

V14

Tomographie mit γ -Strahlung

Tahir Kamcili
tahir.kamcili@udo.edu

Marina Andreß
marina.andress@udo.edu

Durchführung: 11.04.2022

Abgabe: 15.04.2022

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Ziel	3
2 Theorie	3
2.1 Tomographie	3
2.2 Wechselwirkung von Materie mit Gamma-Strahlung	3
2.3 Fehlerbestimmung	4
3 Diskussion	4
Literatur	4

1 Ziel

Ziel des Versuches war es die Zusammensetzung eines 3x3-Würfels in einer seiner Ebene zu bestimmen, wobei die einzelnen Teilwürfel aus unterschiedlichen Metallen besteht.

2 Theorie

2.1 Tomographie

Die Tomographie ist ein Bild-gebendes Verfahren, welches viel Anwendung in der heutigen Medizin findet. Besonders die so genannte Computertomographie, kurz CT, ist weit verbreitet. Durch dieses Verfahren werden Querschnitte erzeugt und durch die Untersuchung mehrerer Schichten kann so ein 3 Dimesnionales Bild generiert werden.

Im Allgemeinen wird für die Tomographie γ -Strahlung benutzt. Durch die unterschiedlichen Absorptionskoeffizienten und durch die Bestrahlung des Targets aus verschiedenen Winkeln kann ein Bild erzeugt werden.

2.2 Wechselwirkung von Materie mit Gamma-Strahlung

Die Quelle der γ -Strahlung ist im Versuch der Zerfall eines radioaktiven Isotops. In diesem zerfällt der Kern unter Aussendung eines γ -Quants in ein energetisch günstigeren Zustand. Dadurch ist das Spektrum der γ -Strahlung diskret.

γ -Strahlung wechselt wirkt hauptsächlich in 3 Art und Weisen mit Materie. Diese sind der Photoeffekt, die Compton-Streuung, sowie die Paarerzeugung.

1. **Photo-Effekt:** Beim Photoeffekt wird ein Photon vollständig von einem gebundenen Elektron absorbiert so, dass dieses aus seiner Bindung herausgelöst wird. Dafür muss die Energie des γ -Quants ($E_\gamma = hf$) mindestens die Bindungsenergie E_B des Elektrons an den Kern betragen. Die kinetische Energie des Elektrons lässt sich somit bestimmen zu

$$E_e = E_\gamma - E_B \quad (1)$$

Der Wirkungsquerschnitt σ ist $\propto Z^5 E_\gamma^{-3,5}$ daher dominiert im Allgemeinen der Photoeffekt bei Energien $< 100\text{keV}$ und bei Kernen mit einer hohen Ladungszahl Z .

2. **Comptonstreuung:** Bei der Comptonstreuung, auch inelastische Streuung genannt, trifft ein Photon auf ein quasi-freies Elektron. Das Photon gibt dabei einen Teil seiner Energie δE ab, sodass die Wellenlänge um $\delta\lambda = \lambda' - \lambda$ verändert wird. Wichtig für den Energieübertrag ist dabei der Winkel in dem das Photon auf das Elektron trifft. Der Energieübertrag wird maximal für 180° . Zudem werden beide Teilchen von ihrer ursprünglichen Bahn abgelenkt, sodass eine Streuung statt findet.

Die Comptonstreuung dominiert für Energien im Bereich von $100\text{keV} - 1\text{MeV}$.

3. **Paarerzeugung:** Bei der Paarerzeugung zerfällt ein Photon in einem Coulombfeld eines Teilchens in ein Teilchen-Antiteilchen Paar. Die benötigte Mindestenergie für ein γ -Quant ist gesetzt durch die doppelte Masse des Elektrons (da diese identisch mit der Masse des Positrons ist), da dieses Pärchen das leichteste ist, in welches es Zerfall kann. Somit ist die Mindestenergie gegeben durch

$$E_\gamma = 2m_e c^2. \quad (2)$$

2.3 Fehlerbestimmung

3 Diskussion

Literatur

- [1] 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/>.
- [2] Eric Jones, Travis E. Oliphant, Pearu Peterson u. a. *SciPy: Open source scientific tools for Python*. Version 0.16.0. URL: <http://www.scipy.org/>.
- [3] Eric O. Lebigot. *Uncertainties: a Python package for calculations with uncertainties*. Version 2.4.6.1. URL: <http://pythonhosted.org/uncertainties/>.
- [4] *Literaturwert für spezifische Wärmekapazität von Wasser*. 2020. URL: https://www.chemie.de/lexikon/Spezifische_W%C3%A4rmekapazit%C3%A4t.html (besucht am 01.11.2020).
- [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/>.
- [6] *Versuchsanleitung zu Versuch V14*. Fakultät Physik, TU Dortmund. 2022.