



1. Die Zugehörigkeit zu einem Element und die Ladung eines Atoms

Es ist die Anzahl an Protonen (p+), die die Zugehörigkeit eines Atoms zu einem Element festlegt. So gehören alle Atome, die 1 Proton (p+) im Atomkern besitzen, dem Element (Atomart) Wasserstoff an, ganz gleich wie viel Neutronen oder Elektronen sie auch besitzen. Alle diese Atome mit einem Proton (1 p+) bekommen das Symbol H. Im Periodensystem sind die Elemente nach steigender Protonenzahl geordnet. Sie entspricht dort bei dem Element angegebenen Laufnummer, der Ordnungszahl (Z).

Anzahl an p+ = Z

1.1 Geben Sie die Protonen und die Elektronen folgender Teilchen an.

- a) Na p+: e: b) Al3+ p+: e: c) O2- p+: e:
d) N- p+: e: e) Au p+: e: e) H+ p+: e:

Für den Fall, dass ein H-Atom in der Atomhülle auch ein Elektron besitzt (1 e-), gleicht sich die Kernladung nach außen hin gerade aus. Es handelt sich dann um ein ungeladenes (= neutrales) Atom. Geladene Atome oder Moleküle werden als Ionen bezeichnet. So ist beispielsweise ein H-Ion einfach negativ geladen. In der Elektronenhülle ist also ein Elektron mehr vorhanden, als im Atomkern Protonen zu finden sind. Da durch das Element „H“ fest steht, dass im Kern ein Proton zu finden ist müssen es also zwei Elektronen in der Hülle vorhanden sein (2 e-).

2. Neutronenzahl und Isotope: Bauvarianten der Atome eines Elements

Da ein Proton und ein Neutron jeweils 1 u wiegen, sollten die Atommassen alle ganzzahlige Werte ergeben. Dies ist für viele Elemente auch nahezu der Fall. Beispiele für Elemente mit nahezu ganzzahligen Atommassen sind

Es gibt allerdings auch Gegenbeispiele, also Elemente deren Atommasse stark von einem ganzzahligen Wert abweichen:

Für das Abweichen von ganzzahligen Atommassen gibt es vor allem zwei Gründe:

- 1. Massendefekt: Bei der Bildung eines Atomkerns aus Protonen und Neutronen wird viel Energie an die Umgebung abgegeben. Dieser Energieverlust führt zu einem Massenverlust, denn beide hängen mit der Beziehung E = mc^2 (Energie-Masse-Äquivalenz) zusammen. Er macht allerdings höchstens 0,2 u aus, meist sogar viel weniger. Der Massendefekt alleine kann also nicht erklären, warum beispielsweise beim Chlor (Cl) im PSE die Atommasse A = 35,45 u ausgewiesen ist.
2. Von jedem Element sind Bauvarianten bekannt, die sich in der Neutronenzahl (N) unterscheiden. Die Bauvarianten haben zwar die gleiche Ordnungszahl (Z), stellen daher das gleiche Element dar, weisen aber verschiedene Massen auf. Im PSE ist die durchschnittliche Atommasse angegeben. Jede einzelne

Bauversion wird Nuklid genannt, und die Massenzahl („Atomgewicht“, A) links oben neben dem Elementsymbol angegeben. (Bsp: 13C, 7Li etc.). Die verschiedenen Nuklide eines gleichen Elements werden auch Isotope genannt. Isotope unterscheiden sich in der Neutronen- und Massenzahl, haben aber dieselbe Protonenzahl (Z). Beispielsweise sind die Nuklide 13C und 12C zueinander isotop. Die verschiedenen Isotope eines Elements verhalten sich chemisch fast identisch und zeigen dasselbe Reaktionsverhalten.

Gegenbeispiel: Die Nuklide 80Br und 37Cl sind nicht zueinander isotop.

Da ein Neutron und auch ein Proton jeweils 1 u wiegen, gibt die ganzzahlig gerundete Atommasse eines Nuklids die Summe der Protonen- und der Neutronenzahl an:

A = Z + N

Da durch das PSE die Ordnungszahl (≙ Protonenzahl) bekannt ist, kann man aus der Differenz auf die Neutronenzahl (N) schließen. N = A - Z. Beispiel: 13C: n0 = 13 - 6 = 7 n0

2.1 Bestimmen Sie die Anzahl der Atombausteine der Wasserstoffisotope:

- 1H (...): p+ n0 e-
• 1H (...): p+ n0 e-
• 1H (...): p+ n0 e-

Während Protium- und Deuterium-Nuklide stabil sind, neigen Tritium-Nuklide zum Zerfall. Eine solche Zerfallsneigung wird als **Radioaktivität** („radio“ = Strahlen) bezeichnet, denn beim Zerfall werden große Mengen gefährlicher, energiereicher Strahlung (**ionisierende Strahlung**) frei.

Stabile Nuklide hingegen besitzen überhaupt gar keine Zerfallsneigung und sind, wenn sie nicht durch äußere Einflüsse gespalten werden, für die Ewigkeit gemacht.

2.2 Bestimmen Sie die Anzahl der Atombausteine.

	Z (p ⁺ -Zahl)	N (n ⁰ -Zahl)	e ⁻ -Zahl
⁷ Li ⁺			
⁶³ Cu ²⁺			
¹²⁸ I ⁻			
²³⁸ U			

Schlussfolgerung zum Zahlenverhältnis n⁰ : p⁺ anhand der Reihe: Mit steigender des Nuklids nimmt die pro Proton benötigte zu. Dies ist auf die abstoßenden Kräfte der Protonen untereinander, zurückzuführen. Sie sind auf kleinstem Raum untergebracht, denn der Atomkern ist winzig. Um dies zu ermöglichen, wird eine zunehmend steigende Zahl an Neutronen benötigt. Sie wirken wie ein Kitt (Klebstoff), der die Protonen und damit den Atomkern zusammen hält. Obwohl es von allen Elementen bekannte Isotope gibt, treten in der Natur nicht

alle auf. Es gibt sogar viele Elemente, die in der Natur nur in Form eines einzigen Isotops vorkommen, die anderen Isotope sind dann künstlich über kerntechnische Prozesse hergestellt. Solche Elemente werden **Reinelemente** genannt. Hierzu gehört beispielsweise das Iod, das in der Natur nur in der Form Iod-127-Nuklids (¹²⁷I) auftritt. Die Isotope ¹²⁹I und ¹²⁵I sind zwar bekannt, aber wurden künstlich hergestellt und neigen zum Zerfall. **Mischelemente** wie der Wasserstoff, treten auch in der Natur in Form mehrerer Isotope auf (siehe oben). Bei Mischelementen sind einige der natürlichen Nuklide jedoch häufig radioaktiv.

Bis zum Jahr 2003 nahm man noch an, dass das Bismut-209 (²⁰⁹Bi) das letzte stabile Nuklid ist, d.h. das stabile Nuklid mit der höchsten Ordnungszahl (Z). Sehr genaue Messungen haben jedoch gezeigt, dass auch ²⁰⁹Bi instabil ist und eine winzig kleine Zerfallsneigung besitzt. Der Zerfall von 50% einer ²⁰⁹Bi-Portion, die sogenannte **Halbwertszeit**, benötigt 20 000 000 000 000 000 Jahre. Ab dem Element mit Z = 83 (Bi) und höher gibt es damit gar keine stabilen Nuklide mehr. Bismut und alle folgenden Elemente liegen ausschließlich als radioaktive Nuklide vor. Die letzten stabilen Nuklide gehören zum Blei (Pb).

Je kürzer die **Halbwertszeit (t_{1/2})**, eines Nuklids, desto instabiler d.h. desto radioaktiver, ist es. Das Nuklid U-235 besitzt eine Halbwertszeit von t_{1/2} = 700 000 000 Jahren, das Nuklid U-237 hingegen t_{1/2} = 6,75 Tage, das Nuklid U-239 hingegen nur noch t_{1/2} = 23,45 Minuten. Letzteres ist also viel instabiler als U-235.

Wann das einzelne instabile Atom selbst zerfallen wird, ist Schicksal, und von außen nicht steuerbar. Die Wahrscheinlichkeit, dass es innerhalb der Halbwertszeit zerfällt, beträgt 50%. Beim radioaktiven Zerfall entstehen leichtere Nuklide als Bruchstücke.

Stabile Nuklide zerfallen hingegen nicht.

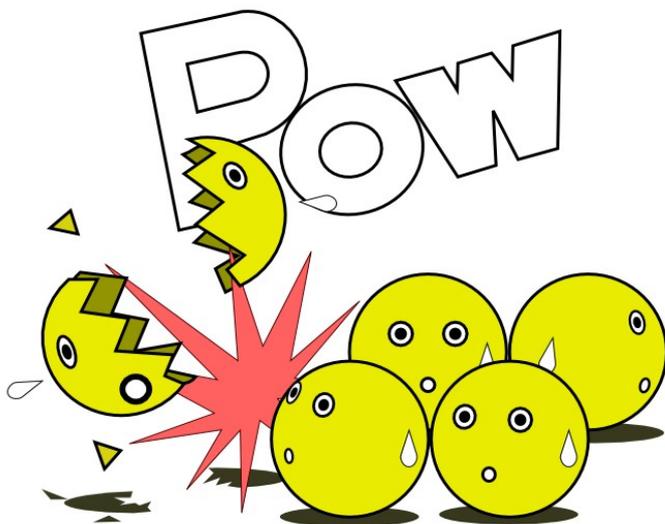


Abb. 1: Radioaktiver Zerfall. Q: wikicommons. A: Tosaka