Universidade Federal do Paraná
Departamento de Física
Laboratório de Física Moderna

Bloco 02: O *gap* do InSb

Introdução

Os materiais dividem-se, do ponto de vista de sua condutividade elétrica, em metais, semicondutores e isolantes. Nesta experiência você entrará em contato com um material semicondutor. 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. Esta faixa de energia não disponível aos elétrons se chama comumente de *gap de energia*. Abaixo deste *gap* temos a *banda de valência* do semicondutor. Acima deste gap temos o que se chama de *banda de condução*. Na temperatura do zero absoluto todos os elétrons do semicondutor ideal populam a banda de valência e nenhum elétron ocupa a banda de condução. À medida que a temperatura do semicondutor aumenta, as agitações térmicas provocam a população térmica da banda de condução.

Estando na banda de condução, estes elétrons passam a conduzir eletricidade. Curiosamente, e difícil de explicar simploriamente, a banda de valência se despopulando de elétrons, também passa a conduzir. Os estados vagos deixados pelos elétrons na banda de valência se chamam de *buracos*. Muitas vezes estes buracos se comportam como se fossem cargas elétricas positivas dentro do semicondutor. Normalmente, porém, a condução da eletricidade nos semicondutores puros é dominada pela condução dos elétrons na banda de condução e não por parte dos buracos na banda de valência. Tudo isso é para que você entenda naturalmente que à medida que a temperatura sobe a condutividade do semicondutor aumenta. Este aumento é aproximadamente exponencial. A dependência da condutividade em função da temperatura, obtida numa longa dedução teórica para um semicondutor puro ou *intrínseco*, é a seguinte:

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

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 σ_o é uma constante. Você observa que a condutividade do semicondutor depende duas vezes da temperatura absoluta T. A primeira dependência é com a raiz quadrada da T^3, o que é aproximadamente linear. A segunda dependência é exponencial com 1 / T. Esta dependência exponencial domina o outro termo. Medindo a condutividade do semicondutor puro em função da temperatura absoluta pode-se extrair E_g, a largura da banda proibida do semicondutor. E é isto que você vai fazer agora.

Procedimento

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. Como

$$\Delta V = R(T) . I$$

você, na verdade obtém pelo Δ V um valor proporcional à resistência. Então cuidado: você não está medindo condutividade σ (T) como na fórmula bem acima, mas sim a resistência, R(T)!

1) Coloque água no béquer. Aqueça a água até ferver. Mergulhe o conjunto protegido na água quente. Espere estabilizar.

2) Meça a temperatura pelo termopar e meça as quedas de potencial do semicondutor à medida que o conjunto esfria. Tem que ter calma. Com os gradientes de temperatura na amostra aparecem voltagens espúrias devido ao poder termoelétrico e estas falseiam os resultados. Portanto, meça a queda de potencial em cada temperatura passando a corrente em dois sentidos. Peça ao bombeiro instruções como fazer isto. Você vai notar que quanto mais calma você tiver, menos diferença espúria aparecerá. Faça a média das medidas.

3) Ao chegar perto dos 293 K adicione gelo à água para chegar perto dos 273 K. Continue medindo a queda de potencial nas amostras.

4) Faça um gráfico de Δ V x T. Que tipo de curva encontrou?

5) Agora faça um gráfico com os valores experimentais na forma ln (Δ V) x 1 / T . Que tipo de curva encontrou?

6) Extraia o valor para o gap do InSb. Compare os valores obtidos com os valores de tabela.

7) Não esqueça do vapt-vupt!

UFPR- Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Relatório Vapt-Vupt

Bloco 01: O *gap* do InSb

1) Faça uma tabela contendo Δ V+ e Δ V- para várias temperaturas.

T ( )	ΔV_+ ( )	ΔV_- ( )	$\Delta V_{médio}$ ( )

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

3) Agora faça um gráfico com os valores experimentais na forma ln (ΔV) x 1/T . Que tipo de curva encontrou?

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

5) Faça um desenho esquemático da montagem experimental.