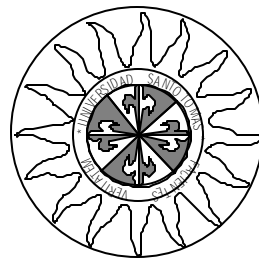


**PARCIAL FINAL DE LA MATERIA**

**SOLIDO II**

**ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO LOS POTENCIALES EN UN  
CRISTAL**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

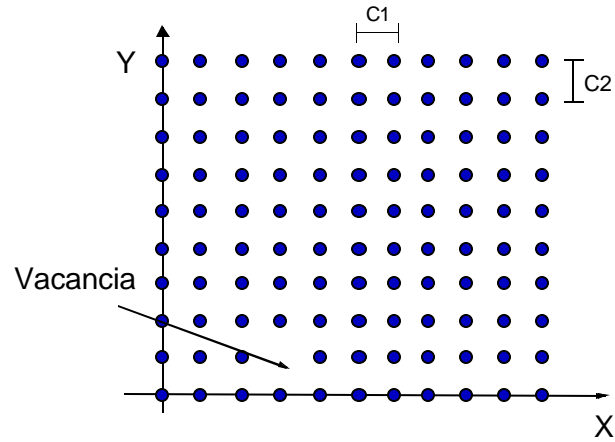
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**

**SANTAFE DE BOGOTA D.C. , VIERNES 23 DE NOVIEMBRE DE 2001.**

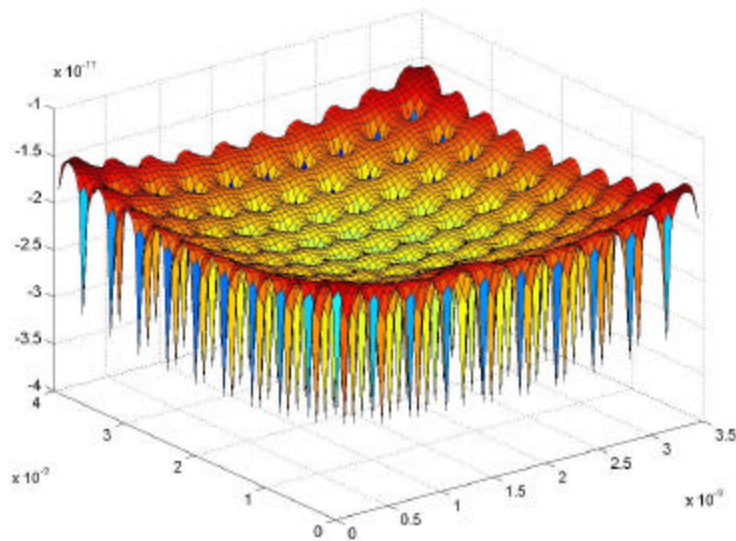
# ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO LOS POTENCIALES EN UN CRISTAL

## 1. PROBLEMA

Un cristal bidimensional de  $10 \times 10$  cargas “q” como la figura 1, tiene una vacancia en  $i = a$  y  $j = 1$ ,  $C1 = C2 = 3 \times 10^{-10} \text{m}$ ,  $Y_0 = 10^{-10} \text{m}$

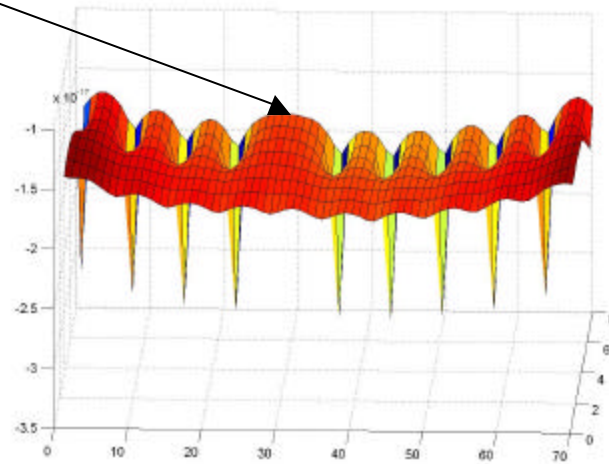


(a) Calcular y Graficar  $U$  vs  $X$  para un electrón que se mueve en la línea  $X, Y_0$ :



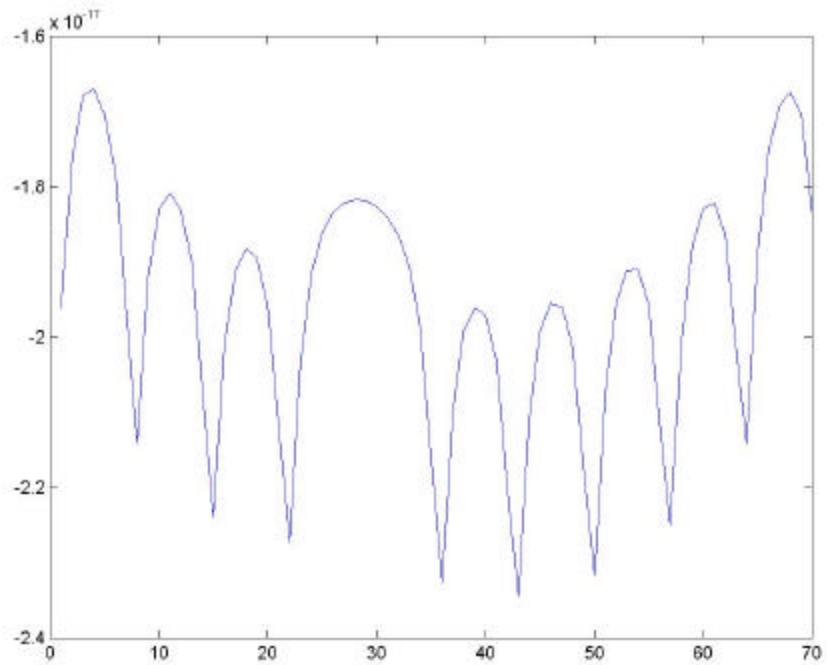
Vista de los potenciales del cristal en 3D.

Vacancia



Corte Transversal de la vista de los Potenciales graficados.

Para un electrón que se mueve en la línea  $Y = Y_0$  tenemos el potencial:



Vista del efecto de la Vacancia.

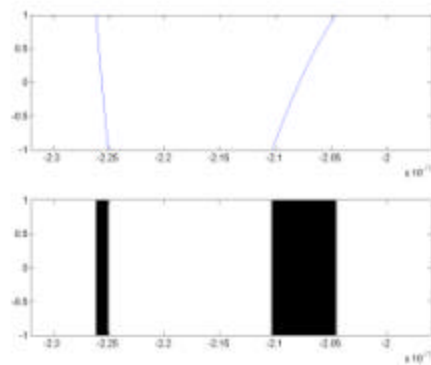
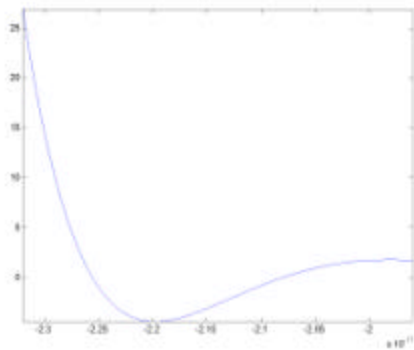
De ésta gráfica podemos establecer visualmente los valores de  $U_1$  y  $U_2$  que son:

$$U_2 = -2.32 \times 10^{-17} \quad ; \quad U_1 = -1.96 \times 10^{-17}$$

Podemos darnos cuenta que en ésta gráfica el potencial en la vacancia se eleva al valor de  $-1.81 \times 10^{-17}$ .

(b) Hallar el potencial cuadrado a partir de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que  $a = (2/3)C_1$  y  $b = C_1/3$ .

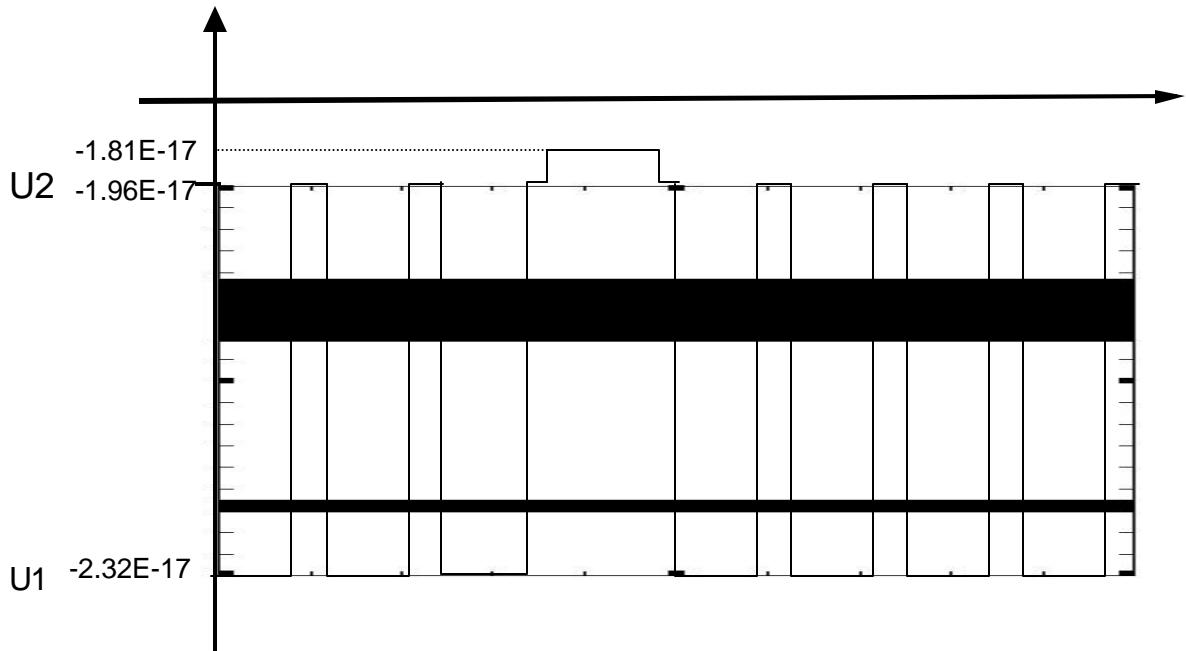
Reemplazando estos valores en la ecuación de **KRONIG PENNEY** obtenemos la gráfica:



(b) Las bandas de energía permitidas están indicadas en negro y son permitidas porque están en el rango comprendido entre  $-1 \leq F(E) \leq 1$  y por esta razón tienen sentido físico ya que el problema está condicionado por la relación :

$$F(E) = \text{Cos}(ka).$$

Ahora graficamos los anchos de las bandas en las gráficas de Pozos:



Como vemos las zonas negras corresponden a las bandas de energía permitidas que medidas dan:

La banda angosta va desde  $-2.61 \times 10^{-17}$  hasta  $-2.25 \times 10^{-17}$ .

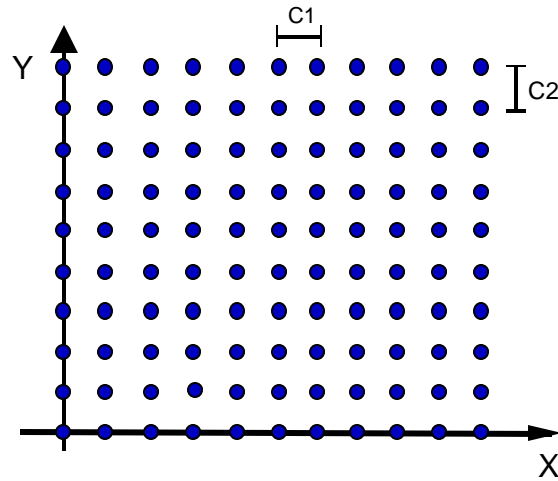
Y la ancha va desde  $-2.10 \times 10^{-17}$  hasta  $-2.04 \times 10^{-17}$ .

(c) Cómo cambiar las estructuras de las bandas de energía?

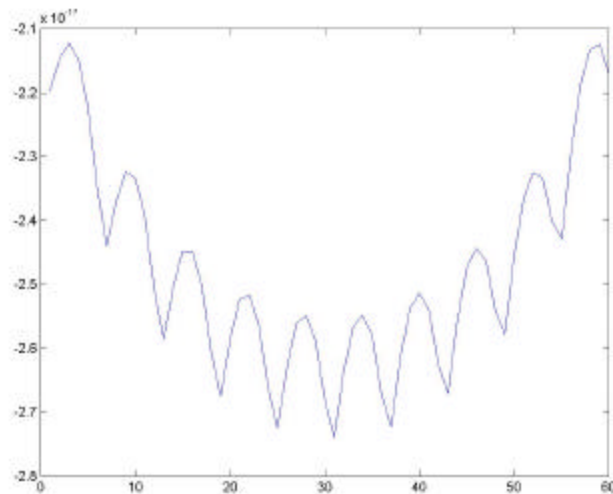
Cambiando las dimensiones de C1 y C2 que corresponden a las distancias entre electrones o introduciendo impurezas al material.

## 2. PROBLEMA

Un cristal bidimensional de 10 x 10 cargas “q” como la figura, sin vacancia con  $C1 = C2 = 3 \times 10^{-10} \text{m}$ ,  $Y_0 = 10^{-10} \text{m}$



(a) Calcular y Graficar U vs X para un electrón que se mueve en la línea X,  $Y_0$ :



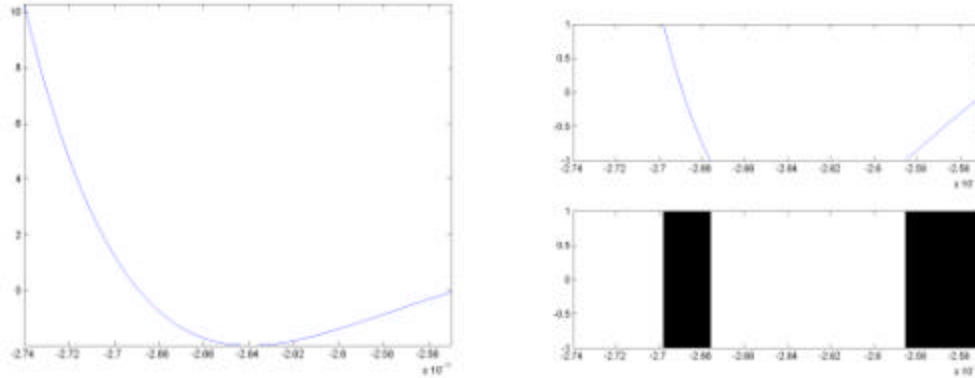
Vista del Potencial

De ésta gráfica podemos establecer visualmente los valores de  $U_1$  y  $U_2$  que son:

$$U_2 = -2.55 \times 10^{-17} \quad ; \quad U_1 = -2.74 \times 10^{-17}$$

(b) Hallar el potencial cuadrado a partir de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que  $a=(2/3)C1$  y  $b= C1/3$ . Dibujar las bandas de energía.

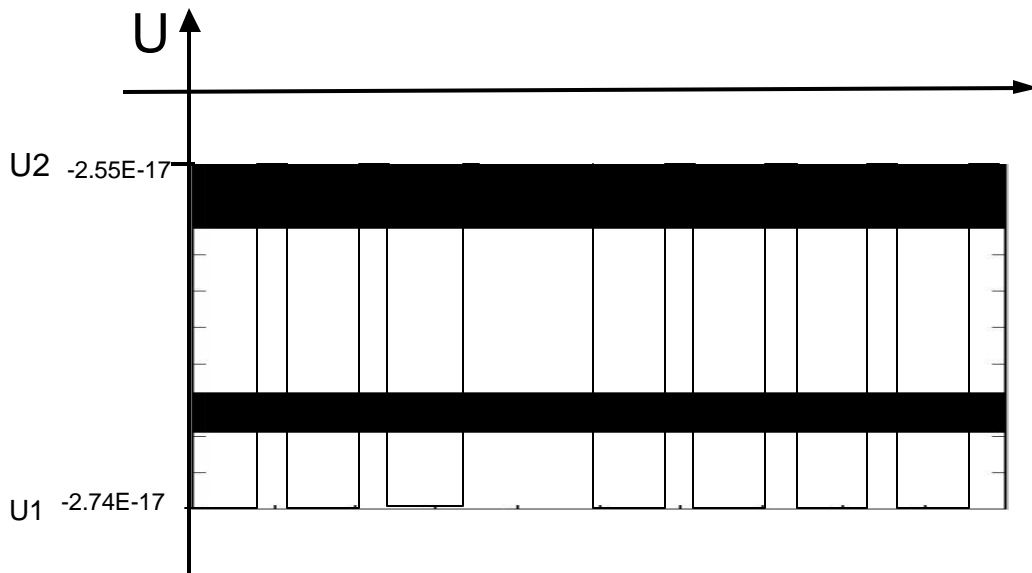
Reemplazando estos valores en la ecuación de **KRONIG PENNEY** obtenemos la gráfica:



Las bandas de energía permitidas están indicadas en negro y son permitidas porque están en el rango comprendido entre  $-1 \leq F(E) \leq 1$  y por esta razón tienen sentido físico ya que el problema está condicionado por la relación :

$$F(E) = \text{Cos}(ka).$$

Ahora graficamos los anchos de las bandas en las gráficas de Pozos:

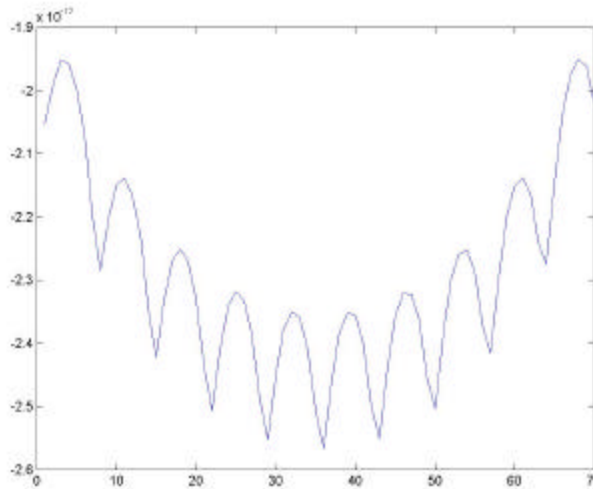


En donde se observa que las bandas permitidas estan en las regiones:

$$-2.69 \times 10^{-17} < e < -2.67 \times 10^{-17} \quad \text{y} \quad -2.58 \times 10^{-17} < e$$

(c) Variar C1 a  $3.5 \times 10^{-10}$  m y hallar los nuevos valores de U1 y U2.

Graficando:



De la grafica con el nuevo valor de C1 obtenemos los valores de:

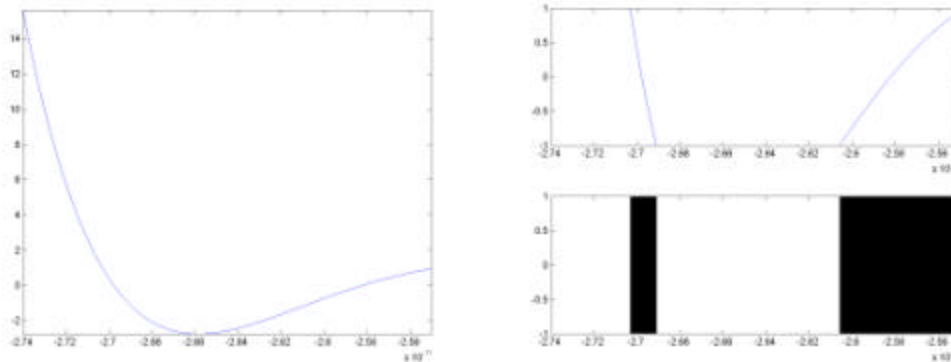
$$U_2 = -2.35 \times 10^{-17} \quad ; \quad U_1 = -2.55 \times 10^{-17}$$

**Es importante tener en cuenta que estos valores son tomados por inspeccion de la grafica, en los pozos del centro. Quizas si se tomaran con mayor exactitud se tendría mayor capacidad de análisis.**

(d) Con  $a=(2/3)C1$  y  $b= C1/3$  y con los datos calculados en el numeral anterior, Calcular las nuevas bandas permitidas.

Es decir que  $a=2.33 \times 10^{-10} \text{m}$  y  $b=2.33 \times 10^{-10} \text{m}$

Y tenemos las siguientes graficas:



En donde se observa que las bandas permitidas estan en las regiones:

$$-2.70 \times 10^{-17} < e < -2.69 \times 10^{-17} \quad \text{y} \quad -2.606 \times 10^{-17} < e$$

(e) Que conclusiones saca de comparar (b) y (d), que aplicaciones tendria?

## CONCLUSION

Las bandas de energía permitidas tienen un ancho dado, y en ese rango determinado se puede afirmar que la energía varía continuamente, ya que la cantidad de valores posibles de energía por intervalo de energía es un número enorme. Esto permite afirmar que en los sólidos cristalinos los niveles energéticos están distribuidos en bandas casi continuas.