

Ausgabe: 06.06.2012

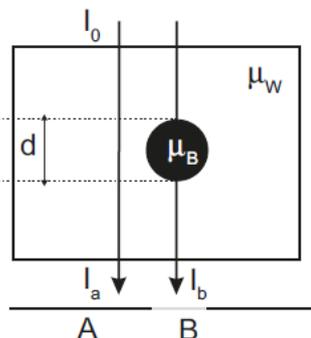
Abgabe: bis 13.06.2012, 10:15 Uhr, Kasten 256

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Kontrast

3 Punkte

- Man ermittle einen einfachen Ausdruck für den Weberkontrast $C = \left| \frac{I_b - I_a}{I_a} \right|$ zwischen den zwei Bildregionen A und B (siehe Abbildung).
- Man kann die Intensitäten der transmittierten Strahlen I_a, I_b durch Summen von primären und gestreuten Komponenten ansehen ($I = P + S$). Wie ändert sich der Kontrast im Vergleich zu dem Fall mit reiner Primärstrahlung, wenn man annimmt, dass die gestreute Strahlung S_a und S_b die gleiche Intensität hat?
- Um zwei Regionen in einem Röntgenbild klar unterscheiden zu können, ist ein Kontrast $C \geq 0,3$ notwendig. Ist das nicht der Fall, kann dies durch Zugabe des Kontrastmittels Jod erreicht werden. Dabei handelt es sich um das Isotop $^{131}_{51}\text{J}$. Hier soll die Mindestkonzentration 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. N_J und N_B sind hierbei die Jod bzw. Blutmenge. Für den Schwächungskoeffizienten μ_i und die Ladungszahl Z_i der Komponente i gilt die Proportionalität $\mu_i \propto N_i Z_i^{4,5}$.



Aufgabe 2: Jod in der Diagnostik

3 Punkte

Das Jodisotop $^{131}_{51}\text{I}$ wird in Kliniken zur Diagnose der Schilddrüsenfunktion eingesetzt. Man bestimme die Aktivität

- unmittelbar nachdem dem Patienten $550 \mu\text{g}$ verabreicht wurden,
- nach 1, 2 und 10 Stunden,
- bei den Nachuntersuchungen nach 6 Monaten und 1 Jahr. Die Halbwertszeit $T_{1/2}$ von $^{131}_{51}\text{I}$ beträgt 8,02 Tage.

Aufgabe 3: Positronen Emissions Tomographie

3 Punkte

Bei PET wird einem Organismus ein Radiopharmakon zugeführt. Durch Annihilierung eines abgestrahlten Positrons und eines Elektrons des Gewebes werden zwei Photonen erzeugt, die mittels einer Detektormatrix gefunden werden können.

- Bilden Positron und Elektron ein Quasiatom und sind ihre Spins entgegengesetzt ausgerichtet, bezeichnet man dies als Parapositronium. Man zeige, dass beim Zerfall eines solchen Partikels zwei Photonen mit entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung emittiert werden, wenn die Geschwindigkeiten von Elektron und Positron zu vernachlässigen sind. Welche Energie E hat ein solches Photon (in eV)?
- Welche Effekte treten auf, wenn (a) das Parapositronium kinetische Energie besitzt, und (b) welche Relevanz hat dies in Bezug auf die Bildgebung?
- Der Organismus bestehe aus koaxialen Schichten mit den Absorptionskoeffizienten $\mu(r)$. Ebenfalls koaxial befindet sich eine kreisförmige Detektormatrix mit einem Durchmesser von 20 cm. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass beide Photonen auf der Detektormatrix eintreffen, wenn ein langsames Parapositronium 4 cm vom Zentrum entfernt zerfällt?

$$\mu(r) \begin{cases} \mu_{\text{Blut}} = 0,18 \text{ cm}^{-1} & r \leq 3 \text{ cm} \\ \mu_{\text{Gewebe}} = 0,17 \text{ cm}^{-1} & 3 \text{ cm} < r < 7 \text{ cm} \\ \mu_{\text{Luft}} = 0 \text{ cm}^{-1} & 7 \text{ cm} \leq r \end{cases}$$