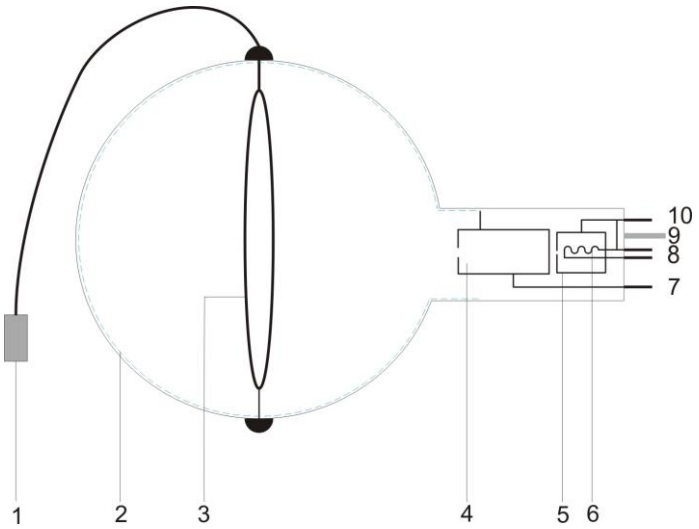
3B SCIENTIFIC® PHYSICS

...going one step further

Tubo de potenciais críticos S preenchimento com He 1000620

Instruções de operação

10/15 ALF



1 Conector BNC
2 Revestimento de vidro sobre potencial de anodo
3 Anel coletor
4 Anodo
5 Canhão de elétrons
6 Espiral de aquecimento
7 Pino de contato anodo
8 Pino de contato aquecimento
9 Pino de condução
10 Pino de contato catodo

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 S (1014525).

Tensões excessivamente altas, correntes ou temperaturas de catodo 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 compatibili- dade eletromagnética só está garantido com a utilização dos aparelhos de alimentação elétrica recomendados.

2. Descrição

O tubo de potenciais críticos S com preenchimento de He se destina ao exame quantitativo do impacto inelástico dos elétrons com átomos de gases nobres, para determinação da energia de ionização, assim como para a resolução dos estados energéticos de diferentes números quânticos principais e de momento angular orbital.

O tubo de potenciais críticos S possui um canhão de elétrons com catodo incandescente de tungstênio aquecido diretamente e anodo cilíndrico em bulbo de vidro evacuado e preenchido com hélio. O lado interno do bulbo de vidro tem revestimento condutor e é ligado ao anodo. O anel coletor está posicionado no interno do bulbo de vidro de forma que o feixe divergente de elétron não possa atingi-lo diretamente.

A unidade de bateria se destina à preparação da tensão do coletor U_R entre o anodo e o anel coletor.

Se a tensão do coletor for positiva, exatamente aqueles elétrons que transferiram quase integ- ralmente sua energia cinética no choque inelástico com um átomo de hélio são desviados para o coletor e coletados. Os máximos da cur-

va resultante do fluxo de elétrons (corrente do coletor vs. tensão do ânodo) correspondem às energias de excitação no átomo de hélio.

Se a tensão do coletor for negativa, íons positivos de hélio são desviados para o coletor e coletados. A partir do percurso da curva de fluxo de íons resultante (corrente do coletor vs. tensão do ânodo), pode ser lida a energia de ionização do átomo de hélio.

3. Fornecimento

1 Tubo de potenciais críticos S preenchimento com hélio

1 Unidade de bateria (bateria não fornecida)

1 Blindagem

1 Instruções de operação

4. Dados técnicos

Abastecimento de gás:	Hélio
Tensão de aquecimento:	$U_F \leq 7$ V DC
Tensão anódica:	$U_A \leq 60$ V
Corrente anódica:	$I_A \leq 10$ mA
Tensão coletora:	$U_R = 1{,}5$ V
Corrente coletora:	$I_R \leq 200$ pA
Ampola de vidro:	aprox. 130 mm Ø
Comprimento total:	aprox. 260 mm

Ponteciais críticos do hélio:

2 ^{3}S:	19,8 eV
2 ^{1}S:	20,6 eV
2 ^{3}P:	21,0 eV
2 ^{1}P:	21,2 eV
3 ^{3}S:	22,7 eV
3 ^{1}S:	22,9 eV
3 ^{3}P:	23,0 eV
3 ^{1}P:	23,1 eV
4 ^{3}S:	23,6 eV
4 ^{1}S:	23,7 eV
Ionização:	24,6 eV

5. Exigência complementar

Para a operação do tubo:

1 Suporte dos tubos S 1014525

1 Unidade de controle p. tubos de potenciais críticos (115 V ou 230 V) 1000633 / 1008506

1 Fonte de alimentação DC, 0–20 V (115 V ou 230 V) 1003311 / 1003312

ou

1 Aparelho para a experiência de Franck-Hertz (115 V ou 230 V) 1012819 / 1012818

Para registro das leituras:

1 Osciloscópio analógico 2x30 MHz 1002727

2 Cabos HF, BNC / conector de 4 mm 1002748

ou

1 3B NET*log*™ (115 V ou 230 V) 1000539 / 1000540

1 3B NET*lab*™ 1000544

1 computador

1 Bateria AA 1,5 V

1 Conjunto de 15 cabos de segurança 1002843

6. Utilização

6.1 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.

6.2 Desmontagem do tubo do suporte para tubos

- Deixar esfriar os tubos antes de desmontá-los.
- Para a retirada do tubo, pressionar por trás sobre o pino de condução até que os pinos de contato se soltem. Logo, retirar o tubo.

7. Exemplos de experiências

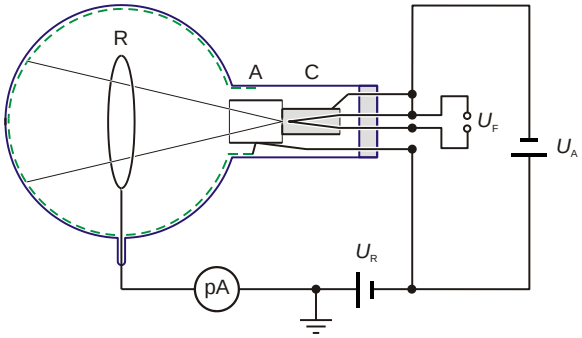
Determinação dos potenciais críticos do atomo de hélio

7.1 Instruções gerais

A montagem do experimento com o tubo de potenciais críticos é muito sensível contra fontes de distúrbios eletromagnéticos (computadores, lâmpadas fluorescentes, etc.).

- Selecione o local do experimento de forma a evitar fontes de distúrbios eletromagnéticos.

Diagrama de circuito



R: anel do corretor
A: ânodo
C: catodo

7.2 Montagem do experimento com a unidade de controle para tubos de potenciais críticos

- Inserir o tubo no suporte de tubos.

Preparação da tensão de aquecimento U_F:

- Ligar as tomadas F3 do suporte de tubo com o polo positivo da saída da fonte de alimentação DC e F4 com o polo negativo. (vide Fig. 1)

Preparação da tensão de aceleração U_A:

- Ligar a tomada C5 do suporte de tubo com o polo negativo da saída da unidade de controle V_A e com o polo negativo da saída da fonte de alimentação DC.
- Ligar a tomada A1 com o polo positivo da saída V_A com a unidade de controle.

Preparação da tensão do coletor U_R:

- Colocar a blindagem sobre o tubo e empurrar com a borda da dobra para dentro do suporte do tubo, de forma que o tubo esteja completamente dentro da blindagem. Então, conectar com uma tomada de massa da unidade de comando.
- Ligar o cabo de conexão do anel coletor à entrada BNC da unidade de controle.
- Encaixar a bateria conforme sua polaridade no suporte.
- Ligar o polo positivo da saída V_A da unidade de controle com o polo negativo da bateria de 1,5 V.
- Ligar o polo positivo da bateria de 1,5 V com uma tomada de massa da unidade de controle.

Orientação:

A tensão do coletor é agora positiva, como necessário para o registro da curva de fluxo de elétrons. Os valores de medição para a corrente são, neste caso, negativos.

Para a redução para a metade da tensão do coletor, o polo positivo da unidade de comando pode ser conectada com o conector B do suporte de bateria.

Para o registro da curva de fluxo e íons, a polaridade da bateria é invertida, para obter uma tensão de coletor negativa. Os valores de medição para a corrente são, neste caso, positivos.

7.2.1 Realização com o 3B NET*log*™

- Posicionar a tensão mínima na saída V_A da unidade de comando em aprox. 10 V e a tensão máxima em aprox. 35 V e em adição com o 3B NET*log*™ medir as tensões menores em volta do fator 1000 entre a tomada 3 e massa, respectivamente, da tomada 3 e massa. Como alternativa, as tensões podem ser ajustadas om auxílio de um multímetro.
- Conectar o 3B NET*log*™ ao computador.
- Conectar a saída Fast 1 da unidade de comando na entrada A e a saída Fast 2 na entrada B do 3B NET*log*™. (vide Fig. 2)
- Ligar o 3B NET*log*™ e iniciar o programa de computador 3B NET*lab*™.
- Selecionar o ‘laboratório de medição' e abrir um novo conjunto de dados.
- Selecionar as entradas análogas A e B e colocar a cada vez para A a área de medição 200 mV e para B a área de medição 2 V, no modo de tensão continua (VDC).
- Registrar a formula I = -667 * “Input_B“ (Unidade pA).
- Escolher o intervalo de medição = 50 µs, tempo de medição = 0,05 s e modo = padrão.
- Ativar o disparador na entrada A com lado crescente (20%).
- Ligar uma tensão térmica de 3,5 V na fonte de alimentação DC.
- Iniciar a anotação dos valores de medição.
- Estabelecer um diagrama, na qual o eixo X esta marcado "rel Zeit in s“ (tempo relativo em seg.) e o eixo Y com a grandeza I.
- Anotar repetidas vezes os valores de medição, aumentando a tensão térmica um pouco e variar a tensão de aceleração U_A mínima e máxima para otimizar a curva de medição.
- Identificar no espectro o pico 2^3S em 19,8 eV e determinar a sua posição t_1 sobre o eixo do tempo.
- Identificar o limite de ionização 24,6 eV e determinar a sua posição t_2 sobre o eixo do tempo.
- Anotar uma nova fórmula com o nome E e da definição $19{,}8 + 4{,}8 * (t - t_1)/(t_2 - t_1)$

(Unidade eV); para isso anotar para t_1 e t_2 os valores numéricos encontrados em s.

- Estabelecer um diagrama, na qual está marcados o eixo X com a grandeza *E* e o eixo Y com a grandeza *I*. (vide Fig. 3).

Para registro da curva de fluxo de íons, trocar a polaridade da tensão do coletor.

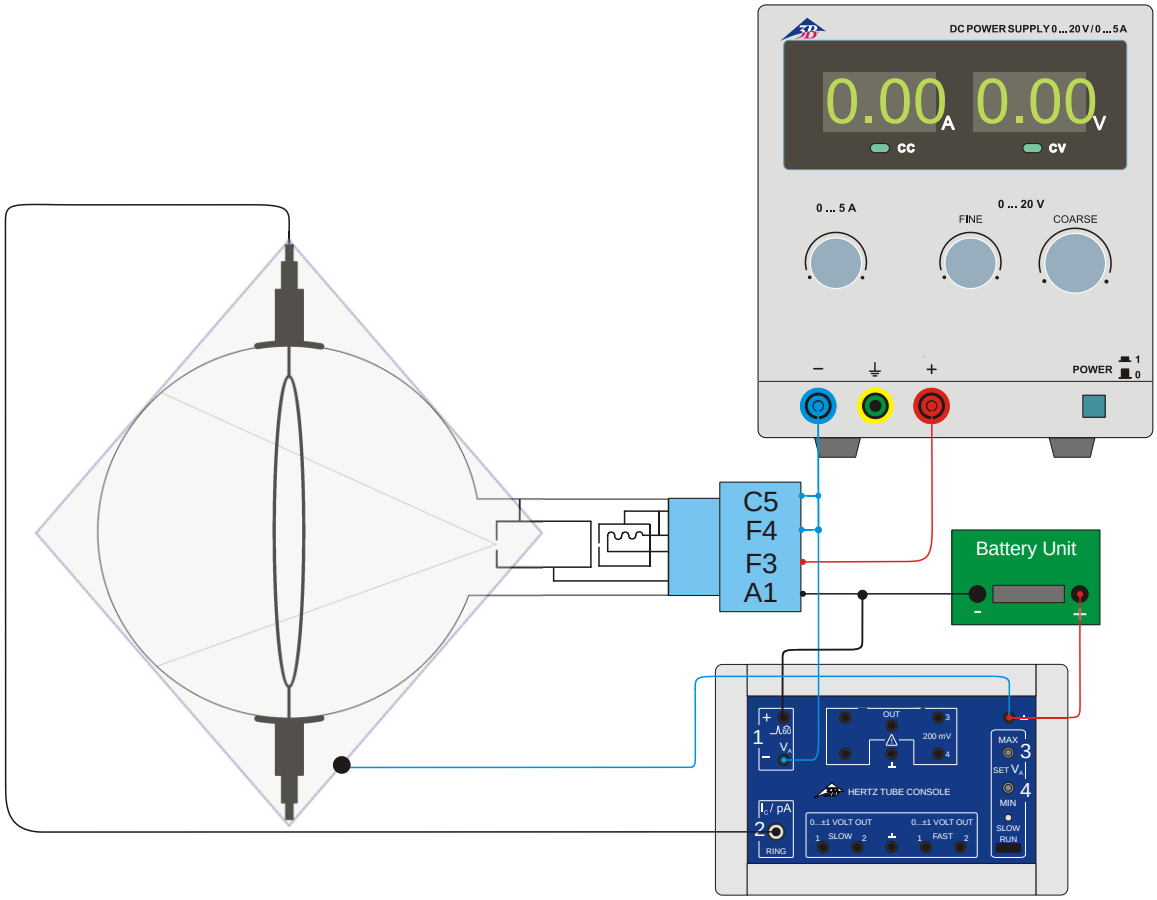


Fig. 1 Montagem do experimento com a unidade e controle para tubos de potenciais críticos

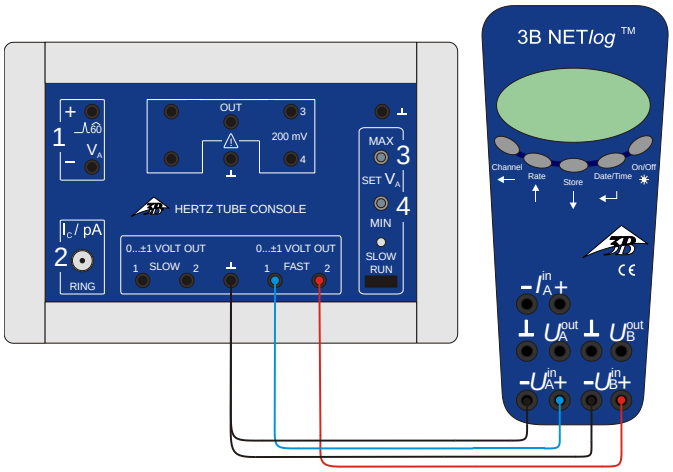


Fig. 2 Ligação do 3B NET*log*™ no aparelho de controle para tubos de potenciais críticos

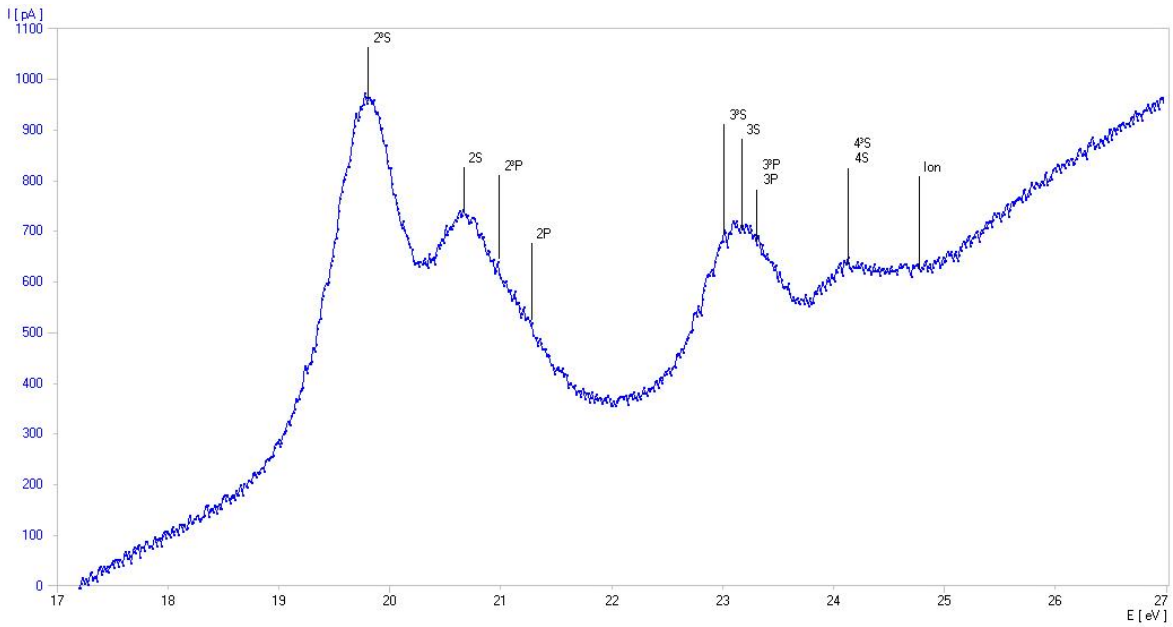


Fig. 3: Determinação dos potenciais críticos do átomo de hélio (curva de medição registrada com o 3B NET*log*™)

7.2.2 Realização com um osciloscópio

- Conectar a saída Fast1 da unidade de controle ao Channel 1 (desvio X) e a saída Fast 2 ao Channel 2 (desvio Y) do osciloscópio. (vide Fig. 4)
- Ajustar a tensão mínima na saída V_A da unidade de controle para aprox. 10 V e a tensão máxima para aprox. 35 V; para isso, medir com um multímetro as tensões reduzidas pelo fator 1000 entre a tomada 3 e a massa e entre a tomada 4 e a massa.
- Ligar uma tensão térmica de 3,5 V na fonte de alimentação DC.

Ajustes do osciloscópio:
Channel 1: 50 mV/Div
Channel 2: 0,2 V/Div
Time-Base: 5 ms
Trigger em Channel 1

- Variar a tensão de aquecimento, o limite inferior e superior da tensão de aceleração, assim como os parâmetros do osciloscópio, até que surja uma curva ideal.
- Para registro da curva de fluxo de íons, trocar a polaridade da tensão do coletor.

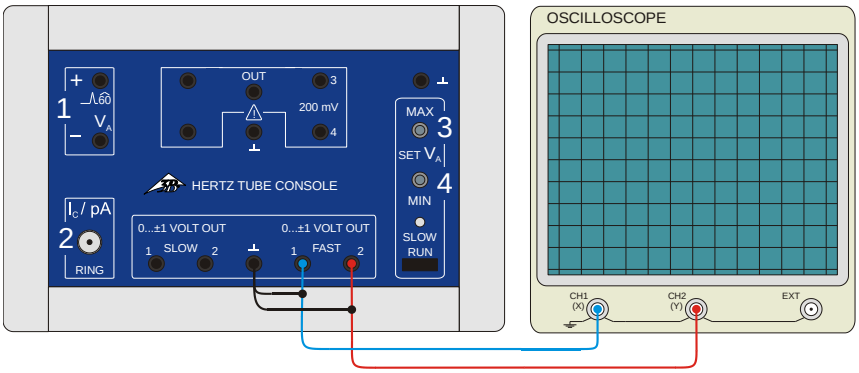


Fig. 4 Conexão de um osciloscópio no aparelho de controle para tubos de potenciais críticos

7.3 Montagem do experimento com o aparelho para o experimento de Franck-Hertz

- Inserir o tubo no suporte de tubos.

Preparação da tensão de aquecimento U_F:

- Conectar a tomada F3 do suporte de tubos à tomada F do aparelho para o experimento

de Franck-Hertz e conectar a tomada F4 com a tomada K. (vide Fig. 5)

Preparação da tensão de aceleração U_A:

- Conectar a tomada C5 do suporte de tubos à tomada K do aparelho e a tomada A1 à tomada A.

Orientação:

O fornecimento da tensão do coletor UR ocorre internamente no aparelho para a experiência de Franck-Hertz. Ela pode ser variada entre 0 V e 12 V e é positiva quando a contravoltagem ajustada for indicada negativa. Os valores assim medidos para o fluxo de elétrons são negativos.

- Colocar a blindagem sobre o tubo e empurrar com a borda da dobra para dentro do suporte do tubo, de forma que o tubo esteja completamente dentro da blindagem. Então, conectar com uma tomada de massa do aparelho para o experimento de Franck-Hertz.
- Conectar o cabo de ligação do anel coletor à entrada BNC do aparelho.

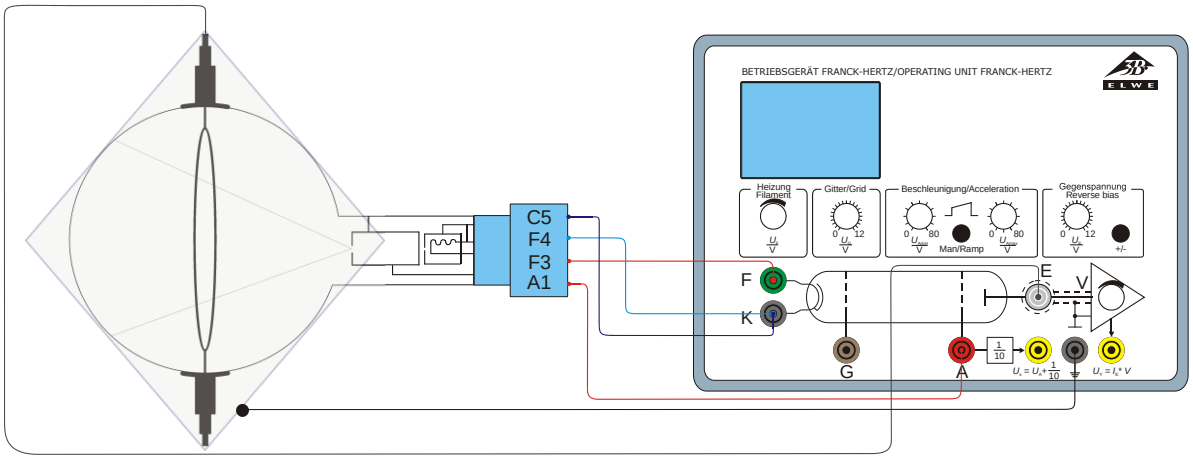


Fig. 5 Montagem do experimento com o aparelho para o experimento de Franck-Hertz

7.3.1 Realização com o 3B NET*log*™

- Conectar o 3B NET*log*™ ao aparelho para o experimento de Franck-Hertz. (vide Fig. 6) Para isto, conectar a saída Ux do aparelho para o experimento de Franck-Hertz à entrada A e a saída Uy à entrada B do 3B NET*log*™.
- Ajustar no aparelho em modo rampa uma tensão mínima de aprox. 10 V e uma tensão máxima de aprox. 35 V.
- Selecionar tensão de aquecimento de aprox. 3,5 V e tensão do coletor de aprox. -1,5V.
- Realizar ajustes na interface 3B NET*log*™ assim como no programa de computador 3B NET*lab*™ e registros de valores de leitura como descrito sob item 7.2.1.
- Variar a tensão de aquecimento, o limite inferior e superior da tensão de aceleração, da tensão do coletor, assim como a amplificação, até que surja uma curva ideal.
- Para registro da curva de fluxo de íons, trocar a polaridade da tensão do coletor.

7.3.2 Realização com um osciloscópio

- Conectar a saída Ux do aparelho para o experimento de Franck-Hertz ao Channel 1 (desvio X) e a saída Uy ao Channel 2 (desvio Y) do osciloscópio. (vide Fig. 7)
- No aparelho em modo rampa, ajustar uma tensão mínima de aprox. 10 V e uma tensão máxima de aprox. 35 V.
- Selecionar tensão de aquecimento de aprox. 3,5 V e tensão do coletor de aprox. -1,5 V.

Ajustes do esciloscópio:
Channel 1: 50 mV/Div
Channel 2: 0,2 V/Div
Time-Base: 5 ms
Trigger em Channel 1

- Variar a tensão de aquecimento, o limite inferior e superior da tensão de aceleração, a tensão do coletor, a amplificação, assim como os parâmetros do osciloscópio, até que surja uma curva ideal.
- Para registro da curva de fluxo de íons, trocar a polaridade da tensão do coletor.

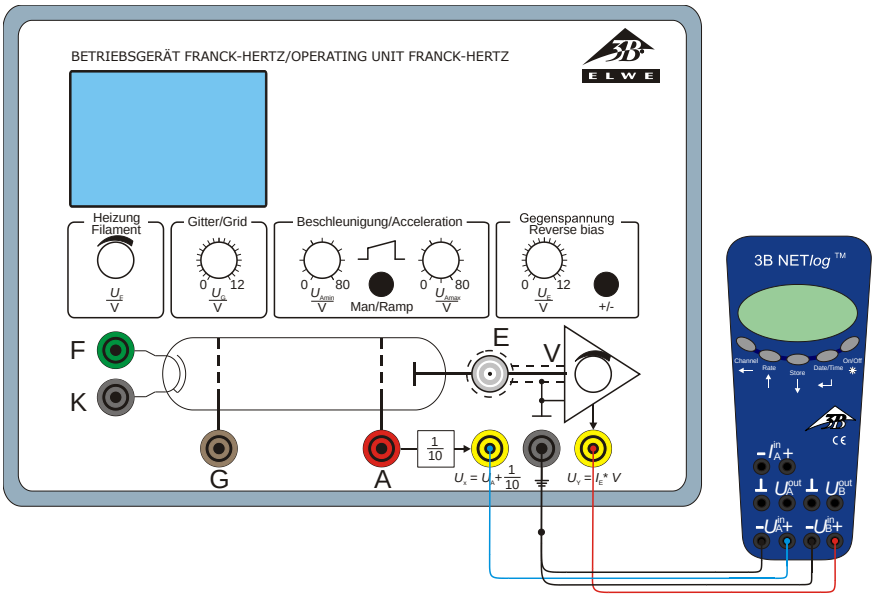


Fig. 6 Conexão do 3B NET*log*™ ao aparelho para o experimento de Franck-Hertz

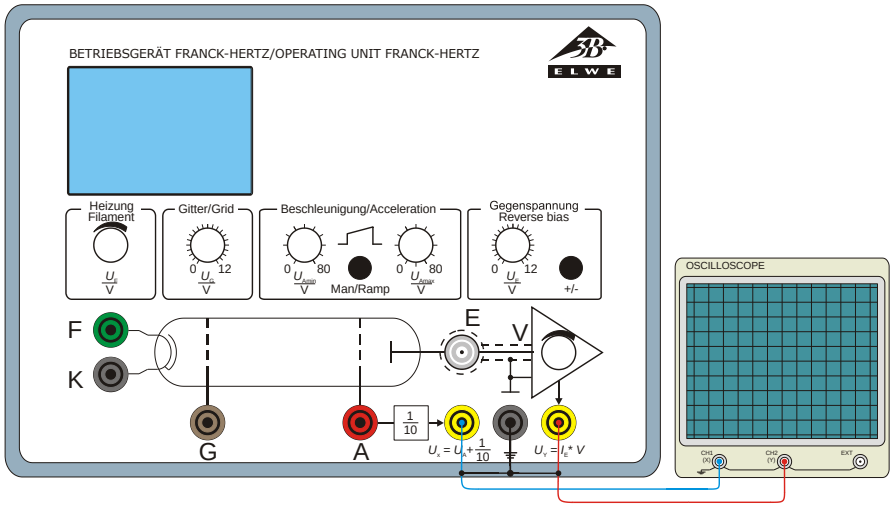


Fig. 7 Conexão de um osciloscópio no aparelho para o experimento de Franck-Hertz

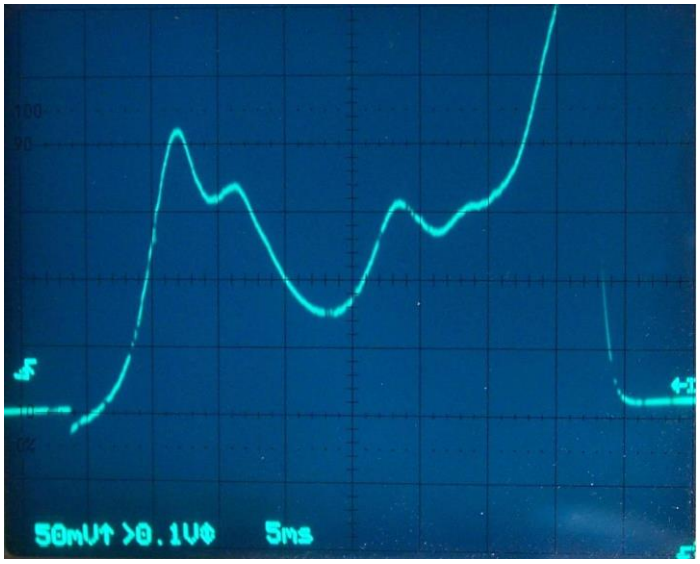


Fig. 8 Exemplo de uma curva de medição registrada com o aparelho para o experimento de Franck-Hertz

7.3.3 Calibragem da curva de medição

- A uma tensão de aquecimento de 3,5 V e uma tensão do coletor de -1,5 V, ajustar o limite inferior da tensão de aceleração para 0 V e o limite superior para 60 V. Abrir amplificação.

Na tela do osciloscópio surge uma curva de medição, na qual podem ser vistas estruturas de formação fraca em três locais. Destas, as primeiras estruturas são de interesse. Para destacar esta faixa, proceder como segue.

- Reduzir o limite superior da tensão de aceleração para aprox. 35 V.

Assim, a curva de medição é ampliada e as estruturas ficam mais evidentes.

- Para representar a curva de medição ainda mais ampliada, aumentar a amplificação ou a tensão de aquecimento. Caso necessário, adequar também os ajustes do osciloscópio.
- Aumentar o limite inferior da tensão de aceleração (até aprox. 15 V), até que a curva de medição comece com o flanco no primeiro pico. Se necessário, aumentar a amplificação, para ilustrar melhor as estruturas.
- Seguir reduzindo o limite superior da tensão de aceleração (até aprox. 20 V), até que a curva de medição termine no local em que se inicia a ionização.

O âmbito da curva de medição em que estão os potenciais críticos está representado na tela do osciloscópio com limites claramente definidos e os potenciais críticos podem ser identificados sem sombra de dúvida.

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH