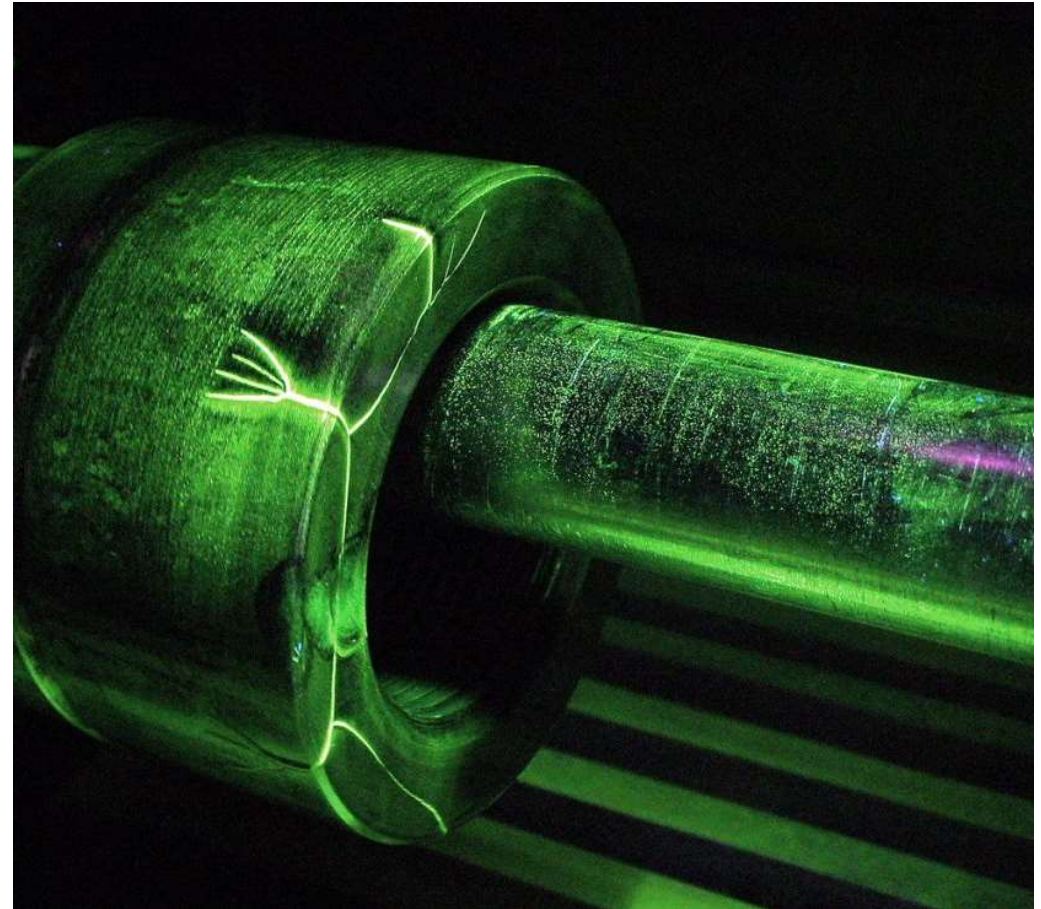


M4 ASSAJOS FÍSICS | UF1 Tipus de materials | NF2 PROPIETATS DELS MATERIALS

Professor: Eduardo García / Tomás Cendón

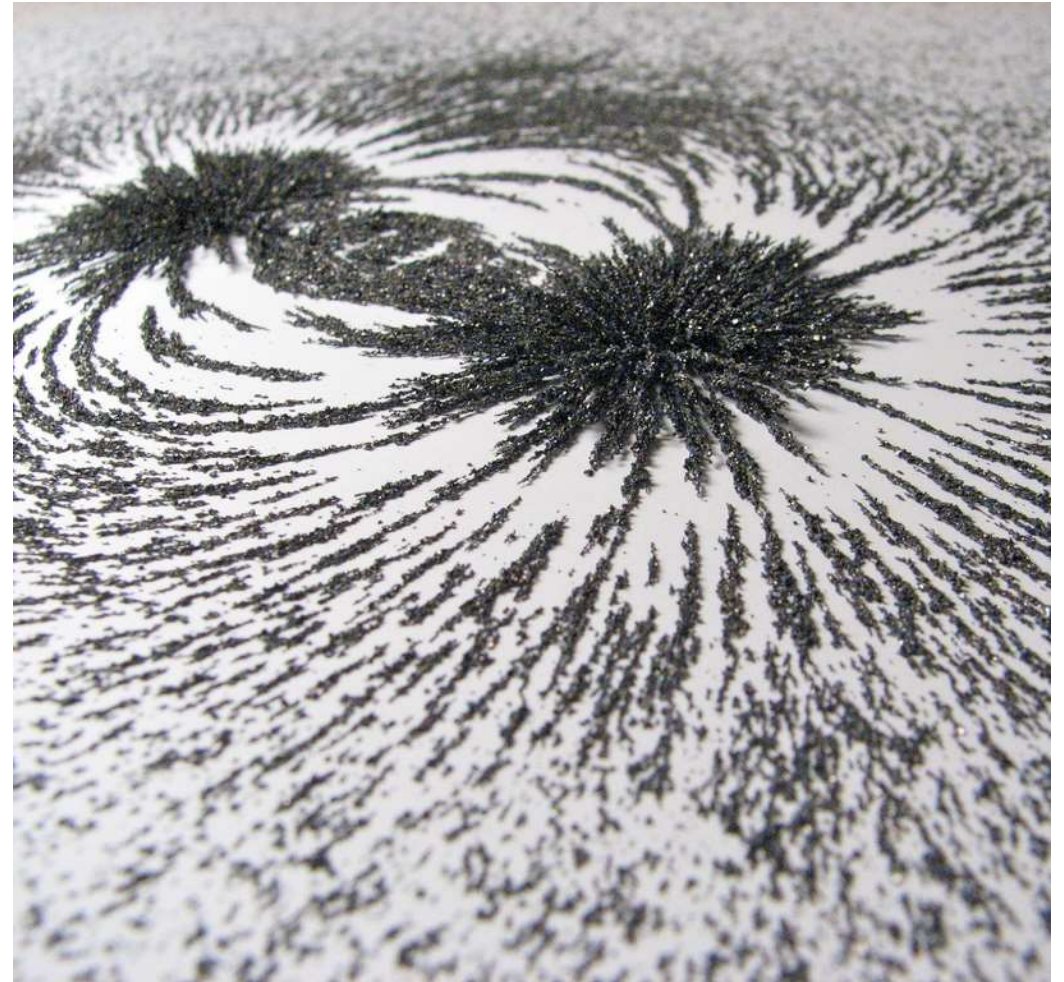
3. PROPIETATS MAGNÈTIQUES




PROPIETATS MAGNÈTIQUES

Qualitats d'un material que determinen el seu comportament quan es sotmès a un camp magnètic exterior.

El magnetisme és un efecte dipolar perquè existeixen dos pols magnètics separats per una determinada distància. El camp magnètic és la regió de l'espai en què es crea un estat magnètic susceptible de convertir-se en forces d'atracció o de repulsió de cossos magnètics i ve donat per unes línies de força i dos pols dels què parteixen aquestes línies.





CAMP MAGNÈTIC

Els conceptes que defineixen els efectes d'un camp magnètic en un material són:

- **Moment magnètic:** intensitat de camp magnètic associat amb l'electró.
 - **Permeabilitat magnètica (μ):** el material pot amplificar o afeblir l'efecte del camp magnètic.
 - **Magnetització (M):** representa l'increment en la inducció magnètica deguda al material del nucli. És l'estat magnètic d'una substància.
 - **Susceptibilitat magnètica (χ_m):** és la relació entre la magnetització i el camp aplicat, proporciona l'amplificació donada pel material.
-



PERMEABILITAT MAGNÈTICA

Si posem un determinat material sota la influència del camp, depenent de la seva naturalesa, les línies de força es separen, es concentren o bé quasi no es mouen en l'aire o en el buit. Per mesurar la capacitat de concentració de les línies de força s'usa el concepte de permeabilitat magnètica.

La permeabilitat magnètica (μ) o permeabilitat magnètica absoluta dels materials serveix per comparar el seu comportament davant la influència d'un camp magnètic, és a dir, la capacitat de concentrar o dispersar les línies de força del camp.


Normalment es pren el valor de la permeabilitat en el buit com a referència, s'obté llavors el valor de la permeabilitat relativa com:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$



PERMEABILITAT MAGNÈTICA

La permeabilitat relativa en el buit és igual a la unitat. Tanmateix, com que la permeabilitat en el buit és pràcticament igual a la de l'aire, llavors podem deduir que:

- Si $\mu_r > 1$ vol dir que es magnetitza amb més facilitat que l'aire
 - Si $\mu_r < 1$ vol dir que es magnetitza amb més dificultat que l'aire.
- 



TIPUS DE MATERIALS

Quan els materials es sotmeten a un camp magnètic, hi pot haver 4 tipus de respostes:

- Diamagnètics.
 - Paramagnètics.
 - Ferromagnètics.
 - Ferrimagnètics.
-



DIAMAGNÈTICS

Tipus de materials que quan es sotmeten a un camp els dipols s'orienten produint camps magnètics negatius, contraris al camp aplicat. És a dir, repel·leixen el camp magnètic.

Els valors de la susceptibilitat són petits i negatius, de l'ordre de $\chi_m = -10^{-4}$ i la seva permeabilitat ($\mu < 1$) pròxima a la unitat. La magnetització es manté mentre s'aplica el camp magnètic. Són substàncies i materials diamagnètics: el coure, el zinc, la plata, el mercuri, l'aigua, etc.

[DIAMAGNETISME](#)

[DIAMAGNETISME](#)



PARAMAGNÈTICS

Tipus de materials que, situats en un camp magnètic, no s'imiten (o ho fan de manera molt feble) ni desvien les línies de força. La seva susceptibilitat és petita però positiva ($\chi_m = 10^{-6}$ a 10^{-2}), tenen una $\mu=1$ o un valor molt pròxim. El seu comportament magnètic és similar al de l'aire. Aquest efecte desapareix en deixar d'aplicar el camp magnètic. Un increment de la temperatura disminueix aquest efecte.

Són substàncies i materials paramagnètics: l'alumini, l'estany, el crom, el titani, l'oxigen, etc

[PARAMAGNETISME I DIAMAGNETISME](#)



FERROMAGNÈTICS

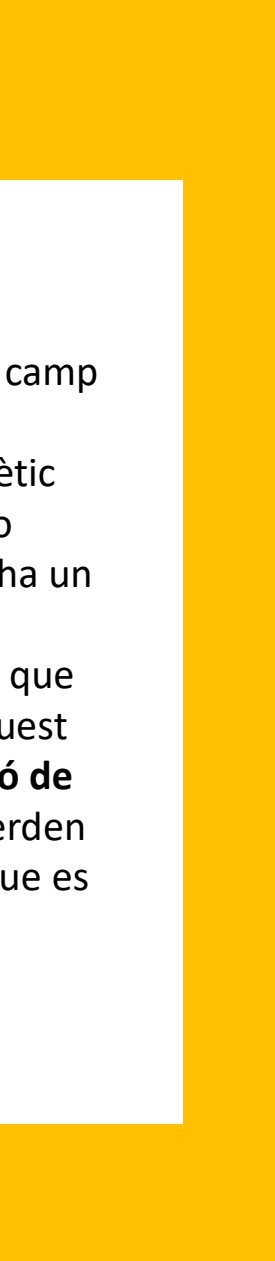
Es caracteritzen per ser sempre metàl·lics, i el seu intens magnetisme no és causa dels dipòls. Aquest magnetisme que pot ser conservat o eliminat segons es vulgui gràcies a la facilitat d'alineació dels dipòls permanents no aparellats. Els materials ferromagnètics són el ferro, el cobalt, el níquel i el gadolini (a temperatures inferiors a 289 K). La causa d'aquest magnetisme són els electrons desaparellats de la capa d, que presenten aquests elements i que s'alineen en la direcció paral·lela en els dominis magnètics produint el fenomen de magnetització espontània. Un material ferromagnètic acaba perdent les seves propietats magnètiques quan s'escalfa. Aquesta pèrdua és completa per damunt de la **temperatura de Curie** (la temperatura de Curie del ferro metàl·lic és de 770°C).

Tenen $\mu > 1$ i poden arribar a valors de 2000 com ara l'acer o 200000 com ara el ferro pur o alguns aliatges especials. Són materials ferromagnètics: el ferro, l'acer, el cobalt i el níquel.



FERROMAGNÈTICS (Comportament)

Un material ferromagnètic, sotmès a l'acció d'un camp magnètic, s'imanta (adquireix les propietats magnètiques). Com més intens és el camp magnètic més es magnetitza (s'imanta) el material. Però no podem magnetitzar infinitament un material. Hi ha un punt a partir del qual ja no podem continuar incrementant el magnetisme del material encara que augmentem la intensitat el camp magnètic. A aquest punt l'anomenem **saturació magnètica o inducció de saturació** i un cop retirat el camp magnètic no perden tota la magnetització, sinó que la guarden en el que es coneix com a inducció romanent.





FERROMAGNÈTICS (Aplicacions)

Des del punt de vista tecnològic, els materials més interessants són els ferromagnètics. Amb aquests materials obtenim dos productes molt importants per a la indústria: la xapa magnètica i els imants.

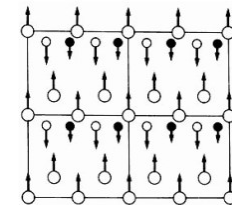
La xapa magnètica s'utilitza en moltes aplicacions electròniques com són els transformadors i les màquines elèctriques (motors i generadors). Els materials més utilitzats per a la fabricació de xapa magnètica són l'acer al silici, l'acer al carboni i alguns aliatges especials amb níquel, molibdè, manganès o zinc.

Els imants i electroimants s'utilitzen molt en la indústria per a la fabricació d'infinitat d'objectes com altaveus, petits motors, instruments de mesura, interruptors automàtics, etc. Els materials utilitzats per fer imants són l'acer, alguns aliatges especials i les ferrites ($6 \text{Fe}_2\text{O}_3:\text{BaO}$).

FERRIMAGNÈTICS

Aquests materials són ceràmics i la seva magnetització es significativa però menor que en les ferromagnètiques a causa que diferents ions creen moments magnètics diferents fent que en un camp magnètic els dipols de l'ió A puguin alinear-se amb el camp mentre que els dipols de l'ió B poden oposar-s'hi.

Com que les intensitats dels dipols són diferents, el resultat serà una magnetització neta. Les seves conductivitats elèctriques són baixes, cosa que permet aplicar-los en electrònica. Així, els materials amb aquest tipus de comportament poden donar una bona intensificació del camp aplicat.



ANTIFERROMAGNÈTICS

Un altre tipus de magnetisme és l'antiferromagnetisme que s'observa en alguns materials quan en presència d'un camp magnètic, els dipols magnètics dels àtoms s'alineen per ells mateixos en direccions oposades. El manganès i el crom sòlids a temperatura ambient presenten aquest comportament.

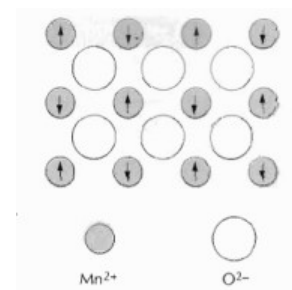


Figura 21.8 Representación esquemática del alineamiento antiparalelo de los momentos magnéticos de espín para el óxido de manganeso antiferromagnético.