XXXII Encontro Anual de Iniciação Científica
IX Encontro Anual de Iniciação Científica Jr.
EAIC 2023

FLUXO DE POLOS EM POTENCIAIS CONSTANTES POR PARTES

Maria Carolina Miranda (BIC/ARAUCÁRIA), Alison Antunes da Silva (Coorientador)
Fabiano Manoel de Andrade (Orientador), e-mail: fmandrade@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística.

Física, Física geral

Palavras-Chave: *Estados ligados, espalhamento, fluxo de polos, funções de Green, grafos quânticos.*

Resumo

Nesse trabalho, como um primeiro passo para o estudo de potenciais contantes por partes (PCP), estudamos o problema de espalhamento de por uma barreira de potencial finita, usando o método da função de Green e então compararmos com o resultado obtido a partir da solução da equação de Schrödinger.

Introdução

Os PCP são potencias que mudam seus valores abruptamente e não existem na natureza, porém, podem ser usados para aproximar situações reais e são matematicamente simples de serem abordados [1]. O espalhamento de uma partícula por PCP pode ser resolvido de diversas formas, a mais comum sendo resolver a equação de Schrödinger. Outra forma interessante é o método da função de Green [2,3]. Nesse projeto quisemos resolver o problema de espalhamento em potenciais de ambas as formas, a fim de comparar os dois métodos e mostrar as vantagens da Função de Green nesse tipo de problema, pois os polos da função de Green fornecem informações da existência de estados ligados, anti ligados e de ressonância.

Materiais e Métodos

Este trabalho baseou-se no estudo de conceitos fundamentais da mecânica quântica. Foram utilizados livros e artigos dentre as quais as referências [1-4].

Resultados e Discussão

A equação de Schödinger para uma barreira de potencial é dada por

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi(x)}{dx^2} + V(x)\psi(x) = E\psi(x) \qquad (1)$$

onde

$$V(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } |x| > a \text{ (Região 1)}, \\ V_0, & \text{se } |x| < a \text{ (Região 2)}. \end{cases} \qquad (2)$$

Resolvendo a Eq. (1) para o potencial em (2) obtivemos as amplitudes de reflexão e transmissão para a barreira de potencial

$$r = \frac{(k_1-k_2)^2(1-e^{4ik_2a})e^{-2ik_1a}}{(k_1+k_2)^2-(k_1-k_2)^2e^{4ik_2a}}, \qquad (3)$$

$$t = \frac{4k_1k_2e^{-2i(k_1-k_2)a}}{(k_1+k_2)^2-(k_1-k_2)^2e^{4ik_2a}}, \qquad (4)$$

onde $k_1 = \sqrt{2mE/\hbar^2}$ e $k_2 = \sqrt{2m(E-V_0)/\hbar^2}$. Então, usamos também o método da função de Green, o qual é baseada em uma soma infinita de caminhos que uma partícula com energia E fixa se deslocar de um ponto x_i para um ponto x_f. Apesar da necessidade de fazer a soma dos infinitos caminhos, pode-se mostrar que isso é sempre possível de ser feito. Assim, definindo $x_i < -a$ e $x_f < -a$, podemos determinar a função de Green para o processo de reflexão, a qual é dada por

$$G(x_f, x_i; E) = \frac{m}{i\hbar k^2}\left[e^{ik_1(x_f-x_i)} + re^{ik_1(x_f+x_i)}\right],$$

onde r é dado na Eq. (3). Para obter a função de Green para o processo de transmissão, fizemos $x_i < -a$ e $x_f > a$. Dessa forma, encontramos

$$G(x_f, x_i; E) = \frac{m}{i\hbar k^2}te^{ik_1(x_f+x_i)}.$$

onde t e dado pela Eq. (4). Os polos da função de Green, ou seja, os valores de energia onde o denominador das Eqs. (3) ou (4) se anula, fornecem os estados ligados e ressonâncias [4].

Conclusão ou Conclusões

Concluímos que o método da função de Green além de ser equivalente à solução da equação de Schrödinger, ainda fornece informações adicionais do problema a partir da análise de seus polos. A próxima etapa é fazer a análise de PCP através das funções de Green.

Agradecimentos

Agradecimentos à Fundação Araucária, ao CNPq e ao INCT-IQ.

[1] EISBERG, R; RESNICK, R. **Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles**, New York, Wiley, 1985.
[2] A,NDRADE F. M. **Funções de Green semiclássicas generalizadas e aplicações a sistemas ligados**, Dissertação (Mestrado em Física), Universidade Federal do Paraná, 2001.
[3] ANDRADE, F. M. Exact Green's function for rectangular potentials and its application to quasi-bound states. **Phys. Lett. A** v.378, p. 1461-1468, 2014.
[4] ANDRADE, F. M. *et al.* Green's function approach for quantum graphs: An overview. **Phys. Rep.** v.647, p. 1-46, 2016.