

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Fizički odsjek

SINTEZA EuCD_2Bi_2 : U POTRAZI ZA NOVIM TOPOLOŠKIM IZOLATORIMA

Student: Mihael Brezak

Mentor: Mario Novak

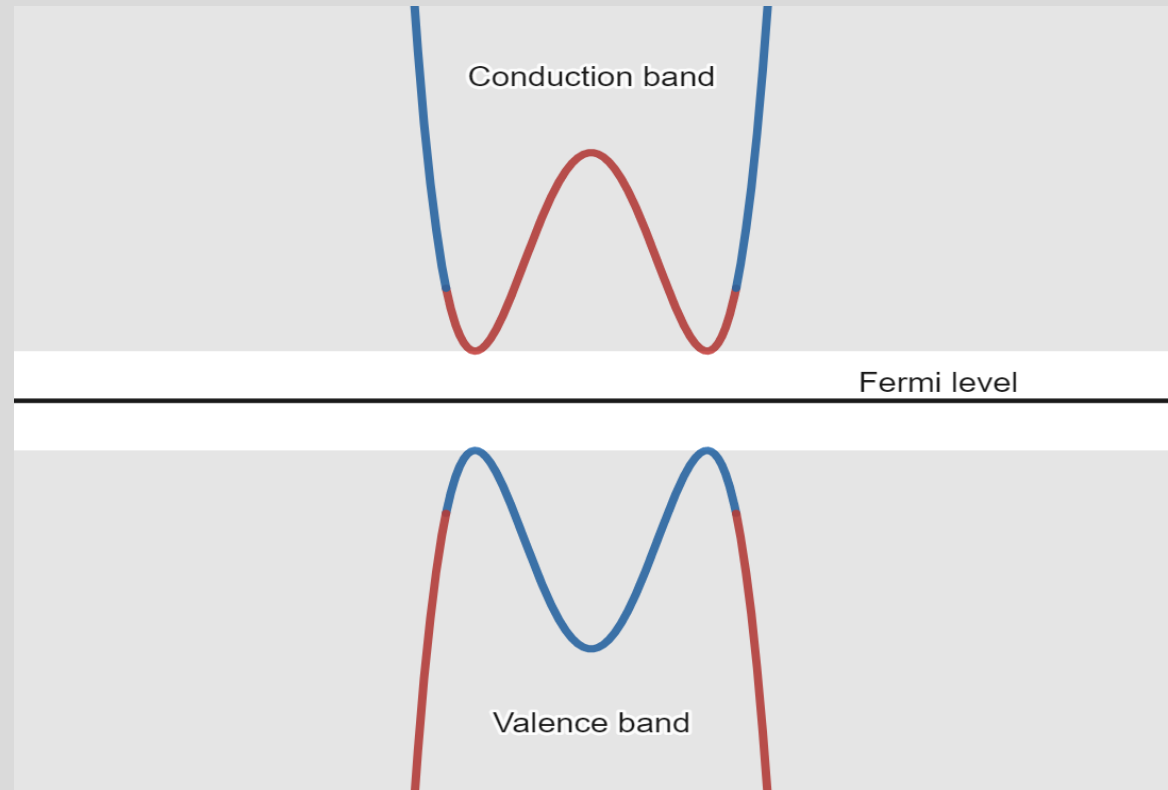
Naziv kolegija: Samostalni istraživački seminar u fizici

TOPOLOŠKI MATERIJALI

- Topološki izolatori
- Polumetali:
 - Weylovi polumetali
 - Diracovi polumetali
- Netrivijalne topologije valnih funkcija
- Jako spin-orbit vezanje

TOPOLOŠKI IZOLATORI

- Različiti od običnih izolatora
 - Netrivijalna topologija valnih funkcija
- Inverzija vrpca oko energetske procijepa

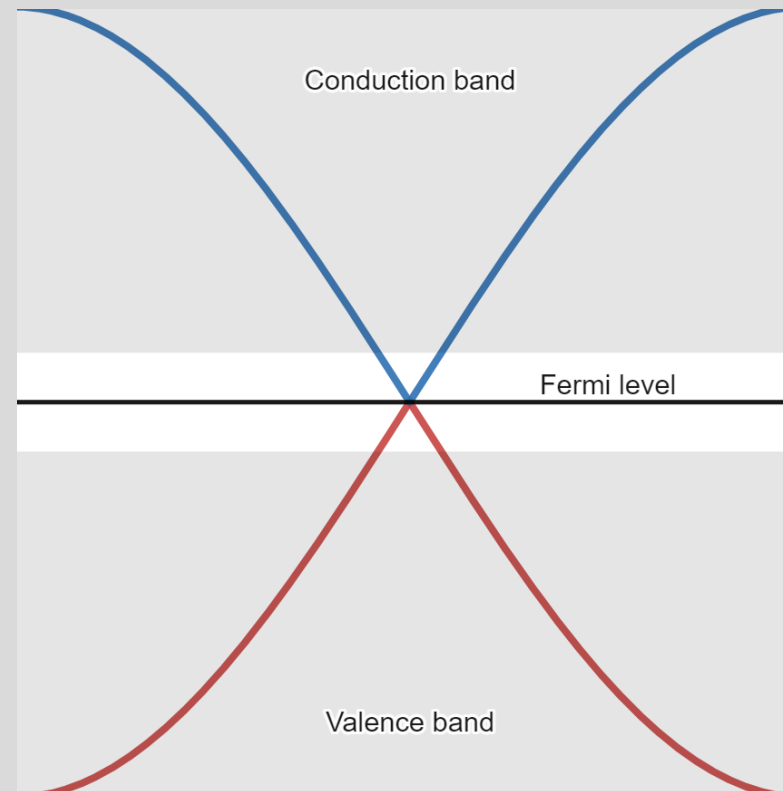


TOPOLOŠKI POLUMETALI

- Weylovi polumetali
 - Polumetali -> dodir vrpci
 - Opisani Weylovim hamiltonijanom
 - Niskoenergetska pobuđenja - Weylovi fermioni
 - Weylovi čvorovi - točke dodira vrpci
 - Fermijeve lukovi

TOPOLOŠKI POLUMETALI

- Diracovi polumetali
 - Točka dodira vrpce – Fermijeva točka
 - Zaštićeni četverostrukom degeneracijom
 - Disperzija linearna oko točaka dodira
 - Bezmaseni fermioni
 - Prijelaz između topoloških i običnih izolatora

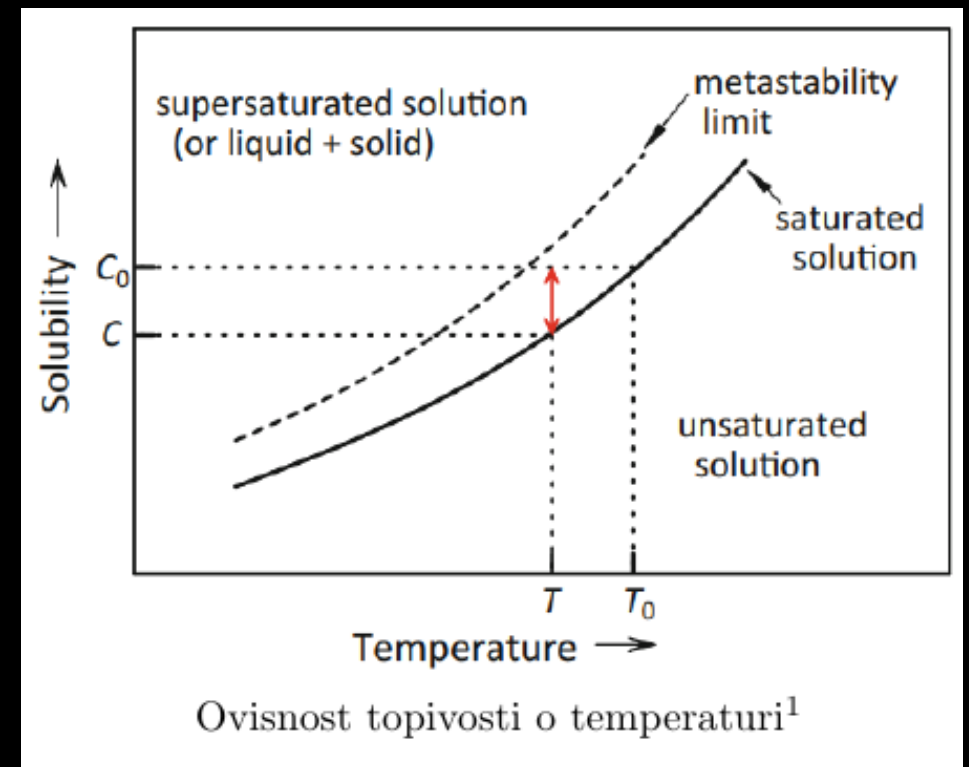


RAST IZ TALJEVINE

- Metoda rasta kristala
- Gradivni materijal i fluks materijal
- Zagrijavanje -> gradivni materijal se otopa u fluks materijalu
- Fluks materijal mora zadovoljiti stroge kriterije
- Najbitniji kriterij – visoka osjetljivost topivosti na temperaturu

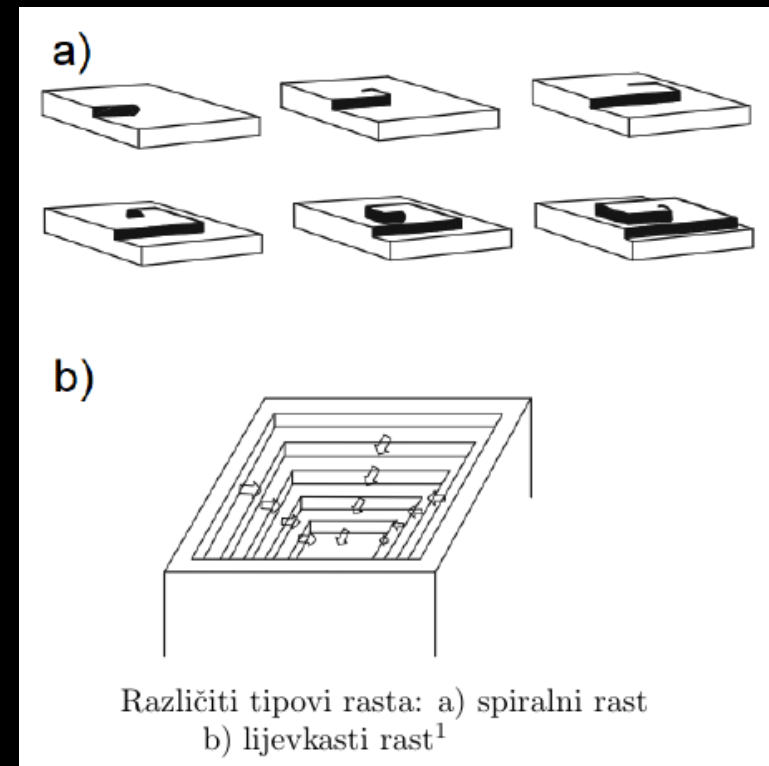
MEHANIZMI RASTA

- Otopina se zagrijava do maksimalne temperature
- Sporo hlađenje -> prezasićenost
- Nukleacija
 - Homogena – statistička
 - Heterogena – na nečistoćama



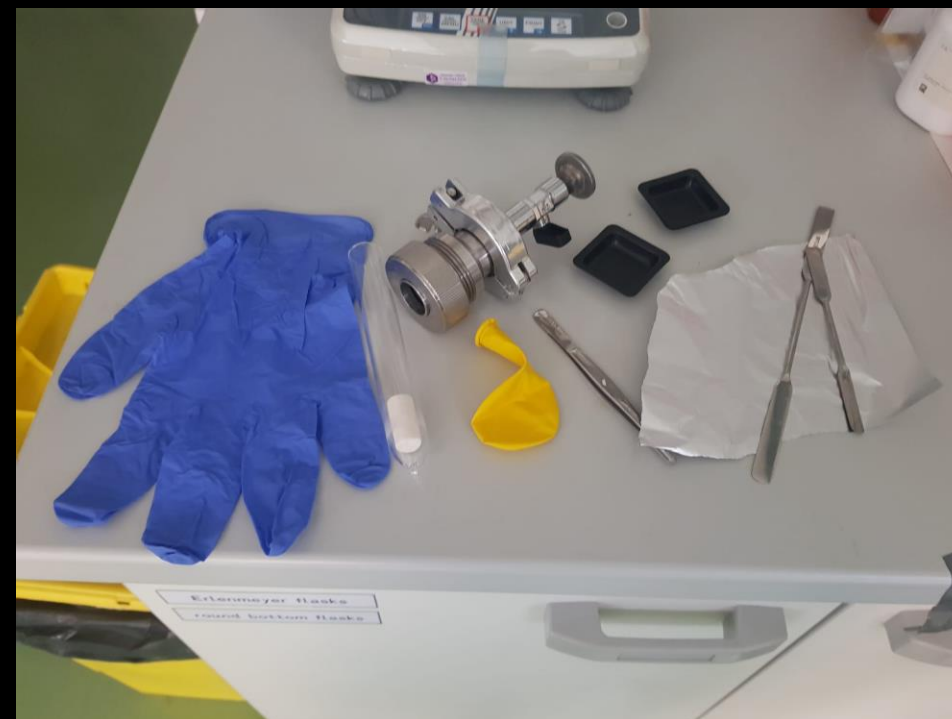
MEHANIZMI RASTA

- Različiti načini rasta
 - Rast u slojevima – stepenasti defekt
 - Spiralni rast - vijčani defekt
 - Ljevkastirast – bridovi
 - Dendritskirast - rubovi



PRIPREMA SINTEZE

- Sinteza u vakuumski zatvorenoj epruveti
- Priprema epruveta
 - Rezanje
 - Zataljivanje
 - Čišćenje pomoću HF
- Priprema ostale opreme



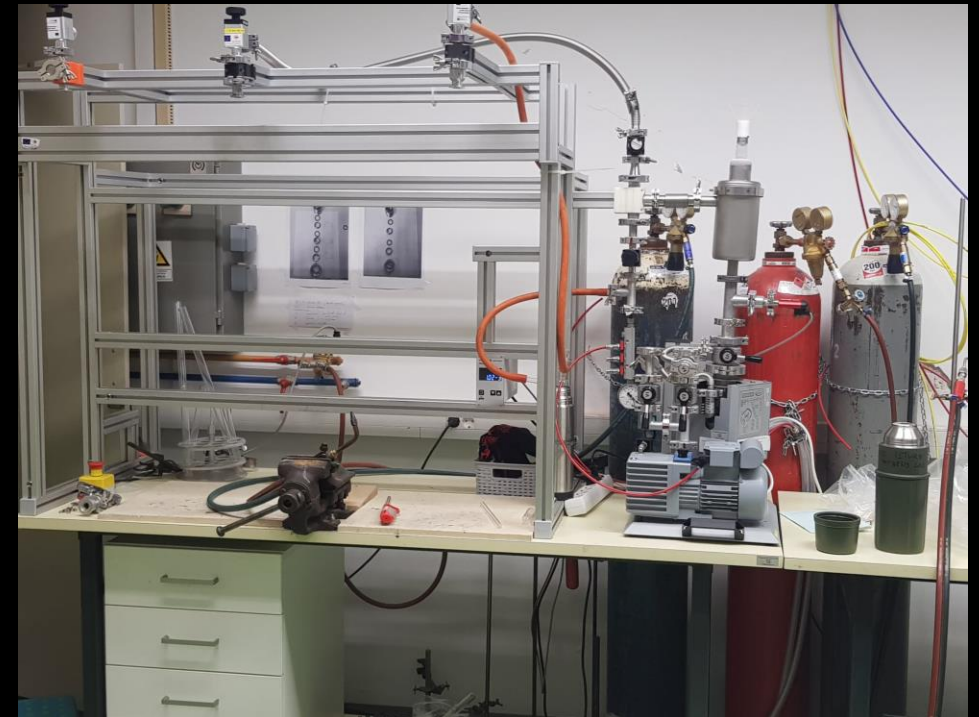
SINTEZA KORAK 1.

- Unos pribora u glovebox
- Vaganje materijala
- Oblaganje epruvete silikonskom vatom
- Unošenje crucible-a u epruvetu
- Zatvaranje epruvete ventilom



SINTEZA KORAK 2.

- Zataljivanje epruvete
 - Na kraju bližem ventilu
 - Smanjenje profila u cjevčicu
- Priključivanje na vakuumske pumpe
 - Prvo rotacijska pumpa – 10^{-3} mbar
 - Zatim difuzna pumpa – 10^{-6} mbar
- Na 10^{-6} mbar se zatvara cjevčica
 - Dobiven odličan vakuum



SINTEZA KORAK 3.

- Epruveta se unosi u mufolnu peć
- Pečenje materijala
 - Poseban program za obradu materijala
 - $>T$ na $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ preko 24h
 - Konst. $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ preko 48h
 - $<T$ na $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ preko 120h



SINTEZA KORAK 4.

- Završetak sinteze
 - Vađenje uzorka
 - Fluks mora biti tekuć
- Centrifugiranje epruvete na do 2000 rpm
- Konačni rezultat je polikristal
 - Rezanje monokristala



REZULTATI

- Sinteza EuCd_2Bi_2 neuspješna
 - Daljnja tema istraživanja
- Sinteza EuCd_2P_2 uspješna
- Sinteza EuMnBi_2 uspješna

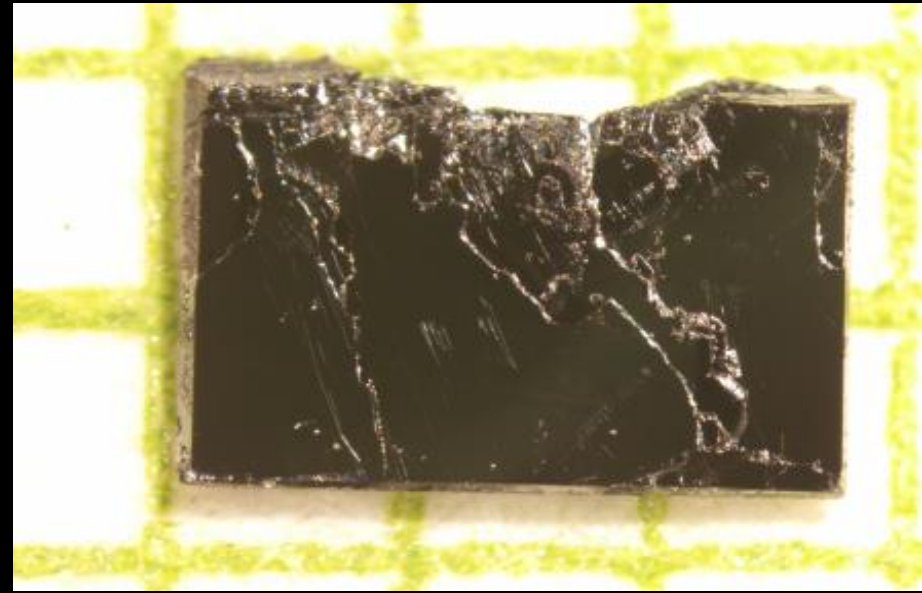
REZULTATI

- Monokristali EuCd_2P_2 :



REZULTATI

- Monokristali EuMnBi_2 :

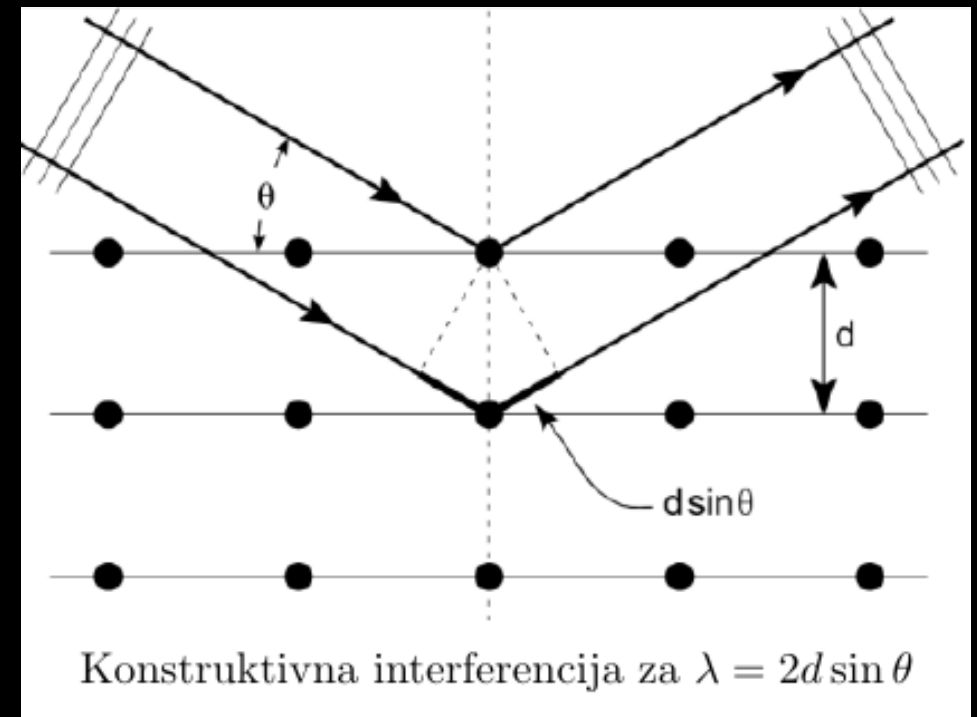


REZULTATI

- Monokristali EuCd_2P_2
 - Metalni odsjaj površine
 - Dobra veličina
 - Dobra kvaliteta
 - Potencijalno topološki materijal
- Monokristali EuMnBi_2
 - Tamno-siva boja
 - Dobra veličina
 - Dobra kvaliteta
 - Pukotine posljedica rezanja
 - Potencijalno korisno za monoslojeve

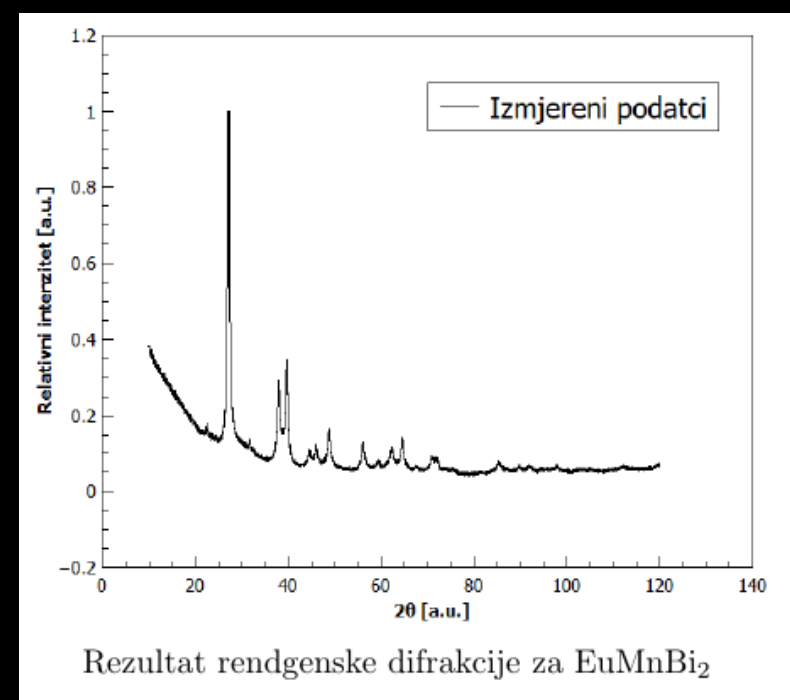
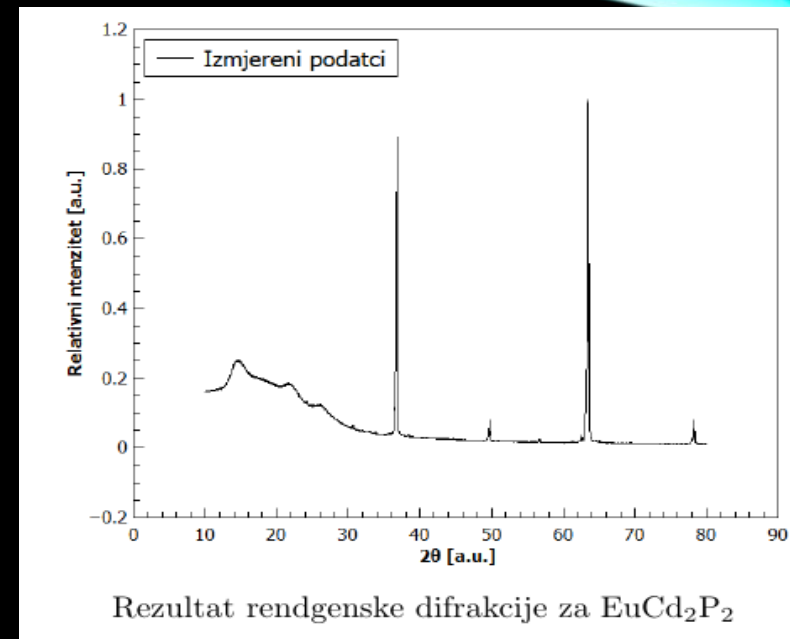
XRD

- Rendgenska difrakcija
 - Skraćeno XRD
- Uzorak u obliku praha
- Odbijanje zraka na atomima rešetke
- Konstruktivna interferencija daje vrhove



XRD-KARAKTERIZACIJA

- EuCd_2P_2 :
 - Najizraženiji vrh - (001) ravnina
 - Ostali vrhovi - (00n) ravnine
 - Potrebna daljnja karakterizacija
- EuMnBi_2 :
 - Izražen jedan vrh - (001) ravnina
- Potrebna daljnja analiza



ZAKLJUČAK

- Sinteza EuCd_2Bi_2 nije uspjela
 - Potrebno daljnje istraživanje
 - Mogući novi uvidi u fizikalne mehanizme sinteze
 - Moguća sinteza novijom metodom – Bridgmanova peć
- Sinteza EuCd_2P_2 i EuMnBi_2 uspjela
- Metoda sinteze rasta iz taljevine daje dobre rezultate

IZVORI

- [1.] Tachibana, Makato. Beginner's guide to crystal growth. (Tokyo, Springer, 2017).
- Slike iz Laboratorija za sintezu

HVALA NA PAŽNJI

