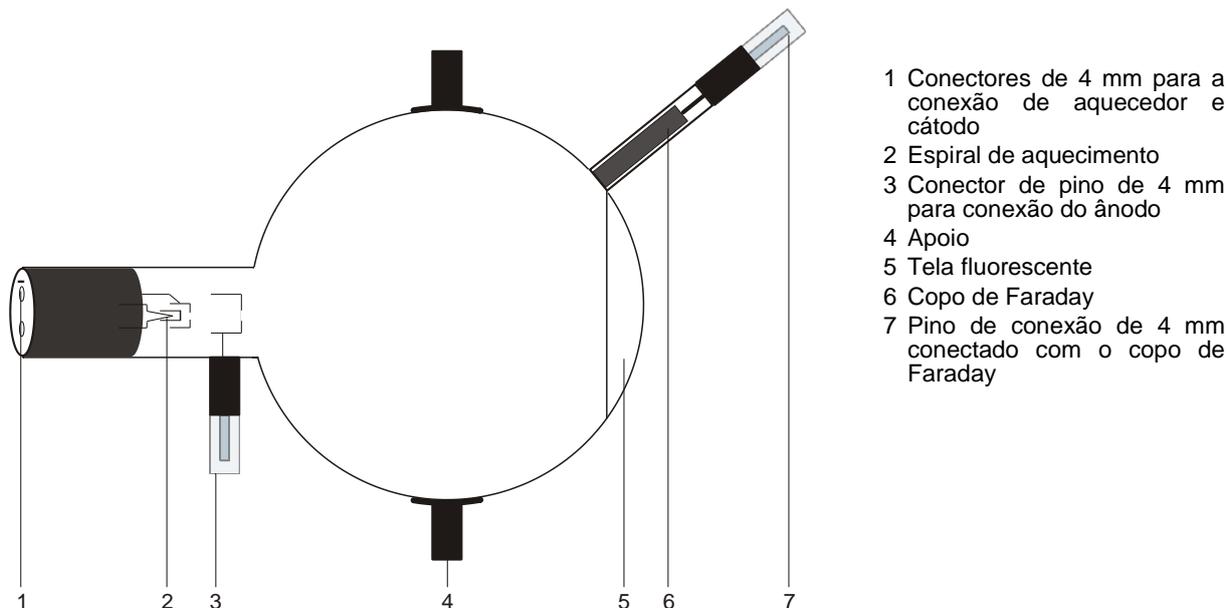


## Tubo Perrin D 1000650

### Instruções de operação

10/15 ALF



- 1 Conectores de 4 mm para a conexão de aquecedor e cátodo
- 2 Espiral de aquecimento
- 3 Conector de pino de 4 mm para conexão do ânodo
- 4 Apoio
- 5 Tela fluorescente
- 6 Copo de Faraday
- 7 Pino de conexão de 4 mm conectado com o copo de Faraday

### 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 Perrin serve para a comprovação da polaridade negativa de elétrons e para a estimativa da carga específica dos elétrons  $e/m$  através do desvio magnético numa gaiola de Faraday conectada com um eletroscópio. Adicionalmente pode ser pesquisado o desvio de elétrons em dois campos magnéticos perpendiculares um ao outro e, por exemplo, ser demonstrado por meio da produção de figuras de Lissajous.

O tubo de Perrin é um tubo de alto vácuo com um canhão de elétrons feito de um filamento de puro wolfram e um ânodo de forma cilíndrica numa esfera de vidro ocupada parcialmente por uma tela fluorescente. A partir do canhão de elétrons são emitidos elétrons como finos raios redondos e produzem uma mancha na tela fluorescente. Um tubo de vidro com o copo de Faraday está acoplado à esfera de vidro num ângulo de aproximadamente  $45^\circ$  em relação ao raio de elétrons não desviado.

### 3. Dados técnicos

Tensão de aquecimento:	≤ 7,5 V AC/DC
Tensão anódica:	2000 V - 5000 V
Corrente anódica:	típica 1,8 mA em $U_A = 4000$ V
Corrente do raio:	4 $\mu$ A a $U_A = 4000$ V
Ampola de vidro:	aprox. 130 mm $\varnothing$
Comprimento total:	aprox. 260 mm

### 4. Utilização

Para a realização de experiências com o tubo Perrin são necessários adicionalmente os seguintes aparelhos:

1 Suporte dos tubos D	1008507
1 Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
ou	
1 Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310
1 Par de bobinas de Helmholtz S	1000611
1 Fonte de alimentação DC 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
ou	
1 Fonte de alimentação DC 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312
1 Eletroscópio	1001027
1 Multímetro analógico AM50	1003073
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 Comprovação da natureza corpuscular dos raios catódicos e determinação da sua polaridade

- Efetuar as conexões conforme a figura 1.
  - Aplicar uma tensão anódica entre 3 kV e 5 kV.
- Os raios catódicos são visíveis na tela fluorescente como uma mancha redonda.

- Desviar os raios catódicos com a ajuda da bobina de Helmholtz de modo que eles incidam exatamente encima do copo de Faraday. Como alternativa, o raio pode ser desviado por meio de um ímã colocado sobre o braço.

O eletroscópio move o indicador e indica uma carga.

- Desligar a tensão de aquecimento e a tensão anódica.

A posição do indicador do eletroscópio mantém-se inalterada.

Se a carga da gaiola de Faraday fosse originada por radiação de ondas, então o indicador do eletroscópio retornaria assim que o aquecimento fosse desligado. Já que isto não é o caso, pode-se concluir que os raios catódicos são constituídos por matéria carregada eletricamente. Essas partículas são os elétrons.

A polaridade negativa dos raios catódicos pode ser comprovada através da carga adicional do eletroscópio por meio de uma vara de plástico ou de vidro friccionada (negativa ou positiva).

#### 5.2 Estimativa da carga específica do elétron $e/m$

- Efetuar a conexão conforme a figura 3.

No desvio de raios de elétrons no copo de Faraday é válido para a carga específica  $e/m$ :

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

$U_A$  pode ser imediatamente lido, o raio de curvatura  $r$  resulta dos dados geométricos do tubo (diâmetro do êmbolo de 13 cm, copo de Faraday inclinado a 45° para o eixo do raio) para  $r =$  aproximadamente 16 cm (veja fig. 2).

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

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

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

- Após inserir os valores para  $U_A$ ,  $r$  e  $B$  na equação 1, calcular  $e/m$ .

#### 5.3 Desvio em campos magnéticos alternados cruzados (figuras de Lissajous)

Os seguintes aparelhos são adicionalmente necessários:

1 Bobina suplementar	1000645
1 Fonte de alimentação AC/DC 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)	1002775
ou	
1 Fonte de alimentação AC/DC 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)	1002776
1 Gerador de função FG100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
ou	

1 Gerador de função FG100 (230 V, 50/60 Hz)  
1009957

- Efetuar a conexão conforme a figura 4.
- Colocar a bobina suplementar no braço superior do suporte para tubo. Empurrar o freio deslizante sobre o anel da bobina para assim fixa-la.
- Conectar a bobina suplementar com a fonte de tensão alternada.

- Conectar a bobina com o gerador de função e selecionar o sinal senoidal.
- Aplicar uma tensão anódica entre 3 kV e 5 kV.
- Selecionar uma tensão alternada na bobina suplementar de até 15 V e observar o desvio horizontal.
- Ajustar uma frequência de, por exemplo, 50 Hz no gerador de função, variar a amplitude do sinal senoidal e observar as figuras de Lissajous sobre a tela fluorescente.

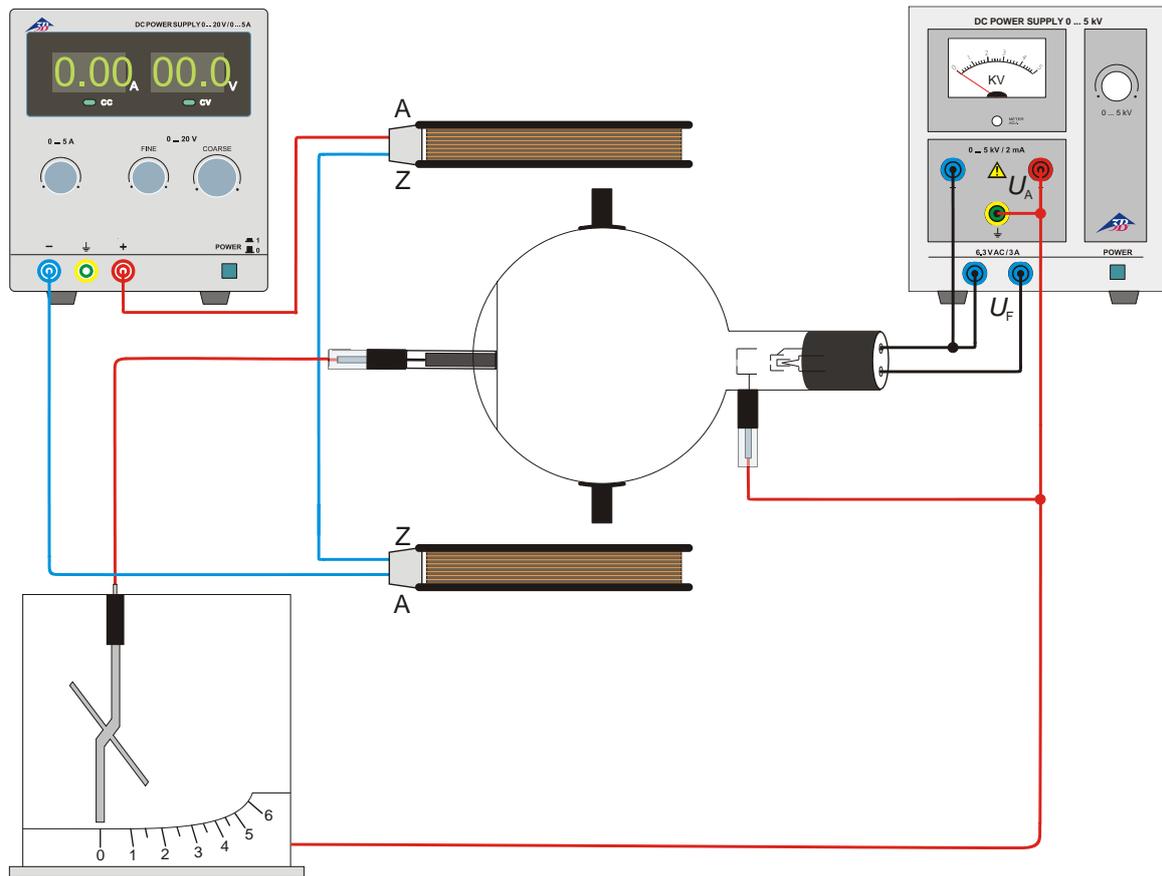


Fig. 1 Comprovação da natureza corpuscular dos raios catódicos e determinação da sua polaridade

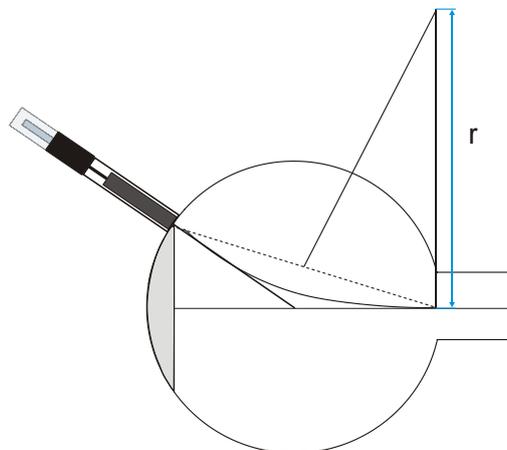


Fig. 2 Determinação de  $r$

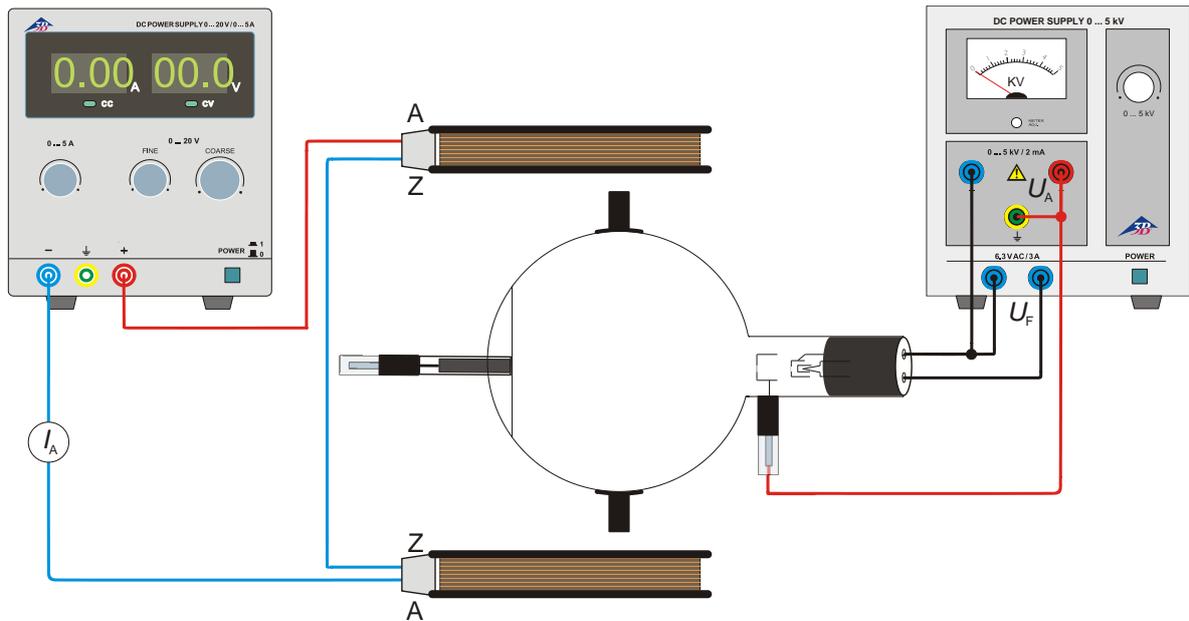


Fig. 3 Estimativa da carga específica do elétron  $e/m$

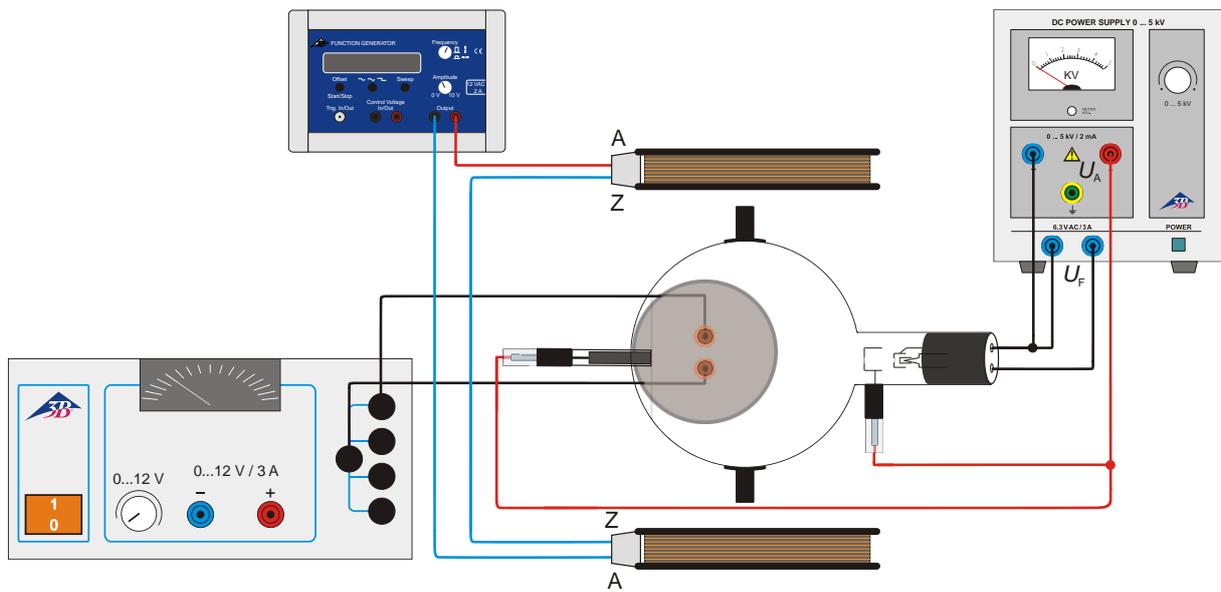


Fig.4 Desvio em campos magnéticos alternados cruzados (figuras de Lissajous)