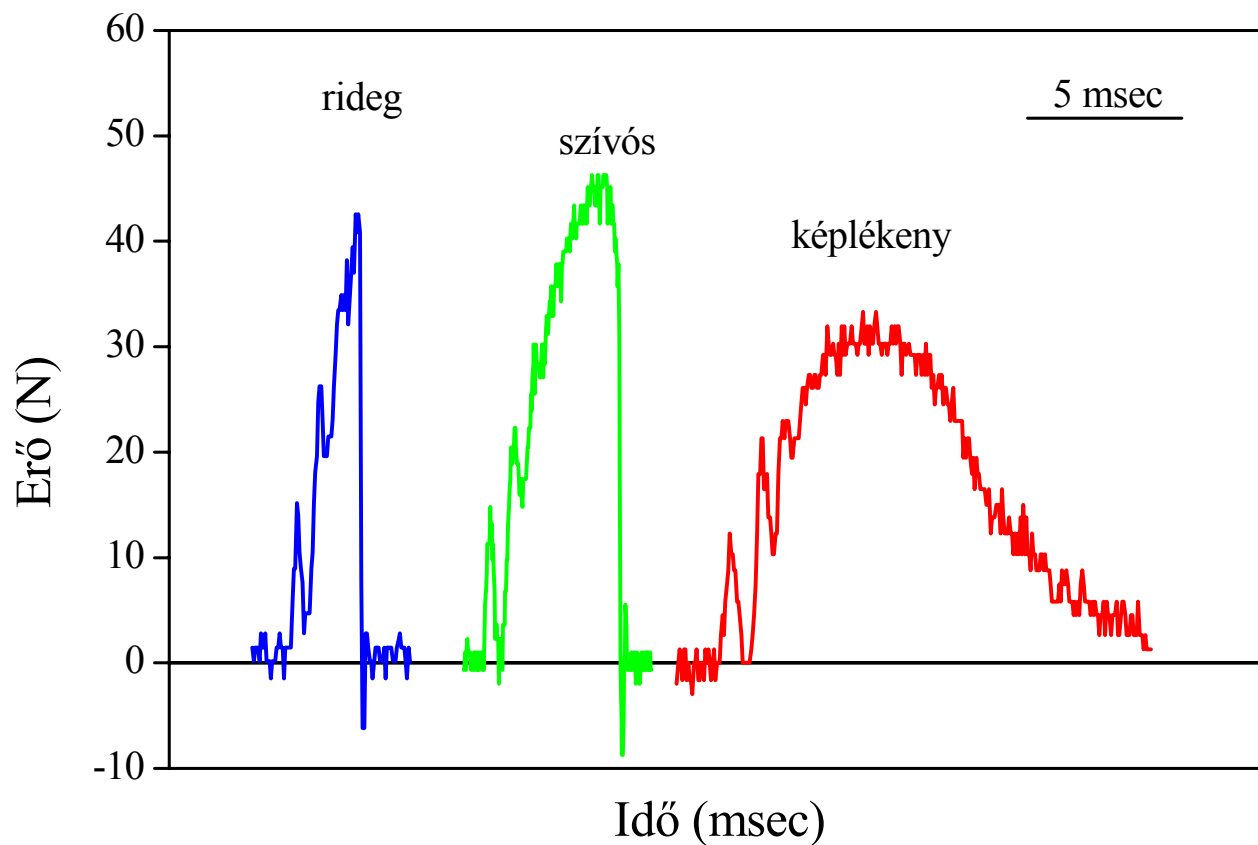


- Hibahely
- Feszültségkoncentráció
- Modellezés: bemetszés
- Szabványos módszerek
- Méretfüggő értékek



Törés, ütésállóság

Törési típusok



Különböző mértékű plasztikus deformáció

Törés, ütésállóság

A törési ellenállás jellemzése – törésmechanika

- Kritikus feszültségkoncentráció

$$K_{Ic} = \sigma_F Y a^{1/2}$$

- Kritikus törési energia

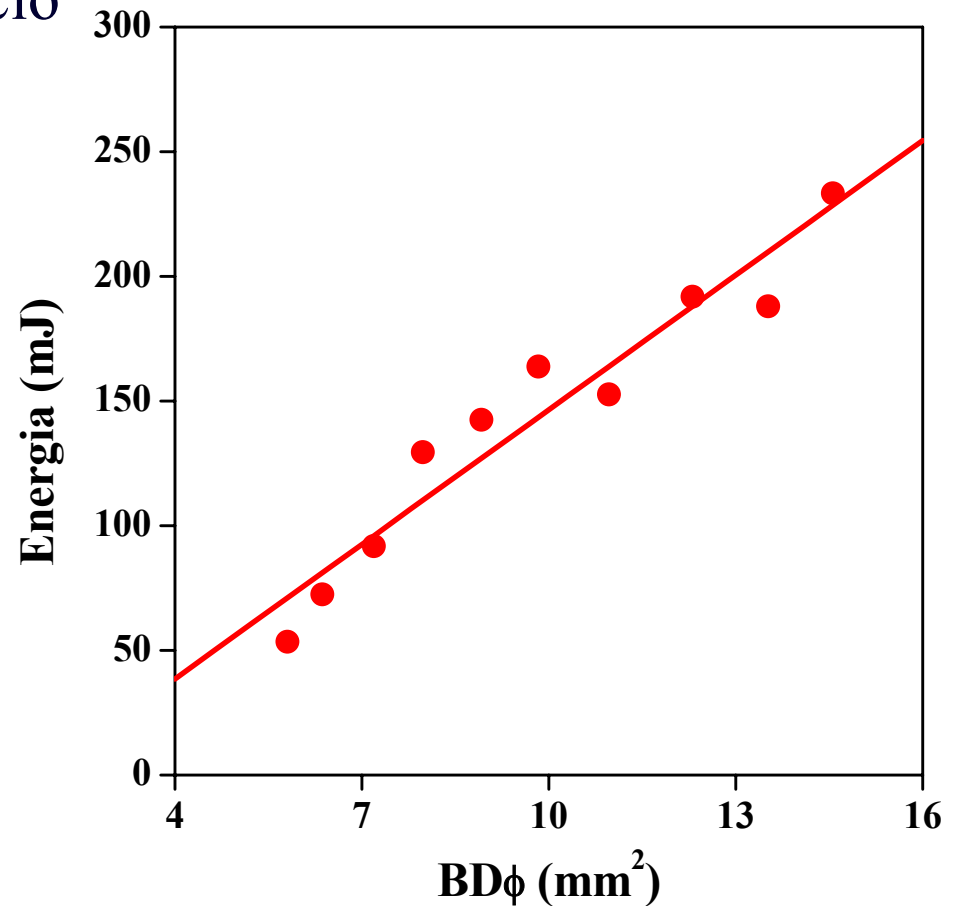
$$U = U_0 + B D \phi G_{Ic}$$

- Összefüggés

$$K_{Ic}^2 = \frac{E G_{Ic}}{1 - \nu^2}$$

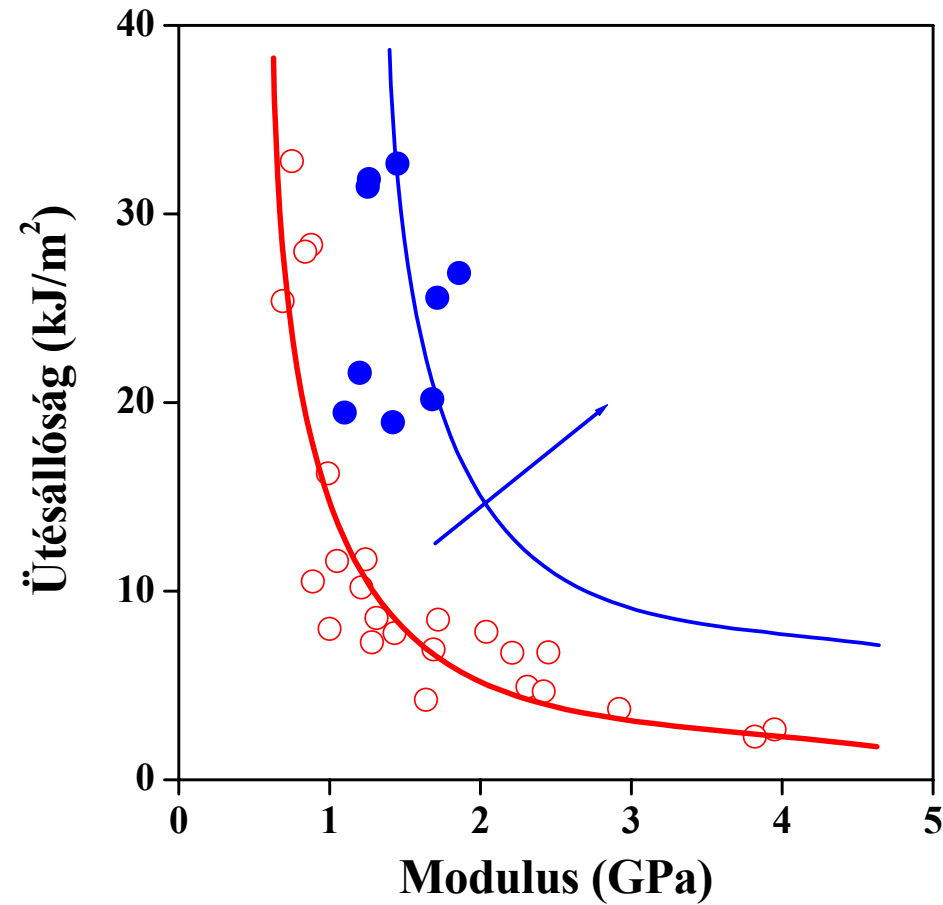
- Minimális méretek

$$B, a, (D - a) > 2.5 \left(\frac{K_{Ic}}{\sigma_y} \right)^2$$



Törés, ütésállóság

Gyakorlati szempontok, fejlesztés



Ellentétes szempontok, optimalizálás - szerkezet

Összefoglalás

Az állapotok és a deformációs módok kapcsolata

