



Doctoral Thesis

Fusion und Direktprozesse bei Schwerionenreaktionen

Author(s):

Ungricht, Ernst

Publication Date:

1979

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000177605> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH 6500

Fusion und Direktprozesse bei Schwerionenreaktionen

ABHANDLUNG

zur Erlangung

des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

ERNST UNGRICHT

dipl. Phys. ETH Zürich

geboren am 17. März 1951

von Dietikon (Kt. Zürich)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. J. Lang, Referent

PD Dr. R. Müller, Korreferent

Juris Druck + Verlag Zürich

1979

KURZFASSUNG

Die Produkte der Kernreaktionen ${}^6\text{Li}+{}^{28}\text{Si}$, ${}^9\text{Be}+{}^{28}\text{Si}$ und ${}^{12}\text{C}+{}^{28}\text{Si}$ wurden bei mehreren Energien gemessen und analysiert. Die verwendeten Energien waren 13, 20, 25 MeV für ${}^6\text{Li}$ -Strahl, 12, 14, 17, 20, 23, 26, 30 MeV für ${}^9\text{Be}$ -Strahl und 22, 27, 36 MeV für ${}^{12}\text{C}$ -Strahl. Gemessen wurden Winkelverteilungen der elastischen und inelastischen Streuung und der leichten geladenen Reaktionsprodukte (Protonen, Deuteronen, Alpha) sowie des Neutronentransfers (${}^9\text{Be}$, ${}^8\text{Be}$).

Die elastische Streuung kann sehr gut mit dem optischen Modell erklärt werden. Die drei Reaktionen haben völlig verschiedene optische Potentiale, zwei davon (${}^6\text{Li}$ und ${}^9\text{Be}$) gelten als anomal (Satchler 1979). Es ist kaum möglich, die Potentiale von einer gemeinsamen Basis herzuleiten. Die elastische Streuung bestimmt das Potential eindeutig bis zur Fusionsbarriere. Deshalb ergeben Fusionsdaten keine neuen Informationen über das optische Potential. Wahrscheinlich ist es überhaupt unmöglich, das Potential tief im Kerninnern zu bestimmen.

In den Winkelverteilungen können die leichten geladenen Produkte von Direktprozessen und Fusionen getrennt werden. Die Energieverteilungen der Fusionsprodukte lassen sich sehr gut mit einer Zwischenkernreaktion mit anschliessender Nukleonen-Verdampfung erklären. Daraus kann der Fusionsquerschnitt bestimmt werden. Es zeigt sich deutlich, dass der Fusionsquerschnitt auch bei ganz kleinen Energien nicht gleich dem Reaktionsquerschnitt ist. Für schwach gebundene Kerne mit hochwahrscheinlichen Transferprozessen ist der Fusionsquerschnitt bloss 60% des Reaktionsquerschnittes. Dieses Verhältnis hängt nicht von der Bindungsenergie sondern vor allem von der Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Direktprozesse ab.

Die wichtigsten Direktreaktionen können anhand der Energieverteilungen identifiziert und ihre Wirkungsquerschnitte abgeschätzt werden. Für den Neutronentransfer (${}^9\text{Be}$, ${}^8\text{Be}$) stimmen die Messungen bei vier Strahlenergien gut mit den DWBA-Rechnungen überein.

Die Summe der Wirkungsquerschnitte aus Direktreaktionen und Fusion stimmt innerhalb der Fehlergrenzen mit dem Reaktionsquerschnitt aus der elastischen Streuung überein. Allerdings können gewisse nicht gemessene Kanäle bis zu 10% des Reaktionsquerschnittes enthalten.

ABSTRACT

The reaction products of ${}^6\text{Li}+{}^{28}\text{Si}$, ${}^9\text{Be}+{}^{28}\text{Si}$, ${}^{12}\text{C}+{}^{28}\text{Si}$ were measured at energies of 13, 20, 25 MeV for the ${}^6\text{Li}$ -beam, 12, 14, 17, 20, 23, 26, 30 MeV for the ${}^9\text{Be}$ -beam and 22, 27, 36 MeV for the ${}^{12}\text{C}$ -beam. Measured were elastic and inelastic scattering, light charged particles (mainly protons, deuterons and alphas), and the ${}^8\text{Be}$ -particles from the neutron transfer reaction (${}^9\text{Be}$, ${}^8\text{Be}$).

The elast scattering is well reproduced with optical model calculations. The potentials for the three reactions studied are very different, two of them may be considered as anomal (Satchler 1979). It seems to be rather impossibel to fit all elastic scattering angular distributions with some common potential. The potentials are well defined by the elastic scattering up to the fusion barrier. Therefore the analysis of the fusion measurements gives no new information on the potentials, but the results are in good agreement with the optical model results. It seems to be impossibel to define the potential deeper inside the nucleus.

It was possibel to separate the light charged particles coming from evaporation after complete fusion or from direct reactions. The energy distributions of the fusion products are well reproduced by statistical model calculations. The fusion cross sections are much lower than the reaction cross section (from the optical model analysis). For the weakly bound ${}^9\text{Be}$ projectile with favorised direct channels the fusion cross section in ${}^9\text{Be}+{}^{28}\text{Si}$ is only 60% of the reaction cross section. This ratio does not depend on the beam energy. The essential criterion is the probability of direct reactions rather than the low binding energy.

The most important direct reactions are identified with the aid of the energy distributions. The cross sections can be estimated. The measurements for the neutron transfer reaction (${}^9\text{Be}$, ${}^8\text{Be}$) are in good agreement with the DWBA-calculations at four energies.

The sum of direct and fusion cross sections is within the error equal to the reaction cross section from the optical model analysis, although there may be channels with up to 10% of the reaction cross section which are not measured.