

## F809 – Instrumentação para o Ensino

**Aluno:** Ricardo Rogério Gardin

**Orientador:** Yoshikazo Ernesto Nagai

### Projeto: Válvula Diodo para Estudo do Efeito Termoiônico

**Introdução:** O efeito termoiônico é definido como a emissão de elétrons por uma superfície metálica aquecida. Os primeiros sinais do fenômeno foram observados em meados do século XVIII por Charles DuFay, que notou que um gás conduzia eletricidade quando colocado próximo a um sólido aquecido. Após as observações de DuFay, em 1853 o físico francês Edmund Becquerel mostrou que é possível produzir corrente elétrica a partir de um potencial gerado entre dois eletrodos de platina quente com ar aquecido entre estes. Finalmente, em 1883, Thomas A. Edison verificou que elétrons são emitidos quando um metal é aquecido. Podemos compreender o efeito termoiônico de uma maneira simples. Ao fornecer energia térmica a um material, seus elétrons ganham energia cinética. Haverá, portanto a emissão desses elétrons se sua energia for suficiente para superar a barreira de potencial da superfície do material. É possível associar aos elétrons que saem do material uma densidade de corrente a que depende das características do material. Uma dessas características é a função trabalho, que é a energia mínima que se deve fornecer a um elétron para removê-lo do metal, por exemplo, a função trabalho do Tungstênio é cerca de 4,52eV. Em 1928, Owen Willans Richardson ganhou o prêmio Nobel da Física pelo trabalho do fenômeno Termoiônico e pela descoberta da lei (1916) abaixo e que mais tarde foi corrigida por Dushman em 1930:

$$J_0 = AT^2 e^{(-\Psi)/kT} (\text{amperes/cm}^2). \quad (1)$$

onde A é uma constante que é igual a 120,4 amperes/cm<sup>2</sup>, k é a constante de Boltzman, T é a temperatura em graus Kelvin,  $\Psi$  é a função trabalho do material em elétron-volts. As experiências envolvendo a observação deste efeito são realizadas comumente em válvulas, que são dispositivos constituídos basicamente de um tubo onde se faz vácuo com dois eletrodos internos. O efeito é verificado através da geração de uma diferença de potencial elétrico entre o filamento e o coletor, sendo o terminal negativo conectado ao filamento (chamado de catodo) e o positivo conectado ao coletor (chamado de anodo). Aquecendo-se suficientemente o filamento, observar-se-á uma corrente elétrica no terminal positivo (coletor). Para se obter uma expressão para a corrente coletada pelo coletor, faz-se necessária à análise de toda a dinâmica que vai desde da emissão do elétron pelo filamento até a sua absorção pelo coletor. Portanto, fatores como a geometria do filamento, a forma do potencial elétrico entre o filamento e o coletor, como também a presença de outros elétrons emitidos deve ser levada em consideração.

Para eletrodos planos a densidade de corrente é dada pela lei de Child, segundo a equação:

$$J = BV^{3/2}, \quad (2)$$

onde B é uma constante que depende da geometria da válvula e V é a diferença de potencial entre o filamento e o coletor.

**Descrição:** Neste projeto pretende-se construir uma válvula termoiônica, segundo o esquema da figura 1. A válvula diodo será construída com vidro (Borosilicado) e no seu interior será feito vácuo. O filamento interno e os eletrodos serão de Tungstênio e o coletor será de Inox. Serão conectadas duas fontes de tensão ajustáveis na válvula.

Pretende-se obter e interpretar os valores de corrente e tensão característicos para diferentes temperaturas do filamento.

Verificar a corrente termoiônica em função da temperatura, predita pela relação de Richardson Dushman.

Verificar as limitações que o espaço da carga impõe na corrente termoiônica predito pela lei de Child's.

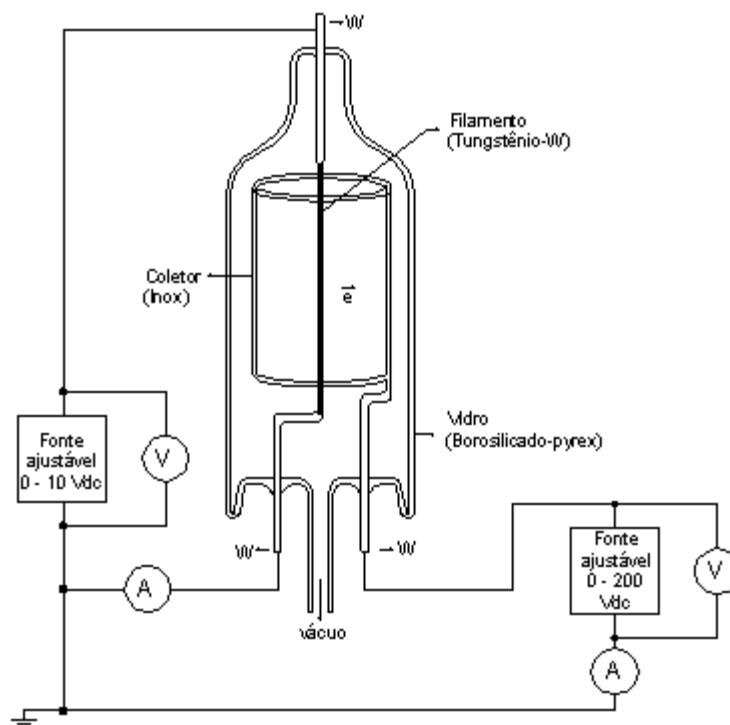


Figura 1: Esquema de montagem de uma válvula diodo para estudo do Efeito Termoiônico

**Eventuais Extensões:** Caso haja tempo hábil, pretende-se medir os valores de  $e/m$  para o elétron.

**Importância didática:** O efeito termoiônico desempenha um importante papel no desenvolvimento da ciência e da compreensão das propriedades da matéria. Com este projeto, trataremos de temas corriqueiros nos cursos de física, como a emissão termoiônica, função trabalho e retificação, que podem ser abordados em disciplinas da Física Moderna.

**Originalidade:** No Instituto de Física de São Carlos, USP realizou-se uma experiência tratando do efeito Termoiônico (O Efeito Termoiônico: Uma Nova Proposta Experimental – E.F. de Lima, M. Foschini e M. Magini - Instituto de Física de São Carlos, USP). Nesta experiência utilizou-se uma lâmpada de carro comum, ou seja, uma lâmpada de duplo filamento usada em geral como lanterna e luz de freio na parte traseira do carro. Em nosso projeto a construção da válvula diodo será diferente da lâmpada de carro. O filamento e o coletor terão geometrias específicas para que ocorra o mínimo de desvio na corrente coletada. Será feito vácuo no interior da válvula na ordem de  $10^{-6}$  Atm.

**Sigilo:** O orientador solicita sigilo nos detalhes de construção da válvula diodo.

#### **Referências:**

- [1] A. C. Melissimos: Experiments in Modern Physics, Academic Press INC. Florida, USA.
- [2] R. Eisberg e R. Resnick: Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas, reimpressão, Editora Campus LTDA., RJ, Brasil.
- [3] Preston, D.: The Art Of Experimental Physics

Site de busca: [www.google.com.br](http://www.google.com.br)

O Efeito Termoiônico: Uma Nova Proposta Experimental – E.F. de Lima, M. Foschini e M. Magini – Instituto de Física de São Carlos, USP.