

MAVZU: Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari.
DARS VAQTI – 2 SOAT
I.MA`RUZANING MAQSADI

Talabalarni qattiq jismlarni va shu bilan birga biologik to'qimalarni mexanik xossalari bilan tanishtirish va ularni tibbiyotdagi ahamiyatini tushuntirish. Amorf jismlar haqida ma'lumotlar berish.

Biologik to'qimalarda kuzatiladigan deformatsiya turlari bilan tanishtirish. Biologik to'qimalar (suyak, teri, muskul, qon tomirlar to'qimasi)ni mexanik xossalari haqida to'laroq ma'lumot berish.

II. MA`RUZADAN KUTILADIGAN NATIJALAR.

Talabalar ma'ruzadan so'ng qattiq jismlarning shu bilan birga biologik to'qimalarning mexanik xossalari to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi. Qattiq jismlar bilan biologik to'qimalarni mexanik xossalari bitta qonunga bo'ysunadi.

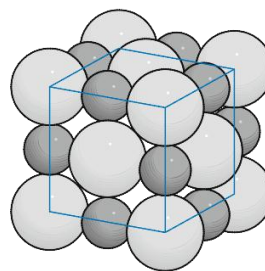
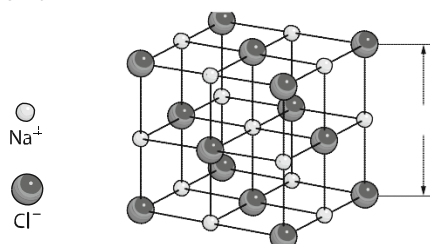
III. MA`RUZANING MAZMUNI (REJASI).

- 1.Kristal va amorf jismlar. Polimerlar.
- 2.Suyuq kristallar.
- 3.Qattiq jismlarni mexanik xossalari
- 4.Biologik to'qimalarni mexanik xossalari

IV. MA`RUZANI MATNI (MA`RUZACHI UCHUN QISQACHA QAYDNOMA).

Qattiq jismning o'ziga xos alomatlaridan biri o'z shaklini saqlab qolishidir. Qattiq jismlarni kristall va amorf jismlarga ajratish mumkin. Kristall holatining farqli alomati anizotropiyadir, ya'ni fizik (mexanik, issiqlik, elektrik, optik) xossalarning yo'nalishga bog'liq bo'lishidir. Anizotropiyaning sababi jismni tashkil etgan atom va molekullarni tartibli joylashishidan iborat bo'lishidir.

Kristall atom va molekullarining tartibli joylashishlari kristall panjarani (1-rasm) tashkil etib, geometrik muntazam strukturalarning tugunlarida joylashishlari bilan tushuntiriladi¹.

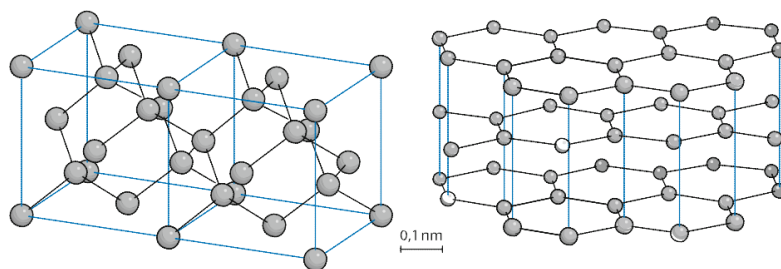


1-rasm

¹ Harten Physik fur Mediziner -2011y.-pp. 67-70

Panjaralar tugunlarida turgan zarrachalarning tabiati va o'zaro ta'siri kuchlarining xarakteriga ko'ra 4 xil kristall panjarani (2-rasm) ajratish mumkin:

Ionli, atomli, metall va molekulyar panjaralar.



2- rasm

Ionli kristallning kristal panjarasi tugunlarida har xil ishorali ionlar turadi. Ular orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjud. Bunday kristall asosan bir butun molekula sifatida qaraladi.

Atom kristall panjarasi tugunlari neytral atomlar bilan band bo'lib, ular orasida kovalent bog'lanishli ta'sirlar mavjud.

Metall panjaraning barcha tugunlarida metallning musbat ionlari joylashgan. Ular orasida elektronlar xoatik xarakatlanadi. Ionlar va elektronlar sistemasi metall bog'lanishni hosil qiladi. Molekulyar kristallning kristal panjarasi tugunlarida molekularlar joylashgan bo'lib, ular bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadi va ma'lum bir yo'nalishda orientatsiyalanadi.

Amorf jismlarning asosiy makroskopik xususiyati ular xossalarining tabiiy izotropiyasida va jismlarning ichki tuzilishiga ko'ra muayyan aniq erish nuqtasining yo'qligidadir.

Amorf holdagi moddalarda yaqin tartib, ya'ni yondosh zarrachalar joylashishida muayyan tartib mavjuddir. Masofa ortishi bilan bu tartib kamayib ketadi. Amorf jismlar ichki tuzilishlarida zarrachalar kam tartibli bo'lgani sababli bir xil sharoitda kristallarga qaraganda katta solishtirma xajmiga, entropiyaga va ichki energiyaga ega bo'ladi.

Amorflik holati ximiyaviy tabiati turlicha bo'lgan moddalarga xosdir. Moddalar kichik bosim va yuqori xaroratli holatlarda yetarlicha xarakatchangdir, past molekulyar moddalar suyuq holda, yuqori molekulyar holatda esa yuqori elastik holatda bo'ladi. Xaroratning pasayishi va bosimning oshuvi amorf jismlarning xarakatchangligini kamaytiradi va ularning hammasi qattiq jism bo'lib qoladi. Qattiq amorf holatni boshqacha shishasimon holat deb ham ataladi.

Molekularlari ko'p miqdordagi atomlardan yoki atom gruppalaridan tuzilgan va ximiyaviy bog'lanishlar bilan birlashtirilgan uzun zanjir ko'rinishidagi moddalar polimerlar deyiladi. Polimerlar mexanik xossalari jixatidan qattiq jism va suyuqliklar xossalarining birlashmasidan tashkil topgan materiallardir, ular yetarlicha mustaxkam va shu bilan birga yetarlicha katta qaytuvchan deformatsiyalanish qobiliyatiga ega.

Deyarli barcha jonzotdan va o'simliklardan olingan, masalan, jun, mugiz, soch, ipak, paxta, tabiiy kauchuk va boshqalar, shuningdek turli genetik, materiallar –

sintetik kauchuk, plastmassalar, tola va boshqalar ham polimer materiallar hisoblanadi.

Ko'pchilik tabiiy polimer materiallar oqsil moddalardir. Sodda oqsillar albumin, glabulin, murakkab oqsillar – kazein, karatin va kollogenlar.

Polimer makromolekulasi qattiq bo'lmaydi. Issiqlik xarakati ta'sirida yoki tashqi maydon ta'sirida uning tashqi ko'rinishi o'zgarishi mumkin. Bu o'zgarishlar konformatsion aylanishlar deyiladi.

Makromolekulalar xarakatlarning issiqlik xarakati tufayli xilma-xil konformatsiyalarni egallaydi.

Polimer juda qimmatli fizik ximiyaviy xossaga ega, shuning uchun ulardan tibbiyotda qo'llanilmoqda).

Teflon, kapron va lavsan, milar, sipastik polimer yuqori chidamlikka ega, shu sababli ularni organizmning ichki qismlari protezlarini (qon tomirlar, yurak klapanlari, paylar, ko'zga yopishuvchi linzalar va xakoza) yasashda foydalaniladi. Polivinilpirrolidon eritmasi – qon plazmasi o'rnini bosadi.

Hozirgi paytda sun'iy buyrak ichida sellofandan yasalgan membranalar qo'llaniladi. Bunday membranalar oqsil va qon membranasi xujayrasi elementlarini ushlab qoladi. Kislorod va uglerod (II) oksidiga nisbatan juda yaxshi o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan silikan membranali sun'iy o'pkalar yasash borasida ishlar o'tkazilmoqda.

Ham suyukliklar, ham kristallar xossasiga ega bolgan moddalarga suyuq kristallar deyiladi. Bu moddalar o'zining mexanik xossasi jixatidan suyuqlikka o'xshaydi, ya'ni ular oquvchandir. Optik xossalari jixatidan o'zini anizotrop kristallari kabi namoyon qiladi, ya'ni qutblanish tekisligini aylantiradi, nurlarni ikki marta sindira oladi. Ko'pincha moddaning suyuq kristall holati aniq biror temperaturada bo'ladi, undan yuqori temperaturada u suyuq amorf, past temperaturada esa qattiq kristall holatda bo'ladi.

Tibbiyotda kristallarning bu xossasidan atrof muxitga boshqacha issiq berishga nisbatan qarab venalarning, arteriyalarning va boshqa o'smalarning joylashishlarini aniqlashga imkon beradi. Suyuq kristall jismlar xarorat o'zgarishini sezuvchi signalli qurilmalar sifatida ham foydalaniladi.

Suyuq kristallarning molekulyar tuzilishi va ularning optik xossalari ba'zi ximiyaviy moddalar tarkibida mavjudligini aniqlashga imkon beradi.

Suyuq kristallar optik xossalarini elektr maydoni ta'sirida o'zgarishidan ularni turli xil asboblarda va soatlarda raqamli indikator sifatida foydalaniladi.

Jism nuqtalari vaziyatlarining o'zaro bir-biriga nisbatan o'zgarishi tufayli o'lchamlari va shaklining o'zgarishiga deformatsiya deyiladi². Deformatsiya tashqi ta'sirlar (mexanik, elektr, magnit yoki jism xaroratini o'zgarishi) tufayli yuz beradi.

Deformatsiyaning bir necha ko'rinishlari mavjud: elastik deformatsiya, plastik deformatsiya, elastik plastik deformatsiya, cho'zilish (siqilish) deformatsiya, siljish deformatsiyalari.

²Harten Physik fur Mediziner -2011y.-pp. 70-75

Jismga tashqi deformatsiyalovchi kuch ta'sir etganda atomlar (ionlar) orasidagi masofa o'zgaradi.

Bu esa atomlarni (ionlarni) o'zining dastlabki vaziyatiga qaytarishga intiluvchi ichki kuchlarni yuzaga keltiradi. Bu kuchlarni o'lchovi mexanik kuchlanish deyiladi. Kuchlanish bevosita o'lchanmaydi. Qator hollarda uni jismga ta'sir etuvchan tashqi kuchlar orqali xisoblash mumkin.

Jismning buzilishi (uzilishi) oldidan jismga qo'yilgan eng katta yuklanish bilan aniqlanuvchi kuchlanish jismning mustaxkamlik chegarasi deyiladi. Jismlar elastikligi va qovushqoqligi xossalarini modellashtirish mumkin. Bu biologik ob'ektlarning mexanik xossalarini yaqqol tasavvur qilishga imkon beradi.

Elastiklik va qovushqoqlik xossalarini ifodalovchi eng oddiy sistema elastik va qovushqoqlik elementlar ketma-ket ulangan Moskvell modelidir. Biologik to'qimalarning mexanik xossalari asosida ularning ikki xil turi tushuniladi.

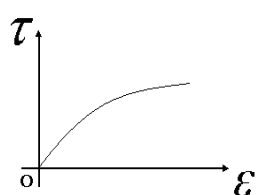
Ulardan biri biologik xarakatchanglik bilan bog'lik: jonivorlar muskullarini qisqarishi, xromosomalar bo'linishuvida ularning xujayralar ichidagi xarakati va boshqalar.

Ikkinchisi – biologik jismlarning passiv mexanik xossasi. Biologik to'qimalarning mexanik xossalarini aniqlash usuli, tirik materiallarni aniqlash usullaridan farq qilmaydi.

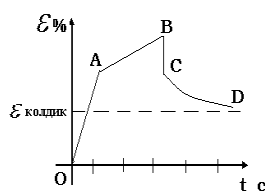
Suyak to'qimasi – suyakning 2/3 qismi noorganik materialdan, suyakning mineral moddasi – gidrosilapatit, organik materiali esa kollogen. Suyak to'qimasi zichligi 2400 kg/m^3 , uning mexanik xossalari juda ko'p faktorlarga bog'liq, ya'ni yoshiga, odam orgnizmnining o'sish sharoitiga va organizm qismiga bog'liqdir. Suyakning kompozitsion tuzilishi unga kerakli mexanik xossalarni: qattqlik, elastiklik, mustaxkamlikni baxsh etadi.

3 - chizmada suyak to'qimasining mexanik kuchlanishini nisbiy deformatsiyaga bog'lanishi ko'rsatilgan.

4 - chizmada suyak to'qimasining juda sekin o'zayishi ko'rsatilgan



3-rasm



4-rasm

Shuni etish mumkinki suyak tarkibidagi mavjud minerallar tez deformatsiyalansa, polimer (kollogen) qismi esa juda sekin deformatsiyalanadi.

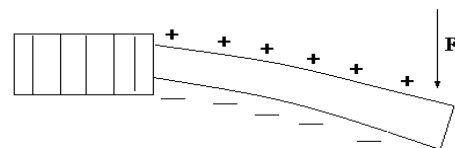


5 - rasm

Moddaning mexanik xossalari ko'p jixatdan uning temperaturasi xam bog'liqdir. Temperatura ko'tarilgan sari moddaning plastikligi, temperatura pasayigan sari moddaning murtligi ortadi

Suyakning mexanik xossasining ya`ni bir qiziqarli tomoni shundaki, deformatsiya paytida pezoelekrik effekti (6-rasm) kuzatiladi. Agar suyakni bir tomonini maxkamlab ikkinchi uchini egsak suyakning qarama qarshi tomonlarida potentsiallar farqi hosil bo`ladi

Shunday tushuncha borki p`ezoelektrik effekt qachonki suyakka nagruzka tushgan paytda kuzatilar ekan.



6-rasm

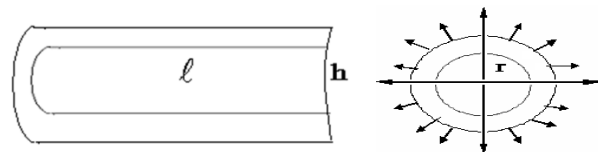
Teri – kollogen tolalaridan, elastin va matritsadan iborat. Kollogen quruq massaning 75 %ni, elastin 4 %ni tashkil etadi. Teri yuqori elastik material bo`lib, u yaxshi cho`ziladi va uzayadi.

Muskullar tarkibiga kollagen va elaktin tolalardan tarkib topgan tutashtiruvchi to`qima kiradi. Silliq muskullar uncha katta bo`lmagan kuchlanishlarda ham ancha ko`p cho`zilishi mumkin, bu esa kovak organlar, masalan siydik pufagi xajmining ortishiga imkon tug`diradi.

Qon tomirlar to`qimasining mexanik xossalari birinchi navbatda kolagen, elastin va silliq muskullar tolasining xossalari orqali aniqlanadi. Yurakdan uzoqlashgan sari silliq muskul tolalarining xossasini oshib boradi, arteriolalarda esa ular qon tomirlar to`qimasining asosiy tashkil etuvchilari hisoblanadi.

Qon tomirlari to`qimasining mexanik hossasini tushintirish uchun quydagi silindrik tomirdan foydalanamiz. Uzunligi ℓ , qalinligi h va radiusi r bo`lgan silindrik kesmani ko`ramiz (7 – rasm).

Agar qon tomirlari devorida mexanik kuchlanish mavjud bo`lsa, u holda qon tomiri ikki yarim bo`lagi orasidagi o`zaro ta`sir kuchi quyidagiga teng:



7 - rasm

$$(1) \quad F_1 = \sigma \cdot 2 \cdot h \cdot \ell$$

Bu kuch silindrga ichki tomonidan ta`sir etayotgan bosim kuchi bilan muvozanatlashadi.

$$(2) \quad (F_2 = p \cdot 2r\ell \quad F_1 = F_2$$

$$\sigma \cdot 2h\ell = p \cdot 2r\ell \quad (3) \quad \sigma = pr/h \quad \text{-Lame tenglamasi}$$

Qon tomirining cho`zilishida uning devorlari hajmi o`zgarmaydi (devorlari yuzi ortadi, qalinligi esa kamayadi), yoki boshqacha aytganda, qon tomiri devorining kesim yuzi o`zgarmaydi deb hisoblaymiz (7 – rasm)

$$2\pi r h = \text{const}, \quad \text{ya`ni } r h = b = \text{const}. \quad (4)$$

(4) ni hisobga olgan holda (3) ni quydagicha o`zgartirib yozamiz:

$$\sigma = pr/h = p r r / r h = p r^2 / b \quad (5)$$

(5) formuladan ko`rinib turibdiki, kapillarlarida ($r \rightarrow 0$) kuchlanish yuzaga kelmaydi ($\sigma \rightarrow 0$).

V. MA`RUZANING JIXOZLARI.

1. Tablitsalar.
2. Har xil suyakdan tayyorlangan modellar.
3. Diapozitivlar, slaydlar, overxet

VI. TALABALARNING MUSTAQIL ISHI UCHUN MAVZULAR.

1. Suyuk kristallar va ulardan tibbiyotda foydalanish yo'llari.

VII. NAZORAT UCHUN SAVOLLAR.

1. Qattiq jislar qanday jismlarga bo'linadi va ularni tushuntirib bering.
2. Polimerlar qanday moddalar va ular qanday biologik moddalarda namoyon bo'ladi.
3. Deformatsiya deb nimaga aytiladi, ularning turlarini aytib bering.
4. Biologik to'qimlarni mexanik xossalarini tushuntirib bering.
5. Qon tomirlar to'qimasida mexanik kuchlanish bilan bosim orasida qanday bog'lanish bor?

VIII. ADABIYOTLAR

Asosiy:

1. Andrey B. Rubin Fundamentals of Biophysics 2014y
2. Paul Davidovits Physics in Biology and Medicine 2013y
3. Harten Physik fur Mediziner 2011y 69-75 betlar
4. A.N. Remizov Tibbiy va biologik fizika 2005 y 181-194 betlar

Qo'shimcha:

1. A.N. Remizov Tibbiy va biologik fizika 1992 y. 184-196 betlar
2. YU.A. Vladimirov va boshqalar Biofizika 1983y
3. Z.P. Belikova, R.S Pavlova Meditsina biofizikasidan o'quv qo'llanmasi 1976y
4. Meditsina va biologik fizikasidan laboratoriya ishlarining metodik ishlanmalari (talabalar uchun) 2006 y.
5. Tibbiy va biologik fizikadan laboratoriya ishlaridan uslubiy qo'llanma 2006 y.