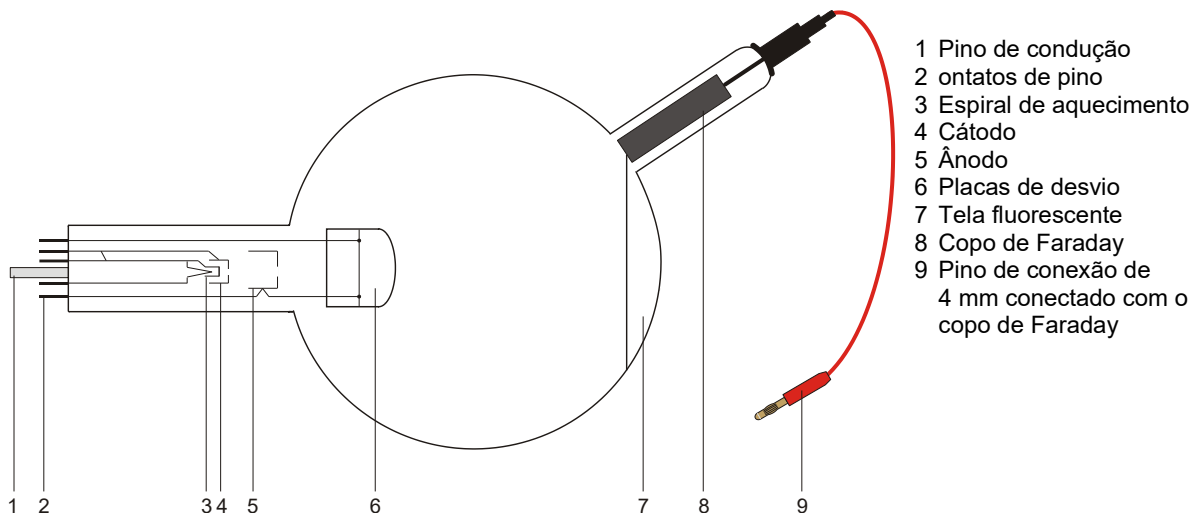


Tubo Perrin S 1000616

Instruções de operação

10/15 ALF



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 os cabos de conexão a esforço puxando-o.
- O tubo só pode ser instalado no suporte para tubo S (1014525).

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

- Respeitar os parâmetros operacionais indicados.
- Só utilizar cabos para ensaios de segurança para as conexões.
- 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 ou em campos elétricos e magnéticos paralelos 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° em relação ao raio de elétrons não desviado.

3. Dados técnicos

Tensão de aquecimento:	$\leq 7,5$ V AC/DC
Tensão anódica:	2000 V - 5000 V
Corrente anódica:	típica 1,8 mA em $U_A = 4000$ V
Corrente do raio:	4 μ A a $U_A = 4000$ V
Tensão de placa:	50 V - 350 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 S	1014525
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

4.1 Instalação do tubo no suporte para tubos

- Montar e desmontar o tubo somente com os aparelhos de alimentação elétrica desligados.
- Inserir o tubo na tomada com leve pressão até que os pinos de contato estejam completamente dentro da tomada, ao fazê-lo, garantir uma posição claramente definida do pino de condução.

4.2 Desmontagem do tubo do suporte para tubos

- Para a retirada do tubo, pressionar com o dedo índice da mão direita por trás sobre o pino de condução até que os pinos de contato se soltem. Logo, retirar 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 2 kV e 5 kV.

Os raios catódicos são visíveis na tela fluorescente como uma mancha redonda.

- Desviar os raios catódicos com a ajuda das bobinas de Helmholtz de forma que eles incidam exatamente encima do copo de Faraday. Caso seja necessário, alterar a direção da corrente de bobina e girar os tubos no suporte para tubos de modo a garantir que o raio incida integralmente no copo de Faraday.

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:

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

com $k = 4,2 \text{ mT/A}$ em boa aproximação, $n = 320$ (espiras) e $R = 68 \text{ mm}$ (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 5.
- Colocar a bobina adicional no suporte para tubos conforme a fig. 4.
- Conectar a bobina suplementar com a fonte de tensão alternada.
- Conectar a bobina de Helmholtz com o gerador de função e selecionar o sinal senoidal.
- Aplicar uma tensão anódica entre 2 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.

5.4 Desvio em campo magnético colinear e em campo elétrico alternado

Os seguintes aparelhos são adicionalmente necessários:

1 Gerador de função FG100 (115 V, 50/60 Hz)
1009956

ou

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

1 Aparelho de alimentação na rede elétrica AC
com tensão de saída de até 250 V AC

Observação:

Na montagem desta experiência é obrigatória no circuito a conexão do ânodo no potencial de massa!

Cuidado! No campo de conexão do suporte para tubos podem existir tensões perigosas ao toque!

- Efetuar a conexão conforme a figura 6.
- Conectar a bobina de Helmholtz com o gerador de função e selecionar o sinal senoidal.
- Aplicar uma tensão anódica entre 2 kV e 5 kV.
- Aplicar uma tensão alternada de aproximadamente 200 V na placa de desvio 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.

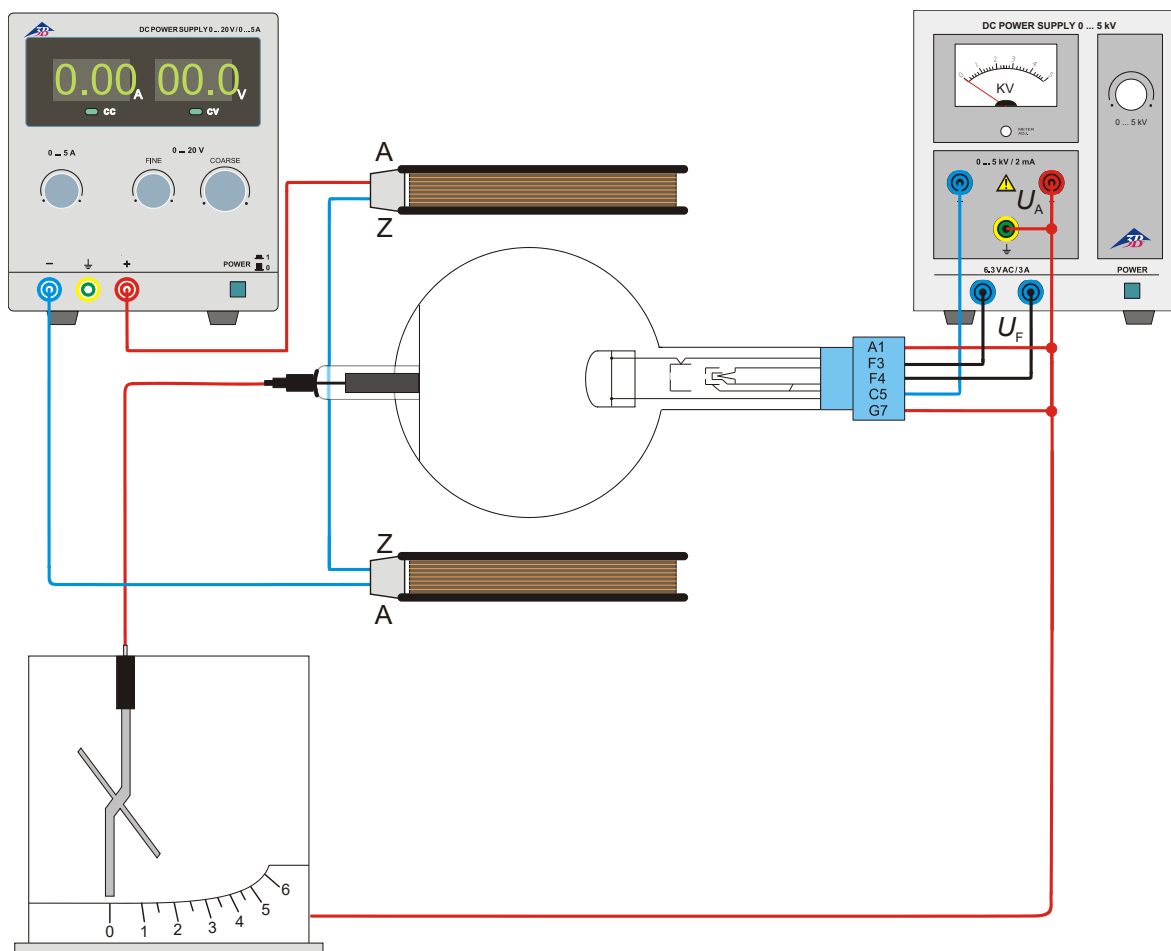


Fig. 1 Comprovação da natureza corpuscular dos raios catódicos e determinação da sua polaridade

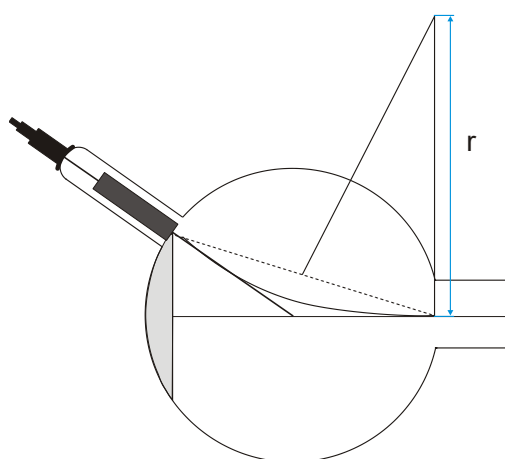


Fig. 2 Determinação de r

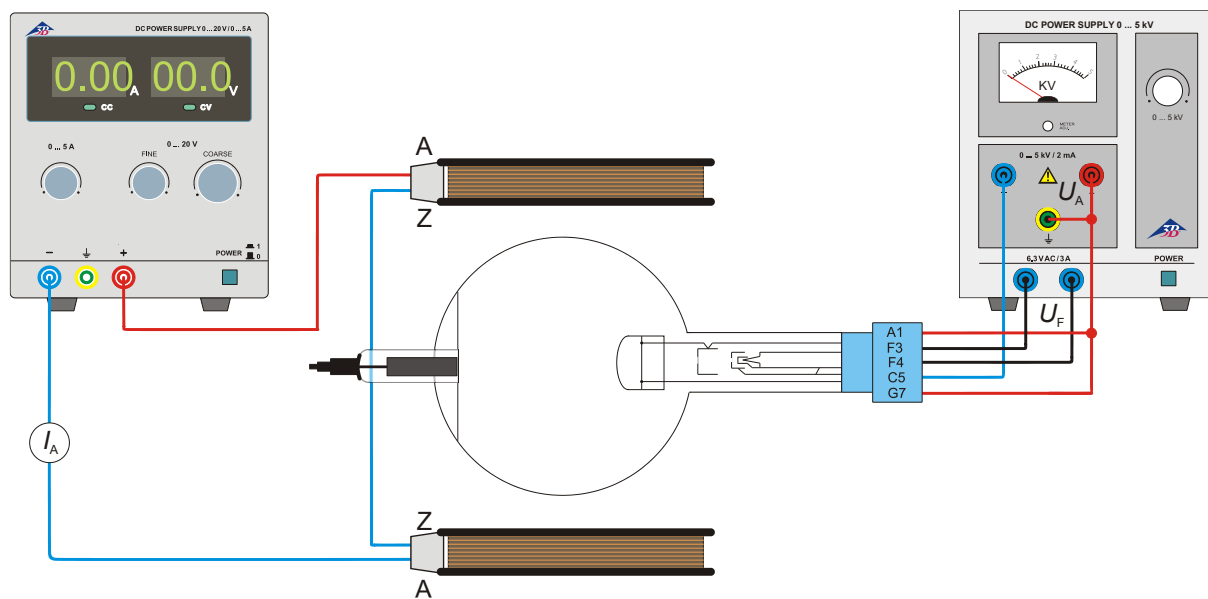


Fig. 3 Estimativa da carga específica do elétron e/m

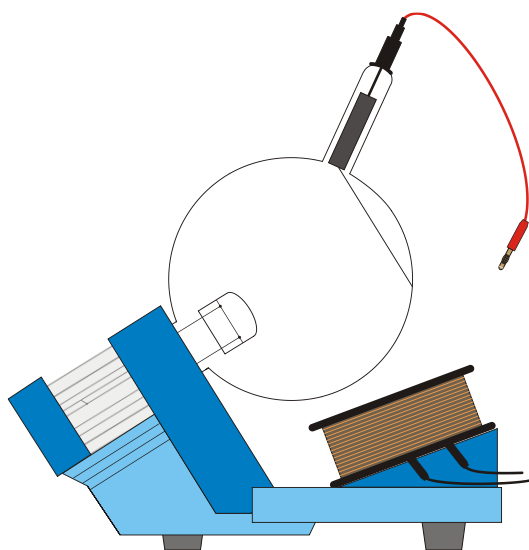


Fig.4 Montagem da bobina adicional

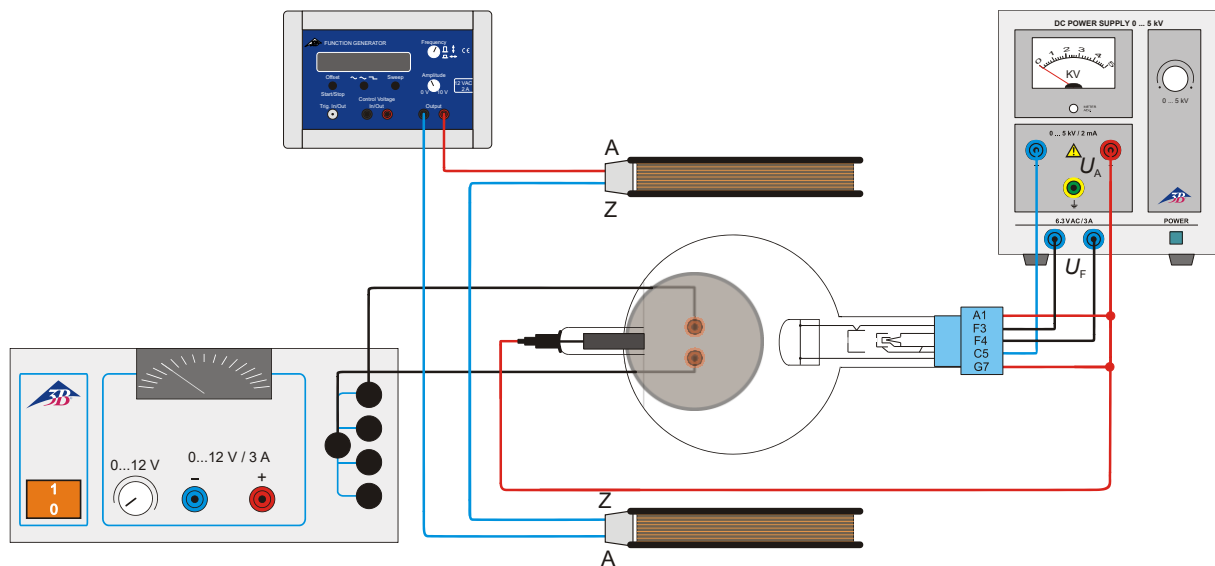


Fig.5 Desvio em campos magnéticos alternados cruzados (figuras de Lissajous)

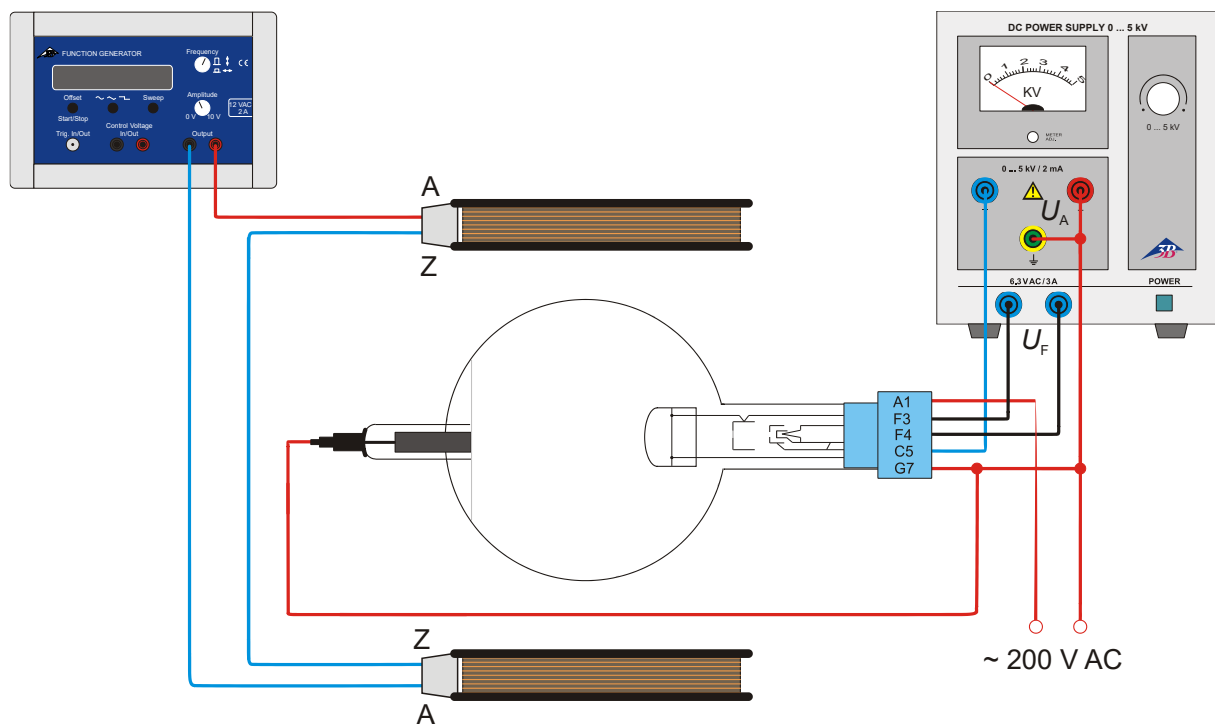


Fig 6 Desvio em campo magnético colinear e em campo elétrico alternado