



Universidade Federal do Paraná

Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Bloco 02: O gap do InSb

Os materiais dividem-se, do ponto de vista de sua condutividade elétrica, em metais, semicondutores e isolantes. Os semicondutores mais importantes para a tecnologia são o silício (Si) e o arseneto de gálio (GaAs). Apreende-se na teoria do estado sólido que os semicondutores se caracterizam do ponto de vista elétrico por uma faixa de energia proibida para os elétrons de condução. Neste experimento caracterizaremos a faixa de energia proibida para o semicondutor InSb.

Questionário para estudos

1. O que é resistência elétrica?
2. Como se mede resistência elétrica? Procure "four terminal sensing", ou "four point probe" na Wikipedia. Qual é a unidade de medida?
3. Se uma amostra tem a forma de um paralelepípedo, como se expressa a resistência elétrica em termos das dimensões do paralelepípedo e do material do qual ele é feito?
4. O que é condutância elétrica?
5. O que é poder termoelétrico? E o que é um termopar?
6. O que distingue metais, semicondutores e isolantes do ponto de vista da resistência elétrica?
7. O que são elétrons de valência?
8. O que são banda de valência, banda de condução e gap de energia?
9. O que distingue metais, semicondutores e isolantes do ponto de vista das bandas de energia dos elétrons?

Experimento

Nós montamos uma amostra de antimoneto de índio (InSb) sobre a ponteira de um termopar. Protegemos o conjunto com um tubo de ensaio de vidro. Medimos a queda de voltagem sobre a amostra aplicando nela uma corrente de 200 mA.

1) Coloque água e gelo no banho maria e estabilize a menor temperatura possível. Mergulhe o conjunto na água e meça a temperatura pelo termopar.

2) Meça as quedas de potencial do semicondutor à medida que o conjunto esquenta até próximo dos 100 °C. Tem que ter calma. Os gradientes de temperatura na amostra geram voltagens devido ao poder termoelétrico e estas falseiam os resultados. Portanto, meça a queda de potencial em cada temperatura passando a corrente em dois sentidos. Você vai notar que quanto mais calma você tiver, menos diferença aparecerá. Faça a média do módulo das medidas.

3) Faça um gráfico de $\Delta V \times T$. Que tipo de curva encontrou?

4) Teoricamente deduz-se que a resistividade em função da temperatura $\rho(T)$ tem a seguinte forma

$$\rho(T) = \rho_0 (2k_B T / h^2)^{-3/2} \exp(E_g / 2k_B T)$$

na qual k_B é a constante de Boltzmann, h é a constante de Planck, T é a temperatura absoluta, E_g é a largura em energia do gap e ρ_0 é uma constante, chamada de resistividade residual no zero absoluto. Escreva a expressão teórica logaritmando $\rho(T)$.

5) Correlacione os dados obtidos no item 3 com $\rho(T)$.

6) Agora faça um gráfico com os valores experimentais na forma $\ln(\Delta V) \times 1/T$. Que tipo de curva encontrou?

7) Extraia o valor para o gap do InSb desprezando a variação em $T^{-3/2}$. Por que podemos utilizar esta aproximação? Compare os valores obtidos com os valores de tabela.

8) Não esqueça do v_{apt} - v_{vpt} !

3) Faça um gráfico ΔV contra T (Kelvin). Que tipo de curva encontrou?

4) Agora faça um gráfico com os valores experimentais na forma $\ln(\Delta V) \times 1/T$. Que tipo de curva encontrou?

5) Encontre o *gap* do InSb. Compare com o valor tabelado.