SONDERDRUCK AUS
DIE
NATURWISSENSCHAFTEN
SPRINGER-VERLAG • BERLIN • GÖTTINGEN • HEIDELBERG
1963 HEFT 12, S. 439/40 50. JAHRGANG

Modelldemonstrationen atomarer und nuklearer Bindungskräfte durch Überlagerung von Potentialen

Horst Melcher und Ewald Gerth

In dieser Arbeit werden neue Möglichkeiten zur Demonstration der molekularen, atomaren und nuklearen Bindungskräfte mit Hilfe schwimmender (Keramik-) Magnete mitgeteilt. Man verwendet die Magnete in geeigneten Formen und Kombinationen, um bestimmte Potentialüberlagerungen zu erzeugen. Die resultierenden Potentialverläufe werden in Analogie zu den genannten Bindungskräften gesetzt.

Für Magnete beliebiger Gestalt gilt das Kraftgesetz in der Form $K = C \cdot r^n$, wobei im allgemeinen sowohl C als auch n Funktionen von r sind[1]). Bei der Kraftwirkung zwischen zwei gleichartigen zylinderförmigen (oder hohlzylinderförmigen) Keramikmagneten in der zweiten Gaußschen Hauptlage ist jedoch n in den Grenzen des Meßbereiches ($r \leq 7 \sqrt{R\ l}$) praktisch nur von dem Formverhältnis $q = R/l$ der Zylinder abhängig [[1]), Fig.8] (r = Abstand der Symmetrieachsen, R = Radius der Polfläche, l = Länge des Magnetstabes). Mit Hohlzylindermagneten lassen sich bei gleichen räumlichen Dimensionen größere Werte von $|n|$ erreichen als mit Vollzylindern. Gemäß der empirisch ermittelten Kurve (Fig. 1) der Funktion $n = f(q)$ bei Vollzylindermagneten ist es demnach möglich, den Exponenten des Kraftgesetzes zwischen zwei Körpern vorzugeben und damit eine Reihe von Analogieversuchen zur Kristall-, Atom- und Kernphysik, die auf der Potentialüberlagerung beruhen, durchzuführen.

Die Ionen, Elektronen, Atomkerne und Nukleonen können nach einem einheitlichen Grundbauplan durch Kombinationen von (hohl-) zylinderförmigen Keramikmagneten, die sich in Schwimmbehältern (Fig. 2) befinden, dargestellt werden. Die (Plastik-) Schwimmbehälter, die gleichzeitig zur Halterung der Magnete dienen, können durch eine Teilfüllung mit Wasser in eine stabile Schwimmlage und einheitliche Eintauchtiefe gebracht werden.

Zur Veranschaulichung der heteropolaren Bindung verwendet man zwei der Form nach gleiche Schwimmkörper mit einer solchen Polung der Magnete, daß durch die Stabmagnete die Anziehungskraft und durch die Flachmagnete die Abstoßungskraft ausgeübt wird. Die Schwimmkörper stellen sich infolge des Vorhandenseins einer Potentialmulde auf einen bestimmten gegenseitigen Abstand r_0 ein (Fig. 3), den sie nach Herausbringen aus dieser Lage immer wieder einnehmen und der sich damit als stabil erweist.

Hiermit ist eine Analogie zur heteropolaren Bindung vorhanden, desgleichen zu der Bindung zwischen Proton und Elektron (Wasserstoffatom) sowie zwischen Zentralgestirn und Planet u.a.

Kippt man einen der beiden Schwimmkörper in die andere stabile Schwimmlage, so tritt eine Umkehrung der Kraftwirkung ein, wobei der ringförmige Potentialwall dem Potentialtopfmodell des Atomkerns entspricht.

Fig. 4 zeigt die Schwimmkörperanordnung einer Elementarzelle eines zweidimensionalen Modell-Ionenkristallgitters.

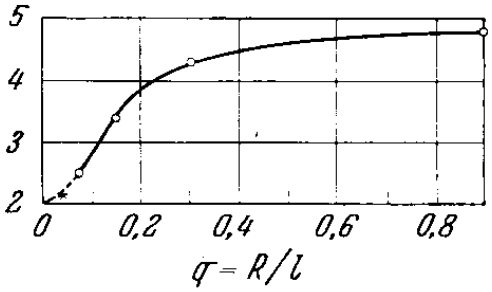

Fig. 1

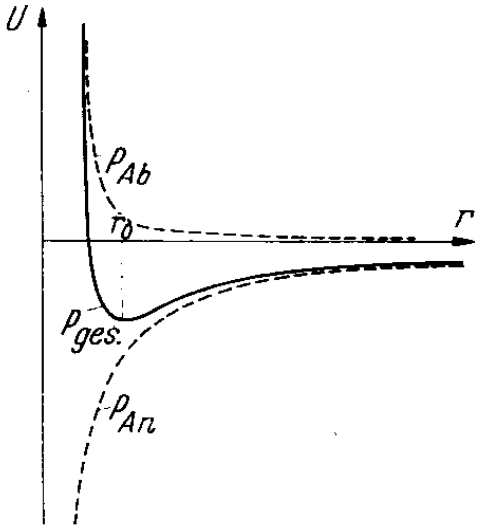

Fig. 3

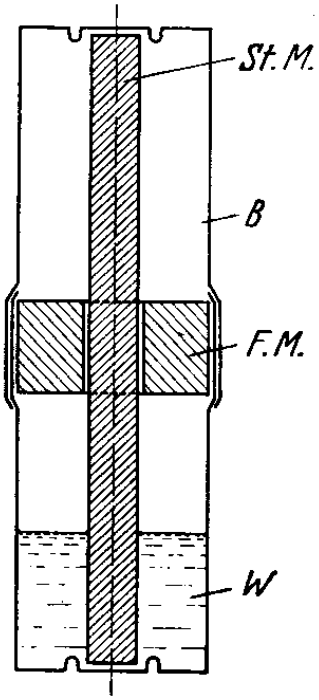

Fig. 2

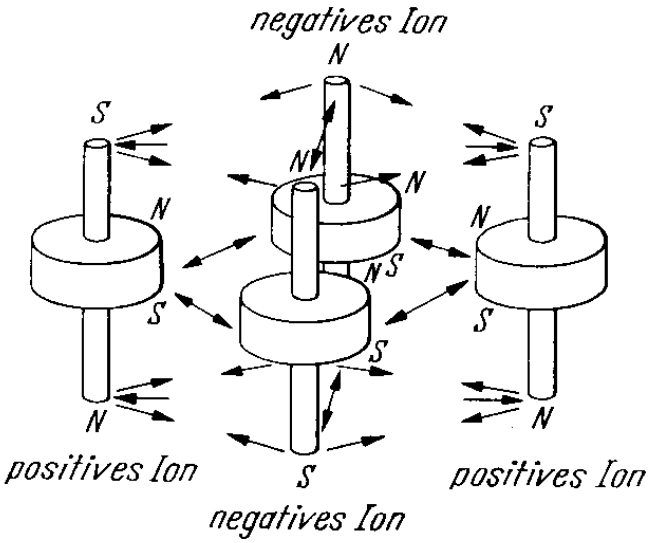

Fig. 4

Fig. 1. Empirische Kurve für $n = f(q)$; Kraft in Abhängigkeit vom Abstand r der Symmetrieachsen zwischen je zwei gleichen zylindrischen Magneten in der zweiten Gaußschen Hauptlage

Fig. 2. Schwimmkörper mit Magnetkombination. *St.M.* Stabmagnet ($n \sim -2$}; *B* Behälter (Plaste); *F.M.* Flachmagnet ($n < -2$); *W* Wasserfüllung

Fig. 3. Einzelpotentiale von Anziehungs- und Abstoßungskraft sowie Verlauf des Gesamtpotentials. P_{AB} Potential der Abstoßungskraft; P_{AN} Potential der Anziehungskraft; P_{Ges} Gesamtpotential

Fig. 4. Prinzip der Magnetanordnung für die heteropolare Bindung; Elementarzelle eines Modell-Ionenkristallgitters. *Neg.Ion* negatives Ion (Elektron); *pos.Ion* positives Ion (Proton)

Nach dem gleichen Prinzip kann auch ein (statisches) Modell zur homöopolaren Bindung dargestellt werden. Die negativen Ionen bedeuten nach Fig. 4 in diesem Fall die Elektronen - auch ohne Flachmagnet - und die positiven Ionen die Atomkerne.

Über eine größere Zahl von Versuchsmöglichkeiten mit schwimmenden Magneten der hier beschriebenen Art wird demnächst ausführlicher berichtet.

Es soll aber abschließend noch auf die Möglichkeit der zweidimensionalen Modelldarstellung der Schalenstruktur der Atomhülle hingewiesen werden, wobei im Gegensatz zu schon bekannten Versuchen [2-6]) die Analogie zu einem realen Atom dadurch verbessert wird, daß das Zentralteilchen und die Hüllenteilchen entgegengesetzte magnetische Polaritäten besitzen.

Institut für Experimentalphysik (Isotopenabteilung)
der Pädagogischen Hochschule, Potsdam

HORST MELCHER und EWALD GERTH

Eingegangen am 4. März 1963

[1]) MELCHER, H., E. GERTH u. H.-J. WILKE: Praxis der Naturw. 11, 151 (1962).
[2]) THOMSON, J. J.: The Corpuscular Theory of Matter. London: Constable 1907.
[3]) BRAGG, W.: Was ist Materie? Leipzig: Akad. Verlagsges. 1931.
[4]) MILNER, C. J.: Nucleonics 1949, 56.
[5]) MELCHER, H.: Praxis der Naturw. 11, 8 (1962).
[6]) SCHUBNIKOW, A. W.: Priroda (russ.) 1962, H. 3, 17-22.