

Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

9.

Mechanikai tulajdonságok 3.

Kiemelt témák:

- ❖ *Viszkoelasztikus viselkedés definíciója*
- ❖ *Viszkoelasztikus viselkedés leírása, modellek*
- ❖ *Példák viszkoelasztikus jelenségekre*

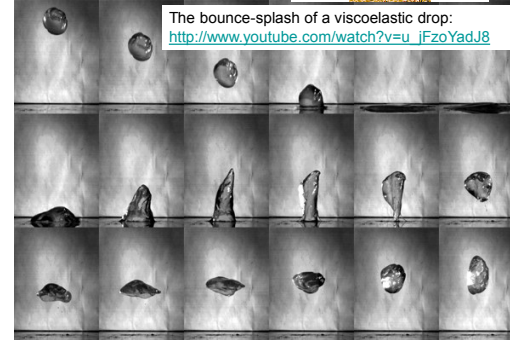
Tankönyv
fejezetei:
18

1

Viszkoelaszticitás

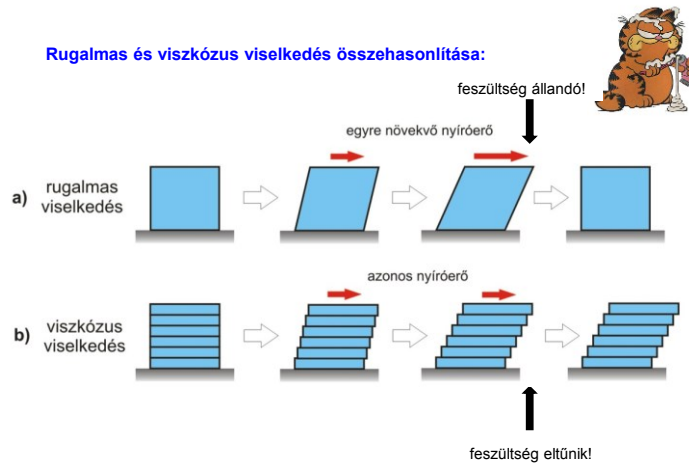


The bounce-splash of a viscoelastic drop:
http://www.youtube.com/watch?v=u_jFzoYadJ8



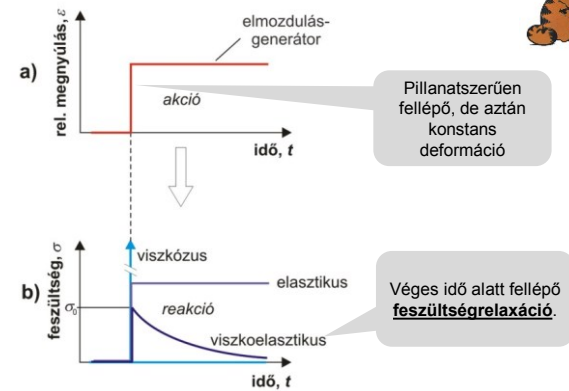
2

Rugalmas és viszkozus viselkedés összehasonlítása:



3

Viszkoelaszticitás definíciója



4

A feszültségrelaxáció időbeli lezajlása:

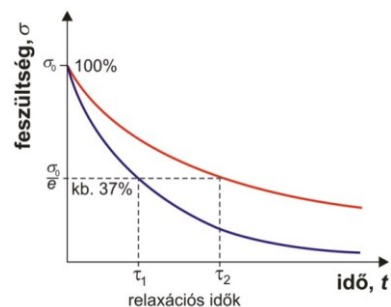
$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

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

relaxációs idő

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

$$G \approx E$$



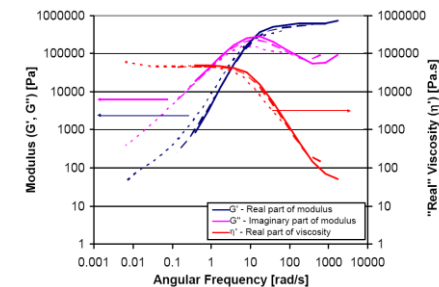
5

Egy példa: gyurmálin

polidimetilsziloxán



PDMS	65%
Silica	17%
Thixotrol	9%
Boric Acid	4%
Glycerine	1%
Titanium Dioxide	1%
Dimethyl Cyclosiloxane	1%



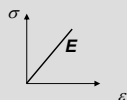
6

Modellek

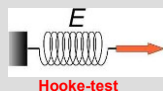
Ideális rugalmas test

- A test széles tartományban rugalmas és érvényes rá a Hooke-törvény:

$$\sigma = E \varepsilon$$



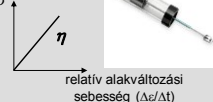
- A deformált állapot fenntartásához kell erő/feszültség.
- A deformáció végtelenül gyorsan, pillanatszerűen megtörténik.



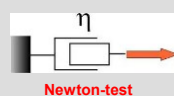
Ideális viszkózus test

- A test széles tartományban viszkózus és érvényes rá a Newton-féle sűrítődési törvény:

$$\sigma = \eta \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t}$$



- A deformáció folyamatához kell erő/feszültség – a deformált állapot fenntartásához már nem
- A deformáció kialakulásához idő kell.

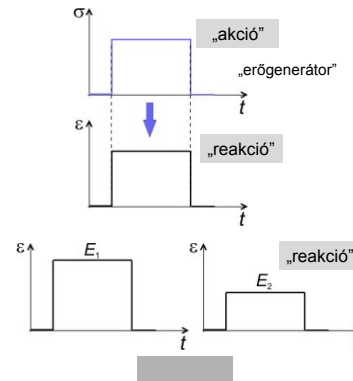


7

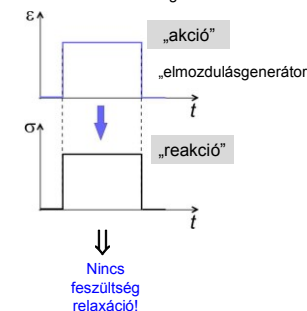
Ideális rugalmas test viselkedése



Erőgenerátoros tesztelés: állandó erőhatás (feszültség) esetén hogyan változik a deformáció?



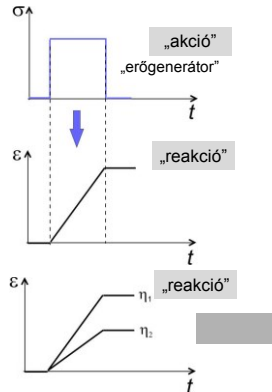
Elmozdulásgenerátoros tesztelés: állandó deformáció esetén hogyan változik a belső feszültség?



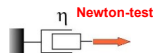
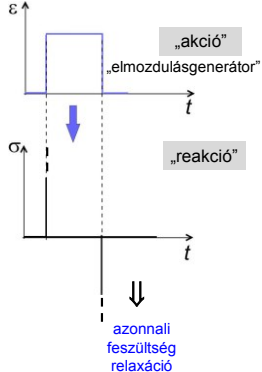
8

Ideálisan viszkózus test viselkedése

Erőgenerátoros tesztelés: állandó erőhatás (feszültség) esetén hogyan változik a deformáció?



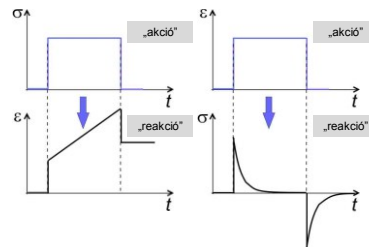
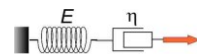
Elmozdulásgenerátoros tesztelés: állandó deformáció esetén hogyan változik a belső feszültség?



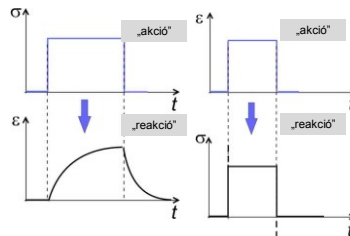
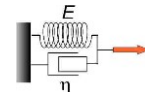
9

Viszkoelasztikus modellek

Maxwell-modell

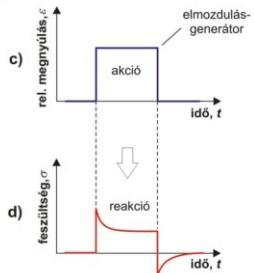
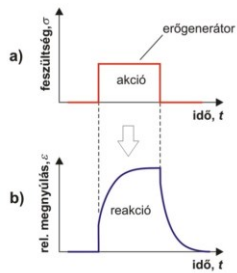
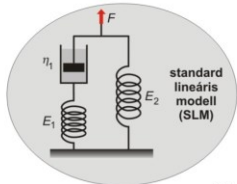


Voigt-modell (Kelvin-Voigt-modell)



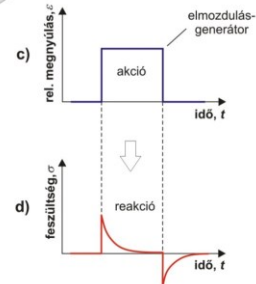
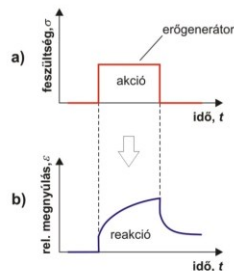
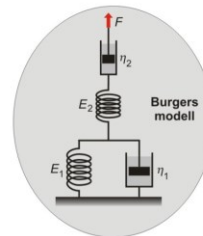
10

Standard lineáris modell



11

Burgers-modell

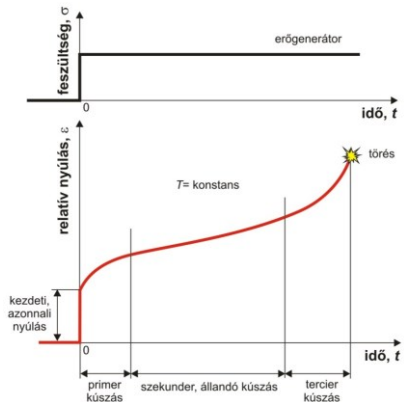


12

Viszkoelasztikus jelenségek

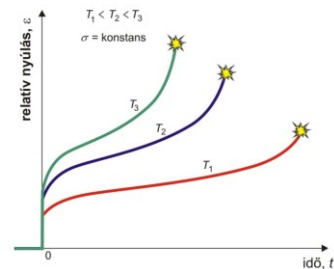
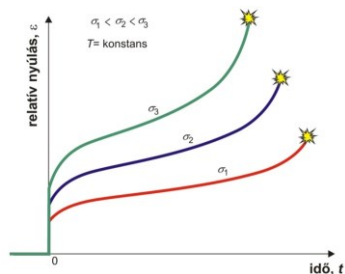
1. Kúszás

Hosszan tartó **állandó terhelésnél** fellépő állandóan növekvő deformáció.



Modell: ? — Maxwell
— Burgers

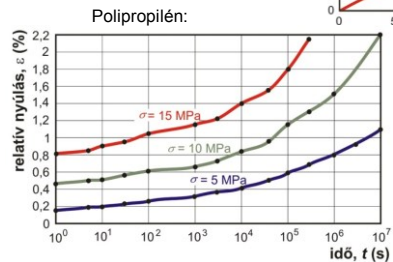
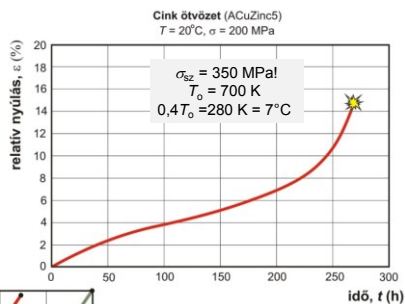
13



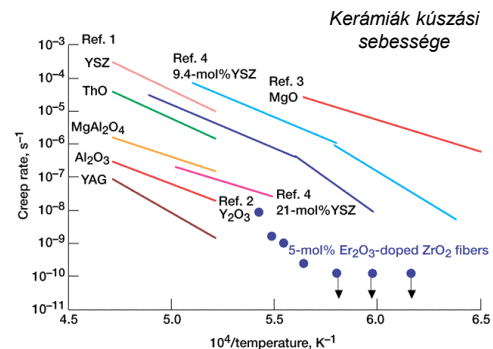
14

hőmérséklet!

pl. fémeknél $0,4T_0 < T$ -nél jelentős



15

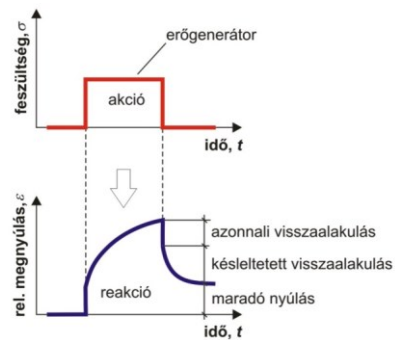


16

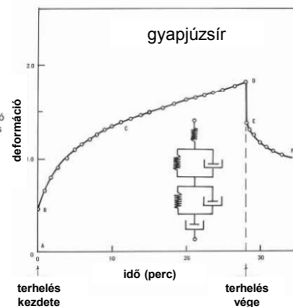
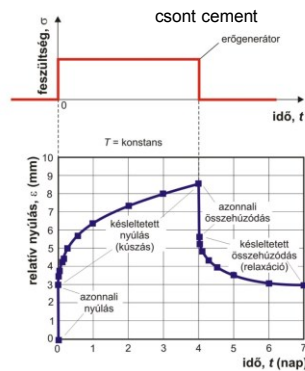
2. Relaxáció

Alakrelaxáció
(recovery)

Erőhatás megszűnte utáni visszaalakulás.



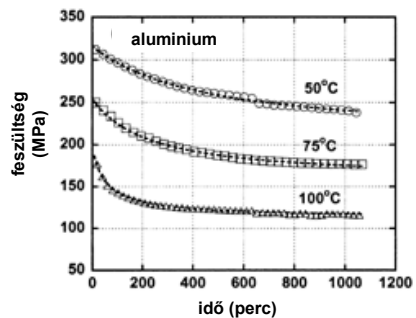
17



18

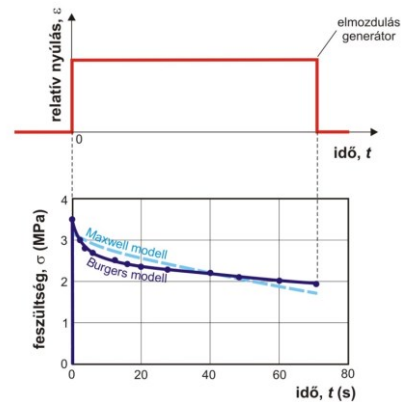
Feszültségrelaxáció

Állandó deformáció mellett fellépő csökkenés a belső feszültségben.



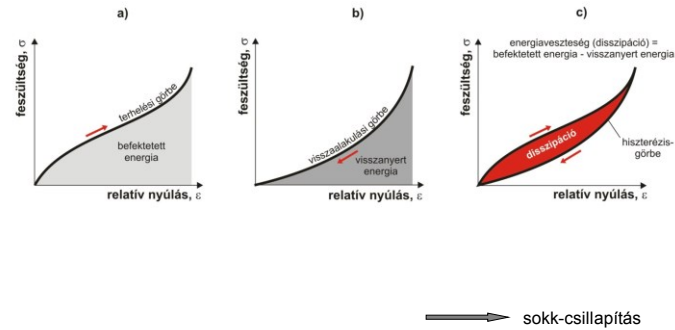
19

Miofibrilláris fehérjékből készített film:



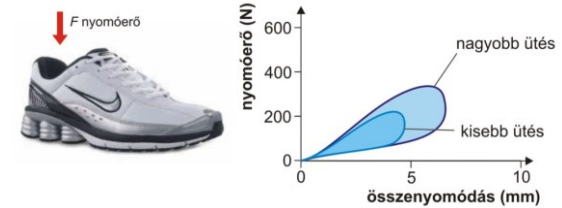
20

Egy további viszkoelasztikus jelenség: hiszterézis

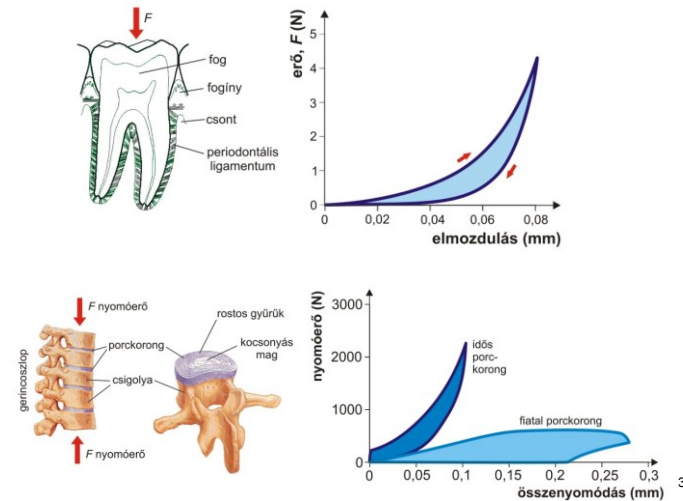


21

Példák mechanikai sokk csillapítására



22



Ellenőrző kérdések:

1. Mi a viszkoelaszticitás definíciója?
2. Mit jelent a relaxációs idő?
3. Hogyan viselkedik egy viszkoelasztikus test a relaxációs idejénél jóval rövidebb, ill. jóval hosszabb idő alatt?
4. Milyen viszkoelasztikus jelenségeket ismer?
5. Hogyan következik a hiszterézis a viszkoelasztikus tulajdonságból?
6. Milyen viszkoelasztikus testszöveteket ismer?

Következő előadáshoz:
19.
tankönyvi fejezet

24