



Laboratório Física IV

Experimento e/m_e

Profa. Clemencia Mora Herrera

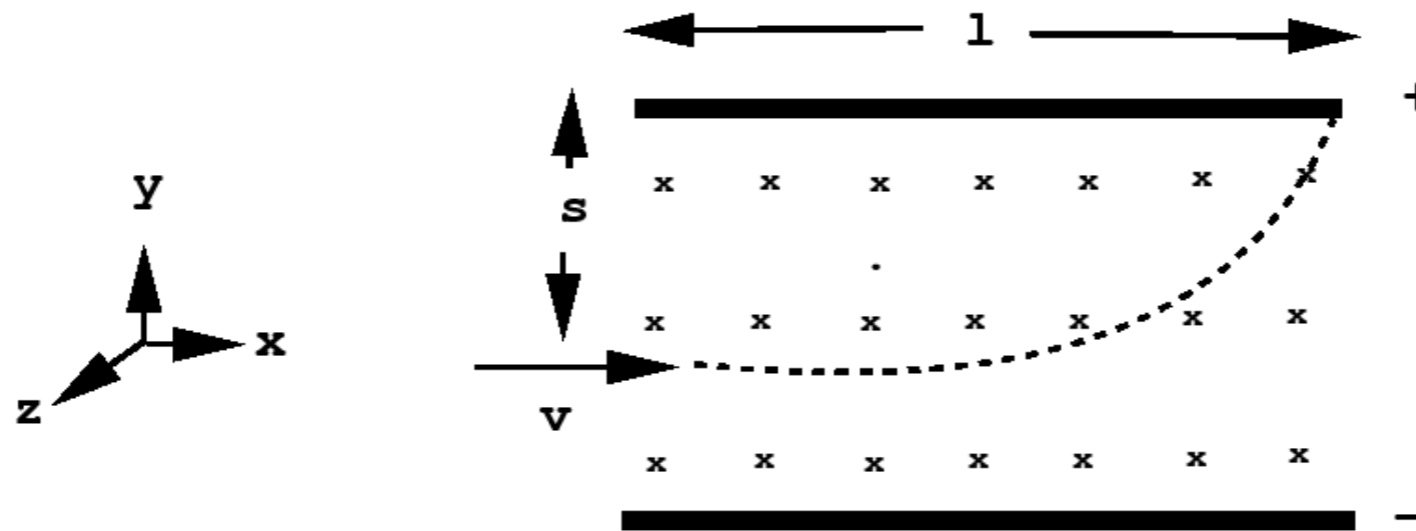
baseado nos slides do Prof. Dilson Damião para Est. da Matéria I



Introdução

- Os raios catódicos são feixes de elétrons gerados ao aplicar uma alta tensão entre um cátodo (eletrodo negativo) e um ânodo (eletrodo positivo) em tubos de vácuo ou gas rarefeito.
- Eram utilizados nos aparelhos de televisão antigos.
- O estudo desses raios levou à compreensão do elétron como uma partícula de massa muito pequena.

Determinação da razão carga-massa do elétron



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

$$F_m = -evB$$

A aceleração ao qual está submetida a partícula é portanto $a = v^2/r$

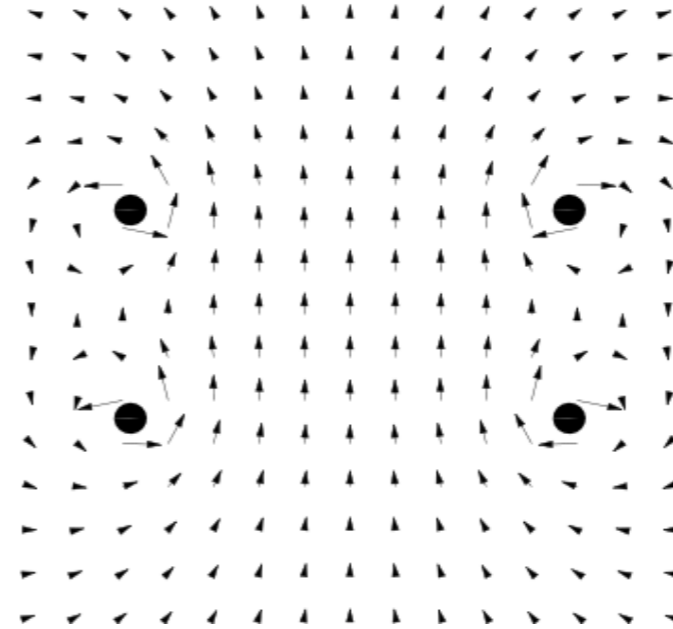
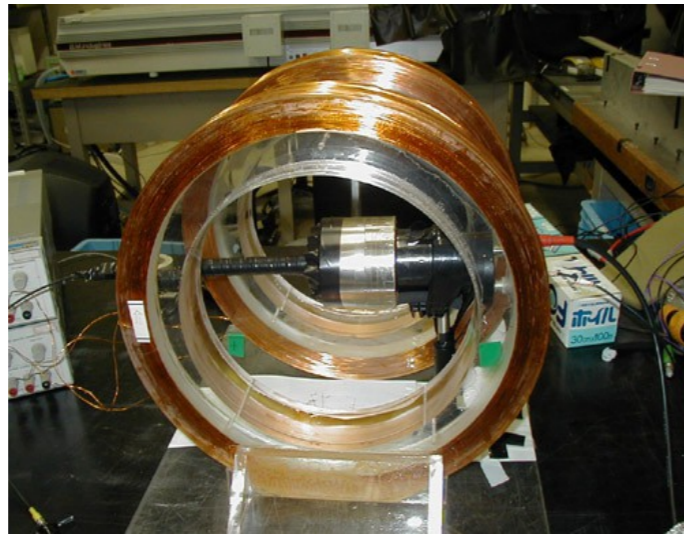
Logo temos que $evB = mv^2/r$

ou

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br}$$

O campo magnético

Pode ser produzido por uma Bobina de Helmholtz



O campo magnético na região entre as bobinas é praticamente uniforme e dado por

$$B = \frac{[N\mu_0]IR^2}{[R^2 + (A/2)^2]^{3/2}}$$

Considerando $A = R$ obtemos que

$$B = \frac{[N\mu_0]I}{(5/4)^{3/2}R}$$



Energia do elétron e resultado da relação

Mas a energia de um elétron acelerado por uma diferença de potencial V é dada por

$$U = eV$$

E por conservação de energia, temos então que $eV = \frac{1}{2}mv^2$

Logo $v = \left(\frac{e}{m}2V\right)^{1/2}$

Ao substituir v e B na equação:

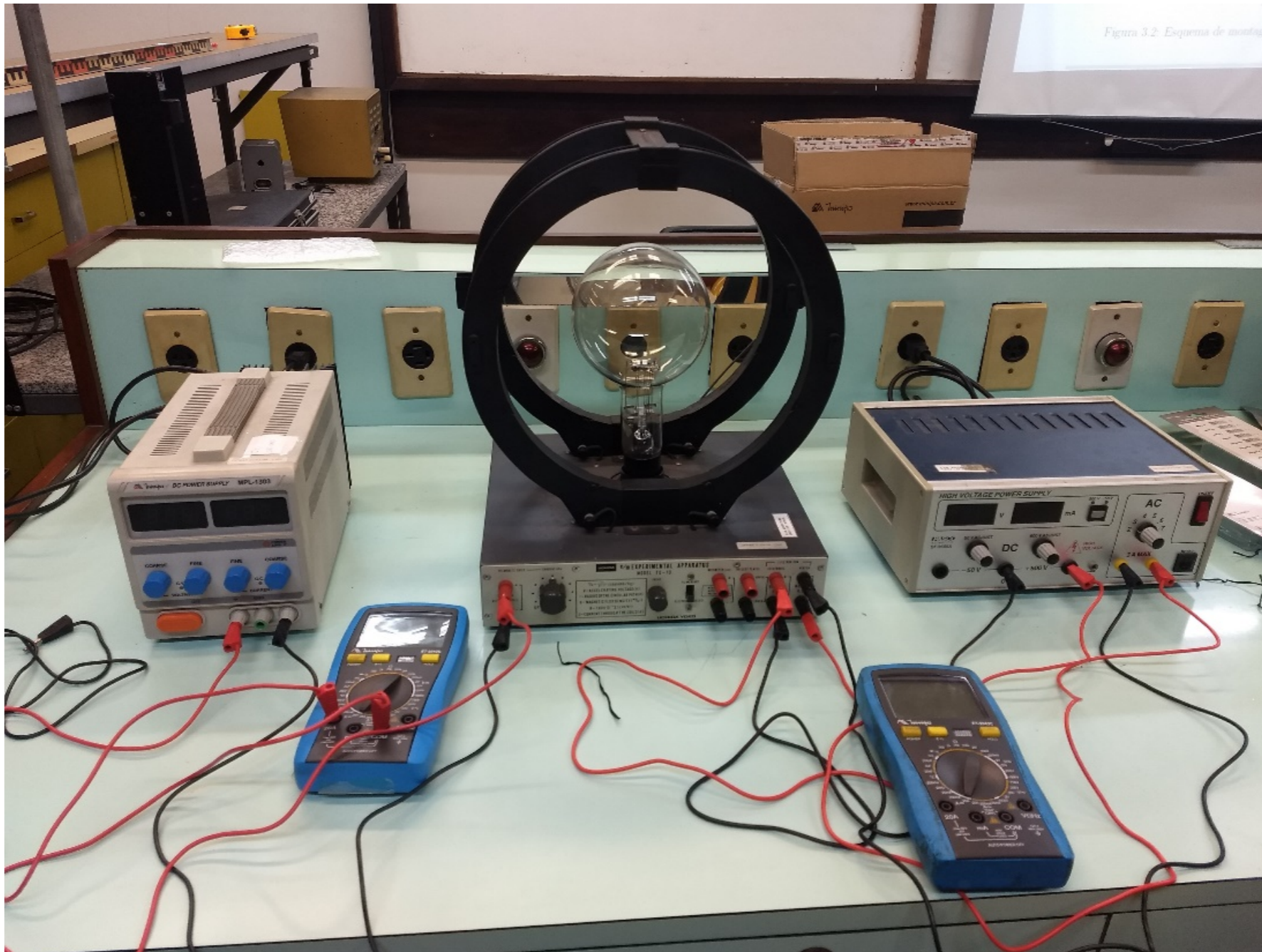
$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br} = \frac{125VR^2}{32(N\mu_0Ir)^2} = \mathcal{K} \frac{V}{I^2r^2}$$



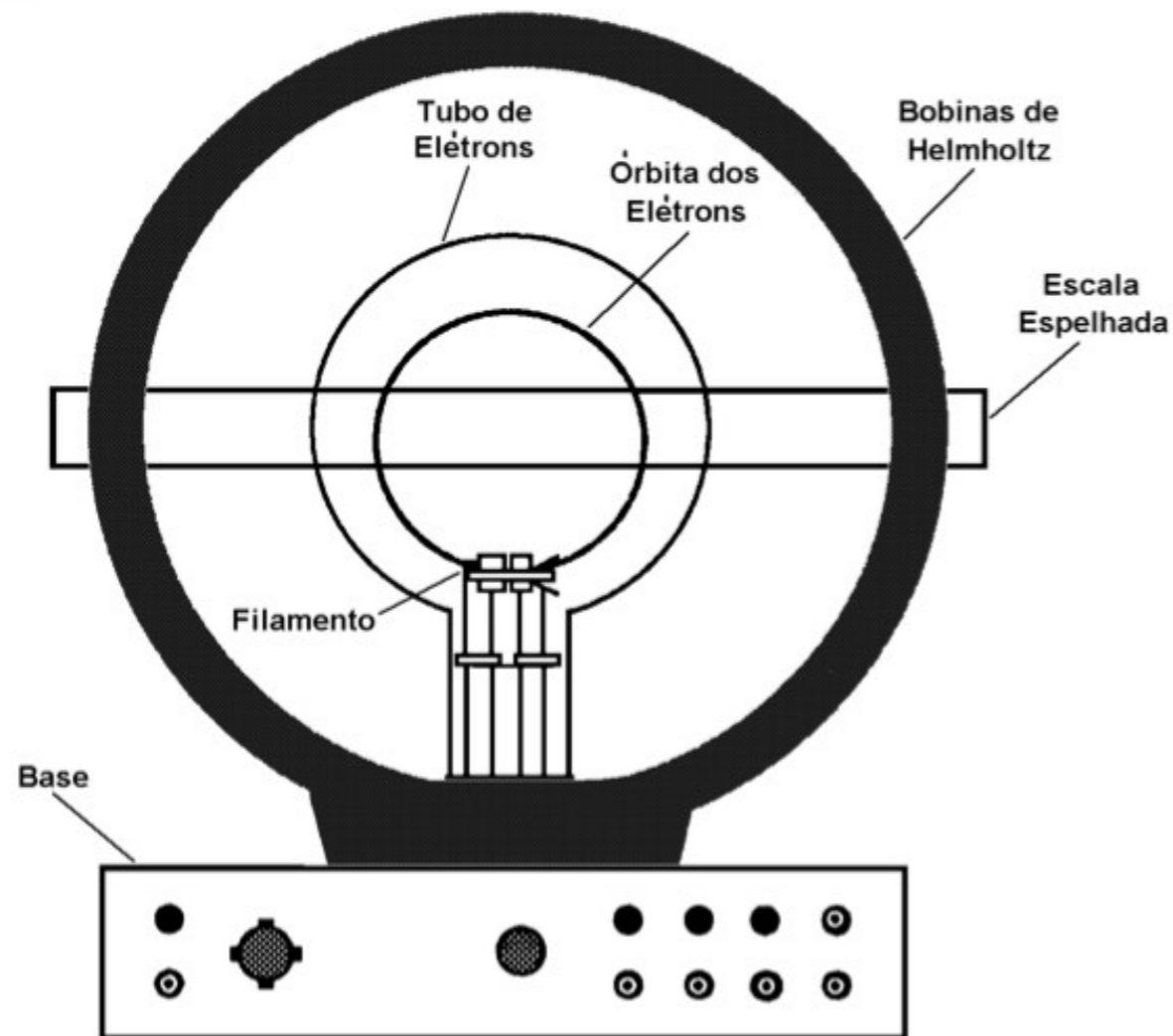
Objetivo

- Obter a razão e/m_e a partir da medida de tensão dos eletrodos, corrente elétrica nas bobinas e raio da trajetória do feixe.

Montagem



Aparelho: Pasco Model SE-9638

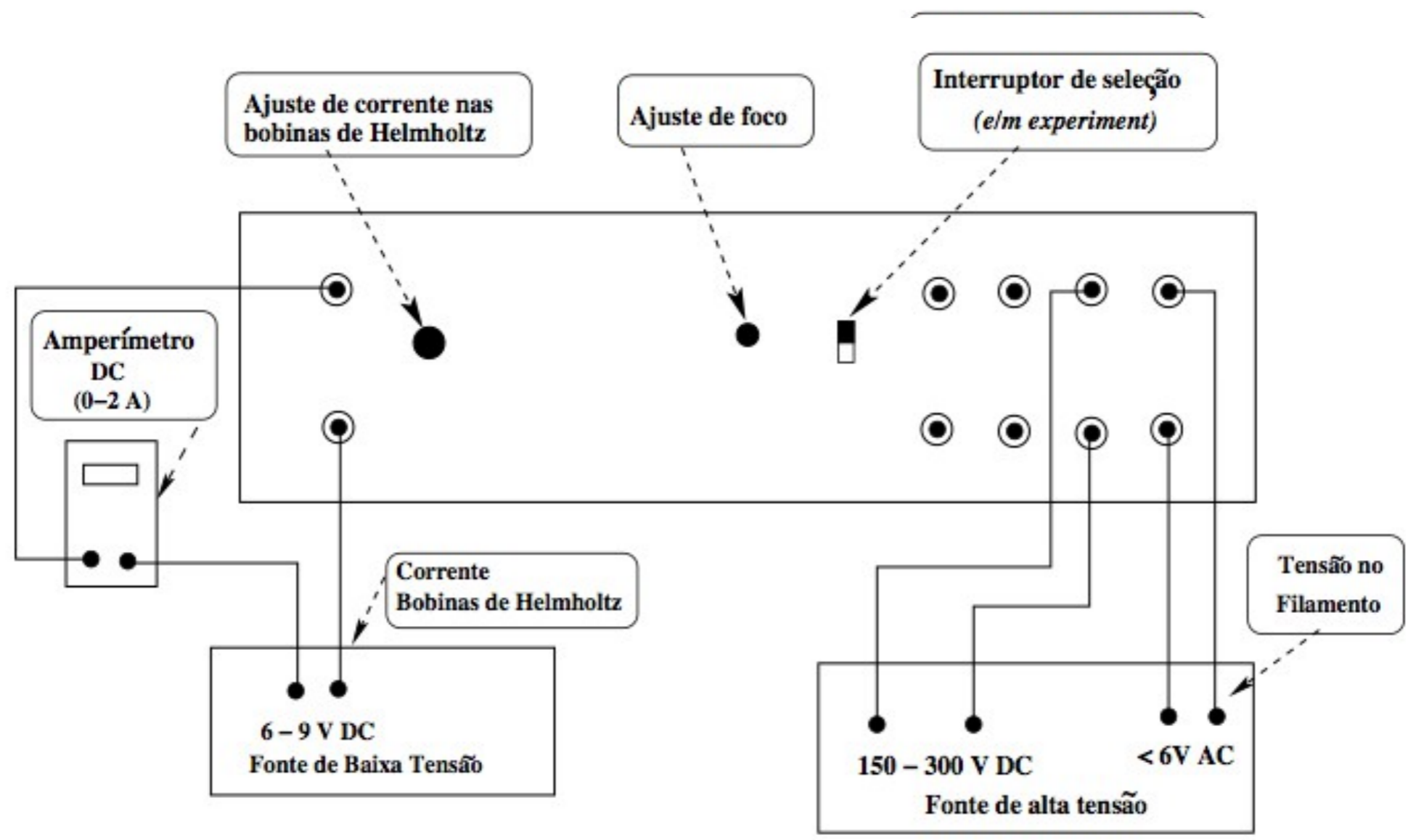


- Tubo com gás Hélio a baixa pressão $P = 10^{-2}$ mm Hg
- Bobinas de Helmholtz com $R = A = 15$ cm e $N = 130$ espiras:
 $\Rightarrow B$ (Tesla) = $7.80 \times 10^{-4} I$ (Ampère)
- Escala espelhada para medir o raio da trajetória circular

$$\mathcal{K} = \frac{125R^2}{32N^2\mu_0^2}$$

$$\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6} \text{ H/m}$$

Conexões



Medição

- Tabela com corrente I , tensão V e raio medido a esquerda e direita r_e e r_d .

- | Medida | Corrente (A) | Tensão (V) | raio à esquerda (cm) | raio à direita (cm) |
|--------|--------------|------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 1,28 | 193 | 4,5 | 4,4 |
| 2 | 1,40 | 252 | 4,3 | 4,2 |
| 3 | 1,63 | 285 | 4,4 | 4,2 |

Gráficos e Análise

- Se deixarem o raio r constante:

$$\mathcal{K} = \frac{125R^2}{32N^2\mu_0^2}$$

- Graficar $\mathcal{K}V \times I^2$
- Fazer MMQ e identificar e/m como o coeficiente angular
- Se não conseguiram deixar r fixo, pode ser feito o gráfico $\mathcal{K}V \times I^2r^2$.
- Fazer a média das medidas e erro da média

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}}$$