

## 1. Aufgabe

1. Geben Sie an, auf welchen Wegen und durch welche Mechanismen  $O_2$  von der Außenluft in die Gewebezellen transportiert wird.
2. Stellen Sie die Differentialgleichung zur Entladung eines Kondensators (Kapazität  $C_e$ ) über einen Widerstand ( $R$ ) auf und lösen Sie diese.
3. In einem einfachen Model kann die Lunge durch zwei Parameter modelliert werden: Der mechanische Strömungswiderstand (Resistance) ist gegeben durch  $R = \frac{\Delta p}{dV/dt}$  (wobei  $\Delta p$  die Druckdifferenz und  $V$  das Luftstromvolumen sind); die Dehnbarkeit der Lunge (Compliance) durch  $C = \frac{dV}{dp}$ . Bilden Sie eine Differentialgleichung analog zu der in Aufgabenteil 2 und lösen Sie sie für ein Atemzugvolumen  $V_0$ . Ist die benötigte Zeit, die eingeatmete Luft zu 99% wieder auszuatmen, bei einem Neugeborenen mit steiferer Lunge länger?  
[ Erwachsene:  $R = 0,15 \frac{kPa}{l/s}$ ,  $C = 2000 \frac{ml}{kPa}$ ; Neugeborene:  $R = 2,5 \frac{kPa}{l/s}$ ,  $C = 75 \frac{ml}{kPa}$  ]

## 2. Aufgabe

In einem Experiment zur Bestimmung der Kapazität  $C$  und des Widerstandes  $R$  einer Zellmembran wird mit Hilfe sogenannter  $\mu$ -Elektroden eine Wechsellspannung zwischen Intra- und Extrazellarraum angelegt. Gemessen wird die zeitliche Abhängigkeit der Stromstärke  $I(t)$ . Zeigen Sie, wie daraus Werte für  $C$  und  $R$  ermittelt werden können. Leiten Sie dazu die komplexe Impedanz  $Z$  für eine Zellmembran her.

Für eine Nervenzelle mit Abmessungen in der Grössenordnung von  $100 \mu m$  und einer Membranbreite von  $10 nm$ , kann, als erste Näherung, ein Plattenkondensator angenommen werden. Leiten Sie einen Ausdruck für die Kapazität  $C$  eines solchen Kondensators her, wenn die Zellmembran eine Dielektrizitätskonstante von  $\epsilon$  aufweist. Welchen direkten Schluß können Sie demnach aus einer Veränderung der Kapazität der Zellmembran schliessen.

Bei Exocytosevorgängen werden Stoffe aus einer Zelle ausgestoßen, mit der hier beschriebenen Methode ist es möglich dies indirekt zu beobachten.

## 3. Aufgabe

Aus der Luft soll Sauerstoff an die Membranoberfläche einer Zelle gelangen. Dabei muss der Sauerstoff durch eine an der Membran angrenzenden Schicht diffundieren. Die Grenzschichtdicke  $\delta$  sei bekannt, ebenso der Diffusionskoeffizient  $D$  und die Größe der Membranoberfläche  $A$ . Betrachten Sie Luft als ein Zweikomponenten-Gas aus  $O_2$  (1) und  $N_2$  (2).  $N_2$  ist das Trägergas. Folgende Molkonzentration seien bekannt: die des Sauerstoffs an der Membranoberfläche  $c_{1M}$  und in der Luft  $c_{1L}$ ; die des Stickstoffs an der Membranoberfläche  $c_{2M}$  und in der Luft  $c_{2L}$ .

Bestimmen sie eine Gleichung zur Berechnung des Molenstroms  $n_1^*$ .

Hinweis: Wenn eine Gaskomponente (1) durch eine Grenzschicht mit einem Trägergas (2) diffundiert, um in einer Grenzfläche aufgenommen zu werden, stellt sich nicht nur ein Konzentrationsgefälle für die Komponente (1) ein, sondern auch für das Trägergas (2), weil die Summe der molaren Konzentrationen konstant bleibt. Auf Grund dieses Konzentrationsgefälles diffundiert das Trägergas von der Grenzfläche weg, wird aber von dieser nicht nachgeliefert. Die Nachlieferung erfolgt aus dem Gasinneren in Richtung Membran. Dieser Strom nimmt auch die übergehende Komponente (1) mit und verstärkt so die Diffusion zur Grenzfläche.