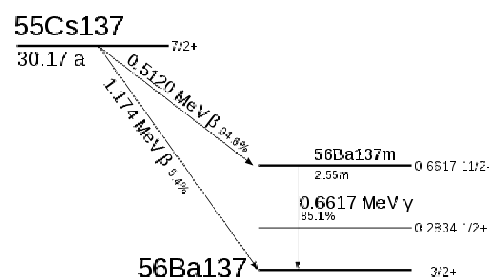


Aufgabe 1: Fukushima

- a) Nach der Havarie der Kernreaktoren im japanischen Fukushima, wurden in unmittelbarer Nähe der Reaktoren Äquivalenzdosisleistungen von bis zu 400 mSv/h bestimmt. Wie lange darf sich ein Mensch in dieser Umgebung aufhalten, wenn der Grenzwert bei 250 mSv/a liegt?
- b) Drei Arbeiter wurden infolge mangelnder Schutzkleidung verletzt, da sie Reparaturarbeiten stehend in stark kontaminiertem Wasser ausführten, welches in ihre Stiefel eindrang. Die Aktivität des Wassers betrug mehr als 4 MBq/cm³. Schätzen Sie grob die aufgenommene Äquivalenzdosis der Arbeiter infolge γ -Strahlung mit einer mittleren Energie von $E_\gamma = 1$ MeV pro Photon ab. Nehmen Sie an, dass die Arbeiten eine Stunde gedauert haben und ca. 100 ml Wasser in jeden Stiefel eines Arbeiters eingedrungen sind.

Aufgabe 2: Im Labor

Im Rahmen eines Laborversuches arbeiten Sie mit einer radioaktiven ¹³⁷Cs-Probe. Dieses zerfällt mit einer Halbwertszeit von $t_{1/2} = 30,17$ a in ¹³⁷Ba. Dieses geschieht in der Mehrzahl der Fälle über einen metastabilen Zwischenzustand, bei dessen Zerfall γ -Quanten mit einer mittleren Energie von $E_\gamma = 661,7$ keV frei werden (vgl. nebenstehende Abbildung).



- a) Der Aufschrift entnehmen Sie, dass die Probe im Jahr 1979 hergestellt wurde und zu diesem Zeitpunkt eine Aktivität von $A_0 = 100$ nCi besaß. Berechnen Sie die heutige Aktivität der Probe.
- b) Schätzen Sie die Anzahl der γ -Quanten ab, die Sie während der Durchführung des Experiments treffen. Das Experiment dauert drei Stunden und Sie befinden sich dabei 1 m von der Cs-Quelle entfernt. Die effektive Fläche eines Menschen sei etwa 0,5 m² und seine Masse sei $m = 80$ kg. Wie groß ist die aufgenommene Äquivalenzdosis infolge der γ -Strahlung?
- c) Wie ändern sich die unter c) berechneten Werte, wenn Sie den Abstand zur Quelle auf 3 m vergrößern?

Aufgabe 3: Alter des Ötzi

Im September 1991 wurde in der Nähe des Similaun in den Ötztaler Alpen eine mumifizierte Leiche („Ötzi“) entdeckt. Zur Alterbestimmung wurde die ^{14}C -Methode angewandt. Dazu wurde eine Probe entnommen, welche $m_{\text{C}} = 3,4 \text{ g}$ Kohlenstoff enthält. In der Probe wurden im Mittel 27,1 Zerfälle von ^{14}C -Kernen in ^{14}N pro Minute gemessen. Die Halbwertszeit von ^{14}C beträgt $t_{1/2} = 5730 \text{ a}$. Kohlenstoff ^{12}C dagegen ist stabil.

- a) Berechnen Sie das Verhältnis der Anzahl von ^{14}C -Atomen zu ^{12}C -Atomen in der Probe.
- b) Da ^{14}C ständig durch kosmische Höhenstrahlung in der Erdatmosphäre neu gebildet wird, ist sein Gehalt in lebenden Organismen konstant. Es gilt $N_{14}/N_{12} = 1,2 \cdot 10^{-12}$. Dieses Verhältnis ändert sich allerdings, sobald die Zufuhr von ^{14}C unterbrochen wird. Der Kohlenstoff wird dann fossil. Bestimmen Sie das Alter des Ötzi.