



# Laboratório Física IV

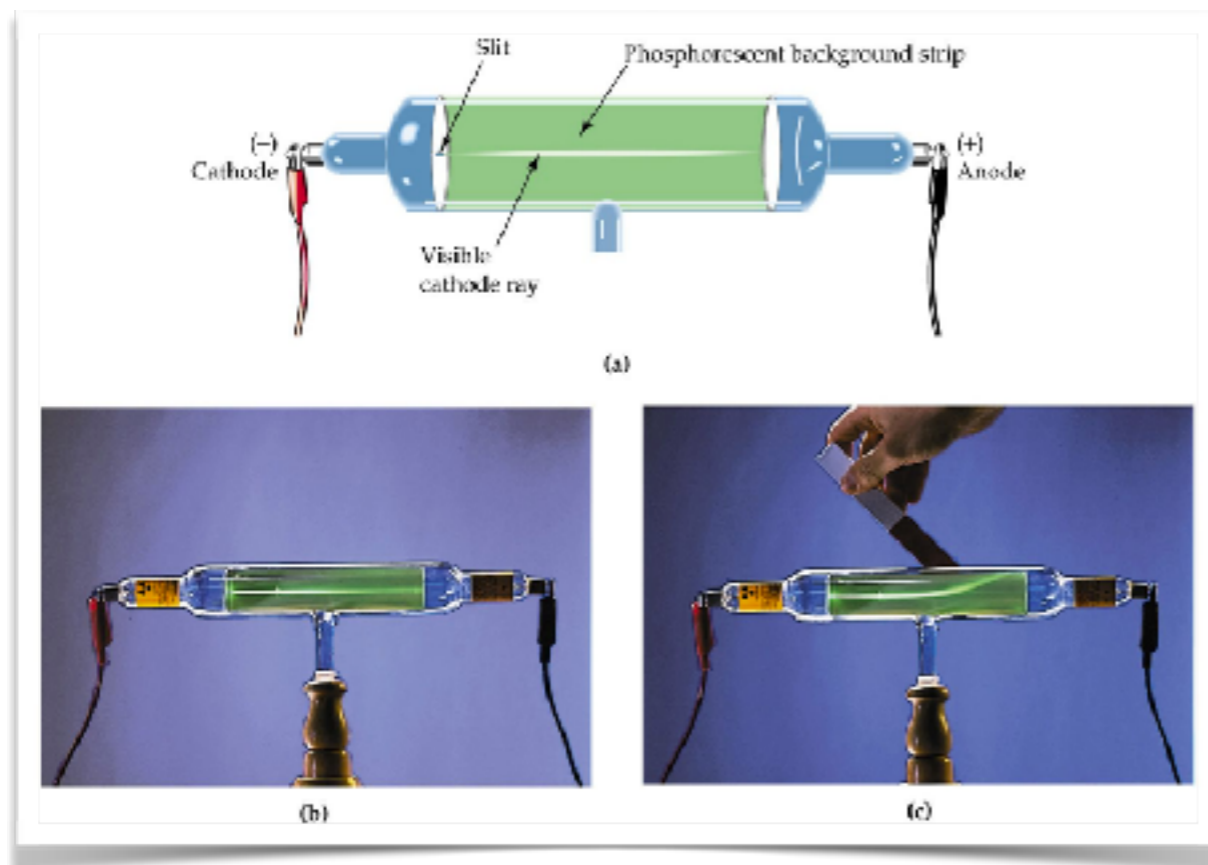
## Experimento $e/m_e$

Profa. Clemencia Mora Herrera  
Prof. Helena Malbouisson

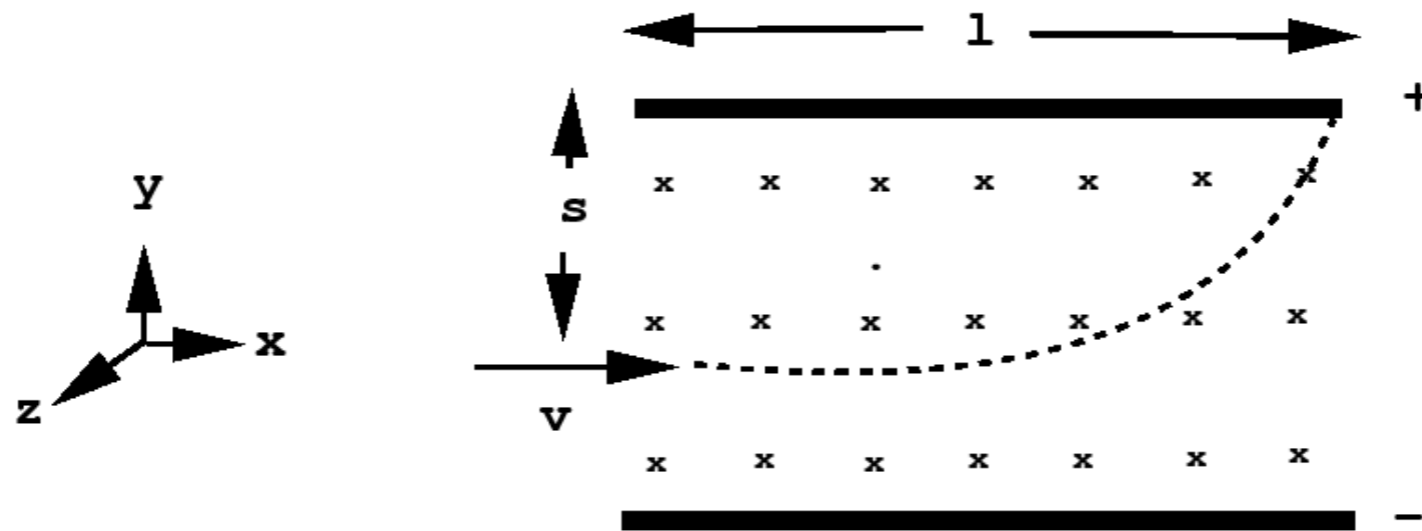
baseado nos slides do Prof. Dilson Damião para Est. da Matéria I

# 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  $a = v^2/r$

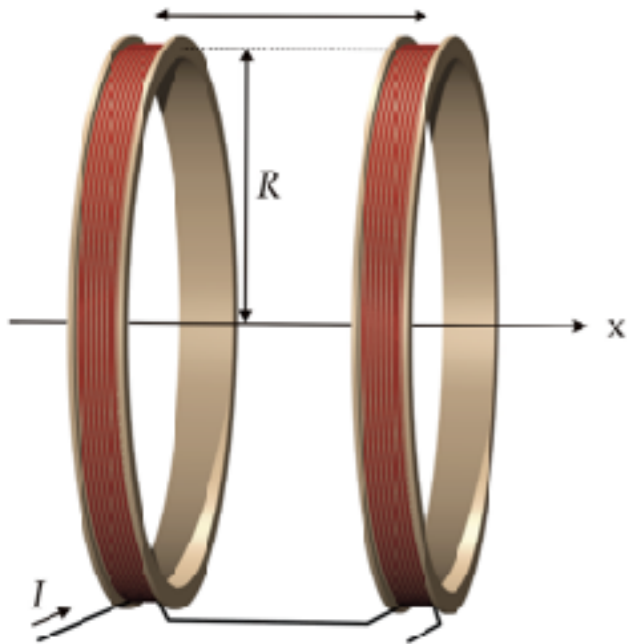
Logo temos que  $evB = mv^2/r$

ou

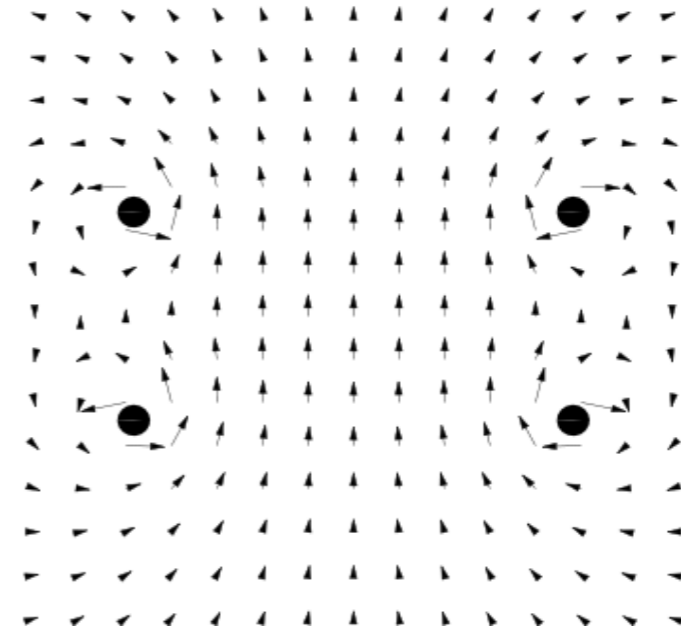
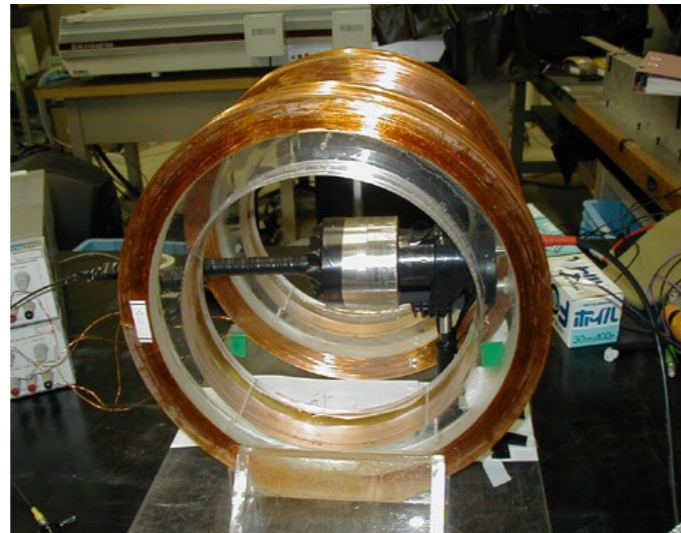
$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br}$$

# O campo magnético

**A**



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:

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

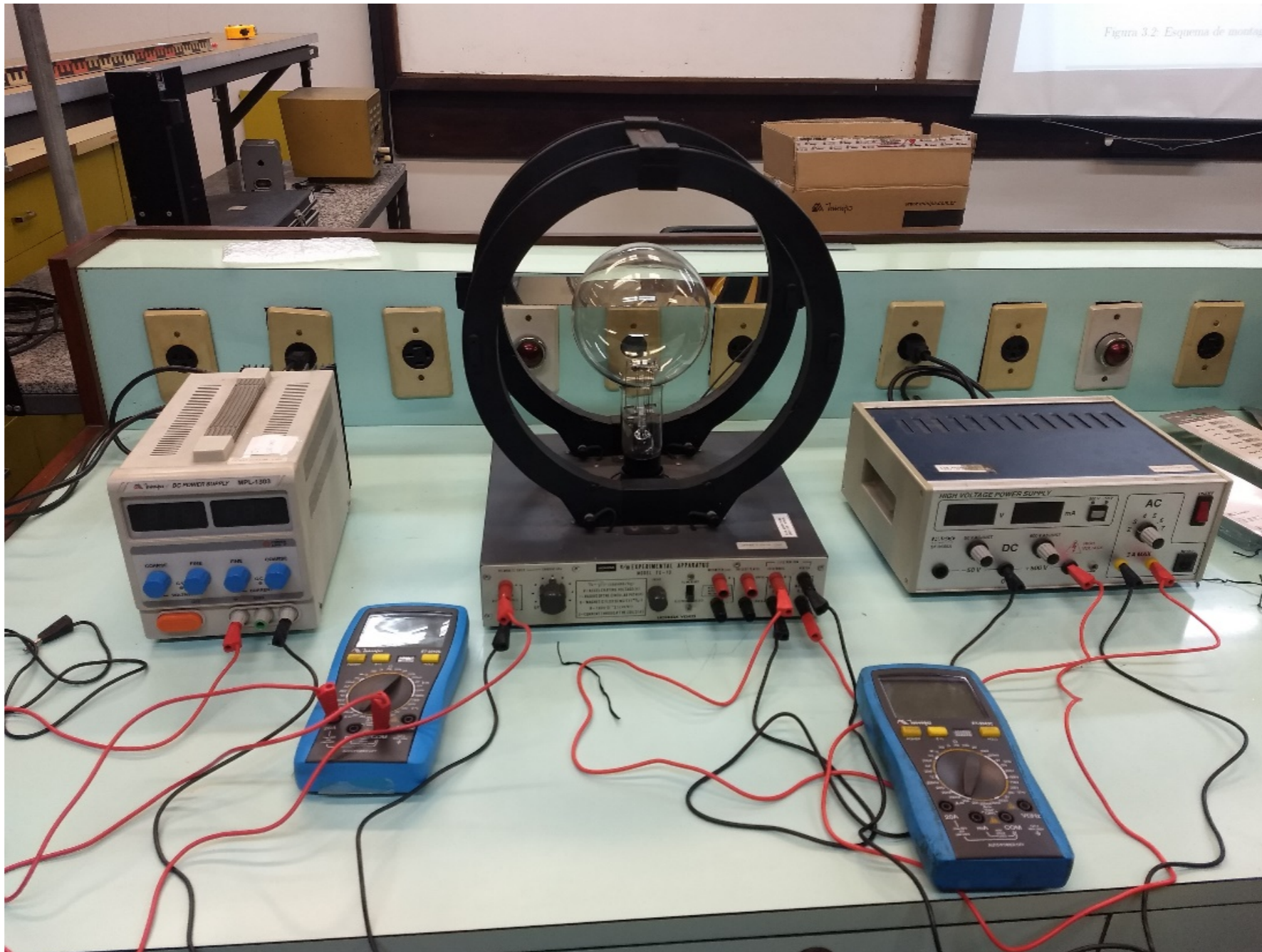
# Objetivo

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

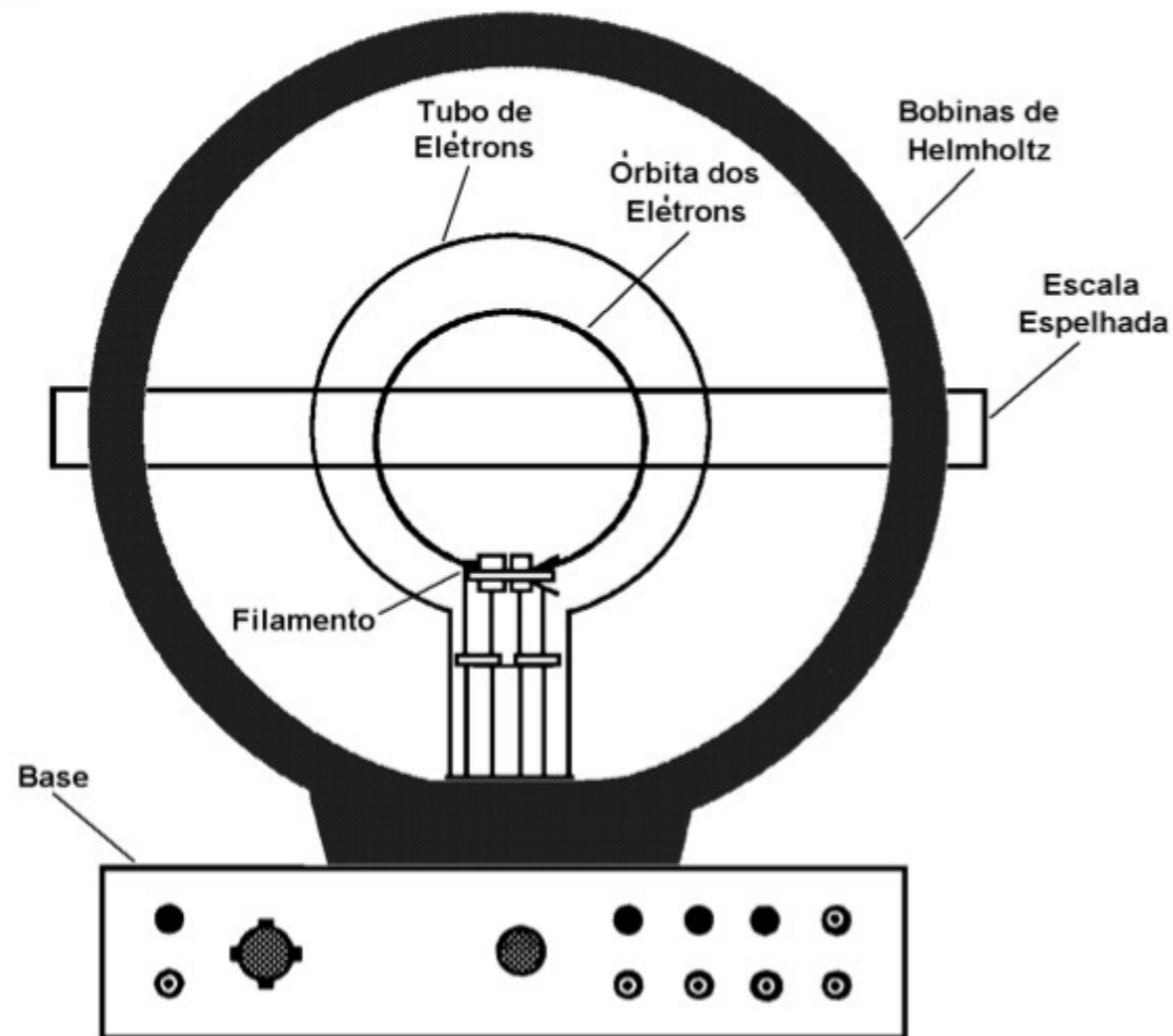
$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br} = \frac{125VR^2}{32(N\mu_0Ir)^2} = \mathcal{K} \frac{V}{I^2r^2}$$

$$\frac{e}{m} = \mathcal{K} \frac{V}{I^2r^2} \Rightarrow \mathcal{K}V = \frac{e}{m} I^2r^2$$

# Montagem



# Aparelho: Pasco Model SE-9638



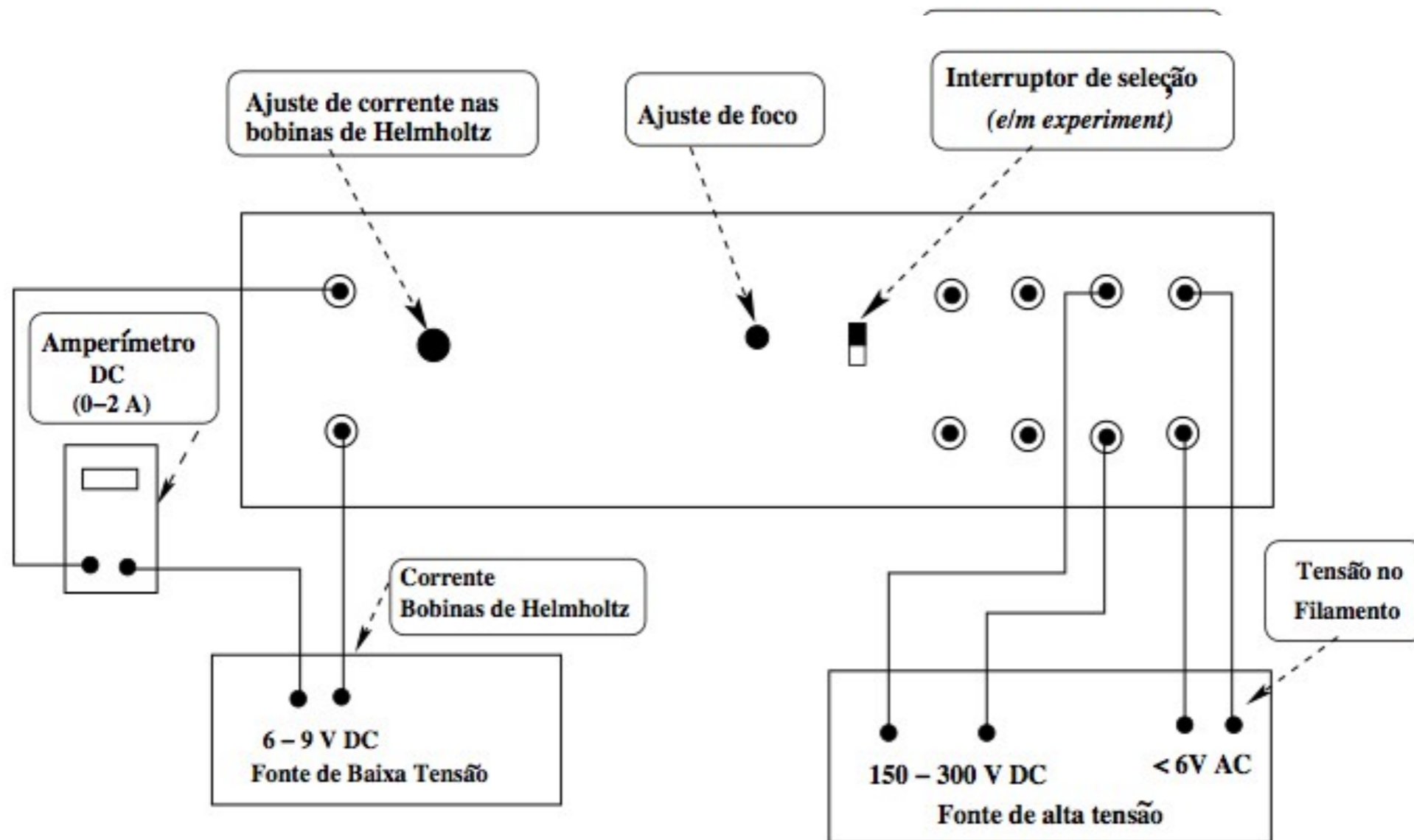
- Tubo com gás Hélio a baixa pressão  $P = 10^{-2}$  mm Hg
- Bobinas de Helmholtz com  $R = A = 15$  cm e  $N = 130$  espiras:  
 $\Rightarrow B$  (Tesla) =  $7.80 \times 10^{-4} I$  (Ampère)
- Escala espelhada para medir o raio da trajetória circular

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

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



# 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                 |

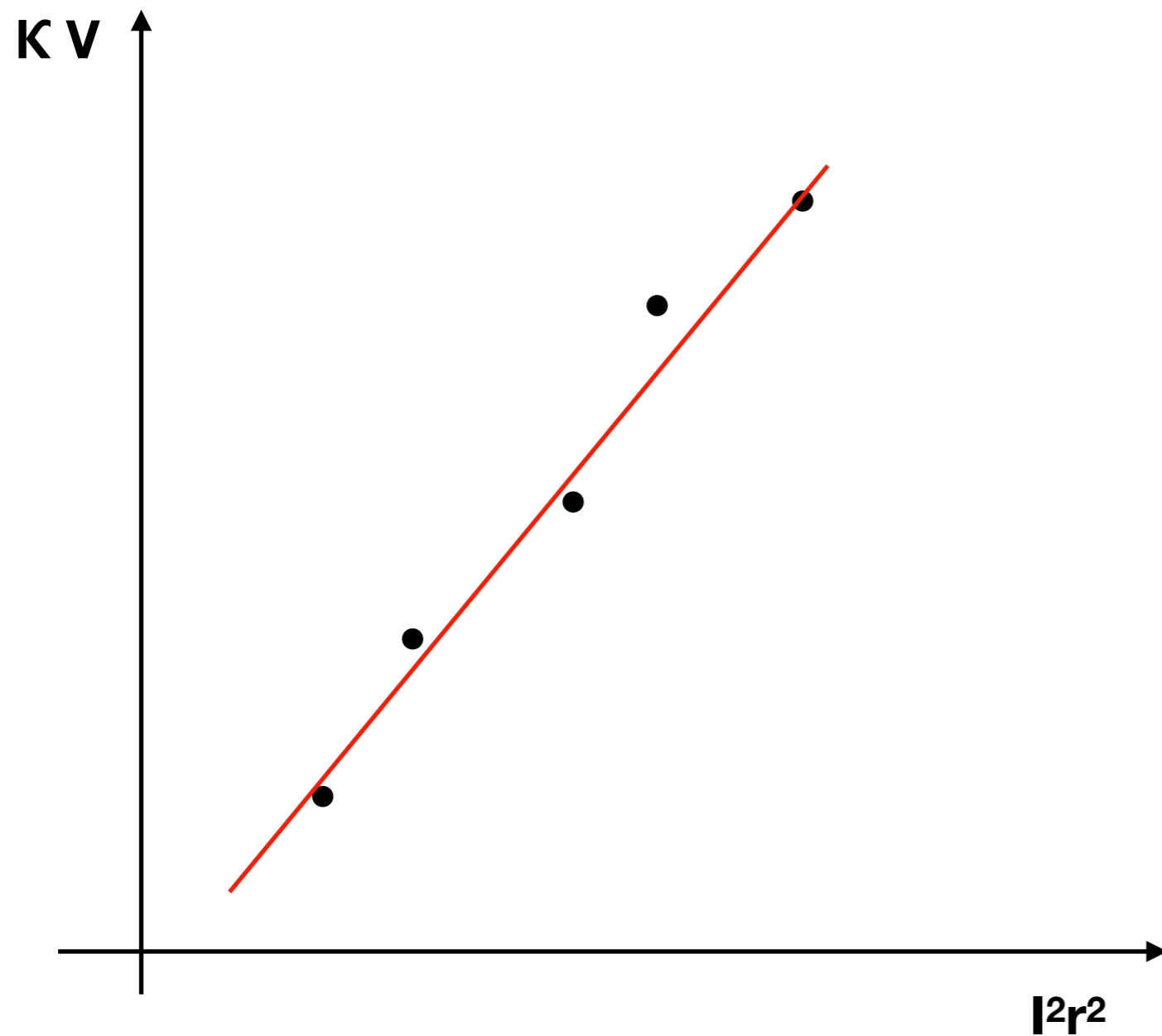
# Gráficos e Análise

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

- Se deixaram o raio  $r$  constante:
  - Graficar  $\mathcal{K}V$  x  $I^2$
  - Fazer MMQ e identificar  $e/m$  como o coeficiente angular
- Se não conseguiram deixar  $r$  fixo, pode ser feito o gráfico  $\mathcal{K}V$  x  $I^2r^2$ .

$$\mathcal{K}V = \frac{e}{m} I^2 r^2$$

# Gráficos e Análise



M.M.Q.

$$m' = e/m$$

$$b = 0$$