

Prak.: P2 Semester: SS17 Wochentag: Mo Gruppennr.: 22

Name: Becker 2Vorname: Alexander

Name: Voigtlaender Vorname: Tim

Emailadresse(n): uxehi@student.kit.edu, uoefa@student.kit.edu

Versuch: Franck Hertz Versuch (P2-52) Fehlerrech.: Nein

Betreuer: Tim Storbeck / Julia Handl Durchgeführt am: 10.07.17

Wird vom Betreuer ausgefüllt.

1. Abgabe am: \_\_\_\_\_

Rückgabe am: \_\_\_\_\_ Begründung:

2. Abgabe am: \_\_\_\_\_

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

Datum: \_\_\_\_\_ Handzeichen: \_\_\_\_\_

Bemerkungen:

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabe1: Messung der Frank Hertz Kurve unter verschiedenen Bedingungen</b>	<b>1</b>
1.1	Aufbau . . . . .	1
1.2	Bestimmung der Kontaktspannung zwischen Kathode und Anode . . . . .	1
1.3	Das Raumladungsgesetz . . . . .	1
1.4	Ionisationsarbeit . . . . .	2
1.4.1	Bestimmung durch Graphische Ermittlung des Anstiegspunkts . . .	2
1.4.2	Bestimmung über Auffängerspannung . . . . .	2
1.5	Emissionsspektrum der Gasentladung . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Aufgabe 2: Bestimmung der Frank Hertz Kurve fuer die Zweite Anregung</b>	<b>7</b>
2.1	Versuchsbedingungen . . . . .	7
2.2	Beobachtungen . . . . .	7
2.3	Bemerkungen zur Einstellung des Versuches . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Aufgabe 3: Der Franck Hertz versuch mit Neon</b>	<b>9</b>
3.1	Versuchsaufbau . . . . .	9
3.1.1	Heizen des Versuchsaufbaus . . . . .	9
3.2	Beobachtungen und Interpretation . . . . .	9
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>10</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Skizze einer Franck-Hertz-Röhre [Quelle: Technische Universität München]	2
1.2	Franck-Herz-Kurve bei 140°C . . . . .	3
1.3	Franck-Herz-Kurve bei 150°C . . . . .	3
1.4	Franck-Herz-Kurve bei 160°C . . . . .	4
1.5	Franck-Herz-Kurve bei 170°C . . . . .	4
1.6	Lineare Regression zu Kapitel 1.3 in Form von $\log(I)=a \cdot \log(U_2)+b$ . . . . .	5
1.7	Fit der Messwerte zu Aufgabe 1.4.1 . . . . .	5
1.8	Auffängerspannung über Beschleunigungsspannung zu Aufgabe 1.4.2 . . . . .	6
2.1	Frank-Hertz-Kurve mit 1. und 2. Anregung . . . . .	8

# Tabellenverzeichnis

1.1	Thermospannung in Abhängigkeit der Temperatur . . . . .	2
2.1	Anregungsniveaus von Quecksilber . . . . .	7
2.2	Gemessene Anregungen von Quecksilber . . . . .	8
3.1	Anregungsniveaus von Neon . . . . .	9

# 1. Aufgabe1: Messung der Frank Hertz Kurve unter verschiedenen Bedingungen

In diesem Versuch nutzen wir eine Quecksilber-Franck-Hertz-Röhre um verschiedene Effekte zu untersuchen.

## 1.1 Aufbau

Bei der Franck-Hertz-Röhre handelt es sich um einen abgeschlossenen, mit Gas gefüllten Glaskörper. In diesem werden mithilfe einer Heizspirale freie Elektronen erzeugt, die dann mithilfe einer angelegten Spannung und eines Steuergitters beschleunigt werden. Auf der gegenüberliegenden Seite der Röhre befindet sich eine Auffangelektrode. Zwischen den beiden befindet sich ein Gitter, welches als Anode zur Heizspirale agiert. Zwischen Gitter und Auffangelektrode befindet sich ein schwaches Gegenfeld. Bei unserer Messung erwarten wir, dass wir mit steigender Beschleunigungsspannung eine zunehmende Anzahl von Elektronen bei der Auffangelektrode registrieren, wobei es allerdings in gleichbleibenden Abständen Abfälle gibt. Diese Form wird auch Franck-Hertz-Kurve genannt. Um den Versuch durchzuführen bauten wir ihn zunächst wie in der Aufgabenstellung beschrieben auf.

## 1.2 Bestimmung der Kontaktspannung zwischen Kathode und Anode

Dann ermitteln wir die Thermokontaktspannung. Bei der Aufnahme der Daten haben wir leider Versäumt den Graphen der Messung bei 120 °C abzuspeichern, weswegen für diesen nur die Daten ohne Bild vorliegen. Somit erhalten wir die jeweiligen Thermospannungen über die Formel

$$U_{Th} = U_n + U_1 - n \cdot \overline{\Delta U},$$

Hierbei ist  $\overline{\Delta U}$  der gemittelte Wert der  $\Delta U$  und  $U_n$  die Spannung des n-ten Peaks.

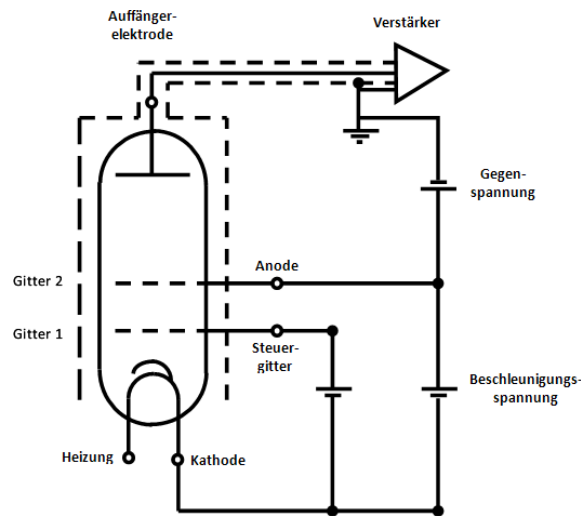
Aus diesen Werten erhalten wir nun den gemittelten Wert  $\overline{U_{th}} = 6,407 \text{ V}$ .

## 1.3 Das Raumladungsgesetz

Nun überprüfen wir das Raumladungsgesetz bei einer Temperatur von 120 °C. Wir erwarten einen Zusammenhang der Form  $I \propto U_2^{3/2}$ , weswegen wir die Messdaten wie folgt fitten

$$\log(I) = a \cdot \log(U_2) + b.$$

Die mit Gnuplot erstellte Funktion hat die Steigung  $a=1,414$ . Vergleicht man dies mit dem erhofften Wert(1,5) erhält man einen Fehler von 5,7%.



**Abbildung 1.1:** Skizze einer Franck-Hertz-Röhre [Quelle: Technische Universität München]

**Tabelle 1.1:** Thermospannung in Abhängigkeit der Temperatur

Temperatur in °C	$U_{th}$ in V
170	6,379
160	6,381
150	6,294
140	6,553
120	6,427

## 1.4 Ionisationsarbeit

Nun wollen wir die Ionisationsarbeit von Quecksilber bei 120 °C bestimmen.

### 1.4.1 Bestimmung durch Graphische Ermittlung des Anstiegspunkts

Zunächst bestimmen wir die Ionisationsarbeit indem wir die Stromstärke  $I_{in}$  über die Spannung  $U_2$  auftragen und zwei Geraden durch die Messpunkte legen. Der Schnittpunkt der Geraden beschreibt dann den Anstiegspunkt und damit die Ionisationsarbeit. Hierbei stellt sich jedoch heraus, dass einige Werte zu stark von der Form einer Geraden abweichen, weswegen diese Messpunkte vernachlässigt wurden.

Der Schnittpunkt befindet sich bei  $U_2 = 5,579$  V. Verrechnen wir nun noch die Thermokontaktspannung aus Kapitel 1.1 erhalten wir die Ionisationsarbeit 11,986 eV. Dies entspricht einer Abweichung vom Literaturwert (10,44 eV) von 12,9%. Wir vermuten, dass dieser Fehler aufgrund von nicht beachteten Umständen während der Versuchsdurchführung entstand, da die gemessenen Werte ebenfalls sehr ungewöhnlich aussehen.

### 1.4.2 Bestimmung über Auffängerspannung

Als zweite Variante wurde die Spannung direkt aus der im Graphen ablesbaren Auffängerspannung ermittelt, wobei dieser ebenfalls Ungewöhnlich aussieht. Mit dieser Methode erhalten wir eine Ionisationsarbeit von 10,789 eV, was einem Fehler von 3,2% entspricht.

## 1.5 Emissionsspektrum der Gasentladung

Als letztes betrachten wir die Gasentladung mithilfe eines Taschenspektroskops. Hierbei konnten wir die Farben Rot, Gelb, Grün und Lila erkennen. Es ist möglich, dass es noch weitere sichtbare Farben gab, die wegen angelassenem Raumlicht nicht erkennbar waren.

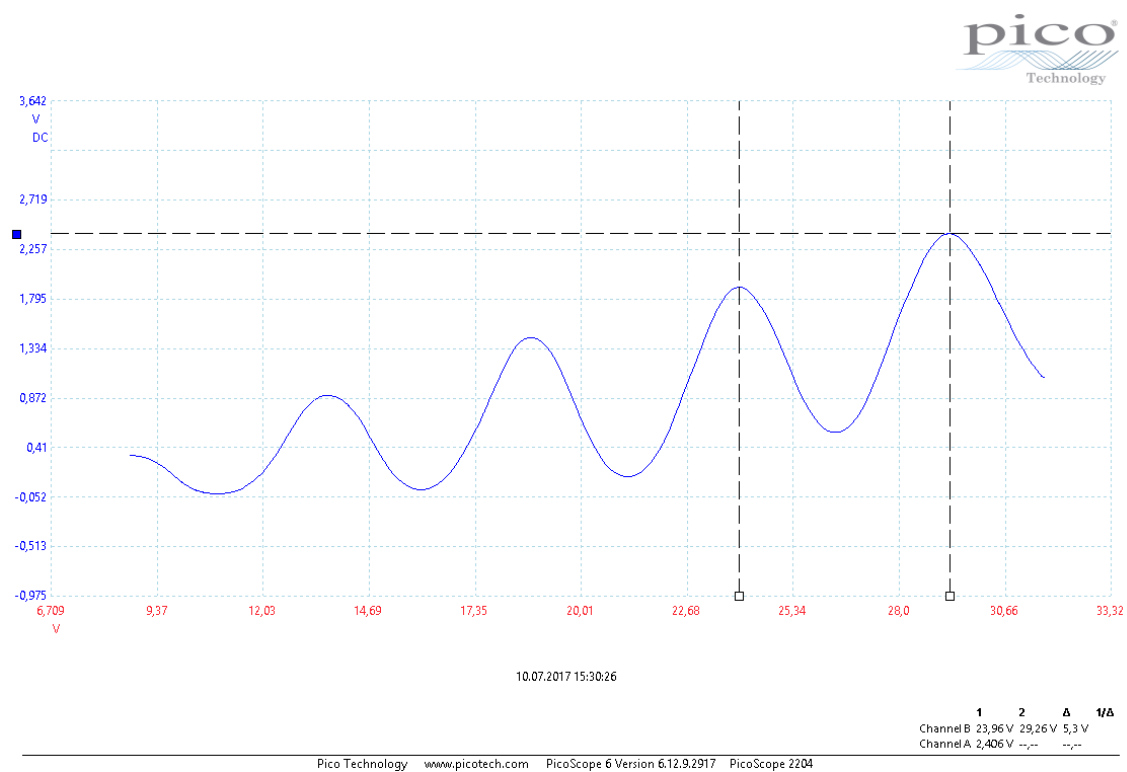


Abbildung 1.2: Franck-Hertz-Kurve bei 140°C

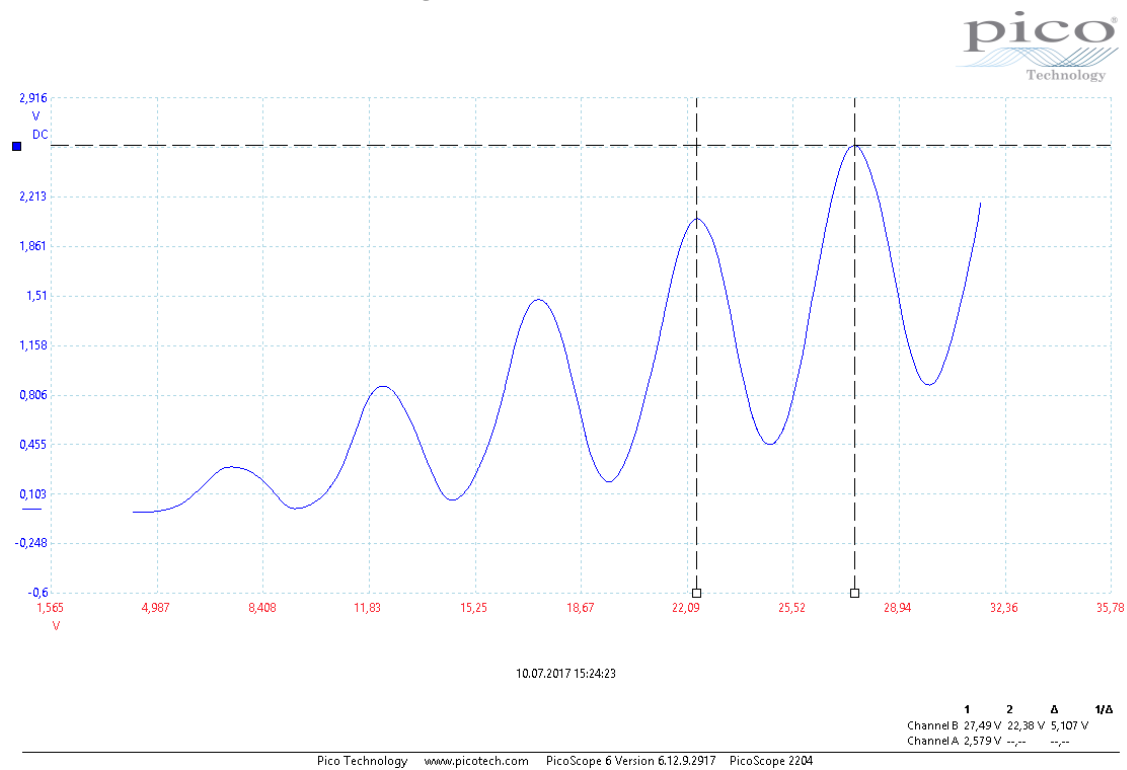


Abbildung 1.3: Franck-Hertz-Kurve bei 150°C

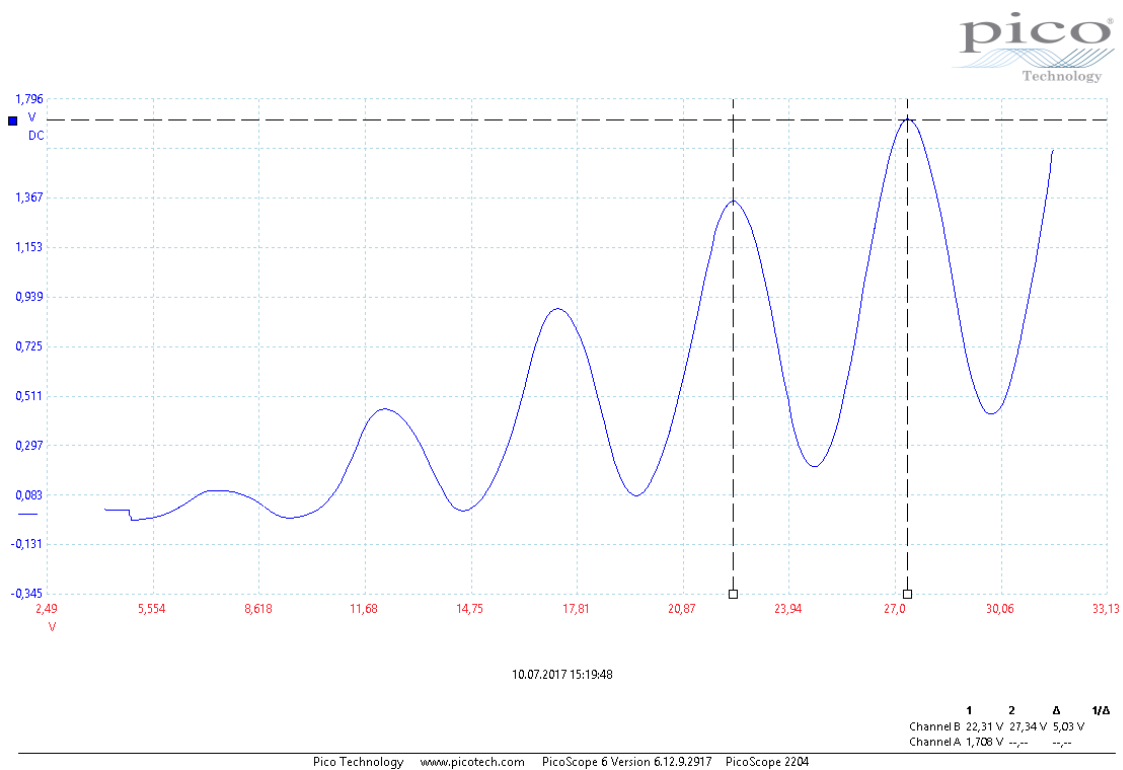


Abbildung 1.4: Franck-Hertz-Kurve bei 160°C

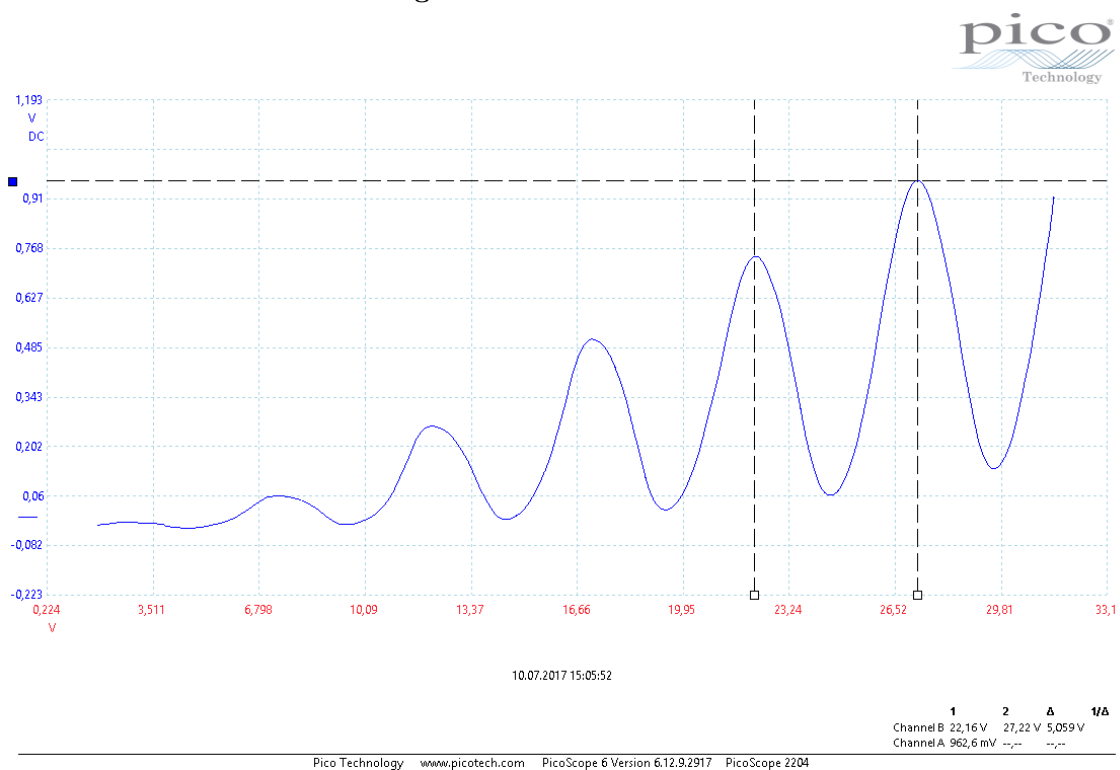
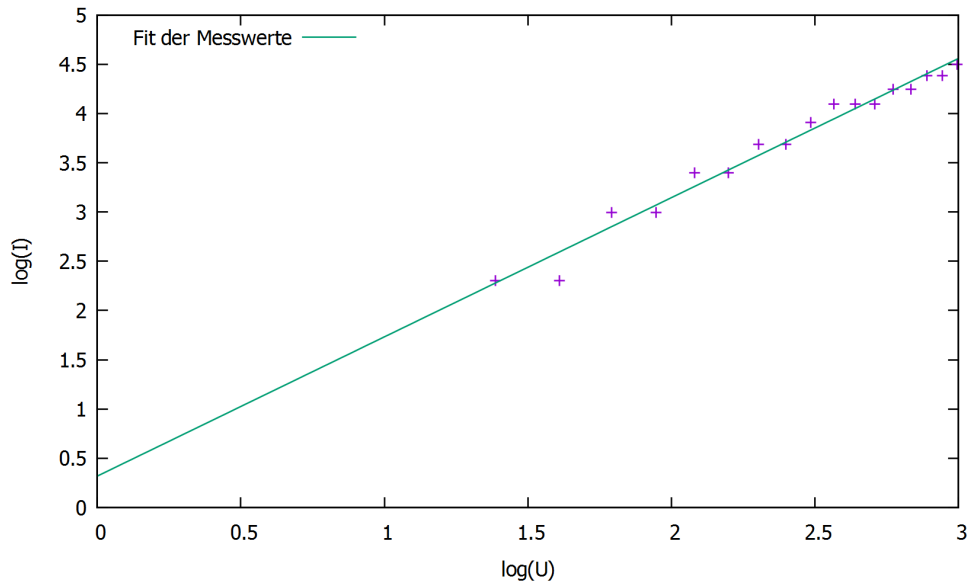
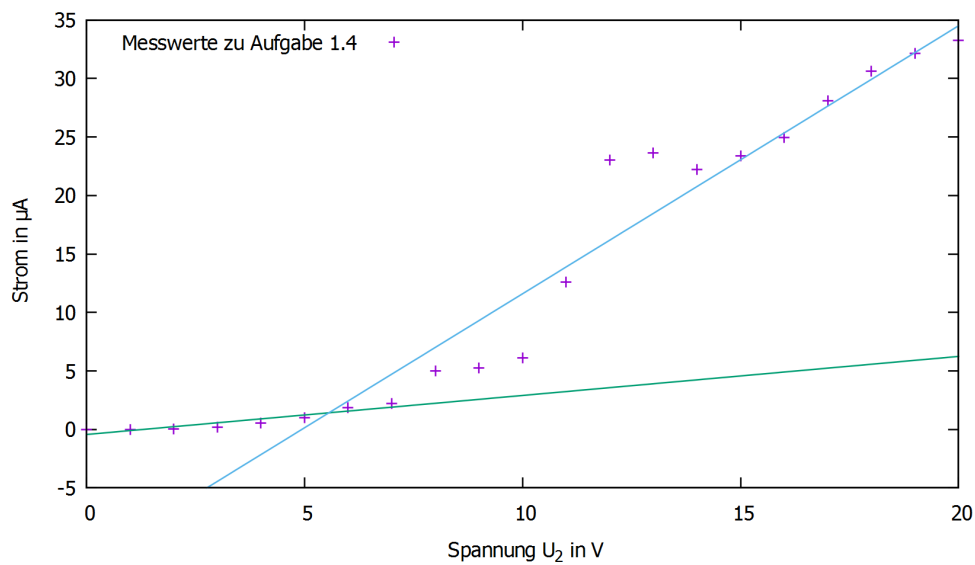


Abbildung 1.5: Franck-Hertz-Kurve bei 170°C

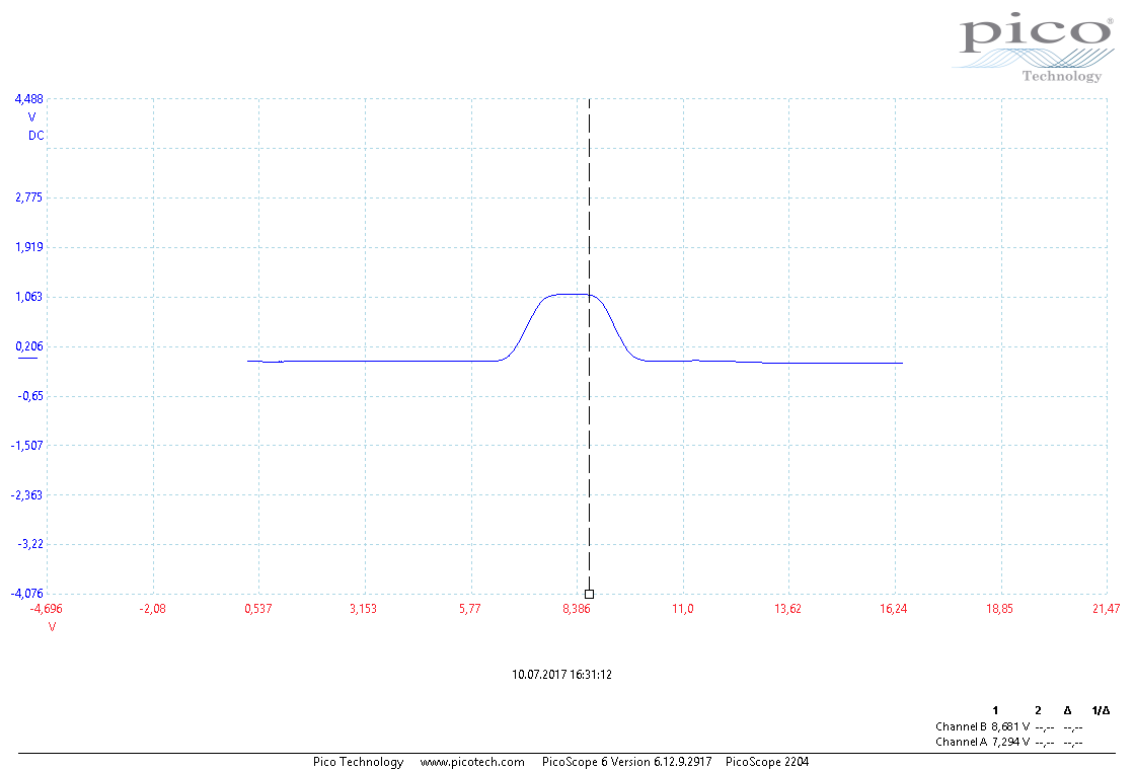


**Abbildung 1.6:** Lineare Regression zu Kapitel 1.3 in Form von  $\log(I)=a \cdot \log(U_2)+b$



**Abbildung 1.7:** Fit der Messwerte zu Aufgabe 1.4.1





**Abbildung 1.8:** Auffängerspannung über Beschleunigungsspannung zu Aufgabe 1.4.2

## 2. Aufgabe 2: Bestimmung der Frank Hertz Kurve fuer die Zweite Anregung

### 2.1 Versuchsbedingungen

Um in diesem Versuchsteil eine Anregung der nächsthöheren Stufe zu erreichen, muss die Frank Hertz Röhre Umfunktioniert werden. Dies wird durch das Zusammenschalten der beiden Gitter auf das gleiche Potential, und das absenken des Dampfdruckes erreicht. Zum einen werden die Elektronen nun auf einer deutlich kürzeren Strecke beschleunigt, was einerseits die Kollisionswahrscheinlichkeit während der Beschleunigung reduziert, andererseits ist der Dampfdruck niedriger, was nochmals die Stosswahrscheinlichkeit verringert. Im Raum zwischen Gitter 1 und 2 koennen die Elektronen nun stossen. Um eine Gasentladung zu vermeiden, wird die Anzahl der Elektronen durch Absenken der Heizspannung verringert.

### 2.2 Beobachtungen

Mit einer nach 2.1 eingestellten Roehre laesst sich der in 2.1 abgebildete Verlauf messen. Man sieht in dem Plot gut die Anregungen, welche Linearkombinationen der in 2.1 aufgelisteten Anregungen sind. In 2.2 sind die Verschiedenen Peaks mit den durch Vergleich ermittelten Anregungen aufgetragen. An 2.2 lässt sich auch gut erkennen, dass die Kurve um ca 2 V nach oben verschoben ist. Dies kann auf eine fehlerhafte Kalibrierung des Betriebsgerätes zurückgeführt werden.

### 2.3 Bemerkungen zur Einstellung des Versuches

Die Einstellung des Versuches ist in kleinen schritten durchgeführt worden da der Graph bereits für Änderungen um ca. 100 mV grosse Abweichungen zeigt. Es wurden ca. 15 Versuche gebraucht die für das Bild optimalen Einstellungen zu finden.

**Tabelle 2.1:** Anregungsniveaus von Quecksilber

1. Anregung (a)	$6s^1S_0$ nach $6p^3P_1$	4,9V
2. Anregung (b)	$6s^1S_0$ nach $6p^1P_1$	6,7V

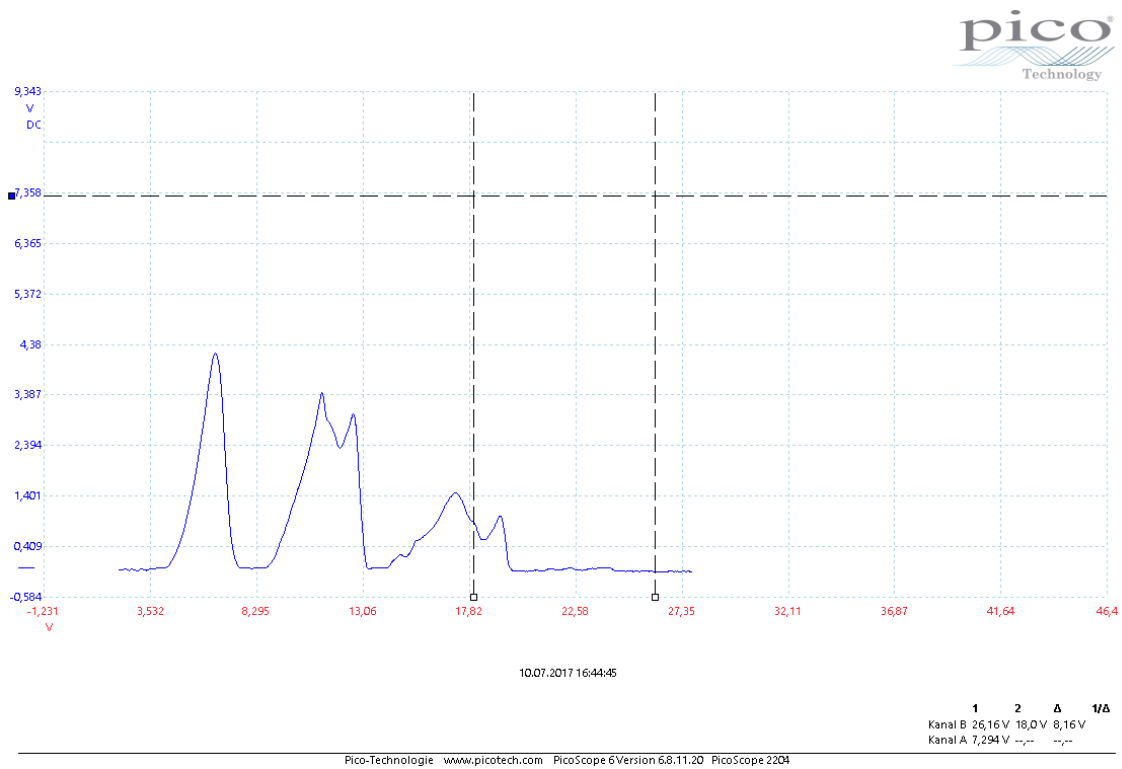


Abbildung 2.1: Frank-Hertz-Kurve mit 1. und 2. Anregung

Tabelle 2.2: Gemessene Anregungen von Quecksilber

Peak / Knick	$U_g$ in V	Anregung
1	5,5	a
2	10,9	2 a
3	12,3	a + b
4	14,5	2 b
5	16,3	2 a + b
6	19,0	a + 2 b

## 3. Aufgabe 3: Der Franck Hertz versuch mit Neon

### 3.1 Versuchsaufbau

In diesem Versuchsteil wird nun effektiv der gleiche Versuch wie in Kapitel 1 durchgeführt, mit dem entscheidenden Unterschied, dass anstelle des verwendeten Quecksilbers nun Neon zum Einsatz kommt. Da ein anderes Gas verwendet wird, werden auch andere Anregungsenergien erwartet. Bei der Anregung von Neon durch Elektronen ist ein Übergang von Grundzustand in einen der 10 3p Zustände am wahrscheinlichsten. Diese Liegen in einem Bereich von 18,4 - 19 V [HND]. Beim Übergang vom 3p in den 3s Zustand werden Photonen im sichtbaren teil des Spektrums emittiert. Der Übergang aus dem 3s Zustand in den Grundzustand emittiert Photonen im UV-Bereich.

#### 3.1.1 Heizen des Versuchsaufbaus

Heizen des Versuchsaufbaus ergibt hier wenig Sinn, da nun ein Gas anstelle eines Dampfes vorliegt. Damit ändert sich die Teilchendichte nicht mit der Temperatur.

### 3.2 Beobachtungen und Interpretation

Die in 3.1 gelisteten, gemessenen Maxima bestätigen die geäußerten Vermutungen. Im Stoßraum können zudem pro gemessenen Peak eine leuchtende Scheibe gesehen werden. Diese Scheiben sind die Stoßzonen der verschiedenen Elektronen. Eine Lineare Regression der gemessenen Werte ergibt eine Steigung von 18,7 V / Anregung was in dem von der Vorbereitungsliteratur angegebenen Intervall liegt.

**Tabelle 3.1:** Anregungsniveaus von Neon  
Anzahl der Stöße    Gegenspannung des Peaks in V

1	18,3
2	25,6
3	55,7

# Literaturverzeichnis

[HND] *Handblaetter Physik Atom und Kernphysik*. Leybold Didaktik, Huerth.