Propietats elèctriques i magnètiques

Conductivitat elèctrica és la mesura de la capacitat d'un material de deixar passar el corrent elèctric a través seu.
↓ Pot ser electrònica o iònica:

① Conductivitat electrònica (σ) les partícules que es mouen per generar un corrent elèctric són els electrons.

e^- = càrrega negativa = $-1.6 \cdot 10^{-19}$ C

forat = càrrega positiva = $+1.6 \cdot 10^{-19}$ C ⇒ absència de e^-

$$\boxed{\sigma = n_- \cdot q_- \cdot \mu_- + n_+ \cdot q_+ \cdot \mu_+}$$

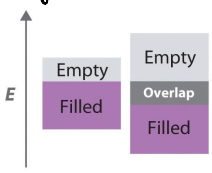
nº càrregues / V — càrrega partícula — mobilitat

$\boxed{V = I \cdot R}$ $\boxed{R = 1/\rho \cdot L/Sec.}$ $(\Omega \cdot m)^{-1}$ conductivitat

$\sigma = 1/\rho$ → resistivitat $(\Omega \cdot m)$ → $\rho \downarrow$ = molt bon conductor.

② Conductivitat iònica: el moviment dels ions és el que transmet el corrent. Es presenta en compostos iònics fosos o en dissolució.

Segons les seves propietats elèctriques podem classificar els materials en:



① Conductors (metalls: Ag, Cu, Au, Hg, W ...)

El transport d'electrons es possible gràcies a l'existència de nivells buits a la banda de valència o al solapament entre la banda de valència plena i la banda conductora buida.

Hi ha diferents factors que influeixen a la mobilitat electrònica: T°, acritud i puresa → $\boxed{\rho_{total} = \rho_T + \rho_d + \rho_i}$

- Temperatura: $\boxed{\rho_T = \rho_{0°C}(1 + \alpha T)}$ (constants del metall)

  ↑ T ⇒ ↑ ρ ⇒ ↓ σ

  Els e^- tenen dificultat per moure's entre els àtoms en vibració.

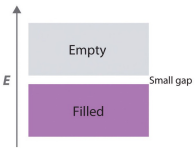
- Acritud: $\boxed{\rho_d = B C_i (1 - C_i)}$

  B = coeficient de resistivitat per defectes de xarxa (C_i = [C] defectes xarxa)

  Si augmenta la deformació en fred augmenta ρ (= ↓ σ) dispersió e^-

- Puresa: $\boxed{\rho_i = A C_i (1 - C_i)}$

  A = ct en funció de la naturalesa del dissolvent i del solut.



② Semiconductors

- intrínsecs: bandes de valència i de conducció per separades (E_{gap} = potencial) (Si i Ge).

  La vibració tèrmica fa que els electrons puguin superar l'energia del gap deixant un forat h^+.

$\sigma = n q \mu_e + p q \mu_p$ tants e^- passen a BC com forats apareixen a BV → $n = q$

$$\boxed{\sigma = nq(\mu_e + \mu_p)}$$

$$\boxed{n = A \cdot e^{-E_{gap}/2KT}}$$

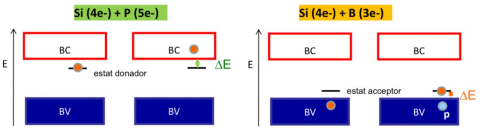
nº d'e^- activats tèrmicam. — constant de proporcionalitat.

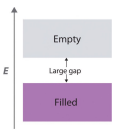
$$\sigma_0 = A \cdot q \cdot (\mu_e + \mu_p) \qquad \boxed{\sigma = \sigma_0 \cdot e^{-E_{gap}/2KT}}$$

- extrínsecs: amb impuresa d'elements dels grups 13 i 15 que aporten e^- a la BC (g. 15) o que en treuen de la BV (g. 13). S'obtenen per dopatge dels elements dopants en el semiconductor intrínsec.

  - de tipus n: substituïm un àtom de Si (4e⁻ v) per un de P (5e⁻ v) ⇒ un e^- extra queda lligat molt dèbilment a l'àtom i, a la pràctica, està en un nivell intermitjà entre bandes que redueix E_{gap}.
    Hi ha un excés de càrregues negatives.

  - de tipus p: substituïm un àtom de Si per un de B (3e⁻ v) ⇒ un e^- menys que es col·loca en un nivell intermitjà entre bandes que permet el salt d'e^- i l'aparició de més forats. Hi ha un excés de càrregues positiv.



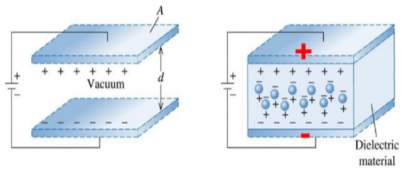


③ Dielèctrics (ceràmics i polímers)

És un aïllant que pot presentar una estructura elèctrica dipolar en aplicar-li un elevat camp elèctric.

El voltatge de ruptura és el voltatge que s'ha d'aplicar a un dielèctric perquè li passi corrent.

La rigidesa elèctrica és el camp elèctric que s'ha d'aplicar perquè tingui lloc la ruptura dielèctrica. Els dipols s'orienten en el sentit de $\vec{E}$.



Un condensador és un dispositiu que emmagatzema càrrega elèctrica

$Q = C \cdot V$ $\quad$ $C = k \cdot \varepsilon_0 \cdot (A/d)$ $\quad$ $k = \varepsilon_R = \varepsilon / \varepsilon_0$

constant dielèctrica

Els materials ferroelèctrics són un tipus de materials dielèctrics que es polaritzen fins i tot en absència de camp elèctric.

Els materials piezoelèctrics són un tipus de materials dielèctrics que, quan canvien les dimensions dels cristalls, generen un corrent elèctric.

↳ σ compressió ⇒ separació entre blocs (d) ↓ ⇒ polarització ↓ ⇒ ∃ ΔV

si s'aplica ΔV ⇒ d ↑ ⇒ polarització ↑ ⇒ treball mecànic.

- polímers (dielèctrics) $k \in (2, 10)$ → aïllants de fils conductors, motors i generadors. Dúctils i tenaços
- ceràmics (dielèctrics) $k \in (6, 10)$ → aïllants per alta tensió, condensadors i interruptors. Estabilitat tèrmica i resistència mecànica.

Magnetisme

- El moviment de les càrregues elèctriques és el responsable de les propietats magnètiques.
- Un electró girant al voltant d'un nucli equival a un corrent que dóna lloc a efectes magnètics. Un e^- girant sobre ell mateix també produeix efectes magnètics.
- En molts materials els dipols estan orientats a l'atzar i s'anul·len entre ells. Quan tots els dipols d'un material estan orientats en el mateix sentit, parlem d'un imant.

El camp magnètic és una regió de l'espai susceptible d'atraure o repel·lir cossos magnètics. La seva direcció és la de les línies de flux i la seva intensitat es inversament proporcional a l'espai entre les línies de flux.

moment magnètic $\boxed{H = N/L \cdot I}$ = (A · volts/m)

N: nº de voltes; L: longitud bobina

camp magnètic $\boxed{B = \mu \cdot H}$ = (Tesla = T)

($\mu_0 = 4.257 \cdot 10^{-6}$ Wb/A·m) permeabilitat magnètica

La magnetització (M) representa l'increment en la inducció magnètica degut al material del nucli. És l'estat magnètic d'una substància.

$\boxed{M = \chi_{ML} \cdot H}$ = (A volta/m) $\quad$ $\boxed{\chi_{ML} = \mu_r - 1}$ → permeabilitat relatiu. $\mu_r = \mu / \mu_0$.

La susceptibilitat magnètica (χ_{ML}) és la relació entre la magnetització i el camp aplicat. Proporciona l'amplificació donada per material. ($\chi > 0$ → imant, $\chi < 0$ → mala resposta magnètica)

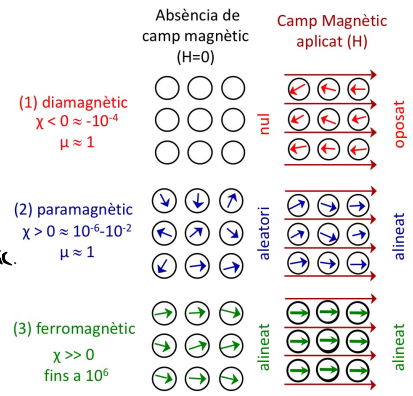
$B = B_0 + B_m = \mu_0 \cdot H + \mu_0 \cdot M = \mu_0 (H + M)$ $\quad$ en materials magnètics $M \gg H$ ⇒ $B = \mu_0 \cdot M$

B_0: camp generat pel solenoide; B_m: camp generat per la barra magnetitzada

Un material diamagnètic és aquell en què els electrons, en presència d'un camp magnètic sobre els seus àtoms, es desequilibren lleugerament i es creen petits dipols magnètics que s'oposen al camp aplicat.

Un material paramagnètic presenta una petita susceptibilitat magnètica positiva en presència d'un camp magnètic. Els moments dipolars s'alineen en el sentit del camp. Un augment de la T° disminueix l'efecte paramagnètic.

Un material ferromagnètic produeix enormes camps magnètics que poden mantenir-se o eliminar-se voluntàriament. Els spins dels electrons s'alineen perfectament paral·lels al camp



↳ Fe, Co i Ni ferromagnètics més potents.

Menys que el diamagnetisme i el paramagnetisme són induïts per camp magnètic aplicat i la imantació mous ràpidament i quan es mantingui el camp, els materials ferromagnètics mantenen la imantació una vegada s'ha suprimit el camp magnètic. En aquests materials tots els moments magnètics estan perfectament ordenats en la mateixa direcció i sentit.

Un material antiferromagnètic és aquell els electrons del qual, en presència d'un camp magnètic, els dipols magnètics dels àtoms s'alineen en direccions oposades. No presenta moment magnètic a nivell macroscòpic.

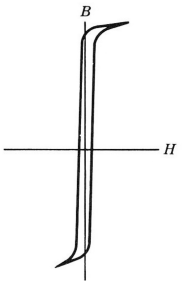
↳ Cr i Mn (s) i a T augment.

Un material ferrimagnètic és aquell que presenta diferents magnitudes pels seus moments magnètics i que, quan s'alineen de manera antiparal·lela, produeix un moment magnètic net en una direcció.

↳ materials ceràmics ($NiO \cdot Fe_2O_3$, $NiO \cdot 6Fe_2O_3$)

moments magnètics ferromagnètics, antiferromagnètics, ferrimagnètics.

La temperatura de Curie és la temperatura a partir de la qual es desestabilitzen i desapareixen les propietats magnètiques dels materials ferromagnètics, que esdevenen paramagnètics. En general, un augment de la temperatura i, per tant, un augment de les vibracions, comporta pèrdues en la resposta magnètica dels materials perquè H_{total} disminueix.

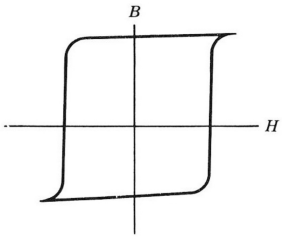


Un material magnètic tou és aquell que és fàcil d'imantar i desimantar, de fàcil magnetització.

↳ aliatges de Fe-Si, Fe-Ni, vidres metàl·lics, ferrites toves...

Les seves corbes d'histèresi són estretes i amb forces coercitives petites. Ha de tenir una alta permeabilitat magnètica, poques pèrdues per histèresi i per corrents variàbles, a més d'una inducció de saturació alta.

↑ μ ↑ B_S ↑ B_r ↓ H_c



Un material magnètic dur és aquell que és difícil d'imantar i desimantar, és a dir, de difícil magnetització (se li ha de donar molta energia per imantar-lo).

↳ aliatges Al-Ni-Co, aliatges de terres rares i ferrites dures.

Presenta cicles d'histèresi amples i amb forces coercitives altes

↑ H_c ↑ B_r ↑ $(BH)_{max}$ → màxima energia producte

force coercitiva: inducció remanent: magnetització en absència de camp.

Els superconductors són materials que no oposen resistència al pas del corrent elèctric.