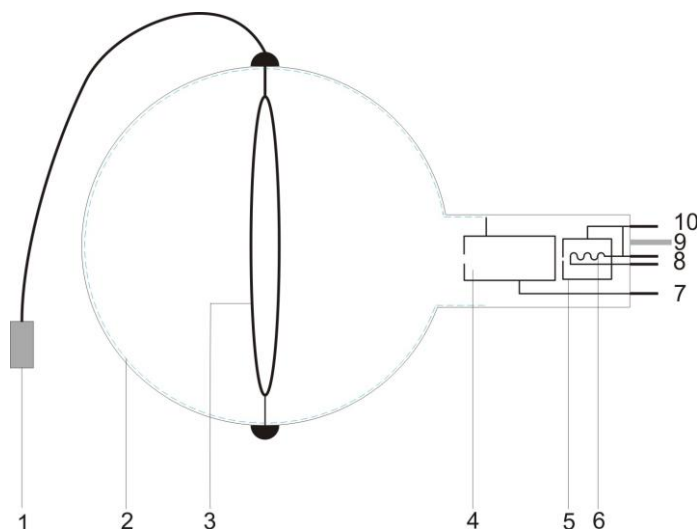


## Tubo per potenziali critici S con pieno di Ne 1000621

### Istruzioni per l'uso

10/15 ALF



- 1 Jack BNC
- 2 Bulbo in vetro su potenziale anodico
- 3 Anello collettore
- 4 Anodo
- 5 Cannone elettronico
- 6 Spirale riscaldante
- 7 Contatto a spinotto anodo
- 8 Contatti a spinotto riscaldamento
- 9 Spinotto di guida
- 10 Contatto a spinotto catodo

### 1. Norme di sicurezza

I tubi catodici incandescenti sono bulbi in vetro a pareti sottili, sotto vuoto. Maneggiare con cura: rischio di implosione!

- Non esporre i tubi a sollecitazioni meccaniche.
- Non esporre i cavi di collegamento a sollecitazioni alla trazione.
- Il tubo può essere utilizzato esclusivamente con il supporto S (1014525).

Tensioni e correnti eccessive e temperature catodiche non idonee possono distruggere i tubi.

- Rispettare i parametri di funzionamento indicati.
- Eseguire i collegamenti soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Se necessario far raffreddare i tubi prima di smontarli.

Il rispetto della Direttiva CE per la compatibilità elettromagnetica è garantito solo con gli alimentatori consigliati.

### 2. Descrizione

Il tubo per potenziale critico S riempito con neon serve per l'analisi quantitativa dell'urto anelastico di elettroni con atomi di gas nobile, per la determinazione dell'energia di ionizzazione e la risoluzione di stati energetici di numeri quantici principali e di momento angolare orbitale diversi.

Il tubo per potenziale critico dispone di un cannone elettronico con catodo incandescente al tungsteno riscaldato direttamente e anodo cilindrico in un'ampolla di vetro sotto vuoto riempita con neon. La parte interna dell'ampolla ha un rivestimento conduttivo ed è collegata all'anodo. L'anello collettore è sistemato all'interno dell'ampolla in maniera tale da non poter essere raggiunto direttamente dal fascio di elettroni divergente.

L'unità a batteria serve per fornire la tensione del collettore  $U_R$  fra anodo e anello collettore.

Se la tensione del collettore è positiva, vengono deviati verso il collettore e raccolti esattamente gli elettroni che, nell'urto anelastico, con un atomo di neon hanno ceduto pressoché completamente la loro energia cinetica. I valori massimi della risultante curva di corrente elettronica (cor-

rente del collettore vs. tensione anodica) coincidono con le energie di eccitazione nell'atomo neon.

Se la tensione del collettore è negativa, gli ioni positivi di neon vengono deviati verso il collettore e raccolti. Dall'andamento della risultante curva della corrente ionica (corrente del collettore vs. tensione anodica) si evince l'energia di ionizzazione per l'atomo di neon.

### 3. Fornitura

1 Tubo per potenziali critici S con pieno di Ne  
 1 Unità a batteria (batteria non fornita)  
 1 Schermo  
 1 Istruzioni per l'uso

### 4. Dati tecnici

Gas:	Neon
Tensione di riscaldamento:	$U_F \leq 7 \text{ V CC}$
Tensione anodica:	$U_A \leq 60 \text{ V}$
Corrente anodica:	$I_A \leq 10 \text{ mA}$
Tensione del collettore:	$U_R = 1,5 \text{ V}$
Corrente del collettore:	$I_R \leq 200 \text{ pA}$
Ampolla:	ca. 130 mm $\varnothing$
Lunghezza totale:	ca. 260 mm

Potenziali critici del neon:

$2p^53s^1$ :	16,6 eV
$2p^53p^1$ :	18,4 eV
$2p^54s^1$ :	19,7 eV
$2p^54p^1$ :	20,3 eV
$2p^54d^1$ :	20,6 eV
Ionizzazione:	21,6 eV

### 5. Dotazione supplementare necessaria

#### Per il funzionamento del tubo:

1 Portatubo S	1014525
1 Unità di comando per tubi per potenziali critici (115 V oppure 230 V)	1000633 / 1008506
1 Alimentatore CC, 0–20 V (115 V oppure 230 V)	1003311 / 1003312

oppure

1 Apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz (115 V oppure 230 V)	1012819 / 1012818
--	-------------------

#### Per il rilevamento dei valori misurati:

1 Oscilloscopio analogico 2x30 MHz	1002727
2 Cavi ad alta frequenza, connettore 4 mm/BNC	1002748

oppure

1 3B NET/log™ (115 V oppure 230 V)	1000539 / 1000540
1 3B NET/lab™	1000544
1 Computer	

1 Batteria AA 1,5 V

1 Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti  
1002843

### 6. Utilizzo

#### 6.1 Inserimento del tubo nel portatubi

- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Spingere il tubo nel supporto con una leggera pressione finché i contatti dello spinotto non si trovano interamente nel supporto; rispettare una posizione univoca dello spinotto di guida.

#### 6.2 Rimozione del tubo dal portatubi

- Far raffreddare il tubo prima di smontarli.
- Per estrarre il tubo, premere dal di dietro sullo spinotto di guida, fino ad allentare gli spinotti di contatto. Quindi estrarre il tubo.

### 7. Esperimento di esempio

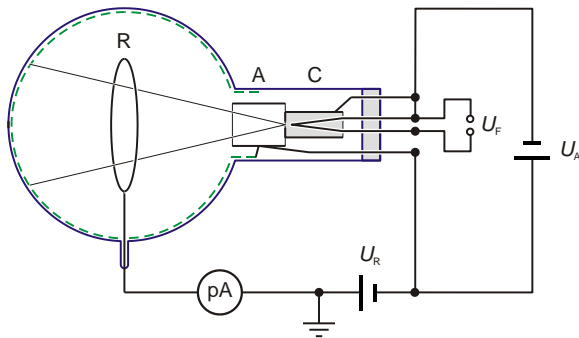
#### Determinazione dei potenziali critici dell'atomo di neon

##### 7.1 Indicazioni generali

La struttura sperimentale con il tubo per potenziale critico è molto sensibile alle fonti di disturbo elettromagnetiche (computer, tubi fluorescenti, ecc.).

- Scegliere una postazione per esperimenti evitando fonti di disturbo elettromagnetiche.

### Schema dei collegamenti



R: anello collettore  
A: anodo  
C: catodo

### 7.2 Struttura sperimentale con unità di comando per tubi per potenziale critico

- Inserire il tubo nel portatubi.
- Predisposizione della tensione di riscaldamento  $U_F$ :
  - Collegare la presa F3 del portatubi al polo positivo dell'uscita dell'alimentatore CC e F4 al polo negativo. (Vedere Fig. 1)
- Predisposizione della tensione di accelerazione  $U_A$ :
  - Collegare la presa C5 del portatubi al polo negativo dell'uscita  $V_A$  dell'unità di comando e il polo negativo dell'alimentatore CC.
  - Collegare la presa A1 con polo positivo dell'uscita  $V_A$  dell'unità di comando.
- Predisposizione della tensione del collettore  $U_R$ :
  - Collocare la schermatura sul tubo e spingerla con il bordo scanalato nell'alloggiamento del portatubo in modo che il tubo si venga a trovare completamente all'interno della schermatura stessa. Collegare quindi a una presa di terra dell'unità di comando.
  - Collegare il cavo di collegamento dell'anello collettore all'ingresso BNC dell'unità di comando.
  - Inserire la batteria nell'apposito supporto rispettando la polarità.
  - Collegare il polo positivo dell'uscita  $V_A$  dell'unità di comando con il polo negativo della batteria da 1,5 V.
  - Collegare il polo positivo della batteria da 1,5 V a una presa di terra dell'unità di comando.

#### Nota:

La tensione del collettore è ora positiva come richiesto per la registrazione della curva della corrente elettronica. I valori misurati per la corrente sono in questo caso negativi.

Per dimezzare la tensione del collettore è possibile collegare il polo positivo dell'unità di comando con il jack B del portabatteria.

Per registrare la curva della corrente ionica si scambiano i poli della batteria per ottenere una tensione del collettore negativa. I valori misurati per la corrente sono quindi positivi.

### 7.2.1 Esecuzione con 3B NETlog™

- Impostare la tensione minima all'uscita  $V_A$  dell'unità di comando a circa 10 V e la tensione massima a circa 35 V; a questo scopo, misurare con 3B NETlog™ le tensioni ridotte del fattore 1000 tra il jack 3 e la terra o tra il jack 4 e la terra. In alternativa, è possibile impostare le tensioni con l'ausilio di un multimetro.
- Collegare 3B NETlog™ al computer.
- Collegare l'uscita Fast1 dell'unità di comando all'ingresso A e l'uscita Fast2 all'ingresso B di 3B NETlog™. (Vedere Fig. 2)
- Accendere 3B NETlog™ e avviare il programma 3B NETlab™.
- Selezionare "Laboratorio di misurazione" e creare un nuovo record.
- Selezionare gli ingressi analogici A e B e impostare ogni volta nella modalità tensione continua (VDC) per A il range di misura 200 mV e per B il range di misura 2 V.
- Inserire la formula  $I = -667 * \text{"Input\_B"}$  (unità pA)
- Selezionare intervallo di misurazione = 50  $\mu$ s, tempo di misura = 0,05 s e modalità = standard.
- Attivare il trigger sull'ingresso A con fronte di salite (20%)
- Impostare sull'alimentatore CC una tensione di riscaldamento di 3,5 V.
- Avviare la registrazione dei valori di misura.
- Creare un diagramma, in cui l'asse X rappresenti il "tempo rel in s" e l'asse Y la grandezza  $I$ .
- Ripetere le misure con tensioni di riscaldamento leggermente superiori e variare le tensioni di accelerazione  $U_A$  minime e massime per trovare il grafico ottimale.
- Individuare il picco  $2p^53S^1$  a 16,6 eV nello spettro e determinare la sua posizione  $t_1$  sull'asse del tempo
- Identificare il limite di ionizzazione a 21,6 eV e determinare la sua posizione  $t_2$  sull'asse del tempo
- Inserire la nuova formula con il nome E e la definizione  $16,6 + 5 * (t - t_1) / (t_2 - t_1)$  (unità

- eV); in questo caso per  $t_1$  e  $t_2$  inserire i valori numerici riscontrati in s.
- Creare un diagramma, in cui l'asse X rappresenti la grandezza  $E$  e l'asse Y la grandezza  $I$ . (Vedere Fig. 3).
- Per la registrazione della curva della corrente ionica, invertire la polarità della tensione del collettore.

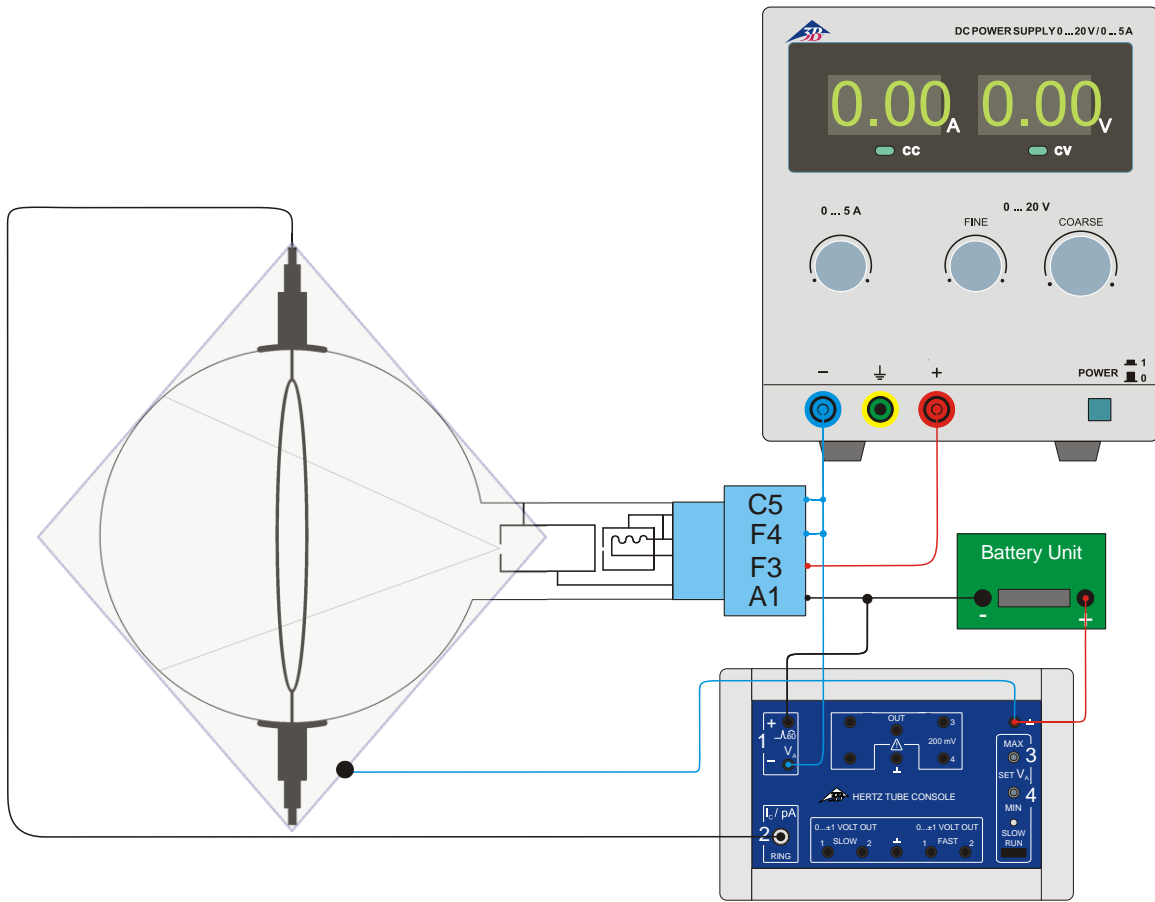


Fig. 1 Struttura sperimentale con unità di comando per tubi per potenziale critico

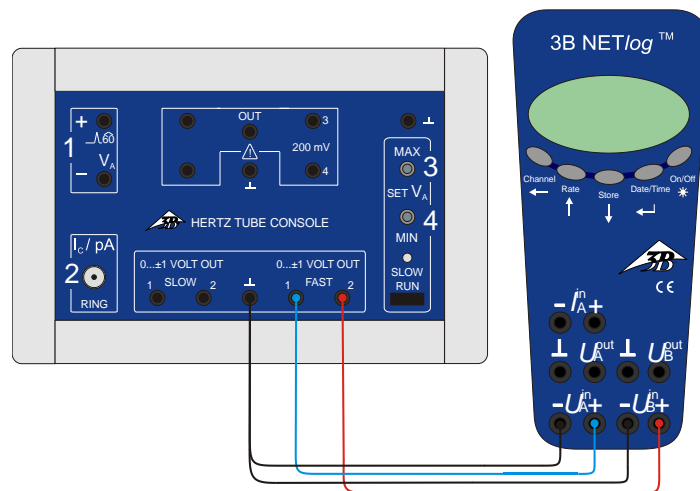


Fig. 2 Collegamento del 3B NET/log™ al dispositivo di comando per tubi per potenziale critico

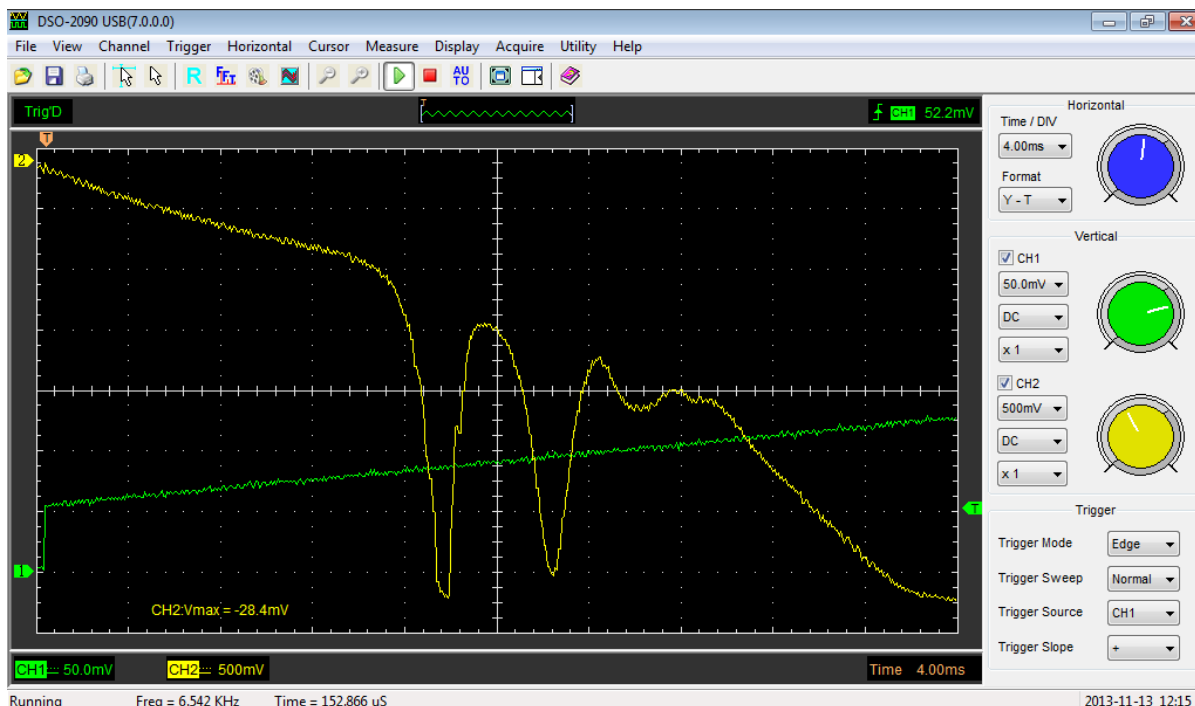


Fig. 3: Determinazione dei potenziali critici dell'atomo di neon (curva di misurazione registrata con 3B NETlog™). Energie di eccitazione a 16,6 eV ( $2p^53s^1$  livello), 18,4 eV ( $2p^53p^1$  livello), 19,7 eV ( $2p^54s^1$  livello), 20,3 eV ( $2p^54p^1$  livello) e 20,6 eV ( $2p^54d^1$  livello) e energia di ionizzazione a 21,6 eV

### 7.2.2 Esecuzione con un oscilloscopio

- Collegare l'uscita Fast1 dell'unità di comando al Canale 1 (deviazione X) e l'uscita Fast 2 al Canale 2 (deviazione Y) dell'oscilloscopio. (Vedere Fig. 4)
- Impostare la tensione minima all'uscita  $V_A$  dell'unità di comando a circa 10 V e la tensione massima a circa 35 V; a questo scopo, misurare con un multimetro le tensioni ridotte del fattore 1000 tra la presa 3 e la terra o tra la presa 4 e la terra.
- Impostare sull'alimentatore CC una tensione di riscaldamento di 3,5 V.

Impostazioni oscilloscopio:

Canale 1: 50 mV/Div

Canale 2: 0,2 V/Div

Time base: 5 ms

Attivazione su Canale 1

- Variare la tensione di riscaldamento, il limite inferiore e superiore della tensione di accelerazione e la tensione di ionizzazione nonché i parametri dell'oscilloscopio fino a ottenere una curva ottimale.
- Per la registrazione della curva della corrente ionica, invertire la polarità della tensione del collettore.

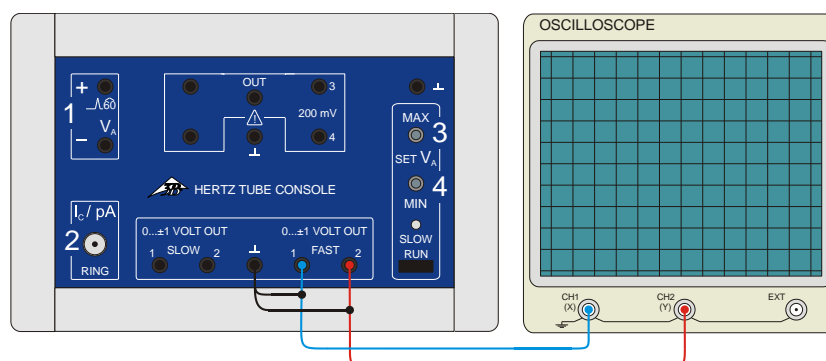


Fig. 4 Collegamento di un oscilloscopio al dispositivo di comando per tubi per potenziale critico

### 7.3 Struttura sperimentale con apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz

- Inserire il tubo nel portatubi.  
Predisposizione della tensione di riscaldamento  $U_f$ :

- Collegare la presa F3 del portatubi con la presa F dell'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz e poi la presa F4 con la presa K. (Vedere Fig. 5)

Predisposizione della tensione di accelerazione  $U_A$ :

- Collegare la presa C5 del portatubi con la presa K dell'apparecchio e la presa A1 con la presa A.

**Nota:**

La predisposizione della tensione del collettore  $U_R$  avviene internamente all'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz. Può essere variata tra 0 V e 12 V ed è positiva se la forza con-

trolettromotrice impostata è visualizzata negativa. I valori così misurati per la corrente elettronica sono negativi.

- Collocare la schermatura sul tubo e spingerla con il bordo scanalato nell'alloggiamento del portatubo in modo che il tubo si venga a trovare completamente all'interno della schermatura stessa. Collegare quindi a una presa di terra dell'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz.
- Collegare il cavo di collegamento dell'anello collettore all'ingresso BNC dell'apparecchio.

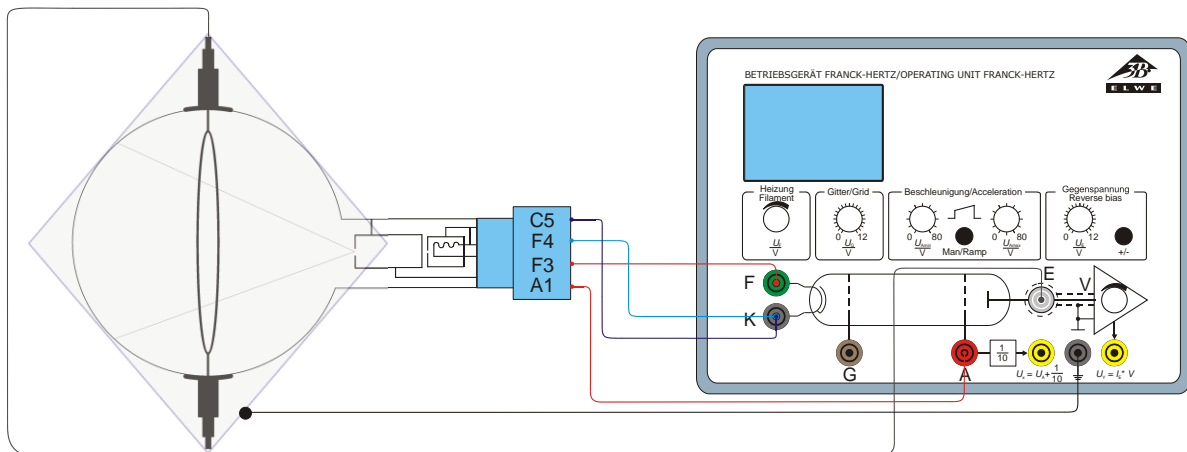


Fig. 5 Struttura sperimentale con apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz

**7.3.1 Esecuzione con 3B NET/og™**

- Collegare il 3B NET/og™ all'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz. (Vedere Fig. 6). A tale scopo, collegare l'uscita  $U_x$  dell'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz all'ingresso A e l'uscita  $U_y$  all'ingresso B del 3B NET/og™.
- Impostare sull'apparecchio in modalità Rampa una tensione minima pari a circa 10 V e una tensione massima di 35 V.
- Selezionare una tensione di riscaldamento pari a circa 3,5 V e una tensione del collettore pari a circa 1,5 V.
- Eseguire le impostazioni sull'interfaccia del 3B NET/og™, il software 3B NET/lab™ e la registrazione dei valori misurati come descritto al Punto 7.2.1.
- Variare la tensione di riscaldamento, il limite inferiore e superiore della tensione di accelerazione, la tensione del collettore nonché l'amplificazione fino a ottenere una curva ottimale.
- Per la registrazione della Ionenstromkurve, invertire la polarità della tensione del collettore.

**7.3.2 Esecuzione con un oscilloscopio**

- Collegare l'uscita  $U_x$  dell'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz al Canale 1 (deviazione X) e l'uscita  $U_y$  al Canale 2 (deviazione Y) dell'oscilloscopio. (vedere Fig. 7)
- Impostare sull'apparecchio in modalità Rampa una tensione minima pari a circa 10 V e una tensione massima di 35 V.
- Selezionare una tensione di riscaldamento pari a circa 3,5 V e una tensione del collettore pari a circa 1,5 V.

Impostazioni oscilloscopio:

Canale 1: 50 mV/Div

Canale 2: 0,2 V/Div

Time base: 5 ms

Attivazione su Canale 1

- Variare la tensione di riscaldamento, il limite inferiore e superiore della tensione di accelerazione, la tensione del collettore, l'amplificazione nonché i parametri dell'oscilloscopio fino a ottenere una curva ottimale.
- Per la registrazione della curva della corrente ionica, invertire la polarità della tensione del collettore.

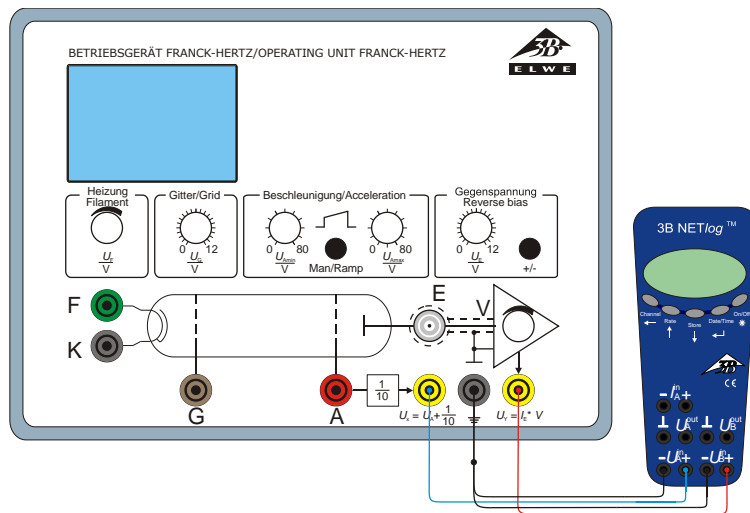


Fig. 6 Collegamento del 3B NETlog™ all'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz

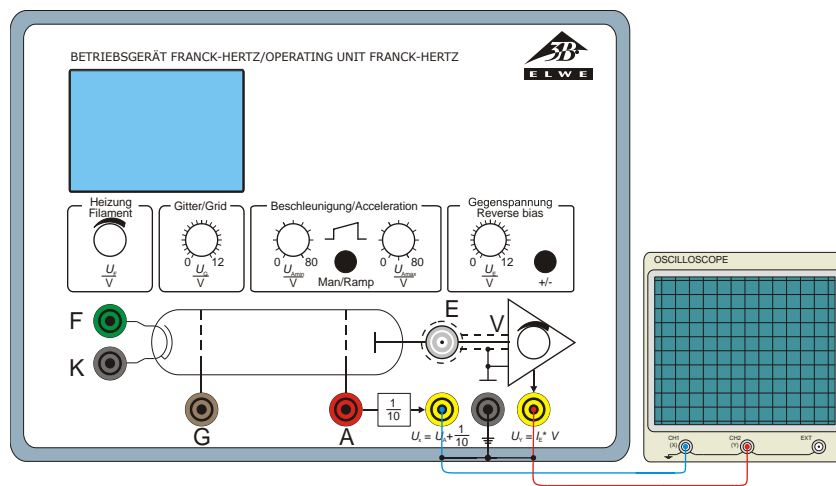


Fig. 7 Collegamento di un oscilloscopio all'apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz

### 7.3.3 Calibrazione della curva di misurazione

- Con una tensione di riscaldamento di 3,5 V e una tensione del collettore pari a -1,5 V, impostare il limite inferiore della tensione di accelerazione a 0 V e quello superiore a 60 V. Alzare l'amplificazione.

Sullo schermo dell'oscilloscopio compare una curva di misurazione su cui è possibile individuare in tre posizioni strutture appena accennate. Ciò che interessa sono le prime strutture. Per evidenziare quest'area procedere come segue.

- Ridurre il limite superiore della tensione di accelerazione a circa 35 V.

In questo modo si ottiene una sorta di zoom sulla curva di misurazione e le strutture divengono più nette.

- Per aumentare ulteriormente le dimensioni della curva di misurazione, alzare l'amplifi-

cazione o la tensione di riscaldamento. All'occorrenza, adattare anche le impostazioni dell'oscilloscopio.

- Aumentare il limite inferiore della tensione di accelerazione (a circa 10 V) fino a quando la curva di misurazione inizia il fronte verso il primo picco. All'occorrenza, alzare l'amplificazione per rappresentare meglio le strutture.
- Ridurre ulteriormente il limite superiore della tensione di accelerazione (a circa 25 V) fino a quando la curva di misurazione finisce nel punto in cui inizia la ionizzazione.

L'area della curva di misurazione in cui si trovano i potenziali critici è ora rappresentata con limiti chiaramente definiti sullo schermo dell'oscilloscopio ed è così possibile identificare i potenziali critici in maniera univoca.

