

Trabajo Práctico N°1

“Torque de alineamiento, energía de alineamiento y energía térmica relacionada al alineamiento”

Teoría de Langevin (1905):

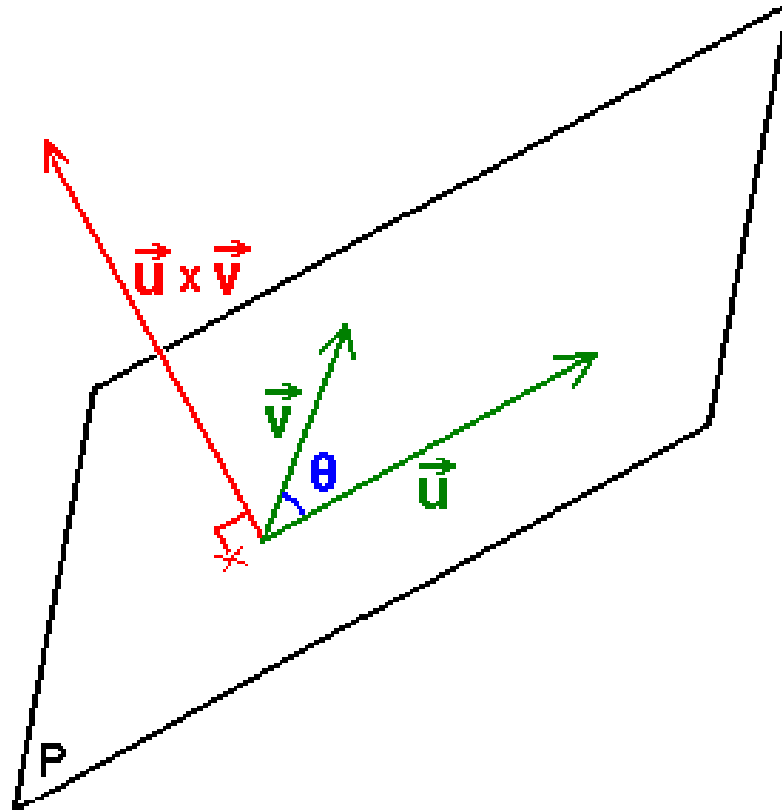
- 1) Cada spin no apareado contribuye con un dipolo magnético
- 2) En ausencia de un campo magnético, los momentos se encuentran orientados al azar
- 3) La aplicación de un campo magnético provoca un torque en los momentos magnéticos (Energía de alineamiento $E = - \mathbf{M} \cdot \mathbf{H} = - M H \cos\theta$)
- 4) Esta E es mínima cuando M está alineado con H
- 5) Existe competencia entre $E = - \mathbf{M} \cdot \mathbf{H}$ y la energía térmica $E_t = kT$ ($k =$ cte de Boltzmann $= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$)

Torque de alineamiento (Γ)

$$\Gamma = \mathbf{M} \times \mathbf{H} = M H \sin\theta$$

θ = ángulo entre M y H

Como es un producto vectorial,
el torque es perpendicular al
plano que contiene el momento
magnético y el campo
magnético



Algunos principios del Paramagnetismo

- La capacidad de alineación de los momentos magnéticos es en general muy baja: competencia con energía térmica:
- $E_m = - M H \cos a$ M : *mom. Magn.*, H : *campo magn.* a : *ang. entre H y M*
- $E_t = K T$ K : *cte. Boltzmann*, T : *temp. Absoluta*
- **Teoría de Langevin:** $P(a) = \exp (M H \cos a / K T)$
- $P(a)$: probabilidad de alineación de un momento magnético con el campo externo
- Integrando para N momentos atómicos con a entre 0° y 360°
- $J = N M L(\infty)$ J : **magnetización** $L(\infty) = \coth (M H / K T) - 1 / (M H / K T)$
- Obsérvese que $J = 0$ si $H = 0$; para H infinito $L(\infty) = 1$ entonces
- $J = N M$ (orientación perfecta)

El grado de alineamiento depende exponencialmente de la relación entre la E alineamiento y la E térmica (Langevin 1905)

- Para H moderados, $L(\infty) = \infty/3$ entonces : $J = NM \infty/3 = N M^2 H / 3 K T$

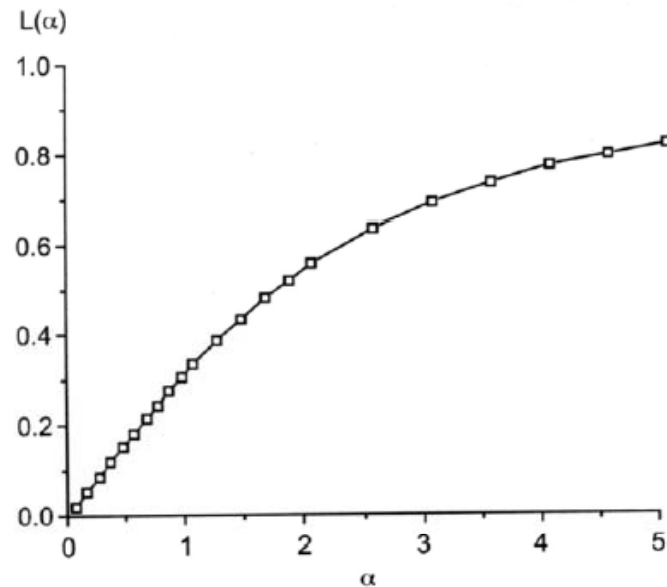


Figure 2.2 The Langevin function, $L(\alpha)$. Notice that for $\alpha < 1$, $L(\alpha) \approx \alpha/3$.

In any geologically reasonable situation, $\alpha = MH/kT$ is $< 10^{-6}$. The Langevin function is linear for $\alpha \ll 1$ with $L(\alpha) \approx \alpha/3$, and Equation (2.2) simplifies to

$$J = NML(\alpha) = \frac{NM\alpha}{3} = \frac{NM^2H}{3kT} \quad (2.3)$$

$$\chi = \frac{J}{H} = \frac{NM^2}{3kT} \quad (2.4)$$

Suscept. Paramagnética

$$k = J / H$$

$$k = N M^2 / 3 K T$$

La susceptibilidad depende de la temperatura

(Ley de Curie)