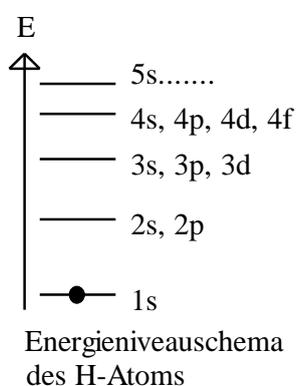


Kapitel 7: Der Aufbau der Elektronenhülle

Legt man an eine mit Wasserstoff gefüllte Glasröhre eine Hochspannung an, beginnt das Gas darin zu leuchten. Eine Analyse des abgegebenen Lichtes ergibt, dass sich um ein Licht handelt, das aus Farben ganz spezifischer Wellenlängen zusammengesetzt ist. Es handelt sich also nicht um ein kontinuierliches Spektrum. Die abgestrahlte Energie ist gequantelt. Heute weiss man, dass diese Energiebeträge den Energieunterschieden zwischen den verschiedenen Orbitalen im Wasserstoffatom entsprechen. Wie kommt das?



Von den drei Quantenzahlen n , l und m sagt einzig n etwas über den Abstand des Elektrons zum Atomkern aus. Je grösser dieser Abstand ist, desto grösser ist auch die Energie des Elektrons (kinetische und potentielle Energie). In Einelektronenteilchen wie H-Atomen ist die Energie des Elektrons nur von n abhängig. Die relative energetische Lage der Orbitale wird in sogenannten Energieniveauschemen festgehalten. In diesen Schemen werden die Energieniveaus der Orbitale als waagrechte Striche ge-

zeichnet, die energetisch höheren oben, die niederenergetischen unten. Das Elektron im Wasserstoffatom besetzt normalerweise das tiefstmögliche Energieniveau (Grundzustand) des 1s-Orbitals, weil alle Systeme nach dem energieärmsten Zustand streben. Durch geeignete Energiezufuhr kann das Elektron angeregt werden, wobei es höher liegende Niveaus besetzt. Es verbleibt aber in der Regel nicht lange in diesem Zustand, denn es trachtet immer danach durch Energieabgabe den Grundzustand einzunehmen. Es "hüpft" dann wie auf einer Leiter die Sprossen hinunter und überspringt auch eine oder mehrere Sprossen, wobei es jeweils einen Energiebetrag, der der Energiedifferenz zwischen den Energieniveaus entspricht, in Form von elektromagnetischer Strahlung abgibt. Liegt die Wellenlänge im sichtbaren Bereich, leuchtet der Stoff. Bei Kenntnis der Energie (Wellenlänge) des abgestrahlten Lichts können die Energiedifferenzen zwischen den Niveaus berechnet werden. Man kann also die relative Energie der Orbitale messen.

In Mehrelektronenteilchen schirmen Elektronen in kernnahen Orbitalen die Kernladung gegen aussen ab. Von dieser Abschirmung sind die verschieden geformten Orbitale unterschiedlich stark betroffen. Daher hängt bei Mehrelektronenteilchen die Energie der Orbitale auch von der Drehimpulsquantenzahl l ab. In der 1., 2. und 3. Periode lautet die Reihenfolge innerhalb einer Hauptquantenzahl: $s < p < d$. Die energetische

Reihenfolge der Orbitale der Atome ab der 4. Periode kann aus der Grafik 6 im Anhang herausgelesen werden.

Die Wellenfunktionen von Elektronen müssen sich in mindestens einer Quantenzahl unterscheiden, sonst beschreibt die Funktion dasselbe Elektron. Trotzdem können sich in einem Orbital maximal zwei Elektronen (ein Elektronenpaar) aufhalten. Wie ist das möglich?

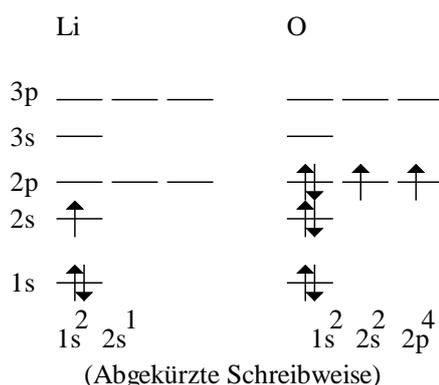
Nicht erwähnt wurde bisher eine vierte Quantenzahl, die Spinquantenzahl s . s kann die Werte $1/2$ und $-1/2$ annehmen. Behelfsmässig darf man sich darunter links- und rechtsherum drehende Elektronen vorstellen. Die Drehrichtung wird mit einem auf- oder abwärts gerichteten Pfeil symbolisiert.

Die Regeln zum Aufbau einer Elektronenhülle lauten wie folgt:

1. Elektronen besetzen die energieärmsten ihnen zugänglichen Orbitale.
2. Gleichwertige Orbitale werden zuerst einfach besetzt, bevor sich Elektronen in einem Orbital paaren.

Die Energieniveauschemen von zwei ausgewählten Atomen sehen dann folgendermassen aus:

Li hat ein doppelt besetztes $1s$ und ein einfach besetztes $2s$ -Orbital. Bei O ist das $2s$ - und ein $2p$ -Orbital voll besetzt, die beiden anderen $2p$ -Orbitale nur zur Hälfte. Das sind total 6 Elektronen in der L-Schale.

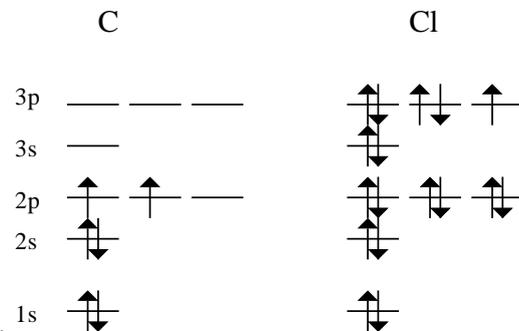


Fragen zu Kapitel 7

1. Zeichnen Sie die Energieniveauschemen von Kohlenstoff- und Chloratomen und besetzen Sie sie mit den Elektronen.
2. Benennen Sie mit Hilfe der Grafik 6 die Elektronenkonfiguration des Elementes Iod (OZ 53) in der abgekürzten Schreibweise.
3. Warum werden gleichwertige Orbitale zuerst einfach besetzt bevor Elektronenpaare gebildet werden?
4. Unter welchen (energetischen) Umständen könnte es für ein Elektron entgegen den Regeln energetisch sinnvoller sein, ein nächst höheres Orbital einfach zu besetzen, statt sich in einem Orbital zu paaren?
5. Bei welchen Elementen ist die Bedingung in Frage 4. erfüllt?
6. Was ist beim hier eingeführten Modell über den Aufbau der Elektronenhülle neu im Vergleich mit dem alten Modell?

Antworten zu Kapitel 7

1.



2. Aus der Grafik 6 ist ersichtlich, dass nach dem 4d-Orbital nicht etwa das 4f-, sondern das 5s-Orbital folgt. Somit hat Iod die folgende Elektronenkonfiguration: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$
3. Alle Systeme streben nach einem Energieminimum. Weil eine Elektronenpaarung etwas Energie benötigt, ist eine Einfachbesetzung der Orbitale energetisch günstiger. (Die Abstossungskräfte sind zwischen den Elektronen in einfach besetzten Orbitalen kleiner als zwischen Elektronen, die sich im gleichen Orbital befinden.)
4. Die Paarungsenergie muss grösser sein als die Energiedifferenz zum nächsten unbesetzten Orbital. In diesem Fall ist es für das Elektron energetisch günstiger das nächsthöhere Orbital allein zu besetzen.
5. Bei den Nebengruppenelementen. Darum wurden sie auch im Periodensystem von den Hauptgruppenelementen abgetrennt Ihre Energieniveaus liegen teilweise so nahe beieinander (Grafik 6), dass die Orbitale ohne jede Regelmässigkeit gefüllt sind. Elemente, die im PSE nebeneinanderstehen, können völlig unterschiedliche Elektronenkonfigurationen aufweisen. Weil innenliegende Schalen nur zum Teil gefüllt sind, erreichen diese Elemente meistens keine Edelgaskonfiguration durch Abgabe der Valenzelektronen. Bei so viel Unregelmässigkeit versagen unsere bisherigen einfachen Modelle, so dass wir bei Nebengruppenelementen bezüglich Reaktionsverhalten keine Vorhersagen treffen können.
6. Eine Elektronenschale ist nicht homogen, sondern unterteilt in energetisch unterscheidbare Orbitale. Die Orbitale weisen zum Teil sehr sonderbare Formen auf und sind nur in einigen Fällen tatsächlich Kugelschalen.