

Entdeckung und Darstellung

Erstmals entdeckt wurde Americium von den US-amerikanischen Wissenschaftlern Seaborg, James, Morgan und Ghiorso anno 1944/45.¹ Das erste gefundene Isotop dieses Elements war das ^{241}Am , welches aus ^{239}Pu durch Neutronenbeschuss entsteht. Dieses zerfällt in folgender Reaktion:²

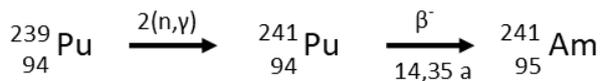


Abbildung 1: Zerfall von Pu-239 zu Am-241²

Americium besitzt die Ordnungszahl 95 und ist somit das siebte Element in der Reihe der Actinoide. Der Name Americium wurde in Anlehnung an das im PSE darüberstehende Element Europium nach dem Kontinent Amerika gewählt. Angekündigt wurde die Entdeckung des Elements von Seaborg in der Gameshow „Quiz Kids“ von 11. November 1945, in der er von einem der Kinder gefragt wurde, ob während des Krieges neue Elemente entdeckt wurden.¹ In wägbareren Mengen wurde Americium erstmals 1945 vom ebenfalls US-amerikanischen Wissenschaftler Cunningham als Hydroxid isoliert.²

In der Natur kommt Americium aufgrund seiner niedrigen Halbwertszeit (bis zu 7,3 ka) im Vergleich zum Alter der Erde (circa 4,5 Ma) nicht vor.³ Es fällt als Nebenprodukt der Plutoniumproduktion in Kernreaktoren an. Wird das erzeugte ^{241}Pu nicht direkt zur Kernspaltung gebracht und fängt weitere Neutronen ein, so entsteht nach und nach das ^{241}Am -Nuklid. Wie in Abbildung 2 ersichtlich, erreicht die ^{241}Am -Konzentration nach etwa 70 Jahren ihr Maximum.⁴ Das darauffolgende Absinken der Konzentration wird durch den α -Zerfall zu ^{237}Np hervorgerufen. Zur Erbrütung des schwereren ^{243}Am -Isotops ist ein vierfacher Neutroneneinfang des ^{239}Pu erforderlich.²

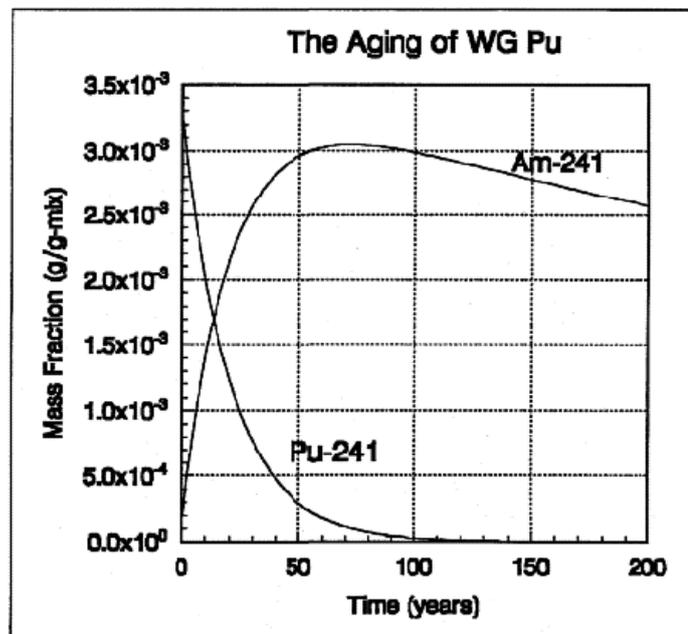


Abbildung 2: Anreicherung von Am-241⁴



Eigenschaften

Als Element ist Americium ein silbrig-weißes Metall, welchen in zwei unterschiedlichen metallischen Modifikationen vorliegen kann. Die Dichte beträgt $13,78 \text{ g/cm}^3$. Es schmilzt bei 1449 K und siedet bei 2880 K . Nach bisherigem Wissensstand scheint Americium formbarer zu sein als Uran oder Neptunium und läuft in trockener Luft bei Raumtemperatur unter Bildung von Americiumoxid langsam an.³

Es sind bislang 27 Nuklide des Americiums bekannt.³ Die bedeutendsten und langlebigsten Isotope werden in der folgenden Tabelle kurz vorgestellt.



Abb. 3: Americium unter dem Mikroskop⁵

Tabelle 1: bedeutende Americium Isotope²

Isotop	Hauptemission	Halbwertszeit	Bemerkung
²⁴¹ Am	α-Strahler	432,6 a	in 100 g Mengen herstellbar
²⁴² Am	β-Strahler	16 h	
²⁴² Am-Kernisomer	α-Strahler	141 a	
²⁴³ Am	α-Strahler	7370 a	in 10 g Mengen herstellbar

Americium tritt in Verbindungen in den Oxidationsstufen +2 bis +7 auf, während die Oxidationsstufe +3 eine besondere Stabilität aufweist, wie an den Redoxpotentialen $E^0(\text{Am}/\text{Am}^{3+}) = -2,320 \text{ V}$ und $E^0(\text{Am}^{3+}/\text{Am}^{4+}) = 2,181 \text{ V}$ ersichtlich ist. Damit ähnelt es sehr stark den Lanthanoiden, die sich ebenfalls durch stabile, dreifach geladene Kationen auszeichnen. In dieser Oxidationsstufe sind bereits diverse beständige Verbindungen bekannt. Einige Beispiele sind AmH_3 (schwarz), $\text{Am}(\text{OH})_3$ (schwarzbraun), $\text{Am}(\text{F},\text{Cl},\text{Br})_3$ (rosa) und Am_2O_3 (rötlichbraun).²

Das Am^{4+} -Ion ist bereits in neutraler oder saurer Lösung der Lage Oxidionen zu reduzieren und ist deshalb dort nicht stabil. Im Basischen kann sich allerdings ein stabiler gelbroter Octafluorid-Komplex bilden und auch als Feststoff sind Verbindungen wie AmF_4 (gelbbraun), $\text{Am}(\text{OH})_4$ (schwarz) oder AmO_2 (schwarz) beständig.²

Höhere Oxidationsstufen können nur durch sehr starke Oxidationsmittel (Bsp.: Peroxodisulfat) erreicht werden. Sie zeichnen sich durch eine hohe Tendenz zur Disproportionierung und durch eine extreme Instabilität aus.²



Anwendung

Herkömmliche Verwendungen

Geringe Mengen von Americium werden als Ionisationsquellen in Rauchmeldern eingesetzt. Das Americium emittiert radioaktive Strahlung, die die Umgebungsluft ionisiert und die elektrische Leitfähigkeit erhöht. Sollte Rauch in die Ionisationskammer eintritt, senkt er die elektrische Leitfähigkeit und öffnet damit einen Stromkreis. Dies wird im Gerät detektiert, was schließlich dazu führt, dass ein Alarm ausgelöst wird. ¹

Americium kann des Weiteren zur Darstellung anderer Transurane verwendet werden. Aus ^{242}Am entsteht durch radioaktiven Zerfall zu 82,7 % ^{242}Cm und zu 17,3 % ^{242}Pu . In Teilchenbeschleunigern können durch den Beschuss von ^{241}Am mit ^{12}C oder ^{22}Ne die Nuklide ^{247}Es , bzw. ^{260}Db erzeugt werden. ⁶

Potenzial in Radionuklidbatterien

Radionuklidbatterien werden in der Raumfahrt zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt. Sie ergänzen dabei die herkömmliche Energiequelle aus Solarzellen, welche bei größerer Entfernung zur Sonne oder bei zu großer Teilchen-Strahlung ihre Effizienz verlieren. Auch zur Ausstattung von Geräten beispielsweise auf der Rückseite des Mondes sind Solarpanels aufgrund der langen Nächte nicht einsetzbar. Radionuklidbatterien haben hinsichtlich ihres Anwendungsgebietes den Anspruch möglichst leicht und langlebig zu sein und eine möglichst hohe Betriebssicherheit aufzuweisen. Dagegen sind die hohen Kosten, welche mit dieser Art der Stromversorgung aufgrund der teuren Stoffe in großen Mengen auftreten eher irrelevant, ⁷

Im Folgenden soll die grundlegende Funktionsweise einer Radionuklidbatterie erläutert werden. Dabei sendet ein radioaktiver Stoff kontinuierlich radioaktive Strahlung aus und erwärmt damit ein Bauelement, welches die thermische Energie in elektrische umwandelt. Als benutzten thermoelektrischen Generatoren werden häufig Peltier-Elemente oder Seebeck-Generatoren verwendet. Besonders geeignete radioaktive Stoffe sind α -Strahler, da diese Art der Strahlung eine hohe Energiedichte in der direkten Umgebung erzeugt und damit wenig Strahlung aus der Radionuklidbatterie emittiert wird. Zudem müssen die Nuklide in großen Mengen herstellbar sein, damit der Bedarf adäquat gedeckt werden kann. ⁷

In der Vergangenheit wurde aus genannten Gründen die Nuklide ^{238}Pu ($t_{1/2} = 86$ a; $P = 0,55$ W/g), ^{244}Pu ($t_{1/2} = 18$ a; $P = 2,8$ W/g) und ^{242}Pu ($t_{1/2} = 163$ d; $P = 123$ W/g) verwendet. ⁶ Bei besonders langen Weltraumexpeditionen soll in Zukunft aufgrund der langen Halbwertszeit und der umsetzbaren Bereitstellung größerer Mengen auf das ^{241}Am -Nuklid gesetzt werden. Allerdings ist diese Variante stark umstritten, da das Isotop im Gegensatz zu den herkömmlichen Isotopen eine wesentlich größere γ -Strahlung aufweist, welche aufgrund der schlechten Abschirmbarkeit für Mensch und Technik eine Gefahr darstellt. ⁸



Literatur

¹ PEPLING, R. (2009): Americium. pubs.acs.org/cen/80th/print/americiumpint.html. c&en

² HOLLEMAN, A. & N. WIBERG (1985): Lehrbuch der Anorganischen Chemie. de Gruyter Verlag

³ WINTER, M. (2019): Americium: the essentials. webelements.com/ameridium/. University of Sheffield

⁴ BREDL (1993): Plutonium. The Last Five Years. [web.archive.org/web/20150429052129/http://www.bredl.org/sapc/Pu_Report1.htm](http://www.bredl.org/sapc/Pu_Report1.htm)

⁶ BINDER, H. (1999): Lexikon der chemischen Elemente. S. Hirzel Verlag

⁷ KELLER, C. (1972): Transurane. Anwendung und chemische Eigenschaften, in: Chemie in unserer Zeit (April 1972)

⁸ Clark, S. (2010): Space agencies tackle waning plutonium stockpiles. spaceflightnow.com/news/n1007/09rtg/. Spaceflight Now

Abbildungen

² nach: HOLLEMAN, A. & N. WIBERG (1985): Lehrbuch der Anorganischen Chemie. de Gruyter Verlag

⁴ BREDL (1993): Plutonium. The Last Five Years. [web.archive.org/web/20150429052129/http://www.bredl.org/sapc/Pu_Report1.htm](http://www.bredl.org/sapc/Pu_Report1.htm)

⁵ en.wikipedia.org/wiki/Americium#/media/File:Americium_microscope.jpg, Zugriff: 29.1.2019

⁸ <http://nuclear.gov/space/rhu-fact.html>, Zugriff: 29.1.2019