

10. Übung zur Medizinphysik I

SS 2015

Ausgabe: 08.06.2015

Abgabe: 15.06.2015, 10:00 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Lungenoberfläche und Gasaustausch

4 Punkte

Die Menschliche Lunge besteht aus ca. 300 Millionen Lungenbläschen (Alveolen) mit einem Durchmesser von $D \approx 200 \mu\text{m}$.

- Nehmen Sie die Alveolen als kugelförmig an, berechnen Sie ihre Gesamtoberfläche und vergleichen Sie diese mit dem Literaturwert. Erklären Sie kurz (!), wie es zu dieser Abweichung kommt.
- Rechnen Sie nun mit dem Literaturwert der Lungenoberfläche. Die Alveolen seien an ihrer Außenseite vollständig von Kapillargefäßen umgeben und haben eine Wandstärke von $d \approx 0,5 \mu\text{m}$. In ihrem Innern herrsche ein Sauerstoffpartialdruck von 13 kPa, im Blut einer von 6 kPa, ein Mensch habe ein Atemminutenvolumen von 8 l. Berechnen Sie den Diffusionskoeffizienten der Membran für Sauerstoff. Machen Sie hierbei sinnvolle Näherungen bezüglich der Geometrie der Alveolenwände und des Verlaufs der Konzentration durch diese hindurch.
- Vergleichen Sie diesen Wert mit dem von Wasser. Nennen Sie mindestens drei qualitative Erklärungen für die sehr große Abweichung.

Aufgabe 2: Sauerstoffbedarf

3 Punkte

Ein gut trainierter Mensch ist in der Lage, zusätzlich zum Grundumsatz (Gehirn, Stoffwechsel,...) von 100 W dauerhaft eine mechanische Leistung von $P_{mech}=200 \text{ W}$ zu erbringen. Dabei sinkt deren Wirkungsgrad durch den zusätzlichen Aufwand für z.B. die Temperaturregelung auf 25%. Sauerstoff hat einen Energiegehalt von 20 kJ/l.

- Der Sauerstoffpartialdruck in der Ausatemluft betrage 17 kPa, in der Einatemluft 21 kPa. Wie groß ist das Atemminutenvolumen?
- Arteriell Blut enthalte $8,2 \text{ mmol } O_2/1$, venöses Blut $5,8 \text{ mmol } O_2/1$. Wie groß ist das Herzminutenvolumen?

Aufgabe 3: Hämoglobin

2 Punkte

- Ein Erythrozyt hat ein Volumen von $90 \mu\text{m}^3$ und wiegt $3 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$. Wie viele Erythrozyten hat ein Mensch mit 6 l Blut der Dichte $\rho_{Blut} = 1050 \text{ kg/m}^3$ und einem Hämatokrit von 45?
- Erythrozyten bestehen zu 35 Massenprozent aus Hämoglobin mit $M_{Hb} = 1,6 \cdot 10^4 \text{ g/mol}$. Wie viel Gramm und wie viele Moleküle Hämoglobin besitzt dieser Mensch? Wie viel Gramm Sauerstoff können gebunden werden?