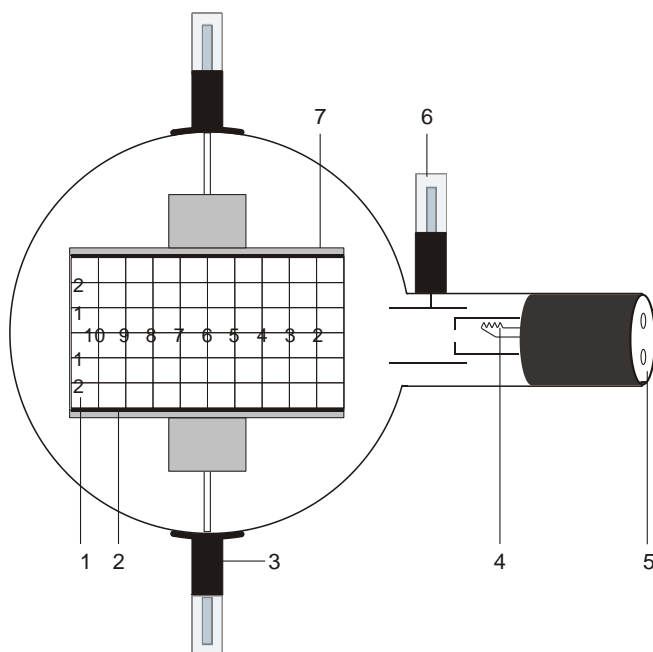


Tubo de desvio de feixes de elétrons D 1000651

Instruções de operação

10/15 ALF



- 1 Tela luminescente
- 2 Placa inferior de desvio
- 3 Apoio com conectores de pino de 4 mm para a conexão com a placa do condensador
- 4 Canhão de elétrons
- 5 Conectores de 4 mm para a conexão com o aquecedor e o cátodo
- 6 Conector de pino de 4 mm para a conexão com o ânodo
- 7 Placa superior de desvio

1. Indicações de segurança

Tubos catódicos incandescentes são ampolas de vidro evacuadas de paredes finas, manusear com cuidado: risco de implosão!

- Não sujeitar os tubos a qualquer tipo de esforço físico.
- Não sujeitar o cabos de conexão a esforço puxando-o.
- O tubo só pode ser instalado no suporte para tubo D (1008507).

Tensões excessivamente altas, correntes ou temperaturas de cátodo errôneas, podem levar à destruição dos tubos.

- Respeitar os parâmetros operacionais indicados.
- Somente efetuar conexões nos circuitos com os elementos de alimentação elétrica desconectados.
- Somente montar ou desmontar os tubos com os elementos de alimentação elétrica desligados.

Durante o funcionamento, o gargalo do tubo se aquece.

- Caso necessário, deixar esfriar os tubos antes de desmontá-los.

O cumprimento das diretivas EC para compatibilidade eletromagnética só está garantido com a utilização dos aparelhos de alimentação elétrica recomendados.

2. Descrição

O tubo de desvio de feixes de elétrons serve para a pesquisa de feixes de elétrons em campos elétricos e magnéticos. Ele permite tanto uma estimativa das cargas específicas e/m como também a determinação da velocidade dos elétrons v .

O tubo de desvio de feixes de elétrons possui um canhão de elétrons numa ampola de vidro evacuada com um sistema de eletrodos focalizador, esquentado diretamente por um cátodo incandescente Wolfram e um ânodo de forma cilíndrica. Por meio de um condensador de placa integrado, o feixe de elétrons pode ser desviado magneticamente utilizando de uma bobina de Hemholtz D (1000644). As placas de desvio suportam uma tela luminescente com grade centimétrica, girada em 15° graus em

contra do eixo de feixe, sobre a qual fica visível o percurso dos elétrons.

3. Dados técnicos

Aquecedor:	≤ 7,5 V AC/DC
Tensão anódica:	1000 V – 5000 V DC
Corrente anódica:	aprox. 0,1 mA/4000 V
Tensão condensador:	máx. 5000 V
Distância placas do condensador:	aprox. 54 mm
Tela fluorescente:	90 mm x 60 mm
Ampola de vidro:	aprox. 130 mm Ø
Comprimento total:	aprox. 260 mm

4. Utilização

Para a realização de experiências com o tubo de desvio de feixes de elétrons são necessários adicionalmente os seguintes aparelhos:

1 Suporte dos tubos D	1008507
2 Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
ou	
2 Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310
1 Par de bobinas de Helmholtz D	1000644
1 Fonte de alimentação DC 20 V (115 V, 50/60 Hz)	1003311
ou	
1 Fonte de alimentação DC 20 V (230 V, 50/60 Hz)	1003312
1 Multímetro analógico AM51	1003074
Recomendação suplementar:	
Adaptador de proteção, 2 polos	1009961

4.1 Instalação do tubo no suporte para tubos

- Montar e desmontar o tubo somente com os aparelhos de alimentação elétrica desligados.
- Empurrar até o fim o deslizante de fixação do suporte do tubo.
- Colocar o tubo nas pinças de fixação.
- Fixar o tubo nas pinças por meio do deslizante de fixação.
- Dado o caso inserir o adaptador de proteção sobre as tomadas de conexão do tubo.

4.2 Desmontagem do tubo do suporte para tubos

- Para retirar o tubo, puxar o deslizante de fixação de volta e extrair o tubo.

5. Exemplos de experiências

5.1 Desvio magnético

- Efetuar a conexão dos tubos conforme a fig. 2. Sendo que o pólo negativo da tensão anódica deve ser ligado com o conector de 4 mm com a indicação de negativo no gargalo do tubo.
- Colocar as bobinas nos orifícios correspondentes no suporte para tubos.
- Ligar o aparelho de produção de alta tensão.
- Induzir tensão nas bobinas e observar o percurso dos feixes.

O percurso do feixe de elétrons é circular, o desvio ocorre a um nível perpendicularmente ao campo magnético.

Com tensão anódica constante, o rádio do desvio se reduz com o aumento da corrente das bobinas.

Com corrente de bobina constante, o rádio aumenta com o aumento da tensão anódica, o que implica uma velocidade mais alta.

Um elétron de massa m e carga e , que se move perpendicular a um campo magnético B , é forçado por uma força central B e v a assumir um percurso circular:

$$B \cdot e \cdot v = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (1)$$

sendo v = velocidade do elétron e r = rádio da curvatura.

5.2 Desvio elétrico

- Efetuar a conexão do tubo conforme a fig. 3. Sendo que o pólo negativo da tensão anódica deve ser ligado com o conector de 4 mm com a indicação de negativo no gargalo do tubo.
- Ligar o aparelho de produção de alta tensão.
- Ligar a tensão do condensador e observar o percurso do feixe.

Um elétron, que atravessa o campo elétrico E de um condensador de placas com a tensão de condensador U_P com a velocidade v , é desviado para um percurso paralelo:

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{E}{v^2} \cdot x^2 \quad (2)$$

sendo que y é o desvio linear na distância linear x .

5.3 Determinação de e/m e v

5.3.1 Por meio do desvio magnético

- Montagem da experiência conforme fig. 2.

Para a velocidade v do elétron dependente da tensão anódica U_A , é válido:

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

Das equações 1 e 3 resulta para a carga específica e/m :

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

U_A pode ser lida imediatamente, B e r podem ser determinadas experimentalmente.

5.3.1.1 Determinação de r

Para o rádio de curvatura r do feixe de elétrons desviado é válido, como claramente visível na fig. 1:

$$r^2 = x^2 + (r - y)^2$$

do que resulta:

$$r = \frac{x^2 + y^2}{2 \cdot y} \quad (5)$$

5.3.1.2 Determinação de B

Para a densidade de fluxo magnético B do campo magnético na geometria de Helmholtz do par de bobinas e da corrente de bobina I , é válido:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot n}{R} \cdot I = k \cdot I \quad (6)$$

sendo k = em boa aproximação 4,2 mT/A com $n = 320$ (espiras) e $R = 68$ mm (rádio da bobina).

5.3.2 Por meio de desvio elétrico

- Montagem da experiência conforme fig. 3.

Por meio da alteração da fórmula 2 resulta para e/m :

$$\frac{e}{m} = \frac{2y}{E} \frac{v^2}{x^2} \quad (7)$$

sendo que $E = \frac{U_P}{d}$

com U_P = tensão de condensador e d = distância entre placas

5.3.3 Por meio de compensação de campo

- Montagem da experiência conforme fig. 4, porém, adicionalmente com a bobina de Helmholtz, como na experiência 5.1 (fig. 1).
- Ligar o aparelho de alta tensão e desviar o feixe de elétrons de modo eletrostático.
- Ligar o aparelho de alimentação elétrica das bobinas e ajustar a tensão de modo que o campo magnético compense o campo elétrico e o feixe assim não seja mais desviado.

O campo magnético compensa o desvio do feixe de elétrons através do campo elétrico. É válido:

$$e \cdot E = e \cdot v \cdot B$$

Do que resulta para v :

$$v = \frac{E}{B} \quad (8)$$

com $E = \frac{U_P}{d}$.

Para a determinação de B veja o item 5.3.1.2.

Para e/m é válido:

$$\frac{e}{m} = \frac{1}{2 \cdot U_A} \cdot \left(\frac{E}{B}\right)^2 \quad (9)$$

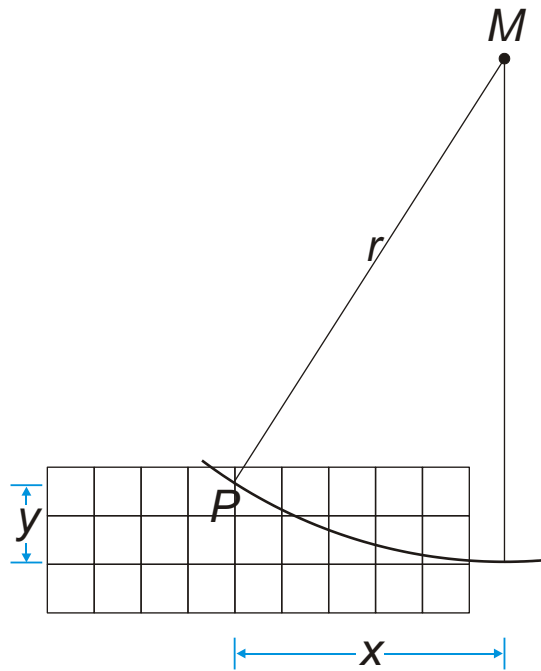


Fig. 1 Determinação de r

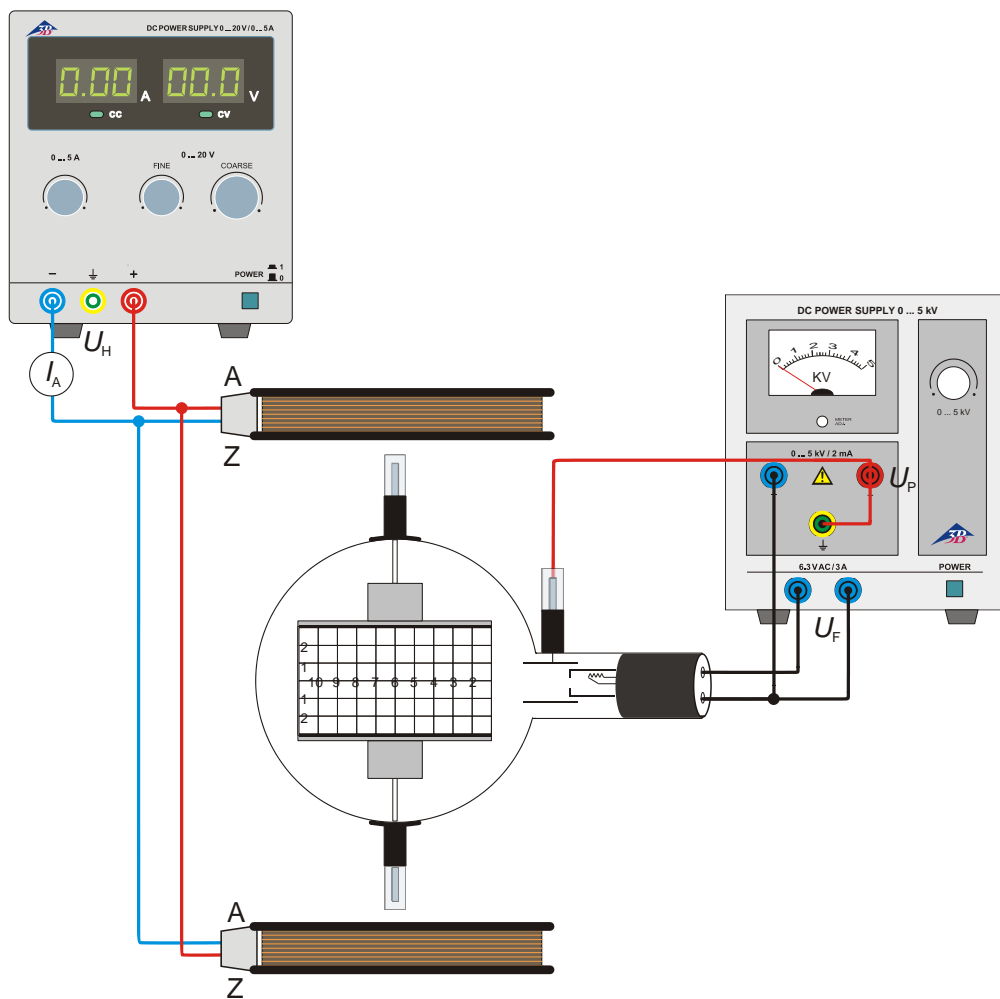


Fig. 2 Desvio magnético

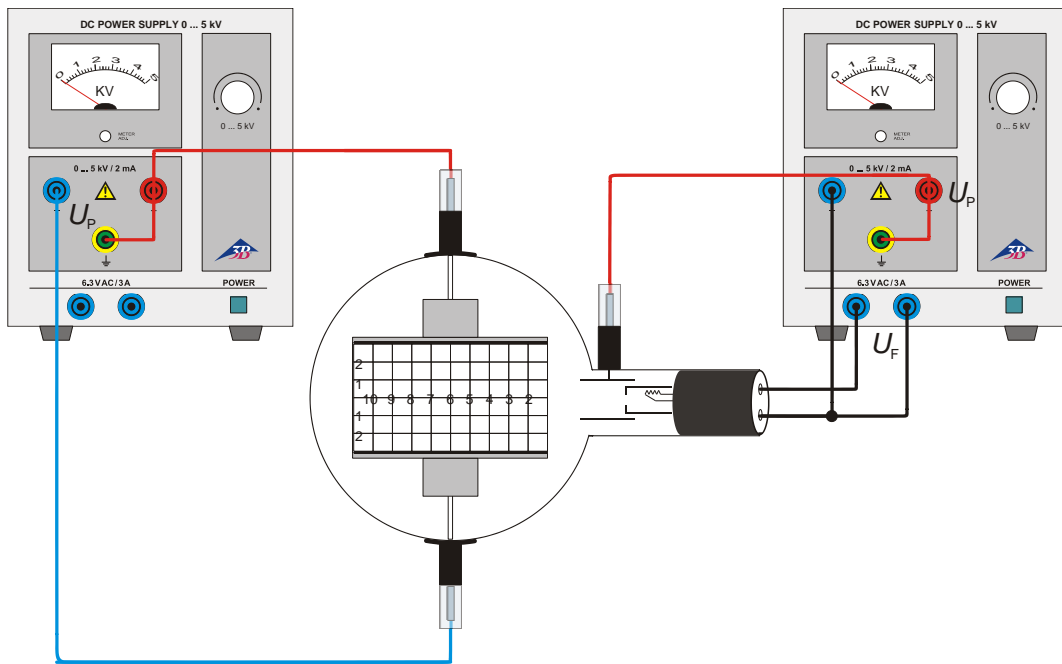


Fig.3 Desvio elétrico

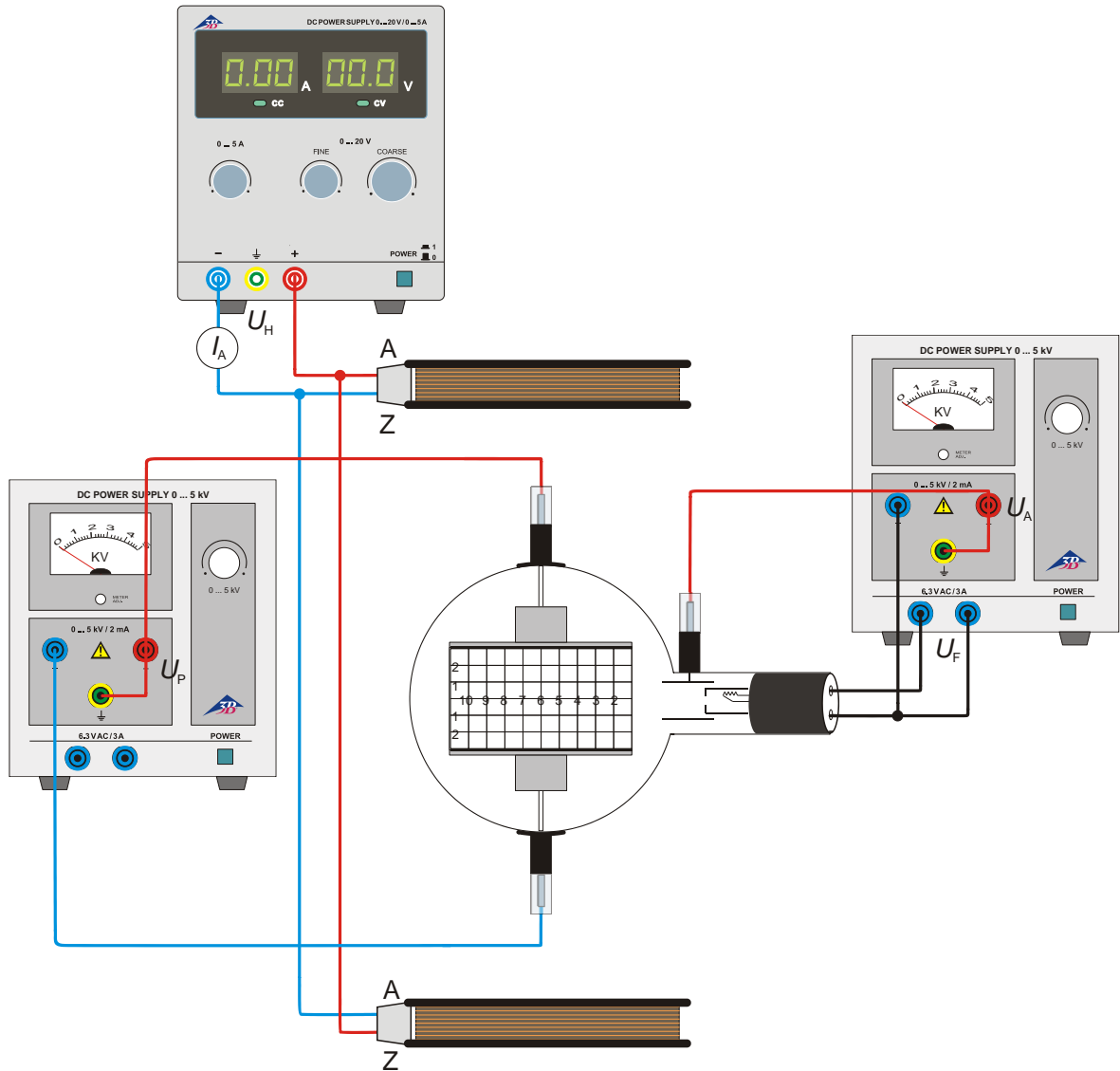


Fig. 4 Determinação de e/m por meio de compensação de campo