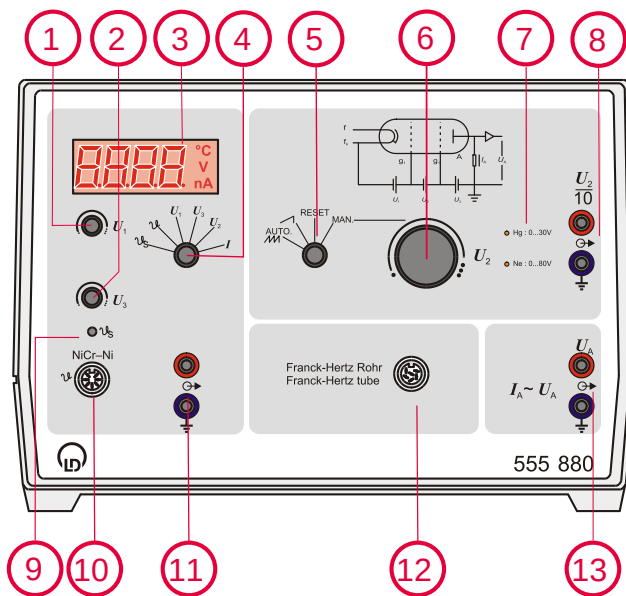


Gebrauchsanweisung 555 880

Franck-Hertz-Betriebsgerät



1	Spannungssteller U_1
2	Spannungssteller U_3
3	Digitalanzeige für 4
4	Messgrößenschalter
5	Betriebsartschalter
6	Spannungssteller U_2
7	Status-LEDs, Hg oder Ne Röhre
8	Analogausgang $U_2/10$
9	Temperaturvorwahl, Schraubenzieherpotentiometer
10	Temperaturfühler NiCr-Ni, DIN-Buchse, 5-polig
11	Analogausgang von 3
12	Anschluss der Franck-Hertz Röhre, DIN-Buchse, 7-polig
13	Analogausgang I_A [1 V = 1 nA]

Sicherheitshinweise

Das Franck-Hertz-Betriebsgerät entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte nach DIN EN 61010 Teil 1 und ist nach Schutzklasse I aufgebaut. Es ist für den Betrieb in trockenen Räumen vorgesehen, welche für elektrische Betriebsmittel oder Einrichtungen geeignet sind.

Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ist der sichere Betrieb des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen (z. B. bei sichtbaren Schäden).

- Vor Erstinbetriebnahme überprüfen, ob der auf dem Leistungsschild (Gehäuse-Rückseite) aufgedruckte Wert für die Netzanschlussspannung mit dem ortsüblichen Wert übereinstimmt.
- Vor Inbetriebnahme das Gehäuse auf Beschädigungen untersuchen und bei Funktionsstörungen oder sichtbaren Schäden das Gerät außer Betrieb setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb sichern.
- Gerät nur an Steckdosen mit geerdetem Nullleiter und Schutzleiter anschließen.

- Defekte Sicherung nur mit einer dem Originalwert entsprechenden Sicherung (siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite) ersetzen.
- Lüftungsschlitze und Kühlkörper an der Gehäuse-Rückseite immer frei lassen, um ausreichende Luftzirkulation zur Kühlung der inneren Bauteile zu gewährleisten.
- Gerät nur durch eine Elektrofachkraft öffnen lassen.

Warnhinweise

Beim Anschluss der Neon-Röhre werden Spannungen bis 80 Volt verwendet. Diese werden berührsicher im Ne-FH-Verbindungskabel 555 872 geführt und nur beim Anschluss an die Fassung für Ne-Franck-Hertz-Röhre 555 871 freigeschaltet. Keine defekten oder andere Kabel verwenden. Keine unisolierten Drähte in die Buchse 12 stecken.

An den rückseitigen Anschlüssen e1 für den Rohrfen liegt Netzspannung an. Diese Buchsen dürfen nur mit entsprechend isolierten Sicherheitskabeln beschaltet werden, z. B. zum Anschluss des Ofens. Keinesfalls Laborkabel mit unisolierten Steckern verwenden.

Beim Anschluss des Rohrofens **555 81** zuerst den gelb-grünen Stecker mit der gelb-grünen Buchse verbinden, erst danach die beiden schwarzen Stecker für die Versorgung des Ofens einstecken.

Das Verbindungskabel zur Frank-Hertz Röhre in Buchse **(12)** nur einstecken oder trennen, wenn der Betriebsartschalter **(5)** auf "Reset" steht oder das Betriebsgerät ausgeschaltet ist. Andernfalls kann die Genauigkeit der Anodenstrommessung dauerhaft beeinträchtigt werden.

Der Einstellbereich für die Kathoden-Heizspannung (Rückseite, **(e2)**) umfasst einen weiten Bereich, der für die Neon Röhre **555 870** benötigt wird. Ein Betrieb der Quecksilber Röhre **555 854** mit höheren Spannungen als 6,7 Volt kann deren Lebensdauer verkürzen. Beim Wechsel der angeschlossenen Röhre (Neon ↔ Quecksilber) zunächst die Kathoden-Heizspannung (Rückseite, **(e2)**) reduzieren.

Vorhersehbare Fehlanwendung

Für die Verbindung des Betriebsgerätes **555 880** mit der Neon Röhre **555 870** ist nur das Kabel **555 872** geeignet. Ein anderes 6 poliges Kabel, wie es z. B. bei Lichtschranken als **501 16** verwendet wird, besitzt keine Abschirmung des empfindlichen Anodensignals und wird keine sinnvolle Messung ermöglichen.

Bei Experimenten mit der Quecksilber Röhre und dem Rohrofen muss das Kupferrohr zwischen Röhre und Ofen verwendet werden. Dieses Rohr besitzt eine Bohrung für den 1,5 mm Temperaturfühler. Niemals den Temperaturfühler zwischen Röhre und Wand festklemmen. Das Kupferrohr wird zur elektrischen Erdung mit der gelb-grünen Buchse von **(e1)** verbunden, so dass in dieser Buchse zwei Stecker übereinander stecken.

1 Beschreibung

Das Franck-Hertz-Betriebsgerät dient zur Durchführung von Experimenten mit dem Hg-Franck-Hertz-Rohr (**555 854**) oder dem Ne-Franck-Hertz-Rohr (**555 870**). Es enthält ein Nanoamperemeter zur Messung des Auffängerstromes, liefert die Kathodenheizspannung, die Emissionsgitterspannung, die Beschleunigungsspannung und die Gegenspannung und steuert als Temperaturmess- und -regelgerät die Heizung für das Hg-Franck-Hertz-Rohr.

Zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve, also des Auffängerstromes in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung, kann zwischen drei Betriebsarten gewählt werden:

- manueller Betrieb
- schnelle Übersichtsdarstellung mit Zweikanal-Oszilloskop: Die Beschleunigungsspannung wird unter ständiger Wiederholung schnell von Null bis zum Maximalwert durchfahren.
- automatische Aufzeichnung mit XY-Schreiber oder CASSY: Die Beschleunigungsspannung wird einmal langsam von Null bis zum Maximalwert durchfahren.

1.1 Technische Daten

Abmessungen	21 cm x 30 cm x 23 cm
Masse	3 kg
Leistungsaufnahme	bis 30 W ohne Rohrofen und bis 230 W mit Rohrofen
Netzanschlussspannung	siehe Leistungsschild auf der Gehäuse-Rückseite
Primärsicherung	siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite
Betriebsarten	Sägezahn (ca. 20 Hz); Rampe (ca. 10 s); manuell
Anschluss	115/230 V, 50/60 Hz
Röhrenanschluss	DIN-Buchse
Ofenanschluss	4-mm-Sicherheitsbuchsen
Temperatur-Messanschluss	DIN-Buchse für Temperaturfühler NiCr-Ni, 1,5 mm
Digitalanzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige
Emissionsgitter-Spannung U_1	0 ... 5 V (Steuerspannung)
Beschleunigungsspannung U_2	0 ... 30 V für Hg; 0 ... 80 V für Ne (Ne-Franck-Hertz-Rohr wird automatisch erkannt)
Gegenspannung U_3	0 ... 10 V
Kathodenheizspannung	5,9 ... 9 V (Voreinstellung: 6,3 V)
Solltemperatur des Hg-Franck-Hertz-Rohres	140 - 210 °C
Messbereich für Auffängerstrom	10 nA
Wiederholfrequenz für Oszilloskopdarstellung	25 Hz / 30 Hz Bei der Oszilloskopdarstellung ist der Einfluss der Kapazitäten des Franck-Hertz-Rohres und der Anschlussfassung bemerkbar. Der zur Umladung der Elektroden erforderliche Strom bewirkt eine leichte Verschiebung und Verzerrung der Franck-Hertz-Kurve.
Durchgangszeit für automatische Aufzeichnung	>10 s

1.2 Zubehör

Separat erhältliches Zubehör, das mit dem Produkt verwendet werden kann.

Anz.	Material	Katalognummer
1	Rohrofen	z.B. 555 81
1	Hg-Franck-Hertz-Röhre	555 854
1	Anschlussfassung zur Hg-Franck-Hertz-Röhre, DIN-Stecker	555 864
1	Ne-Franck-Hertz-Röhre	555 870
1	Fassung für Ne-Franck-Hertz-Röhre	555 871
1	Ne-FH-Verbindungskabel, 6-polig	555 872
1	Temperaturfühler NiCr-Ni, 1,5 mm	666 193
2	Multimeter	z.B. 531 905

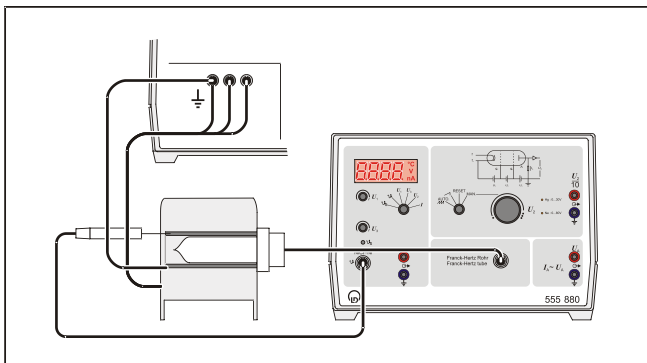
Anz.	Material	Katalognummer
1	CASSY	z.B. 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
2	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	501 46
1	Digital Speicheroszilloskop 70 MHz zweikanalig	575 304
2	Messkabel BNC/4-mm-Stecker	575 24

2 Bedienung

Im folgenden finden Sie kurze Beispiele für den Einsatz der Betriebsgeräte.

Ausführlichen Versuchsanleitungen finden Sie auf unserer Webseite als Dokumentation zu den Versuchen. <https://www.leybold-shop.de/physik/versuche-sek-ii-universitaet/atom-und-kernphysik/atomhuelle/franck-hertz-versuch.html>

2.1 Inbetriebnahme des Hg-Franck-Hertz-Rohres



Zusätzlich erforderlich

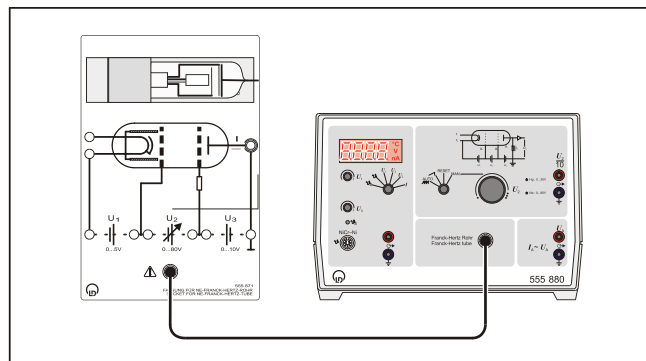
Anz.	Material	Katalognummer
1	Hg-Franck-Hertz-Röhre	555 854
1	Anschlussfassung zur Hg-Franck-Hertz-Röhre, DIN-Stecker	555 864
1	Rohrfen	z.B. 555 81
1	Temperaturfühler NiCr-Ni, 1,5 mm	666 193

1. Kupferrohr aus dem Lieferumfang der Anschlussfassung in den Rohrfen schieben und Kupferlitze durch die rückseitige Öffnung des Rohrfens führen.
2. Rohrfen auf der Rückseite des Franck-Hertz-Betriebsgerätes farbrichtig anschließen (gelb-grün zuerst) und Kupferrohr mittels Kupferlitze erden.
3. NiCr-Ni-Temperaturfühler durch die kleine Bohrung auf der Rückseite des Rohrfens in das Sackloch des Kupferrohres schieben und an die fünfpolige DIN-Buchse des Franck-Hertz-Betriebsgerätes anschließen.
4. Hg-Franck-Hertz-Rohr in die Anschlussfassung stecken und im Anschlussfeld des Franck-Hertz-Betriebsgerätes anschließen.
5. Hg-Franck-Hertz-Rohr vollständig in das Kupferrohr schieben. Dies muss leicht und ohne Widerstand möglich sein.
6. Franck-Hertz-Betriebsgerät einschalten und das Erreichen der Betriebstemperatur des Hg-Franck-Hertz-Rohr abwarten.

7. Saugspannung $U_1 = 1,5 \text{ V}$ und Gegenspannung $U_3 = 1,5 \text{ V}$ einstellen.

Wenige Sekunden nach Einschalten zeigt rotes Leuchten der LED für Hg an, dass der Rohrfen heizt. Nach 10 bis 15 min ist die Betriebstemperatur erreicht und die LED leuchtet grün. Eventuelles Blinken der Digitalanzeige zeigt einen Aufbaufehler in der Temperaturmessung an (siehe Bedeutung von Signalen).

2.2 Inbetriebnahme des Ne-Franck-Hertz-Rohres

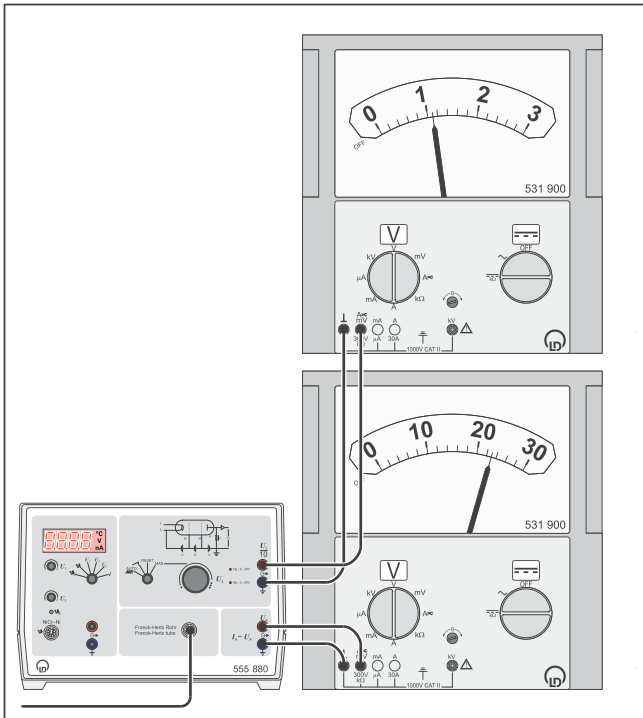


Zusätzlich erforderlich

Anz.	Material	Katalognummer
1	Ne-Franck-Hertz-Röhre	555 870
1	Fassung für Ne-Franck-Hertz-Röhre	555 871
1	Ne-FH-Verbindungskabel, 6-polig	555 872

1. Franck-Hertz-Betriebsgerät einschalten.
2. Saugspannung $U_1 = 1,5 \text{ V}$ und Gegenspannung $U_3 = 10 \text{ V}$ einstellen.
3. Das Ne-Franck-Hertz-Rohr wird bei Raumtemperatur betrieben und ist schon nach etwa einer Minute nach dem Einschalten betriebsbereit.

2.3 Manuelle Aufzeichnung mit zusätzlichen Messgeräten



Zusätzlich erforderlich

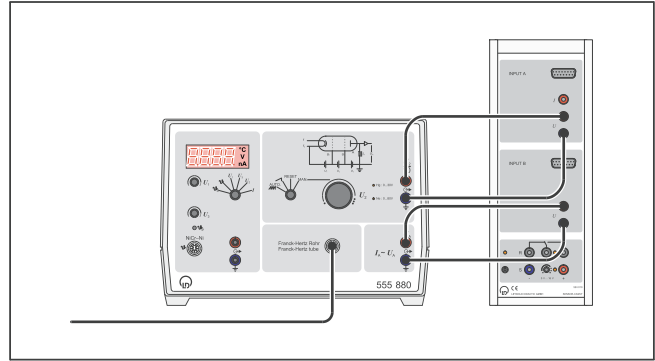
Anz.	Material	Katalognummer
2	Multimeter	z.B. 531 905

1. Je ein Voltmeter an Ausgang U_A und an Ausgang $U_2/10$ anschließen.
2. Für Ausgang U_A den Messbereich 0...1 V DC wählen.
3. Für Ausgang $U_2/10$ den Messbereich 0...3 V DC für Hg bzw. 0...8 V DC für Ne wählen.
4. Betriebsartschalter auf **MAN.** stellen.
5. Mit Spannungssteller U_2 die Spannung langsam von Null bis zum Maximalwert hochfahren und Strom und Beschleunigungsspannung ablesen.

2.4 Manuelle Aufzeichnung ohne zusätzliche Messgeräte

1. Betriebsartschalter auf **MAN.** stellen.
2. Auswahlschalter auf den Parameter U_2 schalten und mit Spannungssteller ersten Wert für U_2 anfahren.
3. Auf den Parameter I umschalten und Auffängerstrom in der Digitalanzeige ablesen.
4. Auf den Parameter U_2 zurückschalten und nächsten Wert für U_2 anfahren.

2.5 Aufzeichnung mit CASSY



Zusätzlich erforderlich

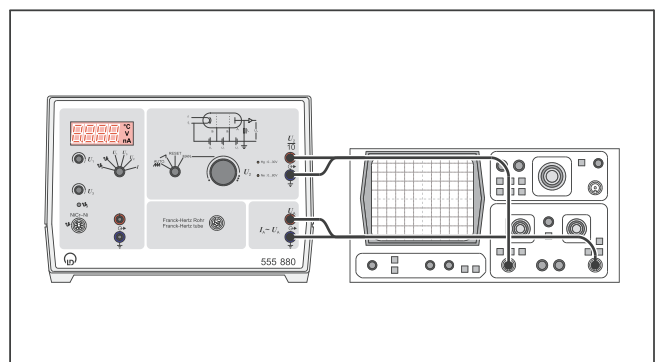
Anz.	Material	Katalognummer
1	CASSY	z.B. 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	501 46

Parameter für CASSY:

Intervall	100 ms
Trigger	$U_{A1} = 0,1 \text{ V}$ steigend
I_A / nA	U_{B1} / V
U_2	$10 U_{A1}$

1. CASSY an Ausgang U_A (B) und an Ausgang $U_2/10$ (A) anschließen.
2. Betriebsartschalter auf **RESET** stellen und Messung mit **F9** starten.
3. Betriebsartschalter auf  stellen (die Beschleunigungsspannung U_2 wird einmal langsam von Null bis zum Maximalwert durchfahren).

2.6 Schnelle Darstellung mit Oszilloskop



Zusätzlich erforderlich

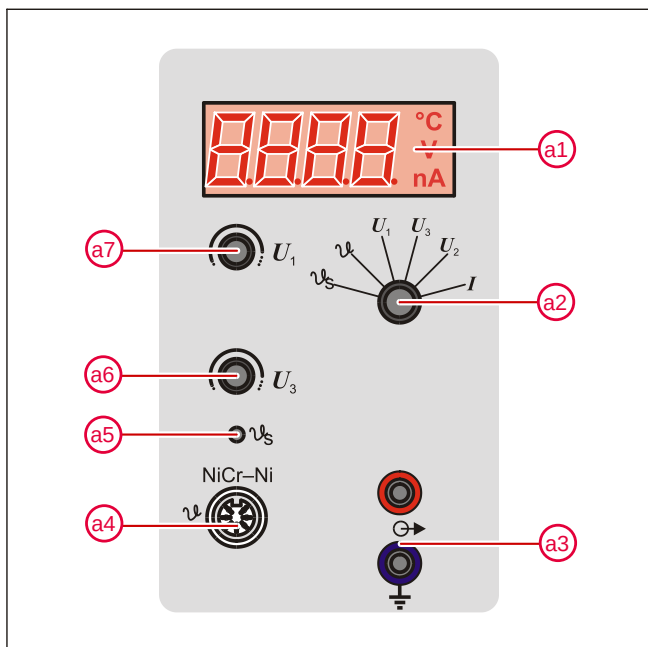
Anz.	Material	Katalognummer
1	Speicheroszilloskop	z.B. 575 304
1	Messkabel BNC/4-mm-Stecker	575 24

X-Achse	0,5 V / DIV. (Hg) bzw. 1 V / DIV. (Ne)
Y-Achse	2 V / DIV.

1. Zweikanal-Oszilloskop an Ausgang U_A (Y) und an Ausgang $U_2/10$ (X) anschließen und auf X-Y-Darstellung schalten.
2. Betriebsartschalter auf  stellen (die Beschleunigungsspannung U_2 wird unter ständiger Wiederholung schnell von Null bis zum Maximalwert durchfahren.).

2.7 Funktionsweise

Parameter- und Anzeigefeld



a1	Digitalanzeige
a2	Messgrößenschalter
a3	Analogausgang
a4	DIN-Buchse, 5-polig
a5	Schraubenzieherpotentiometer
a6	Spannungssteller U_3
a7	Spannungssteller U_1

Digitalanzeige: zeigt die ausgewählte Messgröße in °C, V bzw. nA oder durch Blinken eine Störung im Versuchsaufbau an.

Messgrößenschalter: wählt die Messgröße φ_S (Soll-Temperatur), φ (Ist-Temperatur), U_1 (Emissionsgitter-Spannung), U_3 (Gegenspannung), U_2 (Beschleunigungsspannung) oder I (Auffängerstrom) für die Digitalanzeige und den Analogausgang aus.

Analogausgang: liefert eine zur ausgewählten Messgröße proportionale Ausgangsspannung U .

$$\text{Es gilt } \varphi_S = 100 \text{ °C} \cdot \frac{U}{V}, \varphi = 100 \text{ °C} \cdot \frac{U}{V}, U_1 = 1 \text{ V} \cdot \frac{U}{V}, U_3 = 1 \text{ V} \cdot \frac{U}{V}, U_2 = 10 \text{ V} \cdot \frac{U}{V} \text{ und } I = 1 \text{ nA} \cdot \frac{U}{V}$$

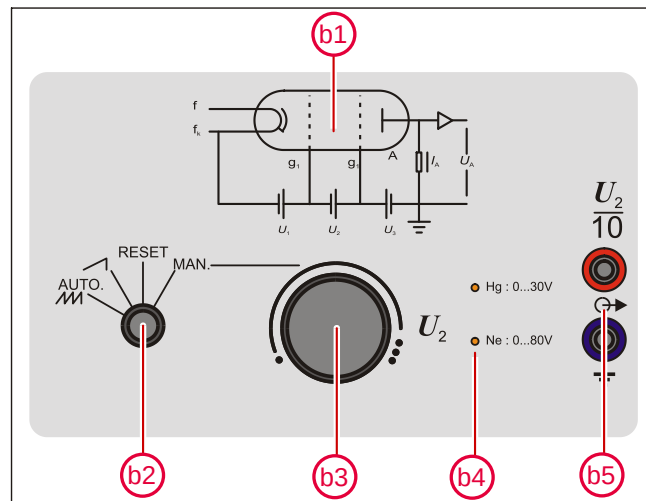
Schraubenzieherpotentiometer: zur Einstellung der Soll-Temperatur φ_S des Hg-Franck-Hertz-Rohres (Voreinstellung: $\varphi_S = 180 \text{ °C}$).

DIN-Buchse, 5-polig: zum Anschluss eines NiCr-Ni-Temperaturfühlers (666 193).

Spannungssteller U_3 : zur Einstellung der Gegenspannung U_3 .

Spannungssteller U_1 : zur Einstellung der Emissionsgitter-Spannung U_1 .

Betriebsfeld



b1	Prinzipschaltskizze
b2	Betriebsartschalter
b3	Spannungssteller U_2
b4	Status-LEDs
b5	Analogausgang $U_2 / 10$

Prinzipschaltskizze **b1**: zeigt die prinzipielle Schaltung für das Franck-Hertz-Experiment.

f	Kathodenheizung
fk	Kathode
g1	Emissionsgitter
g2	Beschleunigungsgitter
A	Auffänger, Anode

Betriebsartschalter: wählt die Betriebsart zur Variation der Beschleunigungsspannung U_2 .

-  Oszilloskopdarstellung.
-  Aufzeichnung der Kurve mit CASSY oder Schreiber.
- RESET Beschleunigungsspannung wird auf 0 V gesetzt.
- MAN manuelle Einstellung der Beschleunigungsspannung (punktweise Aufzeichnung der Kurve).

Spannungssteller U_2 : zur manuellen Einstellung der Beschleunigungsspannung U_2 in der Betriebsart „manuell“.

Status-LEDs: zeigen den Anschluss eines Franck-Hertz-Rohres an (siehe Bedeutung von Signalen).

Analogausgang $U_2/10$: liefert eine zur Beschleunigungsspannung U_2 proportionale Ausgangsspannung.

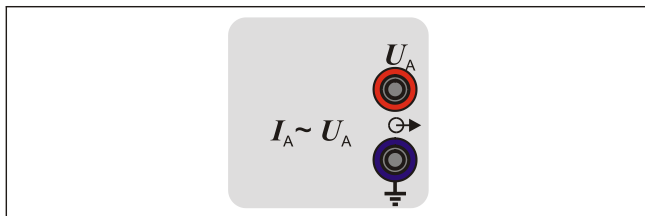
Anschlussfeld



DIN-Buchse, 7-polig zum Anschluss:

- a) des Hg-Franck-Hertz-Rohres (555 854) über die Anschlussfassung mit DIN-Stecker (555 864) oder
- b) des Ne-Franck-Hertz-Rohres (555 870) über das Verbindungskabel (555 872).

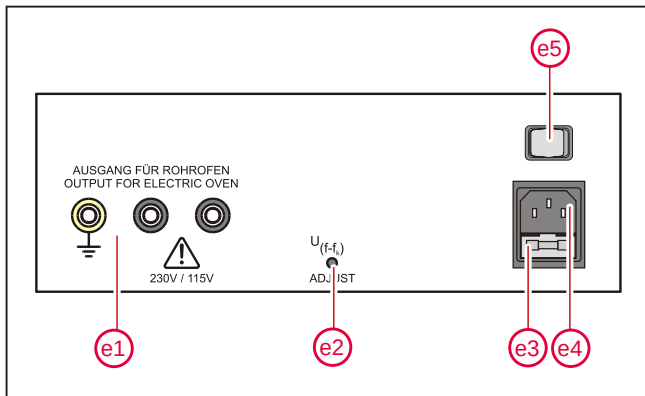
Auffängerstrom-Ausgabefeld



Analogausgang U_A : liefert eine zum Auffängerstrom I proportionale Ausgangsspannung mit 1 nA/V

$$I = 1 \text{ nA} \cdot \frac{U_A}{V}$$

Rückseite



e1	Anschluss für Rohrofen
e2	Kathodenheizspannung, Schraubenzieherpotentiometer
e3	Primärsicherung
e4	Netzanschluss
e5	Netzschalter

Anschluss für Rohrofen: zum elektrischen Anschluss des Rohrofens und zur Erdung des Kupferrohres aus dem Lieferumfang der Anschlussfassung für Hg-Franck-Hertz-Rohr.

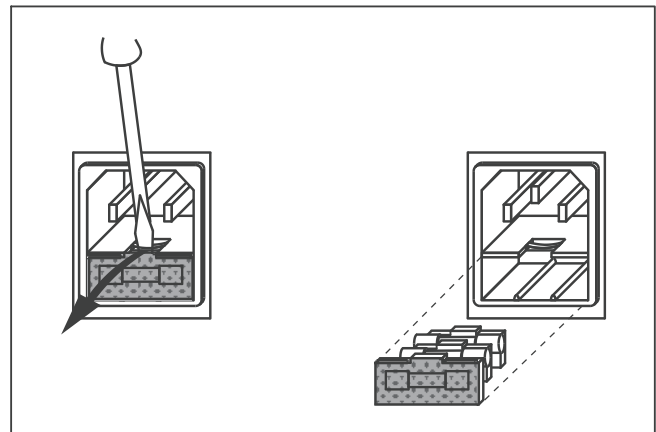
Schraubenzieherpotentiometer: zur Einstellung der Kathodenheizspannung. Bitte Warnhinweise beachten.

2.8 Bedeutung von Signalen

Status-LEDs am Betriebsfeld		
LED	Farbe	Betriebszustand
Hg	grün	kurzzeitig unmittelbar nach Einschalten des Betriebsgerätes
Hg	rot	Ofen wird hochgeheizt
Hg	grün	Solltemperatur erreicht
Ne	grün	Ne-Franck-Hertz-Rohr über Anschlusskabel angeschlossen
Status LEDs an der Digitalanzeige		
LED	Fehler	
Blinken sofort nach Einschalten des Franck-Hertz-Betriebsgerätes	Kein Temperaturfühler angeschlossen	
Blinken einige Minuten nach Einschalten des Franck-Hertz-Betriebsgerätes	Temperaturfühler angeschlossen, steckt aber nicht im Sackloch des Kupferzylinders	
Blinken einige Sekunden nach dem Herausfallen	Temperaturfühler ist nach Erreichen der Betriebstemperatur aus dem Sackloch des Kupferzylinders gefallen	

2.9 Instandhaltung

Sicherungstausch



1. Einsatz mit Fassung für Sicherung und Reservesicherung heraushebeln.
2. Defekte Sicherung durch neue Sicherung ersetzen.
3. Reservesicherung einsetzen und Einsatz wieder einschieben.

3 Recycling und Entsorgung



Getrennte Erfassung von Elektro- und Elektronikgeräten

In vielen Ländern der Erde werden Elektrogeräte aufgrund der darin enthaltenen wertvollen Rohstoffe getrennt gesammelt und der Wiederverwertung zugeführt und nicht mit dem Hausmüll entsorgt.

Altbatterien und Altakkumulatoren, die nicht vom Altgerät umschlossen sind, sowie Lampen, die zerstörungsfrei aus dem Altgerät entnommen werden können, sind vor der Entsorgung vom Altgerät zerstörungsfrei zu trennen. Personenbezogene Daten sind zudem auf den zu entsorgenden Altgeräten zu löschen.

Zur Entsorgung innerhalb Deutschlands sind die Altgeräte sowie die entnommenen Elektro-Bestandteile an folgende Adresse zu senden oder zu bringen:

LD DIDACTIC GmbH – Service
Gleueler Straße 72
D-50226 Frechen

Innerhalb der EU gilt die WEEE-Richtlinie 2012/19/EU. Wenden Sie sich bei Entsorgungsfragen bitte an Ihren Händler.

In allen übrigen Ländern prüfen Sie bitte die entsprechenden nationalen Verordnungen.