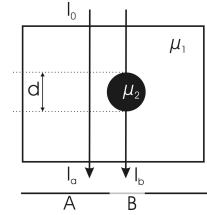


1. Aufgabe

- Man bestimme einen einfachen Ausdruck für den Kontrast C zwischen den zwei Bildregionen A und B (siehe Abbildung).
- Man kann die ausfallenden Intensitäten I_a, I_b durch Summen von primären und gestreuten Komponenten ansehen ($I = P + S$). Wie ändert sich der Kontrast, wenn man annimmt, dass die gestreute Strahlung in beiden Fällen die gleiche Intensität hat?
- Um zwei Regionen in einem Röntgenbild klar unterscheiden zu können, ist ein Kontrast $C \geq 0,2$ notwendig. Ist das nicht der Fall, kann dies durch Zugabe des Kontrastmittels Jod erreicht werden. Dabei handelt es sich um das Isotop $^{131}_{53}\text{J}$. Hier soll die minimale Konzentration von Jod $c_J = \frac{N_J}{N_B}$ abgeschätzt werden, welche durch Injektion von Jod in das Blut erzeugt werden muss, um eine Ader, die von Weichteilgewebe umgeben ist, sicher erkennen zu können.



[Blut $\mu_B = 0,17 \text{ cm}^{-1}$; Weichteilgewebe $\mu_W = 0,18 \text{ cm}^{-1}$; Durchmesser der Ader $d = 1 \text{ mm}$; Ladungszahl von Blut $Z_B = Z_a = 7$]

2. Aufgabe

Ein Photomultiplikator soll zur Detektion von γ -Strahlen verwendet werden. Vor der Bariumoxid-Kathode des Photomultiplikators befindet sich ein Szintillatorkristall, welcher die γ -Photonen in Photonen des sichtbaren Spektrums umwandelt.

- Welche Wellenlänge λ_0 dürfen die vom Szintillator emittierten Photonen maximal haben, um detektiert zu werden, wenn die Austrittsarbeit für Bariumoxid: $1,3 \text{ eV}$ beträgt?
- Man nehme 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 $Z = 5$ Sekundärelektronen frei werden?
- Der Photomultiplikator bestehe aus insgesamt $N = 15$ Dynoden. Diese sind so angelegt, dass immer die gleiche Anzahl an Sekundärelektronen pro eingeschlagenem Elektron frei werden. Wie lange dauert es, bis das Signal an der Anode eintrifft? Der Dynoden-Abstand betrage $0,5 \text{ cm}$.
- 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?

3. Aufgabe

- Gegeben sei eine Funktion $f(t)$, welche sich mit der Periode T wiederholt. Man bestimme die passenden Fourierkoeffizienten für ein beliebiges $f(t)$ und diskretisiere diese so, dass das kleinstmögliche Intervall Δt ist und in einer Periode N Schritte untergebracht werden können. Das Ergebnis soll dann dafür genutzt werden, den spektralen Gehalt für folgendes $f(t)$ zu bestimmen:

$$f(t) = t \quad \text{für } 0 \leq t < T; \quad f(t) = f(t + T) \quad (1)$$

- Man führe die diskrete Fouriertransformation für eine Sinus-Schwingung der Periode T explizit aus. Dabei sind folgende Δt : $\frac{T}{4}, \frac{T}{2}, \frac{3T}{4}$ zu verwenden. N soll $N = 4$ sein. Anschließend ist die Rücktransformation durchzuführen. Die ursprüngliche Funktion und die Rücktransformierte sind für $t \in [0 \text{ bis } 3T]$ graphisch darzustellen. Was kann man zur Samplingfrequenz im Bezug auf die Rekonstruktion des Signals sagen?