

Übungen zu Experimentalphysik V WS 2012/2013
Prof. Karl Jakobs, Dr. Iacopo Vivarelli
Übungsblatt Nr. 6

Die Lösungen müssen bis 10 Uhr am Dienstag den 4.12.2012 in die Briefkästen im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

1. γ -Strahlung

- (a) Der Kern ${}^7\text{Li}$ emittiert von einem Zustand mit $I^\pi = \frac{1}{2}^-$ eine 0.48 MeV γ -Strahlung zum $I^\pi = \frac{3}{2}^-$ Grundzustand. Welche Multipolaritäten könnte die γ -Strahlung haben? Welche davon ist die Wahrscheinlichste? [**2 Punkte**]
- (b) Nachfolgend sind die Energie und die mittlere Lebensdauer des angeregten Zustandes einiger Mößbauer-Isotope gegeben. Berechnen Sie für jedes Isotop die natürliche Linienbreite und die Doppler-Linienbreite bei $T = 300\text{ K}$ und $T = 4\text{ K}$ (Temperatur des flüssigen Heliums) für den γ -Übergang vom angeregten Zustand in den Grundzustand sowie die Rückstoßenergie des Atomkerns nach erfolgter γ -Emission. ${}^{57}\text{Fe}$: 14.4 keV, 141 ns; ${}^{165}\text{Ho}$: 95 keV, 32 ps; ${}^{57}\text{Ta}$: 6.2 keV, 9.8 μs . [**2 Punkte**]

2. EM-Übergänge

Geben Sie die möglichen EM-Übergänge für folgende Kernübergänge an (jeweils J^P Darstellung von Drehimpuls und Parität):

$$\frac{3}{2}^+ \rightarrow \frac{1}{2}^+; 2^+ \rightarrow 0^+; 2^- \rightarrow 0^+; 3^- \rightarrow \frac{1}{2}^+; 0^+ \rightarrow 0^- \quad [\mathbf{2\ Punkte}]$$

3. **Mößbauer-Experiment** Welche Doppler-Geschwindigkeit ist im Mößbauer-Experiment zur Messung der magnetischen Dipolaufspaltung von ${}^{57}\text{Fe}$ notwendig? Die magnetische Flussdichte am Kernort sei $B = 33.3\text{ T}$. Für den Grundzustand mit dem Kernspin $1/2$ ist das magnetische Moment $0.0903\ \mu_K$. Der angeregte Zustand des γ -Übergangs hat den Kernspin $3/2$ und das magnetische Moment $0.153\ \mu_K$. Das Kernmagneton ist $\mu_K = 31.5\text{ neV/T}$. [**3 Punkte**]

4. **Goldhaber-Experiment**

Mit einem im Jahre 1957 durchgeführten Experiment, haben Maurice Goldhaber und seine Kollegen demonstriert, dass nur ein Helizitätszustand für die Neutrinos besteht. Sie untersuchten die Elektroneinfangreaktion ${}^{152}\text{Eu} + e^- \rightarrow \nu_e + {}^{152}\text{Sm}^*$. Der ${}^{152}\text{Eu}$ Kern hat $I = 0$, ν_e hat Spin $1/2$ und ${}^{152}\text{Sm}^*$ hat $I = 1$. ${}^{152}\text{Sm}^*$ zerfällt durch einem γ -Übergang in den Grundzustand ${}^{152}\text{Sm}$ ($I = 0$) mit einer kurzen Lebensdauer von $3 \cdot 10^{-14}\text{ s}$.

- (a) Zeigen Sie, dass die γ -Strahlung, die in Richtung des ${}^{152}\text{Sm}^*$ -Dreierimpulses emittiert wird, die gleiche Helizität wie das Neutrino von ${}^{152}\text{Eu} \rightarrow \nu_e + {}^{152}\text{Sm}^*$ hat. [**3 Punkte**]
- (b) Die in der Reaktion ${}^{152}\text{Eu} + e^- \rightarrow \nu_e + {}^{152}\text{Sm}^*$ freiwerdende Energie beträgt 950 keV. Die Energiedifferenz zwischen ${}^{152}\text{Sm}^*$ und ${}^{152}\text{Sm}$ beträgt 961 keV. Zeigen Sie, dass die γ -Strahlung, die in Richtung des ${}^{152}\text{Sm}^*$ -Dreierimpulses emittiert wird, eine Energie besitzt, um Kernresonanzabsorption $\gamma + {}^{152}\text{Sm} \rightarrow {}^{152}\text{Sm}^*$ zu ermöglichen. Berechnen Sie hierzu die Energieverschiebung zur Resonanzenergie von 961 keV unter Berücksichtigung des Rückstoßes des ${}^{152}\text{Sm}^*$ -Kerns. [**3 Punkte**]