INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Transporte Electrónico en Nanoestructuras

Primavera 2019

ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara

Barrera de Potencial

Gráficas de reflexión y Transmisión

chiñas fuentes karina

NT704804

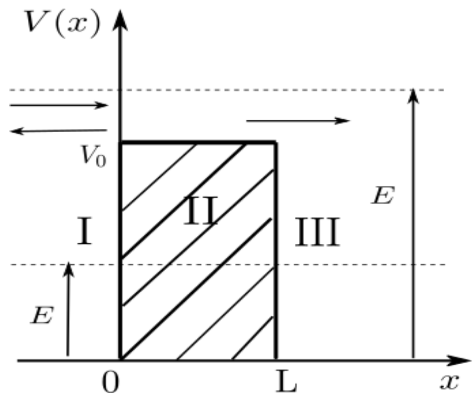
Profesor: Gustavo Montes Cabrera

Tlaquepaque, Jalisco

viernes, 08/marzo/2019

Coeficientes de Transmisión y Reflexión

Dado un sistema de la forma



se tiene que para la $E > V_o$

$$T = \frac{4\kappa^2/\eta^2}{4\kappa^2/\eta^2 + \left(1 - \kappa^2/\eta^2\right)^2 \sin(\eta L)}, \tag{1}$$

donde

$$\kappa = \sqrt{\frac{2m}{\hbar}E} \quad \text{y} \quad \eta = \sqrt{\frac{2m}{\hbar}(E - V_o)}. \tag{2}$$

En el caso de $E < V_o$, podemos reutilizar la Ec. (5), pero con $\eta \to \zeta$

$$\zeta = i\sqrt{\frac{2m}{\hbar}(|E - V_o|)}. \tag{3}$$

Con ello, se obtiene que

$$T = \frac{-4\kappa^2/\zeta^2}{-4\kappa^2/\zeta^2 + \left(1 + \kappa^2/\zeta^2\right)^2 \sin(\zeta L)}, \tag{4}$$

donde nos encontramos con el caso de $\sin(ix)$, para ello, rapidamente podemos ver que si $z = ix$

$$\sin(ix) = \sin(z) = \frac{1}{i2}\left(e^{iz} - e^{-iz}\right) = \frac{-1}{i2}\left(e^{x} - e^{-x}\right) = i\sinh(x)$$

Por lo que, para el coeficiente de transmisión se ca a tener que

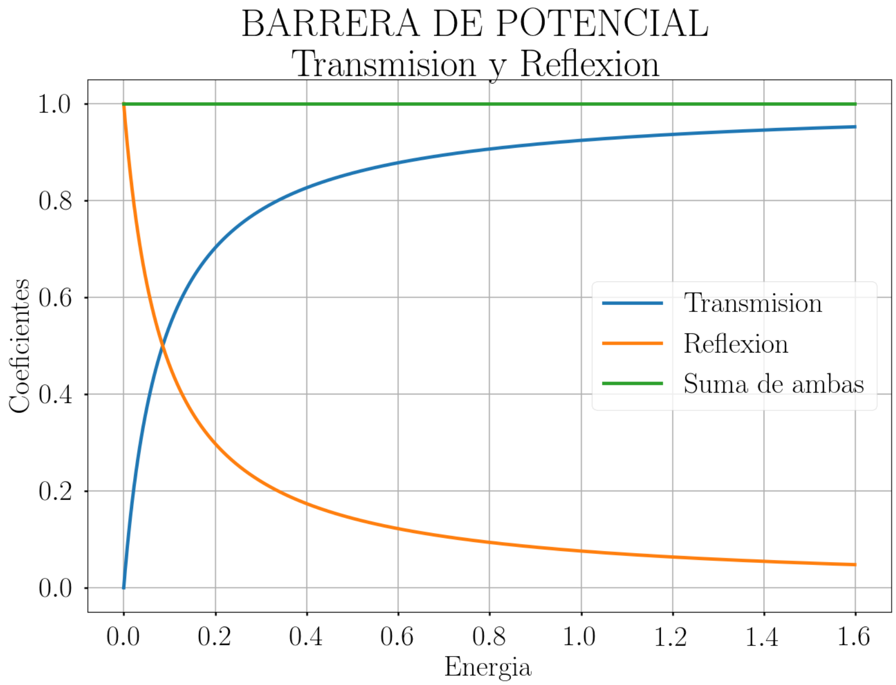
$$T = \frac{4\kappa^2/\zeta^2}{4\kappa^2/\zeta^2 + \left(1 + \kappa^2/\zeta^2\right)^2 \sinh(-i\zeta L)}, \tag{5}$$

haciendo que el argumento de seno hiperbólico sea real y mayor a cero. A continuación presento un código en Python que grafica a esta función.

Author: Karina Chinhas-Fuentes

```
import math
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import pi, sin, cos, sqrt, exp
from matplotlib.pyplot import savefig
import matplotlib.patheffects as path_effects

i = complex(0,1)
m = 1
hbar = 1
Vo = 1.6
L = 0.25

h_sin = lambda x:  (1/2)*( exp(x) - exp(-x) )
kappa = lambda ENE: sqrt((2*m/(hbar**2))*ENE)
eta = lambda ENE: sqrt( (2*m/(hbar**2))*( sqrt((ENE-Vo)**2) ) )
a = lambda ENE: (kappa(ENE)/eta(ENE))**2
T = lambda ENE: (4*a(ENE))/(4*a(ENE)+((1+a(ENE))*h_sin(eta(ENE)*L))**2 )
R = lambda ENE: 1 - T(ENE)

E = np.linspace(0,Vo,1000)
Tra = np.zeros(len(E))
Ref = np.zeros(len(E))
Tot = np.zeros(len(E))

for i in range(len(E)):
Tra[i] = T(E[i])
Ref[i] = R(E[i])
Tot[i] = Tra[i] + Ref[i]

titulo = "BARRERA DE POTENCIAL" + "\n" + "Transmision y Reflexion"
sstyle = "seaborn-poster"
plt.style.use(sstyle)
plt.rc('text', usetex = True)
plt.rc('font', family = 'serif')
plt.figure(figsize = (15,10))
plt.plot(E, Tra, label = "Transmision", linewidth = 3.5 )
plt.plot(E, Ref, label = "Reflexion", linewidth = 3.5 )
plt.plot(E, Tot, label = "Suma de ambas", linewidth = 3.5 )
plt.suptitle(titulo, fontsize=40)
plt.xlabel("Energia")
plt.ylabel("Coeficientes")
plt.legend()
plt.grid()
#plt.savefig( "TR" + ".png", format = "png")
plt.show()
```

El resultado del código es el siguiente, los parámetros fueron $L = 0.25$ y $V_o = 1.6$



Hacer una L más grande hace que la intersección entre los coeficientes de transmisión y reflexió requieran de más energía. La siguiente gráfica muestra un reultado para $L = 0.8$ y $V_o = 1.6$