

Übungsblatt 1

Ausgabe: Fr. 7. 4. 2006

Abgabe: bis Mi. 19. 4. 2006 12:00 Uhr

Aufgabe 1

- Das Atemminutenvolumen eines Menschen sei etwa $10\text{ l}/\text{min}$. Die O_2 -Konzentration der eingeatmeten Luft sei 21%, die der ausgeatmeten 16,5% bei einem Druck von 10^5 Pa und einer Temperatur von 300 K . Wieviele Moleküle O_2 werden von diesem Menschen pro Minute im Blut transportiert?
- Der Mensch besitze $5,6\text{ l}$ Blut bei $5 \cdot 10^6$ Erythrozyten (rote Blutkörperchen) pro $\mu\text{ l}$ Blut. Die mittlere Blutumlaufrzeit betrage 50 s . Im Sättigungszustand transportiert 1 Hämoglobinmolekül 4 O_2 -Moleküle. Wieviele Hämoglobinmoleküle befinden sich demnach durchschnittlich in einem Erythrozyten? (Nehmen Sie an, daß alle Hämoglobinmoleküle leer in die Lunge kommen und voll wieder hinaus.)
- Pro Sekunde werden im menschlichen Körper etwa $2,7 \cdot 10^6$ Erythrozyten neu gebildet. Welche mittlere Lebensdauer der Erythrozyten leitet sich daraus ab?

Aufgabe 2

- Geben Sie an, auf welchen Wegen und durch welche Mechanismen O_2 von der Außenluft in die Gewebezellen transportiert wird.
- Das Einströmen von Luft in die Lunge wird von 2 wichtigen Parametern bestimmt: der mechanische Strömungswiderstand wird durch den Widerstand (die Resistance) $R := \frac{\Delta p}{dV/dt}$ quantifiziert (Δp : Druckdifferenz, V : Volumen der strömenden Luft), und die Dehnbarkeit der Lunge durch die Nachgiebigkeit (Compliance) $C := \frac{dV}{dp}$. Um deren Einfluß auf das Füllen/Entleeren der Lunge deutlich zu machen, betrachten Sie ein einfaches Modell der Lunge mit einem Atemzugvolumen V_0 . Analog zur Kondensatorentladung¹ gilt die Differentialgleichung für das Volumen V : $\Delta p = R \cdot \frac{dV}{dt} + \frac{1}{C} \cdot V$. Lösen Sie die homogene Differentialgleichung und berechnen Sie wie lange es dauert, die eingeatmete Luft (V_0) zu 99% wieder auszuatmen ($R = 0,15 \frac{\text{kPa}}{\text{l/s}}$, $C = 2000 \frac{\text{ml}}{\text{kPa}}$). Dauert es bei einem Neugeborenen mit steiferer Lunge ($R = 2,5 \frac{\text{kPa}}{\text{l/s}}$, $C = 75 \frac{\text{ml}}{\text{kPa}}$) länger?

Aufgabe 3

Wenn mehr als 100 mA durch den Brustraum eines Menschen fließen, dann ist meist der Herztod die Folge (Herzflimmern).

- Schätzen Sie den Widerstand des menschlichen Körpers von Hand zu Hand indem Sie die Leitfähigkeit einer „physiologischen Lösung“ aus 9 g NaCl in einem Liter Wasser berechnen. (Ionenbeweglichkeiten in wäßriger Lösung bei 18° C : $\mu^+(\text{Na}) = 4,6 \cdot 10^{-8}\text{ m}^2/(\text{Vs})$, $\mu^-(\text{Cl}) = 6,85 \cdot 10^{-8}\text{ m}^2/(\text{Vs})$.) Die Länge von Hand zu Hand sei $1,5\text{ m}$, der Querschnitt an den Engstellen 10 cm^2 .
- Was für Spannungen können für einen Menschen gefährlich werden?
- Warum wird häufig der Tip gegeben, man solle eine Hand in der Tasche (oder auf dem Rücken) lassen, wenn man an offenen elektrischen Geräten arbeitet?

Aufgabe 4

Die Sonne strahle $P = 2 \cdot 10^{17}\text{ W}$ auf die Erde. Wieviel Prozent davon wird in der Photosynthese umgesetzt, wenn dabei $2 \cdot 10^{12}\text{ Tonnen } O_2$ im Jahr frei werden?

(Chemische Bruttobilanz der Photosynthese: $6\text{ CO}_2 + 6\text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{ O}_2$; $\Delta G = +2868\text{ kJ/mol}$)

¹Die Druckdifferenz Δp entspricht der Spannung, das Volumen V der Kondensatorladung, die Compliance der Kapazität und der mechanische Widerstand dem elektrischen.