

2. Übung zur Medizinphysik II

WS 2015/16

Ausgabe: 26.10.2015

Abgabe: 02.11.2015, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Endoskopie (3 Punkte)

Linsenendoskope bestehen aus einer Kette von Linsen, welche über mehrere Zwischenbilder ein Bild am Ausgang erzeugen. Die einzelnen Sektionen (=Relays) verlängern dabei das optische Rohr, indem sie das Objekt jeweils im Maßstab 1:1 abbilden.

- Sie wollen nun selbst ein Linsenendoskop bauen, wobei Ihnen bislang nur die Gegenstandsweite $g = 7,5\text{mm}$ bekannt ist. Welche Brennweite benötigen die Linsen, sodass 1:1 Umkehrabbildungen entstehen? (1P.)
- Aus wie vielen Relays müsste Ihr Endoskop bestehen, um ein Objekt über eine Distanz von 150mm abzubilden?(0,5P.) Ist dieser Aufbau sinnvoll? (0,5P.)

Bei Faser-Endoskopen wird das Bild in einzelne Bildpunkte zerlegt, welche über jeweils eine optische Faser zum Bilderzeugungssystem geführt werden (s. Abbildung 1).

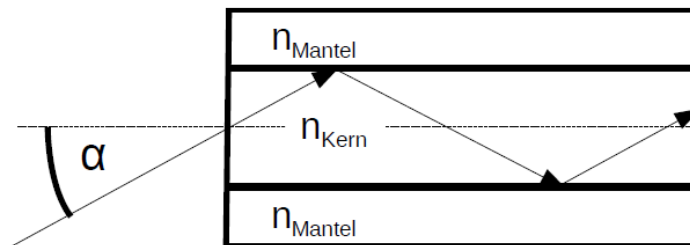


Abbildung 1: Lichtführung in einer optischen Faser

- Berechnen Sie den Wert für den Winkel α , sodass ein Signal nahezu verlustfrei durch die Faser geleitet werden kann ($n_{\text{Kern}} = 1,8$; $n_{\text{Mantel}} = 1,1$). Hierbei dürfen Sie die Brechung beim Eintritt in die Faser vernachlässigen. (0,5P.) Bestimmen Sie anschließend die Numerische Apertur (NA). (0,5P.)

Aufgabe 2: Wärmestrahlung/Schwarzer Körper (3 Punkte)

Beim Eisangeln in Grönland ist ein Fischer eingebrochen und wurde von seinen Kollegen erst Minuten später aus dem Wasser gerettet. Seine Körpertemperatur beträgt nur noch $31,3^\circ\text{C}$. Zum Aufwärmen wird er über 6 Stunden in eine Wärmekammer gebracht. In dieser Zeit passt sich seine Temperatur der der Kammer ($37,0^\circ\text{C}$) an. Der Fischer wiegt 75kg, die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt $c_v = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$.

- Bestimmen Sie die vom Körper des Fischers aufgenommene Energie. Nehmen Sie der Einfachheit halber an, der Körper bestehe nur aus Wasser. (1P.)
- Betrachten Sie nun einen schwarzen Körper mit einer Eigenwärmeproduktion von 65W. Berechnen Sie Oberfläche und Volumen dieses Körpers unter der Bedingung, dass es sich bei dem Körper um einen Würfel handelt. Um die Leistung des Körpers zu berechnen, benutzen Sie Ihre Ergebnisse aus Aufgabenteil a) und die angegebenen Informationen. (1P.)
- Auf Ihrem letzten Übungszettel haben Sie sich mit der Planck'schen Strahlungsformel auseinandergesetzt. Sie beschreibt die abgestrahlte Leistung als Funktion der Wellenlänge (oder Frequenz). Um wie viel Prozent weicht λ_{max} beim Fischer vor und nach dem Aufenthalt in der Wärmekammer ab? (1P.)
(Tipp: Wien'sches Verschiebungsgesetz)

Aufgabe 3: Point Spread Function (3 Punkte)

Sie lesen von einer neuen Apparatur zur Aufnahme digitaler Bilder mit einer Point Spread Function (PSF) von

$$f(x) = \delta(x).$$

Erstaunt über diese Aussage messen Sie die PSF an Ihrer eigenen Apparatur mit

$$g(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}.$$

- a) Erläutern Sie den Begriff Point Spread Function. (0,5P.)
- b) Bestimmen Sie für beiden Apparaturen die Modulationstransferfunktionen. Skizzieren Sie diese, sowie die PSF's und vergleichen die Abbildungsqualität. (1,5P.)
- c) Wie verändert sich die Auflösung eines mit Ihrer Apparatur aufgenommenen Bildes in Abhängigkeit vom Parameter σ ? (0,5P.)
- d) Denken Sie, dass eine Apparatur, wie Sie es gelesen haben, die angegebene PSF besitzen kann? Begründen Sie bitte Ihre Antwort! (0,5P.)

Tip:

Führen Sie eine quadratische Ergänzung durch, um das auftretende Integral als ein Gaußintegral der Form

$$\int d\beta e^{-\beta^2} = \sqrt{\pi}$$

zu schreiben.