

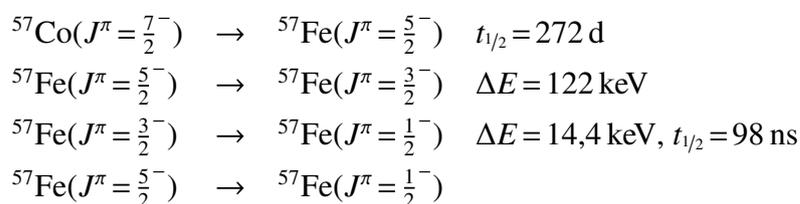
Abgabe: 9. Mai in der Vorlesung

Aufgabe 1: Mößbauer-Spektroskopie

20 Punkte

In der Mößbauer-Spektroskopie wird häufig der 14,4 keV-Übergang des ^{57}Fe -Kerns, welcher einen Massendefekt von $\Delta_{\text{Fe}} = -60,176 \text{ MeV}$ besitzt, untersucht. Der ^{57}Fe -Kern entsteht beim Zerfall von ^{57}Co . Der Massendefekt für das Kobaltisotop beträgt $\Delta_{\text{Co}} = -59,340 \text{ MeV}$.

a) Betrachten Sie die folgenden Übergänge:

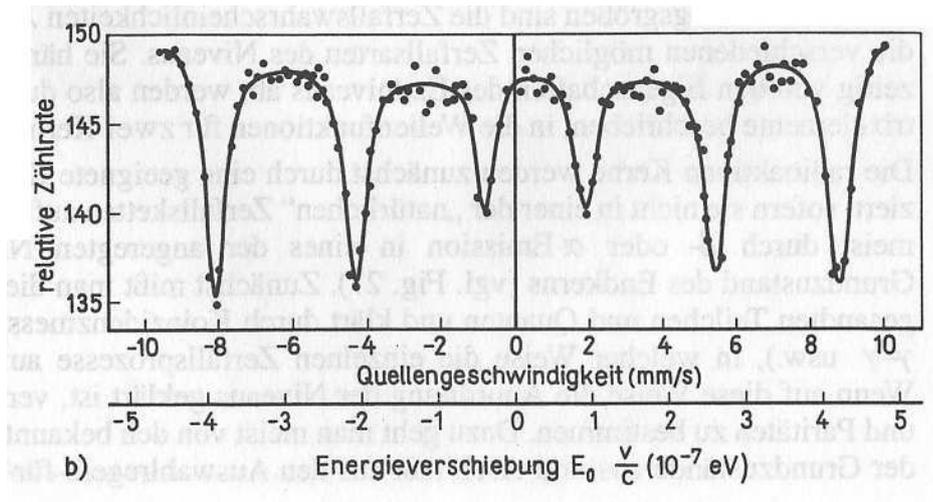


Um welche Prozesse handelt es sich jeweils (β^+ -, β^- -, γ - oder α -Zerfall, Elektroneneinfang, ...)? Ergänzen Sie die fehlenden Teilchen im Endzustand.

- b) Klassifizieren Sie die möglichen Multipolkomponenten der Strahlung des „Mößbauer-Übergangs“. Warum ist das $3/2$ -Niveau des ^{57}Fe -Kerns vergleichsweise langlebig?
- c) Ist der Absorberkern innerhalb des Fe-Kristalls im atomaren Magnetfeld, während sich der Emitterkern im feldfreien Gebiet befindet, so beobachtet man das in der Abbildung gezeigte Mößbauerspektrum. Erklären Sie die Beobachtung (der $1/2$ -Zustand hat ein positives, der $3/2$ -Zustand ein negatives magnetisches Moment) und schätzen Sie aus der Messung den Betrag des Magnetfeldes am Absorberkern ab.
Hinweis: Zeigen Sie zunächst, dass sich der Erwartungswert der Wechselwirkungsenergie des Magnetfeldes und des magnetischen Moments des Kerns zu

$$\langle \hat{H}_{\text{ww}} \rangle = -\mu\mu_{\text{K}}B \cdot \frac{m_I}{I}$$

berechnet. Benutzen Sie weiterhin die Abstände der Mößbauer-Linien mit größter und kleinster Energie bzw. mit zweitgrößter und zweitkleinster Energie. Es ist $\mu(^{57}\text{Fe}, \frac{1}{2}^-) = 0,09044$.



- d) Warum benutzt man nicht den 136 keV-Übergang? Tipp: Für den 14,4 keV-Übergang beträgt der Debye-Waller-Faktor bei Zimmertemperatur $f(14,4 \text{ keV}) = 0,91$.