



TAREFAS

- Pesquisa do desvio de um feixe de elétrons num campo magnético.
- Estimação da carga específica do elétron.
- Pesquisa do desvio de um feixe de elétrons num campo elétrico.
- Montagem de um filtro de velocidade a partir de campos elétricos e magnéticos cruzados.

OBJETIVO

Estudo do desvio de elétrons em campos elétricos e magnéticos

RESUMO

No tubo de Thomson torna-se visível o desvio vertical de um feixe de elétrons horizontal numa tela luminescente. O desvio pode ser provocado por um campo elétrico vertical ou por um campo magnético horizontal que está perpendicular à direção do feixe no plano horizontal.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Tubo de Thomson S	U18555
1	Suporte dos tubos S	U185002
1	Par de bobinas de Helmholtz S	U185051
1	Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	U33010-230 ou U33010-115
1	Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (230 V, 50/60 Hz)	U33000-230 ou U33000-115
1	Fonte de alimentação DC 0 – 500 V (115 V, 50/60 Hz)	U33000-115
1	Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm	U138021



FUNDAMENTOS GERAIS

No tubo de Thomson, os elétrons passam por um diafragma de fenda em direção horizontal por trás do anodo e encontram-se numa tela posicionada obliquamente ao percurso do feixe, sobre a qual o percurso do feixe torna-se visível. Atrás do diafragma em fenda encontra-se um condensador de placa, no campo elétrico vertical do mesmo os elétrons são desviados verticalmente. Adicionalmente, pode-se criar com bobinas de Helmholtz um campo magnético horizontal perpendicular à direção do feixe, no qual os elétrons são desviados também verticalmente:

A força de Lorentz age sobre um elétron que se move com a velocidade v através de um campo magnético B

$$(1) \quad F = -e \cdot v \times B$$

e : Carga elementar

perpendicularmente à direção do movimento e do plano criado pelo campo magnético. O desvio ocorre em direção vertical quando tanto a direção do movimento como também o campo magnético se encontram no plano horizontal (ver Fig. 1). Se direção do movimento é perpendicular ao campo magnético homogêneo, então os elétrons são forçados a seguir um percurso circular cuja força centrípeta é dada pela força de Lorentz.

$$(2) \quad m \cdot \frac{v^2}{r} = e \cdot v \cdot B$$

m : Massa do elétron, r : Raio do percurso circular.

A velocidade do elétron depende da tensão anódica U_A . É válido:

$$(3) \quad v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U_A}$$

Assim pode-se determinar a carga específica do elétron a partir do raio do percurso circular, quando o campo magnético homogêneo B e a tensão anódica U_A são conhecidas. A partir de (2) e (3) resulta para a carga específica do elétron:

$$(4) \quad \frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2}$$

Se for produzida uma tensão U_p no condensador de placa, então os elétrons são também desviados verticalmente no seu campo elétrico vertical E com a força

$$(5) \quad F = -e \cdot E$$

e : Carga elementar

(ver Fig. 2). O campo elétrico pode por isso ser escolhido de modo que ele compense o desvio no campo magnético:

$$(6) \quad e \cdot E + e \cdot v \cdot B = 0$$

Neste caso, a velocidade do elétron pode ser determinada com facilidade. É válido:

$$(7) \quad v = \frac{E}{B}$$

Uma ordenação de campos elétricos e magnéticos cruzados nos quais o desvio dos elétrons é compensado a zero é chamada de filtro de velocidade.

ANÁLISE

O campo magnético B é produzido por um par de bobinas de Helmholtz e é proporcional à corrente I_H através de uma única bobina. O fator de proporcionalidade k pode ser calculado a partir do raio de bobina $R = 68$ mm, e o número de espiras $N = 320$ por bobina:

$$B = k \cdot I_H \quad \text{com} \quad k = \left(\frac{4}{5}\right)^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R}$$

O campo elétrico pode ser calculado a partir da tensão U_p e da distância entre placas d :

$$E = \frac{U_p}{d}$$

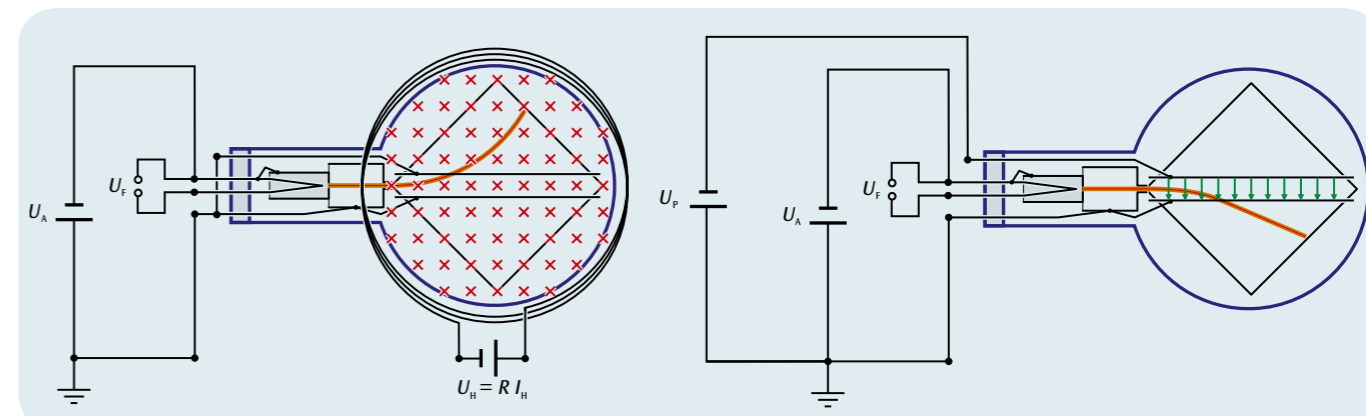


Fig. 1: Representação esquemática do tubo de Thomson num campo magnético

Fig. 2: Representação esquemática do tubo de Thomson num campo elétrico