

(I) Ionen, Oberflächenpotentiale

1. Wie groß ist die Ionenstärke J einer Lösung die 0.25 M NaCl und 0.05 M CaCl₂ enthält?
2. Das Medium einer Zellkultur besitze einen pH-Wert von 7.0 und eine NaCl Konzentration von 0.1 M. Die Zelloberfläche ist negativ geladen mit der Ladungsdichte σ von einer Elementarladung pro 10 nm².
 - i) Man berechne die Debye-Länge l_D . (Angabe in nm)
 - ii) Wie gross ist l_D wenn NaCl durch eine gleiche Konzentration von CaCl₂ ersetzt wird?
 - iii) Wie gross ist der pH-Wert an der Zelloberfläche (mit NaCl im Medium) ?
 - iv) Skizzieren Sie den pH-Verlauf von der Zelloberfläche ins Medium.

($\epsilon_{H_2O} = 80$, $T = 20^\circ C$)

Hinweise:

Die Kationenkonzentration (inklusive Protonen) an der Zelloberfläche ist in erster Näherung gleich:

$$c_+ = c_0 \exp(e_0 \phi(x) / k_B T) \quad (c_0, \text{Konzentration im Medium})$$

Der Wert von $\phi(x)$ für $x = 0$ (an der Membranoberfläche, Oberflächenpotential) kann abgeschätzt werden gemäß:

$$\phi(0) = (\sigma l_D) / (\epsilon_0 \epsilon).$$

(II) Nervenerregung

1. Wir betrachten ein Membranvesikel (kugelförmiges Liposom). Die Aussen- und Innen-Konzentrationen für NaCl und CaCl₂ seien je 0.1 M. Die Membran sei nur für Na und Cl gleichermassen permeabel ($P = 1$). Wie gross ist das Membranpotential V_m ?
(Hinweis: $V_m = \Phi_{\text{innen}} - \Phi_{\text{ausser}}$)
2. Bei der Nervenzellen-Erregung ändert sich die Potentialdifferenz über der Nervenmembran um $\Delta V_m = 150$ mV, was hauptsächlich auf einen Einstrom von Na⁺ in die Nervenzelle zurückzuführen ist. Wieviel Na⁺-Ionen/cm² der Nervenmembran sind nötig, um die Membrankapazität ($C_m = 0.5 \mu F/cm^2$) um den Betrag ΔV_m umzuladen?
3. Aus einer Riesennervenzelle treten bei einem einzelnen Aktionspotential ca. 3×10^{-12} mol K⁺/cm² Membran aus. Der Zellendurchmesser beträgt 0.5 mm, Länge 1 cm, die K⁺-Konzentration im Zellinnern 0.4 M. Wie viele Aktionspotentiale können bei blockierter Na⁺/K⁺ Pumpe fortgeleitet werden, bevor die K⁺-Konzentration im Nerveninnern um 1 % abgenommen hat?

(III) Kanäle

In einer Zelle werden K⁺-Ionen von innen nach aussen transportiert. Die Innenkonzentration ist $c_i = 100$ mM, die Aussenkonz. ist $c_a = 10$ mM., das Membranpotential $V_m = \Phi_i - \Phi_a$ beträgt -150 mV. Handelt es sich um einen Bergauftransport? ($T = 300$ K)