

(I) Ionen, Oberflächenpotentiale

a) Wie groß ist die Ionenstärke **J** einer Lösung die 0.25 M NaCl und 0.05 M CaCl₂ enthält? (1)

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.

b) Man berechne die Debye-Länge **I_D**. (Angabe in nm) (1)

c) Wie gross ist **I_D** wenn NaCl durch eine gleiche Konzentration von CaCl₂ ersetzt wird? (1)

d) Wie gross ist der pH-Wert an der Zelloberfläche (mit NaCl im Medium) ? (2)

e) Skizzieren Sie den pH-Verlauf von der Zelloberfläche ins Medium. (1)

($\epsilon_{\text{H}_2\text{O}} = 80$, $T = 20^\circ\text{C}$)

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:

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

(II) Nervenerregung

a) 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: $V_m = \Phi_{\text{innen}} - \Phi_{\text{ausen}}$)

b) Bei der Nervenzellen-Erregung ändert sich die Potentialdifferenz über der Nervenmembran um $\Delta V_m = 150 \text{ mV}$, was hauptsächlich auf einen Einstrom von Na⁺ in die Nervenzelle zurückzuführen ist. Wieviel Na⁺-Ionen/cm² der Nervenmembran sind nötig, um die Membrankapazität ($C_m = 0.5 \mu\text{F}/\text{cm}^2$) um den Betrag ΔV_m umzuladen? (3)

c) Aus einer Riesennervenzelle treten bei einem einzelnen Aktionspotential ca. $3 \times 10^{-12} \text{ mol K}^+/\text{cm}^2$ 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? (3)

(III) Kanäle

In einer Zelle werden K⁺-Ionen von innen nach aussen transportiert. Die Innenkonzentration ist $c_i = 100 \text{ mM}$, die Aussenkonz. ist $c_a = 10 \text{ mM}$.

das Membranpotential $V_m = \Phi_i - \Phi_a$ beträgt -150 mV .

Handelt es sich (energetisch) um einen Bergauftransport? ($T = 300 \text{ K}$) (3)