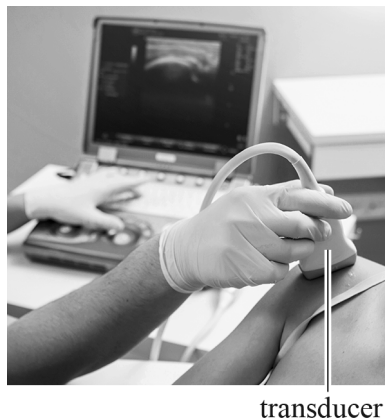


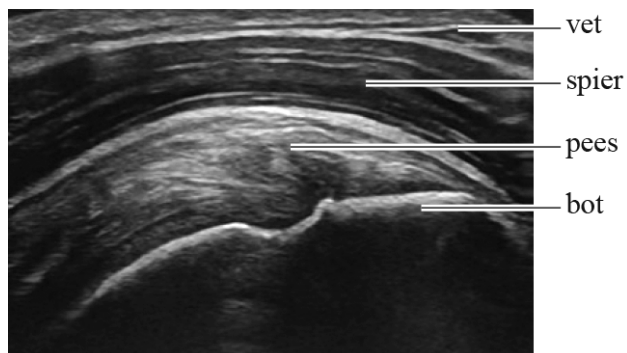
# Echografie

Met behulp van echografie wordt een afbeelding gemaakt van weefsel onder de huid. Zie figuur 1 en 2.

**figuur 1**

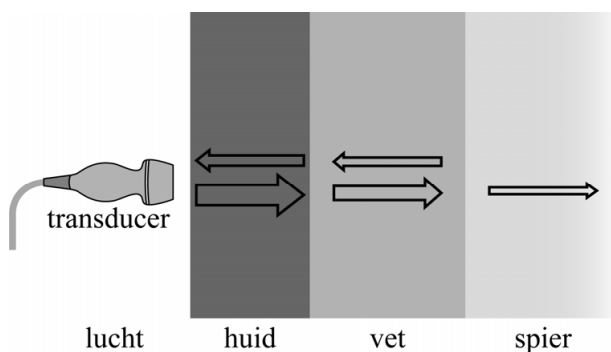


**figuur 2**



Een transducer zendt ultrasoon geluid uit, dat in het lichaam op elke grens tussen verschillende weefsellagen gedeeltelijk wordt teruggekaatst en doorgelaten. De transducer vangt het teruggekaatste geluid weer op en een computer verwerkt de informatie tot beelden. Zie figuur 3.

**figuur 3**



Hoeveel geluid wordt doorgelaten hangt af van het verschil in de akoestische weerstand  $Z$  van de opeenvolgende (weefsel)lagen. Bij een groot verschil in akoestische weerstand wordt weinig geluid doorgelaten. Voor de akoestische weerstand van een stof geldt:

$$Z = \rho \cdot v \quad (1)$$

Hierin is:

- $\rho$  de dichtheid van de stof
- $v$  de voortplantingsnelheid van geluid door de stof

De dichtheden van zachte lichaamsweefsels, zoals de huid en vetweefsel, zijn vergelijkbaar met die van water.

Als eenheid van de akoestische weerstand wordt vaak  $\text{N s m}^{-3}$  gebruikt.

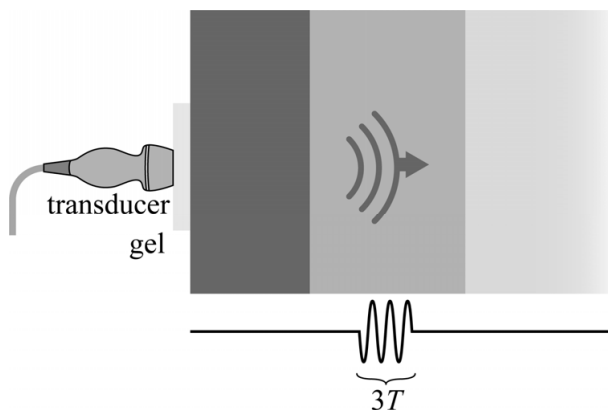
3p 20 Leid af, met behulp van formule (1), dat  $\text{N s m}^{-3}$  een eenheid is van  $Z$ .

4p 21 Voer de volgende opdrachten uit:

- Leg uit dat de akoestische weerstand van lucht veel kleiner is dan die van lichaamsweefsels.
- Leg hiermee uit dat het aanbrengen van een waterhoudende gel tussen de huid en de transducer leidt tot betere echo's van weefsels onder de huid.

Het ultrasone geluid heeft een frequentie van 8,5 MHz. Dit geluid wordt in pulsen van 3 trillingstijden uitgezonden. Dit is schematisch weergegeven in figuur 4. Figuur 4 is niet op schaal.

**figuur 4**



Vóórdat een nieuwe puls wordt uitgezonden moet de teruggekaatste geluidspuls in zijn geheel door de transducer ontvangen zijn. De zogenaamde herhaalfrequentie is het aantal pulsen dat per seconde wordt uitgezonden.

Bij een onderzoek moet een beeld gevormd worden van een laag vetweefsel met een dikte van 1,5 cm die direct onder de huid ligt. De tijd die de puls nodig heeft om door de gel en de huid te komen is  $0,87 \mu\text{s}$ . Neem voor de geluidssnelheid in vetweefsel  $1,45 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ .

5p 22 Bereken de maximale herhaalfrequentie van de transducer bij dit onderzoek.

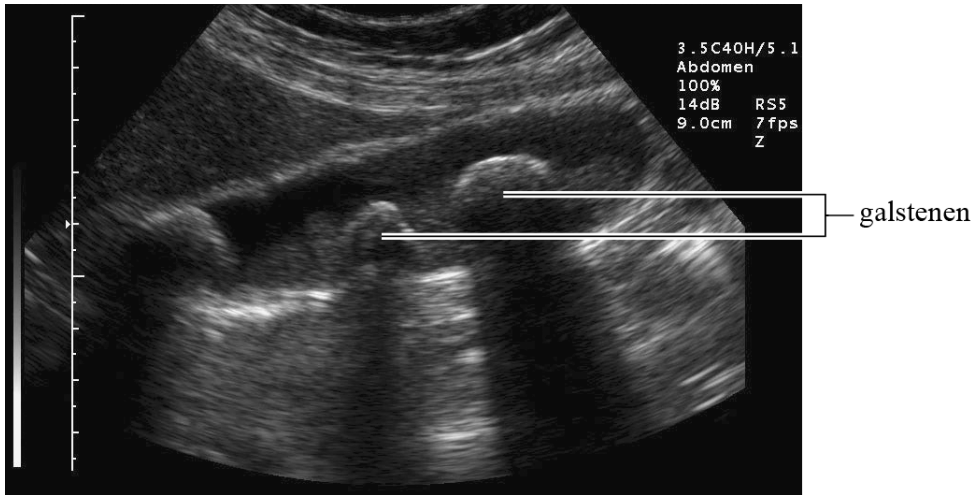
**Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.**

In het vetweefsel zitten kleine structuren. De minimale lengte van details die nog gezien kunnen worden, is gelijk aan de lengte van een halve puls.

- 3p **23** Bereken de minimale lengte van een detail in het vetweefsel dat nog gezien kan worden met deze echo.

In figuur 5 is een beeld van een echo van galstenen te zien. Deze liggen op een diepte van ongeveer 5 cm. In figuur 5 bewegen de uitgezonden geluidsgolven van boven naar beneden.

**figuur 5**



Op de uitwerkbijlage staat een tabel met beweringen die een mogelijke verklaring geven voor de schaduw van de galstenen in figuur 5.

- 2p **24** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage van elke bewering aan of die een juiste verklaring kan zijn of niet.

---

#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.