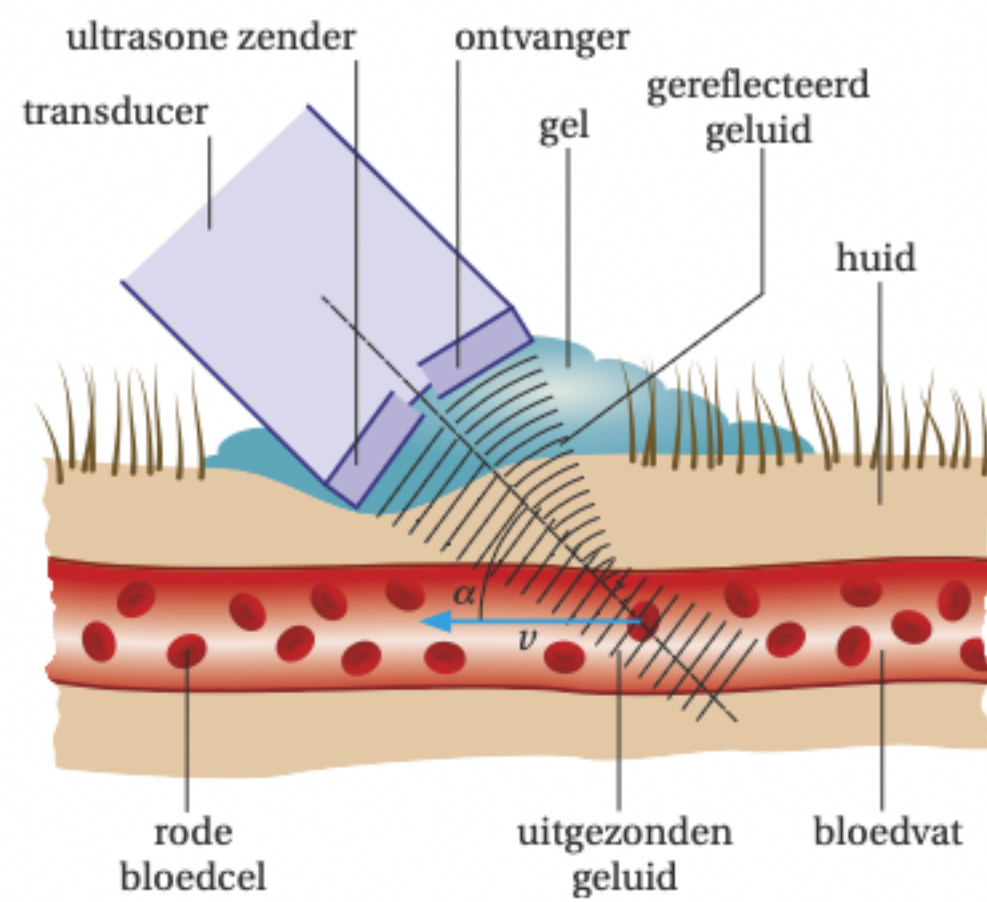


- 5 Met behulp van ultrasoon geluid kun je de snelheid van bloed meten. In het bloed veroorzaken voornamelijk de rode bloedcellen een echo van het geluid. Zie figuur 9. Door de snelheid van deze cellen heeft de echo een andere frequentie dan die van de zender.

Het frequentieverschil tussen de uitgezonden en ontvangen golf noem je de dopplerverschuiving. Bij de snelheidsmeting van het bloed geldt de formule:

$$f_d = \frac{2f \cdot v_b \cdot \cos \alpha}{v}$$

- f_d is de dopplerverschuiving in Hz.
- f is de uitgezonden frequentie in Hz.
- v_b is de stroomsnelheid van het bloed in m s^{-1} .
- α is de hoek tussen de bewegingsrichting van het bloed en de transducer in graden.
- v is de voortplantingssnelheid van het geluid in huid in m s^{-1} .



Figuur 9

Laura gebruikt de opstelling van figuur 9 om de snelheid van het bloed te meten. Zij vindt een dopplerverschuiving van 3,7 kHz. De frequentie van het ultrasone geluid is 7,0 MHz. Voor de berekening neemt Laura aan dat de temperatuur van de huid 37 °C is. De hoek tussen de transducer en de ader bedraagt 35°.

- a Toon aan dat de bloedsnelheid gelijk is aan $0,56 \text{ m s}^{-1}$.

De diameter van dit bloedvat is $70 \text{ } \mu\text{m}$. Door aderverkalking neemt de diameter van het bloedvat af. Op de plaats van een vernauwing is de bloedsnelheid $1,5 \text{ m s}^{-1}$.

- b Bereken de diameter van het bloedvat op de plaats van de vernauwing in μm .

Opgave 5

a $f_d = \frac{2 \cdot v_b \cdot f}{v} \cdot \cos \alpha$

$$f_d = 3,7 \text{ kHz} = 3,7 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

$$f = 7,0 \text{ MHz} = 7,0 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$v = 1,73 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{Zie BINAS tabel 15A})$$

$$\alpha = 35^\circ$$

$$3,7 \cdot 10^3 = \frac{2 \times v_b \times 7,0 \cdot 10^6}{1,73 \cdot 10^3} \cdot \cos(35^\circ)$$

$$v_b = 0,558 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } 0,56 \text{ m s}^{-1}.$$

- b De diameter bereken je uit de doorsnede van het bloedvat.

De doorsnede van het bloedvat bereken je met het debiet en de stroomsnelheid.

Het debiet is op de twee plaatsen gelijk.

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta (A \cdot l)}{\Delta t} = A \cdot v$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$\text{Hieruit volgt: } A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$\frac{1}{4} \pi d_1^2 \cdot v_1 = \frac{1}{4} \pi d_2^2 \cdot v_2$$

$$d_1^2 \cdot v_1 = d_2^2 \cdot v_2$$

$$d_1 = 70 \text{ } \mu\text{m} = 70 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$v_1 = 0,56 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_2 = 1,5 \text{ m s}^{-1}$$

$$(70 \cdot 10^{-6})^2 \times 0,56 = d_2^2 \times 1,5$$

$$d_2^2 = 1,83 \cdot 10^{-9}$$

$$d_2 = 4,277 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 42,77 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{Afgerond: } 43 \text{ } \mu\text{m}.$$