

Versuch 351

## **Fourier- Analyse und Sythese**

Stefanie Hilgers  
Stefanie.Hilgers@tu-dortmund.de

Lara Nollen  
Lara.Nollen@tu-dortmund.de

Durchführung: 14.11.2018

Abgabe: 21.11.2018

TU Dortmund – Fakultät Physik

## Inhaltsverzeichnis

## **1 Theorie**

## **2 Durchführung**

## **3 Auswertung**

### **3.1 Zählrohr-Charakteristik**

Die Messwerte der Zählrohr-Charakteristik sind in Tabelle 1 abzulesen. Aus den Werten für die Anzahl  $N$  der Impulse pro min lässt sich durch

$$\Delta N = \sqrt{N} \quad (1)$$

der Fehler der Messung bestimmen.

**Tabelle 1:** Messwerte der Zählrohrcharakteristik

$U/\text{V}$	N pro min	$\Delta N$ pro min	$I/\mu\text{A}$
300	0	0	0,05
310	11 511	107	0,10
320	12 126	110	0,15
330	12 288	111	0,20
340	12 304	111	0,20
350	12 449	112	0,20
360	12 240	111	0,20
370	12 498	112	0,20
380	12 484	112	0,25
390	12 615	112	0,30
400	12 668	113	0,32
410	12 663	113	0,39
420	12 648	112	0,40
430	12 899	114	0,40
440	12 715	113	0,40
450	12 858	113	0,41
460	12 931	114	0,50
470	12 905	114	0,55
480	12 744	113	0,60
490	12 745	113	0,60
500	12 750	113	0,60
510	12 784	113	0,60
520	12 767	113	0,60
530	12 693	113	0,65
540	12 860	113	0,70
550	12 623	112	0,70
560	12 936	114	0,80
570	12 704	113	0,80
580	12 952	114	0,80
590	13 016	114	0,85
600	12 937	114	0,90
610	12 956	114	0,90
620	13 136	115	1,00
630	12 962	114	1,00
640	13 118	115	1,00
650	13 053	114	1,00
660	13 338	115	1,10
670	13 150	115	1,00
680	13 358	116	1,10
690	13 630	117	1,20
700	13 539	116	1,20

Die Werte sind, zusammen mit den entsprechenden Fehlerbalken, in Abbildung ?? dargestellt, wobei der erste Wert bei 300 V zur besseren Skalierung außer Acht gelassen wird. Es lässt sich erkennen, dass das Plateau in einem Bereich von etwa 400 V bis 650 V liegt. In diesem Bereich wird dann eine lineare Ausgleichsrechnung der Form

$$y = a \cdot x + b \quad (2)$$

durchgeführt, woraus sich die Parameter

$$a = 1.32 \pm 0.29 \frac{1}{V}$$

$$b = 12154 \pm 154 V ,$$

ergeben. Da der Startwert bei 400 V bei 12668 Impulsen pro Minute liegt, entspricht a einer Steigung von 0,0104% pro 1 V, also 1,04% pro 100 V.

Die gemessenen Werte zum zeitlichen Abstand der Primär- und Nachentladungsimpulsen befinden sich in Tabelle 2.

**Tabelle 2:** Messwerte der Nachentladung

$U / V$	$t / ms$
350	0,4
400	2,6
450	2,5
500	3,75

### 3.2 Bestimmung der Totzeit

Bei der Zwei-Quellen-Methode lauten die gemessenen Werte bei einer Spannung von 450 V in einer Minute :

$$N_1 = 12835 \pm 113$$

$$N_2 = 15937 \pm 126$$

$$N_{1+2} = 28081 \pm 168$$

Aus Gleichung ?? ergibt sich somit eine Totzeit von

$$T \approx (101 \pm 34) \mu s ,$$

wobei sich der Fehler nach Gleichung ?? durch die Formel

$$\Delta T = \sqrt{\left(\frac{N_1^2 - N_2^2 - N_{12}}{2N_1^2N_2}\right)^2 \cdot (\Delta N_1)^2 + \left(\frac{N_2^2 - N_1^2 - N_{12}}{2N_1N_2^2}\right)^2 \cdot (\Delta N_2)^2 + \left(\frac{1}{2N_1N_2}\right)^2 \cdot (\Delta N_{12})^2} \quad (3)$$

ergibt.

Die mithilfe des Oszilloskops gemessenen Totzeiten sind in Tabelle ?? abzulesen.

**Tabelle 3:** Messwerte der Totzeit

$U / \text{V}$	$t / \mu\text{s}$
400	160
450	175
500	175
550	200
600	210

Durch die Gleichung

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (4)$$

lässt sich der Mittelwert bilden, wobei der dazugehörige Fehler sich durch

$$\Delta \bar{x} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

ergibt. Hierdurch ergibt sich somit insgesamt eine Totzeit von

$$T \approx (184 \pm 9) \mu\text{s}$$

### 3.3 Freigesetzte Ladung

Die pro Teilchen vom Zählrohr freigesetzten Ladungsmenge lässt sich die Formel ?? berechnen, wobei  $\Delta t = 60\text{s}$  beträgt. Der Fehler lässt sich nach Gleichung ?? durch

$$\text{Fehler } \Delta Q = \frac{\bar{I} \cdot \Delta t}{N^2} \cdot \Delta N \quad (6)$$

berechnen. Die so berechneten Werte lassen sich in Tabelle ?? ablesen.

**Tabelle 4:** Werte der pro Teilchen vom Zählrohr freigesetzten Ladungsmenge

$U/V$	N pro min	$\Delta N$ pro min	$I/\mu A$	$\Delta Q/e_0$	Fehler $\Delta Q/e_0$
300	0	0	0,05	0	0
310	11 511	107	0,10	$0,325 \cdot 10^{10}$	$0,00 \cdot 10^{10} 3$
320	12 126	110	0,15	$0,463 \cdot 10^{10}$	$0,004 \cdot 10^{10}$
330	12 288	111	0,20	$0,610 \cdot 10^{10}$	$0,006 \cdot 10^{10}$
340	12 304	111	0,20	$0,609 \cdot 10^{10}$	$0,005 \cdot 10^{10}$
350	12 449	112	0,20	$0,602 \cdot 10^{10}$	$0,005 \cdot 10^{10}$
360	12 240	111	0,20	$0,612 \cdot 10^{10}$	$0,006 \cdot 10^{10}$
370	12 498	112	0,20	$0,599 \cdot 10^{10}$	$0,005 \cdot 10^{10}$
380	12 484	112	0,25	$0,750 \cdot 10^{10}$	$0,007 \cdot 10^{10}$
390	12 615	112	0,30	$0,891 \cdot 10^{10}$	$0,008 \cdot 10^{10}$
400	12 668	113	0,32	$0,946 \cdot 10^{10}$	$0,008 \cdot 10^{10}$
410	12 663	113	0,39	$1,153 \cdot 10^{10}$	$0,010 \cdot 10^{10}$
420	12 648	112	0,40	$1,184 \cdot 10^{10}$	$0,010 \cdot 10^{10}$
430	12 899	114	0,40	$1,161 \cdot 10^{10}$	$0,010 \cdot 10^{10}$
440	12 715	113	0,40	$1,178 \cdot 10^{10}$	$0,010 \cdot 10^{10}$
450	12 858	113	0,41	$1,194 \cdot 10^{10}$	$0,010 \cdot 10^{10}$
460	12 931	114	0,50	$1,448 \cdot 10^{10}$	$0,013 \cdot 10^{10}$
470	12 905	114	0,55	$1,596 \cdot 10^{10}$	$0,014 \cdot 10^{10}$
480	12 744	113	0,60	$1,763 \cdot 10^{10}$	$0,016 \cdot 10^{10}$
490	12 745	113	0,60	$1,763 \cdot 10^{10}$	$0,016 \cdot 10^{10}$
500	12 750	113	0,60	$1,762 \cdot 10^{10}$	$0,016 \cdot 10^{10}$
510	12 784	113	0,60	$1,758 \cdot 10^{10}$	$0,016 \cdot 10^{10}$
520	12 767	113	0,60	$1,760 \cdot 10^{10}$	$0,016 \cdot 10^{10}$
530	12 693	113	0,65	$1,918 \cdot 10^{10}$	$0,017 \cdot 10^{10}$
540	12 860	113	0,70	$2,038 \cdot 10^{10}$	$0,018 \cdot 10^{10}$
550	12 623	112	0,70	$2,077 \cdot 10^{10}$	$0,018 \cdot 10^{10}$
560	12 936	114	0,80	$2,316 \cdot 10^{10}$	$0,020 \cdot 10^{10}$
570	12 704	113	0,80	$2,358 \cdot 10^{10}$	$0,021 \cdot 10^{10}$
580	12 952	114	0,80	$2,313 \cdot 10^{10}$	$0,020 \cdot 10^{10}$
590	13 016	114	0,85	$2,446 \cdot 10^{10}$	$0,021 \cdot 10^{10}$
600	12 937	114	0,90	$2,605 \cdot 10^{10}$	$0,023 \cdot 10^{10}$
610	12 956	114	0,90	$2,601 \cdot 10^{10}$	$0,023 \cdot 10^{10}$
620	13 136	115	1,00	$2,851 \cdot 10^{10}$	$0,025 \cdot 10^{10}$
630	12 962	114	1,00	$2,889 \cdot 10^{10}$	$0,025 \cdot 10^{10}$
640	13 118	115	1,00	$2,855 \cdot 10^{10}$	$0,025 \cdot 10^{10}$
650	13 053	114	1,00	$2,869 \cdot 10^{10}$	$0,025 \cdot 10^{10}$
660	13 338	115	1,10	$3,088 \cdot 10^{10}$	$0,027 \cdot 10^{10}$
670	13 150	115	1,00	$2,848 \cdot 10^{10}$	$0,025 \cdot 10^{10}$
680	13 358	116	1,10	$3,084 \cdot 10^{10}$	$0,027 \cdot 10^{10}$
690	13 630	117	1,20	$3,297 \cdot 10^{10}$	$0,028 \cdot 10^{10}$
700	13 539	116	1,20	$3,319 \cdot 10^{10}$	$0,028 \cdot 10^{10}$

## 4 Diskussion