

## Über das Neutron und zur Struktur der Atomkerne

Von Carl Lorey-Leipzig

(Eingegangen am 17. August 1936)

Die im Jahre 1926 vom Verfasser in seinem Aufsatz „Die Ableitung der Atomgewichte aus dem Atombau“<sup>1)</sup> ausgesprochenen Prinzipien erforderten die Annahme eines elektrisch neutralen Atombausteins mit der relativen Masse von einer Atomgewichtseinheit. Dieses Elementarteilchen wurde — eben wegen seines elektrisch neutralen Zustandes — als „Neutron“ bezeichnet. Durch die Arbeiten von J. Chadwick und anderen<sup>2)</sup> wurde 1932 und später die vollkommene Richtigkeit dieser Annahme bestätigt.

Stellt man sich auf den Standpunkt, daß Protonen und Neutronen im Atomkern nicht durch dichte Packung, sondern durch dynamische Kräfte zusammengehalten werden<sup>3)</sup>, so ist nur ein kleiner Schritt nötig, sowohl den Protonen als auch den Neutronen Energieniveaus zuzuschreiben. Dieser Schritt aber gestattet, für beide Elementarteilchen ähnliche Überlegungen und Betrachtungen durchzuführen, wie sie N. Bohr<sup>4)</sup> für die Elektronen in der Atomhülle entwickelte.

<sup>1)</sup> Inauguraldissertation Lorey, II. Teil, S. 117, Leipzig 1926/27.

<sup>2)</sup> J. Chadwick, Proc. roy. Soc. Lond. **136**, 692 (1932); Nature Lond. **129**, 312 (1932); J. Chadwick u. M. Goldhaber, Nature Lond. **134**, 237 (1934).

<sup>3)</sup> C. D. Ellis, Proc. roy. Soc. Lond. (A) **101**, 1 (1922); C. D. Ellis u. H. W. B. Skinner, Proc. roy. Soc. Lond. (A) **105**, 60, 165, 185 (1925); S. C. Lind, Chem. Zentralbl. **1929**, I, 1181; J. Estermann u. O. Stern, Physic. Rev. **45**, 764 (1934); I. I. Rabi, J. B. N. Kellog u. J. R. Zacharias, Physic. Rev. **46**, 163 (1934).

<sup>4)</sup> N. Bohr, „Der Bau der Atome und die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente“, Z. Physik **9**, 1 (1922), III. Abschnitt.

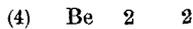
Außer dem Isotopen des Elementes Wasserstoff mit dem Atomgewicht 1 (leichter Wasserstoff) ist bisher kein einziger weiterer Fall bekannt, bei dem das Atomgewicht eines Isotopen kleiner ist als die doppelte Kernladungszahl des entsprechenden Elementes; es kann demnach angenommen werden, daß den Protonen mindestens die gleiche Anzahl von Neutronen zugeordnet ist, die als Neutronen erster Ordnung bezeichnet werden sollen. Da die Isotopen der Elemente jedoch meist größere Atomgewichte haben, als die doppelte Kernladungszahl angibt, so sind noch weitere Neutronen in Betracht zu ziehen; sie scheinen durch eine andersartige Konfiguration ausgezeichnet zu sein und sollen als Neutronen zweiter Ordnung oder als „Ballastneutronen“ bezeichnet werden. Die beim Beschuß des Berylliums durch Polonium- $\alpha$ -Strahlen auftretenden und erstmalig von J. Chadwick<sup>1)</sup> beobachteten Neutronen gehören wahrscheinlich zur Kategorie dieser Ballastneutronen.

Ehe auf die Grundsätze eingegangen wird, die zum schematischen Aufbau der Atomkerne nötig sind, soll an mehreren Beispielen gezeigt werden, in welcher frapperender Weise sie den tatsächlich vorliegenden Verhältnissen in bezug auf den Bereich der Isotopen und ihre Atomgewichte gerecht werden. In der folgenden Tabelle gibt bei den einzelnen Elementen die obere Reihe an: Kernladungszahl (eingeklammert), Symbol des Elementes und die der Elektronenkonfiguration entsprechend angenommene Konfiguration der Protonen. Darunter stehen die den Protonen zugeordneten Neutronen erster Ordnung, denen ebenfalls die Elektronenkonfiguration zuerteilt wurde. Dann folgen die Atomgewichte der bisher nachgewiesenen Isotopen des Elementes, und dahinter stehen die Neutronen zweiter Ordnung — Atomgewichtszahl minus doppelte Kernladungszahl — in der für sie angenommenen und der Protonenkonfiguration angepaßten quantenmäßigen Gruppierung. Das läßt sich leicht ermöglichen, wenn man den Ballastneutronen nicht die jetzt gebräuchliche Elektronenkonfiguration zuerteilt, sondern diejenige, die N. Bohr in seinen ersten Veröffentlichungen über den Atombau annahm<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> A. a. O.

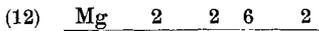
<sup>2)</sup> A. a. O.

Eine Tabelle für sämtliche Elemente würde den Rahmen dieser Veröffentlichung weit überschreiten, weshalb nur eine kleine Auswahl gebracht wird, die dem Verfasser besonders instruktiv scheint und wahrscheinlich auch genügt, um die Anwendung der Aufbauprinzipien sinnfällig vor Augen zu führen. (Vorbemerkung: Protonen und Neutronen sind durch eine waagerechte Doppellinie getrennt; Neutronen erster und zweiter Ordnung durch eine einfache Linie.)



$\underline{\underline{2 \quad 2}} \rightarrow$  Neutronen erster Ordnung

9 — 1  $\rightarrow$  Ballastneutron



$\underline{\underline{2 \quad 2 \quad 6 \quad 2}} \rightarrow$  Neutronen erster Ordnung

24

— —

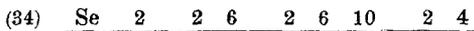
25

— 1

$\rightarrow$  Ballastneutronen

26

— 2



$\underline{\underline{2 \quad 2 \quad 6 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 2 \quad 4}}$

74

— —

2 4

76

— —

4 4

77

— 1

4 4

78

— 2

4 4

80

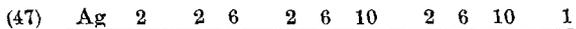
— 4

4 4

82

2 4

4 4



$\underline{\underline{2 \quad 2 \quad 6 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 1}}$

107

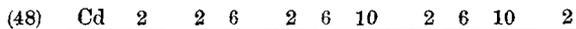
— —

6 6 1

109

— —

2 6 6 1



$\underline{\underline{2 \quad 2 \quad 6 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 2}}$

110

— —

6 6 2

111

— 1

6 6 2

112

— 2

6 6 2

113

— 3

6 6 2

114

— 4

6 6 2

116

— 2

4 6 6 2



$\underline{\underline{2 \quad 2 \quad 6 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 2 \quad 6 \quad 10 \quad 2 \quad 1}}$

115

— —

4 6 6 1

(50)	Sn	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	2	
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	2	
	112		—		—	—		4	6		2		
	114		—		—	—		6	6		2		
	115		—		—	1		6	6		2		
	116		—		—	2		6	6		2		
	117		—		—	3		6	6		2		
	118		—		—	4		6	6		2		
	119		—		1	4		6	6		2		
	120		—		2	4		6	6		2		
	121		—		3	4		6	6		2		
	122		—		4	4		6	6		2		
	124		2		4	4		6	6		2		
(51)	Sb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	3	
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	3	
	121		—		—	4		6	6		3		
	123		—		2	4		6	6		3		
(52)	Te	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	4	
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	4	
	126		—		2	4		6	6		4		
	128		—		4	4		6	6		4		
	130		2		4	4		6	6		4		
(53)	J	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	5	
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	5	
	127		—		—	4		6	6		5		
(54)	X	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	
	124		—		—	—		2	6		8		
	126		—		—	—		4	6		8		
	128		—		—	—		6	6		8		
	129		—		—	1		6	6		8		
	130		—		—	2		6	6		8		
	131		—		—	3		6	6		8		
	132		—		—	4		6	6		8		
	134		—		2	4		6	6		8		
	136		—		4	4		6	6		8		
(55)	Cs	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1
	133	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1
	133		—		—	2		6	6		8	1	
(56)	Ba	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	2
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	2
	135		—		—	1		6	6		8	2	
	136		—		—	2		6	6		8	2	
	137		—		—	3		6	6		8	2	
	139		—		—	4		6	6		8	2	

(82)	Pb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	2
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	2
	203		—	—	3			6	6	6		8	8			2
	204		—	—	4			6	6	6		8	8			2
	205		—	1	4			6	6	6		8	8			2
	206		—	2	4			6	6	6		8	8			2
	207		—	3	4			6	6	6		8	8			2
	208		—	4	4			6	6	6		8	8			2
	209		1		4	4		6	6	6		8	8			2
	210		2		4	4		6	6	6		8	8			2
(86)	Rn	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6
	219		—	—	3			6	6	6		8	8			10
	220		—	—	4			6	6	6		8	8			10
	222		—	2	4			6	6	6		8	8			10

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wurde vor allem eine Verdopplung der Kernladungszahl erstrebt, um die Höhe des Atomgewichtes zu erreichen oder in dessen Nähe zu gelangen. Diese Verdopplung wurde erzielt durch Zuordnung der gleichen Anzahl Neutronen, wie sich Protonen im Kern befinden. Die dann am Atomgewicht noch fehlende Masse wird durch Ballastneutronen aufgefüllt. Bezeichnet man die Energieniveaus schematisch als Quantengruppen und teilt man diese in Haupt- und Untergruppen ein, so lautet der hauptsächliche Grundsatz: Jede vollständige Untergruppe der  $n^{\text{ten}}$  Hauptgruppe vermag noch  $2(n-1)$  Ballastneutronen aufzunehmen. Z. B. bei Nr. 34, Selen: Vollständige Untergruppen sind  $\text{II}_2$ ,  $\text{III}_2$  und  $\text{III}_3$ , daher vermögen sie in der II. Hauptgruppe noch  $2 \cdot 1 = 2$  Neutronen, in der III. Hauptgruppe je  $2 \cdot 2 = 4$  Neutronen aufzunehmen. — Ist eine Untergruppe nicht vollständig, so wird sie nur soviel Neutronen aufnehmen können, wie Protonen in ihr vorhanden sind. Wie in einer späteren Arbeit gezeigt werden soll, besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Radioaktivität und Neutronenzahl in der äußersten Quantengruppe des Atomkernes. Ist nämlich die Gesamtzahl der Neutronen in einer solchen Gruppe größer als die Gesamtzahl der Protonen, so liegt stets ein instabiles Element, und zwar ein  $\alpha$ -Strahler vor.