

Neke povijesne činjenice

- Početak eksperimentalne fizike čvrstog stanja
1662.g Robert Hook-zakon elastičnosti
- a teorijske fizike čvrstog stanja
Drudeova teorija metala (1900 g.)
- Mnoga fizikalna svojstva (bez da su se mogla objasniti) bila su poznata tisućljećima
- **Povijest civilizacije usko je povezana s mehaničkim svojstvima materijala**
oko 5500 pr.Kr.-dobivanje bakra iz njegovih ruda (premekan za neku "ozbiljnu primjenu")
oko 3000 pr.Kr. , u području sadašnje istočne Turske otkrivena bronca zajedničkim taljenjem bakra s kositeritom ("kositrov kamen" SnO_2) (bronca: bakar pomiješan (legiran) sa arsenom, antimonom, srebrom, kositrom,....)-bolja mehanička svojstva; brončano doba
nađeni bakarni predmeti dobrih mehaničkih svojstava datirani 3000 pr.Kr. dobiveni iz bakarne rude sa područja Sinaja (sadrže i do 7% arsena) – problemi s proizvodnjom!!!
predmeti i nakit iz bronce u Indokini 3000 do 2500 pr.Kr.
oko 500 pr. Kr., brončana zvona u Kini teška i do 2500 kg.
2200 do 2000 pr.Kr. , pronađeni i predmeti iz mjedi (slitina bakra i cinka)

Au se koristilo kao znak bogatstva od davnina (Mezopotamija 4500 pr.Kr., Tutankhamenov sarkofag 1350 pr.Kr.)

oko 1000 pr.Kr. taljenje olovne rude galenit (olovni sulfit PbS) sa tragovima srebra za dobivanje srebra
novčići od plemenitih metala: Anatolija (640 pr.Kr.) od slitina zlata i oko 20 do 35 % srebra (electrum) pronađene u prirodi.

za izradu nakita ne koristi se čisto zlato "24 karatno" već miješano sa srebrom (50%=12 karatno) a u novije doba koji puta i s paladijem ili platinom. Zašto ne čisto zlato za nakit?

"Bijelo zlato" (sa Ni, ili Pt, manje Mg) 18 karatno je 75%Au+ 25 %Pt ili Ag (nekad se koristio Ni ali sada više ne jer su neki ljudi alergični na Ni 1 od 8 ljudi); sa Pt je skuplji nakit

"Zelena zlato" (ili zeleno-žuto) je Au sa srebrom umjesto bakrom

"Crveno zlato" je obično 12 karatno sa 50%Au50%Cu. Dodavanjem do 15% Zn umjesto bakra dobivaju se nijanse od crvenožute do tamnožute

Skuplje crveno zlato je naravno 18 karatno 75%Au25%Cu

18 karatno zlato roza boje = 75Au21%Cu4%Ag

Nakit iz čiste Pt (obični 95%) je jako sjajan, teži je i skupji (obično 2x skuplji od 18 karatnog bijelog zlata)

Titan (lagan, legira se i sa Ag) sjajan i jako postojan)

tališta i gustoće:

Pt-1768.3 °C; 21.45 g·cm⁻³

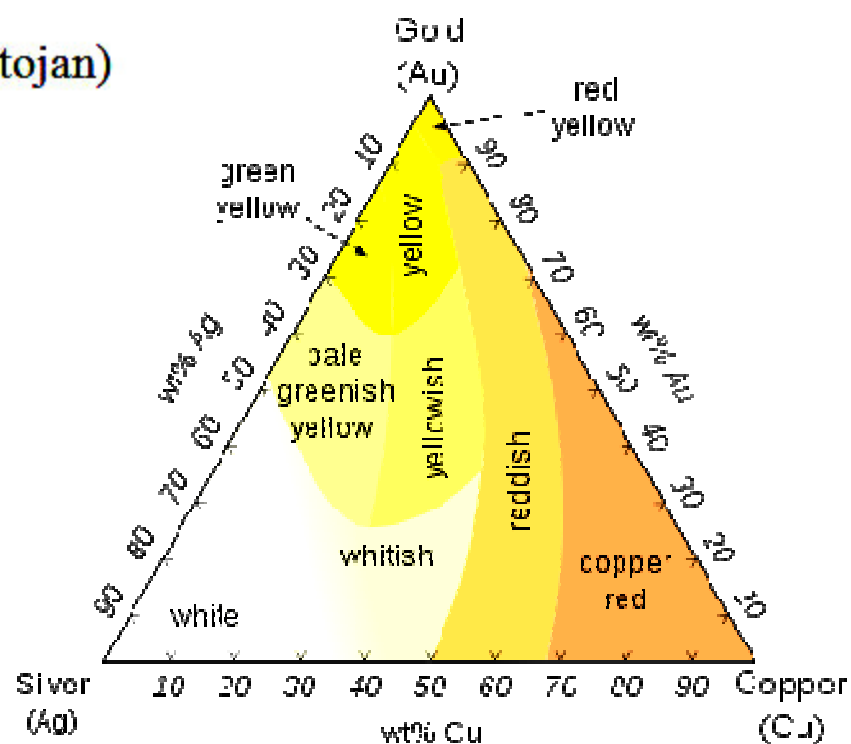
Au-1064.18 °C; 19.30

Rh-1964 °C, 12.41

Ag-961.78 °C; 9.320

Cu-1084.62°C; 8.94

Ti-1668 °C; 4.506



Meteoritsko željezo se koristilo već oko 4000 pr.Kr., nije ga bilo puno, i ne previše od koristi (korozija) osima na nekim nalazištima gdje je bilo u jemu nešto Ni.

“Dobro” željezo otkrili Hiti (došli u Anatoliju oko 2000 pr. Kr.) oko 1450 pr.Kr. i oko 200 godina uspjeli čuvati tajnu (tokom proizvodnje su slučajno uspjeli obogatiti željezo ugljikom-bilo je jako tvrdo ali i krto)

Željezno doba 1500 do 1000 pr.Kr.

više o tome na webu:

Nastavni materijali-doc.dr.sc. T.Vukelja, [Povijest tehnike](#)

oko 1000.g. poslije Krista otkriveno je da se kratkim grijanjem/žarenjem “dobrog” željeza dobiva manje tvrdo željezo ili zato više čvrsto.

- da je osnova dobivanja “dobrog” željeza/čelika kontrolirano dodavanje ugljika otkrio je tek 1774 g. Švedski metalurg S. Rinman

Počinje gradnja čeličana

znalo da se kovanjem ili žarenjem čelika mogu poboljšati mehanička svojstva čelika, ali zašto? za odgovor se moralo pričekati do 20. stoljeća.

ELEKTRIČNA I MAGNETSKA SVOJSTVA

oko 600 g. pne Grčki filozof Thales iz Mileta otkrio da trljanjem jantara platnom, jantar počinje privlačiti sitne komadiće

1729. g. engleski kemičar Stephen Gray ustvrdio da neki materijali provode nešto kao "struju" dok drugi ne.

1733. g. Francuz C.F. Du Fay ustvrđuje da postoje dvije vrste električnog naboja koje nedugo zatim Benjamin Franklin označava sa plus i minus.

Magnetizam (konkretno feromagnetizam) je poznat od antičkog doba.

Vežu između magnetizma i električne struje je prvi otkrio Hans Christian Oersted početkom 19. stoljeća (1819.g.).

Ohmov zakon 1826.g. (Njemački znanstvenik Georg Simon Ohm).

1831. Michel Faraday otkriva magnetsku indukciju

1844. Faraday uspostavlja vezu između svjetlosti i magnetizma, ravnina polarizacije se okreće u jakom magnetskom polju (tz. Faraday efekt). Također postavlja zakone elektrolize te uvodi izraza katoda i anoda.

Curie 1895.g; temperaturna ovisnosti magnetskih svojstava - Curieva temperatura

TOPLINSKA SVOJSTVA

- do kasnijeg 18. stoljeća smatralo se da je toplina nevidljiv fluid, zvan "caloric", kada su nezavisno jedan od drugoga Mayer, Helmholtz i Joule otkrili da je toplina jednostavno jedan od oblika energije.
- 1819. g. Dulong i Petit (Dulong-Petitov zakon) $C=3NK$ (odnosno $3R$)
- Wiedemann i Franz postavljaju 1853.g. tz. W-F zakon po kojem je omjer toplinske i električne vodljivost praktički konstantan za sve metale.

OPTIČKA SVOJSTVA

- Grčki matematičar Euclid je prvi ustvrdio oko 300 g. pne da se svjetlost širi pravocrtno te da se reflektira pod istim kutom kao što upada, da se također lomi, no tek 1821. je Danac Snell matematički formulirao zakon loma (Snellov zakon loma).
- Do kraja 19. stoljeća i mnoga druga fizikalna svojstva materijala bila su dobro proučena i zapisana, ali se nisu znala objasniti

- **Ukratko:** “Makroskopski” zakoni električne i toplinske vodljivosti, mehaničkih i drugih svojstava bili su krajem 19. stoljeća dobro poznati ali na pitanje zašto se ta svojstva razlikuju od materijala do materijala odgovora nije bilo. Nije bilo modela pomoću kojih bi se mogla objasniti mjerena/opažana fizikalna svojstva.
- Potrebno je bilo da dođe do jednog velikog otkrića, a to je otkriće elektrona godine 1897. (J. J. Thompson; Nob.nagr.NN1906), što je odmah imalo utjecaj na teorije o strukturi materijala, odnosno konkretnije, na mehanizam vodljivosti električne struje u metalima.
- Tri godine poslije Thompsonovog otkrića je Drude objavio teoriju elektronske i toplinske vodljivosti u dva članka u Annalen der Physik 1900. (pokušao je objasniti i Wiedemann-Franzov zakon) primijenivši vrlo uspješnu kinetičku teoriju plinova na metale pretpostavivši da se elektroni u metalu ponašaju kao plin slobodnih elektrona.
- Drudeov model električne vodljivosti je ustvari prvi teorijski model koji je objašnjavao ili opisivao makroskopsko ponašanje (rezultate dobivene mjerenjima) pomoću mikroskopskih parametara (gibanje elektrona u metalu).

- Drudeovu teoriju električne vodljivosti možemo smatrati početkom teorije čvrstog stanja, te iako je za današnje spoznaje to vrlo pojednostavljen model, on je neizbježan dodatak skoro svakom udžbeniku iz fizike čvrstog stanja odnosno fizike materijala, jer zorno pokazuje koji su bili nedostaci Drudeove teorije i kako su bili nadvladani kasnijim boljim modelima.
- Primjerice: Drudeov modela- nije mogao objasniti promjena otpora s temperaturom, niti se Dudeovom mopolom metala moglo objasniti toplinski kapacitet metala
- Sommerfeld 1928. rješava problem toplinskog kapaciteta metala ali ostaje neobjašnjivo zašto su neki materijali izolatori, neki vodiči, a neki poluvodiči- da ne spominjemo supravodiče
- Fascinantnom otkriću supravodljivosti 1911. po Kamerlingh-Onnesu (Nob.nag. 1913) i njegovim spektakularnim eksperimentima nije slijedila i odgovarajuće teorija; tek 1957. Bardeen, Cooper i Shrieffer teoretski riješili problem (tzv BCS teorija; NN 1972)
- Sve se ponovilo 1986. s otkrićem Bednorza i Müllera (NN1987) o visokotemperaturnoj supravodljivosti, za koju ni danas **nemamo odgovarajuće teorije odnosno modela kojim bi se objasnilo visokotemperaturnu supravodljivost.**

- 1905. g. s Langevin daje osnove objašnjenja feromagnetizma, a 1907. g Weiss postavlja svoju fenomenološkom teoriju feromagnetskih domena.
- Kvantnu teoriju feromagnetizma postavio je Heisenberg 1928.
- Poluvodiče objasnio 1930. Wilson
praktična primjena počela otkrićem tranzistora 1947. po Bardeenu, Brattain-u i Schockley (NN 1956)

- PONOVO O MEHANIČKIM SVOJSTVIMA

Materijali s boljim mehaničkim svojstvima dobivali su se isključivo na temelju mnogobrojnih pokusa (posebno slitine, znalo se da se čeliku žarenjem ili kovanjem mijenjaju mehanička svojstva, no to se nije znalo, ni moglo objasniti).

- aluminijske slitine za zrakoplove primjenjivale su se i prije prvog svjetskog rata, ali razlozi povećanja čvrstoće aluminijske slitine, dodavanjem drugih komponenti, npr. bakra, magnezija itd., (pa skoro kao u davna vremena) ostali su nerazjašnjeni još desetljećima.
- Tek 1934. Polanyi, Orowan i Taylor daju i teoretski model jedne pogreške kristalne strukture – dislokacije koja omogućuje izradu prvog modela objašnjenja mehaničkih svojstava materijala
- 1956.g. Hirsch, Horne i , Whelan u Cavendish Laboratory u Cambridge-u dokaz postojanja dislokacije pomoću elektronskog mikroskopa.

Struktura materijala

Svi materijali sastavljeni od atoma, što se već znalo u 19. stoljeću (Mendeljejev-periodička tablica-naravno nije se znala struktura atoma).

Također se pretpostavljalo da su mnogi materijali sastavljeni od pravilnog rasporeda atoma, ali to je bila više-manje hipoteza.

Što je navodili istraživače da su materijali sastavljeni od pravilnog rasporeda atoma.....

Stoljećima prije 20. stoljeća, prekrasni simetrični oblici mnogih minerala (nazvani kristalima) nađenih u prirodi ukazivali su na neko pravilno unutarnje uređenje, iako su detalji tog unutarnjeg uređenja bili potpuna nepoznanica.

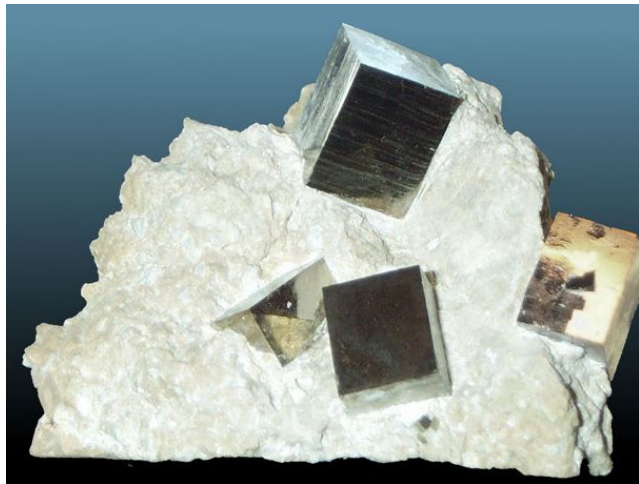
Međutim: Isti mineral - **uvijek isti geometrijski oblik bez obzira na veličinu minerala i lokaciju (nalazište)**



kalцит CaCO_3 ; trigonski



topaz $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_3$; rompski

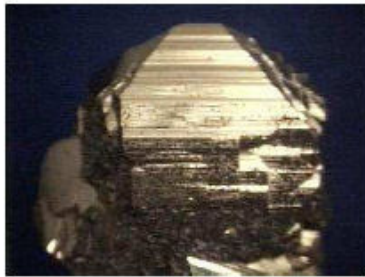


pirit FeS_2 ; kubni

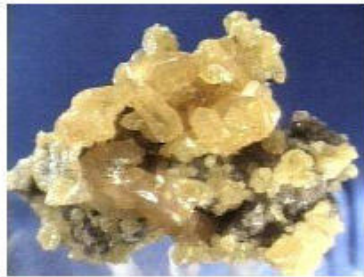


kvarc SiO_2 ; heksagonski

Web stranice za razne minerale



pirit



sumpor



celestit



ametist



topaz



kalcit

<http://mineral.galleries.com> (*Amethyst galerija*)

<http://webmineral.com> (*Mineral Help*)

<http://www.mineraltown.com/index.php>

Zaključak: pomoću minerala pronađenih u prirodi zaključivalo se da minerali ili kristali (odatle potječe i naziv **kristalna struktura**) imaju pravilne vanjske geometrijske tvorevine zahvaljujući malim pravilnim strukturama, određenih geometrijskih oblika (unutarnje uređenje), sastavljenih od atoma koje slaganjem daju makroskopski izgled.

Vanjski izgled ↔ Unutarnje uređenje !!

U početku je to bila samo hipoteza koja je krajem 19. stoljeća sve više prestajala biti hipoteza.

Za metale i slitine nije bilo nikakvog dokaza da bi to moglo vrijediti i za njih i trebalo je prvo doći do otkrića rentgenskih zraka 1895.g. i s tim povezane rentgenske difrakcije 1913.g.

Kako se svojstva materijala ne mogu objasniti bez poznavanja unutarnje strukture/građe materijala, prva predavanja ćemo posvetiti toj temi.