

Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai 11.

Tulajdonságok összefoglalása.

Biomechanika

Kiemelt témák - biomechanika:

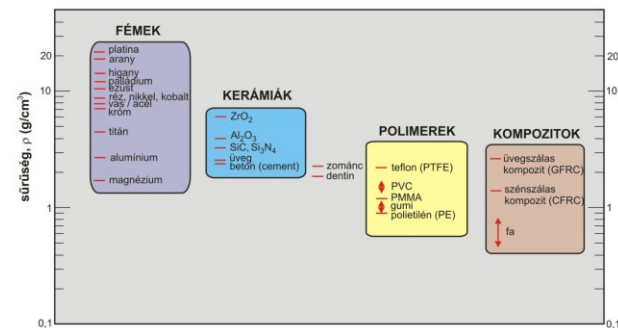
- ❖ Emelőők az emberi testben
- ❖ A rágóerők keletkezése és nagysága
- ❖ Erőátvitel - a periodontális ligamentum szerepe

A Biomechanika rész nem található meg a tankönyvben!

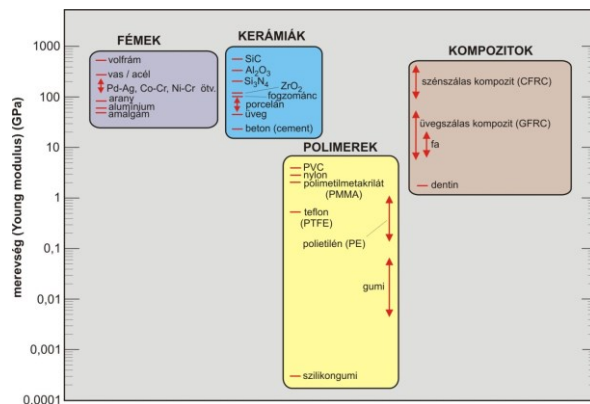
Tankönyv fej.:
21

Házi feladat:
I. előadás

Anyagok tulajdonságainak összehasonlítása



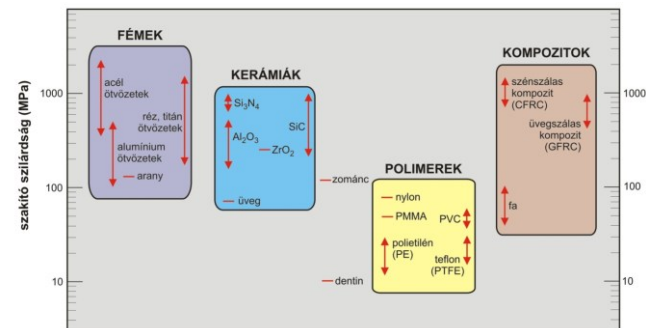
Sűrűség: polimer, kompozit < kerámia < fém



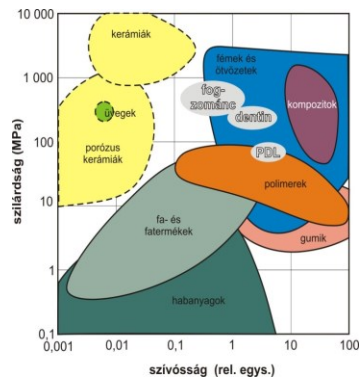
Merekesség: polimer < kompozit < fém, kerámia

Visszarugóó képesség (rugalmasság): kerámia < fém < kompozit < polimer

Képlékenység: kerámia < fém, kompozit, polimer



Szakító szilárdság: polimer < kompozit, kerámia < fém



Nyomószilárdság:
polimer < kompozit, kerámia, fém

Szívósság:
kerámia < polimer, kompozit, fém

Keményesség:
polimer < kompozit < fém < kerámia

5

Elektromos vezetőképesség: kerámia, kompozit, polimer < fém

Hővezetőképesség: kerámia, kompozit, polimer < fém

Olvadáspont: polimer < kompozit < fém < kerámia

Hőtágulási együttható: kerámia < fém < kompozit < polimer

Reflektancia: kerámia, kompozit, polimer < fém

Transzmittancia: fém < kompozit < polimer, kerámia

6

Fémek

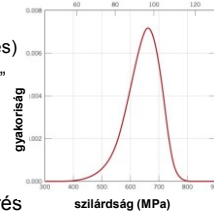
Általában:

- szilárd
- nagy sűrűség
- merev
- erős
- képlékeny (alakíthatók)
- szívós (szívós törés)
- kemény
- kicsi fajhő
- jó hőszigetelés
- jó elektromos vezető
- opak, jól reflektáló, fémszínű
- gyengén korrózióálló

Kerámia

Általában:

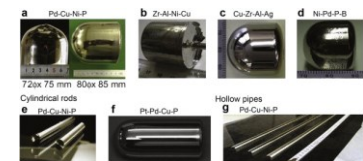
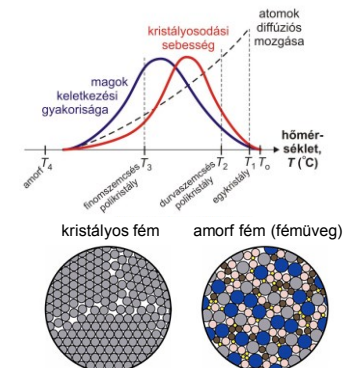
- szilárd
- közepes sűrűség
- merev $\sigma_{szakitó} < \sigma_{nyomó}$
- erős (szakításban közepesen)
- nem alakíthatók
- törékeny (rideg törés)
- „repedésérzékenyek”
- nagyon kemény
- közepes fajhő
- hőszigetelő
- gyenge hőszigetelés
- elektromos szigetelő
- változatos optikai tulajdonságok
- jó korrózióállóság



7

Fémüvegek (amorf fémek)

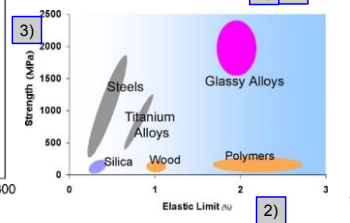
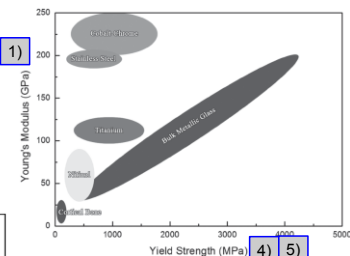
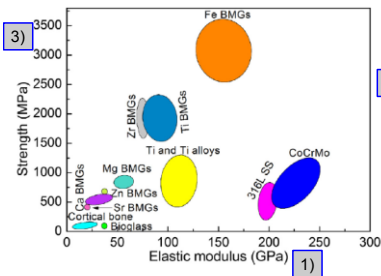
- Az első fémüveg: 1960-as évek, Au-Si ötvözet, $\approx 10^6$ K/s hűtési sebesség(l), < 1 mm-es méret.
- Az első kereskedelmi forgalomba hozott fémüveg: 1990-es évek, Zr-Ti-Cu-Ni-Be ötvözet, ≈ 1 K/s hűtési sebesség, \approx cm-es méret.



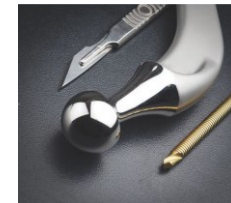
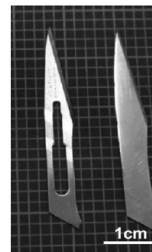
8

<https://www.youtube.com/watch?v=Yg0hUqdzXGw>
Fémüvegek (BMG) különleges tulajdonságai a kristályos fémekkel szemben:

- 1) kevésbé merevek
- 2) rugalmasabbak
- 3) erősebbek
- 4) keményebbek
- 5) kevésbé kopnak
- 6) kevésbé korrodálnak
- 7) biokompatibilitásuk jobb



ZrCuAlAgSi BMG

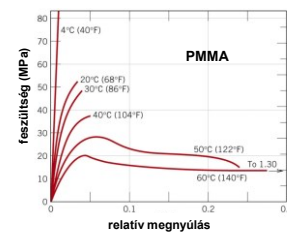


10

Polimerek

Általában:

- folyékony vagy szilárd
 - kis sűrűség
 - kevésbé merev - rugalmas
 - közepesen erős - gyenge
 - képlékeny
 - közepesen szívós
 - közepesen kemény - puha
 - viszkoelasztikus
 - közepes fahő
 - hőszigetelő
 - közepes hőszokktűrő
 - elektromos szigetelő
 - változatos optikai tulajdonságok
 - közepesen korrózióálló
- Fontos tényezők:**
- hőmérséklet
 - molekulatömeg
 - kristályossági fok



11

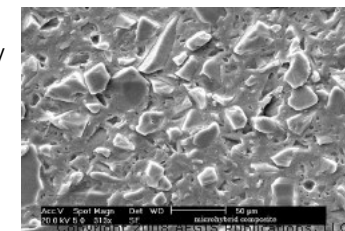
Kompozitok (fogorvosi)

Általában:

- szilárd
- kis - közepes sűrűség
- közepesen merev - rugalmas
- erős
- képlékeny
- szívós
- kemény - közepesen kemény
- viszkoelasztikus
- közepes fahő
- hőszigetelő
- közepes hőszokktűrő
- elektromos szigetelő
- változatos és jól alakítható optikai tulajdonságok
- jó korrózióállóság

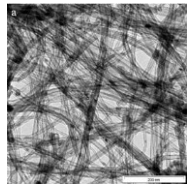
Fontos tényező:

- összetétel
- diszperz részecskeméret



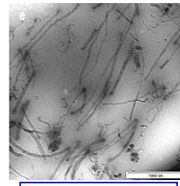
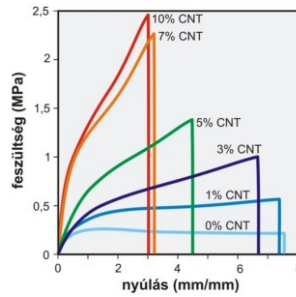
→ mikrohibrid → nanohibrid kompozitok

12

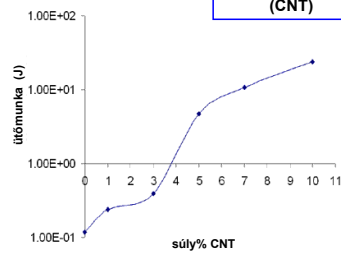
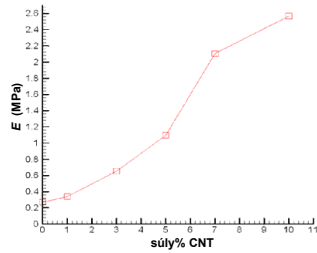


szén nanocsövek (CNT)

„előnyös tulajdonságok
házasítása”



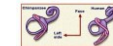
Kompozit:
gumi (SMR)
+
szén nanocsövek
(CNT)



13



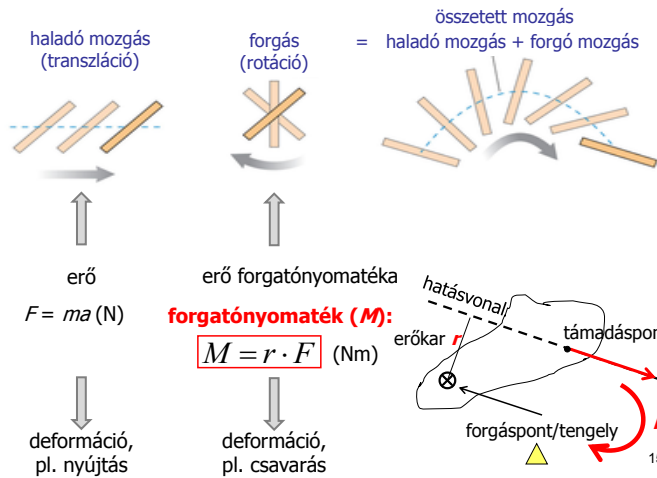
Biomechanika



A **biomechanika** a test külső és belső mozgásaival, a fellépő erőkkel és forgató nyomatékokkal, valamint azok deformációs hatásaival foglalkozik.

14

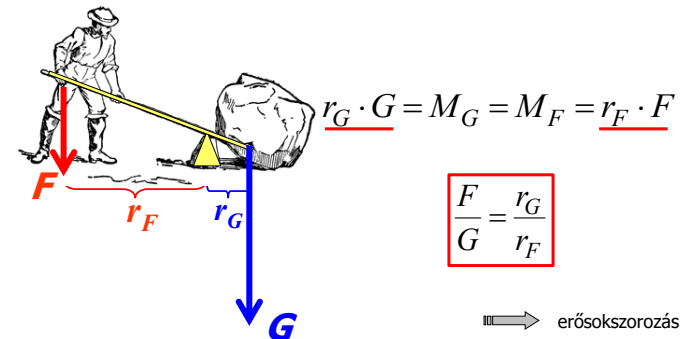
Mozgásfajták, erő és forgatónyomaték



15

Egyensúly. Emelő

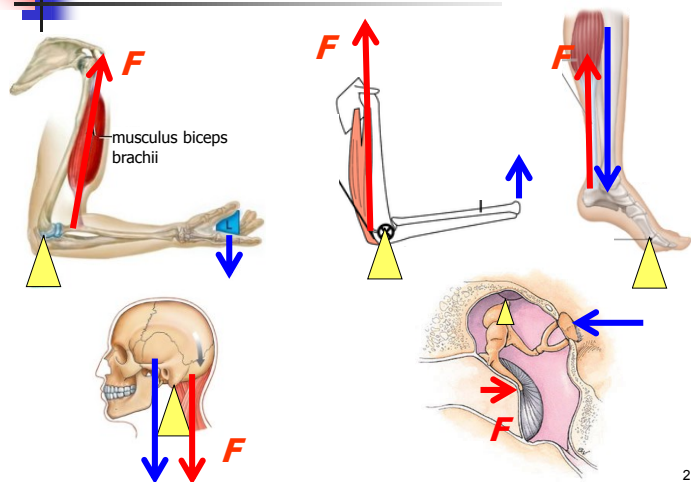
egyensúly $\Leftrightarrow \sum \vec{F}_i = 0$ és $\sum M_i = 0$



⇒ erőszorzás
(de nem mindig!)

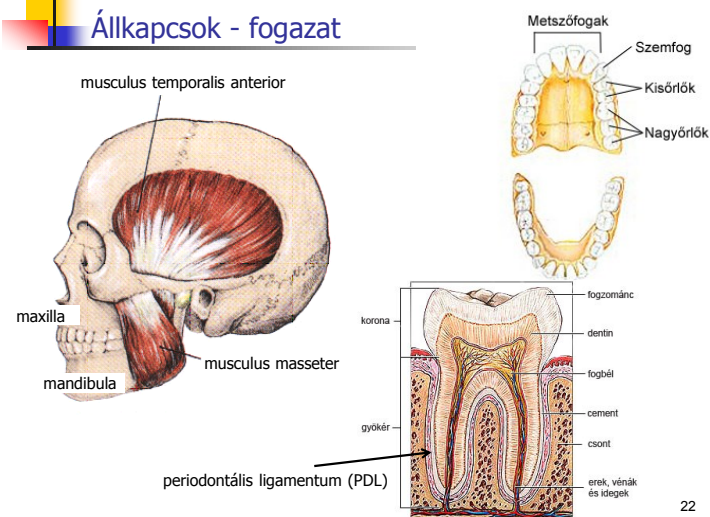
16

Emelők az emberi testben



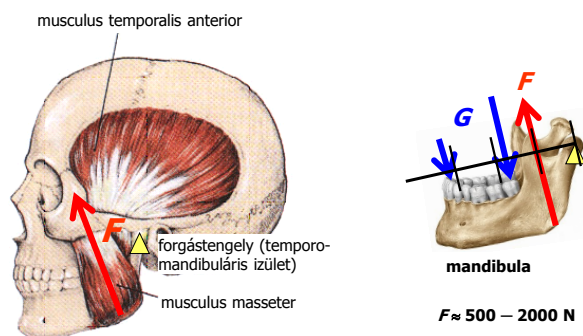
21

Állkapcsok - fogazat



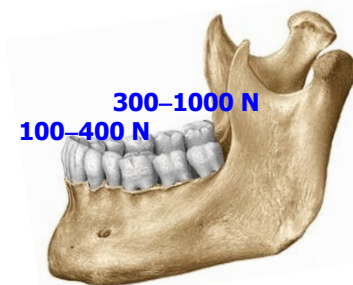
22

A mandibula mint emelő – a rágóerők kialakulása



23

A rágóerők nagysága



Ezek alapvetően nyomóerők, de felléphetnek hajlító, nyíró, csavaró erők is.

(Guinness: humán - 4000 N)



24

A rágóerők mérése

Erő → elektromos jel átalakítás:

1. deformációs szenzor
2. piezoelektromos szenzor
3. nyomás szenzor

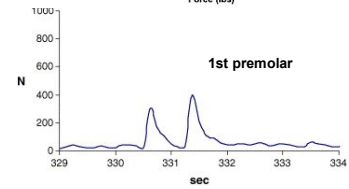
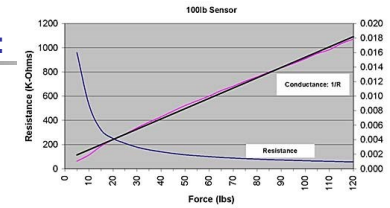
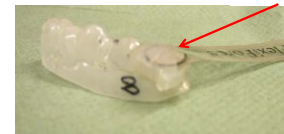


egyéb (szubjektív)
módszerek:



25

Egy konkrét mérés:



Fontos tanulság:
**a rágóerők nagyok, de rövid
ideig tartanak!!!**

26

Erő → nyomás: nyomásértékek rágásnál

Függ az erőn kívül a kontakt-felületek
nagyságától is:

$$p = \frac{F}{A}$$

Két példa:

harapás:



$$= \frac{400 \text{ N}}{10 \text{ mm}^2} = \frac{400 \text{ N}}{10^{-5} \text{ m}^2} = 40 \text{ MPa}$$

rágás:

$$= \frac{1000 \text{ N}}{1 \text{ cm}^2} = \frac{1000 \text{ N}}{10^{-4} \text{ m}^2} = 10 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

(= zománc nyomószilárdsága)

➡ Lásd köv. előadást!

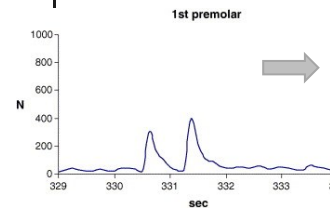
Egy extrém példa:



$$= \frac{400 \text{ N}}{1 \text{ mm}^2} = \frac{400 \text{ N}}{10^{-6} \text{ m}^2} = 400 \text{ MPa} !!$$

27

A rágóerők hatása a csontszövetre



rágóerők: **$F = 100-1000 \text{ N}$**
 $t \leq 1 \text{ s}$

Tapasztalat: ha a rágóerő tartósan hatna, akkor

3-5 másodperc ➡ fájdalom

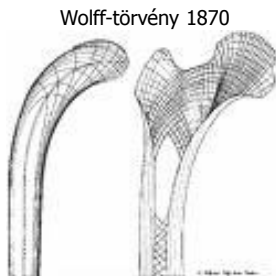
≈ óra ➡ szöveti károsodás

7-14 nap ➡ a fog kilazulása

!

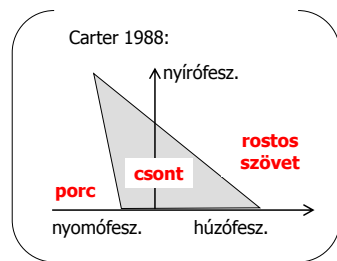
28

Csontátépülés (remodeling)



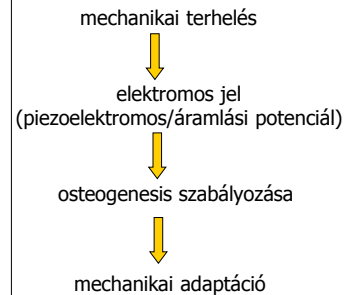
mechanikai terhelés
szerepe

nyomófeszültség \Rightarrow leépülés
húzófeszültség \Rightarrow felépülés

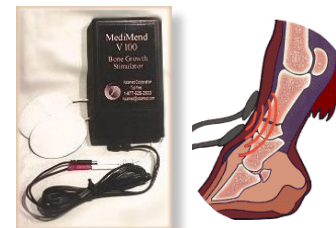


29

Csontátépülés mechanizmusa



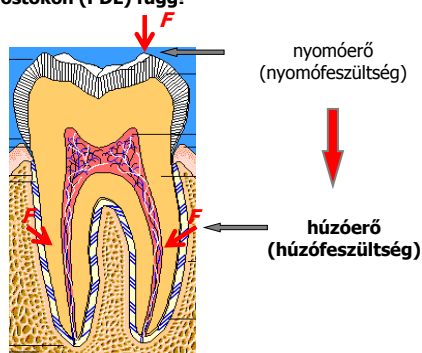
Elektromos terek alkalmazása
csontgyógyulás serkentésére:



30

A rágóerők és rágónyomás átvitele a csontra

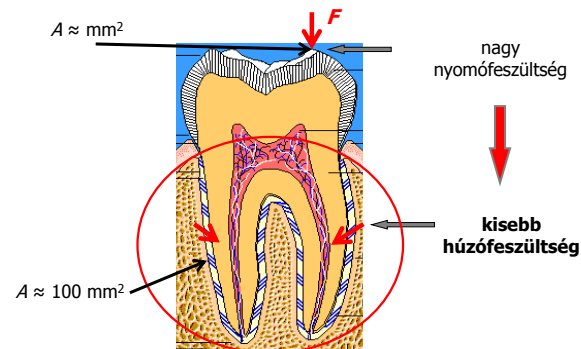
1. A fog a kollagén rostokon (PDL) függ!



31

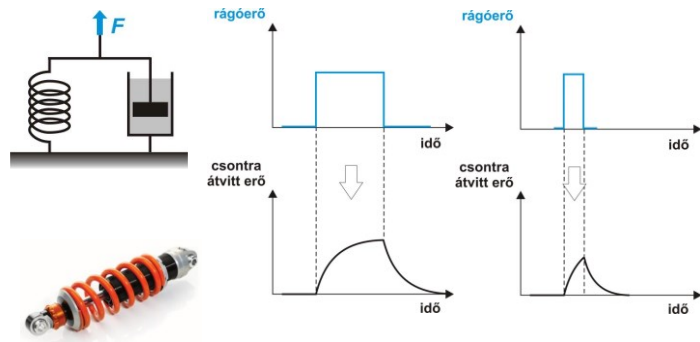
A rágóerők és rágónyomás átvitele a csontra

2. A rostrendszer (gyökér) felülete nagy!



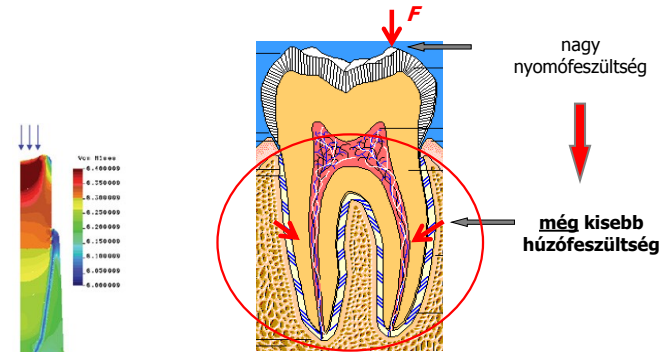
32

Erő csillapítás viszkoelasztikus anyaggal



A rágóerők és rágónyomás átvitele a csontra

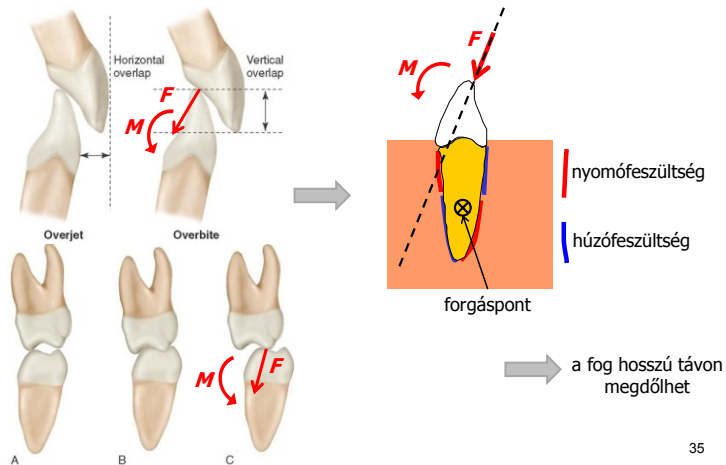
3. A periodontális ligamentum (PDL) viszkoelasztikus!



Konstruktív hatás a csontra!

34

Rágóerők forgatónyomatéka



35

Ellenőrző kérdések a biomechanika részhez:

1. Mi a forgatónyomaték definíciója és mértékegysége?
2. Hogyan hangzik az emelő törvénye?
3. Mondjon példákat a különböző emelő típusokra az emberi testben!
4. Hogyan keletkeznek a rágóerők és mekkorák?
5. Milyen típusú emelő a mandibula?
6. Hogyan lesz a fog koronáján ható erős nyomófeszültségből kis húzófeszültség a csontszövetben?

Következő előadás:
Szövetek és molekulák mechanikai tulajdonságai

36