

Tubo di Franck-Hertz riempito con Hg e dotato di forno

1006795 (230 V, 50/60 Hz)

1006794 (115 V, 50/60 Hz)

Istruzioni per l'uso

10/15 ALF



1. Norme di sicurezza

L'apparecchio risponde alle disposizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, di comando, di regolazione e da laboratorio della norma DIN EN 61010 parte 1 ed è realizzato in base alla classe di protezione I. L'apparecchio è pensato per l'utilizzo in ambienti asciutti, adatti per strumenti o dispositivi elettrici.

Un utilizzo conforme garantisce il funzionamento sicuro dell'apparecchio. La sicurezza non è tuttavia garantita se l'apparecchio non viene utilizzato in modo appropriato o non viene trattato con cura. Se si ritiene che non sia più possibile un

funzionamento privo di pericoli, l'apparecchio deve essere messo immediatamente fuori servizio (p. es. in caso di danni visibili) e al sicuro da ogni funzionamento involontario.

Nelle scuole e negli istituti di formazione l'utilizzo dell'apparecchio deve essere controllato responsabilmente da personale addestrato.

- Prima della prima messa in funzione controllare se l'apparecchio è predisposto per la tensione di rete locale.
- Prima di iniziare l'esperimento controllare l'apparecchio per verificare l'eventuale presenza di danni.
- In caso di danni visibili o di disturbi nel funzionamento mettere l'apparecchio fuori servizio.
- Collegare l'apparecchio solo a prese con conduttore di protezione collegato a terra.
- Fare aprire l'apparecchio solo da un elettricista specializzato.

Attenzione Pericolo di ustioni! Durante il funzionamento, le pareti del forno e le finestre trasparenti possono raggiungere temperature fino a 300°C.

- Posizionare il forno su una base resistente alle alte temperature.
- Durante il funzionamento trasportare il forno afferrandolo esclusivamente con l'apposita maniglia isolata.
- Prima dello smontaggio dell'esperimento, lasciare raffreddare l'apparecchio.

Attenzione: Pericolo di rottura del vetro e conseguente pericolo di lesioni!

- Fissare la piastra anteriore al forno utilizzando tutte e sei le viti a testa zigrinata.
- Non esporre il tubo a sollecitazioni meccaniche. Non piegare i fili di collegamento.

Il tubo di Franck-Hertz contiene mercurio.

- In caso di rottura del vetro e di fuoriuscita del mercurio, attenersi alle disposizioni di sicurezza relative alla manipolazione del mercurio.

2. Descrizione

Il tubo di Franck-Hertz ha la funzione di dimostrare l'emissione di energia quantizzata degli elettroni liberi durante la collisione con atomi di mercurio nonché di determinare l'energia di eccitazione della linea di risonanza del mercurio ($6^1S_0 - 6^3P_1$) con 4,9 eV.

Tubi di Franck-Hertz sulla piastra anteriore

Il tubo di Franck-Hertz è un tubo elettronico ad alto vuoto riempito con mercurio e dotato di sistema di elettrodi pianparallelo, composto da catodo di ossido riscaldato indirettamente con diaframma di apertura, anodo a forma di rete e un elettrodo del raccogliitore. Per ottenere un'elevata probabilità di collisione, la distanza tra catodo e anodo deve essere ampia (8 mm) rispetto alla lunghezza media libera nell'atmosfera con mercurio (a circa 180° C). La distanza tra anodo ed elettrodo collettore deve invece restare ridotta. All'altezza dell'anodo di rete è presente una fascetta di messa a terra che evita eventuali interferenze. Il tubo è montato sulla piastra anteriore del forno per permetterne la sostituzione. Sulla piastra anteriore sono presenti i jack di raccordo isolati in ceramica e il simbolo del tubo. Il tubo di Franck-Hertz è montato in modo che l'intero tubo, compresi i fili di collegamento, giungano ad una temperatura costante. Questo è necessario poiché la densità di vapore del mercurio si forma sempre nel punto più freddo del tubo. Un anello di protezione in corindone sinterizzato impedisce le correnti di perdita attraverso la parete di vetro calda e conduttrice di ioni. Tra il jack di raccordo per la tensione di accelerazione e l'anodo del tubo è installata saldamente una resistenza di limitazione (10 kOhm). La resistenza protegge il tubo qualora si verifici un passaggio di corrente imprevisto in caso di tensione troppo alta. Durante la misurazione, la caduta di tensione in questa resistenza è trascurabile.

Forno

Il forno viene utilizzato per impostare la tensione del vapore nel tubo di Franck-Hertz riempito con mercurio e per eseguire l'esperimento con il tubo per fluorescenza del sodio (1000913).

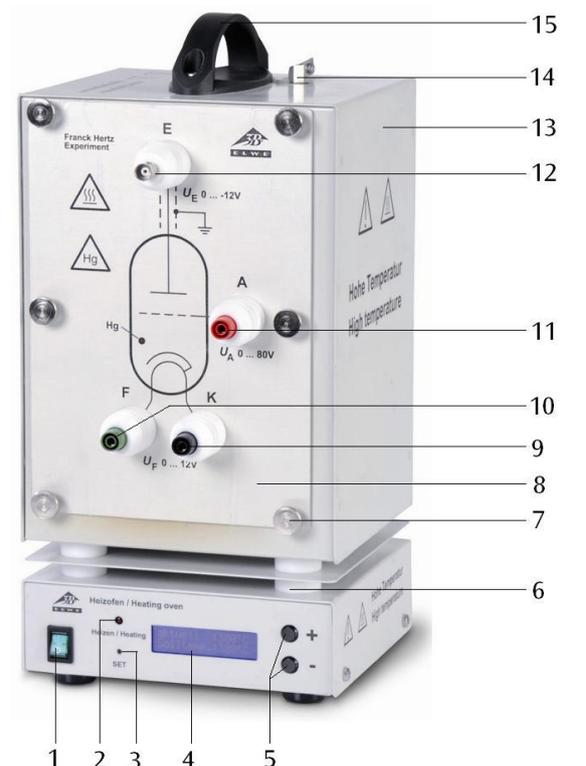
È costituito da un alloggiamento in lamiera di acciaio verniciata a polvere con due finestre di ispezione. La piastra anteriore viene fissata all'alloggiamento mediante sei viti a testa zigrinata. Il riscaldamento del forno avviene attraverso un radiatore a tubi presente sul fondo del forno. Regolazione e misurazione della temperatura avvengono tramite microcontrollore integrato e sensore di misurazione PT100. La visualizzazione digitale della temperatura consente di leggere la temperatura nominale e reale. Tramite il tasto "SET" è possibile scegliere se visualizzare la temperatura in °Celsius oppure °Fahrenheit. I tasti "+/-" servono per impostare la temperatura nominale in passi da 1 K.

Sulla parte superiore si trovano un'apertura con supporto con molla di serraggio per un termometro e una maniglia di trasporto isolata.

L'apparecchio 1006794 è progettato per una tensione di rete di 115 V ($\pm 10\%$), 1006795 per 230 V ($\pm 10\%$).

2.1 Dotazione

- 1 Tubo di Franck-Hertz riempito con mercurio su piastra anteriore
- 1 Forno senza piastra anteriore
- 1 Istruzioni per l'uso



- 1 Interruttore di rete
- 2 Indicatore di funzionamento
- 3 Tasto "SET"
- 4 Display
- 5 Tasti "+/-"
- 6 Isolamento termico
- 7 Vite a testa zigrinata
- 8 Piastra anteriore con tubo di Franck-Hertz (non visibile)
- 9 Jack di raccordo catodo
- 10 Jack di raccordo riscaldamento tubo
- 11 Jack di raccordo anodo segnale
- 12 Jack BNC uscita
- 13 Forno
- 14 Supporto molla di serraggio per termometro
- 15 Maniglia di trasporto

3. Dati tecnici

Tubo di Franck-Hertz

- Riscaldamento: da 4 a 12 V CA/CC
- Tensione reticolo: da 0 a 70 V
- Forza controelettromotrice: ca. 1,5 V
- Temperatura d'esercizio: ca. 200° C
- Dimensioni del tubo: ca. 130 mm x 26 mm \varnothing
- Peso: ca. 380 g

Forno

Tensione di alimentazione:	ved. retro dell'alloggiamento
Apertura sul lato anteriore:	ca. 230 x 160 mm ²
Potenza calorifica:	800 W @230 V 400 W @115 V
Temperatura massima:	300°C @230 V 250°C @115 V
Costanza della temperatura:	ca. ±1 °C
Dimensioni:	ca. 335x180x165 mm ³
Peso:	ca. 5,6 kg

4. Utilizzo

Per l'esperimento sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 Apparecchio per l'esperimento di F/H @230 V	1012819
o	
1 Apparecchio per l'esperimento di F/H @115 V	1012818
1 Oscilloscopio analogico, 2x 30 MHz	1002727
1 Cavo ad alta frequenza, 1 m	1002746
2 Cavi ad alta frequenza, connettore 4 mm / BNC	1002748
Cavi di sicurezza per esperimenti	1002843

- Sistemare la piastra anteriore presso il lato aperto del forno e fissare con 6 viti a testa zigrinata.
- Lasciare inizialmente il forno e l'apparecchio disinseriti e ruotare tutte le manopole di regolazione verso sinistra fino alla battuta.
- Non applicare tensione al tubo freddo (pericolo di cortocircuito a causa del mercurio presente al loro interno).
- Collegare tra loro gli ingressi e/o le uscite "A", "E" e "K" (vedere fig. 2).
- Collegare l'uscita "E" del tubo Franck-Hertz con l'ingresso corrispondente dell'apparecchio mediante il cavo BNC.
- Collegare l'uscita " U_Y " dell'apparecchio all'ingresso Y e l'uscita " U_X " all'ingresso X dell'oscilloscopio.
- Attivare il forno, impostare una temperatura di circa 210 °C e attendere fino a quando il tubo non si sarà riscaldato (circa 5 - 10 minuti).
- Accendere l'apparecchio, l'apparecchio si trova in modalità rampa.
- Impostare una tensione di accensione di 6 V - 7 V. Dopo l'applicazione della tensione di accensione, il catodo indirettamente

riscaldato richiederà un periodo di riscaldamento di circa 1:30 min.

- Azzerare la tensione di accelerazione minima e aumentare lentamente quella massima fino a 80 V.
- La tensione di accelerazione deve però essere aumentata solo fino ad un livello che permetta di evitare il verificarsi di scariche indipendenti nel tubo, poiché la ionizzazione d'urto disturberebbe la curva.
- Azionare l'oscilloscopio innanzitutto con le impostazioni $x = 1 \text{ V/Div}$ e $y = 1 \text{ V/Div}$.
- Osservare la formazione dei valori massimi della curva di Franck-Hertz sullo schermo dell'oscilloscopio.
- Impostare i parametri di tensione di accelerazione, riscaldamento catodo, forza contro elettromotrice e ampiezza, in modo che si formi una curva con valori massimi e minimi marcati.

La procedura descritta è una procedura di impostazione generale. Per via di differenze nei parametri ottimali, sono inevitabili dispersioni esemplari nella produzione dei tubi Franck-Hertz. L'indicazione dei valori corretti è riportata nel protocollo di misurazione fornito in dotazione con i tubi.

A seconda della tensione di accelerazione, la corrente del raccogliatore presenta valori massimi e minimi equidistanti e periodicamente ricorrenti. La distanza tra i valori massimi è di 4,9 V. Tra i catodi e gli anodi dei tubi è presente un potenziale di contatto di 2 V, il quale fa sì che il primo valore massimo sia di circa 7 V. I primi massimi risultano marcati meglio se la temperatura del forno è più bassa.

Analisi della curva di Franck-Hertz:

Per l'analisi precisa della curva di Franck-Hertz è necessario disporre anche di un voltmetro digitale. A questo scopo è indispensabile determinare il valore assoluto del flusso di elettroni. Sullo schermo dell'oscilloscopio dovrebbe essere stata impostata una curva di Franck-Hertz con valori massimi molto marcati.

- Collegare il voltmetro digitale all'uscita di segnale (U_X) e alla presa di terra (vedere fig. 3).
- Premere il tasto "Man/Ramp", sul display appare la modalità "Man".
- Ruotare a sinistra la manopola della tensione di accelerazione fino alla battuta ($U_A = 0 \text{ V}$).

Sul display viene indicata la tensione di accelerazione in passi da 0,5 V. Per ottenere risultati di misurazione più precisi è inoltre possibile collegare ai jack "A" e "K" un voltmetro digitale in grado di eseguire misurazioni più accurate.

Nota: La tensione di accelerazione sull'uscita del segnale (U_X) è ridotta di un fattore 10. Sul voltmetro digitale, l'intera tensione di accelerazione viene tuttavia misurata tra le prese "A" e "K".

A questo punto, aumentando lentamente e costantemente la tensione di accelerazione, è possibile rilevare le posizioni precise dei valori massimi e minimi con il voltmetro digitale.

5. Cura e manutenzione

- Prima della pulizia, scollegare l'apparecchio dall'alimentazione.
- Per la pulizia utilizzare un panno morbido e umido.

6. Smaltimento

- Smaltire l'imballo presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.
- Non gettare l'apparecchio nei rifiuti domestici. Per lo smaltimento delle apparecchiature elettriche, rispettare le disposizioni vigenti a livello locale.
- Per lo smaltimento del tubo di Frank-Hertz, rispettare le disposizioni vigenti a livello locale per lo smaltimento di mercurio.

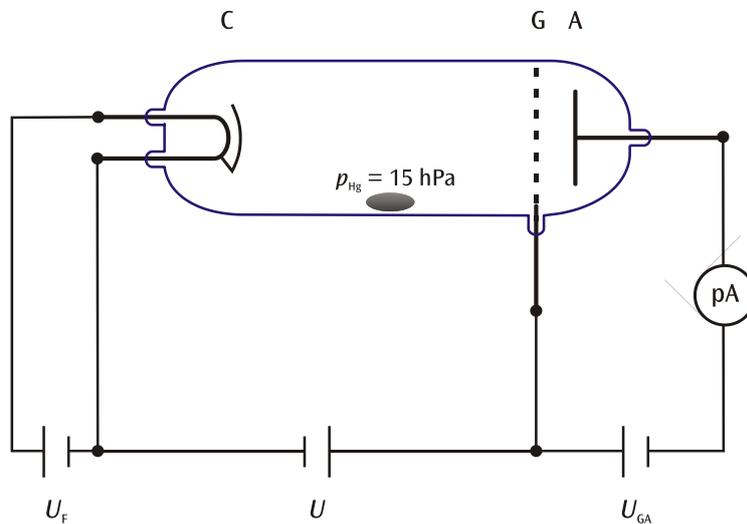
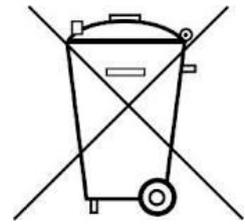


Fig. 1 Struttura schematica per la registrazione della curva di Franck-Hertz sul mercurio (C catodo, G reticolo, A elettrodo del raccogliore)

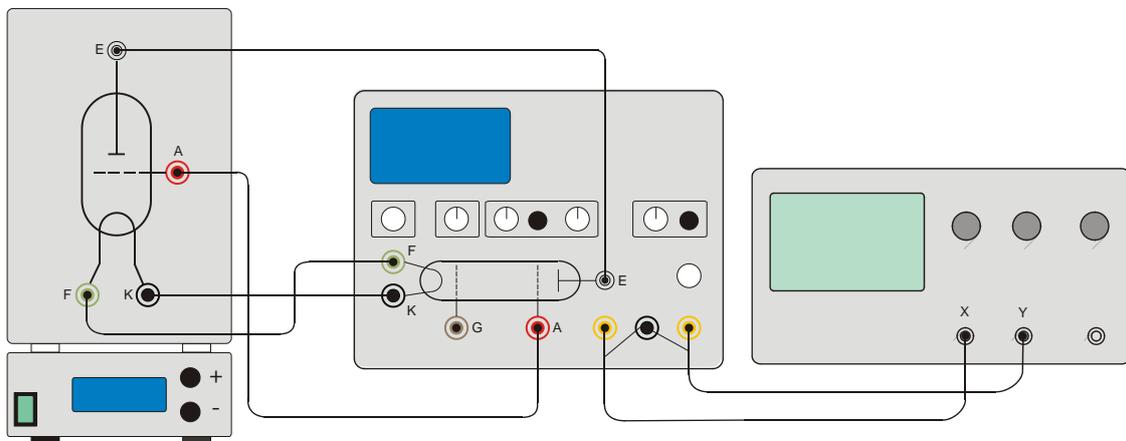


Fig. 2 Struttura sperimentale tubo di Franck-Hertz riempito con mercurio

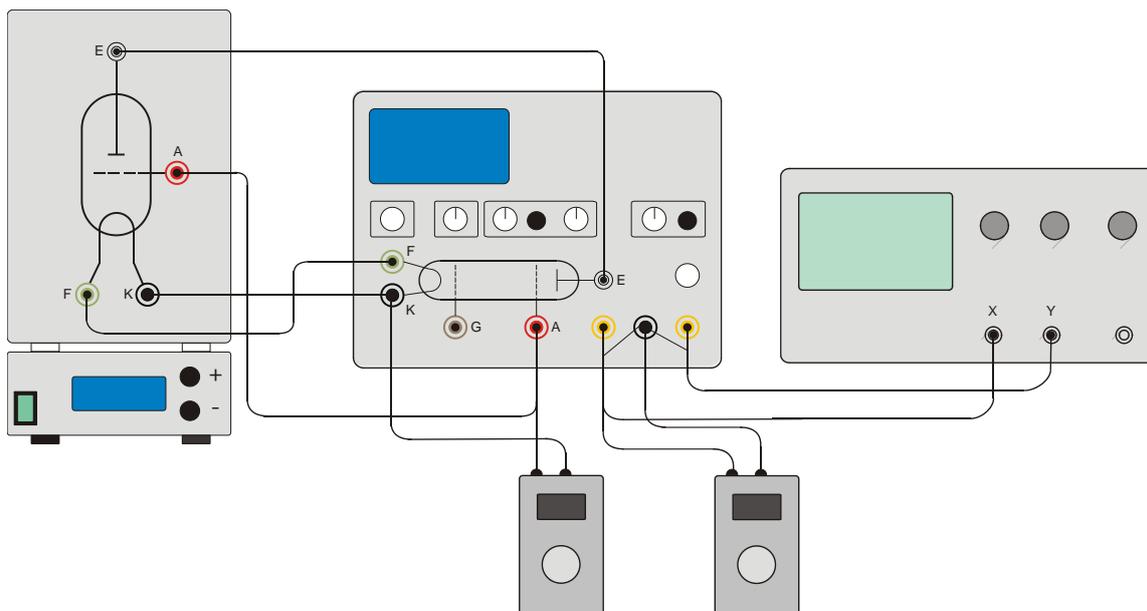


Fig. 3 Struttura sperimentale tubo di Franck-Hertz con 2 voltmetri digitali

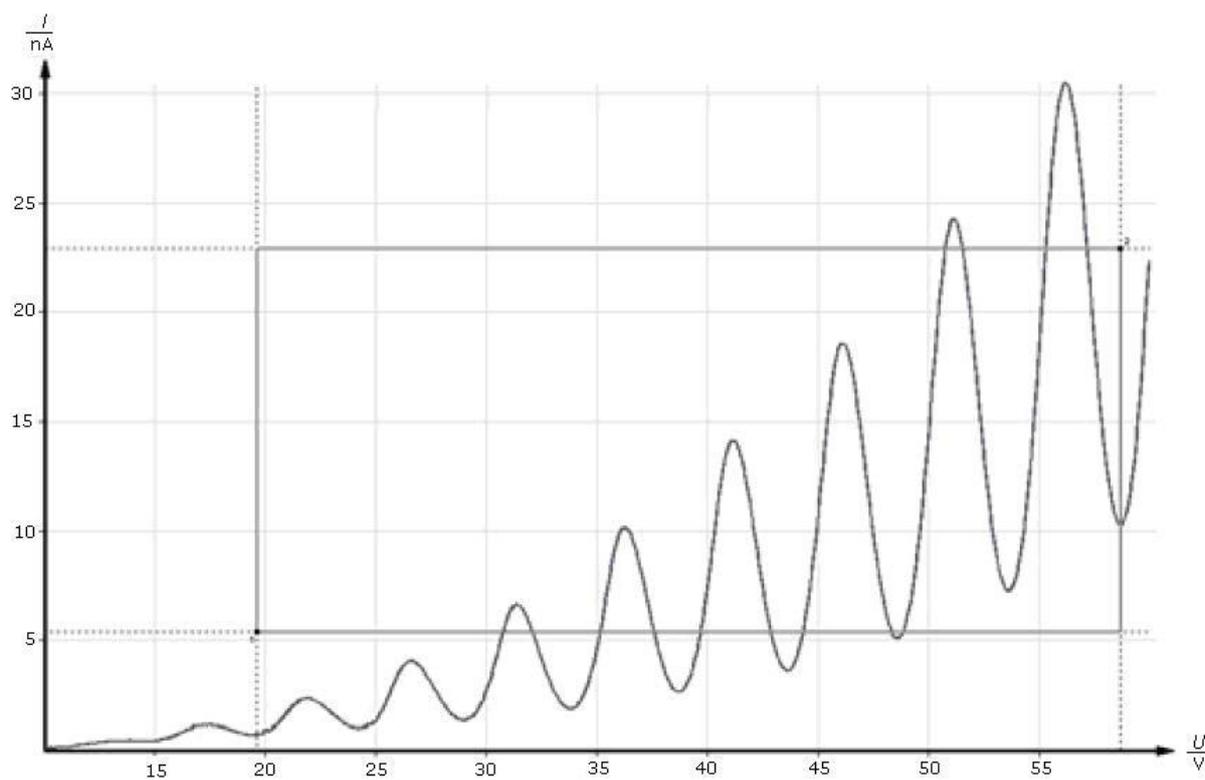


Fig. 4 Curva di Franck-Hertz