



Fogorvosi anyagtudomány fizikai alapjai
7.
Mechanikai tulajdonságok 1.

Kiemelt témák:

- ❖ Rugalmas alakváltozás
- ❖ Merevség és összefüggése a kötési energiával
- ❖ A geometriai tényezők szerepe egy test merevségében
- ❖ rugalmasság

Tankönyv fejezetei: 14-15.

HF: 4. fejj.: 1, 2, 4-6, 9, 11, 14, 16, 17, 24

1

rugalmas B mn 1. A rá ható erő következtében megváltozott alakját a hatás megszűntével visszanyerő. | Vmihez hozzáűtődve róla visszapattanó.

merev B mn 1. Nem rugalmas, nem hajlékony <anyag, test>. | Rugalmasságát, hajlékonyságát veszített <test(rész)>.

képlékeny C mn 1. Műsz Könnyen gyúrható, alakítható.

erős A I. mn 3. Károsító hatásoknak ellenálló, szilárd, tartós. Erős szövet, vár. Szh: erős, mint a bőr: nagyon tartós <szövet>.

gyenge A gyöngye I. mn 2. Nagyobb megterhelést el nem viselő. Gyenge kötél. | nép

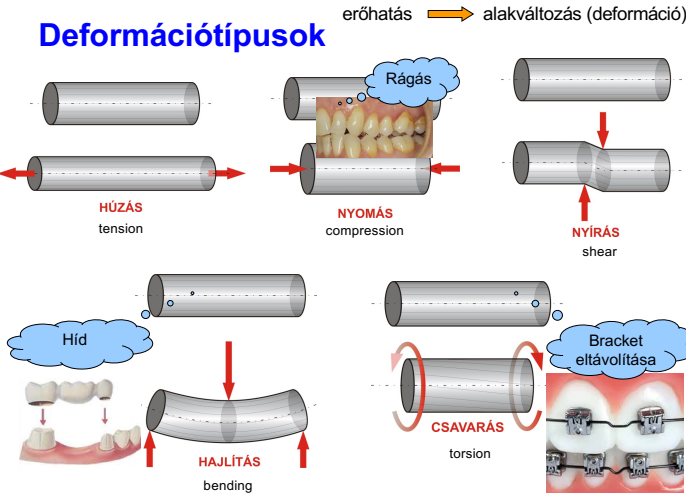
szilárd B mn 1. Helyéből ki nem mozdítható, biztos, erős, tartós. Szilárd építmény; szilárdan összeilleszt vmit. 2. Fiz Határozott térfogatú és alakú <anyag, test, ill. ennek halmazállapota

szívós B mn 1. Nehezen törhető, szakítható, téphető v. rágható.

2

Deformációtípusok

erőhatás → alakváltozás (deformáció)



HÚZÁS tension

NYOMÁS compression

NYÍRÁS shear

HAJLÍTÁS bending

CSAVARÁS torsion

Híd

Bracket eltávolítása

3

Húzás

Terhelés jellemzése:

erő (F)

felület (A_0)

erő (F)

(húzó-)feszültség (σ): $\sigma = \frac{F}{A_0}$ $[\sigma] = \frac{N}{m^2} = Pa$

mérnöki rendszer!

Alakváltozás jellemzése:

relatív hosszváltozás (nyúlás) (ϵ): $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ $[\epsilon] = 1$

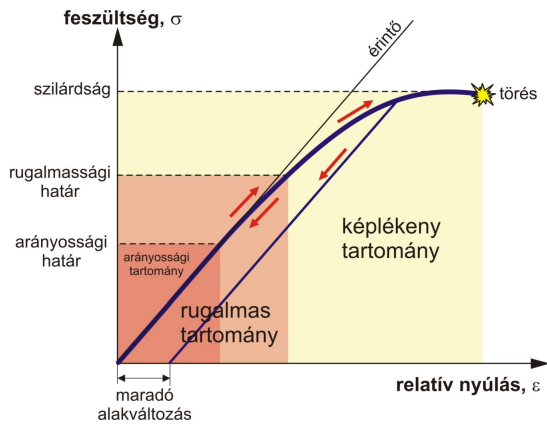
mérnöki rendszer!

⇒ belső feszültségek

Összenyomásnál: irányok fordítottak, nyomófeszültség negatív, relatív hosszváltozás (rövidülés) negatív.

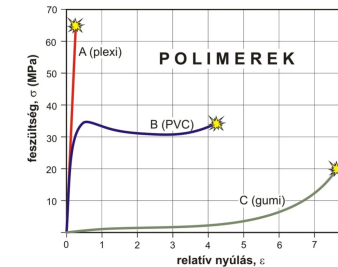
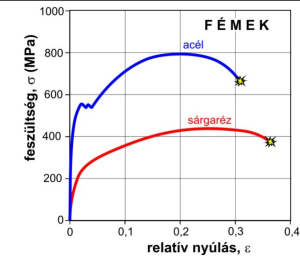
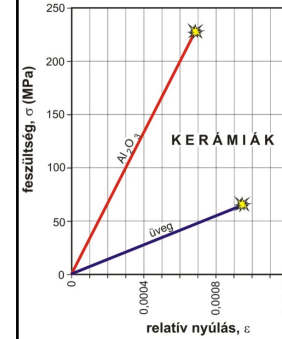
4

Terhelési diagram



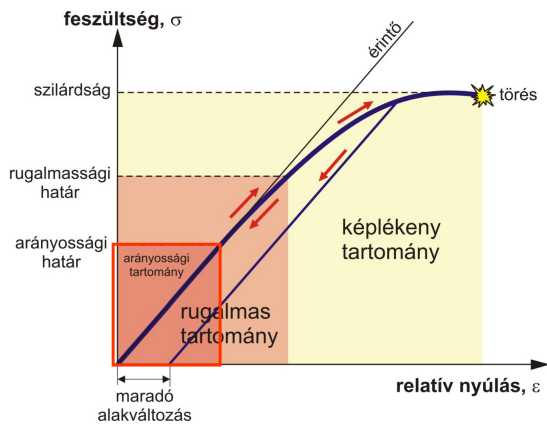
5

Példák:



6

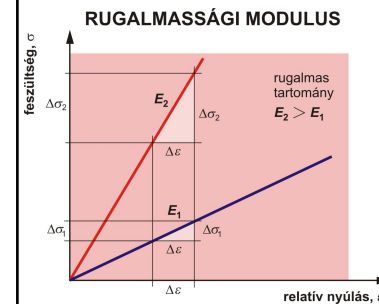
Terhelési diagram



7

Rugalmas viselkedés (arányossági határig) Húzás/összenyomás

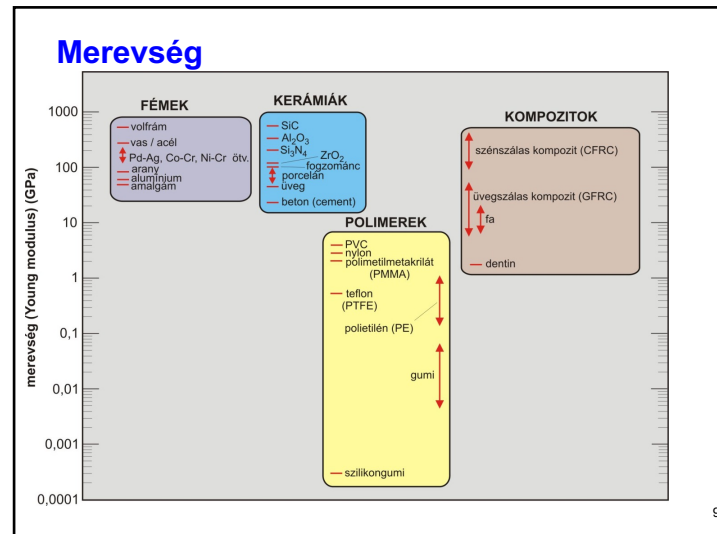
Hooke-törvény: $\sigma = E \cdot \varepsilon$ E — rugalmassági (Young-) modulus [E] = Pa



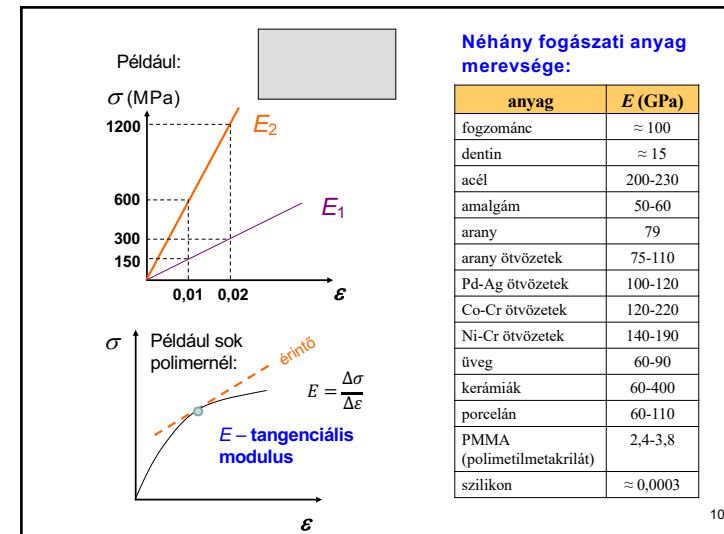
E — nyújtással, vagy összenyomással szemben mutatott „ellenállás”, **merevség**
 $1/E$ — megnyúlásra vagy rövidülésre való „készség”, **engedékenység**

merev B mn 1. Nem rugalmas, nem hajlékony <anyag, test>. | Rugalmasságát, hajlékonyságát veszített <test(rész)>.

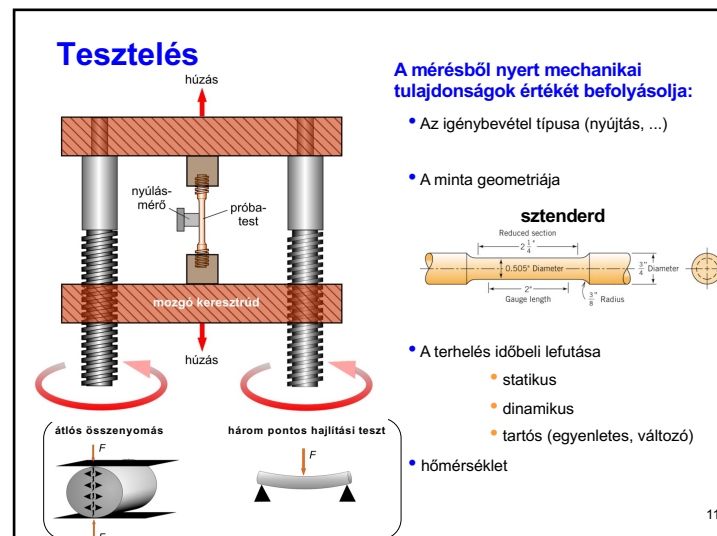
8



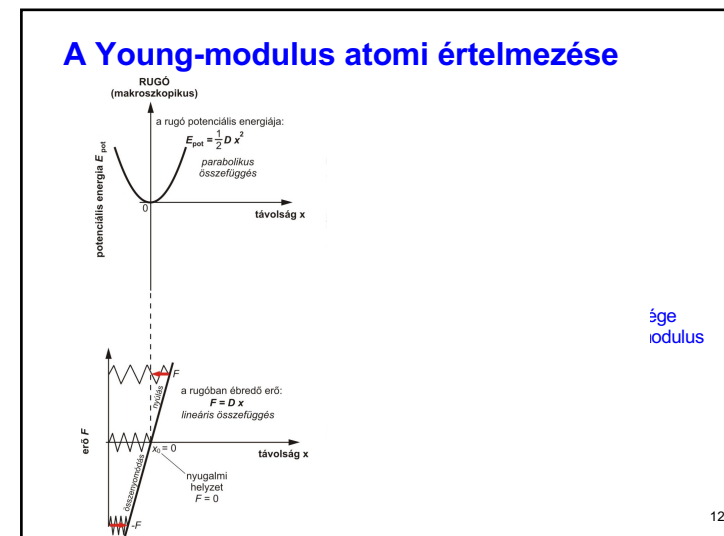
9



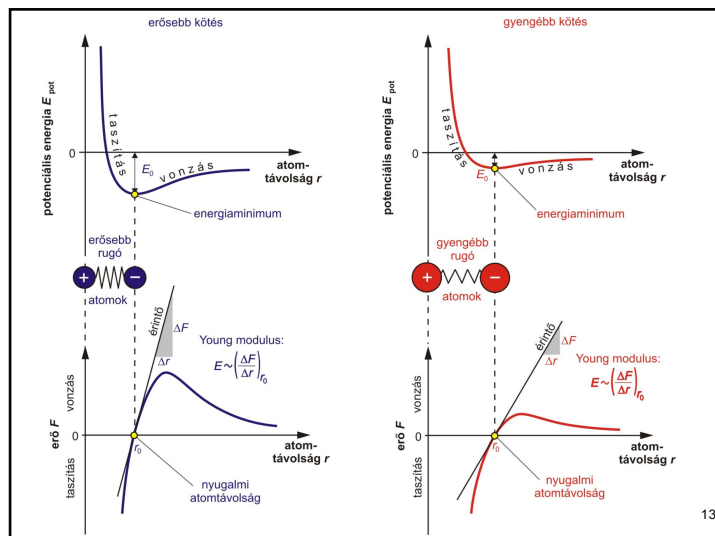
10



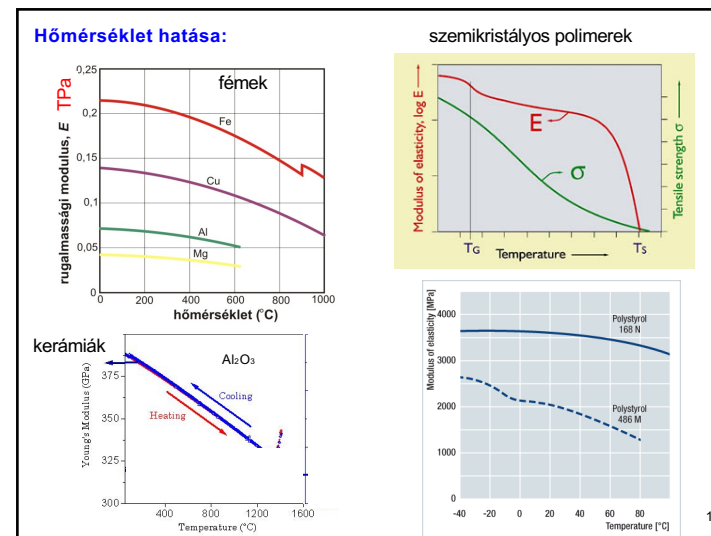
11



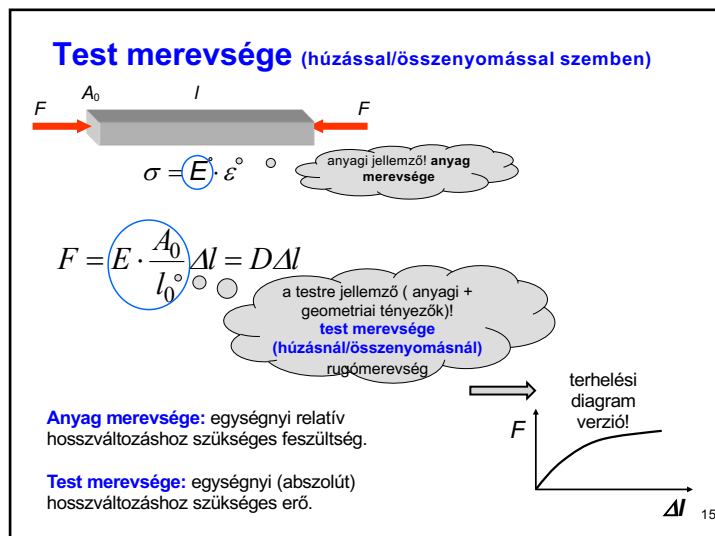
12



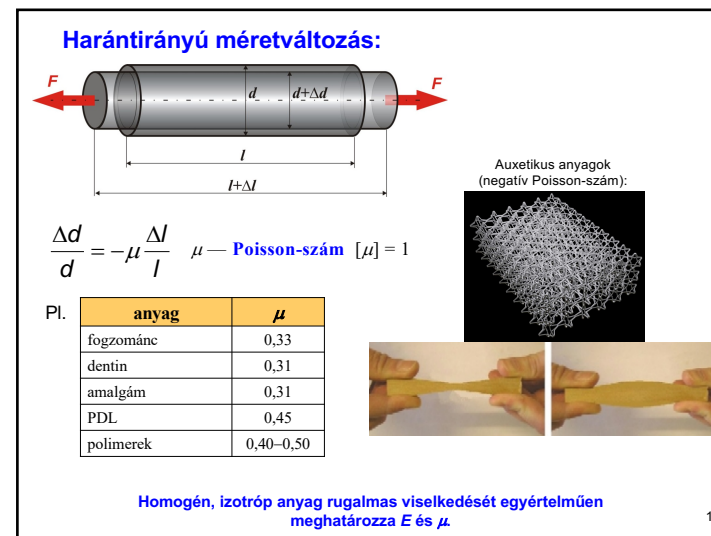
13



14

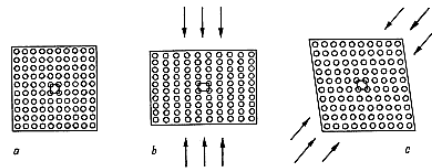


15

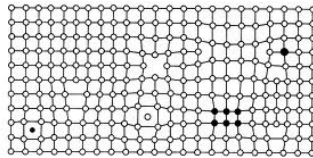


16

Rugalmas alakváltozás atomi szinten



Kristályhibák, szemcseméret szerepe?

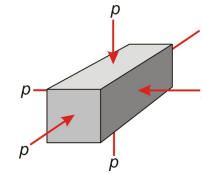


A Young-modulus (E) és a Poisson szám (μ) (l. később) kevésbé érzékenyek a hibákra.

17

17

Izotróp összenyomás



$$p = \frac{E}{3(1-2\mu)} \frac{\Delta V}{V_0}$$

K : térfogati rugalmassági (kompressziós) modulus (Pa)

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{3(1-2\mu)}{E} p$$

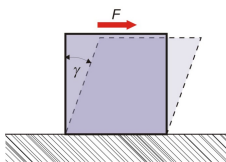
κ : kompresszibilitás (1/Pa)

anyag	κ (1/GPa)
levegő	7650
víz	0,45
aluminium	0,009

18

18

NYÍRÁS



Az erő a felülettel párhuzamos, nyíró feszültség: $\sigma_{ny} = \frac{F_{ny}}{A}$
A deformációt a γ szöggel jellemezzük

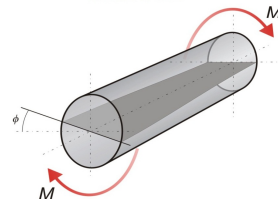
$$\sigma_{ny} = G\gamma$$

G : Nyírási modulus
 γ : radiánban!

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

Függ: Young modulus és Poisson arány!

CSAVARÁS



Nyírásból levezethető. Forgatónyomaték (M) hat a testre, a csavarás szögét (ϕ) radiánban mérjük!

$$M = G \frac{r^4 \pi}{2l} \phi$$

G : Nyírási modulus (függ: E -től és μ -tól)

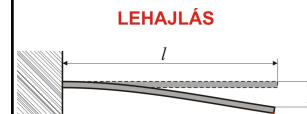
r : sugár
 ϕ : csavarás szöge
 l : hossz

19

19

Hajlítás

„hajlítás = nyújtás + összenyomás”

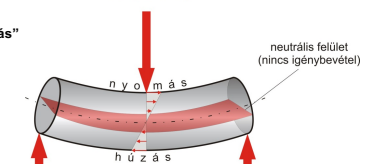


$$F = 3E \frac{\Theta}{l^3} s$$

test merevsége (hajlításnál)

Θ = másodrendű nyomaték (felületi tehetetlenségi nyomaték)

HAJLÍTÁS



KERESZT-METSZETEK

MÁSODRENDŰ NYOMATÉKOK

kör

$$\Theta = \frac{\pi}{4} r^4$$

körgyűrű

$$\Theta = \frac{\pi}{4} (r_2^4 - r_1^4)$$

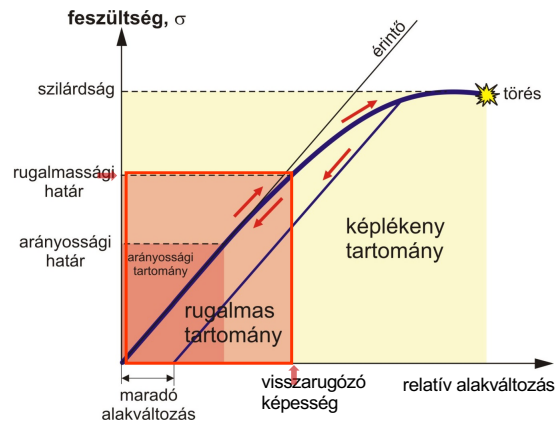
téglatest

$$\Theta = \frac{1}{12} ab^3$$

20

20

Terhelési diagram



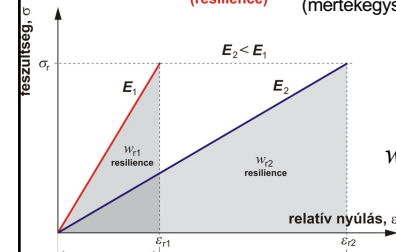
21

21

Egyéb rugalmassági jellemzők

FAJLAGOS ELASZTIKUS DEFORMÁCIÓS MUNKA (w_r)

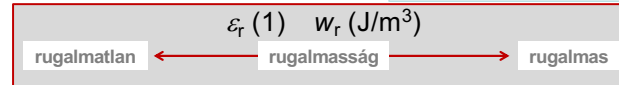
(resilience) (mértékegysége J/m³)



$$w_r \approx \frac{1}{2} \sigma_r \varepsilon_r = \frac{1}{2} E \varepsilon_r^2 = \frac{1}{2E} \sigma_r^2$$

visszarugózó képesség

rugalmas B m n 1. A rá ható erő következtében megváltozott alakját a hatás megszűntével visszanyerő. | Vmihez hozzáütődve róla visszapattanó.



22

22

Következő előadáshoz: 16-17. tankönyvi fejezetek