3 De gemiddelde bloedstroom van Marina is 5,5 L min^{-1}. In de aorta stroomt het bloed met een snelheid van 0,20 m s^{-1}.

a Bereken de diameter van de aorta.

In BINAS tabel 35C2 staat de wet van Poiseuille die het verband aangeeft tussen het debiet en het drukverval van een vloeistof in een buis: $Q = \frac{\pi r^4}{8\eta \cdot \ell} \cdot \Delta p$. Met deze formule en $Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ kun je voor het drukverval in een bloedvat ook schrijven:

$$\Delta p = \frac{8\eta \cdot \ell \cdot v}{r^2}$$

b Leid deze formule af.

In een haarvat stroomt het bloed met een snelheid van 0,6 mm s^{-1}. De diameter van het haarvat is 7,5 μm.

c Bereken het drukverschil in het haarvat over een afstand van 2,0 mm.

Erytropoëtine, ook wel epo genoemd, is een lichaamseigen hormoon dat de aanmaak van rode bloedcellen stimuleert. Sporters gebruiken soms extra epo, als vorm van doping. Daarmee vergroten ze de capaciteit van het bloed om zuurstof te transporteren. Hierdoor neemt ook de viscositeit van het bloed toe. De kans op een hartinfarct is daarom groter bij extra toediening van epo.

d Noem twee redenen waarom het hart dan harder moet werken.

Opgave 3

a De diameter bereken je met de formule voor de oppervlakte van de dwarsdoorsnede.
De oppervlakte van de dwarsdoorsnede bereken je uit de stroomsnelheid en het debiet.
Het debiet bereken je uit de gemiddelde bloedstroom.

$Q = 5{,}5 \text{ L min}^{-1} = \frac{5{,}5 \text{ L}}{1 \text{ min}} = \frac{5{,}5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 9{,}166 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \cdot \ell}{\Delta t} = A \cdot v$

$9{,}166 \cdot 10^{-5} = A \cdot 0{,}20$

$A = 4{,}583 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$A = \frac{1}{4}\pi d^2 = 4{,}583 \cdot 10^{-4}$

$d = 2{,}41 \cdot 10^{-2}$ m

Afgerond: $2{,}4 \cdot 10^{-2}$ m (= 2,4 cm).

b Uit $Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8\eta \cdot \ell} \cdot \Delta p$ volgt $\Delta p = \frac{8\eta \cdot \ell}{\pi \cdot r^4} \cdot Q$

Invullen van $Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ levert $\Delta p = \frac{8\eta \cdot \ell}{\pi \cdot r^4} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$

Met $\Delta V = A \cdot \ell = \pi r^2$ ontstaat $\Delta p = \frac{8\eta \cdot \ell}{\pi \cdot r^4} \cdot \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \ell}{\Delta t} = \frac{8\eta \cdot \ell}{r^2} \cdot \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{8\eta \cdot \ell}{r^2} \cdot v = \frac{8\eta \cdot \ell \cdot v}{r^2}$

c Het drukverschil bereken je met de formule die je bij vraag 3b hebt afgeleid.
De straal bereken je uit de diameter.

$d = 2r$

$d = 7{,}5 \text{ μm} = 7{,}5 \cdot 10^{-6}$ m

$r = 3{,}75 \cdot 10^{-6}$ m

$\Delta p = \frac{8\eta \cdot \ell}{r^2} \cdot v$

$v = 0{,}6 \text{ mm s}^{-1} = 0{,}6 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$

$r = 3{,}75 \cdot 10^{-6}$ m

$\eta = 5 \cdot 10^{-3}$ Pa s Zie BINAS tabel 84D3.

$\ell = 2{,}0 \text{ mm} = 2{,}0 \cdot 10^{-3}$ m

$\Delta p = \frac{8 \times 5 \cdot 10^{-3} \times 2{,}0 \cdot 10^{-3}}{(3{,}75 \cdot 10^{-6})^2} \times 0{,}6 \cdot 10^{-3} = 3{,}413 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

Afgerond: $3 \cdot 10^3$ Pa.

d Door de toename van de viscositeit neemt de weerstand toe die het bloed ondervindt.
Door de toename van de viscositeit is het bloed dikker. Er is dan een verhoogd risico op klontering.