

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.

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

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

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  $+1$ .

$$U_{Cl} = \frac{R \cdot T}{-1 \times F} \cdot \ln \left( \frac{[Cl^-]_{\text{buiten}}}{[Cl^-]_{\text{binnen}}} \right)$$

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

$$\text{Dus geldt } U_{Cl} = \frac{R \cdot T}{-1 \times F} \cdot \ln \frac{[Cl^-]_{\text{buiten}}}{[Cl^-]_{\text{binnen}}} = \frac{R \cdot T}{+1 \times F} \cdot \ln \frac{[Cl^-]_{\text{binnen}}}{[Cl^-]_{\text{buiten}}}$$

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  $-63 \text{ mV}$ .