

Kernreaktionen und Radioaktivität

Gegenstand:

Die Beschreibung von Kernumwandlungen, die Behandlung von Mess- und Nachweisverfahren für Kernstrahlungen.

Radioaktive Präparate können drei Arten von Strahlung abgeben: α -, β - und γ -Strahlung. Bei Kernumwandlungen unterscheidet man zwischen Zerfall, Spaltung und Reaktion.

Mängel:

Die Kernphysik ist eine wahre Fundgrube für Altlasten. Man erkennt diese besonders leicht, wenn man die Beschreibung von Kernumwandlungen mit der chemischer Reaktionen vergleicht. Damit sind wir auch schon beim ersten Mangel. Die Verwandtschaft zwischen gewöhnlicher Chemie und Kernchemie, oder zwischen der Physik der Atomhülle und der Physik des Atomkerns, geht viel weiter, als es nach den Darstellungen der Lehrbücher den Anschein hat. Durch das Ausnutzen dieser Analogie könnte man die Kernphysik begrifflich vereinfachen, und durch das Betonen der Analogie im Unterricht könnte man das Lernen erleichtern.

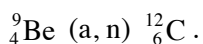
So werden in der Kernphysik Begriffe, die es in der Chemie bereits gibt, unter neuem Namen eingeführt: Was in der Chemie eine monomolekulare Reaktion ist, heißt in der Kernphysik Zerfall oder spontane Spaltung. Die autokatalytische Reaktion der Chemie ist für die Kernphysik eine Kettenreaktion. Die Umsatzrate misst man in der Chemie in mol/s. In der Kernphysik hat sie einen anderen Namen, nämlich Aktivität, und sie wird gemessen in Becquerel. Dabei gilt aber nicht, wie man es eigentlich erwarten sollte, dass

$$1 \text{ mol/s} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ Bq}$$

ist, sondern

$$1 \text{ mol/s} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ Bq} \cdot \text{mol}.$$

Reaktionsgleichungen werden in Chemie und Kernphysik unterschiedlich geschrieben. So stellt man die Reaktion der Nuklide ${}^9_4\text{Be}$ und ${}^4_2\text{He}$ zu ${}^{12}_6\text{C}$ und ${}^1_0\text{n}$ in der Kernphysik oft dar durch



Die Schreibweise der Chemie würde lauten



Abgesehen davon, dass es sicher nicht geschickt ist, für verwandte Vorgänge, nämlich Reaktionen der Atomhülle und Reaktionen des Kerns, verschiedene Schreibweisen zu verwenden, hat die kernphysikalische Schreibweise gegenüber der chemischen noch Nachteile: Sie betont eine unwesentliche Unsymmetrie zwischen den beiden Edukten ${}^9_4\text{Be}$ und ${}^4_2\text{He}$, sowie zwischen den beiden Produkten ${}^{12}_6\text{C}$ und ${}^1_0\text{n}$: die Verschiedenheit der Massen von ${}^9_4\text{Be}$ und ${}^4_2\text{He}$, bzw. von ${}^{12}_6\text{C}$ und ${}^1_0\text{n}$. Außerdem ist die Schreibweise nur anwendbar, wenn an der Reaktion genau zwei Edukte und zwei Produkte beteiligt sind.

Manchmal wird dasselbe Wort in Chemie und Kernphysik in verschiedener Bedeutung gebraucht. In der Kernphysik müssen an einer *Reaktion* mindestens zwei Edukte beteiligt sein, in der Chemie nicht.

Wer die Kernphysik lernen will, hat es mit besonders vielen Fachausdrücken zu tun. Es werden zahlreiche unwesentliche und unnötige Unterscheidungen getroffen. So legt man großen Wert auf die Unterscheidung zwischen natürlicher und künstlicher Radioaktivität, d. h. zwischen Zerfallsprozessen von natürlich entstandenen Nukliden und künstlich hergestellten. Auch die Chemie könnte zwischen natürlichen und künstlichen Verbindungen und deren spontanem Zerfall unterscheiden. Sie tut es nicht, weil die Unterscheidung nichts wesentliches erfasst. Dass einige Zerfallsprodukte zusätzlich zu ihrem Namen, den sie schon haben, noch einen eige-

nen Namen als Strahlung bekommen, ist auch überflüssig. Die Bezeichnungen α -, β - und γ -Strahlung legen außerdem ein besonderes Verwandtschaftsverhältnis zwischen den drei entsprechenden Teilchensorten nahe und führen damit eher in die Irre. Dass γ -Prozesse eine Verwandtschaft zu photochemischen Reaktionen haben, wird nicht deutlich.

Herkunft:

Wie es dazu kam, dass die Beschreibung der Strahlung die Kernphysik so stark dominiert, und dass es im Zusammenhang mit der Strahlung so viele Fachausdrücke zu lernen gibt, dass man im Unterricht so viel Zeit damit verbringt, Strahlungsmessverfahren zu diskutieren, ist leicht zu sehen: Die ersten und lange Zeit einzigen Kernumwandlungen, die man kannte, standen mit solchen Strahlungen im Zusammenhang. Dass Kernprozesse stattfinden, konnte man zunächst nur dank der "Strahlung" erkennen, d. h. dadurch, dass eines der Reaktionsprodukte fast die ganze bei der Reaktion abgegebene Energie aufnimmt. Man beobachtete eine Strahlung, wusste aber zunächst noch nicht, um was es sich handelt. Selbstverständlich gab man der neuen Strahlung gleich einen eigenen Namen. Die Anfänge der Kernphysik lagen außerdem in einer Zeit, als Strahlungen ein Modethema waren. Die Entdeckung einer neuen Strahlung hatte mehrere Male einen Nobelpreis zur Folge. Dass bei Kernumwandlungen vieles ganz ähnlich läuft wie bei Umwandlungen der Atomhülle, wurde erst allmählich klar. Kernreaktionen mit so großen Umsatzraten wie man sie aus der Chemie kennt, wurden erst Jahrzehnte nach den ersten Entdeckungen der Kernphysik bekannt bzw. möglich: Dass die Sonne mit Hilfe von Kernreaktionen funktioniert, wurde erst etwa 1920 klar. Der erste Kernreaktor begann 1942 zu laufen.

Entsorgung:

Die Entsorgung ist sicher nicht einfach. Sie erfordert eine recht umfassende Neuordnung der Inhalte der Kernphysik. Bei dieser Neustrukturierung orientiert man sich am besten an der Chemie.

Friedrich Herrmann