

Ausgabe: 05.12.2014

Abgabe: bis 12.12.2014 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Detektorsystem

3 Punkte

Aus der Radionuklidproduktion vom letzten Zettel haben Sie nun tatsächlich einen ^{125}I Seed hergestellt. Dieser emittiert γ -Strahlung, nehmen Sie für die folgenden Aufgaben eine mittlere Energie von $E = 28 \text{ keV}$ für die γ -Quanten an. Die Aktivität des Seeds beträgt $A = 6 \text{ GBq}$.

Sie haben sich ein Detektorsystem bestehend aus einem Szintillator und Photomultiplier besorgt, die über einen Lichtleiter gekoppelt sind. Im Szintillator wird im Mittel ein Photon pro 25 eV deponierter Energie produziert, von denen etwa zwei Drittel durch den Lichtleiter auf die Photokathode des Photomultipliers gelangen. Aufgrund der Geometrie von Seed und Szintillator erreichen die Hälfte aller γ -Quanten den Szintillator.

- Mit welcher Rate treffen die Photonen auf die Photokathode, wenn die γ -Quanten ihre gesamte Energie im Szintillator deponieren?
- Die auf die Kathode auftreffenden Photonen schlagen jeweils ein Elektron heraus. Diese Primärelektronen werden auf die erste Dynode beschleunigt, wo sie jeweils $Z = 6$ Sekundärelektronen erzeugen die wiederum auf eine Dynode fokussiert werden und ebenfalls $Z = 6$ neue Elektronen erzeugen. Nach insgesamt N Dynoden, zwischen denen jeweils die gleiche Potenzialdifferenz ΔU liegt, messen Sie den Strom $I = 2,79 \text{ mA}$. Als Beschleunigungsspannung über den gesamten Detektor legen Sie $U_B = 39 \text{ V}$ an. Berechnen Sie Anzahl N der Dynoden und die Austrittsarbeit W des Dynodenmaterials. Nehmen Sie für die Rechnung an, dass einfallende Elektronen ihre gesamte kinetische Energie in der Dynode umsetzen.
- Ihr Photomultiplier lässt sich auch im Geiger-Modus Betreiben, sodass dieser einzelne Photonen detektieren kann. In diesem Modus beträgt die Totzeit des Photomultipliers $\tau = 100 \mu\text{s}$. Ist dieser Modus bei gegebener Photonen Rate sinnvoll? Bestimmen Sie dafür das Maximum der Zählrate.

Aufgabe 2: Punktbildfunktion

2 Punkte

Die Punktbildfunktion (PBF) ist ein Maß für die Auflösung bei der Datenaufnahme mit einem Kollimator. Die Funktion bezeichnet den Bereich, aus dem eine ideale punktförmige Quelle im Abstand Z vor dem Detektor zum Signal beiträgt. In der Tabelle (1) sind 4 verschiedene Kollimatormodelle beschrieben.

		LEAP	HRES	UHRES	HSNES
L	[mm]	24	24	36	24
D	[mm]	1,43	1,11	1,08	2,02

Tabelle 1: Daten von unterschiedlichen Kollimatormodellen.

- Welche der Modelle können Sie verwenden, wenn die PBF einen Radius von 4,54 cm aufweisen soll und Sie einen Abstand zwischen Kollimator und γ -Strahler von höchstens 80 cm haben? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Können Sie das System prinzipiell so verändern, dass Sie die anderen Kollimatormodelle auch nutzen könnten? Falls ja, welche Parameter ändern Sie und um welchen Wert?

Aufgabe 3: Szintigraphie

4 Punkte

- Was sind die unterschiedlichen Möglichkeiten der Diagnose mit Röntgendiagnostik bzw. planarer Szintigraphie?
- Was sind mögliche Faktoren, die das rekonstruierte Bild und dessen Qualität beeinflussen?
- Untersucht wird das Areal, welches in Abbildung (1) zu sehen ist. Berechnen Sie die Intensitäten für einen kompletten Detektorumlauf an 12 Punkten (siehe Abbildung (2)) und geben Sie hierbei die jeweilige Strecke x in Abhängigkeit vom Winkel zur Senkrechten an.

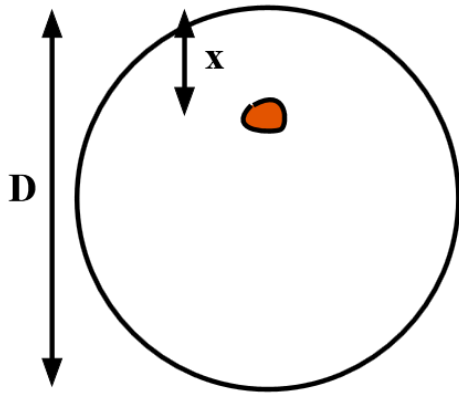


Abbildung 1: Messareal

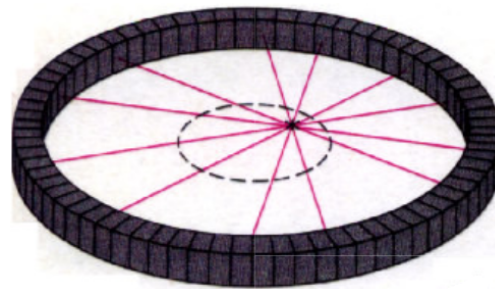


Abbildung 2: Detektor

Nehmen Sie der Einfachheit halber für den Radius des Kreises $D/2 = 1\text{cm}$ an. Die Intensitäten sollen für Winkel von $[0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, \text{ usw. bestimmt werden}]$. Der Schwächungskoeffizient betrage 0.2cm^{-1} .