

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

membraanweerstand	$r_m$	45 $\Omega$ m
axiale weerstand	$r_a$	1,5 M $\Omega$ m <sup>-1</sup>
straal axon	$a$	250 $\mu$ m
dikte van de membraan	$d_m$	8,0 nm

Tabel 6

De membraanweerstand van een oppervlakte van 1,0 mm<sup>2</sup> is 70 k  $\Omega$ .

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  $\lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_a}}$   
 $r_m = 45 \Omega \text{ m}$   
 $r_a = 1,5 \text{ M}\Omega \text{ m}^{-1} = 1,5 \cdot 10^6 \Omega \text{ m}^{-1}$   
 $\lambda = \sqrt{\frac{45}{1,5 \cdot 10^6}} = 5,477 \cdot 10^{-3} \text{ m}$   
Afgerond:  $\lambda = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 5,5 \text{ mm}$ .

b Uit  $R_m = \frac{\rho_m \cdot d_m}{2\pi \cdot a \cdot \ell} = \frac{r_m}{\ell}$  volgt  $r_m = \frac{\rho_m \cdot d_m}{2\pi \cdot a}$   
 $r_m = 45 \Omega \text{ m}$   
 $d_m = 8,0 \text{ nm} = 8,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}$   
 $a = 250 \mu\text{m} = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}$   
 $45 = \frac{\rho_m \times 8,0 \cdot 10^{-9}}{2\pi \cdot 250 \cdot 10^{-6}}$   
 $\rho_m = 8,835 \cdot 10^6 \Omega \text{ m}$   
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.

$\tau = R_m \cdot C_m$   
 $R_m = 70 \text{ k}\Omega = 70 \cdot 10^3 \Omega$   
 $C_m = 10 \text{ nF} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ F}$   
 $\tau = 70 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-9} = 7,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}$   
 $v = \frac{\lambda}{\tau}$   
 $\lambda = 5,5 \text{ mm} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  Zie vraag 27a  
 $v = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{0,70 \cdot 10^{-3}} = 7,857 \text{ m s}^{-1}$   
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:  $\lambda = \sqrt{\frac{\rho_m \cdot d_m \cdot a}{2 \cdot \rho_a}}$   
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.