



# Universidade Federal do Paraná

## Departamento de Física

### Laboratório de Física Moderna

## Bloco 01: A RAZÃO CARGA/MASSA DO ELÉTRON

A quantidade  $e/m$  foi medida experimentalmente pela primeira em 1897 por Sir J. J. Thomson no Cavendish Laboratory, em Cambridge, Inglaterra. Esta experiência confirmou a existência do elétron como a primeira partícula sub-atômica.

### Questionário para estudos

1. O que é um filamento de uma lâmpada? De qual material é feito? Quantos fios devo ligar num filamento para acendê-lo?
2. O que é Efeito Termoiônico?
3. Como é que um campo elétrico acelera cargas livres no vácuo?
4. Qual é mesmo a diferença entre campo elétrico e potencial elétrico?
5. O que é uma Bobina de Helmholtz?
6. Se eu quero medir uma corrente em um circuito, como devo colocar o amperímetro neste circuito?
7. A expressão abaixo descreve a força de Lorentz magnética. O que significa cada termo?

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

8. Quem foi Sir J. J. Thomson (Nobel de 1906)?
9. Calcule a razão carga/massa do átomo de Hidrogênio. (1 uma é igual a  $1.6605 \times 10^{-27} \text{kg}$ ; uma é abreviatura para unidade de massa atômica)
10. Indique uma maneira de medir a razão carga/massa do átomo de hidrogênio?
11. Um feixe de elétrons que é previamente acelerado por um potencial  $V$  e que sofre a ação apenas de um campo magnético  $\mathbf{B}$  perpendicular à sua velocidade  $\mathbf{v}$  entra em movimento circular de raio  $\mathbf{r}$ . Lembrando que a força magnética de Lorentz é idêntica à força centrípeta, deduza a expressão da razão carga/massa do elétron:

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{r^2 B^2}$$

## Experimento

### **Inicialmente utilizaremos o equipamento da PASCO:**

- 1) Com as fontes desligadas faça as conexões elétricas necessárias. Ligue o filamento do bulbo (*heater*) à fonte AC (aquela limitada em 7 V). Ligue as placas de aceleração (*electrodes*) à fonte DC (0-500 V).
- 2) Ligue a bobina de Helmholtz à fonte DC (preta). Esta fonte tem um voltímetro e um amperímetro integrado, porém coloque um amperímetro externo para medir a corrente nas bobinas. Coloque todos os botões de controle das fontes na posição mínima.
- 2) Antes de ligar os botões de liga/desliga das fontes chame o professor para a conferência das ligações. Desculpe, parece bobagem, mas já assistimos às coisas mais incríveis e fantásticas em matéria de interligação de fios!
- 3) Aumente a voltagem AC do filamento até o **máximo de 6 V**. Ele aquece, fica rubro (verifique!) e passa a emitir elétrons.
- 4) Aumente o potencial de aceleração dos elétrons. Deve ser possível ver o "rastro" dos elétrons. Dizemos assim, porque os elétrons são invisíveis, mas sua trajetória é marcada pela ionização que eles causam ao gás rarefeito dentro do bulbo. Por enquanto a trajetória que pode ser observada é uma reta.
- 5) Aumente o potencial que alimenta a bobina de Helmholtz. A fonte DC que você usa é limitada tanto em voltagem quanto em corrente. Aumente ambos os controles lentamente. A trajetória dos elétrons ficará curva inicialmente. Aumentando a corrente na bobina você conseguirá uma trajetória circular. Limite-se à **corrente máxima de 4 A** (as bobinas esquentam). A equação de calibração das bobinas está escrita no painel do equipamento.
- 6) Agora meça o diâmetro do círculo descrito pelos elétrons usando a escala espelhada no fundo do bulbo de vidro. O erro cometido nesta leitura causa basicamente a imprecisão no resultado do  $e/m$  calculado.
- 7) Faça experimentos com  $V$  fixo e variando-se  $B$  e com  $B$  fixo e variando-se  $V$ . Calcule  $e/m$  pelas fórmulas dadas na introdução e preencha as tabelas do Vapt-Vupt. Compare seus resultados com o valor oficial. A calibração do campo magnético em função da corrente é dada no painel de suporte das bobinas.

### **Agora passaremos ao equipamento CENCO.**

- 1) Com as fontes desligadas faça as conexões necessárias. Fonte AC no "*filament*"; fonte DC 0-500 V, + no "*plate*" e 0 no "*filament*". Fonte de baixa tensão no "*field*".
- 2) Chame o mestre para a conferência das ligações.
- 3) Aumente a voltagem do filamento até enrubescer levemente.
- 4) Aumente o potencial de aceleração até que apareça a incidência dos elétrons no bulbo.

- 5) Aumente a corrente na bobina de Helmholtz provocando a deflexão magnética. A equação de calibração das bobinas está em um gráfico na parede.
- 6) Faça os elétrons incidirem nas ranhuras. Use várias voltagens de aceleração e várias correntes na bobina.
- 7) Faça uma tabela e calcule  $e/m$  para cada medida. Como guia, utilize as sugestões do Vapt-Vupt abaixo.
- 8) Compare a média com o valor oficial.

UFPR- Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Relatório Vapt-Vupt

### **Bloco 01: A RAZÃO CARGA/MASSA DO ELÉTRON.**

1) Faça um diagrama das ligações elétricas ao equipamento PASCO.

2) Meça o diâmetro do círculo descrito pelos elétrons para as seguintes condições:

**Potencial fixo**

Potencial ( )	Corrente ( )	Campo magnético ( )	Raio da órbita ( )

### Campo magnético fixo

Potencial ( )	Corrente ( )	Campo magnético ( )	Raio da órbita ( )

3) Faça gráficos linearizados para os dois casos, encontre a razão  $e/m$  e compare com o valor oficial.

4) Faça um diagrama das ligações ao equipamento CENCO.

5) Faça uma tabela para vários valores das variáveis.

V (Volts)	R ( m)	B (w/m <sup>2</sup> )	e/m (coul/kg)

6) Calcule e/m médio e compare com o valor oficial.