

Versuchsprotokoll

Franck-Hertz-Versuch

von

Yupeng Yu

(yupey43@zedat.fu-berlin.de)

Tutor: Serrano

01.12.2023

Freie Universität Berlin

Fachbereich Physik

Contents

1	Einleitung	3
2	Physikalische Grundlagen	3
2.1	Bohrsches Atommodell	3
2.2	FRANCK-HERTZ-Versuch	4
3	Versuchsdurchführung	5
3.1	Aufgabe 1	5
3.2	Aufgabe 2	5
4	Auswertung	5
4.1	Aufgabe 1	5
4.2	Aufgabe 2	6
5	Diskussion	9
5.1	Aufgabe 1	9
5.2	Aufgabe 2	9
6	Quellen	10
7	Messprotokoll	11

1 Einleitung

Der Franck-Hertz-Versuch ist ein Experiment aus der Physik, das erstmals 1914 von James Franck und Gustav Hertz durchgeführt wurde. Dieses Experiment lieferte wichtige Erkenntnisse zur Quantenmechanik und bestätigte die Ideen des Bohrschen Atommodells. In diesem Versuch werden einige Eigenschaften des Franck-Hertz-Versuchs untersucht und diskutiert.

2 Physikalische Grundlagen

2.1 Bohrsches Atommodell

Das Bohrsche Atommodell, von Niels Bohr 1913 entwickelt, beschreibt Elektronen, die in quantisierten Bahnen um den Atomkern kreisen. Diese Bahnen haben diskrete Energieniveaus. Elektronen können zwischen Niveaus ohne Energieverlust wechseln und geben bei einem Rückfall überschüssige Energie als Licht ab.

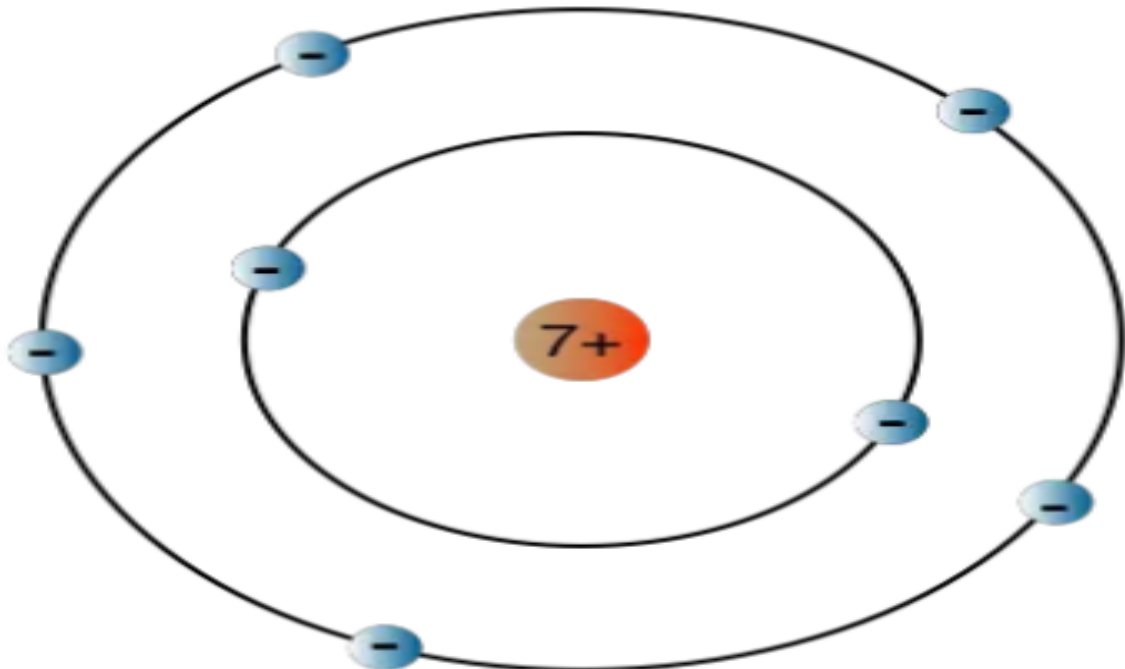


Figure 1: Bohrsches Atommodell

2.2 FRANCK-HERTZ-Versuch

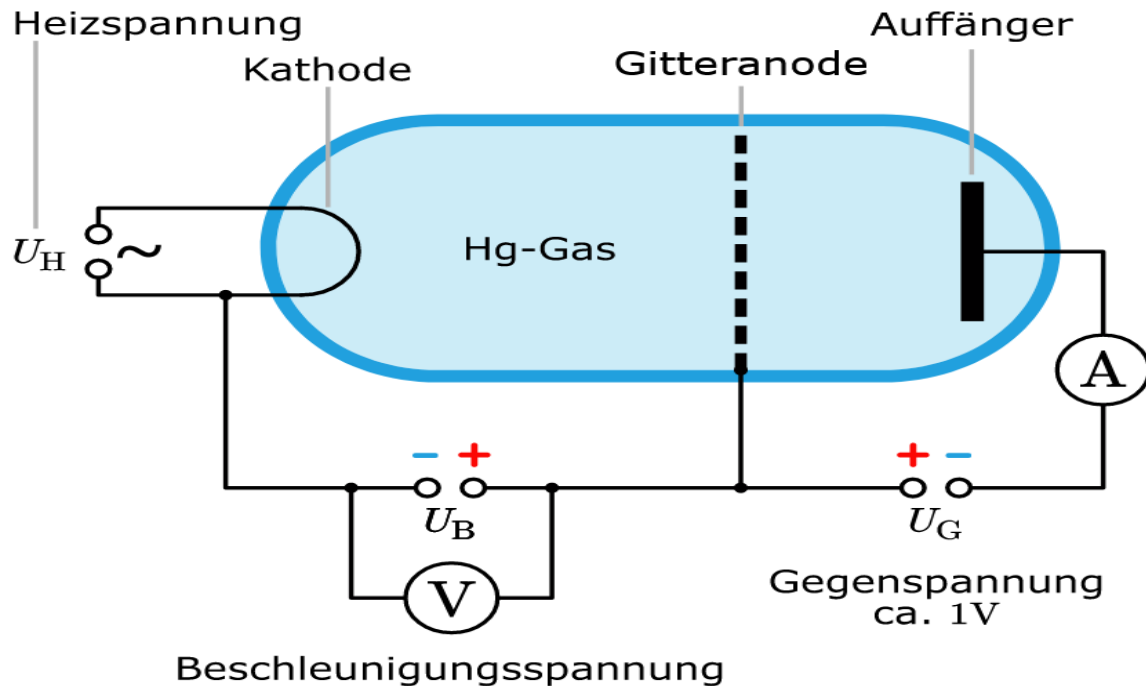


Figure 2: Skizze der Röhre mit angeschlossenen elektrischen Quellen und Messgeräten

In einem Glasgefäß, in dem keine Luft ist, ist Quecksilberdampf. An einer Seite des Gefäßes ist ein heißer Draht, der Elektronen macht, wenn er aufgewärmt wird. Diese Elektronen werden zu einer Anode auf der anderen Seite geschickt. Dazwischen ist der Quecksilberdampf.

Mit steigender Beschleunigungsspannung U_B werden mehr Elektronen zur Anode beschleunigt. Diese Elektronen haben genügend Energie, um das Gegenfeld zu überwinden und die Auffänger zu erreichen. Obwohl die Elektronen auf ihrem Weg auf Quecksilberatome stoßen, bleiben diese Stöße elastisch. Aufgrund der großen Masse der Quecksilberatome verlieren die Elektronen dabei keine Energie.

Wenn die Elektronen eine bestimmte Energiemenge erreichen, verringert sich die Anzahl der Elektronen, die zur Auffängeranode gelangen, deutlich. Einige Elektronen haben nicht mehr genug Energie, um das Gegenfeld zu überwinden. Das passiert, weil diese Elektronen jetzt in der Lage sind, ein Quecksilberatom, mit dem sie zusammenstoßen, auf ein höheres Energieniveau zu bringen, wobei sie selbst ihre gesamte Energie verlieren.

Dieser Versuch hilft uns zu verstehen, wie Elektronen mit Atomen umgehen, besonders wie ihre Energie zu den Atomen übertragen wird.

3 Versuchsdurchführung

Zunächst wurde der Versuchsaufbau gemäß (2) erstellt. Jedoch erfolgte die Messung nicht des Stroms, sondern der gesamten Spannung U_{gesamt} .

Daraufhin wurde die Drahtkathode auf 182°C erhitzt, um Elektronen durch Glühemission zu erzeugen. Anschließend wurden die Beschleunigungsspannung U_B und die gesamte Spannung U_{gesamt} mithilfe eines Oszilloskops und eines Computers als U_{gesamt} gegen U_B aufgezeichnet.

3.1 Aufgabe 1

Die erste Aufgabe besteht darin, die Änderungen der angezeigten Kurve qualitativ zu beobachten, wenn die Heizspannung U_H , Beschleunigungsspannung U_B , und Gegenspannung U_g jeweils einzeln konfiguriert werden. Daraufhin wird es theoretisch analysiert, warum dies der Fall ist.

3.2 Aufgabe 2

In Aufgabe 2 wird die Kurve quantitativ untersucht und die Anregungsenergie des Hg-Atoms bestimmt.

4 Auswertung

4.1 Aufgabe 1

Theoretische Analyse:

- Wenn man die Heizspannung erhöht, erhöht sich auch die Temperatur der Glühkathode und damit die Anzahl der ausgelösten Elektronen. Das soll zu einem höheren Auffängerstrom bei allen Beschleunigungsspannungen führen. Das heißt, dass die Kurve nach oben

verschoben werden soll. Die Form der Kurve soll aber gleich bleiben.

- Wenn man die Gegenspannung erhöht, erhöht sich auch die Schwelle, die die Elektronen überwinden müssen, um die Anode zu erreichen. Das soll zu einem niedrigeren Auffängerstrom bei allen Beschleunigungsspannungen führen. Das heißt, dass die Kurve nach unten verschoben werden soll. Die Form der Kurve soll auch gleich bleiben.
- Wenn man die Beschleunigungsspannung erhöht, erhöht sich auch die Energie der Elektronen, die die Glühkathode verlassen. Das soll zu einer Verschiebung der Kurve nach rechts führen. Die Abstände zwischen den Maxima soll gleich bleiben.

Beobachtung:

- Wenn die Heizspannung erhöht wird, zeigt sich eine Verschiebung der Kurve wie erwartet nach oben. Dabei werden die Maxima stärker verschoben als die Minima.
- Wenn die Gegenspannung erhöht wird, zeigt sich eine Verschiebung der Kurve auch wie erwartet nach unten.
- Wenn die Beschleunigungsspannung erhöht wird, zeigt sich eine Verschiebung der Kurve wie erwartet nach rechts.

4.2 Aufgabe 2

In Aufgabe 2 wurde die Kurve mithilfe eines Computers aufgezeichnet:



Figure 3: Kurve U_{ge} vs U_B

Daraufhin wurden die Ordnungszahlen der Tiefpunkte Auf der x Achse und die entsprechende Beschleunigungsspannung U_B (Die realen Werte von U_B entsprechen dem Zehnfachen der angezeigten Werte) auf der y Achse aufgetragen. Als Ablesfehler von U_B wurden 0.6 V angenommen. Anschließend wurde die Methode der linearen Regression verwendet, um die Steigung der Geraden zu berechnen. Die Steigung K repräsentiert den Durchschnitt

der Abstände benachbarter U_B Werte.

		▲ ($U_B=0,6V$)
n	$U_B(V)$ angezeigt	echte $U_B(V)$
1	2,507	25,07
2	3,048	30,48
3	3,594	35,94
4	4,135	41,35

Figure 4: data

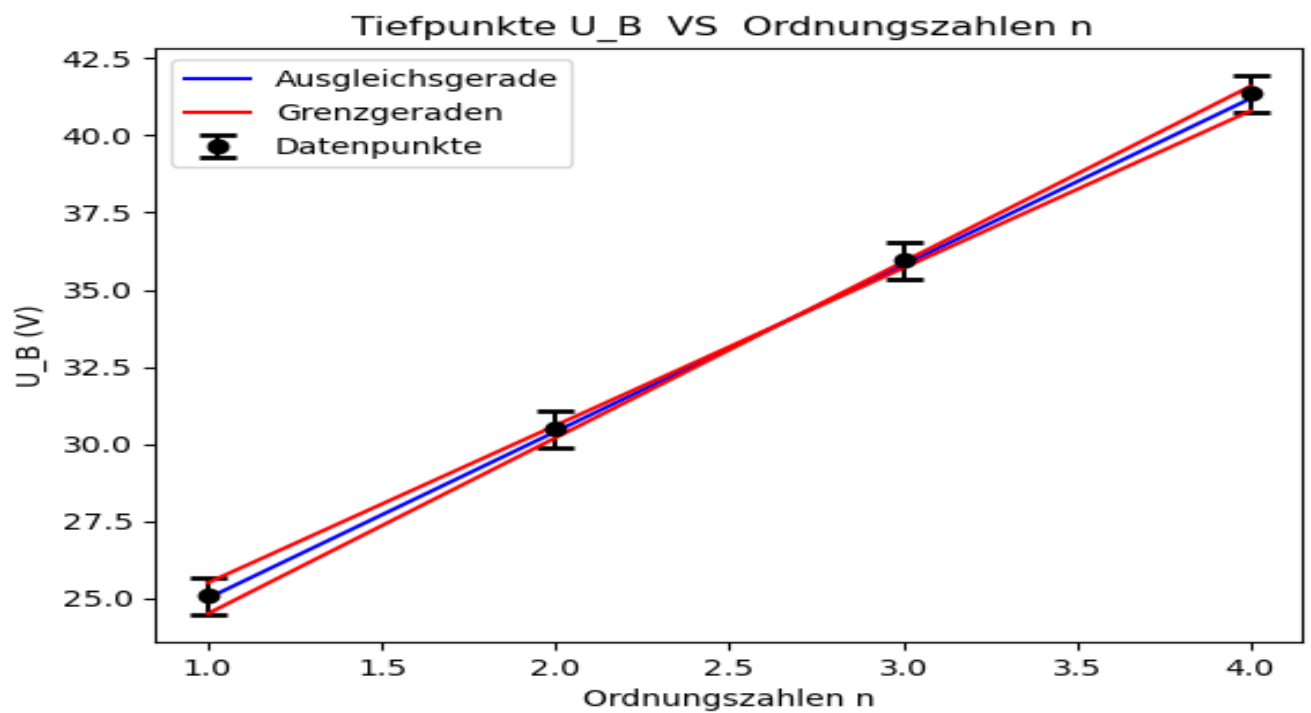


Figure 5: Tiefpunkte U_B VS Ordnungszahlen n

Die Geradensteigung K beträgt 5.4 ± 0.3 .

Das Bestimmtheitsmaß R^2 beträgt 100.0 .

Die Varianz beträgt 0.07 .

Die Anregungsenergie des Hg-Atoms E ergibt sich als :

$$E = \overline{\Delta(U_B)} = K = 5.4 \pm 0.3 \text{ eV} \quad (1)$$

Die Frequenz ν lässt sich berechnen durch

$$\nu = \frac{E}{h} = 1 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \quad (2)$$

$$\Delta(\nu) = \frac{\Delta(E)}{h} = 0.08 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \quad (3)$$

$$\Rightarrow \nu = (1 \pm 0.08) \cdot 10^{15} \text{ Hz} \quad (4)$$

Die Wellenlänge λ lässt sich berechnen durch

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = 2.3 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad (5)$$

$$\Delta(\lambda) = \Delta(\nu) \cdot \frac{c}{\nu^2} = 0.2 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad (6)$$

$$\Rightarrow \lambda = (2.3 \pm 0.2) \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad (7)$$

5 Diskussion

5.1 Aufgabe 1

Die erste Aufgabe besteht darin, qualitative Veränderungen in der dargestellten Kurve zu beobachten, wenn die Heizspannung U_H , Beschleunigungsspannung U_B und Gegenspannung U_g einzeln konfiguriert werden. Anschließend erfolgt eine theoretische Analyse, um die Gründe für diese Veränderungen zu erläutern. Wie aus der Auswertung hervorgeht, zeigen die Ergebnisse eine gute Übereinstimmung mit den theoretischen Analysen.

5.2 Aufgabe 2

Die berechnete Anregungsenergie beträgt $5.4 \pm 0.3 \text{ eV}$. Der Literaturwert liegt bei 4.9 eV , was ein wenig außer dem Fehlerbereich liegt. Das Ergebnis erscheint jedoch schon plausibel. Mögliche Ursachen dafür können sehr vielfältig sein. Zum Beispiel könnte der

Ablesefehler immer noch zu klein abgeschätzt werden, oder es könnte an der Temperatur liegen. Weitere Faktoren könnten ebenfalls eine Rolle spielen und zu einem ziemlich großen Fehler führen.

6 Quellen

- <https://www.leifiphysik.de/atomphysik/atomarer-energieaustausch/versuche/franck-hertz-versuch-mit-hg>:
- <https://physikunterricht-online.de/jahrgang-12/das-bohrsche-atommodell/>

7 Messprotokoll

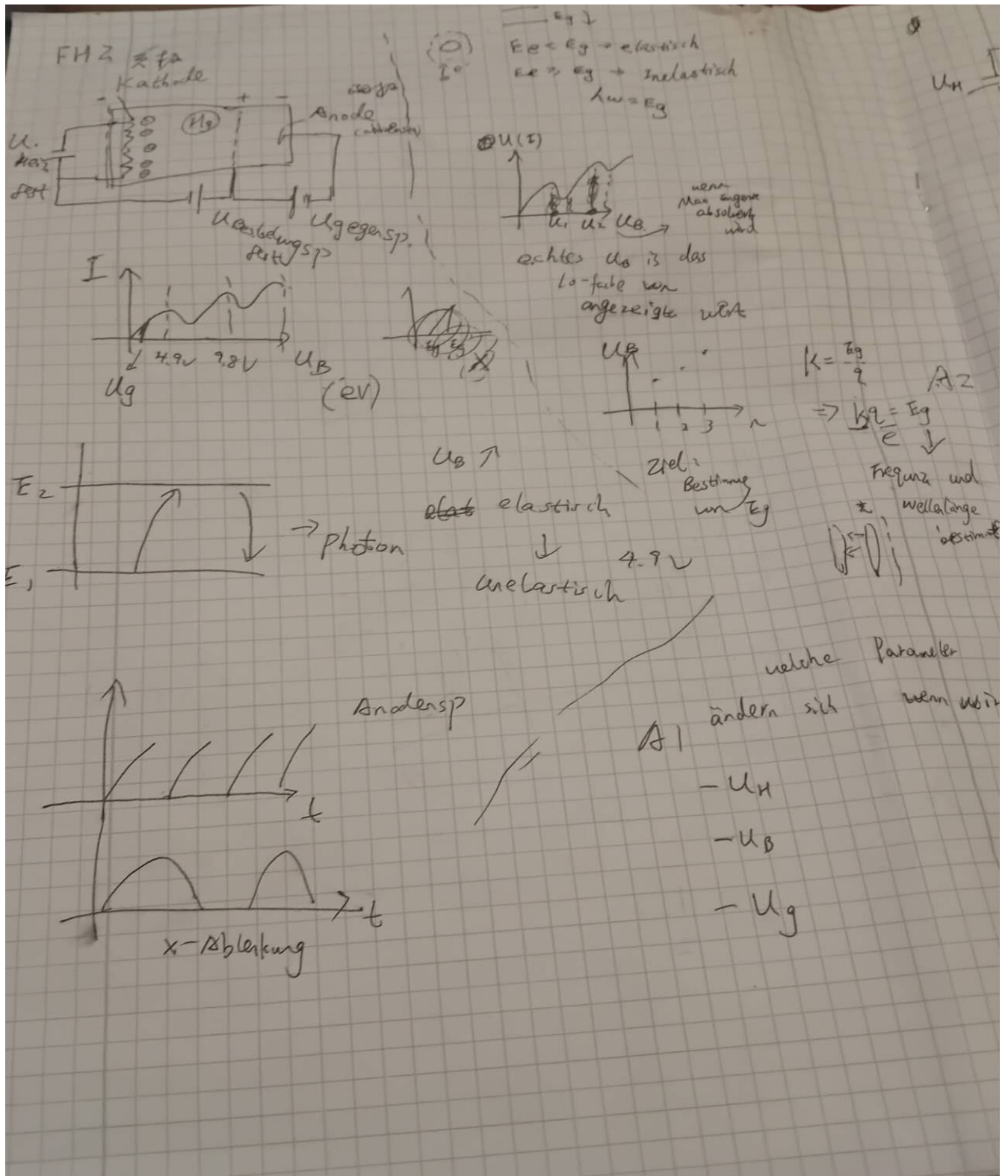


Figure 6

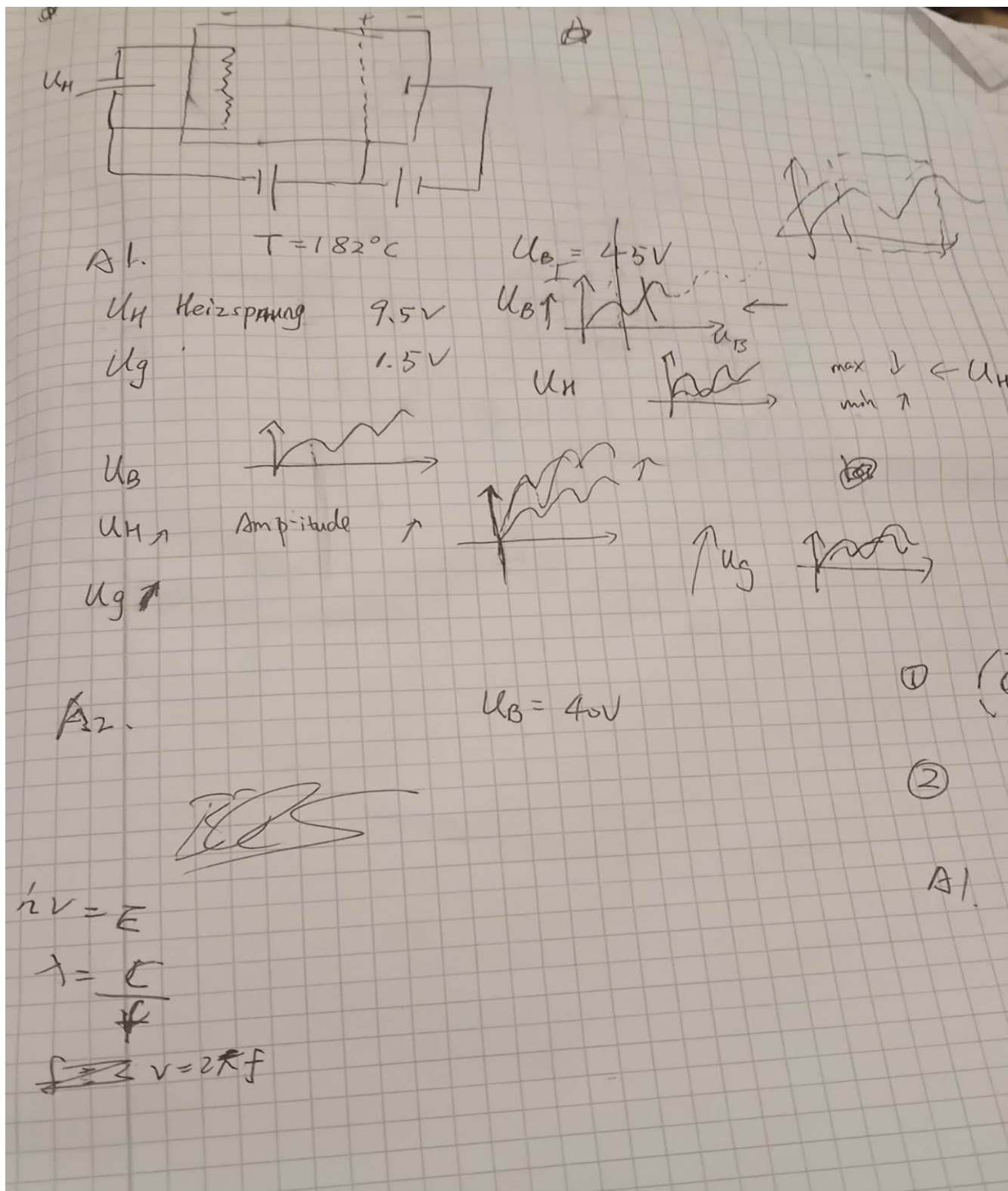


Figure 7