

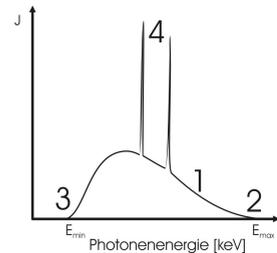
1. Aufgabe

Eine Röntgenröhre besteht aus einem evakuierten Kolben, in dem sich eine Kathode als thermische Elektronenquelle und eine Anode aus Wolfram befinden. Im Betrieb besteht zwischen Kathode und Anode ein Potentialunterschied von 100 kV und es fließt ein elektrischer Strom von 100 mA. Dabei wird 1% der elektrischen Leistung für die Erzeugung der Röntgenstrahlen aufgebracht. Wie viele Elektronen pro Sekunde treffen die Anode? Wie lange kann die Röntgenröhre arbeiten, ohne dass die Anode aufschmilzt? Durch welchen Maßnahmen kann diese Zeitspanne verlängert werden?

[Masse der Anode $m = 74$ g; Wolfram: spez. Wärme $c_p = 0,33 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$; Schmelztemperatur $T_S = 3000$ K]

2. Aufgabe

Das Spektrum der von einer Röntgenröhre ausgehenden Strahlung kann grob in vier Bestandteile unterteilt werden. Beschreiben Sie die Herkunft der in der Abbildung bezeichneten Bereiche.



3. Aufgabe

Bei einer Röntgenaufnahme eines Oberschenkels, durchläuft der Röntgenstrahl nach Verlassen der Röntgenröhre mit der Ausgangsintensität $I_0 = 4 \text{ Wm}^{-2}$ der Reihe nach folgende Schichten

- Luftschicht der Länge $x_L = 30$ cm; Schwächungskoeffizient $m_L = 0,001 \text{ cm}^{-1}$
- Weichteilgewebe der Dicke $x_{W_1} = 7$ cm; Schwächungskoeff. $m_W = 0,18 \text{ cm}^{-1}$
- Knochen mit einem Durchmesser $x_K = 2$ cm; Schwächungskoeff. $m_K = 0,16 \text{ cm}^{-1}$
- Weichteilgewebe der Dicke $x_{W_1} = 6$ cm

Wie groß ist die Intensität des Röntgenstrahls beim Auftreffen auf die Photoplatte? Stellen Sie die Intensitätsabhängigkeit I von der Strahllänge x in einem Graphen $\ln(\frac{I}{I_0})$ über x dar.

[Anmerkung: Betrachten Sie den Knochen kompakt, d.h. nicht hohl]

4. Aufgabe

Ein Photon kollidiert mit einem Elektron in der äusseren Schale eines Atoms. Nehmen Sie an, dass dieses Elektron als frei und stationär beschrieben werden kann. Leiten Sie unter Zuhilfenahme der entsprechenden Erhaltungsgesetze einen Ausdruck für die Richtungsänderung des Photons ab.

5. Aufgabe

Definieren Sie „Kontrast“. Ermitteln Sie einen einfachen Ausdruck für den Kontrast 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?

Eine Ader ist umgeben von weicher Materie. Sie wollen ein Röntgenbild erzeugen. Wenn Sie annehmen, dass ein Kontrast von 0,3 notwendig ist, um zwei Regionen unterscheiden zu können, schätzen Sie die nötige Konzentration von Jod, welches in das Blut injiziert werden muss, um die Ader klar zu erkennen.

[Blut $\mu_2 = 0,17 \text{ cm}^{-1}$; weiche Materie $\mu_1 = 0,18 \text{ cm}^{-1}$; Durchmesser der Ader $d = 1$ mm; Ordnungszahl von Blut $Z_a = 7$; Ordnungszahl von Jod $Z_b = 53$]

