

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG
 Robert-Bosch-Breite 10
 D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-0
 Fax +49 (0) 551 604-107
 E-mail info@phywe.de

Betriebsanleitung

 Das Gerät entspricht den zutreffenden EG-Rahmenrichtlinien



Abb. 1: 09105-10 Franck-Hertz-Hg-Röhre in der Halterung

09105-93 Franck-Hertz-Ofen

INHALTSVERZEICHNIS

- 1 SICHERHEITSHINWEISE
- 2 ZWECK UND BESCHREIBUNG
- 3 HANDHABUNG
- 4 BETRIEBSHINWEISE
- 5 TECHNISCHE DATEN
- 6 MATERIAL
- 7 ENTSORGUNG

1 SICHERHEITSHINWEISE



Wichtig!

- **Der innere Aufbau der Franck-Hertz-Hg-Röhre hat sich im Verlauf der Jahre geändert, so dass alte Bedienungsanleitungen nicht mehr aktuell sind. Um Schäden am gelieferten Rohr zu vermeiden, lesen Sie bitte diese Betriebsanleitung vor der Inbetriebnahme des Rohres sorgfältig durch. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.**

Achtung!



- Achten Sie darauf, dass die auf dem Typenschild des Gerätes angegebene Netzspannung mit der Ihres Stromnetzes übereinstimmt.
- Das Gerät ist so aufzustellen, dass Netzschalter bzw. Gerätestecker frei zugänglich sind. Die Lüftungsschlitze des Gerätes dürfen nicht abgedeckt werden.
- Das Gerät ist nur zum Betrieb in trockenen Räumen, die kein Explosionsrisiko aufweisen, vorgesehen.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehenen Zweck.

2 ZWECK UND BESCHREIBUNG

Die Franck-Hertz-Röhre und der Franck-Hertz-Ofen (siehe Abb. 1) sind speziell für die Erfordernisse der Physikausbildung in Schule und Hochschule entwickelte Demonstrations- und Praktikumsgeräte. Um eine für den Versuch hinreichende Dampfdichte des Quecksilbers zu erhalten, muss die Röhre erwärmt werden. Hierzu wird sie in den Heizofen eingebracht.

Der Verlauf der Abhängigkeit des Anodenstroms von der angelegten Beschleunigungsspannung liefert den Nachweis der diskreten Energieabgabe freier Elektronen beim Zusammenstoß mit Hg-Atomen. Die Anregungsenergie dieser Atome lässt sich aus den aufgezeichneten Spektren bestimmen. Mit Hilfe des Franck-Hertz-Versuchs (nach James Franck und Gustav Hertz) von 1913/14 wurde das von Bohr postulierte Schalenmodell des Atoms experimentell bestätigt.

3 HANDHABUNG

3.1 Heizofen

Der Heizofen wird über die mitgelieferte Geräteschnur mit hitzebeständigem Stecker an das Wechselstromnetz angeschlossen; ein Betrieb mit Gleichspannung ist nicht zulässig. Vor der Erstbenutzung ist das Gerät bei höchster Einstellung für ca. 10 Minuten aufzuheizen. Hierdurch werden flüchtige Bestandteile abgeraucht. Ein Einatmen des Rauches ist unter allen Umständen zu vermeiden.

3.1.1 Wenn der Ofen an das Franck-Hertz-Betriebsgerät 09105.99 angeschlossen ist (siehe Abb.2), dann ist der seitlich angebrachte Stellknopf der Temperaturregelung auf Maximum einzustellen. Denn die Ofentemperatur wird durch das Franck-Hertz-Betriebsgerät automatisch geregelt.

3.1.2 Ohne das Franck-Hertz-Betriebsgerät kann die Ofentemperatur auch manuell durch Drehen des Stellknopfes variiert werden. Hat der Bimetallschalter die Heizung noch nicht abgeschaltet, wenn die gewünschte Temperatur um etwa 5 °C überschritten ist, so drehe man den Stellknopf entgegen dem Uhrzeigersinn so weit zurück, bis der Bimetallschalter die Heizung abschaltet (ein Klickgeräusch ist zu hören). Diese Einstellung muss ggf. noch einige Male korrigiert werden, ehe sich (nach ca. 15 min Anheizzeit) die gewünschte Temperatur mit einer Schwankungsbreite von ca. ± 15 °C um den vorgegebenen Mittelwert 25°C) eingependelt hat.



Vorsicht!

- Das Ofengehäuse und die Schrauben an der Frontplatte weisen während des Betriebs die aktuell eingestellte Temperatur auf, können also sehr heiß werden. Insbesondere bei längerem Betrieb können sich der Haltegriff und die BNC-Buchse auf der Frontplatte des Franck-Hertz-Rohres stark erwärmen.
- Die Temperaturmessung erfolgt aus Sicherheitsgründen mit einem Thermoelement (13615-01, 13615-02) und dem Franck-Hertz-Betriebsgerät (09105-99) oder einem digitalen Temperaturmessgerät (07050-00). Der Thermofühler wird durch die Öffnung auf der Ofenoberseite ins Innere eingeführt. Die Temperaturmessung sollte etwa in der Ofenmitte erfolgen.
- Es empfiehlt sich, unter den Heizofen eine Wärmeschutzplatte zu legen.
- Das Gerät darf nur unter Aufsicht betrieben werden.
- Das Gerät muss frei stehen, d.h. zu benachbarten Geräten muss ein Mindestabstand von 20 cm eingehalten werden.
- Nach dem Heizbetrieb darf das Gerät erst nach einer Abkühlzeit von ca. 15 min angefasst werden.



Abb. 2: Aufbau des Franck-Hertz-Experiments mit Hg-Röhre und Ofen

3.2 Franck-Hertz-Hg-Röhre

Das Franck-Hertz-Rohr (Elektronenstoßrohr) ist eine Dreielektrodenröhre mit ebenen, parallel angeordneten Elektroden (siehe Abb. 3): einer indirekt geheizten Oxidkathode **C**, einer gitterförmigen Beschleunigungselektrode **A** und einer Auffängerelektrode **S**. Der Abstand zwischen Kathode und Gitter ist groß gegenüber der mittleren freien Weglänge der Elektronen im Hg-Dampf bei Betriebstemperatur, damit eine möglichst hohe Stoßwahrscheinlichkeit erzielt wird; der Abstand zwischen Gitter und Auffängerelektrode ist dagegen klein gehalten. In die Gitterzuleitung ist ein Schutzwiderstand eingebaut.

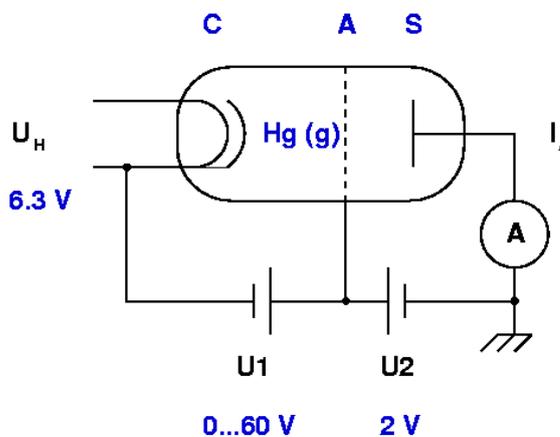


Abb. 3: Schematischer Aufbau einer Hg-Dreielektrodenröhre

Infolge der beim Betrieb des Franck-Hertz-Rohres erzeugten Quecksilberionen wird bei einer kritischen Beschleunigungsspannung eine Zündung (Glimmentladung) auftreten. Der Auffängerstrom steigt dann sprunghaft an und kann den größten Strommessbereich des Verstärkers überschreiten. Nach Einsetzen der Zündung sollte die Beschleunigungsspannung deshalb sofort reduziert werden bis die Entladung erlischt. Wird das Franck-Hertz-Rohr mit dem Franck-Hertz-Betriebsgerät 09105-99 verwendet, dann erfolgt die Abschaltung der Spannungsversorgung nach 7 sec. automatisch, wenn das Franck-Hertz-Rohr unsachgemäß betrieben wird.



Es ist zu beachten, dass beim ersten Betrieb die Franck-Hertz Röhre die unten genannten Einstellungen zu übernehmen sind. Um einen reibungslosen Betrieb der Franck-Hertz Hg-Röhre zu gewährleisten ist es wichtig die Betriebsanleitung sorgfältig zu lesen.

Bitte entnehmen Sie die einzustellenden optimierten Parameter entsprechend des der Röhren beiliegenden Testreports.

Die Spannung U_H darf nicht zu hoch eingestellt werden, um den Zündvorgang und die langfristige Zerstörung des Rohres zu vermeiden. Falls das Einsetzen der Zündung bei zu niedrigen Beschleunigungsspannungen erfolgt, so muss die Ofentemperatur erhöht bzw. die Heizspannung U_H reduziert werden. Je höher die Ofentemperatur desto höher liegt die Spannung, bei welcher die Röhre zündet. Ferner nehmen mit wachsender Ofentemperatur der Auffängerstrom im Mittel ab und entsprechend auch der Absolutwert seiner Maxima. Je nach Röhre können auch noch bei etwas tieferen Temperaturen (bis 160 °C) oder auch bei höheren Temperaturen (bis 190 °C) vorteilhafte Versuchsergebnisse erzielt werden. Das charakteristische Franck-Hertz-Spektrum (siehe Abb. 4): Abhängigkeit des Auffängerstromes I_A von der angelegten Beschleunigungsspannung U_1 ist bei **fest eingestellter** Heizspannung U_H aufzunehmen (Stromstärke der Kathodenheizung darf nicht erhöht werden!), durch variieren der Beschleunigungsspannung von 0 V bis 60 V. Der Auffängerstrom I_A darf 1 μ A nicht übersteigen, d.h. die Röhre sollte möglichst nie zünden!

Hinweise:

- Aufgrund der Temperaturschwankungen des Heizofens können sich bei wiederholten Messungen für die gleiche Beschleunigungsspannung etwas unterschiedliche Höhen des Auffängerstromes ergeben; die Lage der Maxima bleibt hiervon jedoch unberührt.
- Die Lage der Maxima des Auffängerstromes bleibt beim ändern der Gegenspannung unverändert, die Lage der Minima hingegen verschiebt sich etwas. Die Höhe des mittleren Auffängerstromes nimmt mit wachsender Gegenspannung ab.
- Wenn beim Versuch das Franck-Hertz-Betriebsgerät nicht verwendet wird, empfiehlt es sich, bei Erreichen der optimalen Ofentemperatur (sie ist abhängig von der verwendeten Franck-Hertz-Röhre) die Heizung auszuschalten und sofort mit der Aufzeichnung der Kurve zu beginnen.
- Beim Ein- bzw. Ausschalten des Heizofens durch den Bimetallschalter ergibt sich eine Belastungsänderung des Wechselstromnetzes, die eine kleine Änderung der eingestellten Beschleunigungsspannung bewirkt: dies ist ggf. zu beachten, wenn der Schaltvorgang gerade während der Aufzeichnung der Kurve erfolgt.

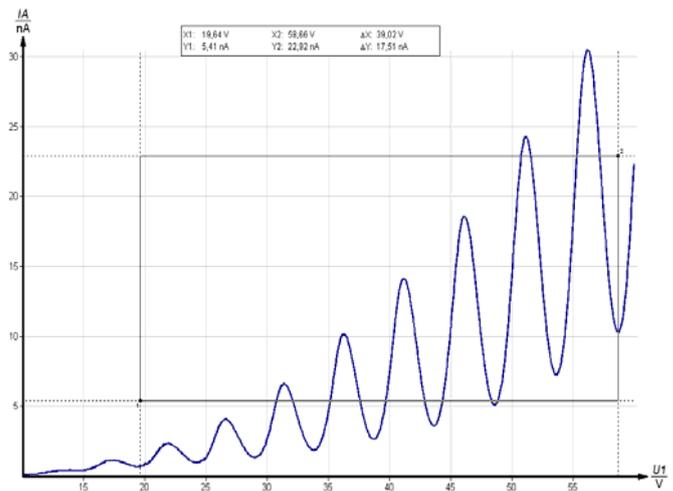


Abb.: 4 Typische Franck-Hertz-Kurve für Hg

4 BETRIEBSHINWEISE

Das vorliegende Qualitätsgerät erfüllt die technischen Anforderungen, die in den aktuellen Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft zusammengefasst sind. Die Produkteigenschaften berechtigen zur CE-Kennzeichnung. Der Betrieb dieses Gerätes ist nur unter fachkundiger Aufsicht in einer beherrschten elektromagnetischen Umgebung von Forschungs-, Lehr- und Ausbildungsstätten (Schulen, Universitäten, Instituten und Laboratorien) erlaubt. Dies bedeutet, dass in einer solchen Umgebung Sendefunkrichtungen, wie z. B. Mobiltelefone nicht in unmittelbarer Nachbarschaft verwendet werden dürfen. Die einzelnen angeschlossenen Leitungen dürfen nicht länger als 2 m sein. Durch elektrostatische Aufladungen o.ä. elektro-magnetische Phänomene (HF, Burst, indirekte Blitzentladungen usw.) kann das Gerät beeinflusst werden, so dass es nicht mehr innerhalb der spezifizierten Daten arbeitet. Folgende Maßnahmen vermindern bzw. beseitigen den störenden Einfluss:
Teppichboden meiden; für Potentialausgleich sorgen; Experimentieren auf einer leitfähigen, geerdeten Unterlage, Verwendung von Abschirmungen, abgeschirmter Kabel. Hochfrequenzsender (Funkgeräte, Mobiltelefone) nicht in unmittelbarer Nähe betreiben. Nach einem Totalausstieg durch Betätigung des Netzschalters einen „Reset“ durchführen. Bei Verwendung des Franck-Hertz-Betriebsgeräts 09105-99 ist die Betriebsanleitung dieses Gerätes zu beachten.

5 TECHNISCHE DATEN

(typ. für 25 °C)

Betriebstemperaturbereich 5 ... 40 °C,
rel. Luftfeuchte < 80 %

Franck-Hertz-Rohr

Temperatur (175 ± 10) °C
Spannung U1 0 ... 60 V
Spannung U2 0 ... 3 V
Spannung U_H 0 ... 7 V; Stromstärke < 150 mA

Franck-Hertz-Ofen

Schutzklasse I
Anschlussspannung (+6% / -10%) siehe Typenschild
Netzfrequenz 50/60 Hz
Leistungsaufnahme ca. 600 W
Maximaltemperatur 300 °C
Gehäusemaße (mm) ca. 153 x 153 x 325
Masse ca. 2 kg

6 MATERIAL

A. Franck-Hertz Experiment mit Hg-Röhre ohne PC

Franck-Hertz Betriebsgerät 09105-99
Franck-Hertz Hg-Röhre 09105-10
Franck-Hertz Ofen 09105-93 bzw.
09105-90
Thermoelement NiCr-Ni 13615-01 bzw.
13615-02
Verbindungskabel, für Hg-Röhre 09105-30
BNC-Kabel, l = 750 mm 07542-11

B. Franck-Hertz Experiment mit PC

Wie in A. und zusätzlich:

RS 232 Datenkabel (mit Ferrit) 14602-00
Franck-Hertz Software 14522-61

7 ENTSORGUNG

Die Verpackung besteht überwiegend aus umweltverträglichen Materialien, die den örtlichen Recyclingstellen zugeführt werden sollten.



Dieses Produkt gehört nicht in die normale Müllentsorgung (Hausmüll). Soll dieses Gerät entsorgt werden, so senden Sie es bitte zur fachgerechten Entsorgung an die unten stehende Adresse.

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG
Abteilung Kundendienst
Robert-Bosch-Breite 10
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-0
Fax +49 (0) 551 604-107