

## GAI ZERRENDA

### **SGIKerreko goi mailako teknikaria (Neurri Magnetikoak), 1. taldea.**

1.- Laneko arriskuen prebentzioa kudeatzeko sistemak unibertsitatean. Prebentzioa kudeaketan txertatzea. Erantzukizunak esleitzea. Langileen parte-hartzea laneko arriskuen prebentzioran. Ordezkaritza- eta partaidetza-organoak.

2.- 4/2005 Legea, otsailaren 18koa, Emakumeen eta Gizonen berdintasunerakoa: arauaren xedea eta helburua. Printzipio orokorrak. Administrazioaren araudian eta jardueran berdintasuna sustatzeko neurriak. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko III. Berdintasun Plana (2019-2022).

### **MAGNETISMOAREN INGURUKO GAI ESPEZIFIKOAK**

3.- Magnetismo makroskopikoa: Definizioak eta unitateak. Ereku magnetikoa. Momentu magnetikoa. Imanazioa. Material magnetiko motak. Indukzio magnetikoa. Suszeptibilitate eta iragazkortasun magnetikoak. Imanazio kurbak eta histeresi zikloak.

4.- Diamagnetismoa eta Paramagnetismoa: Elektroien eta atomoen momentu magnetikoak. Diamagnetismoaren teoria. Substantzia diamagnetikoak. Paramagnetismoaren teoria klasikoa eta kuantikoa. Material paramagnetikoak.

5.- Ferromagnetismoa: Oinarrizko ezaugarriak. Weiss-en ereku molekularren teoria. Truke interakzioak. Curie tenperatura. Zerrenden teoria. Material ferromagnetikoak.

6.- Antiferromagnetismoa eta ferrimagnetismoa: Oinarrizko ezaugarriak. Ereku molekularren teoria. Neel eta Curie tenperaturak. Portaerak tenperatura kritikoaren gainetik eta azpitik. Material antiferromagnetikoak eta ferrimagnetikoak.

7.- Anisotropia magnetikoa: Anisotropiaren jatorria eta motak. Anisotropia kristal kubikoetan eta hexagonaletan. Anisotropia konstanteak zehaztea. Lehentasunezko orientazioak material polikristalinoetan. Forma anisotropia.

8.- Magnetostrizioa eta Magnetoerresistentzia: Jatorri fisikoa. Magnetostrizioa monokristaletan eta polikristaletan. Tentsio mekanikoen eragina propietate magnetikoetan eta magnetostrizioan. Magnetoerresistentzia.

9.- Domeinu magnetikoak eta imanazio prozesuak: Domeinu magnetikoak eta Bloch-en paretak. Imanazio prozesu itzulgarriak eta itzulezinak. Imanazioa paretan desplazamenduagatik. Imanazioa errotazio bidez. Monodomeinu partikulak.

10.- Material magnetiko bigunak: Ezaugarri nagusiak. Burdina, Fe-Si eta Fe-Ni aleazioak, material amorfoak eta nanokristalinoak. Aplikazioak.

- 11.- Material magnetiko gogorak: Iman iraunkorrak. Alnicoak, ferrita hexagonalak, lur arraroen imanak. Aplikazioak.
- 12.- Grabazio magnetikorako materialak: Oxidoak, pelikula metalikoak, material magneto-optikoak. Buru magnetoerresistenteak. Memoria magnetikoak.
- 13.- Supereroaleen propietate magnetikoak: Supereroale baten parametro kritikoak. Lebitazio magnetikoa. I motako eta II motako supereroaleak. Suszeptibilitate magnetikoko neurriak.
- 14.- Magnetismoa nanopartikuletan eta nanoegituretan: Koertzibitatea partikula txikietan. Imanazioa alderantzikatzea spinaren errotazioagatik. Superparamagnetismoa. Truke anisotropia.
- 15.- Magnetismoa pelikula meheetan: Imanazioa eta Curie tenperatura. Anisotropia eta domeinuen egitura. Geruza anitzeko materialen propietateak.
- 16.- Ereku magnetikoak sortzea: Solenoideetan eta txirrika edo harilkatuetan oinarritutako sistemak. Elektroimanak. Iman iraunkorrak. Bitter-en txirrikak. Solenoide supereroaleak.
- 17.- Ereku magnetiko baten indarra zehaztea: Hall efektua. Gaussimetroak. Asetasun magnetometroa (*fluxgate*). NMR zundak. SQUID gailuak. Ereku desimanatzailea. Pantailatze magnetikoa.
- 18.- Imanazio neurri geldikorak: Indar magnetikoko magnetometroak. Indukzio elektromagnetikoko neurriak. Lagin Dardarakorreko Magnetometroa (*Vibrating Sample Magnetometer, VSM*). Estrakzio magnetometroa. SQUID magnetometroa (*Superconducting Quantum Interference Device*). Kerr efektu magneto-optikoko magnetometroa (*MOKE*).
- 19.- Imanazio neurri dinamikokoak: AC suszeptometroa. Histeresi Zikloen trazadorea (maiztasun txikia eta handia, 1 MHz arte).
- 20.- Imanazioa neurtzeko protokolo espezifikoak: Asetasun imanazio neurriak tenperaturari dagokionez,  $M(T)$ . Imanazio neurriak tenperaturari dagokionez, eremuarekin eta eremurik gabe hoztuz (*Zero Field cooling/Field Cooling*). Imanazio kurbak  $M(H)$ . Hondar imanazioaren neurria (*Isothermal Remanent Magnetization, IRM*). Desimanazio kurbak (*Direct Current Demagnetization, DCD*). Imanazioaren Alderantzikatze Kurbak (*First Order Reversal Curves, FORCs*). Erlaxazio neurriak imanazioaren denborarekin.
- 21.- Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoaren printzipioak: EPR espektroskopien lauki orokorrean. Aplikazio domeinua. Momentu magnetikoak: Zeeman efektu elektronikoa. Spin hamiltondarra. EPR bidez aztertutako parametro nagusiak. Erlaxazio prozesuak. EPR lerroen forma eta zabalera. Asetasun fenomenoak.

22.- EPR espektroskopia fase likidoan: Interakzio hipermehe isotropikoa. Bikoterik gabeko elektroio bat duten sistemetan protoiek eragindako desdoblamendu hipermeheak.  $I > 1/2$  duten nukleoaren interakzio hipermeheak. Akoplamendu konstanteak zehaztea. Egitura hipermehearen kolapsoa. Disoluzioan dauden erradikalen espektroak.

23.- EPR espektroskopia fase solidoan (I): Simetria lokala.  $g$  anisotropia. Spin-orbita akoplamendua.  $g$  tentsorea esperimentalki zehaztea. Sistema lokalizatuak eta deslokalizatuak. Interakzio hipermehe anisotropikoa. Akoplamendu dipolarra. Sistema polielektronikoak: Desdoblamendua eremu nulura.

24.- EPR espektroskopia fase solidoan (II): Sistema hedatuak. Truke magnetikoaren efektuak. Tenperaturaren eragina. Erresonantzia ferromagnetikoa.

25.- Teknika esperimentalak Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoan: Uhin jarraituko EPR espektrometroak. Erresonantzia barrunbeak. Mikrouhin zubiak. Modulazio eta detekzio sistemak. Seinaleen optimizazioa. Erresonantzia multipleko teknikak. EPR espektroskopia denbora domeinuan.

26.- Alderdi esperimentalak Erresonantzia Paramagnetiko Elektronikoan: Espezie paramagnetikoak sortzea. Laginaren egoera fisikoaren eta kontzentrazioaren eragina. Neurriak tenperatura aldakorrean. Spin atzitzailleak, zundak eta markatzaileak.

### **GAI GENERIKOAK**

27.- Elektronika: Osagai elektroniko pasiboak eta aktiboak. Osagai optoelektronikoak. Osziladoreak eta anplifikadoreak. Zirkuitu digitalak.

28.- Instrumentazioa: Voltmetro eta amperometro analogikoak eta digitalak. Osziloskopio analogikoak eta digitalak. Kontagailuak eta maiztasun neurgailuak. Espektro analizagailuak.

29.- Informatika: Sistema eragileak. Instrumentazioa eta neurria kontrolatzeko kodeak. Datu baseak. Tratamendu numerikoak eta grafikoak. Fitxategien transferentzia.

30.- Tenperatura zehaztea: Termopareak. Erresistentzia metalikoko termometroak. Erresistentzia erdieroaleko termometroak: errutenio oxidoko sentsoreak eta Cernox. Diodo erdieroaleak. Termometro kapazitiboak.

31.- Hutsa: Oinarrizko kontzeptuak. Ponpa motak eta erabileraren irismena. Huts neurgailuak. Huts handirako osagarriak.

32.- Kriogenia (I): Likido kriogenikoak: motak, biltegitratzea, garraioa eta manipulazioa.

33.- Kriogenia (II): Fluxu jarraituko kriostatoak. Diluzio kriostatoak. Hoztea desimanazio adiabatiko bidez. "EverCool" hozte sistemak.

34.- Laginen prestaketa (I): Lagin solidoen tratamendua. Homogeneizazioa. Finkapen fisikoa eta kimikoa. Laminen eta pastillen prestaketa. Monokristalen muntaketa eta orientazioa. Lagin likidoen tratamendua. Disoluzioen kontzentrazioa eta prestaketa. Laginen kontserbazioa.

35.- Laginen prestaketa (II): Produktu kimikoen arrisku kategoriak. Laborategietako segurtasun arauak. Laginen arriskuen eta toxikotasunaren araberako lan metodoak. Hondakinen garbiketa eta ezabaketa.

### **Iradokitako bibliografia**

1. J.M.D. Coey, "Magnetism and Magnetic Materials", Cambridge University Press, New York, 2009.
2. B.D. Cullity and C.D. Graham, "Introduction to Magnetic Materials", Addison-Wesley, IEEE Press, 2009.
3. H. Zijstra, "Experimental Methods in Magnetism", North Holland, Amsterdam, 1967.
4. S. Tumanski, "Handbook of Magnetic Measurements", CRC Press, Boca Raton (FL) 2011.
5. J.G. Webster and H. Eren, "Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook", CRC Press, Boca Raton (FL) 2014.
6. M. Kalvius and R.S. Tebble, "Experimental Magnetism", Wiley, New York 1979.
7. J. Crangle, "Solid State State Magnetism", Edward Arnold, Londres, 1991.
8. M.A. Pérez-García, "Instrumentación Electrónica", Paraninfo S.A. Madrid, 2004.
9. R.L. Carlin, "Magnetochemistry". Springer-Verlag, Berlín, 1986.
10. J.A. Weil, J.R. Bolton, E. Wertz, "Electron Spin Resonance, Elementary Theory and Practical Applications". 2ª Ed., John Wiley & Sons, New York, 1994.
11. M. Brustoloñ, G. Giamello, "Electron Spin Resonance: A practitioner's toolkit". John Wiley, New Jersey, 2009.
12. V. Chechik, E. Carter and D. Murphy, "Electron Spin Resonance". Oxford Chemistry Press, New York, 2016.