

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 6 (1951)
Heft: 5

Artikel: Dreimal Wasserstoff : Tritium, das radioaktive Wasserstoffisotop
Autor: Zehnder, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653861>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dreimal WASSERSTOFF

Tritium, das radioaktive Wasserstoffisotop

Von Dr. K. Zehnder, Basel

DK546.61

Urey entdeckte Ende 1931 im Spektrum von Wasserstoff das schwerere Isotop Deuterium, dessen Existenz schon von Birge vermutet worden war. Durch Elektrolyse von Wasser gelang es dann Washburn und Urey, das Deuteriumoxyd, „schweres Wasser“, verhältnismäßig stark anzureichern, und schon 1933 erhielten Lewis und Macdonald durch lang fortgesetzte Elektrolyse einige Kubikzentimeter schweres Wasser praktisch rein. Während des vergangenen Weltkrieges war bekanntlich in Norwegen die Fabrikation von größeren Mengen schweren Wassers aufgenommen worden, da es im Zusammenhang mit Kernreaktionen des Urans große Bedeutung erlangt hatte.

Einige Jahre nach der Entdeckung des schweren Wassers konnte durch noch weiter fortgesetzte Wasserelektrolyse das Oxyd eines neuen Wasserstoffisotops, nämlich des Tritiumoxyds, angereichert werden, obwohl Tritiumoxyd in äußerst geringer Menge in natürlichem Wasser enthalten ist.

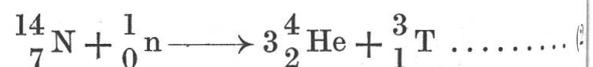
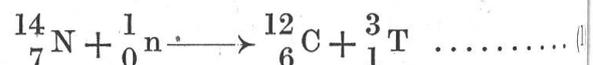
Damit die nachfolgenden Ausführungen besser allgemeinverständlich sind, sei in Kürze das wichtigste über die Formelschreibweise und Nomenklatur in der Kernphysik zusammengefaßt. Als Isotop bezeichnet man chemisch sich vollkommen gleich verhaltende Elemente. Der Atomkern besteht aus Protonen und Neutronen, und die positiven elektrischen Ladungen des Kernes (= Anzahl der Protonen) werden durch die um den Kern kreisenden (negativen) Elektronen neutralisiert. Nun gibt die Ordnungszahl Z eines Elements (oder Isotops) gleichzeitig die Anzahl der Kernprotonen und die Atomnummer (Horizontalreihen des Periodischen Systems) an. Die Masse eines Atoms aber ist im wesentlichen gleich der Summe der Protonen und Neutronen, also gibt die Differenz $M-Z$ (M = Masse) die Anzahl Neutronen im Kern an. Um nun die Isotope der verschiedenen Atomarten formelmäßig zu schreiben, bedient man sich der chemischen Formelzeichen, wobei man links oben die Massenzahl und links unten die Protonenzahl notiert. Isotope unterscheiden sich dann nur durch die linke obere Ziffer,

da sie ja im Kern gleich viele Protonen, aber unterschiedliche Anzahl Neutronen enthalten. Es sei auch gleich noch vermerkt, daß in Formeln für Kernreaktionen die Summen der Massenzahlen links und rechts vom Pfeil gleich viel ergeben müssen; dasselbe gilt auch von den Summen der Neutronenzahlen.

Nach diesen allgemeinen Angaben kann man nun die drei Isotope des Wasserstoffes wie folgt schreiben:

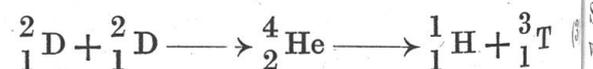
Wasserstoff (Hydrogenium) ...	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \text{H}$
Deuterium	$\begin{matrix} 2 \\ 1 \end{matrix} \text{H} = \begin{matrix} 2 \\ 1 \end{matrix} \text{D}$
Tritium	$\begin{matrix} 3 \\ 1 \end{matrix} \text{H} = \begin{matrix} 3 \\ 1 \end{matrix} \text{T}$

Nach genauesten Messungen ist Tritium das in der Natur am rarsten vertretene Isotop, kommen doch nach Grosse höchstens $3 \cdot 10^{-18}$ g Tritium auf 1 g Wasserstoff. Deshalb ist eine Gewinnung aus natürlichen Quellen für militärische Zwecke („Wasserstoff-“, besser „Tritiumbombe“) bedeutungslos. Nach neueren Angaben soll Tritium in der Atmosphäre durch Einwirkung kosmischer Strahlen auf Luftstickstoff entstehen, z. B. nach:

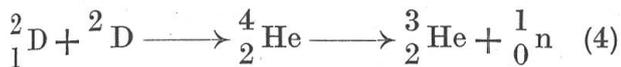


${}_{0}^{1}\text{n}$ ist das Sinnbild für Neutronen, ungeladene Partikel der Masse 1.

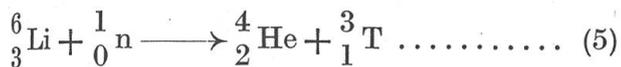
Tritium kann heute auf verschiedenen Wegen künstlich im Laboratorium dargestellt werden, von denen nachfolgend die wichtigsten erwähnt werden sollen. 1934 bombardierten in Cambridge Oliphant und Mitarbeiter Deuterium (z. B. als Deuteriumphosphat) mit energiereichen Neutronen (Kerne des Deuteriums), wobei Tritium erhielten:



Diese Reaktion kann aber auch anders verlaufen:

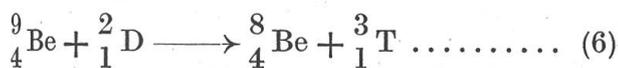


Historisch wohl am ältesten ist die Reaktion von Taylor und Goldhaber, die eine mit Lithiumchloridlösung befeuchtete photographische Platte mit Neutronen aus einer Radon-Beryllium-Quelle (beliebte Laboratoriumsneutronenquelle) beschossen:

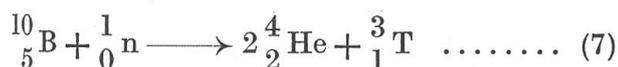


Diese Reaktion hatte Fermi bereits vorausgesehen, und Chadwick und Goldhaber konnten sie durch direkten Beschuß von Lithium bestätigen.

Tritium entsteht auch durch Reaktion energiereicher Deutonen mit Beryllium:



oder durch Beschuß von Bor (z. B. als Borsäure) mit Neutronen:



Wie in der Kernchemie allgemein üblich, sind aber die Ausbeuten all dieser Reaktionen gering; dennoch soll z. B. Reaktion (3) in „Atom-Piles“ (große „Atomofen“, wie zur Gewinnung von Plutonium usw. verwendet) ausgeführt werden.

Tritium selbst zerfällt wieder allmählich unter negativer β -Strahlung geringer Energie in das Heliumisotop ${}^3_2\text{He}$:

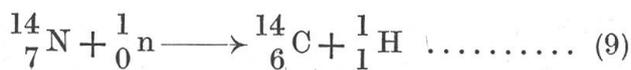


Negaton (neg. β -Strahlen)

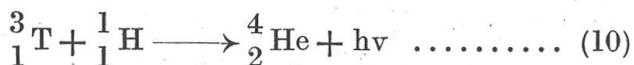
Ein Neutron des Tritons (Tritiumkern) spaltet sich also in ein Proton und ein Elektron auf; letzteres wird ausgestrahlt.

Die Halbwertszeit, d. h. die Zeit, in der sich die ursprünglich vorhandene Menge Tritium durch Zerfall auf die Hälfte reduziert, beträgt 31 ± 1 Jahre. Wegen der relativ schwachen Aktivität sind zwar speziell konstruierte Geiger-Müller-Zählrohre (Meßinstrument für radioaktive Strahlungen) zur Beobachtung und Messung des Zerfalls von Tritium nötig.

Zu oben erwähnter Reaktion der kosmischen Strahlen (1) und (2) muß noch nachgeholt werden, daß auch folgende Reaktion denkbar ist:



Das Kohlenstoffisotop ${}^{14}_6\text{C}$ wurde nachgewiesen, und natürliches Helium enthält auch tatsächlich einen Gehalt von 10^{-7} Teilen ${}^3_2\text{He}$, das ja nach (8) durch Zerfall des Tritiums hervorgehen kann. Libby äußerte daher die Hypothese, daß das atmosphärische Helium zum Teil auf diese Weise entstehe. Ferner nimmt Gamow in Sternen hoher Temperatur folgende Reaktion an, die wahrscheinlich auch in der Tritiumbombe zur Anwendung gelangt:



Strahlungsenergie
(Licht, Wärme)

Bis jetzt wurde Tritium noch nicht rein und nur in geringen Quantitäten isoliert.

Zum Schluß sei noch auf einige interessante Beispiele der Verwendung von Tritium für friedliche Zwecke hingewiesen. An Stelle von Wasserstoff kann man in chemischen Verbindungen Tritium einführen, und dadurch erhält man ein radioaktiv markiertes Atom („Tracer“). Man konnte z. B. mit Tritiumoxyd (also radioaktivem Wasser im eigentlichen Sinne des Wortes) elegant zeigen, daß ein Mensch mittleren Gewichtes zu 65,2% und ein Kaninchen zu 73,2% aus Wasser besteht. Aus der neueren Literatur sind auch schon einige Anwendungsbeispiele des Tritiums zur Aufklärung von chemischen Reaktionsmechanismen bekannt geworden, deren Besprechung aber über den Rahmen dieses Artikels hinausgehen würde.

Literatur. A. H. Grosse: Science 113 (1951): 1.—
M. P. Corriez: Ann. pharm. franç. 8 (1950): 676.—
Grimsehl-Tomaschek: Lehrbuch der Physik, Bd. 3 (1943).

KURZBERICHT

Neue Luftreinigungsfiltertypen

DK 623.511: 66.067.32

Staubteilchen mit einem Durchmesser von weniger als einem 25 Hunderttausendstel Millimeter können mit einem kleinen Spezialfilter aus der Luft abgetrennt werden, das kürzlich in den Vereinigten Staaten entwickelt wurde. Diese Hochleistungsfilter werden aus zwei verschiedenen Stoffen hergestellt: entweder einem asbestgefüllten Spezialpapier oder äußerst feiner Glaswolle. Industrie, Spitäler und Laboratorien haben bereits für die Filter Interesse gezeigt, die überall dort, wo es auf peinlichste Sauberkeit ankommt, von größtem Wert sein dürften.