

Radioaktive Zerfallsprozesse – Ein Überblick

von Daniel Metzsch

Radiochemisches Praktikum
WS 2006/2007
Prof. Dr. U Abram

Gliederung

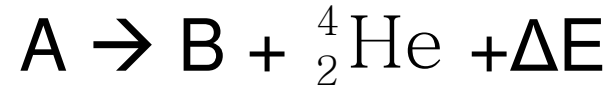
1. Emission von Nukleonen
2. Emission von Elektronen/Positronen
3. Elektroneneinfang
4. Emission von Photonen
5. Innere Konversion
6. Spontane Spaltung

1. Emission von Nukleonen

- α -Zerfall
- Tritt bei schweren Kernen auf
- Massenzahl nimmt um 4 Einheiten ab
- Ordnungszahl nimmt um 2 Einheiten ab

1. Emission von Nukleonen

- Umwandlung gemäß der Gleichung



- Nicht bei kleinen positiven Werten für ΔE
- Zerfall unter Aussendung von Protonen nahezu nicht beobachtbar

2. Emission von Elektronen/ Positronen

- β^- -Strahlung ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e} + \nu$
- β^+ -Strahlung ${}_1^1\text{p} \rightarrow {}_0^1\text{n} + {}_1^0\text{e} + \nu$
- β^- -Strahlung: unterhalb der Stabilitätslinie
- β^+ -Strahlung: oberhalb der Stabilitätslinie

2. Emission von Elektronen/ Positronen

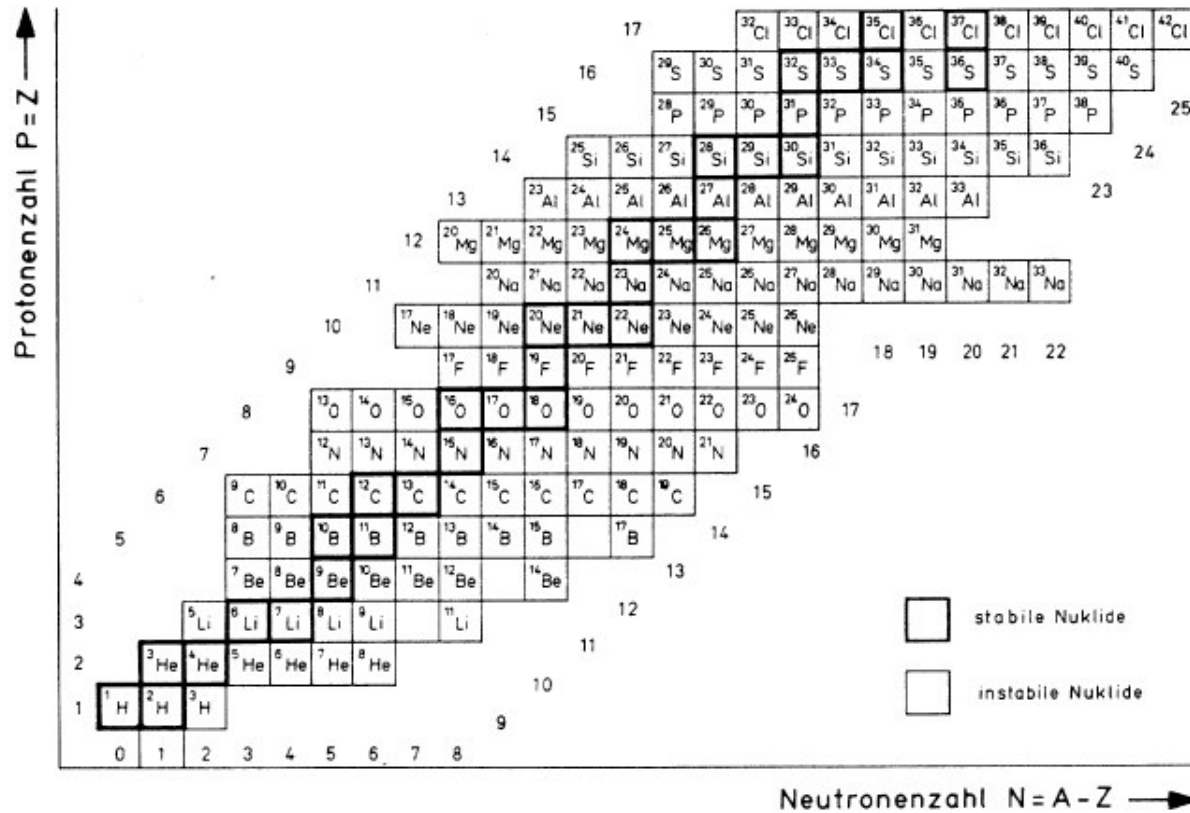


Abb. 1

2. Emission von Elektronen/ Positronen

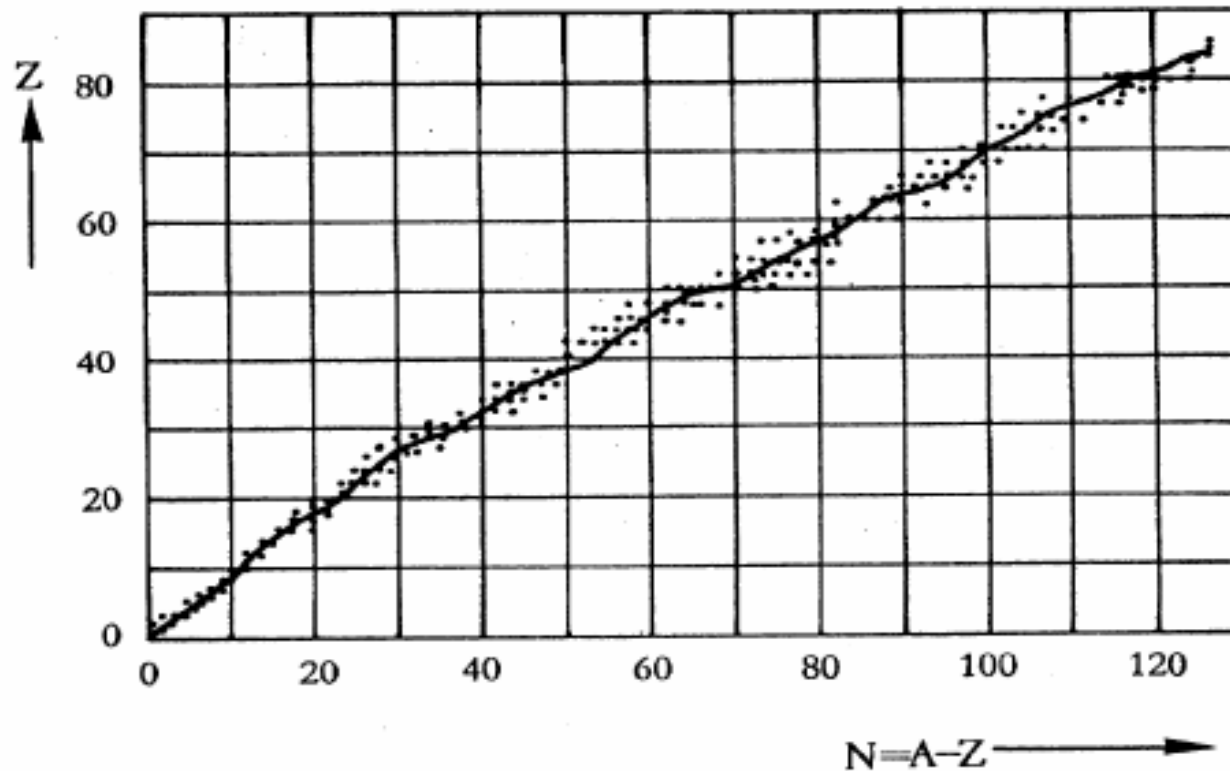


Abb. 2

3. Elektroneneinfang

- Protonenüberschuss im instabilen Kern
- Reaktion: ${}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e}(\text{H\ddot{u}lle}) \rightarrow {}_0^1\text{n} + \nu$
- Analog zum β^+ - Zerfall
- Lücke in der K-Schale wird mit einem Elektron höheren Energieniveaus besetzt
→ Aussendung einer char. Röntgenstrahlung

3. Elektroneneinfang

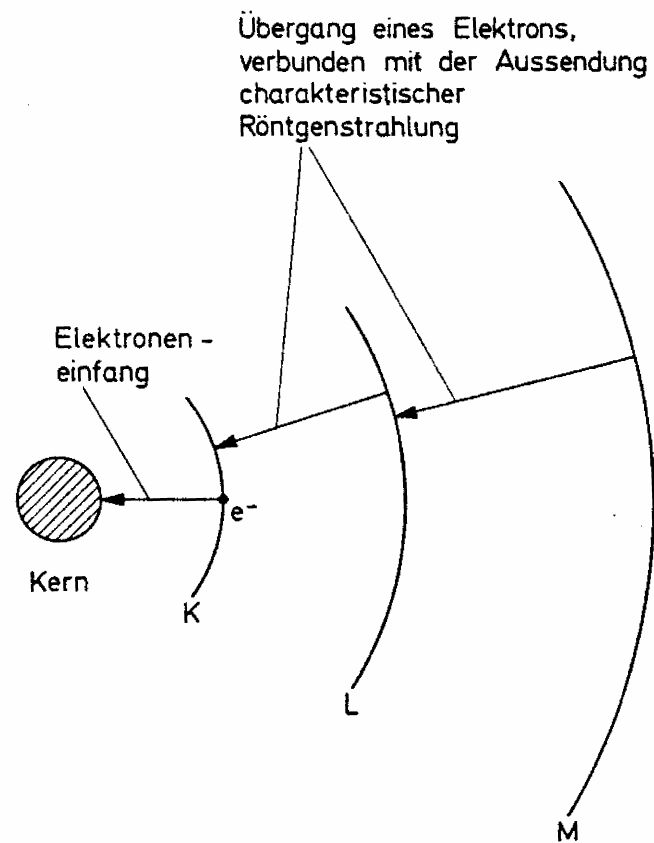


Abb. 3

3. Elektroneneinfang

- Wiederholung: Bremsstrahlung
 - **Keine direkte Kernstrahlung**
 - Sekundärstrahlung, die entsteht, wenn β -Teilchen die Elektronenhüllen von Atomen durchqueren
 - β -Teilchen verlieren einen Teil ihrer Energie
 - Diese Energie wird vom Atom als sekundäre Röntgenstrahlung (Bremsstrahlung) abgegeben
 - Bremsstrahlung nimmt mit der Kernladung des Absorbers zu

3. Elektroneneinfang

- Gleichung: $A + e^- \rightarrow B + \nu + \Delta E$

- Es gilt: $\Delta E = (m_A + m_B - m_e)c^2$

m...Kernmasse, c...Lichtgeschwindigkeit

und für die Nuklidmassen: $M = m + Zm_e$

M...Nuklidmasse, Z...Ordnungszahl

- Mit ein wenig Mathematik folgt:
Elektroneneinfang findet immer dann statt, wenn

$$M_A \geq M_B$$

4. Emission von Photonen

- Emission von Energie infolge des angeregten Zustandes
- ein oder mehrere γ -Quanten
- Lebensdauer sehr kurz

4. Emission von Photonen

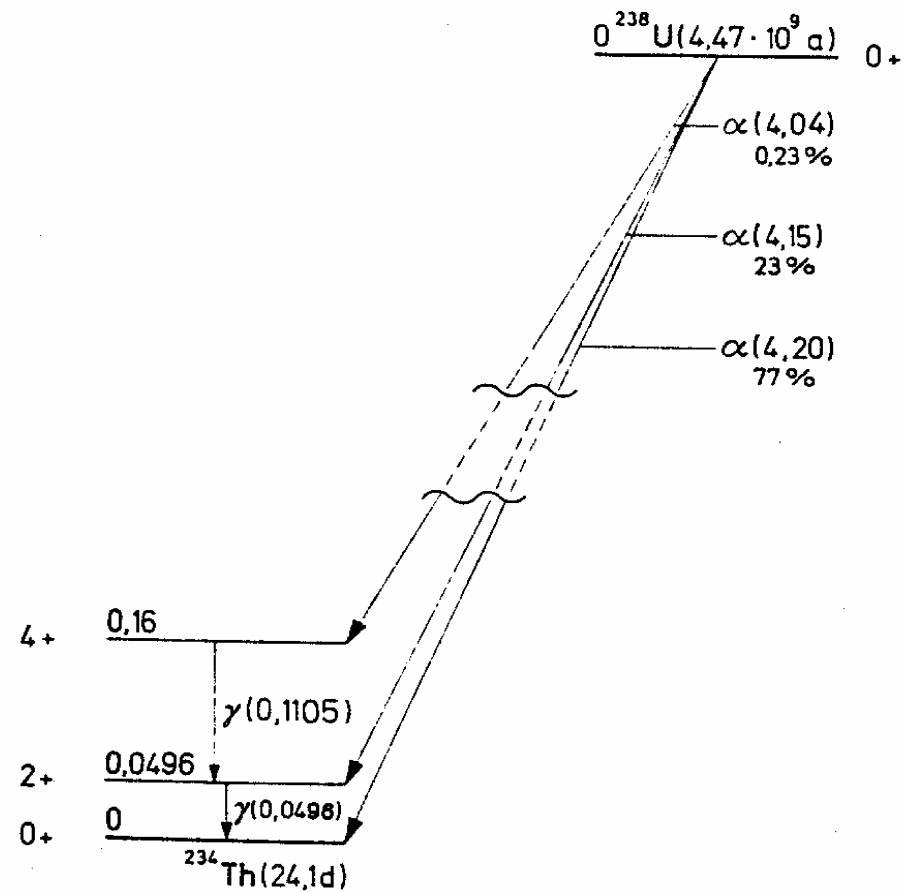


Abb. 4

5. Innere Konversion

- Anstelle von γ -Quanten treten manchmal auch Elektronen auf
- Anregungsenergie wird durch direkte WW auf Elektron der K-Schale übertragen

5. Innere Konversion

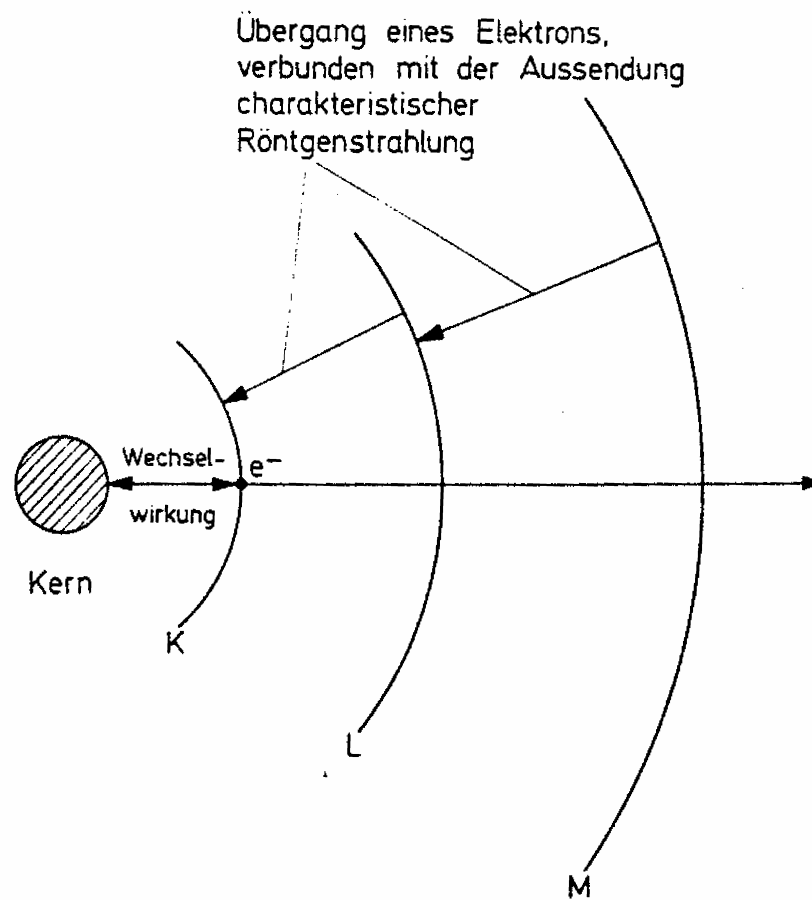
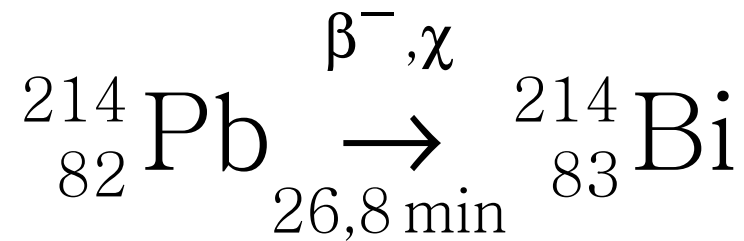


Abb. 5

5. Innere Konversion

- Zeitliche Reihenfolge
- Beispiel:

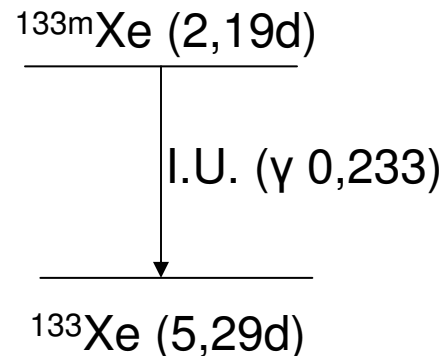


- Erst bei relativ großen Ordnungszahlen häufig

5. Innere Konversion

- Isomerer (metastabiler Zustand)
- Isomere Umwandlung
- Manchmal sehr große Halbwertszeiten
- γ -Strahlung ohne Begleitung von α - oder β -Strahlung

Beispiel:



6. Spontanspaltung

- Ein Kern zerfällt spontan in zwei annähernd große Teilstücke
- Ohne äußere Beeinflussung

Abb. 6



Otto Hahn

Abb. 7



Fritz
Strassmann

Quellen

- <http://www.ohg.sh.schule.de/ohg/schule/otto-hahn.jpg> (Abb. 6)
- <http://www.nst.or.th/article/article493/article49302/strassmann.jpg> (Abb. 7)
- Lieser: Kernchemie (3. Auflage, S.195-206)
(Abb.3: S.198, Abb. 4: S. 201, Abb. 5: 202)
- www.analytik.ethz.ch/praktika/analytisch/radiochemie/unterlagen/P01.pdf (Abb.1, 2)
- U. Abram: Skript Radiochemievorlesung