# Fenómenos Colectivos en [Sólidos/Materiales Cuánticos]

DF-FCEN-UBA, Primer Cuatrimestre 2021

## Guía 2: Sistemas de baja dimensionalidad

1. La interacción Coulombiana entre dos electrones sumergidos en un medio de constante dieléctrica $\epsilon$ está dada por:

$$V(r) = \frac{e^2}{\epsilon r}$$

Halle la transformada de Fourier de este potencial y de su versión apantallada (potencial de Yukawa):

$$V(r) = \frac{e^2}{\epsilon r}\, e^{-r/\lambda}$$

2. Un electrón se encuentra confinado en un pozo cuántico dado por un potencial de confinamiento $V(z)$. Notar que sólo hay confinamiento en la dirección $z$. Factorice los autoestados del Hamiltoniano y dé su expresión en general, y en particular para: (i) un pozo cuadrado infinito y (ii) un pozo parabólico. Indique las autoenergías en ambos casos.

3. Interacción Coulombiana en 2 dimensiones. Supongamos que la interacción Coulombiana entre dos electrones que "viven" en un plano está dada por la misma expresión que en 3D:

$$V(r) = \frac{e^2}{\epsilon r}$$

pero ahora $r$ es el módulo de un vector $\mathbf{r} = (x, y)$. Repita los cálculos hechos en el ejercicio 1.

4. Interacción Coulombiana en una dimensión. Supongamos que la interacción Coulombiana entre dos electrones que "viven" en la recta está dada por la misma expresión que en 3D:

$$V(x) = \frac{e^2}{\epsilon x}.$$

Repita los cálculos hechos en los ejercicios 1 y 3.

5. Considere un pozo cuántico cuadrado infinito de GaAs de ancho $L$. Se dopa la banda de conducción (masa efectiva $m^*$) con una densidad $n$ (por unidad de área) de electrones. Suponiendo $T = 0$ :
   a) ¿A qué densidad se empieza a llenar la segunda subbanda?
   b) Obtenga la energía de Fermi en función de la densidad hasta que la energía de Fermi llega al mínimo de la tercera subbanda.
   c) Calcule la energía total en función de la densidad y de la energía de Fermi.
   d) Especialice los resultados de a) y b) a los valores $L = 10\,\mathrm{nm}$, $m^* = 0.067\,m_e$. Exprese la densidad $n$ en unidades de $\mathrm{cm}^{-2}$.