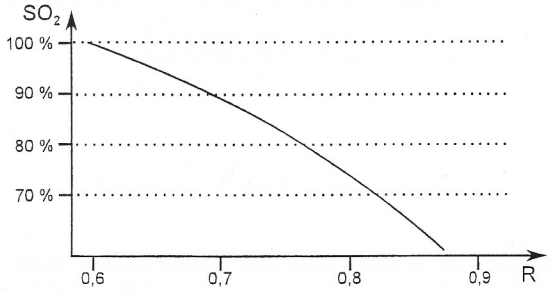
Aufgabe 2 **(0 Punkte)**

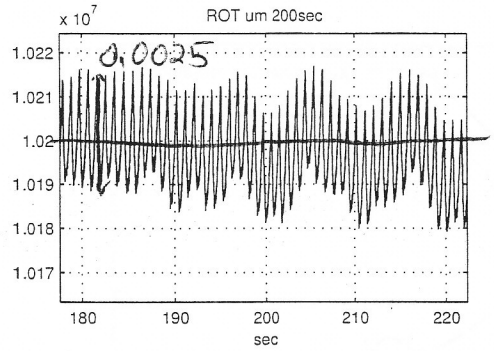
Sie haben Messungen mit einem Pulsoximeter bei zwei unterschiedlichen Wellenlängen durchgeführt und sollen nun die Sauerstoffsättigung berechnen. Dazu wird der sogenannte R-Wert berechnet:

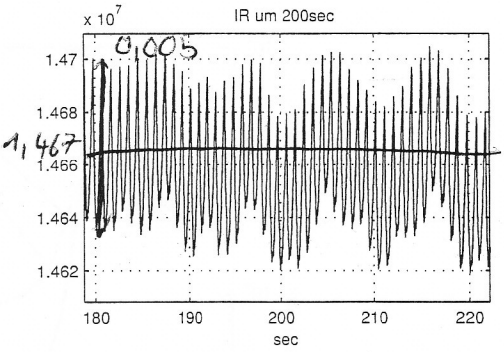
$$R = \frac{\frac{AC_{rot}}{DC_{rot}}}{\frac{AC_{IR}}{DC_{IR}}} \quad \text{Amplitude / Mittelwert} \tag{1}$$

Dabei bezeichnet AC_{rot} die Amplitude des pulsatilen Anteils bei roter Wellenlänge, DC_{rot} dagegen den Mittelwert des Signals bei dieser Wellenlänge. Der Index IR steht entsprechend für die zweite, im Infrarot liegende Wellenlänge. Nach der Berechnung des R-Wertes kann mit Hilfe einer Kalibriervorschrift auf die Sauerstoffsättigung geschlossen werden.

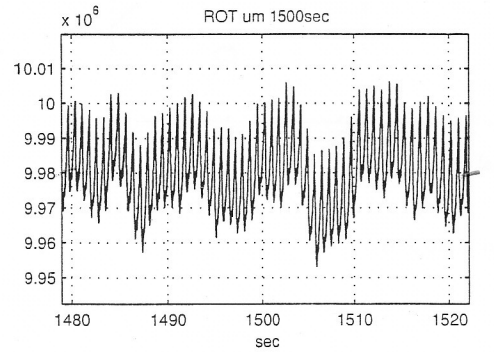


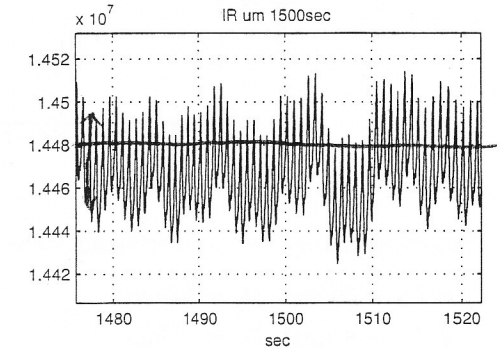
(a) Berechnen Sie die Sauerstoffsättigung zum Zeitpunkt 200s nach Beginn des Experimentes:





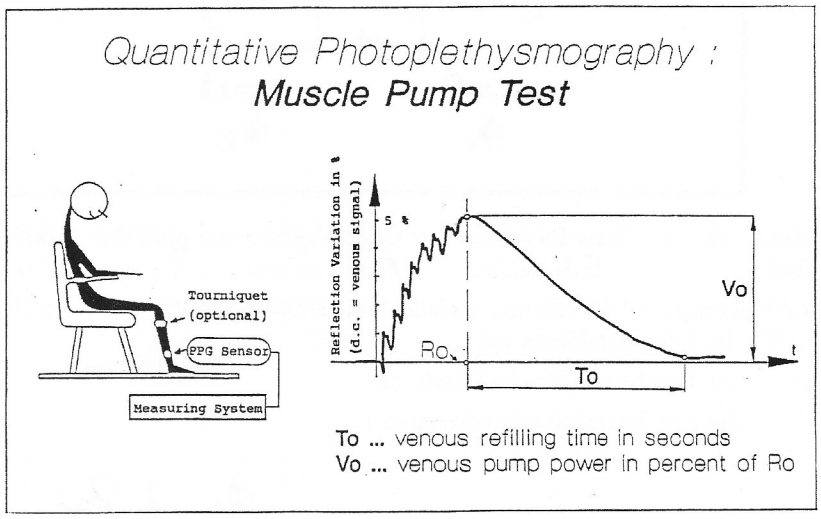
(b) Berechnen Sie erneut die Sauerstoffsättigung, nun zum Zeitpunkt 1500s nach Beginn des Experimentes:





Aufgabe 3 **(0 Punkte)**

Mit einem quantitativen Photoplethysmographen zur Venenfunktionsdiagnostik soll ein Venenklappen-Verschlusstest durchgeführt werden. Dabei wird der PPG-Sensor 10 cm proximal des Innenknöchels an der Wade platziert. Durch eine „Gaspedal-Übung" pumpt der Patient Blut aus dem Wadenmuskel, wodurch die optische Dämpfung steigt. Nach Ende der Übung füllt sich das Venensystem der Wade wieder mit Blut. Läuft dieser Vorgang zu schnell ab, kann davon ausgegangen werden, dass Blut durch defekte Venenklappen zurückströmt. Wichtigster Zeitparameter ist die Venöse Auffüllzeit T_0. Das Messintervall startet mit Ende der „Gaspedal-Übung" im Punkt größter optischer Dämpfung und endet, wenn die Dämpfung ein Plateau erreicht.



Medizinisch wird die Venösen Auffüllzeit T_0 wie folgt beurteilt:

Normal	$T_0 \geq 25s$	(venengesund)
Insuffizienzgrad I	$24s \geq T_0 \geq 20s$	(leichte Abflussstörung)
Insuffizienzgrad II	$19s \geq T_0 \geq 10s$	(mittelschwere Abflussstörung)
Insuffizienzgrad III	$10s > T_0$	(schwere Abflussstörung)

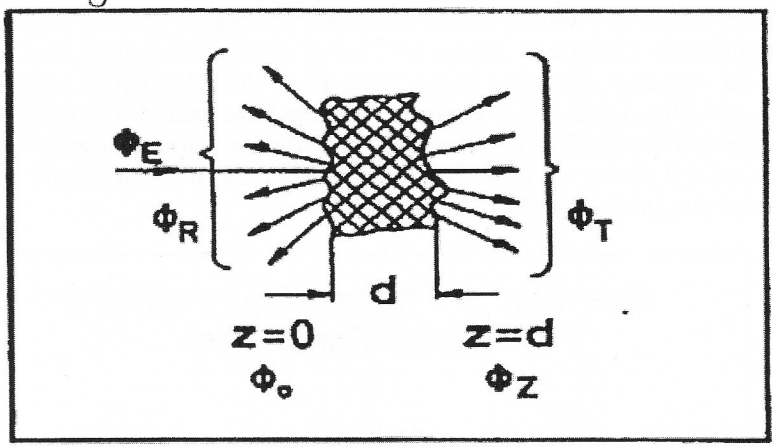
(a) Beurteilen Sie das folgende Ergebnis einer venenfunktionsdiagnostischen Untersuchung, indem Sie den Parameter T_0 berechnen und ihm den entsprechenden Insuffizienzgrad zuordnen.

$T_0 = 28s$ => normal

(b) Wodurch wird der Wechselanteil des Signals verursacht?

↳ durch Bewegung -> Wippen mit Fuß
↳ ∅ pulsatiger arterieller Anteil

Aufgabe 4 (unwichtig) **(0 Punkte)**



(a) Wie lauten die drei Basis-Parameter zur Charakterisierung optischer Strahlungsausbreitung in Gewebe?

(b) In der Abbildung sind die ein- und ausfallenden Strahlungsleistungen in ein Gewebestück gezeigt. Stellen Sie die Leistungsbilanz auf.

(c) Geben Sie das Lambert-Beersche Gesetz an.

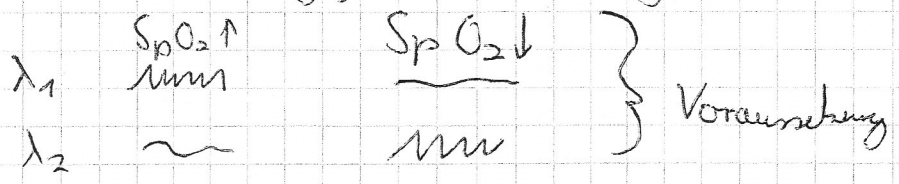
(d) Berechnen Sie den Extinktionskoeffizienten μ_e

Medizintechnik Großübung 6

20.6.11

A1)

für O_2-Sättigung: 2 Wellenlängen



D_1 / D_2: ungeeignet, da beide im Schnittpunkt der Linien liegen => ∅ Unterschied

D_5 / D_6: geeignet, da links bzw. rechts vom Schnittpunkt
-> Amplituden bei beiden Dioden für $SpO_2\uparrow$ bzw $SpO_2\downarrow$

Paar 1: Es wird an 2 isobestischen Pkt gemessen
untersch. => ungeeignet

Paar 2: Es wird an einem Plateau gemessen
=> ungeeignet

Paar 3: Es wird links + rechts des isobest. Pkt. gemessen
=> geeignet

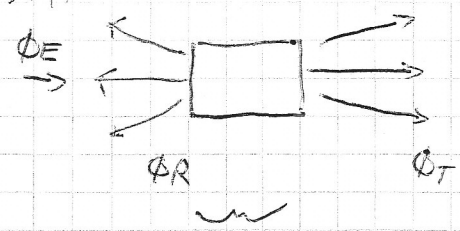
A2)

a) $$R_{2005} = \frac{\frac{0{,}0025}{1{,}02}}{\frac{0{,}006}{1{,}467}} = 0{,}599264$$

b) $$R_{1500s} = \frac{\frac{0{,}03}{9{,}99} \cdot \frac{\cancel{10^6}}{\cancel{10^6}}}{\frac{0{,}005}{1{,}446} \cdot \frac{\cancel{10^7}}{\cancel{10^7}}} = 0{,}86967$$

entspricht 70% Sauerstoffsättigung (SpO_2)

A4)



Verlust durch Absorption + Streuung $\Phi_{I'}$

$R(\lambda) = \frac{\Phi_R}{\Phi_E}$ Reflektionsfaktor

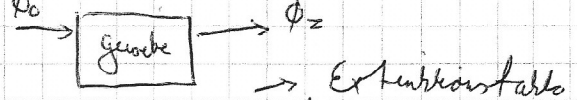
$T(\lambda) = \frac{\Phi_T}{\Phi_E}$ Transmissionsfaktor

$E(\lambda) = \frac{\Phi_{I'}}{\Phi_E}$ Extinktionsfaktor (Verluste)

b) $\Phi_E = \Phi_R + \Phi_T + \Phi_{I'} \quad | : \frac{1}{\Phi_E}$

$1 = R(\lambda) + T(\lambda) + I'(\lambda)$

c)



$\rightarrow$ Extinktionsfaktor

$\Phi_z = \Phi_0 \cdot e^{-\mu_e \cdot d}$

$\mu_e = \mu_a + \mu_s$

d) $\Phi_E = \Phi_R + \Phi_T + \Phi_{I'} \quad \Leftrightarrow \quad \Phi_T = \Phi_z = \Phi_E - \Phi_R - \Phi_I$

$\Phi_0 = \Phi_E - \Phi_R$

$\Phi_z = \Phi_T$

$\Phi_z = \Phi_0 \cdot e^{-\mu_e d} = (\Phi_E - \Phi_R) e^{-\mu_e d} = \Phi_E - \Phi_R - \Phi_{I'}$

$e^{-\mu_e d} = \frac{\Phi_E - \Phi_R - \Phi_{I'}}{\Phi_E - \Phi_R}$

$\Leftrightarrow -\mu_e d = \ln\left(\frac{\Phi_E - \Phi_R - \Phi_{I'}}{\Phi_E - \Phi_R}\right)$

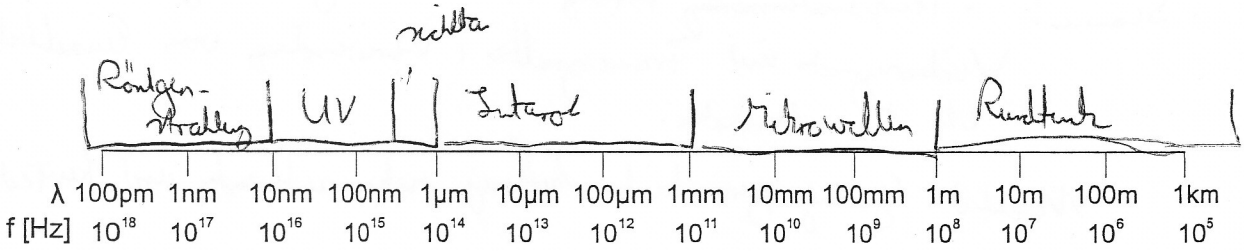
$\Leftrightarrow \mu_e = -\frac{\ln \frac{\Phi_z}{\Phi_0}}{d} = \mu_a + \mu_s$

Lehrstuhl für medizinische Informationstechnik
Univ. Prof. Dr. Ing. Dr. med. Steffen Leonhardt
Pauwelsstr. 20 52074 Aachen

Übung „Einführung in die Medizintechnik“ Infrarotthermographie 27.06.2011

Aufgabe 1 **(0 Punkte)**

Ordnen Sie die Strahlungsarten ihrem jeweiligen Frequenz- bzw. Wellenlängenbereich zu.



① Röntgenstrahlung
② UV-Strahlung
③ Mikrowellen
④ Infrarotstrahlung
⑤ Rundfunk
⑥ sichtbarer Bereich

Aufgabe 2 **(0 Punkte)**

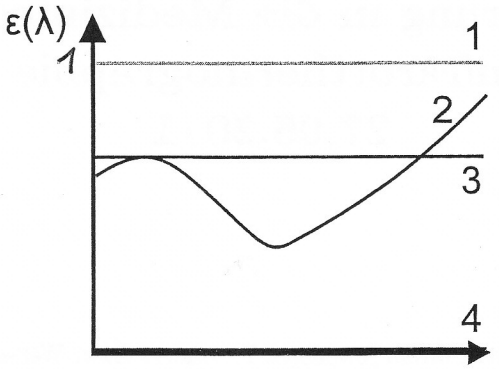
(a) Was beschreibt das PLANKsche Strahlungsgesetz und wie lautet seine Formel?

(b) Bestimmen Sie die Maximalstelle λ_{max} in Abhängigkeit der Temperatur T.

(c) Erläutern Sie kurz die qualitative Aussage des Ergebnisses aus b). Welches Gesetz beschreibt diesen Zusammenhang?

Aufgabe 3 **(0 Punkte)**

Beschriften Sie die in der Abbildung gezeigten Emissionsgradverläufe mit den passenden Strahlertypen.



1 Schwarze Strahler
Selektive Strahler
Graue Strahler
4 Ideale Spiegel oder ideale Fenster

Aufgabe 4 **(0 Punkte)**

Nennen Sie die beiden in Thermographiesystemen üblichen Detektorarten und beschreiben Sie diese kurz. Nennen Sie jeweils einen Vor- und Nachteil.

Scanner: - Temperaturmessung erfolgt durch Digitalisierung des Videosignals mit Framegrabber, Verwendung von Einzeldetektoren als Bildaufnahme.

Nachteil: Geringe geometrische Auflösung, sehr aufwendig und teure Technologie

Focal Plane Array (FPA):

Vorteil: - nahezu wartungsfrei
- für Dauerbetrieb geeignet
- gute geometrische Auflösung

Nachteil - verhältnismäßig schlechte messtechnische Eigenschaft
- begrenzte thermische Empfindlichkeit und Bildqualität
- nicht für anspruchsvolle Messaufgaben geeignet

- b) Bestimmen Sie die Maximalstelle λ_{max} in Abhängigkeit der Temperatur T.
  - Ableitung des PLANCKschen Strahlungsgesetzes nach der Wellenlänge

$$M_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$$

$$\frac{M_\lambda}{d\lambda} = (-5) \cdot \frac{c_1}{\lambda^6} \cdot \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} + \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{-e^{\frac{c_2}{\lambda \cdot T}}}{(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1)^2} \cdot \frac{-c_2}{\lambda^2 \cdot T} = 0$$

  - Ersetze $X = \frac{c_2}{\lambda \cdot T}$ $\qquad \frac{M_\lambda}{d\lambda} = \frac{c_1}{\lambda^6} \cdot \frac{1}{e^X - 1} \left(\frac{e^X}{e^X - 1} \cdot X - 5 \right) = 0$

$$e^X \cdot X - 5e^X + 5 = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{X_{max}}{5} - 1 + e^{-X_{max}} = 0$$

  - Newton-Verfahren $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$ $\qquad c_2 = 1{,}44 * 10^{-2}\ \mathrm{K*m}$

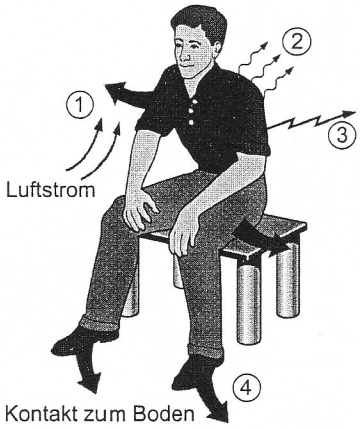
$$X_{max} = 4,9651 \quad \rightarrow \quad \lambda_{max} = \frac{c_2}{T \cdot X_{max}} = \frac{2898\ K \cdot \mu m}{T}$$

Lehrstuhl für medizinische Informationstechnik
Univ. Prof. Dr. Ing. Dr. med. Steffen Leonhardt
Pauwelsstr. 20 52074 Aachen

Übung „Einführung in die Medizintechnik" Wärmetherapie 04.07.2011

Aufgabe 1 **(4 Punkte)**

In der untenstehenden Abbildung sind die Faktoren, die zu einem Wärmeverlust des menschlichen Körpers führen, mit Nummern versehen. Füllen Sie die untenstehende Tabelle mit der Bezeichnung und dem prozentualen Beitrag des Wärmeverlustmechanismus (Person in Ruhe) aus! Nicht Klausur



Nr.	Bezeichnung	Beitrag
1	Konvektion	15%
2	Wärmestrahlung	60%
3	Verdunstung	22%
4	Wärmeleitung	3%

Aufgabe 2 **(2 Punkte)**

Beschreiben Sie kurz in Stichpunkten, was Sie unter *latentem Wärmeverlust* verstehen. (S.14)

Als latente Wärme wird die Energie bezeichnet, die in Wasserdampf gebunden wird. Verdunstung = Wärmeaufnahme, Kondensation = Wärmeabgabe
Beitrag der latenten Wärme zum Energieverlust von Hautfeuchtigkeit und Umgebungsluftfeuchtigkeit abhängig.

Aufgabe 3 **(2 Punkte)**

Beschreiben Sie kurz in Stichpunkten, was Sie unter *trockenem Wärmeverlust* verstehen.

Konvektion, Strahlung, Konduktion

↓

Luftbewegung

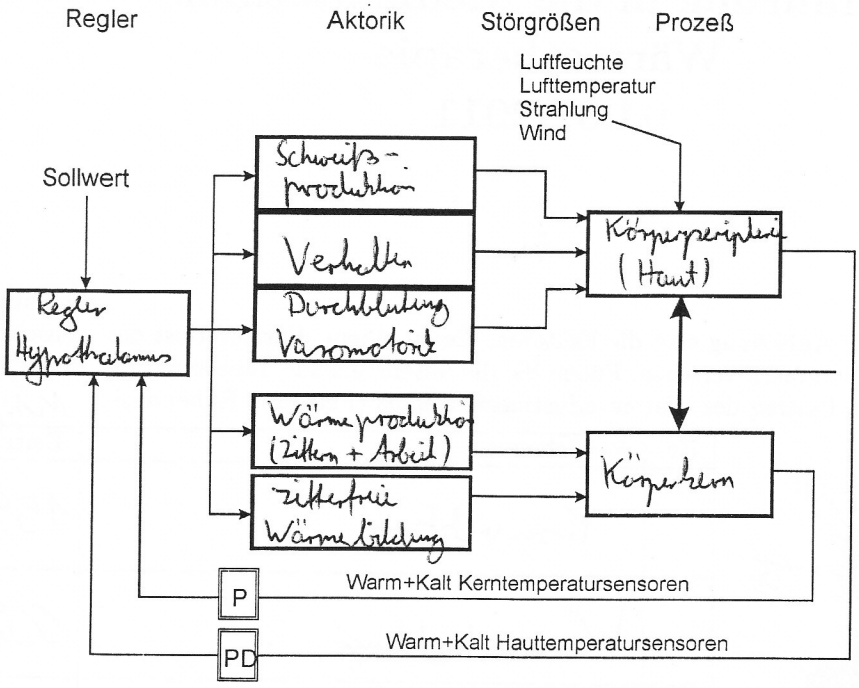
Aufgabe 4 **(4 Punkte)**

Beschreiben Sie kurz in Stichpunken, wieso Thermoregulation gerade bei Neugeborenen extrem wichtig ist

- keine Temperaturregelung
- können nicht schwitzen
- ungünstiges Oberflächen - Volumen - Verhältnis
- Babyhaut durchlässiger für Wasser

Aufgabe 5 **(8 Punkte)**

Beschriften Sie die Blöcke und Verbindungspfeile des Blockschaltbildes, ohne aus dem Skript abzuschreiben!



Medizintechnik Großübung 4.7.11

A6) Bekleidet:

$$\dot{Q}_{sens,B} = \frac{1{,}8\,m^2\,(33\,°C - 22\,°C)}{0{,}093\,\frac{m^2\,°C}{W} + \frac{1}{8{,}7\,\frac{W}{m^2\,°C}}} = 95{,}2\,W$$

Unbekleidet:

$$\dot{Q}_{sens,U} = \frac{1{,}8\,m^2\,(33\,°C - T_U)}{0 + \frac{1}{8{,}7\,\frac{W}{m^2\,°C}}} \overset{!}{=} 95{,}2\,W$$

$$\Rightarrow T_U = 26{,}9\,°C$$

A7)

$$\dot{Q}_{sens,ges} = \dot{q}_{ges,sens} \cdot (\text{Anzahl der Studenten}) + \text{Licht}$$

$$= 70\,\frac{W}{Pers} \cdot 150\,Pers + 48\,W = 14500\,W$$

$$\dot{m}_{Luft} = \frac{14{,}5\,kJ/s}{1\,\frac{kJ}{kg\,°C} \cdot (25\,°C - 15\,°C)} = 1{,}45\,\frac{kg}{s}$$