

Abstract

SONIC@HORUS is a combined particle- and γ -detector array at the *Institut für Kernphysik, Universität zu Köln*. Its upgrade is described in this thesis and its power to study high-energy dipole excitations using the particle- γ technique is demonstrated.

To achieve a higher particle detection efficiency and improve the general setup, a complete redesign of the SONIC array was indicated and culminated in the third version of SONIC. The characteristics of each version are summarised and benefits of the final version are presented.

The treatment of the raw data is presented, which was tailored to the existing HORUS array and the data acquisition. Introducing the Doppler-shift correction—even at rather low beam energies of 10 MeV to 15 MeV—greatly improves the γ -ray energy resolution. To get a more reliable full-energy peak efficiency, an experimental determination of the high-energy efficiency up to 7 MeV is presented. Explaining the particle- γ method in detail shows its great power to analyse the excitation and decay behaviour of nuclei, especially if other reaction and decay channels are dominating.

For all the nuclei presented in this thesis (^{92}Mo , ^{94}Mo , and ^{60}Ni), this is shown by a comprehensive comparison to the decay behaviour of well-known low-lying levels. At higher energies, the excitation patterns deduced from the $(p,p'\gamma)$ measurements are compared to existing (γ,γ') data. Furthermore, the particle- γ coincidence technique allows to deduce a high number of γ -decay branching ratios to the first three excited states in all three nuclei. Comparisons to theoretical calculations and previous measurements are drawn where available.

Concluding, the results are discussed and systematic studies are suggested, contributing to the understanding of the underlying structure of dipole strength in atomic nuclei.

Zusammenfassung

SONIC@HORUS ist der kombinierte Teilchen- und γ -Detektoraufbau am *Institut für Kernphysik, Universität zu Köln*. Die Verbesserungen des Aufbaus und die Untersuchung hoch-energetischer Dipolanregungen mithilfe der Teilchen- γ -Koinzidenzmethode werden vorgestellt.

Für eine Verbesserung der Teilchendetektionseffizienz und um generelle Verbesserungen am Aufbau umzusetzen, wurde als dritte Version von SONIC ein komplett neues Design entwickelt. Die verschiedenen Entwicklungsstufen des Aufbaus werden vor- und die Vorteile der finalen Version dargestellt.

Die Verarbeitung der Rohdaten der Datenaufnahme wird erläutert. Dabei wurde zum ersten Mal eine Korrektur der Doppler-Verschiebung – die trotz der niedrigen Strahlenergie von 10 bis 15 MeV nötig ist – genutzt und führt zu einer deutlich verbesserten γ -Energieauflösung. Für eine verlässliche Bestimmung der *Full-Energy-Peak*-Effizienz wird ein Experiment vorgestellt, das eine Effizienzkalibrierung bis circa 7 MeV erlaubt.

Die verwendete Methode der Teilchen- γ -Koinzidenzmessung und ihre Vorzüge bei der Untersuchung der Anregung und des Zerfallsverhaltens von Kernniveaus wird erläutert, insbesondere für schwache Reaktions- und Zerfallskanäle.

Für die drei in dieser Arbeit untersuchten Kerne (^{92}Mo , ^{94}Mo und ^{60}Ni) wird diese Methode durch Vergleiche mit vorhandenen Daten des niedrig-liegenden Levelschemas verifiziert. Bei höheren Energien werden die Ergebnisse dieser Arbeit mit vorhandenen (γ, γ')-Messungen verglichen. Durch die Methode der Teilchen- γ -Koinzidenz können zudem in allen untersuchten Kernen viele Zerfälle in die ersten vier Zustände quantifiziert werden. Vergleiche mit theoretischen Rechnungen und anderen experimentellen Daten werden ebenfalls gezeigt.

Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert und weitere Messungen vorgeschlagen, um das Verständnis der Struktur von Dipolstärke in Atomkernen zu erweitern.