

Physik Q12		25.01.2021
Radioaktivität	Massendefekt und Bindungsenergie	

Ergänzungen zum Text im Schulbuch S. 109

Die Massen einiger Nuklide findest du in der Formelsammlung auf Seite 61. Dort sind nicht die reinen Kernmassen m_k , sondern die **Atommassen** m_a angegeben, d.h. die Masse der Elektronen ist dabei berücksichtigt.

Beispiel:

In der Formelsammlung auf S. 61 steht für He-4 die Atommasse $m_a = 4,002603 \text{ u}$.

Zieht man von dieser Atommasse die Masse von zwei Elektronen ab ($m_e = 5,4858 \cdot 10^{-4} \text{ u}$ findet man in der Formelsammlung auf S. 43), dann erhält man die Masse des Atomkerns:

$$m_a - 2 \cdot m_e = 4,002603 \text{ u} - 2 \cdot 5,4858 \cdot 10^{-4} \text{ u} = 4,001506 \text{ u} = \\ = 4,001506 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Das ist der Wert, der im Buch auf Seite 109 für die Masse m_{He} des Heliumkerns angegeben ist.

Die Berechnung des Massendefekts bzw. der Bindungsenergie ist eine der wenigen Situationen in der Physik, wo man mit bis zu 9 Stellen rechnen muss, um eine sinnvolle Genauigkeit zu erreichen.

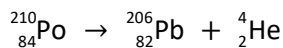
Die atomare Masseneinheit u findet man in der Formelsammlung auf S. 42. Üblicherweise rechnet man in der Kernphysik die Massen aber nicht in kg um, sondern gibt die Massen in der Einheit u an.

Massendefekt beim radioaktiven Zerfall

Auch bei der Radioaktivität spielt der Massendefekt bzw. die Bindungsenergie eine wichtige Rolle.

Beim α -Zerfall ist die Masse des ursprünglichen Atoms geringfügig größer als die Summe der Massen des α -Teilchens und des entstehenden Kerns. Die Elektronen sind dabei schon berücksichtigt, denn das neu entstehende Atom hat zunächst zwei Elektronen zu viel, die es abgibt. Das α -Teilchen (He-Kern) nimmt dafür zwei Elektronen auf und wird zum neutralen He-Atom.

Beispiel:



$$\Delta m = m_{\text{Po-210}} - (m_{\text{Pb-206}} + m_{\text{He-4}}) = 209,982874 \text{ u} - (205,974465 \text{ u} + 4,002603 \text{ u}) = 5,806 \cdot 10^{-3} \text{ u}$$

Die Energie, die diesem Massenunterschied entspricht, kann man nun direkt in eV bzw. MeV abgeben. Auf S. 45 der Formelsammlung findet man ganz unten: $1 \text{ u}c^2 = 931,49 \cdot 10^6 \text{ eV}$.

$$\Rightarrow E = \Delta m \cdot c^2 = 5,806 \cdot 10^{-3} \text{ u}c^2 = 5,806 \cdot 10^{-3} \cdot 931,49 \text{ MeV} = 5,41 \text{ MeV}$$

Diese Energie wird hauptsächlich in Form kinetischer Energie des α -Teilchens frei. Das wesentlich schwerere Bleiatom nimmt nur sehr wenig kinetische Energie auf.