

Physikalisches Grundpraktikum
Versuch A2: Franck-Hertz-Versuch

Kiara Rostien, 531389

Versuchspartner: Peter Kalle 530135, Oliver Höckendorf 530788

Versuchsplatz 1

Versuchsleiter: A. Nagy

Versuchsdatum: 13.05.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Messwerte	3
3	Auswertung	3
3.1	Mittelwert \bar{l}	3
3.1.1	Fehlerrechnung Quecksilber	4
3.1.2	Fehlerrechnung Neon	4
3.2	Umrechnung der Länge in eine Spannung	4
4	Beobachtung der Leuchterscheinungen bei Neon	5
5	Bewertung der Ergebnisse	6

1 Einleitung

Bei dem Franck-Hertz-Versuch sollen jeweils die erste Anregungsenergie von Quecksilber und Neon bestimmt werden. Der genaue Versuchsaufbau und eine Schaltskizze findet sich im Praktikumsskript. An dem Gerät waren die drei Spannungen folgendermaßen beschriftet:

- U_1 - Saugspannung (U_S im Praktikumsskript)
- U_2 - Beschleunigungsspannung (U_B im Praktikumsskript)
- U_3 - Gegenspannung (U_G im Praktikumsskript)

2 Messwerte

In der folgenden Tabelle sind die Werte zu sehen, die durch ablesen aus den Diagrammen für Quecksilber und Neon gewonnen wurden.

	Hg	Differenz	Ne	Differenz
1. Maximum	35,0 mm		55,0 mm	
		37,8 mm		57,5 mm
2. Maximum	72,8 mm		112,5 mm	
		38,0 mm		63,5 mm
3. Maximum	110,8 mm		176,0 mm	
		39,0 mm		70,0 mm
4. Maximum	149,8 mm		246,0 mm	
		39,0 mm		—
5. Maximum	188,8 mm		—	
		39,7 mm		—
6. Maximum	228,5 mm		—	
1. Minimum	—		—	
		—		—
2. Minimum	96,0 mm		—	
		39,5 mm		—
3. Minimum	135,5 mm		—	
		40,0 mm		—
4. Minimum	175,5 mm		—	
		40,5 mm		—
5. Minimum	216,0 mm		—	

3 Auswertung

3.1 Mittelwert \bar{l}

Ich berechne jetzt die mittlere Längendifferenz \bar{l} .

	<i>Hg</i>	<i>Ne</i>
\bar{l}	39,19 mm	63,67 mm

3.1.1 Fehlerrechnung Quecksilber

Die Unsicherheit für \bar{l} ergibt sich folgendermaßen: $u_{\bar{l}} = \sqrt{e_s^2 + e_z^2}$ mit:

- e_s - Ablesungenauigkeit ($\sqrt{(0,5\text{mm})^2 + (0,5\text{mm})^2}$) und Fehler vom x-y-Schreiber (0,5%)
- e_z - Vertrauensintervall der Werte für die Längendifferenz

So ergibt sich als Wert für die Unsicherheit $u_{\bar{l}} = 0,92\text{mm}$.

3.1.2 Fehlerrechnung Neon

Da nur drei Werte für die Längendifferenz vorliegen, ist eine statistische Betrachtung nicht möglich oder sinnvoll. In diesem Fall wird die Größtfehlerabschätzung zu Rate gezogen. So ergibt sich der Fehler für den Mittelwert der Längendifferenz aus $u_{\bar{l}} = e_s + e_z$ mit:

- e_s - Ablesungenauigkeit ($\sqrt{(0,5\text{mm})^2 + (0,5\text{mm})^2}$) und Fehler vom x-y-Schreiber (0,5%)
- e_z - größte Abweichung vom Mittelwert

Als Ergebnis erhält man $u_{\bar{l}} = 7,23\text{mm}$.

3.2 Umrechnung der Länge in eine Spannung

Für die Umrechnung in eine Spannung wird ein Umrechnungsfaktor c benötigt, der sich aus den Markierungen in dem Diagramm ergibt. In der folgenden Tabelle sind die abgelesenen Werte.

Quecksilber:

$l[\text{mm}]$	$U[\text{V}]$	$U/l = c[\frac{\text{V}}{\text{mm}}]$	$u_c[\frac{\text{V}}{\text{mm}}]$
79,5	10	0,1258	0,0013
158,8	20	0,1259	0,0006
236,5	30	0,1268	0,0004

Der Mittelwert für c beträgt $c = 0,13 [\frac{\text{V}}{\text{mm}}]$ und selbst der maximale Fehler ist klein genug, um vernachlässigt zu werden.

Neon:

$l[\text{mm}]$	$U[\text{V}]$	$U/l = c[\frac{\text{V}}{\text{mm}}]$	$u_c[\frac{\text{V}}{\text{mm}}]$
33	10	0,3030	0,0067
66,2	20	0,3021	0,0033
99,8	30	0,3006	0,0022
133,5	40	0,2996	0,0016
167	50	0,2994	0,0013
201,5	60	0,2978	0,0011
233,5	70	0,2998	0,0009
259,2	77,5	0,2990	0,0008

Der Mittelwert für c beträgt $c = 0,30 [\frac{\text{V}}{\text{mm}}]$ und wieder ist auch der maximale Fehler ist klein genug, um vernachlässigt zu werden.

Ich kann nun mit diesen beiden Werten für c die Längendifferenzen in eine Spannung umrechnen.

	Hg	Ne
$\bar{l} [\text{mm}]$	39,19	63,67
$u_{\bar{l}} [\text{mm}]$	0,92	7,23
$c [\text{V}/\text{mm}]$	0,13	0,30
$l \cdot c = U [\text{V}]$	5,09	19,10
$u_{\bar{l}} \cdot c = u_U [\text{V}]$	0,12	2,17
Endergebnis $E [\text{eV}]$	$5,09 \pm 0,12$	$19,10 \pm 2,17$

4 Beobachtung der Leuchterscheinungen bei Neon

Bei der Anregung von Neon-Atomen sind gelb-orangene Leuchterscheinungen zu beobachten. Erhöht man die Beschleunigungsspannung langsam und gleichmäßig, so tritt zuerst ein Leuchtring ganz rechts in der Röhre auf, dann wandert dieser weiter nach links, dann folgt im ein zweiter und ein dritter.

0 V	keine Leuchterscheinung
$\approx 35,2 \text{ V}$	ganz rechts ein Leuchtring
$\approx 42,8 \text{ V}$	2 Leuchtringe
$\approx 65,7 \text{ V}$	3 Leuchtringe

Je höher die Beschleunigungsspannung wird, desto unschärfer werden die Leuchterscheinungen.

5 Bewertung der Ergebnisse

Ich möchte meine ermittelten Werte für die erste Anregungsenergie von Quecksilber und Neon mit Literaturwerten (wikipedia) vergleichen.

Endergebnis E [eV]	$5,09 \pm 0,12$	$19,10 \pm 2,17$
Referenzwert E [eV]	4,9	$\approx 18,7$

Der Wert für Quecksilber hat eine kleine Unsicherheit, dadurch liegt aber der Literaturwert nicht im Unsicherheitsintervall dieses ermittelten Wertes. Die berechnete Unsicherheit scheint also zu klein gewählt zu sein. Der Versuch mit Neon ergibt eine relativ große Ungenauigkeit ($\approx 11\%$), allerdings liegt hier der Literatur im Unsicherheitsintervall. Die große Unsicherheit ergibt sich daraus, dass wir weniger Werte haben, weil es weniger Maxima gibt und zusätzlich die Minima zu ungenau sind, um sie benutzen zu können. Daraus ergibt sich eine Größtfehlerabschätzung.

Die Leuchterscheinungen lassen sich auch mit dem Franck-Hertz-Versuch beschreiben. Werden die Neon-Atome angeregt, fallen sie nicht sofort in ihren Urzustand zurück, sondern auf ungefähr 16,6 eV. Diese Abregung entspricht der Beobachtung von gelb-orangen Licht. Stellen wir die Spannung höher, so werden die Elektronen schon "früher" auf ihrem Weg durch die Röhre auf die entsprechende Geschwindigkeit gebracht, um Neon anzuregen. Dadurch wandert die Leuchterscheinung nach links. Wird die Spannung noch höher, so werden die Elektronen noch einmal nach dem ersten Stoß genügend beschleunigt, um ein weiteres Neon-Atom anzuregen, dadurch entstehen die weiteren Ringe.