

14 Voor de rustspanning van een zenuwcel geldt de GHK-vergelijking:

$$U_m = \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln \left(\frac{P_K \cdot [K^+]_{\text{buiten}} + P_{Na} \cdot [Na^+]_{\text{buiten}} + P_{Cl} \cdot [Cl^-]_{\text{binnen}}}{P_K \cdot [K^+]_{\text{binnen}} + P_{Na} \cdot [Na^+]_{\text{binnen}} + P_{Cl} \cdot [Cl^-]_{\text{buiten}}} \right)$$

Als alleen de ionenkanalen voor Na⁺ aanwezig zouden zijn, gaat deze vergelijking over in een Nernstvergelijking.

- a Laat dit zien.
- b Leg uit waarom in de GHK-vergelijking $[Cl^-]_{\text{binnen}}$ in de teller staat en niet in de noemer zoals $[K^+]_{\text{binnen}}$ en $[Na^+]_{\text{binnen}}$.

Voor een inktvis gelden de concentraties aan ionen die in tabel 4 staan.

	In de cel in mmol	Buiten de cel in mmol
K ⁺	400	20
Na ⁺	50	440
Cl ⁻	100	560

Tabel 4

Voor de doorlaatbaarheid geldt:

$$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,03 : 0,1$$

- c Bereken de rustspanning van een zenuwcel van de inktvis.

Opgave 14

- a
$$U = \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln \left(\frac{P_K [K^+]_{\text{buiten}} + P_{Na} [Na^+]_{\text{buiten}} + P_{Cl} [Cl^-]_{\text{binnen}}}{P_K [K^+]_{\text{binnen}} + P_{Na} [Na^+]_{\text{binnen}} + P_{Cl} [Cl^-]_{\text{buiten}}} \right)$$

Als er alleen ionenkanalen voor Na⁺ zijn, dan is de permeabiliteit voor K⁺ en Cl⁻ nul. De erbij behorende *P*-waarden zijn dan 0.

Er blijft dan over:
$$U = \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln \left(\frac{P_{Na} [Na^+]_{\text{buiten}}}{P_{Na} [Na^+]_{\text{binnen}}} \right).$$

Na wegdelen van *P*_{Na} ontstaat
$$U = \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln \left(\frac{[Na^+]_{\text{buiten}}}{[Na^+]_{\text{binnen}}} \right).$$

Dit komt overeen met
$$U = \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln \left(\frac{[Na^+]_{\text{buiten}}}{[Na^+]_{\text{binnen}}} \right)$$
 als *n* = +1. En dat is het geval voor natrium.
- b De lading van een chloor-ion is −1. Voor kalium en natrium is deze +1.
$$U_{Cl} = \frac{R \cdot T}{-1 \times F} \cdot \ln \frac{[Cl^-]_{\text{buiten}}}{[Cl^-]_{\text{binnen}}}$$

Bij (natuurlijke) logaritme: $-\ln \frac{A}{B} = +\ln \frac{B}{A}$

Dus geldt
$$U_{Cl} = \frac{R \cdot T}{-1 \times F} \cdot \ln \frac{[Cl^-]_{\text{buiten}}}{[Cl^-]_{\text{binnen}}} = \frac{R \cdot T}{+1 \times F} \cdot \ln \frac{[Cl^-]_{\text{binnen}}}{[Cl^-]_{\text{buiten}}}$$
- c
$$U = \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln \left(\frac{P_K [K^+]_{\text{buiten}} + P_{Na} [Na^+]_{\text{buiten}} + P_{Cl} [Cl^-]_{\text{binnen}}}{P_K [K^+]_{\text{binnen}} + P_{Na} [Na^+]_{\text{binnen}} + P_{Cl} [Cl^-]_{\text{buiten}}} \right)$$

$$U = \frac{8,31446 \times 310}{9,64853 \cdot 10^4} \cdot \ln \left(\frac{1 \times 20 + 0,03 \times 440 + 0,1 \times 100}{1 \times 400 + 0,03 \times 50 + 0,1 \times 560} \right) = -6,30 \cdot 10^{-2} \text{ V}$$

Dit komt afgerond overeen met −63 mV.