

GRUNDPRAKTIKUM I

VERSUCHSPROTOKOLL

Gammaspektroskopie

Clemens Schumann, Tassilo Scheffler

clemensrubenschumann@googlemail.com,
tassilo@glief.de

betreut von
NELE STETZUHN

15.03.2018

Inhaltsverzeichnis

1	<u>Physikalische Grundlagen</u>	2
2	<u>Aufbau</u>	4
3	<u>Auswertung</u>	5
4	<u>Diskussion</u>	6
5	<u>Messwerte</u>	7

Gammastruktroskopie

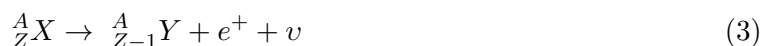
1 Physikalische Grundlagen

Atomkerne bestehen aus Protonen und Neutronen. Jeder Atomkern ist über die Anzahl dieser definiert. Das heißt jedes Nuklid X ist mit A_ZX definiert. A ist dabei die Massenzahl und Z die Ordnungszahl. Dabei gilt für Protonen $p : {}^1_1p$ und für Neutronen $n : {}^1_0n$. Diese Kerne können radioaktiv zerfallen, wenn sie instabil sind. Dabei gibt es verschiedene Arten des Zerfalls:

1. α - Zerfall: Ein doppelt positiv geladener Heliumkern wird emittiert.



2a. β^+ - Zerfall: Ein Proton wandelt sich in ein Neutron, ein Positron und ein Neutrino um. Das Positron wird anschließend emittiert.



2b. β^- - Zerfall: Ein Neutron wandelt sich in ein Proton, ein Elektron und ein Antineutrino um. Das Elektron wird anschließend emittiert.



3. γ - Zerfall: Hierbei werden γ - Quanten emittiert. Das heißt, dass sich nur das Energieniveau des Atoms ändert:



Die Energie des γ - Quants kann mit

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (7)$$

berechnet werden. h ist dabei das Plancksche Wirkungsquantum, c die Lichtgeschwindigkeit und λ die Wellenlänge des γ - Quants. Der Strahlungsnachweis erfolgt mithilfe eines Geiger-Müller-Zählrohrs. Dieses kann β^- - Strahlung und γ - Strahlung messen, indem die Atome des Gases des Zählrohrs durch das Eintreten der radioaktiven Atome ionisiert werden. Dadurch kommt es zu einer Elektronenlawine und schließlich zu einem Stromstoß. Daher kann man mithilfe dessen auch keine zwei exakt aufeinanderfolgende radioaktive Teilchen messen. Für die Intensität der γ - Strahlung gilt

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (8)$$

sobald man annimmt, dass die Wechselwirkungswahrscheinlichkeit der durchstrahlten Schichtdicke dx proportional ist und dass ein Strahlungsquant bei der Wechselwirkung mit dem Strahlungsfeld verloren geht. μ bezeichnet hier den Absorptionskoeffizient. Bei konstanter Energie ist $\frac{\mu}{\rho}$ mit der Dichte ρ nahezu konstant.

Bei der Interaktion mit Materie gibt es 3 wesentliche Effekte, die zutreffen können.

1. Der Photoeffekt

Bei diesem Effekt interagiert ein γ - Quant mit einem Atom. Das γ - Quant gibt dabei seine gesamte Energie an ein Elektron ab, welches damit aus dem Atom "geschossen" wird. Dadurch verschwindet das Photon und das Atom hat ein Elektron weniger.

2. Der Compton - Effekt

Hierbei interagiert ein γ - Quant mit einem freien Elektron. Da ein Photon ein Teilchen mit einer relativen Masse hat, hat es auch einen Impuls, welcher an das Elektron weitergegeben wird. Somit gibt es ein Energiequant an das Elektron ab. Das Elektron hat damit eine höhere Energie und das Photon eine niedrigere Bewegungsfrequenz.

3. Die Paarerzeugung

bei der Paarerzeugung interagiert das γ - Quant mit einem Kern. Wichtig dabei ist, dass sich ein Photon in der Nähe des Coulomb-Feldes eines Atomkerns in ein Elektron und ein Positron umwandeln kann und andersherum. Wenn nun Positron und Elektron aufeinander treffen, so entsteht ein Photon, also ein γ - Quant.

2 Aufbau

3 Auswertung

4 Diskussion

5 Messwerte