

Physik

Chemie · Biologie

Technik



LEYBOLD DIDACTIC GMBH

12/88 -Sf-

Gebrauchsanweisung
Instruction Sheet

555 85/86

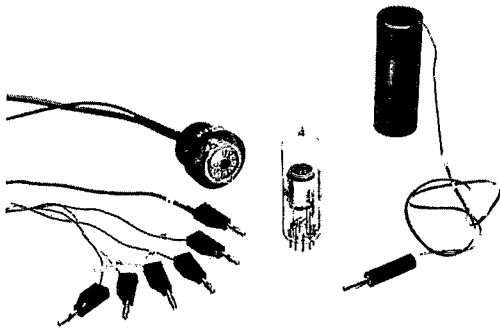


Fig. 1

Franck-Hertz-Rohr

Anschlußfassung zum Franck-Hertz-Rohr

Franck-Hertz Tube

Socket for Franck-Hertz Tube

Das Franck-Hertz-Rohr dient der Demonstration der diskontinuierlichen Energieabgabe von freien Elektronen an Quecksilber-Atome (Elektronenstoß-Versuch von Franck und Hertz).

The Franck-Hertz tube is used to demonstrate the discontinuous emission of energy of free electrons to mercury atoms (electron collision experiment by Franck and Hertz).

Hinweis:

Informationen zum Einsatz des Franck-Hertz-Rohres (555 85) in Verbindung mit dem Franck-Hertz-Betriebsgerät (555 88), das alle erforderlichen Betriebsspannungen versuchsgerecht zur Verfügung stellt, finden Sie in der zugehörigen Gebrauchsanweisung (punktweise Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve, oszilloskopische Darstellung, Aufzeichnung mit x-y-Schreiber und Aufnahme mit Computerunterstützung)

Note:

You can find information on using the Franck-Hertz tube (555 85) with the Franck-Hertz supply unit (555 88), which supplies all necessary operating voltages in a form usable for conducting experiments, in the corresponding Instruction Sheet (point-by-point recording of the Franck-Hertz curve, oscilloscope display, recording with an XY-recorder and computer-assisted recording).

1 Sicherheitshinweise

- Vakuumrohr mit Quecksilber-Füllung (ca. 5 g)! Implosionsgefahr bei Stoß, Fall u.ä.! Bei Glasbruch Quecksilber einsammeln und beseitigen (Quecksilber-Adsorbens, 306 83).
- Spannungen nicht an das kalte Rohr legen (Kurzschlußgefahr durch metallisches Quecksilber zwischen den Elektroden).
- Beim Auftreten von Gasentladung, angezeigt durch sprunghaften Stromanstieg, sofort beide Gitterspannungen auf 0 stellen.

Die heißen Geräte mit einem hitzebeständigen Lappen oder Handschuh anfassen.
- Durch Kontrolle der Ofentemperatur (bzw. -spannung) sicherstellen, daß die max. zulässige Temperatur für das Franck-Hertz-Rohr nicht überschritten wird (200 °C dauernd, 220 °C kurzzeitig).

1 Safety Precautions

- Vacuum tube with mercury filling (approx. 5 g). Danger of implosion by impact, fall or similar. In case of breakage, collect and eliminate the mercury (using mercury adsorbens, 306 83).
- Do not apply any voltages to the cold tube (risk of short-circuit by metallic mercury between the electrodes).
- If gas discharge occurs, as indicated by abrupt current rise, immediately set both grid voltages to 0.
- Handle the hot pieces of equipment using a heat-resistant cloth or gloves.
- Ensure via control of the oven temperature (i.e. the oven voltage) that the maximum temperature limit for the Franck-Hertz tube is not exceeded (permanent operation 200 °C, short-term peak value 220 °C).

2 Beschreibung, technische Daten

2.1 Franck-Hertz-Rohr (555 85)

- ① Vakuum-Röhre mit zylindrisch angeordnetem Elektrodensystem, Ableitstiften für Kriechströme und mit ca. 5 g metallischem Quecksilber

Heizspannung und -strom: 3,15 V; 0,4 A
(durch Widerstand in der Anschlußfassung, 555 86, einer 6,3-V-Versorgung angepaßt)

Steuerspannung U_1 zwischen Katode und Gitter g_1 : 0 ... 4 V-

Beschleunigungsspannung U_2 zwischen Gitter g_1 und Gitter g_2 : 0 ... 40 V-

Gegenspannung U_3 zwischen Gitter g_1 und Auffänger A: ca. 1,5 V

max. zulässige Temperatur: 200 °C (dauernd)
220 °C (kurzzeitig)

Betriebstemperatur: ca. 190 °C

Quecksilber-Dampfdruck (bei 190 °C): ca. 25 mbar

Abmessungen: Länge 95 mm, \varnothing 28 mm

2 Description, Technical Data

2.1 Franck-Hertz tube (555 85)

- ① Vacuum tube with cylindrically arranged electrode system, discharge pins for leakage currents and with approx. 5 g of metallic mercury;

Heater voltage and current: 3.15 V, 0.4 A
(adapted to a 6.3 V power supply by a resistor in socket 555 86)

Control voltage U_1 between cathode and grid g_1 : 0 to 4 V d.c.

Acceleration voltage U_2 between grid g_1 and grid g_2 : 0 to 40 V d.c.

Countervoltage U_3 between grid g_1 and collector A: 1.5 V approx.

Max. admiss. temperature: 200 °C (cont. duty)
220 °C (short-term)

Operating temperature: approx. 190 °C

Mercury vapour pressure (at 200 °C): 25 mbar approx.

Dimensions: length 95 mm, 28 mm dia.

2.2 Anschlußfassung zum Franck-Hertz-Rohr (555 86)

- ② Fassung mit 6 verschiedenfarbigen, markierten Anschlußleitungen in abgeschirmtem Fünffachkabel und gesonderter Abschirmung für die Zuleitung zum Auffänger A; mit eingebautem Widerstand zur Verminderung einer Anschlußspannung von 6,3 V auf die für das Rohr erforderliche Heizspannung von 3,15 V.

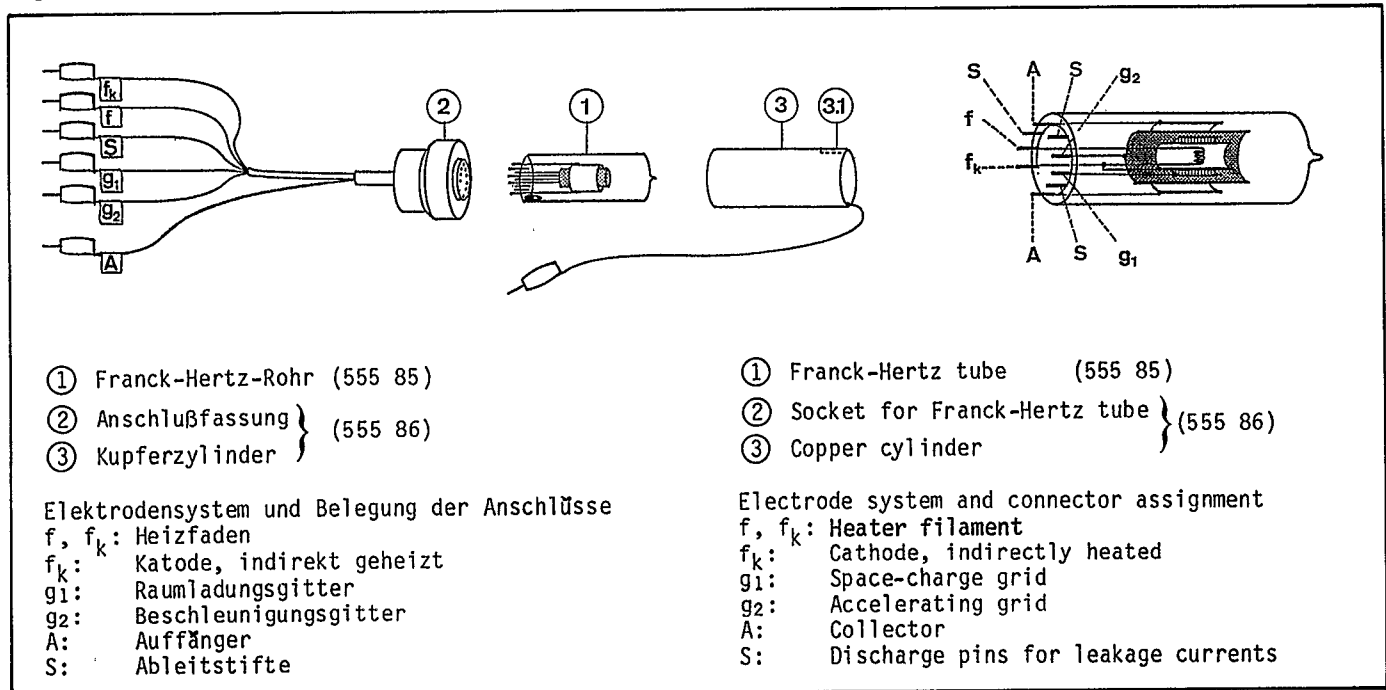
- ③ Kupferrohr (100 mm lang, \varnothing 35 mm) zur Adaptierung des Franck-Hertz-Rohres an den Durchmesser des Rohrofens (555 81/82) sowie zur Abschirmung des Rohres gegen elektrische Störfelder durch Erdung über eine Kupferlitze mit 4-mm-Stecker; mit Sackloch (3.1) für die Meßspitze eines Temperaturfühlers (z.B. 383 02)

2.2 Socket for Franck-Hertz tube (555 86)

- ② Socket with 6 colour-coded, marked connecting leads in shielded 5-core cable and separate shielding for the connecting lead to the collector A; with built-in dropping resistor to reduce a supply voltage of 6.3 V to the filament voltage of 3.15 V required for the tube.

- ③ Copper tube (100 mm long, 35 mm dia.) to adapt the Franck-Hertz tube to the diameter of the electric oven (555 81/82) and for screening against stray electric fields by earthing them via a copper strand with 4-mm plug. with blind hole (3.1) for the measuring point of a temperature probe (e.g. 383 02)

Fig. 2



3 Bedienung

3.1 Betriebs- und Meßmittel

zusätzlich erforderliche Geräte:

1 elektrischer Rohröfen, 220 V (555 81) bzw. 110 V (555 82) mit einstellbarer oder regelbarer Spannungsversorgung, 220 V (bzw. 110 V), z.B. entweder (s. Fig. 4.2)
Stelltrafo, 0 - 250 V, einphasig 522 42
Spannungsmesser z.B. 531 55

oder (s. Fig. 4.1)

Netzwechselfspannung über
Sicherheitsanschlußdose 502 06
an Schiebewiderstand 320 Ω (bei 220 V \sim) ... 537 23
110 Ω (bei 110 V \sim) ... 537 24
Spannungsmesser z.B. 531 55

oder (s. Fig. 4.3)

Netzwechselfspannung (nur 220 V \sim) über
Sicherheitsanschlußdose 502 06
an Temperatur-Meß- und Regelgerät 666 198
mit Temperaturfühler 383 02

Empfehlenswert zur Temperaturkontrolle (falls keine Temperaturregelung erfolgt):

Temperaturfühler 383 02
Digitales Temperaturmeßgerät 666 190

Spannungsquellen für 0...30 V-, 6 V \sim , 1 V...1,5 V-, 1,5 V-:

entweder (s. Fig. 3.1)

1 Stabilisiertes Netzgerät, 300 V- 522 35
mit Spannungsteiler für 0...30 V-, z.B.
Meßwiderstand, 10 k Ω 536 19
STE-Potentiometer, 4,7 k Ω 577 95
oder
STE-Motorpotentiometer, 4,7 k Ω 581 49
mit Gleichspannungsquelle, ca. 1,5 V

1 Monozelle, 1,5 V aus 503 11
1 STE-Monozellenhalter 576 86

oder (s. Fig. 3.2)

1 Stabilisiertes Netzgerät, ± 15 V- 522 30
1 Transformator 6 V, 12 V; 30 VA 562 73
2 Monozellen, 1,5 V aus 503 11
2 STE-Monozellenhalter 576 86
1 STE-Potentiometer, 220 Ω 577 90

Strommesser für 10⁻⁹ A-,
wahlweise (s. Fig. 3.1)

1 I-Meßverstärker D 532 00
mit analogem Spannungsmesser,
MB 3 V- z.B. 531 781
und Adapter BNC/4 mm, einpolig 501 09

oder (s. Fig. 3.2)

1 Elektrometervverstärker 532 14
mit Widerstand 1 G Ω 577 02
und Spannungsquelle 12 V \sim , z.B. 562 73
und analogem Spannungsmesser,
MB 3 V-, z.B. 531 781

2 Spannungsmesser für 3 V \sim und 30 V \sim , z.B.
Vielfachmeßgerät (für U₁) 531 55
Demo-Multimeter (für U₂) 531 91

1 Rastersteckplatte, A4 576 74

1 Satz 10 Brückenstecker 501 48

zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve

1 XY-Schreiber z.B. 575 662

empfehlenswert, falls I_A über den I-Meßverstärker D an den Y-Eingang des Schreibers gelegt wird (s. Fig. 3.1)

1 Glättungskondensator 2200 μ F 538 31

empfehlenswert, falls die Beschleunigungsspannung U₂ nicht über Motorpotentiometer (581 49) sondern

3 Operation

3.1 Peripheral equipment

Additionally required:

1 Electric oven, 220 V (555 81) or 110 V (555 82) with variable or adjustable power supply, 220 V (or 110 V), e.g. either (see Fig. 4.2)
Variable transformer, 0-250 V, single-phase 522 42
Voltmeter e.g. 531 55

or (see Fig. 4.1)

AC mains voltage via
Safety connecting box 502 06
connected to rheostat 320 Ω (for 220 V AC) 537 23
110 Ω (for 110 V AC) 537 24
Voltmeter e.g. 531 55

or (see Fig. 4.3)

AC mains voltage (only 220 V AC) via
Safety connecting box 502 06
connected to digital temperature
controller and indicator 666 198
with temperature probe 383 02

Recommended for temperature control (when working without temperature regulation)

Temperature probe 383 02
Digital thermometer 666 190

Voltage sources for 0 to 30 V DC, 6 V AC, 1 V to 1,5 V DC, 1,5 V DC:

either (see Fig. 3.1)

1 Stabilized power supply unit, 300 V AC .. 522 35
with voltage divider for 0 to 30 V DC, e.g.
Measuring resistor, 10 k Ω 536 19
Plug-in potentiometer, 4,7 k Ω 577 95
or
Plug-in motor potentiometer, 4,7 k Ω 581 49
with DC voltage source, approx. 1,5 V

1 Battery, 1,5 V from 503 11
1 Battery holder 576 86

or (see Fig. 3.2)

1 Stabilized power supply unit, ± 15 V DC .. 522 30
1 Transformer 6 V, 12 V; 30 VA 562 73
2 Batteries, 1,5 V from 503 11
2 Battery holders 576 86
1 Plug-in potentiometer, 220 Ω 577 90

Ammeter for 10⁻⁹ A DC,

either (see Fig. 3.1)

1 Current measuring amplifier D 532 00
with analogue voltmeter,
measuring range 3 V DC e.g. 531 781
and adapter BNC/4 mm, single-pole 501 09

or (see Fig. 3.2)

1 Electrometer amplifier 532 14
with resistor 1 G Ω 577 02
and voltage source 12 V AC e.g. 562 73
and analogue voltmeter,
measuring range 3 V DC e.g. 531 781

2 Voltmeters for 3 V AC and 30 V AC, e.g.
Multimeter (for U₁) 531 55
Demo-multimeter (for U₂) 531 91

1 Rastered socket panel A4 576 74

1 Set of 10 bridging plugs 501 48

For recording the Franck-Hertz curve

1 XY recorder e.g. 575 662

Recommended in the event that I_A is applied via the I measuring amplifier D to the Y input of the recorder (see Fig. 3.1):

1 Smoothing capacitor 2200 μ F 538 31

Recommended, if the accelerating voltage U₂ is not adjusted via the motor-potentiometer (581 49) but

von Hand mit Potentiometer (577 95) eingestellt wird:

- 1 Glättungskondensator, parallel zu Schreibereingang X, z.B. STE-Kondensator, 100 μF 578 39

manually via potentiometer (577 95):

- 1 Smoothing capacitor, parallel to recorder input X, e.g. plug-in capacitor, 100 μF 578 39

3.2 Vorbereitung der Anordnung zur Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve

3.2 Preparing the experiment assembly for recording the Franck-Hertz curve

! Wichtig bei einem Versuchsaufbau gemäß Fig. 3.1:

- Da das Stabilisierte Netzgerät, 300 V- (522 35) berührunggefährliche Spannung liefert, Eingriffe in die Schaltung nur bei abgeschaltetem Gerät vornehmen.
- Rastersteckplatte nicht mit Spannungen über 30 V- beschalten.

! Important for experiment setup in accordance with Fig. 3.1:

- Since the stabilized power pack, 300 V DC (522 35) supplies voltage dangerous to contact, only carry out work on the circuit when the instrument has been switched off.
- Do not apply voltages higher than 30 DC to the rastered socket panel.

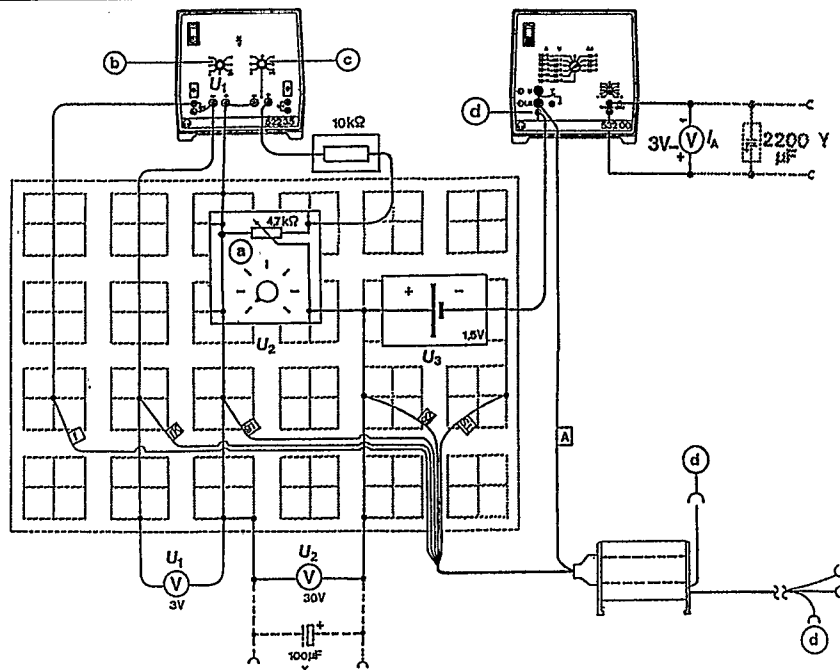


Fig. 3.1

Fig. 3.1/3.2 Anordnungen zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve mit einem Schreiber; zur punkweisen Aufnahme der Kurve gestrichelten Teil der Schaltung nicht ausführen.

Fig. 3.1/3.2 Assemblies for measuring the Franck-Hertz curve using a recorder; For a point-by-point measurement do not connect the recorder as indicated by the dotted lines.

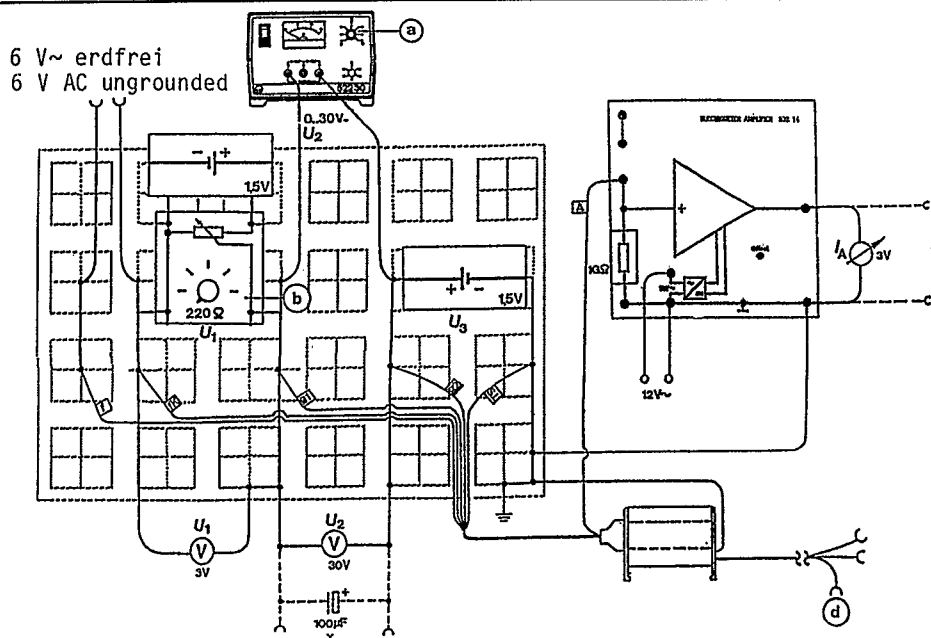


Fig. 3.2

Fig. 4
Spannungsversorgung des Rohrofens zur Erwärmung des Franck-Hertz-Rohres auf die Betriebstemperatur von ca. 190 °C

Fig. 4
Cylinder oven voltage supply for heating the Franck-Hertz tube to an operating temperature of approx. 190 °C.

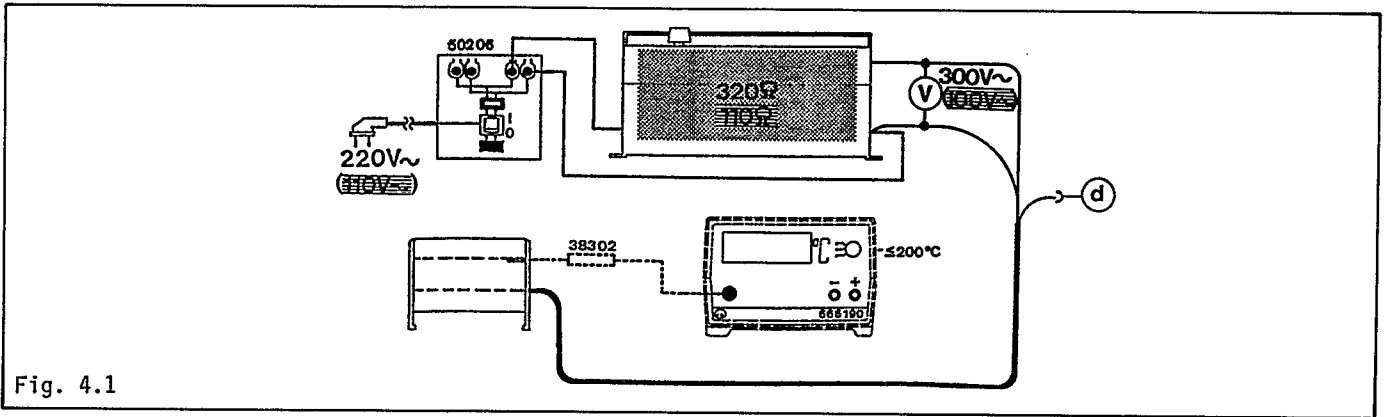


Fig. 4.1

Fig. 4.1/4.2
Temperatureinstellung über die Betriebsspannung des Ofens; Temperaturkontrolle zweckmäßigerweise mit Temperaturfühler, der durch die Bohrung im Ofen in das Sackloch (3.1) des Kupferrohres eingesetzt wird.

Fig. 4.1/4.2
Temperature setting via oven operating voltage; temperature measurement by a temperature probe protruding through the oven hole into the blind hole (3.1) of the copper cylinder.

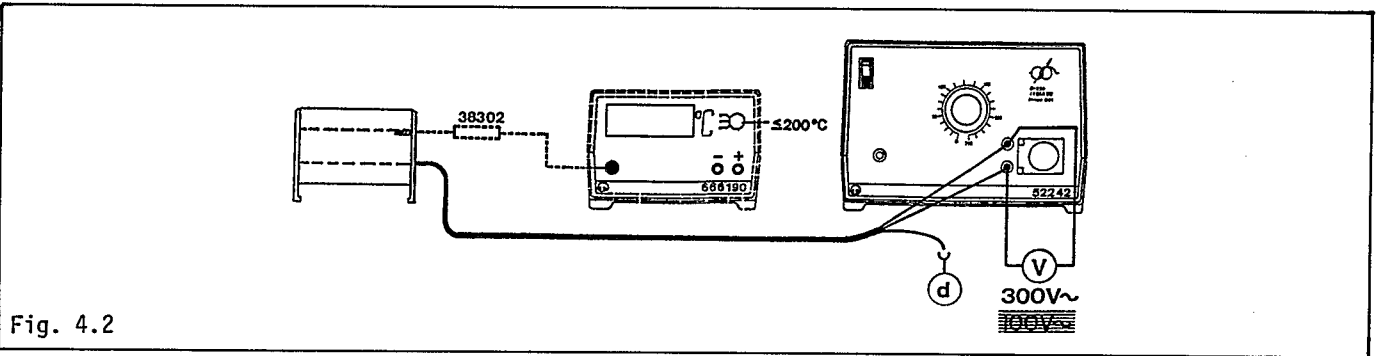


Fig. 4.2

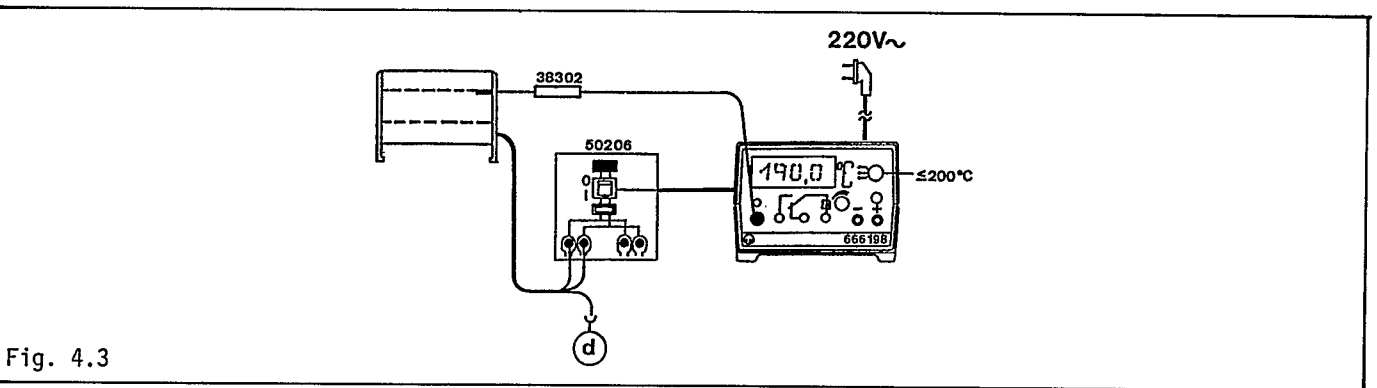


Fig. 4.3

Fig. 4.3
Temperaturregelung mit Temperaturfühler und Temperatur-Meß- und Regelgerät (666 198).

Fig. 4.3
Temperature control via a temperature probe and temperature measuring and control unit (666 198).

Anordnung gemäß Fig. 3 und 4 aufbauen, jedoch Schreiber noch nicht anschließen.

Set up the assembly according to fig. 3 and 4; do not connect the recorder yet.

Maßnahmen in der angegebenen Reihenfolge vor dem Anschluß des Schreibers durchführen:

Carry out the following steps in the indicated sequence before connecting the recorder:

- a) Ofen (Kupferzylinder und Rohr eingeschoben) zunächst 5 min mit 220 V~ (bzw. 110 V) und dann 10 min mit 90 V~ (bzw. 45 V) oder über das Temperatur-Meß- und Regelgerät bei einer Soll-Temperatur von 190 °C etwa 20 min betreiben.

- a) Operate the oven (with copper cylinder and tube inserted) at first for 5 min at 220 V AC (or 110 V) and then for 10 min at 90 V AC (or 45 V) or via the temperature measuring and control instrument for 20 min at a set point of 190 °C.

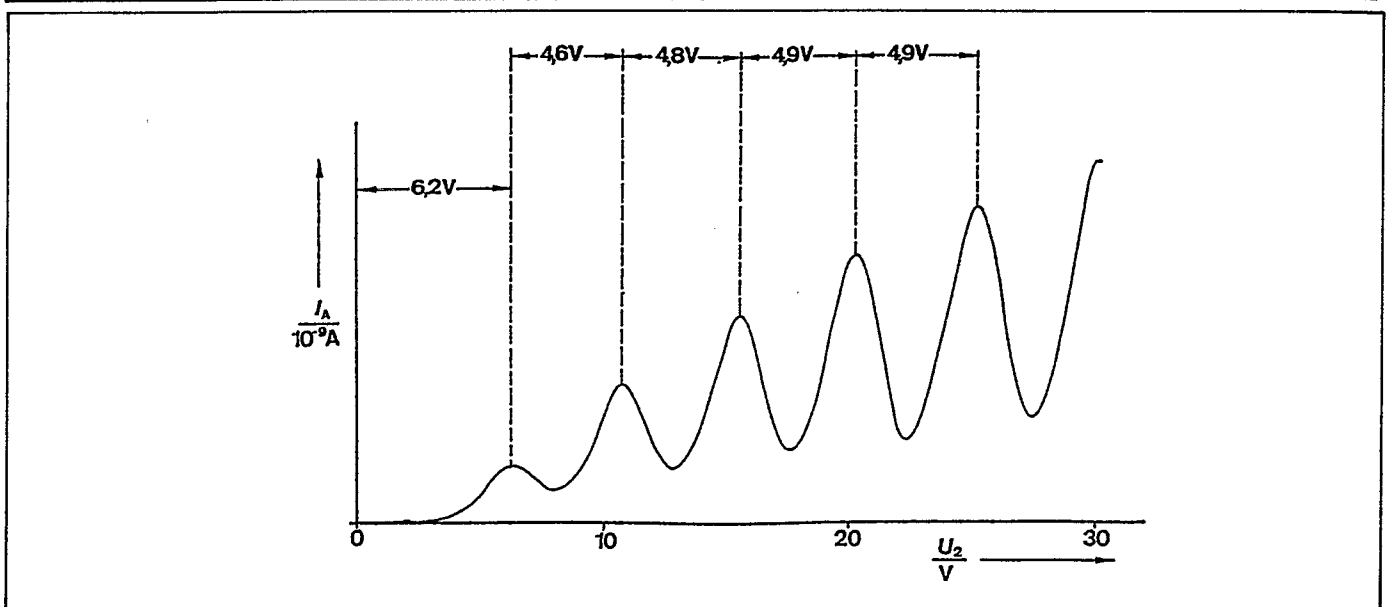


Fig. 5
 I_A als Funktion der Beschleunigungsspannung U_2
 (Schreiberdiagramm).

Fig. 5
 I_A as a function of the accelerating voltage U_2
 (recorder diagram).

- b) Katodenheizung einschalten.
- c) Nur erforderlich bei Verwendung des stabilisierten Netzgerätes (522 35) gemäß Fig. 3.1:
 Potentiometer (a) in Maximalstellung bringen;
 über Potentiometer (c) eine Spannung U_2 von z.B. 30 V anlegen und an Potentiometer (a) sofort auf 0 zurückstellen.
- d) Nach etwa 1-minütiger Katodenheizung Spannung U_2 an Potentiometer (a) langsam erhöhen; falls der Strom dabei langsam und kontinuierlich ansteigt oder bereits einen Franck-Hertz-typischen Verlauf zeigt, bei Abschnitt g) fortfahren.
- e) Bei sprunghaftem Stromanstieg (Gasentladung infolge zu kalten Rohres) U_2 sofort auf 0 zurückstellen.
 Ofenspannung um 5 V oder Sollwert um ca. 2 °C erhöhen; nach 5 min gemäß d) verfahren.
 Erforderlichenfalls Ofentemperatur weiter erhöhen, bis der Strom I_A den in Abschnitt d) beschriebenen Verlauf zeigt.
- f) Steigt der Strom I_A beim Durchlaufen der Spannung U_2 nur sehr langsam an, die Ofenspannung um ca. 5 V oder die Solltemperatur um 2 °C erniedrigen; nach einer Abkühlphase von ca. 10 min gemäß d) verfahren; erforderlichenfalls Temperatur weiter erniedrigen, bis I_A den in Abschnitt d) beschriebenen Verlauf hat.
- g) U_2 bei verschiedenen Steuerspannungen (U_1 über Potentiometer (b) in Stufen von 0,1 V erhöhen) durchlaufen, bis der Strom mindestens 4 ausgeprägte Maxima aufweist.
- h) Gegebenfalls Schreiber anschließen;
 Kalibrierung:
 X-Achse: 1 V cm^{-1} ; var.
 Y-Achse: 1 V cm^{-1} ; var.

- b) Switch on the cathode supply voltage.
- c) Only necessary when stabilized power pack (522 35) according to Fig. 3.1 is used:
 Turn the potentiometer (a) fully clockwise; apply a voltage U_2 of e.g. 30 V via potentiometer (c) and immediately reset potentiometer (a) to 0.
- d) After approx. 1 minute's cathode heating, slowly increase voltage U_2 via potentiometer (a); if the current rises slowly and continuously or it shows the typical Franck-Hertz characteristic, go on with step g).
- e) In case of abrupt current rise (gas discharge due to cold tube) immediately reset U_2 to 0. Increase oven voltage by 5 V or increase the set point by approx. 2 °C; after 5 min proceed as under section d).
 If necessary, keep on increasing the oven temperature until current I_A shows the characteristic described under section d).
- f) If the current I_A increases only very slowly when running through voltage U_2 , reduce the oven voltage by 5 V or reduce the set point by 2 °C. After cooling down the unit for 10 min, proceed as under d). If necessary, keep on reducing the temperature until I_A shows the characteristic described under section d).
- f) Run through U_2 at different control voltages (increase U_1 by steps of 0.1 V via potentiometer (b)) until the current shows at least 4 distinct peaks.
- h) If necessary, connect the recorder;
 calibration:
 X-axis: 1 V cm^{-1} ; var.
 Y-axis: 1 V cm^{-1} ; var.

Nach Beendigung des Versuchs Betriebsspannungen zunächst abschalten und dann Rohr aus dem Ofen nehmen.

After finishing the experiment, at first switch off the operating voltage and then remove the tube from the oven.