

27 In tabel 6 staan gegevens over het axon van een inktvis.

membraanweerstand	r_m	45 Ω m
axiale weerstand	r_a	1,5 MΩ m ⁻¹
straal axon	a	250 μm
dikte van de membraan	d_m	8,0 nm

Tabel 6

De membraanweerstand van een oppervlakte van 1,0 mm² is 70 kΩ.

De membraancapaciteit hiervan is 10 nF.

- a Toon aan dat de lengteconstante van het axon van de inktvis gelijk is aan 5,5 mm.
- b Bereken de soortelijke membraanweerstand van het axon.

Inktvissen zijn prooidieren en moeten daarom over een zeer snelle vluchtreflex beschikken. Dat betekent dat de geleidingssnelheid van een inktvis groot moet zijn.

- c Bereken de geleidingssnelheid van de inktvis.

Een inktvis kan zijn axondiameter met een factor 4 vergroten.

- d Bespreek de gevolgen van deze verviervoudiging op:

- de membraanweerstand R_m ;
- de axiale weerstand R_a ;
- de membraancapaciteit C_m ;
- de geleidingssnelheid v .

Opgave 27

$$a \quad \lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_s}}$$

$$r_m = 45 \Omega m$$

$$r_s = 1,5 \text{ M}\Omega \text{ m}^{-1} = 1,5 \cdot 10^6 \Omega \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{45}{1,5 \cdot 10^6}} = 5,477 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Afgerond: $\lambda = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 5,5 \text{ mm}$.

$$b \quad \text{Uit } R_m = \frac{\rho_m \cdot d_m}{2\pi \cdot a \cdot \ell} = \frac{r_m}{\ell} \text{ volgt } r_m = \frac{\rho_m \cdot d_m}{2\pi \cdot a}$$

$$r_m = 45 \Omega m$$

$$d_m = 8,0 \text{ nm} = 8,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$a = 250 \mu\text{m} = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$45 = \frac{\rho_m \times 8,0 \cdot 10^{-9}}{2\pi \cdot 250 \cdot 10^{-6}}$$

$$\rho_m = 8,835 \cdot 10^6 \Omega \text{ m}$$

Afgerond: $8,8 \cdot 10^6 \Omega \text{ m}$.

- c De geleidingssnelheid bereken je met de lengteconstante en de tijdconstante. De tijdconstante bereken je met de weerstand en de capaciteit van de membraan.

$$\tau = R_m \cdot C_m$$

$$R_m = 70 \text{ k}\Omega = 70 \cdot 10^3 \Omega$$

$$C_m = 10 \text{ nF} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

$$\tau = 70 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-9} = 7,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$v = \frac{\lambda}{\tau}$$

$$\lambda = 5,5 \text{ mm} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$v = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{0,70 \cdot 10^{-4}} = 7,857 \text{ m s}^{-1}$$

Afgerond: $v = 7,9 \text{ m s}^{-1}$.

- d Wordt de diameter vier keer zo groot, dan wordt de straal a van het axon vier keer zo groot.

Voor de membraanweerstand geldt: $R_m = \frac{\rho_m \cdot d_m}{2\pi \cdot a \cdot \ell}$

Wordt de diameter vier keer zo groot, dan wordt R_m vier keer zo klein.

Voor de axiale weerstand geldt: $R_a = \frac{\rho_a \cdot \ell}{\pi \cdot a^2}$

Wordt de diameter vier keer zo groot, dan wordt R_a zestien keer zo klein.

Voor de membraancapaciteit geldt $C_m = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot 2\pi \cdot a \cdot \ell}{d_m}$.

Wordt de diameter vier keer zo groot, dan wordt membraancapaciteit vier keer zo groot.

In vraag 25a heb je afgeleid: $\lambda = \sqrt{\frac{\rho_m \cdot d_m}{2 \cdot \rho_a \cdot a}}$

In opgave 26a heb je afgeleid: $\tau = \rho_m \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

Dus alleen de lengteconstante hangt af van de diameter.

Wordt de diameter vier keer zo groot, dan wordt de geleidingssnelheid twee keer zo groot.