

Ausgabe: 22.04.2014

Abgabe: bis 28.04.2014 16:00 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Sauerstoffversorgung des Auges

3 Punkte

Der Großteil des menschlichen Körpers erhält das benötigte Sauerstoff durch den zirkulierenden Blutfluss. Die Hornhaut hingegen enthält keine Blutgefäße, das lässt sie transparent erscheinen jedoch muss die Sauerstoffversorgung auf einem anderen Weg erfolgen. Die Zellen in der Hornhaut erhalten daher den Sauerstoff durch die Diffusion aus der Oberfläche der Tränenflüssigkeit, die ausreichend Sauerstoff erhält.

- Bestimmen Sie den Partialdruck von Sauerstoff aus dem Luftdruck unter Normalbedingungen bei offenem Auge.
- Die Augen sind während des Schlafens geschlossen. Für den Partialdruck bedeutet dies, dass der Gesamtdruck etwa dem Luftdruck auf einer Höhe von 7647 m entspricht. Der Sauerstoffanteil bleibt gleich. Bestimmen Sie den neuen Partialdruck für Sauerstoff bei geschlossenem Auge.
- Bestimmen Sie den Teilchenstrom von Sauerstoff mit einem Diffusionskoeffizienten von $8,88 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ der zwischen der Außenseite und der Innenseite einer auf dem Auge liegenden Kontaktlinse vorliegt. Nehmen Sie an, dass die Sauerstoffkonzentration auf der Innenseite verschwindet.
- Wieso sollten Kontaktlinsen abends vor dem Schlafen herausgenommen werden?

Aufgabe 2: Kilimandscharo

3 Punkte

Die Besteigung des Kilimandscharo bietet Bergsteigern nur geringfügige technische Schwierigkeiten, so dass sich immer mehr Menschen am Aufstieg versuchen. Dabei wird aufgrund der geringen technischen Schwierigkeit die körperliche Anstrengung und Dehydrierung unterschätzt. Nehmen Sie an, dass ein 70 kg schwerer Mensch die Marangu-Route wählt, die auf einer Höhe von 1980 m in Marangu startet. Seine komplette Ausrüstung wiegt 15 kg und er hat einen Energieumsatz von $500 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$. Für die erste Strecke zur Bismarckhütte, die auf einer Höhe von 2682 m liegt, benötigt er 4 Stunden. Zu Beginn der Tour fällt die Temperatur auf 0°C .

- Bestimmen Sie die Körpertemperatur, die dieser Mensch an der Bismarckhütte haben würde, wenn es keinen Wärmeaustausch mit der Umgebung gäbe und die Muskeln einen Wirkungsgrad von 30 % hätten (spezifische Wärmekapazität des Menschen $c_m = 3,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$). Bestimmen Sie weiterhin die gewonnene potentielle Energie.
- Angenommen, der einzige Temperaturregelungsmechanismus wäre die Verdunstung von Wasser (Schwitzen). Wie viel Wasser müsste der Mensch zusätzlich zum Gepäck mit nehmen, damit die Körpertemperatur konstant gehalten wird? Welcher Kühlleistung entspricht dies? (Verdampfungsenthalpie von Wasser bei 37°C : $43,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$) Begründen Sie, warum die Annahme in diesem Fall gut zutrifft und bewerten Sie das Ergebnis in Hinblick auf die Schweißproduktion der Haut, welche $0,6 \frac{\text{l}}{\text{m}^2\text{h}}$ Schweiß produzieren kann.
- Wieviel Luft muss er auf der Starthöhe, sowie bei der Bismarckhütte einatmen um 1 Mol Glukose zu oxidieren?

Aufgabe 3: Schlafsack

3 Punkte

Die Körpertemperatur des Menschen ist meistens höher als die Umgebungstemperatur, weshalb kontinuierlich Energie in Form von Wärme abgegeben wird. Ab einer bestimmten persönlichen Komforttemperatur kann der Mensch diese Verlustleistung nicht mehr abfangen, weshalb er sich mit Kleidung schützt. Die nachfolgenden Betrachtungen können für ein eindimensionales Problem im Gleichgewicht angestellt werden.

- a) Bestimmen Sie die Größe des Wärmestroms Φ eines unbedeckten Menschen und skizzieren Sie die Temperaturverteilung $T(x)$ bei der x die Koordinate senkrecht zur Oberfläche ist.

$$\Phi = -kA \frac{dT(x)}{dx} \quad (1)$$

Hierbei ist k der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient, A die Fläche, über die der Wärmestrom verloren geht und $T(x)$ die Temperaturverteilung. Nehmen Sie dazu an, dass die Körperoberfläche ca. $1,7 \text{ m}^2$ groß ist und die Körperinnentemperatur $T_i = 37,4^\circ\text{C}$ beträgt. Berechnen Sie den Wärmestrom für die Außentemperatur $T_a = 0^\circ\text{C}$ sowie für $T_a = 15^\circ\text{C}$. Die "Wärmegrenzschicht" zwischen dem Körperinneren und der Haut, in der die Körperinnentemperatur auf die Außentemperatur abfällt, sei $4,5 \text{ cm}$ dick und habe einen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von $k_{\text{Gewebe}} = 0,2 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$.

- b) Nehmen Sie nun an, dass Sie noch einen eng anliegenden 5 cm dicken Daunenschlafsack (Oberfläche 2 m^2) zur Isolierung benutzen. Bestimmen Sie die Hauttemperatur und den Wärmeverlust für beide Außentemperaturen. Daunen haben einen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von $k_{\text{Daune}} = 0,02 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$. (Skizzieren Sie auch hier die Temperaturverteilung)