

Als je een ander antwoord vindt, zijn er minstens twee mogelijkheden: óf dit antwoord is fout, óf jouw antwoord is fout.
Als je er (vrijwel) zeker van bent dat een antwoord fout is, stuur dan een briefje naar www.stevin.info. Alvast bedankt.

Opgaven hoofdstuk 9 Kijken in het lichaam

1	a	Als de frequentie f (< 20 Hz) van de trillingen lager liggen dan van geluid dat voor mensen hoorbaar is (men meet infrageluid bij mogelijke uitbarstingen van vulkanen; bron: KNMI).	-
	b	Als $1 \text{ MHz} < f < 10 \text{ MHz}$	-
	c	In de praktijk wordt gerekend met $v_{\text{weefsel}} = 1540 \text{ m/s}$ (zie p. 28). In lucht is bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (293 K) $v_g = 343 \text{ ms}^{-1}$. Dit is een factor $1540/343 = 4,49$	4,49
2	a	Ultrasoon geluid wordt door de <i>transducer</i> het lichaam ingezonden. De zender geeft een korte geluidspuls en werkt ook als ontvanger van de echo. Uit het tijdsverschil wordt de diepte berekend van het grensvlak van het orgaan waartegen het geluid weerkaatst. Op het beeldscherm is het onderzochte orgaan te zien.	-
	b	Zonder de gel zou het ultrasonische geluid volledig weerkaatsen tegen de huid.	-
	c	De transducer – een piëzo-kristal – zet uit en krimpt als er wisselspanning op wordt aangesloten. Zo ontstaat het ultrageluid. Omgekeerd maakt het kristal een spanning als het wordt samengeperst of uitgerekt.	-
	d	In de longen zit lucht. Bij de overgang lucht \rightarrow hartweefsel wordt al het ultrageluid vrijwel volledig weerkaatst. Hierdoor ontstaat het overstraalde beeld.	-
	e	Zonder prik, want anders heb je last van reflecties tegen luchtbelletjes	-
3	a ¹	ja	-
	a ²	nee	-
	a ³	ja	-
4	a	De bloedlichaampjes zijn eerst een bewegende ‘waarnemer’ en daarna een bewegende ‘bron’. Het dopplereffect treedt dus twee keer op. Vandaar de factor 2 in de formule op p. 29 linksonderaan.	
	b	Lager, want de bloedlichaampjes bewegen van de transducer af. Het gaat hier om een slagader.	
	c	$\Delta\lambda/\lambda = 0,00012 = 2 \cdot v/v_{\text{geluid}} = 2 \cdot v/1540 \Rightarrow$ $v = 0,00012 \cdot 1540/2 = 0,092 \text{ m/s} = 9,2 \text{ cm/s}$	
			14 cm/s
		$v_{\text{bloed}} = 9,2 / \cos(50^\circ) = 14 \text{ cm/s}$	
5	a ¹	$\Delta x = 2 \cdot 4,0 = 8,0 \text{ cm}$	8,0 cm
	a ²	$\Delta t = \Delta x/v = 8,0 \cdot 10^{-2}/1540 = 5,19 \cdot 10^{-5} = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ s}$	$5,2 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
	b	Mogelijke redenen: - grotere uitdoving van het geluid omdat het door meer weefsel gaat. - de sterkte van het geluid neemt (kwadratisch) af met de afstand	
c	De volgende puls wordt pas uitgezonden als de hele vorige puls bij de transducer is aangekomen, dus $T = 110 \cdot 10^{-6} + 2 \times 0,12/1540 = 2,658 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ $f = 1/T = 1/2,658 \cdot 10^{-4} = 3,8 \text{ kHz}$ (Hoorbaar)	3,8 kHz	

6	a	v_g in zeewater is $1,51 \cdot 10^3$ m/s (Binas tabel 15A) $\lambda = v/f = 1,51 \cdot 10^3 / (2 \cdot 10^5) = 8$ mm	8 mm
	b	Gebruik hier de lichtsnelheid $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s $\lambda = c/f \Rightarrow f = c/\lambda = 3,0 \cdot 10^8 / 0,15 = 2$ GHz	2 GHz
7	a	$f = c/\lambda = 3,0 \cdot 10^8 / (9,0 \cdot 10^{-3}) = 3,33 \cdot 10^{10} = 33$ GHz	33 GHz
	b	Naarmate de afstand groter wordt, zal de amplitude van de golven kleiner worden (kwadratenwet). Er zal ook demping zijn en daardoor wordt de amplitude ook kleiner. Als de auto naar de agent toe beweegt, zal de golflengte van de ontvangen golven kleiner zijn (dopplereffect).	
	c	$\Delta f/f = 2v/c \Rightarrow v = \Delta f \cdot c / (2f) = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^8 / (2 \cdot 3,33 \cdot 10^{10}) = 25,2$ m/s = 90 km/h	90 km/h
8	a	Bundel A, want daarvan gaat meer straling door de arm heen dan bij bundel B. Bot absorbeert meer straling dan zacht weefsel.	–
	b	$I_A = I_{A,0} \cdot (\frac{1}{2})^{x/d_{1/2}}$ met $I_{A,0} = 100\%$, $x = 10$ cm en $d_{1/2}$ weefsel = 9,8 cm $I_A = 100\% \cdot (\frac{1}{2})^{10/9,8} = 49\%$	49%
	c	$x = 3,0$ cm $d_{1/2}$ weefsel = 9,8 cm Na de eerste drie cm weefsel is $I_B = 100\% \cdot (\frac{1}{2})^{3,0/9,8} = 80,88\% = 81\%$	81%
	d	$d_{1/2}$ bot = 5,6 cm, $I_{B,0} = 80,88\%$ en $x = 3,0$ cm Na het bot is $I_B = 80,88\% \cdot (\frac{1}{2})^{3,0/5,6} = 55,79\%$ Achter de arm is $I_B = 55,79\% \cdot (\frac{1}{2})^{4,0/9,8} = 42,04\% = 42\%$	42%
9	a	Voor lood is $d_{1/2}$ klein daarom is het doordringend vermogen ook klein \Rightarrow lood absorbeert veel R�-straling en biedt goede bescherming.	–
	b	Bij een energie van 0,1 MeV is voor lood $d_{1/2} = 0,0106$ cm = 0,106 mm. Het plaatje is 1,0 mm dik. Dus $d = 1,0 / 0,106 = 9,4 \cdot d_{1/2} \Rightarrow (\frac{1}{2})^{9,4} = 0,0014 = 0,14\%$ wordt doorgelaten. Er wordt door het lood $100 - 0,14 = 99,9\%$ geabsorbeerd.	100%
	c	$E = 0,1$ MeV = $0,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 1,6 \cdot 10^{-14}$ J $E = h \cdot f \Rightarrow f = E/h = 1,6 \cdot 10^{-14} / 6,6 \cdot 10^{-34} = 2,42 \cdot 10^{19}$ Hz = $2,4 \cdot 10^{19}$ Hz $\lambda = c/f = 3,0 \cdot 10^8 / 2,42 \cdot 10^{19} = 1,2 \cdot 10^{-11}$ m	$1,4 \cdot 10^{19}$ Hz $1,2 \cdot 10^{-11}$ m
10	a	Bij een energie van 0,10 MeV is voor lood $d_{1/2} = 0,0106$ cm = 0,106 mm. Dus $d = 0,55 / 0,106 \cdot d_{1/2} = 5,188 \cdot d_{1/2} \Rightarrow$ doorgelaten: $100\% \cdot (\frac{1}{2})^{5,188} = 2,7\% \Rightarrow$ tegengehouden: $100 - 2,7 = 97\%$	97%
	b	$E = 0,73 \cdot P \cdot t = 0,73 \cdot 0,15 \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 2,73 \cdot 10^{-6}$ J $D = E/m = 2,73 \cdot 10^{-6} / 12 = 2,3 \cdot 10^{-7}$ Gy	$2,3 \cdot 10^{-7}$ Gy
11	a ¹	$H = W_R \cdot D$ met $D = E/m$	–
	a ²	$H =$ dosisequivalent in Sv $W_R =$ stralingsweefactor (geen eenheid) $D =$ geabsorbeerde dosis in Gy $E =$ de geabsorbeerde stralingsenergie in J $m =$ de bestraalde massa in kg	–
	b ¹	$H = 1 \cdot D = 1 \cdot E/m$ $E_{\text{geabsorbeerd}} = 0,60 \cdot P \cdot t = 0,60 \cdot 2,3 \cdot 10^{-5} \cdot 2,0 = 2,76 \cdot 10^{-5}$ J $H = 1 \cdot 2,76 \cdot 10^{-5} / 0,030 = 9,2 \cdot 10^{-4}$ Sv = 0,92 mSv	0,92 mSv
	b ²	De norm is 1 mSv in een jaar, dus meer dan een foto komt al boven de norm uit.	–
12	c	50 keV = $50 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 8,0 \cdot 10^{-15}$ J $E_i = h \cdot f \Rightarrow f = E_i/h = 8,0 \cdot 10^{-15} / (6,6 \cdot 10^{-34}) = 1,21 \cdot 10^{19}$ Hz = $1,2 \cdot 10^{19}$ Hz $\lambda = c/f = 3,0 \cdot 10^8 / (1,21 \cdot 10^{19}) = 2,5 \cdot 10^{-11}$ m	$1,2 \cdot 10^{19}$ Hz $2,5 \cdot 10^{-11}$ m
	d	Aantal = $2,76 \cdot 10^{-5} / (8,0 \cdot 10^{-15}) = 3,5 \cdot 10^9$	$3,5 \cdot 10^9$
	a	Nee, er worden radiogolven en (sterke) magneetvelden gebruikt.	–
b	Vanwege de grote herrie die de gradiëntspoelen maken.	–	

	c	Vanwege de sterke magneetvelden, zal de pacemaker reageren en dit is gevaarlijk voor de patiënt.	-
	d	Je lichaam bevat zeer veel waterstof en waterstof heeft van alle atoomsoorten de grootste waarde voor γ	-
	e	Zodat de elektrische velden van buiten de MRI-scanner de meting niet kunnen beïnvloeden.	-
13	a	De protonen in de patiënt reageren op de radiogolven (de puls) die wordt uitgezonden. De protonen zenden zelf ook weer radiogolven uit en deze worden ontvangen. Van deze radiogolven wordt met behulp van de computer een beeld gemaakt.	-
	b	C	-
14	a	${}^{18}_9\text{F} \rightarrow {}^0_{+1}\text{e} + {}^{18}_8\text{O}$	-
	b	PET	-
	c	Diameter ≈ 2 dm $\Delta t = 0,2/(3 \cdot 10^8) = 7 \cdot 10^{-10}$ s	$7 \cdot 10^{-10}$ s
15	a	gammascan	-
	b	CT-scan	-
16	-	Achtergebleven kankercellen kunnen te klein zijn om op de scan waar te nemen.	-
17	a	Als de kleine steentjes een paar mm groot zijn, dan voldoet echografie.	-
	b	Ultrasoon geluid verpulvert de steentjes.	-
18	a	Binnen en buiten de volle blaas bevindt zich water \Rightarrow weinig reflectie van het ultrasone geluid \Rightarrow vaag beeld. Een lege blaas is ook geen optie, want dan reflecteert alles tegen de voorkant van de blaas en krijg je helemaal geen beeld van de blaas.	-
	b	CT	-
	c	Vloeibaar stikstof kookt bij 77 K = -196 °C.	-
	d	Met een pacemaker mag je de MRI-scanner niet in, want er zitten metalen in.	-
	e	Kortere meettijd, geen nauwe tunnel (claustrofobie) en minder herrie.	-
	f	Geen stralingsbelasting voor de patiënt.	-
19	a¹	Rö-foto.	
	a²	Echografie.	
	a³	Dopplereffect met ultrasoon geluid.	
	b	Röntgen en MRI (zie vraag 25) Extra: na inspuiten van radioactieve stof kan met een 'gamma camera' de functie en de doorbloeding van longen onderzocht worden.	
20	a	Links is de MRI-scan en rechts de Rö-foto.	
	b	Bij de Rö-foto is ioniserende straling gebruikt.	
	c	Vanadium is een metaal dat wel de MRI-scanner in mag.	