

9 Bij uitwisseling van zuurstof in de longen wordt de wet van Fick geschreven als:

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = D \cdot A \cdot \frac{\Delta p}{\Delta x}$$

Hierin is Δp het verschil tussen de zuurstofdruk in de longblaasjes en die in de longslagader.

In opgave 8 heb je afgeleid dat de eenheid van D gelijk is aan $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$.

a Laat zien dat deze eenheid ook volgt uit de wet van Fick voor de uitwisseling van zuurstof in de longen.

De druk voor zuurstof in de longslagader is 5,33 kPa en in de longblaasjes 13,3 kPa. De totale uitwisselingsoppervlakte bedraagt 80 m^2 . De afstand waarover de diffusie plaatsvindt, is 1,0 mm. Elke seconde stroomt 0,78 mmol zuurstof door het longoppervlak.

b Bereken de grootte van de diffusieconstante.

Kim heeft cystische fibrose (CF), ook wel taaislijmziekte genoemd omdat het slijm dat in onder andere de luchtwegen wordt afgescheiden abnormaal taai is. Er blijft meer slijm achter in de longblaasjes en daardoor nemen de longinhoud en dus ook de uitwisseling van gassen af. Dat leidt tot een voortdurend gevoel van benauwdheid.

c Geef een verklaring voor de benauwdheid van Kim aan de hand van de verandering van één van de grootheden in de formule van Fick voor zuurstof.

Opgave 9

a
$$\frac{\left[\Delta n\right]}{\left[\Delta t\right]}=\left[D\right]\cdot\left[A\right]\cdot\frac{\left[\Delta c\right]}{\left[\Delta x\right]}$$

$$\frac{\text{mol}}{\text{s}}=\left[D\right]\times\text{m}^2\times\frac{\text{molm}^{-3}}{\text{m}}$$

$$\frac{1}{\text{s}}=\left[D\right]\times\frac{\text{m}^{-1}}{\text{m}}=\left[D\right]\times\text{m}^{-2}$$

$$\frac{1}{\text{s}}=\left[D\right]\times\text{m}^{-2}$$

$$\left[D\right]=\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

b De diffusieconstante bereken je met de formule van Fick voor zuurstof.

$$\frac{\Delta n}{\Delta t}=D_{\text{zuurstof}}\cdot A\cdot\frac{\Delta p}{\Delta x}$$

$$\Delta p=13,3-5,33=7,97\text{ kPa}=7,97\cdot10^3\text{ Pa}$$

$$A=80\text{ m}^2$$

$$\Delta x=1,0\text{ mm}=1,0\cdot10^{-3}\text{ m}$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta t}=0,78\text{ mmol/s}=0,78\cdot10^{-3}\text{ mol/s}$$

$$0,78\cdot10^{-3}=D_{\text{zuurstof}}\cdot80\times\frac{7,97\cdot10^3}{1,0\cdot10^{-3}}$$

$$D_{\text{zuurstof}}=1,22\cdot10^{-12}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: }1,2\cdot10^{-12}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$$

c Mogelijke antwoorden:

- De diffusieconstante wordt kleiner doordat de diffusie deels door het taaiere slijm moet plaatsvinden. Daardoor (is er een lagere diffusiesnelheid en) kan minder zuurstof opgenomen worden.
- De zuurstof moet door de slijmlaag over een langere afstand diffunderen, waardoor er in een bepaalde tijd minder zuurstof in het bloed kan worden opgenomen.
- Het oppervlak dat nog goed functioneert wordt kleiner, waardoor er in een bepaalde tijd minder zuurstof in het bloed kan worden opgenomen.