

Prak.: P2 Semester: SS21 Wochentag: Do Gruppennr.: 19

Name: Ruef Vorname: Shannon

Name: Hohmann Vorname: Bernard

Emailadresse(n): shannon.ruef@student.kit.edu

Versuch: Franck Hertz (P2-53) Fehlerrech.: nein

Betreuer: Florian Schrepp Durchgeführt am: 10.06.21

Wird vom Betreuer ausgefüllt.

1. Abgabe am: 17.06.21

Rückgabe am: 24.06.21 Begründung:

Versucht eure Plots in der ersten Aufgabe auch schon mit der Beschleunigungsspannung auf der x-Achse zu machen. Wird deutlich übersichtlicher und schöner. Also faktisch wie der Plot in Aufgabe 2, der ist gut

Ansonsten sehr schönes Protokoll, wenn ihr die Plots kurz anpasst bekommt ihr ein +

2. Abgabe am: _____

Ergebnis: + / 0 / - Fehlerrechnung: Ja / Nein

Datum: _____ Handzeichen: _____

Bemerkungen:

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenblatt	1
Messprotokoll	3
1 Franck Hertz mit Quecksilber	7
1.1 Aufbau	7
1.2 Energie der niedrigsten beobachtbaren Anregung von Quecksilber	7
1.3 Raumladungsgesetz	8
1.4 Ionisierungsarbeit	9
1.5 Emissionslinien bei Gasentladung	10
2 Nächste Anregung von Quecksilber	12
3 Mittlere Energie für die Anregung von Neon	14
Literaturverzeichnis	16

Abbildungsverzeichnis

1.1 Franck Hertz Aufbau	7
1.2 Die Franck Herz Kurven bei Temperaturen von $120^{\circ}C$, $130^{\circ}C$, $140^{\circ}C$ und $150^{\circ}C$ von links oben nach rechts unten. Man erkennt deutlich den Dämpfungseffekt vom Quecksilberdampf, da U_3 in allen vier Durchführungen ungefähr gleich ist.	8
1.3 Die Messwerte liegen perfekt auf der Linearen Fitgerade, womit die Linearität des Raumladungsgesetzes demonstriert ist.	9
1.4 Die beiden Geraden werden dafür verwendet, die Ionisierungsarbeit zu bestimmen mit deren Schnittpunkt.	10
1.5 Die Ionisierungsarbeit beginnt beim ersten Peak.	10
1.6 Sichtbaren Linien	11
2.1 Anregungszustände	12
3.1 Sichtbare Ringe in der Neon-Franck-Hertz-Röhre	14

3.2	Frank Hertz Kurve von Neon	14
-----	--------------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

1.1	Messdaten für die Messung mit der Heizwendel.	8
1.2	Erwartete Linien[Vor]	11
2.1	Caption	13
3.1	Spannungsänderung bei Neon	15

Der Franck-Hertz-Versuch (1913/14) ist eine wesentliche experimentelle Stütze für die Bohrsche Atomtheorie (1913). Allerdings wurde der Versuch zunächst nicht mit dieser Zielsetzung ausgeführt und einige Ergebnisse ihrer Elektronenstoßversuche wurden von James Franck und Gustav Hertz anfangs sogar falsch interpretiert. Die Experimente waren aber so ausgezeichnet, daß Franck und Hertz im Jahre 1925 dafür den Nobelpreis erhielten. Auf den ersten Blick erscheint der Versuch sehr einfach. Beim genaueren Hinsehen wird jedoch klar, wieviel experimentelle und gedankliche Sorgfalt nötig ist, um zu verlässlichen Ergebnissen zu kommen. Der Aufgabentext enthält Fragen, über die Sie sich schon bei der Vorbereitung Gedanken machen sollen.

1.1 Bauen Sie die Schaltung der Quecksilber-Franck-Hertz-Röhre mit dem Betriebsgerät auf. Diskutieren Sie die Schaltung in allen wesentlichen Einzelheiten. Eine Prinzipschaltplanskizze finden Sie als Figur 3 in der Vorbereitungshilfe. Für die Beschleunigungsspannung an der Anode kann wahlweise eine Sägezahnspannung (0-30V) zur oszillographischen Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve, eine lineare Rampe für die Aufzeichnung der Kurve als Einmalereignis mit dem Speicheroszillographen oder eine über ein Potentiometer einstellbare Gleichspannung für eine punktweise Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve verwendet werden. Die im Schaltplan eingezeichneten Widerstände zwischen den Röhrenelektroden und ihren Anschlußbuchsen sind im Röhrengehäuse (Ofen) fest eingebaut.

1.2 Messen Sie die Energie für die niedrigste beobachtbare Anregung von Quecksilber durch Elektronenstoß. Bestimmen Sie außerdem die Größe der Kontaktspannung zwischen Kathode und Anode. Schalten Sie die Kathodenheizung ein (Lassen Sie sie eingeschaltet, solange die Röhre heiß ist!) und heizen Sie dann mit der Ofenheizung die Röhre auf etwa $\sim 160^\circ\text{C}$ auf. Die Kontrollleuchte wird grün, wenn die Solltemperatur erreicht wird. **Vermeiden Sie, die Röhre jemals über 190°C zu erhitzen.** Ermitteln Sie durch oszillographische Beobachtung bei verschiedenen Temperaturen (etwa 160, 150, 140, 120°C) die günstigsten Betriebsbedingungen (Kathodenheizung, Spannung am Raumladungsgitter, Gegenspannung). Begründen Sie qualitativ den Einfluß dieser Parameter auf die Form der Franck-Hertz-Kurve. Nehmen Sie jeweils die optimale Franck-Hertz-Kurve mit Hilfe des Speicheroszilloskops auf. Beachten Sie die Unterschiede zwischen den Bildern bei durchlaufender Rampe und beim Einmalvorgang. Diskutieren Sie das Zustandekommen der typischen Franck-Hertz-Kurve. Bestimmen Sie aus den aufgezeichneten Daten (Eichung der x-Achse!) die Energie für die niedrigste beobachtbare Anregung von Quecksilber durch Elektronenstoß.

1.3 Nehmen Sie bei etwa 150°C mit Hilfe eines empfindlichen Strommeßinstruments in der Anodenleitung eine Anodenstromkurve $I_{g2} = f(U_{g2})$ auf. Überprüfen Sie durch geschickte Auftragung die erwartete $U^{3/2}$ -Abhängigkeit (Raumladungsgesetz). Warum zeigt die Anodenstromkurve keinerlei 'Franck-Hertz-Form'?

1.4 Bestimmen Sie aus diesen Graphen die Ionisierungsarbeit von Quecksilber auf zwei Arten:

- (a) Messen Sie mit dem Multimeter den Anodenstrom in Abhängigkeit von der Anodenspannung und
(b) Plotten Sie den Auffängerstrom mit Hilfe des Oszillographen.

Stellen Sie für Stoßionisation günstige Betriebsbedingungen ein. Um deutliche Effekte zu erhalten, muss das Raumladungsgitter G_1 als Anode verwendet werden: Setze G_1 auf gleiches Potential wie G_2 . Die Beschleunigungsspannung ist dann $U_A = (U_1 + U_2)$. (wird bei Aufgabe 2 ebenso geschaltet).

1.5 Beobachten Sie mit einem Taschenspektroskop die im Bereich des sichtbaren Lichts liegenden Emissionslinien bei brennender Gasentladung. Lassen Sie eine ständige Gasentladung zünden. Es besteht dabei keine Gefahr für die Apparatur. Der $10\text{k}\Omega$ -Widerstand in der Anodenleitung begrenzt den Strom. Hätte man eigentlich den Spannungsabfall an diesem Widerstand bei den vorangegangenen Aufgaben berücksichtigen müssen?

2. Bestimmen Sie die Energie für die nächst höhere Anregung von Quecksilber. Benutzen Sie die Schaltung gemäß 1.4, so dass die Wahrscheinlichkeit für das Erreichen und für die Beobachtbarkeit höherer Anregungsenergien erheblich vergrößert wird (siehe S.6 der Vorbereitungshilfe). Suchen Sie günstige Betriebsbedingungen auf (oszillographische Beobachtung) und drucken Sie eine Franck-Hertz-Kurve, aus

der Sie auf die zweitniedrigste Anregungsenergie schließen können. Die Struktur dieser Kurve wird im Wesentlichen nur durch Linearkombinationen der beiden niedrigsten Anregungsenergien bestimmt. Weitere Anregungsenergien sind bestenfalls schwach angedeutet. Das Ergebnisbild ist ähnlich zu aber nicht identisch mit Bild 7 in der Vorbereitungshilfe, das mit einer ganz anderen Röhre gewonnen wurde. Hg-Franck-Hertz-Röhren weisen erhebliche Fertigungstoleranzen auf und altern sehr unterschiedlich. Es ist deshalb möglich, daß bei den drei Franck-Hertz-Versuchen unterschiedlich gut ausgeprägte Kurven erreicht werden. Besonders deutlich werden die Unterschiede bei dieser Aufgabe. Nötigenfalls müssen Sie hier die Ergebnisse einer Nachbargruppe für die Auswertung benutzen.

3. Bestimmen Sie die mittlere Energie für die hauptsächliche Anregung von Neon durch Elektronenstoß aus einer oszillographisch dargestellten Franck-Hertz-Kurve.

„Mittlere“ steht hier, weil es sich um eine Gruppe von Niveaus handelt, die in einem etwa 0,5 Elektronenvolt breiten Energiebereich liegen. Das zugehörige emittierte Licht ist rot. Bei Erhöhung der Beschleunigungsspannung kann man die Vermehrung und die Verlagerung von Leuchtschichten im Beschleunigungs- und Stoßraum beobachten. Eine spezielle Röhre mit indirekter Kathodenheizung und planparalleler Elektrodenanordnung sowie mit Neon-Füllung wird benutzt. Die Kontaktspannung zwischen BaO-Kathode und Metallanode mindert die angelegte Spannung um etwa 2,5V. Die Schaltung entspricht der der Hg-Röhre. Die Ne-Röhre ist für alle drei Franck-Hertz-Versuche zusammen nur einmal vorhanden. Es wird aber nur wenig Zeit für diesen Teilversuch benötigt, weil die Schaltung fertig aufgebaut ist und Wartezeiten für das Aufheizen oder Abkühlen entfallen. Hätte bei dieser Röhre das Heizen einen Sinn? Was würde sich dabei ändern und was nicht? Wenn ein besonderes Interesse daran besteht, können auch hier Kurven mit dem Speicheroszilloskop aufgezeichnet werden. Die Röhre soll nicht in modifizierten Schaltungen (wie bei Aufgabe 2) betrieben werden.

Zubehör:

Koaxiale Franck-Hertz-Tetrode: mit einem Tropfen Quecksilber im Innern (max. Heizstrom der indirekt geheizten BaO-Kathode: 0,4A, Abstand K-G₁: ca. 0,5mm, K-G₂: ca. 6mm), eingebaut in einen Heizofen mit einstellbarem Thermostat, Sichtfenstern, NiCr-NiThermofühler, Schutzwiderständen und Anschlussbuchsen..

Betriebsgerät zur Franck-Hertz-Röhre: bis zum erlaubten Grenzwert einstellbare Heizspannung für die Kathode (6.4 V), bis 5V einstellbare Gleichspannung für das Raumladungsgitter, deren Minuspol mit einem Pol der Heizstromquelle verbunden ist, eine bis 30V einstellbare Gleichspannung, eine lineare Rampe bis 30 V und eine bis 30V Spitzenwert Sägezahnspannung alternativ als Beschleunigungsspannung U_B ; bis 10V einstellbare Gleichspannung für das Gegenfeld. Ausgabebuchsen für $U_B/10$ und U_A , eine dem Auffängerstrom proportionale Spannung ($1V \approx 1nA$).

USB-Oszilloskop (Picoscope) mit Computer;

Tischmultimeter (GW-Instek GDM-8245);

Taschenspektroskop mit Stativ;

Franck-Hertz-Tetrode mit Neon-Füllung (mit Lichtschutzgehäuse, Sichtfenster, Sockelplatte mit Anschlußbuchsen, 10k Ω -Schutz-R in der Anodenleitung, maximaler Anodenstrom 5 μ A, planparallele Elektroden, K-A-Abstand ca. 7mm) und **Betriebsgerät** (regelbarer Heizstrom; wahlweise Gleich- oder Sägezahnspannung, einstellbar bis 70V, für die Beschleunigung; einstellbare Sägezahnspannung für die X-Ablenkung des Oszillographen; Verstärker für den Auffängerstrom); **Zusatzbetriebsgerät** (feste Gleichspannung für das Raumladungsgitter, auch Steuergitter genannt; bis 10V einstellbare Gleichspannung für das Gegenfeld).

Literatur:

Hermann (Hsg.): Dokumente der Naturwissenschaft, Abt. Physik, Band 9, *Die Elektronenstoßversuche von Franck und Hertz* (Orig.texte)

DeGroot, Penning: Handb.d.Phys. (Hsg. Geiger/Scheel), Band 23/1 (1933), Kap.2, (Übersichtsartikel)

Haken, Wolf: *Atom- und Quantenphysik*, Kap. 'Anregung von Quantensprüngen durch Stoß'

Finkelburg: *Einf. in die Atomphysik*, Kap. 'Anregung von Quantensprüngen durch Stöße'

Schpolski: *Atomphysik*, Band 1, Kap. 'Energieniveaus der Atome'

dtv-Atlas zur Atomphysik, Abschnitt 'Meßmethoden / Messung von Anregungsenergien'

Fa. NEVA: 'Franck-Hertz-Versuch mit Neon' (am Platz vorhanden)

Jüngst: Vorbereitungshilfe zum Franck-Hertz-Versuch

Tabelle:

1.2

$$T_{160} = 150^{\circ}\text{C} \quad U_{\text{Kath}} = 4,07\text{V} \quad U_1 = 4,13\text{V} \quad U_3 = 3,39\text{V}$$

$$U_{\text{Besch.}}$$

$$I_{\text{Anode}}$$

$$P_{\text{eats}}$$

$$\Delta U:$$

$$U_{\text{Kath.}}$$

$$U_{\text{Anode}}$$

$$U_{\text{Th}} = n \cdot \Delta U - U_{\text{K}} - U_{\text{A,n}}$$

$$P_{\text{Anode}}$$

$$T_{150} = 139^{\circ}\text{C} \quad U_{\text{Kath}} = 4,01\text{V} \quad U_1 = 4,25\text{V} \quad U_3 = 3,59\text{V}$$

$$U_{\text{K.}}$$

$$U_{\text{Kath.}}$$

$$U_{\text{Th}}$$

$$P_{\text{eats}}$$

$$\Delta U:$$

$$T_{140} = 127^{\circ}\text{C} \quad U_{\text{Kath}} = 4,01\text{V} \quad U_1 = 4,25\text{V} \quad U_3 = 3,73\text{V}$$

$$U_{\text{K.}}$$

$$U_{\text{Kath.}}$$

$$U_{\text{Th}}$$

$$I_{\text{A}}$$

$$U_{\text{A}}$$

$$P_{\text{A}}$$

$$P_{\text{eats}}$$

$$\Delta U:$$

$$T_{120} = 119^{\circ}\text{C} \quad U_{\text{Kath}} = 3,8\text{V} \quad U_1 = 4,25\text{V} \quad U_3 = 3,74\text{V}$$

$$U_{\text{K.}}$$

$$U_{\text{Kath.}}$$

$$U_{\text{Th}}$$

$$I_{\text{A}}$$

$$U_{\text{A}}$$

$$P_{\text{A}}$$

$$P_{\text{eats}}$$

$$\Delta U:$$

Für alles $U_{\text{Kath.}}$ und $U_{\text{Besch.}}$ auftragen

1.3

$$U_1 = 3.36V$$

$$U_3 = 0V$$

$$U_{AE} = 3.9$$

$$R_{g2} =$$

$$T = 150$$

I_{g2} in μA	U_{g2} in V
0	0V
0.01	2V
0.03	4
0.05	6
0.07	8
0.1	10
0.12	12
0.13	14
0.15	16
0.16	18
0.18	20
0.20	22
0.21	24
0.23	26
0.26	28
0.28	30
0.29	31.6

In 2V Schritten
20 Werte

I_{mode}

U_{Bess}

7.4

a) I_{g2} in μA

$U_1 =$

$R_{g1} =$

$I_{Anode} =$

I_{g1} [μA]

$U_2 =$

$R_{g2} =$

$R_{Anode} =$

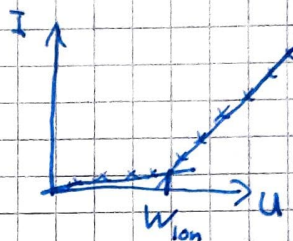
U_{g1} [V]

$U_3 =$

$U_{eff} =$

$T = 180 \text{ } 149$

in 2V Schritten
zerlegen



b) $U_1 =$

$R_{g1} =$

$I_{Anode} =$

Plotte

$U_2 =$

$R_{g2} =$

$U_{Anode} =$

U_{Anode}

$U_3 =$

$T =$

$R_{Anode} =$

$U_{eff} =$

über $U_{Beschl.} = U_1 + U_2 =$

[illegible]

$$T = 149$$

12

$T = \text{node } u_i =$

$$u_2 \subset$$

$$u_3: 0,44$$

$$U_{G1} = U_{Z_{\text{Besch}}} =$$

U. Aufl. =

$R_{\text{tuff.}}$

I Aufl. =

$$U_{AK} = 3,55$$

Peaks:

U. Aufl. über U. Beschl.

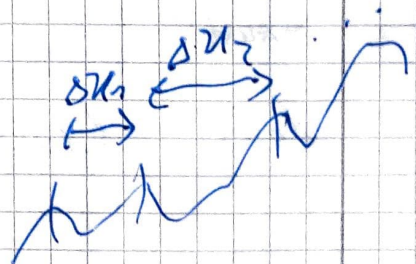
2tes Energieniveau von Picoscope

4.3

$$\Delta u_1 = 18 \text{ V}$$

$$\Delta U_2 = 10 \text{ V} \quad 34 \text{ V}$$

$$\Delta U_3: 22V \quad 56V$$



1. Franck Hertz mit Quecksilber

1.1 Aufbau

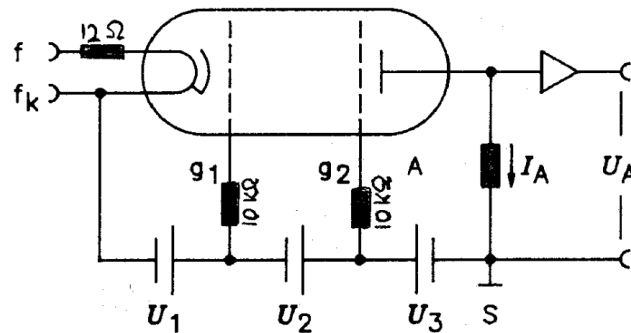


Abbildung 1.1: Franck Hertz Aufbau

Der Versuchsaufbau für den Franck Hertz Versuch ähnelt der Abbildung 1.1. Hierbei soll f und f_k die Kontakte für die Betriebsspannung U_{ffk} der Heizwendel sein. Je höher diese ist, desto mehr Elektronen entweichen aus der Heizwendel und sammeln sich in der Nähe an. Das Gitter g_1 dient zur Fokussierung des Elektronenstrahles. g_1 ist dabei grobmaschig, sodass die Elektronen gut durchfliegen können. Je positiver g_1 geladen ist mithilfe von U_1 , desto fokussierter ist der Elektronenstrahl. Das Gitter g_2 ist zur Beschleunigung der Elektronen zuständig mit der Beschleunigungsspannung U_2 . Der letzte Abschnitt innerhalb der Röhre wird durch eine Bremspannung U_3 gekennzeichnet, mithilfe derer Elektronen die durch g_2 durchfliegen auf die Auffangscheibe A aufprallen und dabei einen Spannungsunterschied U_A zwischen A und S erzeugen, der sich auch in einen Strom I_A erkenntlich macht. Hierbei sei angemerkt, dass U_A meißt so klein ist, dass ein Signalverstärker dazu notwendig ist. Gleichzeitig ist in der Röhre ein Quecksilberbad eingebaut, welches erwärmt werden kann, sodass innerhalb der Glasröhre ein Quecksilberdampf entsteht, durch welchen der fokussierte Elektronenstrahl durchführt. Ziel der Elektronenbeschleunigung ist es, dass die Elektronen irgendwann solche Energien erreichen, die es ihnen ermöglichen, auch inelastische Stöße mit Quecksilber auszuführen, um unter Anderem die Energieniveaus der Elektronenhülle von Quecksilber zu bestimmen. Auf diesem Effekt basieren auch alle weiteren Versuche in Kapitel eins und zwei.

1.2 Energie der niedrigsten beobachtbaren Anregung von Quecksilber

Für diesen Versuch nimmt man für unterschiedliche Temperaturen T die Franck Herz Kurven auf, diese sind in Abbildung 1.2 dargestellt. Hierbei wird die Auffängerspannung U_A über die Beschleunigungsspannung U_2 aufgetragen. Um die optimale Franck Herz Kurve zu bestimmen, werden U_1 und U_3 an einer Sägezahnspannung die an U_2 angelegt wird getestet, bis ein deutlicher Verlauf zu erkennen ist. Je höher U_1 gewählt wird, desto

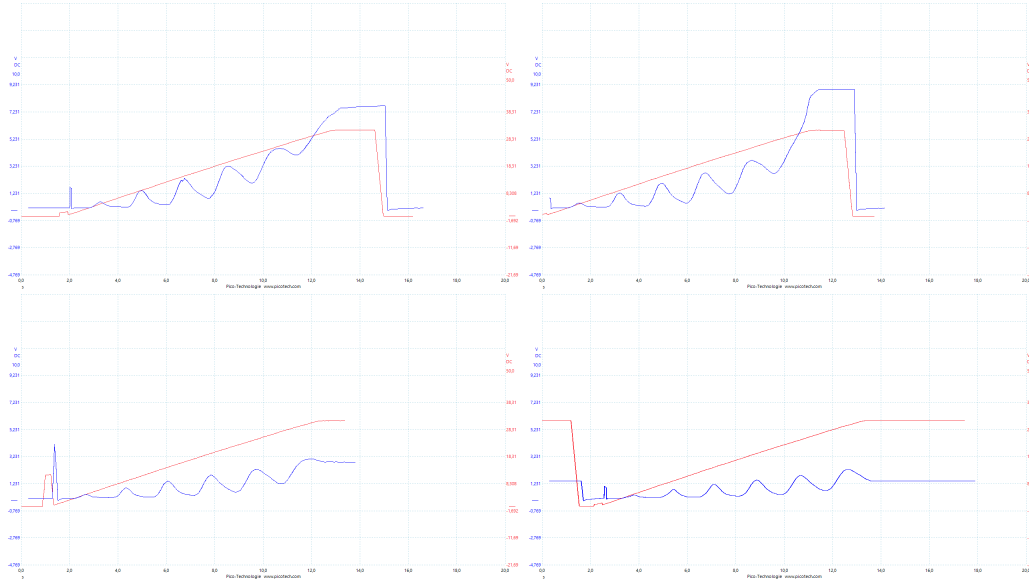


Abbildung 1.2: Die Franck Herz Kurven bei Temperaturen von 120°C , 130°C , 140°C und 150°C von links oben nach rechts unten. Man erkennt deutlich den Dämpfungseffekt vom Quecksilberdampf, da U_3 in allen vier Durchführungen ungefähr gleich ist.

höher der Ausschlag bei U_A , da mehr Elektronen auf die Auffängerplatte auftreffen. Als Gegenspieler zu U_1 dient U_3 , um Elektronen daran zu hindern die Auffängerplatte zu erreichen und wieder zurück zu g_2 zu fallen. Damit dämpft U_3 die Franck Herz Kurve. Die Temperatur regelt die Menge an Quecksilberdampf, also die Menge an Quecksilberatomen, die mit Elektronen potentiell inelastisch stoßen können, damit wird die Franck Herz Kurve auch gedämpft, weil Elektronen mit jedem inelastischen Stoß an Energie in Form von kinetischer Energie verlieren und somit eher von U_3 gänzlich verhindert werden können die Auffängerplatte zu erreichen.

Aus den auftretenden Peaks wird $\overline{\Delta U}$ bestimmt und daraus im Anschluss die Kontaktspannung U_K mit Hilfe der Formel:

$$U_K = n * \overline{\Delta U} - U_2 - U_{A,n} \quad (1.1)$$

Hierbei soll n als die Werte, die für den n -ten Peak zählen, aufgefasst werden. Anschließend bestimmen wir aus $\overline{\Delta U}$ die Anregungsenergie $\overline{E}$. Die Werte können in der Tabelle 1.1 abgelesen werden.

Tabelle 1.1: Messdaten für die Messung mit der Heizwendel.

$T[^{\circ}\text{C}]$	$\overline{E}[\text{eV}]$	$\overline{\Delta U}[\text{V}]$	U_K
120	5,377	5,377	-0,776
130	5,206	5,206	-0.639
140	5,125	5,125	0,0193
150	5,130	5,130	0,273

Damit stimmen die Werte für $\overline{E}$ ungefähr mit dem Literaturwert von $E_{\text{Lit}} = 4,89\text{eV}$ überein.

1.3 Raumladungsgesetz

In diesem Versuch wird der Anodenstrom, der an I_{g2} abfließt, bestimmt, in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_{g2} mit Hilfe eines Multimeters. Als Temperatur wird

$T = 150^\circ\text{C}$ gewählt. Ziel ist es das Gesetz $I_{g2} = \lambda \cdot U_{g2}^{\frac{3}{2}}$ zu demonstrieren. Dafür ist es geschickter eine lineare Regression für folgende Formel durchzuführen:

$$\log I_{g2} = \frac{3}{2} \cdot \log U_{g2} + \log \lambda \quad (1.2)$$

Wobei λ der Proportionalitätsfaktor sein soll. In Abbildung 1.3 kann man die Linearität des Raumladungsgesetzes nachvollziehen. Da $g2$ die Anode ist, bedeutet das, dass vor allem die langsamen Elektronen dort abfließen, deshalb hat die Abbildung 1.3 keine Franck Hertz Form.

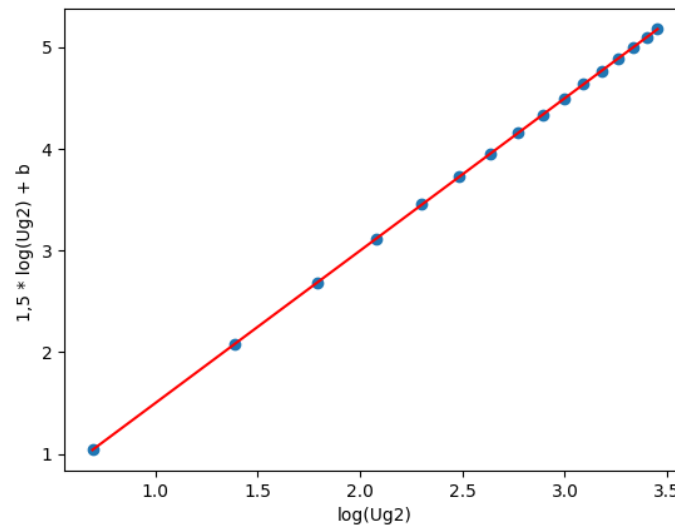


Abbildung 1.3: Die Messwerte liegen perfekt auf der Linearen Fitgerade, womit die Linearität des Raumladungsgesetzes demonstriert ist.

1.4 Ionisierungsarbeit

Um ein Quecksilberatome zu ionisieren, benötigen die Elektronen eine vielfach höhere Energie, deshalb müssen sie sehr stark beschleunigt werden, dies erreicht man, indem man sehr hohe Beschleunigungsspannungen verwendet. Desweiteren, sollte man sicher gehen, dass die Elektronen nicht während der Beschleunigungsphase mit unnötig vielen Quecksilberatomen inelastisch zusammenstoßen und damit ständig an Geschwindigkeit verlieren, dies erreicht man, indem man nun $g1$ als Beschleunigungsgitter verwendet, somit ist die Beschleunigungsspannung nun U_{g1} . Man misst nun den über $g1$ abfließenden Anodenstrom I_{g1} und trägt die Werte über U_{g1} auf, das resultierende Schaubild lässt sich in Abbildung 1.5 anschauen. Der Ionisierungseffekt tritt in Kraft, wenn im Schaubild die steilere Fitgerade mit der flacheren Fitgerade sich schneidet, weil genau dann werden zusätzlich noch Quecksilberelektronen, die herausgestoßen wurden, an $g1$ abfließen, sodass I_{g1} steil ansteigt. Das bedeutet, der Schnittpunkt beider Geraden ist gleich der Ionisierungsarbeit:

$$W_{Ion} = 13,650\text{eV}$$

Vergleicht man das errechnete Ergebnis mit dem Literaturwert von 10,44 eV [Vor], liegt der ermittelte Wert deutlich darüber. Das kann daran liegen, dass das Messgerät einige Ungenauigkeiten hat und es schwer ist genaue Werte abzulesen, da sie stark fluktuieren.

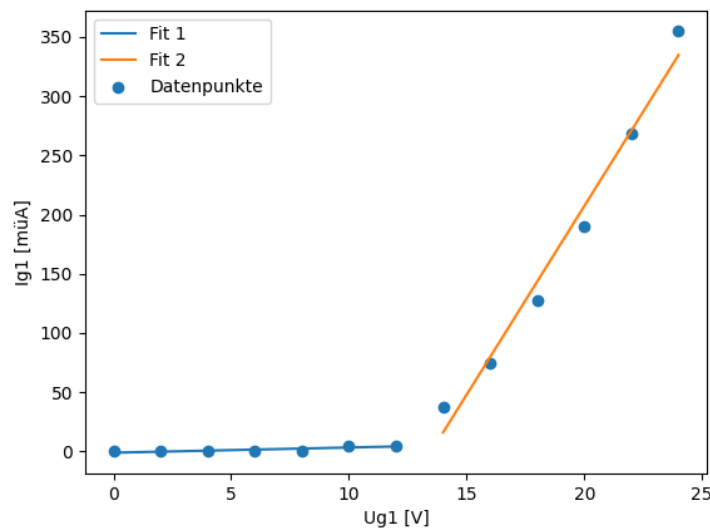


Abbildung 1.4: Die beiden Geraden werden dafür verwendet, die Ionisierungsarbeit zu bestimmen mit deren Schnittpunkt.

Weiterhin gibt es noch eine weitere Möglichkeit die Ionisierungsarbeit zu bestimmen, und zwar über den Auffängerstrom beziehungsweise die Auffängerspannung U_A . Je höher U_{g1} , desto mehr Elektronen kommen auch bei Auffänger an, allerdings kann es nun passieren, dass diese Elektronen Quecksilberatome ionisieren. Diese ionisierten Atome entziehen aus dem Auffänger Elektronen heraus, sodass ein dem Auffängerstrom entgegengesetzter Strom entsteht, sodass U_A kurz zusammen bricht. Im Schaubild 1.5 passiert das beim ersten Peak, wenn U_{g1} ca. $13,305V$ beträgt. Somit beträgt die Ionisierungsarbeit hier:

$$W_{Ion} = 13,305eV$$

Damit wird ein ähnlich schlechtes Ergebnis erzielt wie bei der vorherigen Methode, auch hier können wieder Messungenauigkeiten seitens des Messgerätes dafür verantwortlich sein.

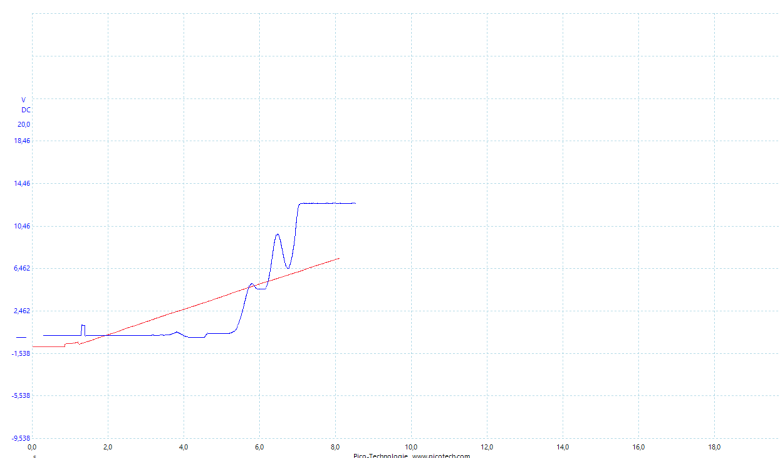


Abbildung 1.5: Die Ionisierungsarbeit beginnt beim ersten Peak.

1.5 Emissionslinien bei Gasentladung

Schließlich werden die Emissionslinien im sichtbaren Lichtspektrum mit einem Taschenspektroskop untersucht. Aus der Vorbereitungsliteratur erwarten wir, violette, blaue, grüne

und gelbe Linien der in Tabelle 1.2 aufgeführten Wellenlängen zu sehen.

Tabelle 1.2: Erwartete Linien[Vor]

Wellenlänge λ	Farbe
405	
408	violett
436	
493	blau
546	grün
579	gelb

Die sichtbaren Linien wurden fotografiert und sind in Abbildung 1.6 zu sehen. Wie erwartet waren die Linien von Gelb, Grün und Blau deutlich sichtbar. Nur eine violette Linie war zu sehen, aber das ist nicht unerwartet, da diese Wellenlängen am Rande des sichtbaren Spektrums liegen. Der rötliche Fleck ist in der Tat unerwartet, da dies nicht Teil des erwarteten Quecksilberspektrums ist, es wird angenommen, dass dies auf ein Leck der Gluhkathode zurückzuführen ist.

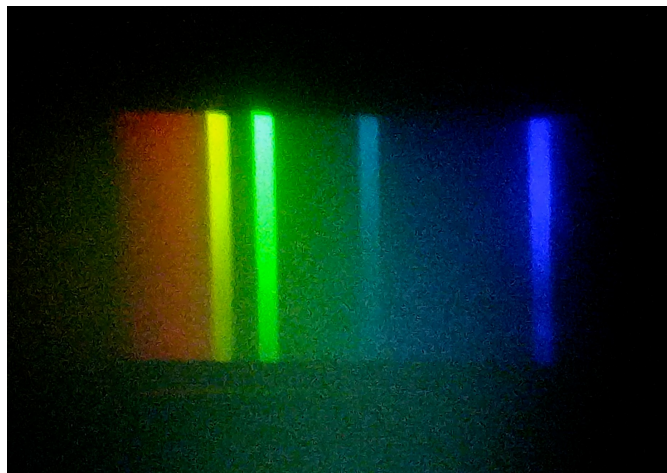


Abbildung 1.6: Sichtbaren Linien

2. Nächste Anregung von Quecksilber

Hier wird die nächsthöhere Anregungsenergie von Quecksilber ermittelt. Der Aufbau aus 1.4 wird so eingestellt, dass G1 und G2 die gleiche Spannung haben. Sowohl die Beschleunigungsspannung an G1 U_B , als auch die Spannung an der Elektrode U_A werden gesammelt und gegeneinander aufgetragen, wie in der Abbildung 2.1 zu sehen ist. Die 10 dargestellten Peaks wurden mit der Funktion findpeaks in Matlab gefunden und ihre Werte in Tabelle 2.1 aufgezeichnet. Da die Messung bei 120°C stattfand, wurden die Werte anschließend mit der in Aufgabe 1.2 gefundenen Thermokontaktspannung $U_{120} = -0.776$ korrigiert.

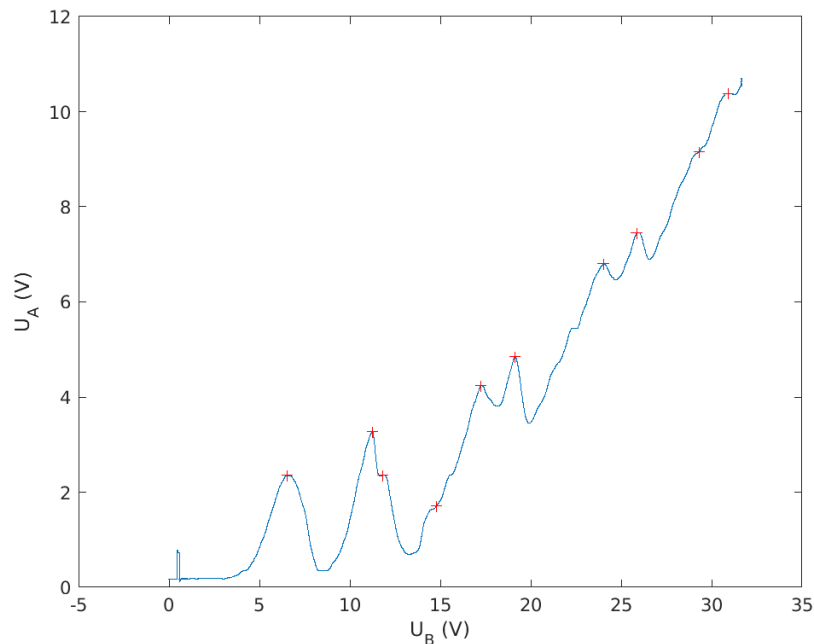


Abbildung 2.1: Anregungszustände

Jeder dieser Werte ist eine Kombination aus den ersten beiden Anregungsniveaus nach der Formel $E = a \cdot E_1 + b \cdot E_2$, wobei a und b ganze Zahlen sind. Zunächst verwenden wir die theoretischen Werte $E_1 = 4,89 \text{ eV}$ und $E_2 = 6,70 \text{ eV}$ [Vor], um für jeden gemessenen E -Wert die richtige Kombination von a und b zu finden. Diese Kombinationen, der resultierende theoretische E -Wert und die prozentuale Abweichung vom gemessenen E -Wert sind in Tabelle 2.1 notiert.

Schließlich kann dieselbe Energieformel als $E_2 = \frac{E - a \cdot E_1}{b}$ umgeformt werden. Die resultierenden Werte für E_2 sind auch in Tabelle 2.1 zu sehen. Für diese Berechnungen wurde der theoretische Wert E_1 und nicht der in 1.2 berechnete Wert verwendet, damit keine Fehler durchschlagen.

Tabelle 2.1: Caption

U_B (V)	E / U_{korr}	a	b	Theo E	E % Abw.	E_2
6.5401	5.7641	1	0	4.89	16.41	NA
11.2293	10.4533	2	0	9.78	6.66	NA
11.8229	11.0469	1	1	11.59	4.80	6.16
14.8091	14.0331	3	0	14.67	4.44	NA
17.246	16.47	2	1	16.48	0.06	6.69
19.1137	18.3377	1	2	18.29	0.26	6.72
24.0257	23.2497	2	2	23.18	0.30	6.73
25.8858	25.1098	1	3	24.99	0.48	6.74
29.3176	28.5416	3	2	28.07	1.67	6.9358
30.9198	30.1438	2	3	29.88	0.88	6.78

Der Durchschnittswert für die zweite Anregungsenergie beträgt $E_2 = 6,68$. Dies ist nur 0,28% Prozent anders als unser Literaturwert[Vor].

3. Mittlere Energie für die Anregung von Neon

Abschließend bestimmen wir die mittlere Anregungsenergie für Neon. Zu diesem Zweck wird mit einem Oszilloskop und einer vorgefertigten Röhre eine Frank-Hertz-Kurve erzeugt. Da die Anregung von Neon Photonen im sichtbaren Spektrum emittiert, sind in der Röhre leuchtende Streifen sichtbar, wie in Abbildung 3.1 zu sehen. Das Foto zeigt deutlich den ersten Ring, aber der zweite ist schwächer und der dritte war kaum sichtbar.

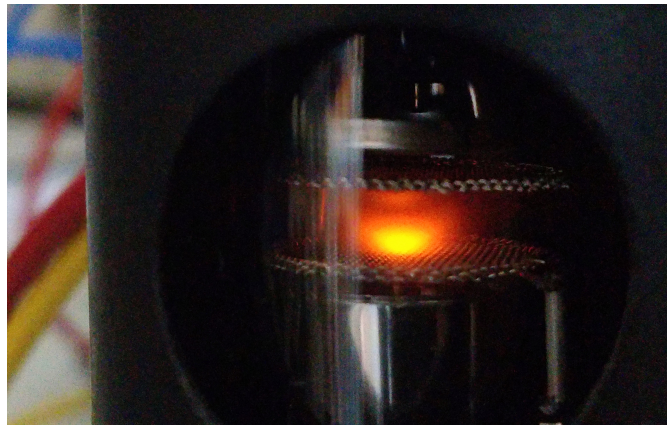


Abbildung 3.1: Sichtbare Ringe in der Neon-Franck-Hertz-Röhre

Die vom Oszilloskop erzeugte Franck-Hertz-Kurve ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Es gibt drei deutliche Spitzen, deren Abstände in Tabelle 3.1 notiert sind.

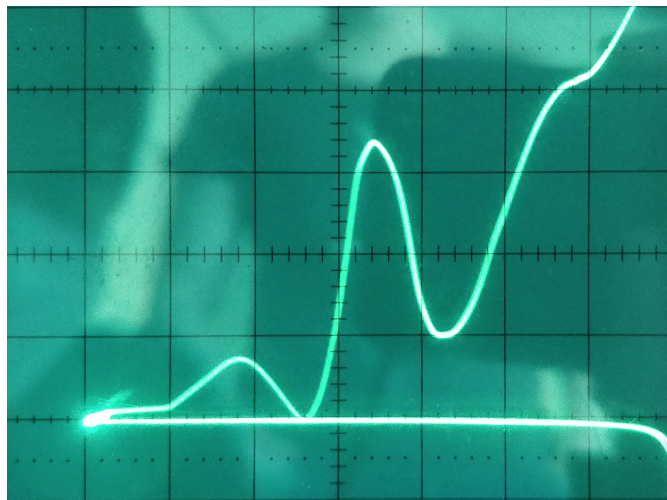


Abbildung 3.2: Frank Hertz Kurve von Neon

Tabelle 3.1: Spannungsänderung bei Neon

ΔU_1	18
ΔU_2	16
ΔU_3	22
ΔU	18.67

Wie man sieht, ist die Spannungsänderung und damit die mittlere niedrigste Anregungsenergie $\overline{E} = 18,67$. Dies unterscheidet sich nur um 1,77% von unserem erwarteten Wert von 19eV[Lit].

Literaturverzeichnis

- [Lit] *Literaturmappe.* <http://cms-ka.fzk.de/praktikum-restricted/Physiker-Literatur/P2/Lit-Franck-Hertz.pdf>.
- [Vor] *Vorbereitungsmappe.* <http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~simonis/praktikum/p2/p2-versuchsanleitungen/Franck-Hertz-Vorbereitungshilfe.pdf>.