

Ausgabe: 22.11.2013

Abgabe: bis 04.12.2013 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Angiographie

4 Punkte

Mit Hilfe der Röntgen-Angiographie sollen Aufnahmen von Blutgefäßen erstellt werden. Es wird dazu Jod als Kontrastmittel gespritzt. Die CT-Zahl für die Blutgefäße mit Kontrastmittel beträgt direkt nach der Gabe des Kontrastmittels 3000 HU (Hounsfield-Einheiten).

Angaben: Absorptionskoeffizient von Wasser: $\mu_W = 0.19 \text{ cm}^{-1}$, Dicke der durchstrahlten Schicht: $d=10 \text{ cm}$

- Berechnen Sie den Absorptionskoeffizienten μ_k für die Blutgefäße direkt nach Gabe des Kontrastmittels aus der angegebenen CT-Zahl.
- Berechnen Sie die Intensitätsdifferenz für die Blutgefäße $I_B(0)$ in Abhängigkeit von I_0 direkt nach Gabe des Kontrastmittels.
- Das Kontrastmittel wird über die Niere ausgeschieden. Man nehme an, dass die Abnahme des Absorptionskoeffizienten μ_k sich mit einem exponentiellen Zerfall mit der Halbwertszeit $t_{1/2} = 3$ Stunden beschreiben lässt, wobei der Wert für μ_k sich für $t \rightarrow \infty$ dem Wert von μ_W annähern soll. Zum Vergleich mit den ersten Messwerten sollen mehrere Messungen im Abstand von je 2 Stunde folgen. Die Differenzbilder der Angiographie haben noch einen brauchbaren Informationsgehalt, wenn die Intensitätsdifferenz $I_B(t)$ noch 30 % der Anfangsintensität $I_B(0)$ beträgt. Wieviele Messungen sind mit einer einzigen Kontrastmittelgabe möglich?
- Für die Untersuchung welcher Organe oder Funktionen könnte man sich den beschriebenen Zusammenhang noch zu Nutze machen ?

Aufgabe 2: Strahlaufhärtung eines Röntgenstrahls

3 Punkte

Beim Durchdringen eines Röntgenstrahls durch Materie gibt es den Effekt der Strahlaufhärtung.

- Erklären Sie die Strahlaufhärtung.
- Ein Röntgenstrahl laufe durch Materie und es trete der Effekt der Aufhärtung auf. Wie ändert sich der Graph in Abbildung (1) für den Strahl nach Durchlaufen der Materie. Zeichnen Sie die Veränderung ein.
- Nehmen Sie an, dass die Wellenlänge über den folgenden Zusammenhang mit dem Absorptionskoeffizient korreliert ist:

$$\mu = a \cdot \lambda, \quad (1)$$

mit $a = 5 \cdot 10^7 \text{ m}^{-2}$. Vor dem Durchlaufen der Materie ist das Verhältnis $I_{\lambda_2}/I_{\lambda_1} = 1$. Bestimmen Sie das Verhältnis der Intensitäten $I_{\lambda_2}/I_{\lambda_1}$ für Röntgenstrahlen mit der Energie $E_1 = 20 \text{ keV}$ und $E_2 = 100 \text{ keV}$ nach dem Durchlaufen der Materie mit der Dicke $d = 5 \text{ cm}$ und interpretieren Sie dieses.

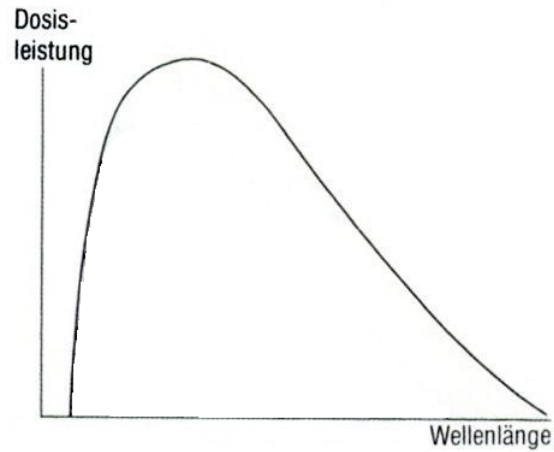


Abbildung 1: Abhängigkeit der Dosisleistung von der Wellenlänge.

Aufgabe 3: Streustrahlung

2 Punkte

Der Streustrahlungsanteil bei einer Röntgenbildaufnahme betrage etwa 70%. Um den Kontrast zu verbessern, soll ein Streustrahlraster verwendet werden.

- a.) Berechnen Sie den Gesamtstrahlungskontrast ohne Raster (relativ zum Kontrast ohne Streustrahlung K_N).
- b.) Wenn das benutzte Raster eine Nutzstrahltransparenz von $T_N = 65\%$ hat und eine Streustrahltransparenz von $T_S = 10\%$ besitzt, wie groß ist dann die Kontrastverbesserung?