

# 12. Übung zur Medizinphysik

SS 2012

Ausgabe: 20.06.2012

Abgabe: bis 27.06.2012, 10:15 Uhr, Kasten 256

Prof. Dr. D. Suter

## Aufgabe 1: Ultraschallwandler

3 Punkte

Ein Hochfrequenzgenerator gibt bei Erregung eines Ultraschallquarzes eine Wirkleistung von  $150 \text{ W}$  ab. Dieser elektroakustische Wandler arbeitet mit einem Wirkungsgrad von  $\eta = 60\%$ . Der Durchmesser der Quarzplatte des Wandlers beträgt  $d = 80 \text{ mm}$ .

- Welche Ultraschallintensität kann maximal von dem Wandler abgestrahlt werden (bei gleichmäßiger Verteilung über die Oberfläche des Wandlers)?
- Die Frequenz des Gerätes sei  $\nu = 900 \text{ kHz}$ . Wie groß ist der Effektivwert des durch den Ultraschall entstehenden (Wechsel-) Drucks in Luft bzw. in Muskeln? (Reflexionen seien vernachlässigbar)

Es gilt für die Impedanzen und die Geschwindigkeiten:  $Z_{\text{Luft}} = 43 \text{ g/cm}^2\text{s}$ ,  $Z_{\text{Muskel}} = 1,63105 \text{ g/cm}^2\text{s}$ ,  $c_{\text{Luft}} = 331 \text{ m/s}$ ,  $c_{\text{Muskel}} = 1568 \text{ m/s}$ .

Ist dieses Gerät zu Therapiezwecken geeignet?

## Aufgabe 2: Augenlinsenmessung mit Ultraschall-Impuls-Echo-Verfahren

3 Punkte

Das Ultraschall-Impuls-Echo-Verfahren kann zur Messung der Dicke  $D$  einer Augenlinse genutzt werden. Hierbei werden in einem Oszilloskop Ultraschall-Pulse aufgenommen. Wie dick ist die Linse, wenn auf dem Oszilloskop zwei Pulse im zeitlichen Abstand von  $\Delta t_1 = 2 \mu\text{s}$  registriert werden? Auf dem Oszilloskop folgt noch ein dritter Puls mit einem Abstand von  $\Delta t_2 = 17,26 \mu\text{s}$  zu dem zweiten Puls, der von einem Fremdkörper im Auge stammt. Wie tief liegt dieser im Auge, wenn der Abstand vom Beginn der Hornhaut (Aufsatzpunkt des Ultraschallwandlers) zur Linse  $d = 5,6 \text{ mm}$  beträgt? Die mittlere Geschwindigkeit des Schalls in der Linse sei  $c_{\text{Linse}} = 1630 \text{ m/s}$ , die Schallgeschwindigkeit in Wasser  $c_{H_2O} = 1,480 \text{ m/s}$ .

## Aufgabe 3: Strahlenschutz in der MRI (HF-Absorption)

3 Punkte

- Gesucht ist die spezifische Absorptionsrate SAR (durch absorbierte HF-Leistung) in  $\text{W/kg}$  einer Turbo-Spin-Echo-Sequenz mit 11 Spin-Echos pro Pulszug. Zur Vereinfachung sei angenommen, dass der  $180^\circ$ -RF-Puls  $2,5 \text{ ms}$  dauert und im Mittel eine Spannungsamplitude von  $150 \text{ V}$  hat. Der  $90^\circ$ -Puls soll die gleiche Dauer wie der  $180^\circ$ -Puls besitzen. Die Sequenz soll auf 15 Schichten angewendet werden und mit einer Repetitionszeit von  $TR = 4 \text{ s}$  laufen. Weiterhin soll angenommen werden, dass die halbe Leistung absorbiert wird und die Anpassung des Wellenwiderstandes perfekt bei  $50 \Omega$  liegt. Die absorbierte Leistung sei gleichmäßig auf eine Körpermasse von  $60 \text{ kg}$  verteilt.
- Um wieviel Grad hätte sich der Körper nach einer Stunde bei der HF-Leistung aus (a) erwärmt, wenn der Körper nur aus Wasser bestünde und keine Kühlmechanismen vorhanden wären?