

### 3. Übung zur Medizinphysik I

SS 2015

Ausgabe: 20.04.2015

Abgabe: 27.04.2015, 10:00 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

#### Aufgabe 1: Höhenmessung

4 Punkte

Die Abnahme des Luftdrucks mit der Höhe folgt einem exponentiellen Zusammenhang

$$p(h) = \alpha \cdot e^{-\frac{h}{\beta \cdot T}}.$$

In der folgenden Tabelle sind die bei einer konstanten Temperatur  $T = 288 \text{ K}$  gemessenen Luftdrücke bei unterschiedlichen Höhen  $h$  (über NN) aufgeführt.

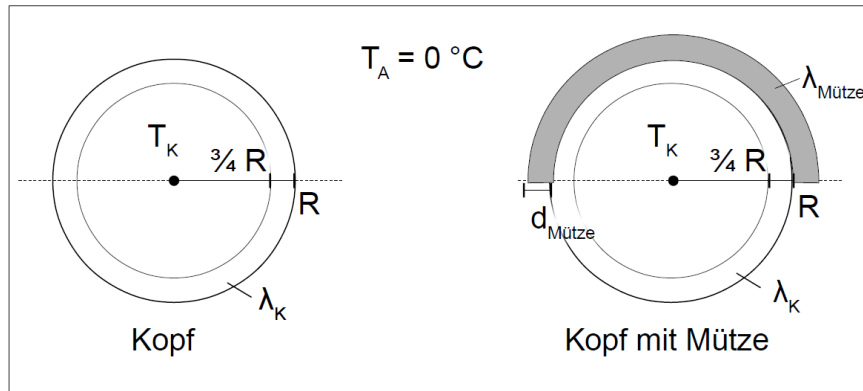
Höhenmeter in m	Luftdruck in hPa
50	1001
600	948
1000	902
1700	836
2000	793
3500	674

- Bestimmen Sie die Parameter  $\alpha$  und  $\beta$ .
- Wie heißt die Formel, die diesen Zusammenhang beschreibt? Vergleichen Sie die experimentellen Daten mit der Theorie.
- Wie wirkt sich der fallende Luftdruck (z.B. beim Bergsteigen) auf den menschlichen Organismus aus? Was sind seine Kompensationsmechanismen?
- Berechnen sie den Sauerstoffpartialdruck im Tal ( $h = 200 \text{ m}$ ,  $T = 300 \text{ K}$ ) und auf einem Gipfel ( $h = 2500 \text{ m}$ ,  $T = 280 \text{ K}$ ).

#### Aufgabe 2: Wärmeleitung

4 Punkte

Ein Mann mit Glatze verliert bei einem Winterspaziergang ( $T_A = 0^\circ\text{C}$ ) über seine gesamte Kopfhaut innerhalb einer Stunde  $180 \text{ kJ}$  Energie in Form von Wärme. Der innere Teil des Kopfes ( $r < 3/4 \text{ R}$ ) wird durch die Durchblutung bei konstanter Temperatur  $T_K = 37^\circ\text{C}$  gehalten. Nähern Sie den Kopf des Mannes mit einer Kugel mit Durchmesser  $d = 24 \text{ cm}$  an. Der äußere Teil des Kopfes ( $r \geq 3/4 \text{ R}$ ) soll als nicht durchblutet und somit auch als nicht beheizt angenommen werden.



Für eine Kugelschale gilt für den Wärmeleitungswiderstand  $W = \frac{r_2 - r_1}{\lambda A_m}$ . Nehmen sie für eine Kugeloberfläche  $A_m$  mit äußerem Radius  $r_1$  und innerem Radius  $r_2$  eine mittlere Fläche  $A_m = 4\pi r_1 r_2$  an.

- Berechnen Sie die mittlere Fläche über die die Wärmeleitung im Kopf statt findet.
- Bestimmen Sie den Wärmewiderstand  $W_K$  und die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_K$  des Kopfes.

Der Mann bedeckt beim nächsten Spaziergang seinen Kopf zur Hälfte mit einer dicken Wollmütze mit Wärmewiderstand  $W_M = 1,3 \text{ K/W}$ .

- Zeichnen Sie in Analogie zum Ohmschen Widerstand ein Schaltbild für den Wärmewiderstand des Kopfes mit Mütze. Betrachten Sie dazu die unbedeckte und bedeckte Kopfhälfte getrennt. Wie groß ist der Wärmewiderstand einer Kopfhälfte im Vergleich zu der des gesamten Kopfes? Erläutern Sie an welcher Stelle eine Reihen- bzw. Parallelschaltung vorliegt.
- Wie groß ist der Gesamtwiderstand  $W_{ges}$  mit Mütze? Wie viel Energie verliert der Mann jetzt noch über seinen Kopf innerhalb einer Stunde?

### Aufgabe 3: Transpiration

2 Punkte

Beim Joggen werden innerhalb von 30 Minuten 600 kcal verbrannt. Die dabei umgesetzte Muskelarbeit beträgt jedoch gerade einmal 30%, der Rest wird in Wärme umgewandelt.

- Um wie viel Grad erhöht sich die Körpertemperatur bei dieser Betätigung, wenn kein Wärmeaustausch stattfindet?
- Angenommen der einzige Temperaturregelmechanismus wäre die Verdunstung von Wasser. Wie viel Wasser würde man durchs Schwitzen verlieren, um die Temperatur des Körpers konstant zu halten.

spezifische Wärmekapazität  $c_{Mensch} = 3,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

typische Masse eines Menschen  $m = 75 \text{ kg}$

Verdunstungsenthalpie von Wasser bei  $37^\circ\text{C}$   $\Delta H = 43,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$