SISTEMAS CUÁNTICOS

Tarea 8, Octubre 2019

1.-Considere un sistema que tiene dos partículas (digamos R y A). Se tienen tres niveles de energía, con energías $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ y ε_3, correspondiente cada una a un estado cuántico posible. El sistema se encuentra en contacto térmico con una baño a temperatura T.

a) Escriba cuales son los micro-estados posibles del sistema si las partículas son bosones, fermiones o partículas clásicas.

b) Escriba explícitamente la función de partición en cada uno de los tres casos.

c) Calcule el calor específico y la energía interna.

2.- Encuentre el valor de la energía de Fermi en términos de la densidad de electrones por unidad de volumen para un gas de fermiones en DOS dimensiones.

3.- Para un gas en 3D de fermiones, demuestre que a $T = 0$, la energía interna por unidad de volumen está dada por,

$$u = \frac{3}{5}\epsilon_f$$

4.- Estime el potencial μ_0 y la ϵ_F a $T = 0$ para los siguientes sistemas:
a) Electrones de conducción en Plata, Plomo y Aluminio.
b) Nucleones en el núcleo pesado de ${}_{80}Hg^{200}$

5.-En el grafeno, la relación energía momento para un electrón de valencia en el orbital π viene dada por:

$$E(\boldsymbol{k}) = \pm t\sqrt{3 + 2\sin(\sqrt{3}k_x a) + 4\cos(\sqrt{3}k_x a/2)\cos(3k_y a/2)} + \epsilon_0 \tag{0.1}$$

siendo $t = 2eV$, $\epsilon_0 = 10eV$, $a = 1Angstrom$.
a) Con una computadora graficar $E(\boldsymbol{k})$. b) Si un átomo de carbono tiene un sólo electrón en el orbital π diga a que energía está μ_0 y ϵ_F para $T = 0$. c) Muestre que esta energía ocurre para estos dos momentos, $\boldsymbol{K}_+ = (4\pi/3\sqrt{3}a)$ y $\boldsymbol{K}_- = (-4\pi/3\sqrt{3}a)$ d) Asumiendo que μ_0 no varía significativamente con T, haga una gráfica de la ocupación promedio de los estados $\boldsymbol{K}_+$ o $\boldsymbol{K}_-$ en función de la temperatura.

6.-En el problema anterior, considere que si $\boldsymbol{k} = \boldsymbol{K}_\pm + \boldsymbol{q}$ siendo $|\boldsymbol{q}a| << 1$, muestre que: a) la relación energía momento se aproxima por,

$$E(\boldsymbol{q}) = \pm v_F|\boldsymbol{q}| \tag{0.2}$$

b) Encuentre la densidad de estados alrededor de $\boldsymbol{K}_\pm$. c) DISCUTA Y compare estos dos resultados con la gráfica a) del problema anterior.

This paper is in final form and no version of it will be submitted for publication elsewhere.