

Methoden der Isotopentrennung

I.) Auflistung der wichtigsten Methoden der Isotopentrennung

- Rektifikation (fraktionierte Destillation)
Bsp.: Erdölaufbereitung, Darstellung D₂O
- Gaszentrifugationsverfahren
Bsp.: Anreicherung des ²³⁵U - Isotops
- Elektrolyse
Bsp.: Darstellung von D₂O (²H₂O)
- Gasdiffusionsverfahren
Bsp.: Anreicherung des ²³⁵U - Isotops
- Trennrührverfahren
Bsp.: Reindarstellung des ²⁰Ne - Isotops
- Massenspektrometrie
Bsp.: Substanzanalyse

II.) folgende Methoden werden näher erläutert

- 1.) Gaszentrifugationsverfahren
- 2.) Gasdiffusionsverfahren
- 3.) Trennrührverfahren

Literaturverzeichnis:

- Beer - Glöckner - Letterer : Chemische Analytik, Kernchemie,
Modellvorstellungen (C.C. Buchner)
- Eggert, John : Lehrbuch der physikalischen Chemie
(S. Hirzel , Stuttgart)
- Häusler, Karl : Elementare Chemie 1 + 2 (Oldenburg)
- Rudolph, Joachim : Moderne Chemie (Manfred Pawlak
Verlagsgesellschaft mbH , Herrsching)
: Knaurs Buch der modernen Chemie
(Droemer Knaur)
- Franik, Roland : Chemie Mittelstufe - Ausgabe B (BSV)
- Schülerduden : Die Chemie (Dudenverlag)
- Volkmer, Martin : Basiswissen zum Thema Kernenergie

Röttgen

Methoden der Isotopentrennung

Alle Methoden der Isotopentrennung beruhen auf der Tatsache, daß die Isotope eines Elements verschiedene **Massen** besitzen (Massenunterschiede), und somit mit physikalischen Methoden von einander getrennt werden können.

Die Isotopentrennung wird hauptsächlich bei der **Anreicherung** von ^{235}U , für den Betrieb von Leichtwasserreaktoren angewendet. Dabei muß der Gehalt an ^{235}U 2 bis 4 % betragen. Der Gehalt an ^{235}U in Uranerzen beträgt nur etwa 0,7 %. Den „Rest“ (99,3 %) übernimmt das Uranisotop ^{238}U .

Die wichtigsten Methoden sind:

II.1.) Das Gaszentrifugungsverfahren:

Prinzip : Auf Grund von Massenunterschieden werden die **schwereren (leichteren)** Teilchen, bei Umdrehungen von 500 m/s an der Peripherie, stärker an die **Außenwand (Rohrachse)** der Zentrifuge befördert und können somit von einander getrennt werden. (Abb.II.1.)

Anwendungsbeispiel : Trennung des $^{235}\text{UF}_6$ - Moleküls vom $^{238}\text{UF}_6$ - Molekül

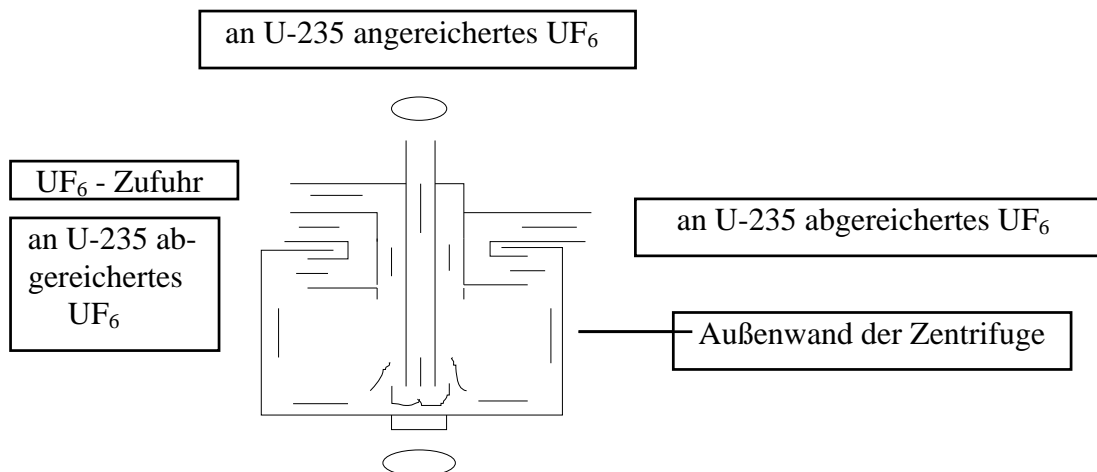


Abb. II.1.: Prinzip der **Gaszentrifugierverfahrens**

Um einen entsprechend hohen Gehalt und Kapazität an ^{235}U zu bekommen, müssen 150 000 Zentrifugen parallel und etwa 30 Trennstufen hintereinander geschaltet werden, auf Grund des sehr geringen Gasdurchsatzes. Der Energieaufwand hält sich trotzdem sehr stark in Grenzen.

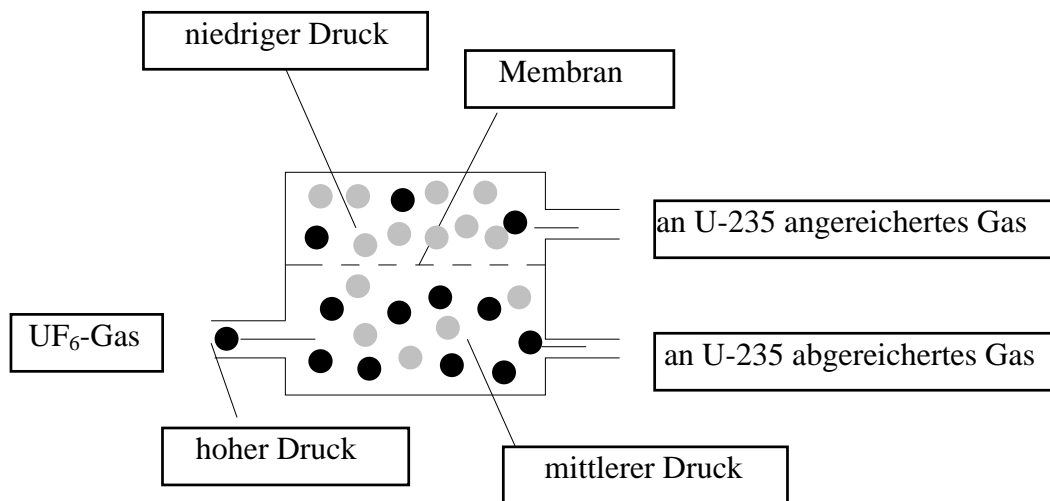
II.2.) Das Gasdiffusionsverfahren:

Diffusion bedeutet : **Diffusion** ist das Bestreben von Teilchen, auf Grund der Brown'schen Molekularbewegung, sich in einem Raum so weit wie möglich zu verteilen und dabei Dichte - und Konzentrationsunterschiede auszugleichen, um ein Gleichgewicht herzustellen.

Röttgen

Prinzip : Auf Grund einer höheren Nukleonenzahl nimmt auch die Masse des Teilchens und seiner Verbindungen zu. Sein Volumen vergrößert sich dem entsprechend und kann durch eine poröse Wand (Porendurchmesser ca. 10^{-5} mm) schlechter hindurch diffundieren, als das leichtere Teilchen (**Gasdiffusion**). (Abb.II.2.)

Anwendungsbeispiel : Trennung des $^{235}\text{UF}_6$ - Moleküls vom $^{238}\text{UF}_6$ - Molekül



Legende: ● schweres Teilchen
● leichtes Teilchen

Abb.II.2.: Prinzip des **Gasdiffusionsverfahrens**

Um eine Anreicherung an $^{235}\text{UF}_6$ - Isotopen von etwa 4 % zu erhalten, müssen bis zu 2500 Trennstufen hintereinander geschaltet werden. Der Energieaufwand ist durch das Komprimieren des Gases vor jeder Trennstufe deshalb sehr hoch.

II.3.) Das Trennröhrverfahren:

Das **Trennröhrverfahren** basiert auf der **Thermodiffusion** und auf der **Konvektionsströmung** von erwärmten bzw. erhitzten Teilchen oder ihrer Umgebung.

Thermodiffusion : Durch das teilweise Erhitzen eines Rohres, in dem ein Gasgemisch eingeschlossen ist, wird das Gleichgewicht der Teilchen des Gasgemisches gestört. Auf Grund von Massenunterschieden reichern sich die schwerere Teilchen stärker am heißen Rohrstück und die leichteren stärker am kalten Rohrstück an.

Konvektion : **Konvektion** ist eine Strömung, die durch Temperaturunterschiede hervorgerufen wird und Energie oder Gasteilchen transportieren kann.

Prinzip elektrisch : Beim **Trennröhrverfahren** wird die Rohrachse durch einen geheizten Draht erhitzt und die Wandung gekühlt. Nach einiger Zeit reichern sich schwere (leichtere) Teilchen stärker an dem geheizten Draht (an der Wand) an (**Thermodiffusion**). Durch die

Röttgen

entstehende **Konvektionsströmung** werden die **leichten (schweren)** Teilchen an das **obere heiße (untere kalte)** Rohrende transportiert.
(Abb. II.3.)

Anwendungsbeispiel : Trennung der beiden Gase H^{35}Cl und H^{37}Cl von einander

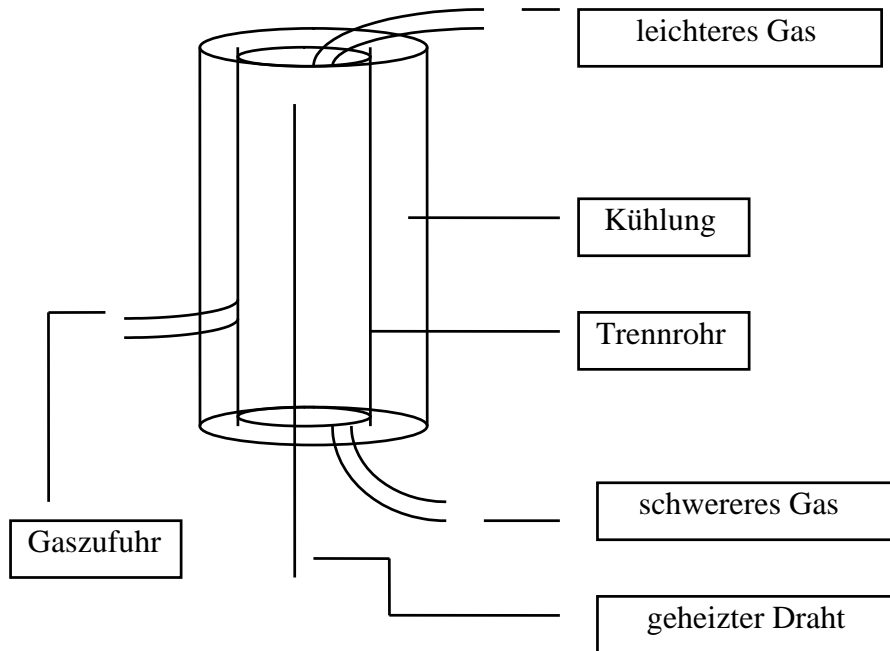


Abb. II.3.: Prinzip des **Trennröhreverfahrens**