

SGIkerreko goi mailako teknikaria **Materialen eta Gainazalen Mikroskopia: Mikroskopia Elektronikoa eta Materialen Mikroanalisia**), 1. taldea.

ZERRENDA GAIAK

1. **Kristalografiako oinarrizko ezagutzak:** Kristalen simetria-elementuak. Ardatz kristalografikoak. Miller-en indizeak. Unitate-gelaxka. Bravais-en sareak.
2. **Kristalografiako kontzeptu aurreratuak:** Sare erreziprokoa. Talde puntualak. Talde espazialak. Kristalografiako Nazioarteko Taulak. Proiekzio estereografikoa.
3. **Elektroi-materia interakzioaren hastapenak:** Elektroiaren uhin-luzera eta interakzio-prozesuak 0,5 keV-etik 300 keV-era bitarteko energia-eskalan. Dispersio elastikoa eta inelastikoa. X izpien eta neutroien arteko interakzioarekiko konparazio oinarrizkoa.
4. **Mikroskopia elektronikoaren oinarri fisikoak I:** Transmisiozko mikroskopio elektronikoak (MET), ekorketazko mikroskopio elektronikoak (MEB) eta ekorketa-transmisiozko mikroskopio elektronikoak (STEM). Elektroi-iturriak (termoionikoa eta eremu-igorpenekoa) eta azelerazio-sistema. Leiar magnetikoak, haien akatsak eta zuzenketa. Irekidurak eta bereizmena.
5. **Mikroskopia elektronikoaren oinarri fisikoak II:** Huts-sistemak. Huts-ponpa eta huts-neurgailu motak. Lagin-etxea. Elektroiaren eta X izpien detektagailuak.
6. **Irudi-eraketa METean:** Leiar bakoitzaren efektua. Eremu argia. Eremu iluna. Sorta ahula. Sorta konbergentea. Bereizmena. Eremu-sakonera. Foku-sakonera.
7. **Kontraste-eraketa METean:** Fase-kontrastearen eta anplitude-kontrastearen oinarri fisikoak. Moiré-ren zerrendak. Dislokazioen irudiak.
8. **Irudi-eraketa STEMean:** Zundaren tamaina. Detektagailu motak. Irudiak eremu argian eta eremu ilunean. HAADF eta ABF irudiak.
9. **Elektroi-difrakzioaren teoria zinematikoa:** Laue-ren baldintzak. Bragg-en legea. Ewald-en esfera. Egitura-faktorea. Eszitazio-errorea. Lagin mehe batek difraktatutako intentsitatea. Fresnel-en difrakzioa. Zutabearen hurbilketa. Iraungitze-distantzia. Teoria zinematikoaren mugak.
10. **Elektroi-difrakzioaren teoria dinamikoa:** Bloch-en uhinak, eszitazio-bektore eraginkorra, intentsitate transmititua eta difraktatua, xurgapenaren

efektua. Kristal errearen azterketan aplikatzea: pilatze-akatsak, antifase-mugak, maklak, interfaseak, dislokazioak, hauspeakinak.

11. **Ingurua hautatze bidezko difrakzioa METean:** Ingurua hautatze bidezko difrakzio-diagramen eraketa. Laue-ren zonak. Indexazioa eta akats batzuek diagrametan duten efektua.
12. **Sorta konbergente bidezko difrakzioa (CBED) METean:** Kossel-Möllenstedt-en eta Kossel-en diagramak. LACBED difrakzio-diagramak eta haien akatsak aztertzeo aplikatzea. Kristalaren lodiera neurtzea. Sare-parametroen aldaketa neurtzea. Unitate-gelaxka eta Bravaisen sarea zehaztea. Simetria-talde puntuala zehaztea.
13. **Elektroien energia-galeraren espektroskopia (EELS):** Energia-galeren espektroa. Galera apaleko zona ("low-loss"). Egitura xehea. Irudi iragaziak eta elementu-mapak. Irudi-espektroak eta lerro-espektroak eraikitzea eta manipulatzeko. Laginaren lodiera zenbatzea.
14. **Analisi kuantitatiboak eta kualitatiboak EELSan:** "Edge"ak identifikatzea. Oxidazio-egoerak zehaztea. Sekzio efikazak eta kuantifikazio-oinarriak.
15. **Elektroi-lagin masibo interakzioaren oinarri fisikoak:** Elektroierretrobarreiatuak eta sekundarioak. X izpien eta Auger elektroien igorpena. Katodoluminiszentzia. Lagin-korrontea. Seinaleen albo-bereizmena eta sakonera-bereizmena.
16. **Elektroi sekundario eta erretrobarreiatuen igorpenaren konparazioa MEBean:** Elektroierretrobarreiatuen energia, sorta erasotzailearen energiaren eragina, materialaren eragina, banaketa angeluarra eta banaketa espaziala, eraso-angeluaren eragina.
17. **Behaketa-baldintzak MEBean:** Elektroierretrobarreiatuen detektagailuak. "In-lens" detektagailuak eta laginaren ganberako detektagailuak. Beste detektagailu batzuk. Azelerazio-tentsioa, zunda-korrontea eta lan-distantzia hautatutako behaketa mikroestruktural motaren arabera.
18. **Elektroierretrobarreiatuen difrakzioa (EBSD) MEB Iean:** Kikuchi-ren lerroen eratze-mekanismoak eta elektroierretrobarreiatuen diagramak (EBSD).
19. **Elektroierretrobarreiatuen difrakzioa (EBSD) MEB IIan:** Testura kristalografikoaren adierazpidea espazio bakoitzean. Neurketaren automatizazioaren oinarriak. Fase-identifikazioa.
20. **X izpien fotoi-igorpenaren ezaugarriak METean eta MEBean:** Espektro jarraitua. Espektro karakteristikoa. X izpien eta materiaren arteko interakzioa.

21. **Mikroanalisiaren bereizmen espaziala METean eta MEBean:** Oinarri fisikoak. Laginaren lodierarekiko, sorta erasotzailearen energiarekiko eta elementuaren zenbaki atomikoarekiko mendekotasuna.
22. **X izpi karakteristikoaren mikroanalisisa METean eta MEBean:** Gailurrak identifikatzea, X izpien mapak, 1D (lerro-ekorketak) eta 2D.
23. **X izpi karakteristikoaren espektroen mikroanalisis kuantitatiboa METean:** Cliff-Lorimer-en metodoa.
24. **X izpi karakteristikoaren mikroanalisisen eta EELSaren arteko konparazioa METean:** Bereizmen espaziala. Detekzio-atalasea elementu arin eta astunentzat. Analisiaren zehaztasuna. Espektroskopien eta irudi-eraketaren arteko bateragarritasuna.
25. **X izpi karakteristikoaren espektroen mikroanalisis kuantitatiboa MEBean:** Kuantifikazio-oinarriak, iterazio-metodoak. Elementu astunen kontzentrazioaren zenbatespena. Elementu arinen estekiometria bidezko analisia.
26. **Material zeramikoaren laginak prestatzeko metodoak METean:** Paraleloko leunketa, tripode erako leunketa, leunketa esferikoa eta leunketa ionikoa.
27. **Material metalikoaren laginak prestatzeko metodoak METean:** Leunketa elektrolitikoa.
28. **Material konposatuaren laginak prestatzeko metodoak METean:** Ultramikrotomia. Kontrastea handitzeko metodoak.
29. **METerako mintz meheak prestatzeko metodoak:** Prestaketa bista lauan eta zeharkako ebaketan. Ebaketa, itsasketa, mehetze eta leunketa ionikoko metodoak.
30. **Laginak FIB bidez prestatzeko metodoak METean:** Mintz meheak ioi fokalizatuaren sorta bidez (FIB bidez) prestatzea.
31. **MEB Ierako laginak prestatzeko metodoak:** Lagin eroaleen eta isolatzaileen behaketa. Lainoztatze katodiko eta hutseko lurrunketa bidezko estaltze-metodoak. Karga-kontentsazioa huts apaleko inguruneetan. Ingurune-ekorketazko mikroskopia.
32. **MEB IIrako laginak prestatzeko metodoak:** Lagin leunduak prestatzeko prozedura metalografikoak.
33. **Materialografia kuantitatiboaren oinarriak mikroskopia elektronikorako:** Irudiak prestatzea eta segmentatzea. Partikulak lokalizatzea. Partikulen gaineko eragiketak. Partikula-analisia.

34. **Unibertsitatean laneko arriskuen prebentzioa kudeatzeko sistemak:** Kudeaketan prebentzioa sartzea. Erantzukizunak esleitzea. Langileek laneko arriskuen prebentzioan parte hartzea. Ordezkaritza- eta partaidetza-organoak.
35. **Emakumeen eta Gizonen Berdintasunerako 4/2005 Legea, otsailaren 18koa:** Arauaren xedea eta helburua. Printzipio orokorrak. Administrazioaren araudian eta jardueran berdintasuna sustatzeko neurriak.

BIBLIOGRAFÍA:

1. *Transmission Electron Microscopy. A textbook for materials Science.* David B. Williams, C. Barry Carter. 1. argitalpena: Plenum Press, New York 1996. 2. argitalpena: Springer 2009.
2. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis.* J. Goldstein, D. Newbury, D. Joy, Ch. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J. Michael. Kluwer Academic 2003.
3. *Electron Backscatter Diffraction in Materials Science.* Edited by Adam J. Schwartz, Mukul Kumar, Brent L. Adams. Kluwer Academic/Plenum Publishers 2000.
4. *Large-Angle convergent -beam electron diffraction (LACBED).* Jean-Paul Morniroli. French Society of Microscopies, Paris 2002.
5. *The basics of crystallography and diffraction.* C. Hammond. International Union of crystallography tests on crystallography 2001.
6. *The Image Processing Handbook* John C. Russ. CRC Press 2011.

Procedures in Electron Microscopy. Principal Editors: A.W. Robards and A.J. Wilson. John Wiley & Sons 1993.