

Auxiliar 14

29 de Noviembre 2022

Profesor: Felipe Barra De La Guarda

Auxiliar: Matías Araya Satriani

Ayudantes: Astor Sandoval Parra

Niveles de Landau

Despreciando el momento magnético del electrón, si este se mueve en presencia de un campo magnético uniforme $B\hat{z}$, sus niveles de energía (niveles de Landau) son

$$\epsilon_{n,p_z} = \frac{p_z^2}{2m} + \frac{\hbar e B}{mc} \left(n + \frac{1}{2} \right),$$

donde c, m, e son la velocidad de la luz, masa y carga del electrón. Esta expresión refleja el hecho de que clásicamente el movimiento en el eje z no se ve modificado por el campo, en cambio en el plano perpendicular el electrón se mueve en orbitas circulares. Si el electrón se mueve en una caja de volumen $V = L^3$ entonces p_z toma los valores discretos $\hbar(2n_z\pi/L)$ con n_z entero (c.b periódica) y n entero positivo y cada niveles tiene una degeneración igual a $g = 2L^2 e B / (2\pi\hbar c)$.

- Escriba el logaritmo de la gran función partición para un gas de electrones en presencia de un campo magnético uniforme.
- Considere temperaturas suficientemente altas y escriba el logaritmo de la gran función partición en el límite de Maxwell-Boltzmann. Expresé su resultado en términos del volumen, fugacidad $e^{\beta\mu}$, $\lambda_{dB} = \frac{h}{\sqrt{2\pi m k_B T}}$, $x = \frac{\mu_B B}{k_B T}$ con $\mu_B = e\hbar/2mc$ y del $\sinh(x)$.
- Si en la caja hay N partículas, calcule la fugacidad y el gran potencial $J = -k_B T \ln \Theta$ como función de N .
- Calcule la magnetización $M = -\frac{\partial F(N, T, V; B)}{\partial B}$ para este gas de N electrones y muestre que tiene signo opuesto al campo externo (diamagnetismo). Evalúe en el límite $x \ll 1$.

Obs: En física clásica no hay (dia)magnetismo.