

V607 - Dosimetrie

Jan Herdieckerhoff
jan.herdieckerhoff@tu-dortmund.de

Karina Overhoff
karina.overhoff@tu-dortmund.de

Durchführung: 30.04.2019, Abgabe: 07.05.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel	3
2	Theorie	3
2.1	Energiedosis D	3
2.2	Ionendosis J	3
2.3	Äquivalenzdosis H	3
2.4	Dosisleistung	3
2.5	Bestrahlung eines Luftvolumens mit Röntgenstrahlung	4
3	Durchführung	4
3.1	Messen der Ionendosis J und der Energiedosisrate D	5
3.2	Messen des Ionenstroms in Abhängigkeit von I_A	5
3.3	Messen des Ionenstroms in Abhängigkeit von U_B	5
4	Auswertung	5
4.1	Bestimmung des Ionenstroms und der Energiedosisrate	6
4.1.1	Kleinere Blende	6
4.1.2	Größere Blende	6
4.2	Ionenstrom als Funktion des Anodenstroms	6
4.2.1	Erste Kondensatorspannung	6
4.2.2	Zweite Kondensatorspannung	6
4.3	Ionenstrom als Funktion der Beschleunigungsspannung	6
4.3.1	Erste Kondensatorspannung	6
4.3.2	Zweite Kondensatorspannung	6
5	Diskussion	6
5.1	Bestimmung des Ionenstroms und der Energiedosisrate	6
5.2	Ionenstrom als Funktion des Anodenstroms	6
5.3	Ionenstrom als Funktion der Beschleunigungsspannung	6
	Literatur	6

1 Ziel

Das Ziel dieses Versuchs ist es die Strahlendosis und die Strahlungsleistung in einem mit Röntgenstrahlung bestrahlten Luftvolumen zu bestimmen.

2 Theorie

Die Dosimetrie ist die Messung der von einem System aufgenommenen Strahlungsenergie. Es wird die mit der ionisierenden Strahlung verbundene Strahlenwirkung gemessen.

2.1 Energiedosis D

Die Energiedosis ist das Verhältnis von absorbierter Energie dE zu der Masse dm des Absorbers. Sie wird beschrieben durch

$$D = \frac{dE}{dm} = \frac{1}{\rho} * \frac{dE}{dV}.$$

Dabei ist ρ die Dichte des Absorbers.

2.2 Ionendosis J

Mit der Ionisation des bestrahlten Materials geht zumeist eine Absorption von Röntgenstrahlung einher. Die Ionendosis ist durch die in Luft erzeugte Ladung dQ relativ zur Masse dm_L der bestrahlten Luft definiert:

$$J = \frac{dQ}{dm_L}.$$

2.3 Äquivalenzdosis H

Die Wirkung ionisierender Strahlung auf biologische Materie hängt bei gleicher Energiedosis von der Art der ionisierenden Strahlung ab. Dieser Einfluss der Strahlungsenergie und -art auf die biologische Wirkung wird durch den Qualitätsfaktor, den faktor der relativen biologischen Wirkung, beschrieben. Die Äquivalenzdosis H kann durch diesen Qualitätsfaktor berechnet werden:

$$H = Q * \frac{dE}{dm} = Q * D.$$

2.4 Dosisleistung

Die Dosisleistung ist jeweils die Dosis pro Zeiteinheit. Kurven gleicher Dosisleistung sind sogenannte Isodosen.

2.5 Bestrahlung eines Luftvolumens mit Röntgenstrahlung

Wird ein Luftvolumen in einem Plattenkondensator (siehe Abb. 1) mit Röntgenstrahlung bestrahlt und ionisiert, erzeugen die durch den Röntgenstrahl erzeugten Ionen und Elektronen einen Strom. Dieser Strom wächst mit steigender Kondensatorspannung U_K an bis er den Sättigungsstrom I_S erreicht. Mithilfe dieses Stroms können die dosimetrischen Größen bestimmt werden.

Das ionisierte Luftvolumen kann folgendermaßen bestimmt werden:

$$V = \frac{1}{3}\pi(R^2(x_0 + x_1 + x_2) - r^2(x_0 + x_1)).$$

Dabei sind die Radien

$$R = \frac{d x_2}{2 x_0}$$

$$r = \frac{d x_1}{2 x_0}.$$

Das Volumen ist also

$$V = \frac{1}{3}\pi \left(\frac{d^2 x_2^2}{4x_0^2}(x_0 + x_1 + x_2) - \frac{d^2 x_1^2}{4x_0^2}(x_0 + x_1) \right). \quad (1)$$

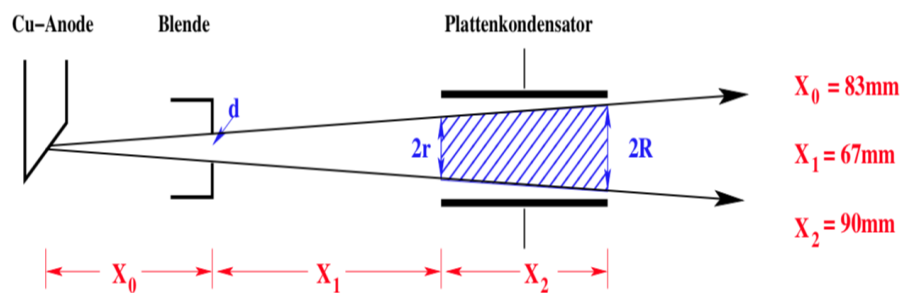


Abbildung 1: [1]

3 Durchführung

Der Versuchsaufbau ist in Abb. 2 zu sehen.

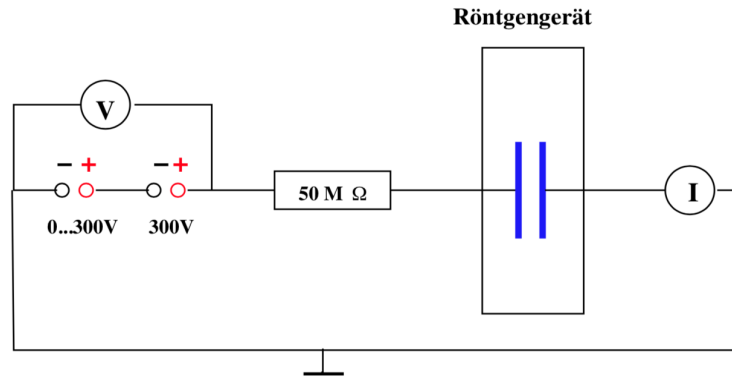


Abbildung 2: [1]

3.1 Messen der Ionendosis J und der Energiedosisrate D

Die Röntgenröhre wird auf die Beschleunigungsspannung $U_B = 35 \text{ kV}$ und einen Emissionsstrom von $I_A = 1 \text{ mA}$ gestellt. Es werden die Blenden mit einem Durchmesser von $d_1 = 2 \text{ mm}$ und $d_2 = 5 \text{ mm}$ verwendet.

Der Kondensatorstrom I_K wird jeweils in Abhängigkeit von der Kondensatorspannung U_K in 50 V Schritten gemessen.

3.2 Messen des Ionenstroms in Abhängigkeit von I_A

Die Röntgenröhre wird wieder auf eine Beschleunigungsspannung von $U_B = 35 \text{ kV}$ gestellt. Es wird eine Blende mit dem Durchmesser $d = 5 \text{ mm}$ verwendet. Die Kondensatorspannung wird auf $U_{K,1} = 500 \text{ V}$ und anschließend auf $U_{K,2} = 300 \text{ V}$ eingestellt.

Es wird jeweils der Kondensatorstrom I_K in Abhängigkeit vom Anodenstrom I_A gemessen.

3.3 Messen des Ionenstroms in Abhängigkeit von U_B

Die Röntgenröhre wird auf $I_A = 1 \text{ mA}$ eingestellt. Es wird eine Blende mit $d = 5 \text{ mm}$ verwendet. Die Kondensatorspannung $U_{K,1} = 500 \text{ V}$ bzw. $U_{K,2} = 300 \text{ V}$ wird eingestellt. Es wird der Kondensatorstrom I_K in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_B gemessen. Dabei wird die Beschleunigungsspannung zunächst auf $U_B = 35 \text{ kV}$ gestellt und anschließend jeweils um 5 kV verringert.

4 Auswertung

Für die Auswertung wird Python und im Speziellen Matplotlib [2], SciPy [3], Uncertainties [4] und NumPy [5] verwendet.

Die mit Gleichung (1) ermittelten Luftvolumina für die Blendendurchmesser $d_1 = 2 \text{ mm}$

und $d_2 = 5 \text{ mm}$ sind

$$V_1 = 193 \text{ nm}^3$$
$$V_2 = 1207 \text{ nm}^3.$$

4.1 Bestimmung des Ionenstroms und der Energiedosisrate

4.1.1 Kleinere Blende

4.1.2 Größere Blende

4.2 Ionenstrom als Funktion des Anodenstroms

4.2.1 Erste Kondensatorspannung

4.2.2 Zweite Kondensatorspannung

4.3 Ionenstrom als Funktion der Beschleunigungsspannung

4.3.1 Erste Kondensatorspannung

4.3.2 Zweite Kondensatorspannung

5 Diskussion

5.1 Bestimmung des Ionenstroms und der Energiedosisrate

5.2 Ionenstrom als Funktion des Anodenstroms

5.3 Ionenstrom als Funktion der Beschleunigungsspannung

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuch 607 - Dosimetrie*. 2019. URL: <http://129.217.224.2/HOME/PAGE/PHYSIKER/BACHELOR/AP/SKRIPT/Dosimetrie.pdf>.
- [2] John D. Hunter. „Matplotlib: A 2D Graphics Environment“. Version 1.4.3. In: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), S. 90–95. URL: <http://matplotlib.org/>.
- [3] Eric Jones, Travis E. Oliphant, Pearu Peterson u. a. „SciPy: Open source scientific tools for Python“. Version 0.16.0. In: (). URL: <http://www.scipy.org/>.
- [4] Eric O. Lebigot. „Uncertainties: a Python package for calculations with uncertainties“. Version 2.4.6.1. In: (). URL: <http://pythonhosted.org/uncertainties/>.
- [5] Travis E. Oliphant. „NumPy: Python for Scientific Computing“. Version 1.9.2. In: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), S. 10–20. URL: <http://www.numpy.org/>.