

1. Aufgabe

Betrachtet sei eine Probe von 1,5 mg reinem ${}^7_{13}\text{N}$ mit einer Halbwertszeit von 10 min.

1. Wieviele Kerne sind anfangs vorhanden?
2. Wie groß ist die Aktivität am Anfang und nach 1h ?
3. Wie lange dauert es, bis die Aktivität auf weniger als 1s^{-1} gesunken ist?

2. Aufgabe

Zu Lebzeiten eines Menschen ist das Verhältnis ${}^6_{14}\text{C}$ zu ${}^6_{12}\text{C}$ in der Knochensubstanz konstant $1,3 \times 10^{-12}$. Bei ${}^6_{14}\text{C}$ handelt es sich um ein radioaktives Isotop von Kohlenstoff, das mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren zerfällt. Die konstante Mengenverhältnis zu Lebzeiten ist dadurch bedingt, dass die zerfallende Menge an ${}^6_{14}\text{C}$ aus Kohlendioxid der Luft bei der Atmung ersetzt wird. Nach dem Tod zerfällt das ${}^6_{14}\text{C}$ -Isotop, ohne dass es ersetzt wird. Darum kann man aus der aktuellen Aktivität eines Knochenfundes, z.B. bei archäologischen Funden, auf das Alter dieses Knochens schließen (siehe Ötzi). Als Beispiel sei hier ein Knochen betrachtet, der eine Kohlenstoffmasse von 200 g besitzt. Man registriert eine Aktivität von 16s^{-1} . Wie alt ist der Knochen (bzw. vor wie vielen Jahren ist der Tod eingetreten) ?

3. Aufgabe

Das Jodisotop ${}^{53}_{131}\text{J}$ wird in Kliniken zur Diagnose der Schilddrüsenfunktion eingesetzt.

Bestimmen Sie die Aktivität:

1. unmittelbar nachdem dem Patienten 600 mg verabreicht wurden
2. nach 1 h; 2 h; 3 h; 4 h; 5 h; 10 h
3. bei den Nachuntersuchungen nach 6 Monaten und 1 Jahr.

[Hinweis: Die Halbwertszeit von ${}^{53}_{131}\text{J}$ beträgt 8,02 Tage]

4. Aufgabe

Ein Photomultiplikator soll zur Detektion von γ -Strahlen verwendet werden. Die Photokathode und die Dynoden bestehen aus Bariumoxid. Vor der Kathode des Photomultiplikators befindet sich ein Szintillatorkristall, welches die γ -Photonen in Photonen mit Wellenlängen in der Nähe des sichtbaren Spektrums umwandelt.

1. Welche Wellenlänge λ_0 dürfen die vom Szintillator emittierten Photonen maximal haben, um detektiert zu werden?
2. Nehmen Sie an, ein solches Photon trifft auf die Bariumoxid-Kathode und erzeugt ein freies Elektron. Wie hoch muß das elektrische Potential zur ersten Bariumoxid-Dynode mindestens sein, damit an dieser bei Einschlag des Ursprungselektrons Z Sekundärelektronen frei werden?
3. Wenn der Photomultiplikator aus insgesamt 10 Dynoden besteht und diese so angelegt sind, dass immer die gleiche Anzahl an Sekundärelektronen pro eingeschlagenem Elektron frei werden, wie lange dauert es bis das Signal an der Anode eintrifft?
4. Angenommen, ein Photonenstrom der Wellenlänge λ_0 lädt auf der Kathode eine Leistung von $2,08 \times 10^{-16}\text{ W}$ ab. Wie hoch ist in diesem Fall der am Ausgang des Photomultiplikators messbare Elektronenstrom I , wenn jedes Photon detektiert werden kann?

[Austrittsarbeit für Bariumoxid: 1,3 eV, Dynoden-Abstand 1 cm]