

## Tunelamento eletrônico através de um potencial

Hélio Yuji Obara (IC) e Marcos H. Degani

### Resumo

Com o intuito de estudar os fotodetectores de infravermelho e calcularmos a fotocorrente, iniciamos o estudo sobre a transmissão de um elétron através de um potencial. Para isso utilizamos o método da matriz de transferência onde podemos aplicá-lo praticamente para qualquer tipo de potencial criado pelos materiais usados pelos QWIPS (Quantum Well Infrared Photodetectors). Apresentamos resultados para algumas estruturas semicondutoras constituídas por GaAs e  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ . Tendo em vista que os portadores apresentam uma massa efetiva diferente nos diferentes materiais incorporamos no cálculo esse efeito. Elaboramos um programa na linguagem Fortran o qual é muito versátil e rápido.

*Palavras Chave:* fotocorrente, estados eletrônicos, transmissão.

### Introdução

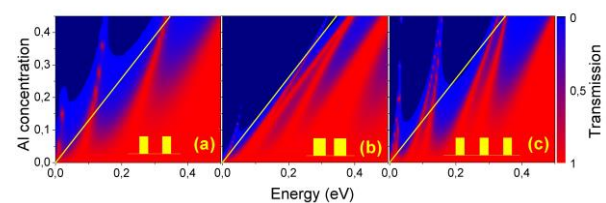
Este projeto visa o cálculo da fotocorrente de um fotodetector de infravermelho construído por estruturas semicondutoras como poços quânticos ou super-redes. Entretanto para atingirmos esse objetivo precisamos aprender os conceitos básicos de mecânica quântica. Como um passo intermediário, calculamos a transmissão de um elétron através de um potencial. Isso é importante para depois podermos calcular a fotocorrente que será gerada pelo elétron que absorve a luz e transiciona para o contínuo. O método de cálculo numérico escolhido foi o da matriz de transferência<sup>1</sup>, pois é de fácil implementação e apresenta bons resultados. Os fotodetectores conhecidos como QWIPS (Quantum Well Infrared Photodetectors) são construídos pela junção de nanoestruturas semicondutoras as quais geram poços e barreiras de potenciais onde o elétron fica aprisionado. Os projetos são feitos de forma a otimizar a absorção de fótons de uma certa energia desejada, neste caso o elétron transiciona para o contínuo e gera uma corrente, conhecida como foto-corrente.

### Resultados e Discussão

Para ilustrar os cálculos preliminares de transmissão eletrônica apresentamos resultados para alguns sistemas constituídos de poços e barreiras de potencial gerados pela junção de GaAs e  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ . Uma mudança na concentração  $x$  de alumínio (Al) altera o gap do material e, portanto, a altura da barreira de potencial na banda de condução ( $V_B=0,77x$  eV)<sup>1</sup> e a massa efetiva do elétron ( $m_e=(0,067+0,083x)m_0$ )<sup>1</sup>. Na figura 1a apresentamos os resultados para uma dupla barreira (B) de  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  de 4 nm cada e um poço (P) de GaAs de 9 nm. A reta amarela representa a altura da barreira de potencial em

função da concentração  $x$  de Al. Na figura 1b as dimensões do sistema foram alteradas para B=5 nm e P=10 nm e na figura 1c, um duplo poço de 9 nm cada e tripla barreiras de 4 nm cada são utilizadas. O valor máximo da concentração de Al utilizada foi de 0,45 onde o  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  apresenta gap direto.

Nas figuras podemos observar os picos de transmissão ressonante para valores de energia inferiores aos da altura da barreira.



**Figura 1.** (a) Coeficiente de transmissão onde B=4 nm e poço P=9 nm; (b) mesmo que (a) mas B=10 nm e P=5 nm; (c) mesmo que (a) mas B=4 nm e P=9 nm. A reta amarela representa a altura da barreira em função da concentração de Al.

### Conclusões

O método da matriz de transferência escolhido para calcular o coeficiente de transmissão é simples e muito eficiente nas comparações que fizemos com resultados já estabelecidos.

### Agradecimentos

H.Y.O. gostaria de agradecer o apoio financeiro do CNPq.

<sup>1</sup> D.A.B. Miller. **Quantum Mechanics for Scientists and Engineers**. Cambridge, UK. Cambridge University Press, 2008.

<sup>2</sup> SERWAY, Raymond A; MOSES, Clement J; MOYER, Curt A. **Modern Physics**. 3. ed. Belmont, CA. Editora Thomson Learning, 2005.