# 9. Vågor

**9.1**
E

Punkten A är åter till sitt utgångsläge då hela pulsen har passerat den.

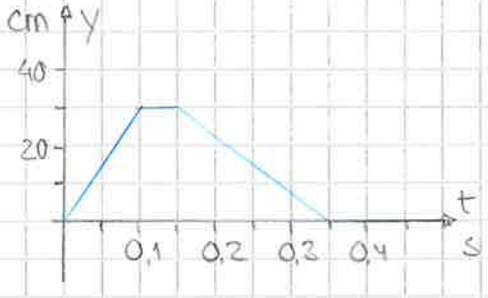
Ur $s = v \cdot t$ får vi $t = \frac{s}{v} = \frac{0{,}60\,m}{3{,}0\,m/s} = \underline{\underline{0{,}20\,s}}$

**9.2**
E


$\Rightarrow$ A är på väg neråt och B är på väg uppåt.

**9.3**
E

a)

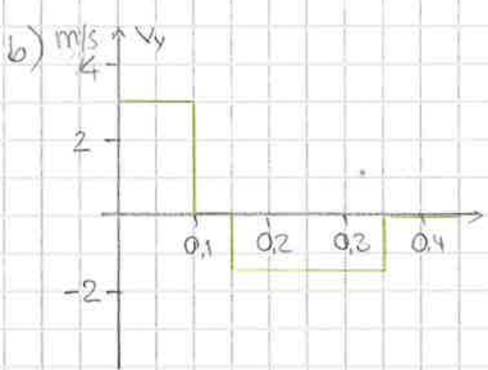



Pulsen rör sig med $v = 2{,}0\,m/s$.

En ruta motsvarar $\Delta s = 10\,cm$

$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{0{,}10\,m}{2{,}0\,m/s} = 0{,}05\,s$

b)




$v_{upp} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0{,}30\,m}{0{,}10\,s} = 3{,}0\,m/s$

$v_{ner} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{-0{,}30\,m}{0{,}20\,s} = -1{,}5\,m/s$

**9.4**
E

$v_{luft} = 0{,}34\,km/s \qquad v_{vatten} = 1{,}5\,km/s \qquad v = \lambda f \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f}$

a) $\lambda_{luft} = \frac{v_{luft}}{f} = \frac{0{,}34\,\cancel{k}m/s}{1{,}0\,\cancel{k}Hz} = 0{,}34\,m$

b) $\lambda_{vatten} = \frac{v_{vatten}}{f} = \frac{1{,}5\,\cancel{k}m/s}{1{,}0\,\cancel{k}Hz} = 1{,}5\,m$

9.5 Ur $v = \lambda \cdot f$ får vi $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0{,}34\,\text{km/s}}{3{,}0\,\text{mm}} = \frac{340\,\text{m/s}}{3{,}0 \cdot 10^{-3}\,\text{Hz}} = 113\,\text{kHz}$

E

Detta är betydligt högre än vad det mänskliga örat kan uppfatta.

9.6 $T_A = 0{,}24\,\text{s}$ ; $\lambda = 1{,}2\,\text{m}$

E

a) Alla punkter på vågen har samma svängningstid

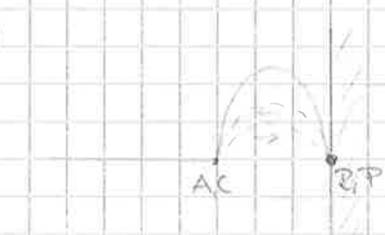
$\Rightarrow T_B = 0{,}24\,\text{s}.$

b) $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1{,}2\,\text{m}}{0{,}24\,\text{s}} = 5{,}0\,\text{m/s}.$

c) Punkten B rör sig till en början neråt. Det tar $3/4\,T = 3/4 \cdot 0{,}24\,\text{s} = \underline{0{,}18\,\text{s}}$ för den att nå sitt <u>övre</u> vändläge.

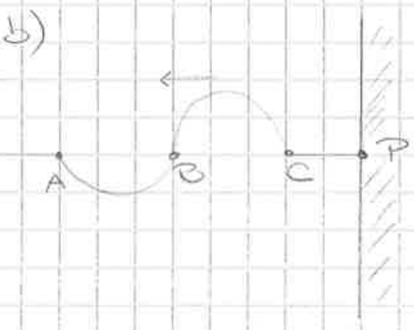
d) Punkten C rör sig till en början uppåt. Det tar $8/12\,T = 8/12 \cdot 0{,}24\,\text{s} = \underline{0{,}16\,\text{s}}$ för den att nå sitt <u>undre</u> vändläge.

9.7 a)



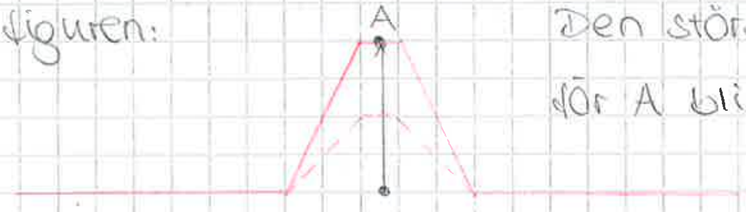

Reflektionen sker omvänt. De två pucklarna ligger vid samma sida och åt samma håll och förstärkar således varandra (superpositionsprincipen)

b)



9.8 C

a,b). Efter 0,20 s har pulserna rört sig $s = v \cdot t = 2{,}5\ m/s \cdot 0{,}20\ s = 0{,}50\ m$, d.v.s fem rutor i figuren:




Den största elongationen för A blir alltså 40 cm.

c,d) Med samma hastighet som förut får vi för t = 0,20 s:


Den största elongationen för A blir då 10 cm.

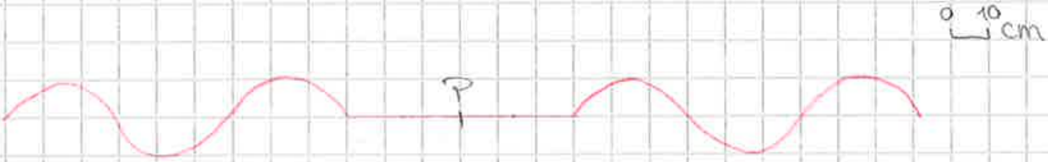
9.9 A


Under samma tid som pulsen rör sig 5 rutor i sidled rör sig materian 3 rutor uppåt. Materians hastighet är alltså 3/5 av pulsens hastighet: $v = 3/5 \cdot 5{,}0\ m/s = 3{,}0\ m/s$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0{,}050\ kg \cdot (3{,}0\ m/s)^2}{2} = \underline{\underline{0{,}23\ J}}$$

---

9.10 E



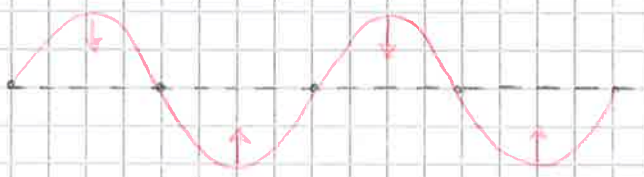

a) Eftersom båda vågorna når punkten P samtidigt och i fas blir amplituden där 20 cm.

b) Avståndet mellan noderna är en halv våglängd, alltså 30 cm

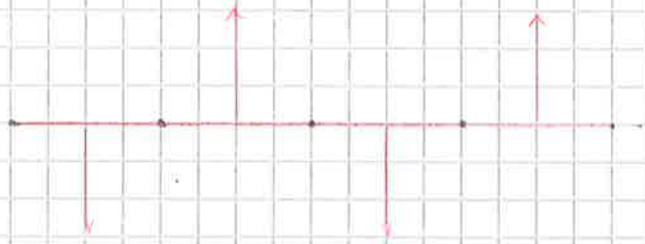
c) Ja, alla amplituder mellan 20 cm (i bukarna) och 0 (i noderna) förekommer.

9.11 a) $0 < t < T/4$

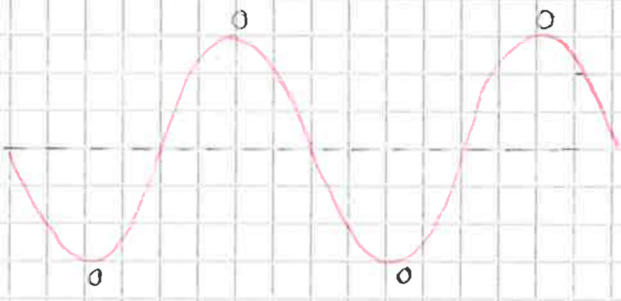
E



b) $t = T/4$



c) $t = T/2$



9.12 Som figuren är avbildat har den tre extra

C noder förutom de vid ändarna, den svänger alltså på sin 3:e överton, och då gäller

$$f_3 = 4 f_0 \Leftrightarrow f_0 = \frac{f_3}{4} = \frac{68\,\text{Hz}}{4} = 17\,\text{Hz}$$

som grundfrekvens. Den nästa övertonen har då frekvensen

$$f_4 = 5 f_0 = 5 \cdot 17\,\text{Hz} = \underline{\underline{85\,\text{Hz}}}$$

9.13 a) Våglängden är i detta fall dubbelt

E så lång som stångens längd:

$$\lambda_0 = 2L = 2 \cdot 0{,}90\,\text{m} = 1{,}8\,\text{m}$$

(Det är $\lambda/2$ mellan två bukar.)

b) $v = \lambda f = 1{,}8\,\text{m} \cdot 2{,}8\,\text{kHz} = \underline{\underline{5{,}0\,\text{km/s}}}$

9.14 E

Mellanskillnaden mellan pulsernas radie är konstant då båda utbreder sig med samma hastighet. Då $\Delta r = 8{,}0\,\text{cm} - 4{,}0\,\text{cm} = 4{,}0\,\text{cm}$ vid den tidigare tidpunkten är $r_2 = r_1 - \Delta r = 20\,\text{cm} - 4{,}0\,\text{cm} = 16\,\text{cm}$ vid den senare tidpunkten.

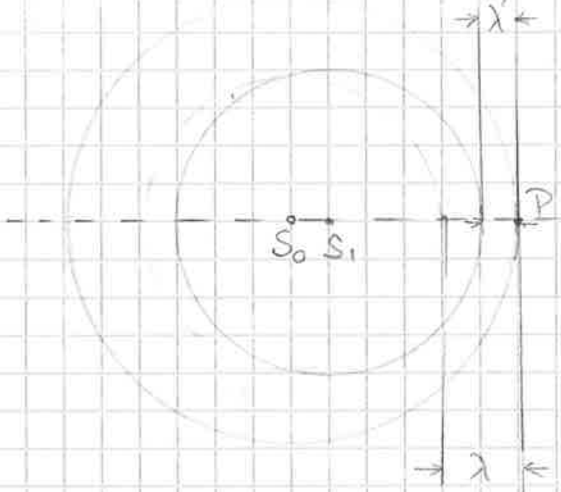
9.15 E

a) $v = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{12\,\text{cm}}{30\,\text{cm/s}} = 0{,}40\,\text{s}$

b) Ur $v = \lambda f$ fås $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30\,\text{cm/s}}{1{,}5\,\text{s}^{-1}} = 20\,\text{cm}$

9.16 A

a) $v = \lambda \cdot f \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f}$




b) $S_0S = u \cdot T = u/f$

(sträckan som källan rör sig under en period T)

c) $\lambda' = \lambda - uT = \lambda - u/f$

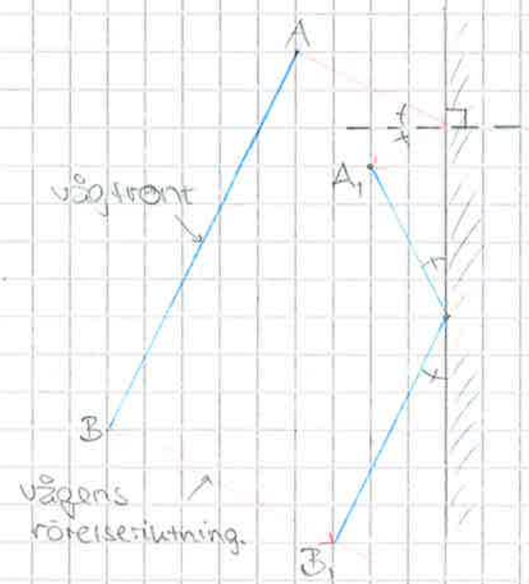
$= v/f - u/f = \frac{v-u}{f}$

d) $T' = \frac{\lambda'}{v} = \frac{v-u}{vf}$

e) $f' = \frac{1}{T'} = \frac{vf}{v-u} = f \cdot \frac{1}{1-\frac{u}{v}}$

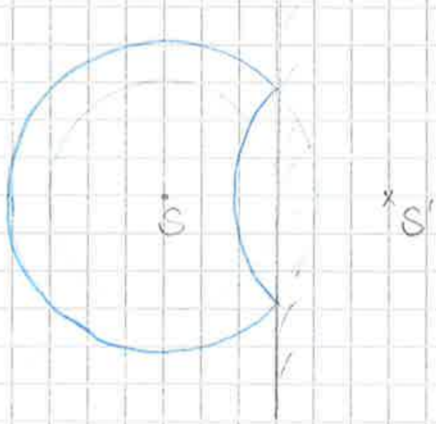
9.17

E




9.18

C



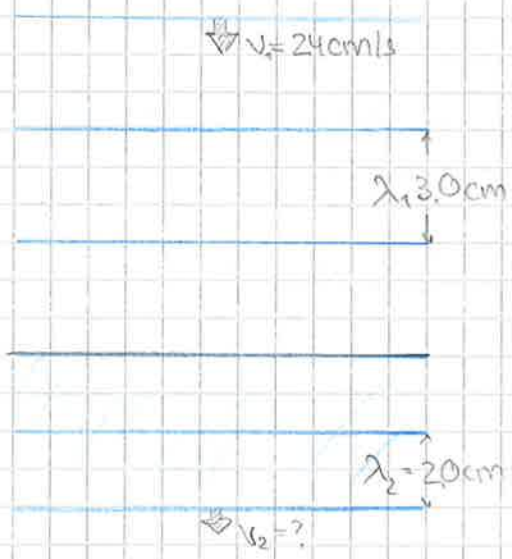

$\Delta s = v \cdot \Delta t = 20\,cm/s \cdot 0{,}10\,s$

$= 2{,}0\,cm$

Den reflekterade delen av vågen verkar komma från källans spegelbild S' som står mitt emot källan så att väggen ("spegeln") står mittemellan dem.

9.19

E




a) $v_1 = \lambda_1 \cdot f_1$

$\Leftrightarrow f_1 = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{24\,cm/s}{3{,}0\,cm} = 8{,}0\,Hz$

b) $f_2 = f_1 = 8{,}0\,Hz$

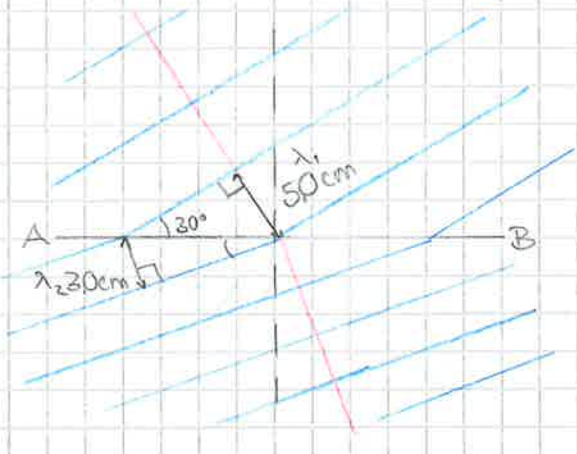
Frekvensen är samma för att vattenytan ska kunna hänga ihop vid alla tider.

c) $v_2 = \lambda_2 \cdot f_2 = 2{,}0\,cm \cdot 8{,}0\,Hz$

$= 16\,cm/s.$

9.20

E




a) $f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{30\,cm/s}{5{,}0\,cm} = 6{,}0\,Hz$

b) $v_2 = \lambda_2 \cdot f = 3{,}0\,cm \cdot 6{,}0\,Hz = 18\,cm/s$

c) $\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

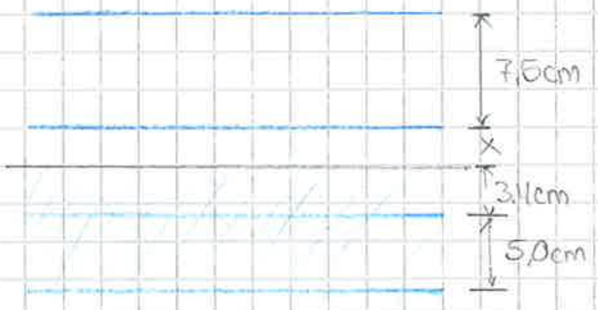
$\Rightarrow \sin\alpha_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot \sin\alpha_1$

$\sin\alpha_2 = \frac{3{,}0\,cm}{5{,}0\,cm} \cdot \sin 30° = 0{,}3$

$\Rightarrow \alpha_2 = \sin^{-1}(0{,}3) = \underline{\underline{17°}}$

9.21

C




3,4 cm / 5,0 cm = 17/25 av våglängden befinner sig i det "blå" området där våglängden är 5,0 cm.
Då måste 1 − 17/25 = 8/25 befinna sig i det "vita" området där våglängden är 7,5 cm. X = 8/25 · 7,5 cm = 2,4 cm.

---

9.22

E

a) Punkten A befinner sig på två blåa cirklar, d.v.s. två vågberg samtidigt, alltså på ett dubbelt så högt vågberg.

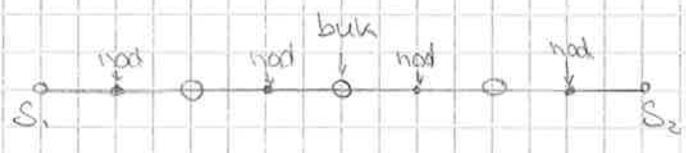
b) Punkt C befinner sig mittemellan två vågberg från $S_2$ samtidigt som den befinner sig mittemmallan två vågberg från $S_1$. Den befinner sig alltså i en dubbelt så djup vågdal.

c) Punkten B befinner sig på ett vågberg från $S_2$ och i en vågdal från $S_1$, alltså i en nodpunkt.

9.23 a) Punkten P befinner sig på den första
E nodlinjen, där $PA - PB = \frac{\lambda}{2}$.
Alltså är $\lambda = 2(PA-PB) = 2 \cdot 4{,}0\text{ cm} = 8{,}0\text{ cm}$.

b) Även punkten Q befinner sig på den första nodlinjen, därför är
$QB - QA = PA - PB = 4{,}0\text{ cm}$.

9.24
C




a) Mittemellan $S_1$ och $S_2$ är avståndsskillnaden $\Delta l = 0 \Rightarrow$ konstruktiv förstärkning.

b) Nodpunkter uppstår där $\Delta l = \pm 0{,}5\lambda, \pm 1{,}5\lambda, \pm 2{,}5\lambda \ldots$
Med $\lambda = 4{,}0$ cm ger detta $\Delta l = \pm 2{,}0$ cm, $\pm 6{,}0$ cm, vilket leder till noder på 1,0 cm, 3,0 cm, 5,0 cm och 7,0 cm från $S_1$, se figur.

c) Varje nodlinje på ytan går genom en av de fyra nodpunkterna på förbindelselinjen. Det finns alltså 4 nodlinjer på vattenytan.

9.25 C


$f = 0{,}84\text{ kHz}$

$v = 336\text{ m/s}$

a) $v = \lambda \cdot f$

$\Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{336\text{ m/s}}{840\text{ Hz}} = 0{,}40\text{ m}$

b) $MS_1 = 2{,}40\text{ m}$

$MS_2 = \sqrt{(2{,}40\text{ m})^2 + (1{,}00\text{ m})^2}$

$= 2{,}60\text{ m}$

$MS_2 - MS_1 = 2{,}60\text{ m} - 2{,}40\text{ m}$

$= 0{,}20\text{ m} = \lambda/2$

c) Eftersom $MS_2 - MS_1 = \lambda/2$ sker där destruktiv interferens. När en av högtalarna slutar fungerar upphör interferensen och ljudstyrkan ökar där M befinner sig.

9.26 A

a) Högtalarna svänger i fas och avstånden till P är samma, vilket leder till <u>konstruktiv interferens</u> i punkten P. Om en av högtalarna faller bort interfererar de andra två försvarande konstruktiv och amplituden blir 2A.

b) Om en av högtalarna kopplas i motfas blir det <u>destruktiv interferens</u> mellan den och de andra. Den totala amplituden blir

$\underset{\text{(i fas)}}{2A} + \underset{\text{(i motfas)}}{(-A)} = A.$