

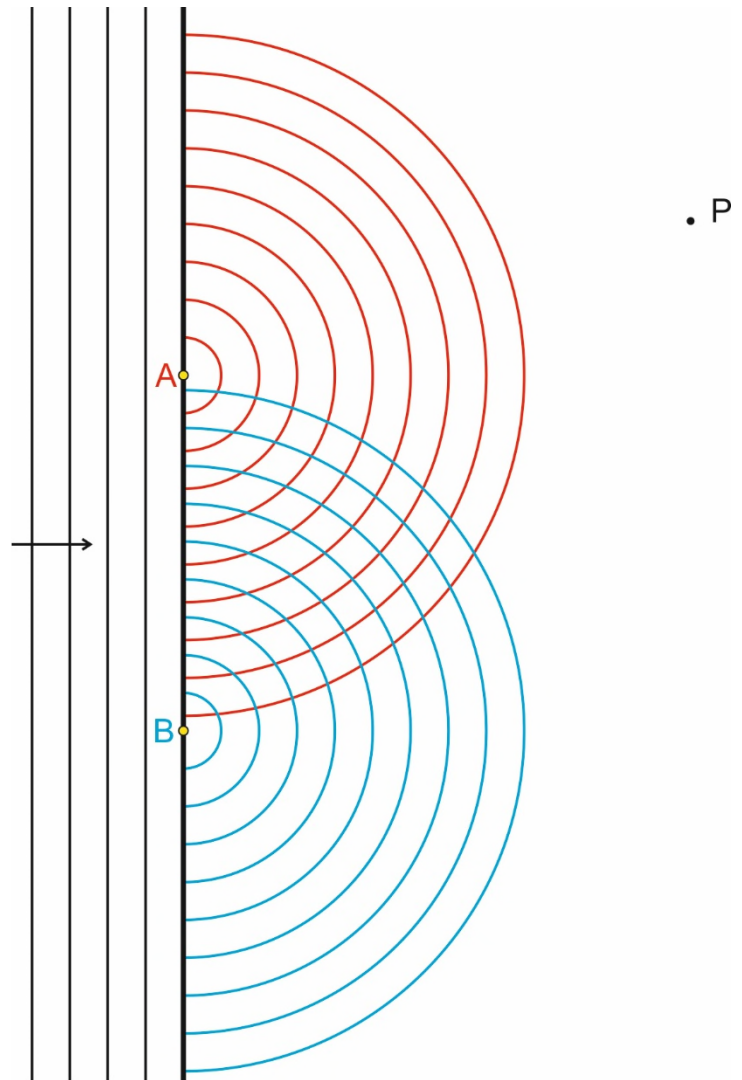
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven *tekst* wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

### Opgave 1

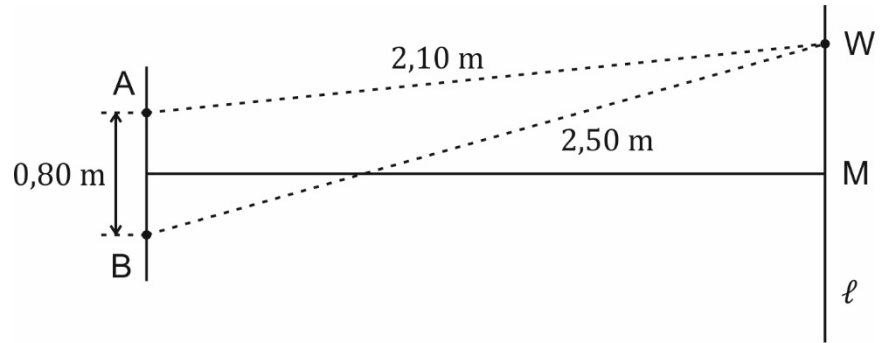
In nevenstaande afbeelding zie je een momentopname van een golfbak. Een vlakke golf is enige tijd geleden tegen een barrière met twee openingen A en B gebotst. Daarbij ontstonden twee synchrone golven. De getekende cirkels zijn lijnen met gereduceerde fase nul. De buitenste cirkel heeft fase nul.

- Bepaal de fase van punt A op het moment van de opname.
- Bepaal of punt P op een knooplijn of buiklijn ligt.
- Bepaal het aantal buiklijnen dat maximaal kan ontstaan.



### Opgave 2

Twee coherent geluidsbronnen A en B en een waarnemer W staan opgesteld zoals in nevenstaande afbeelding is weergegeven. De afbeelding is niet op schaal.



M ligt op de middelloodlijn van AB.

W ligt op de lijn  $\ell$  door M en evenwijdig aan AB.

$AW = 2,10 \text{ m}$ ;  $BW = 2,50 \text{ m}$ ;  $AB = 0,80 \text{ m}$ .

A en B zijn in fase en zenden geluid uit met een golflengte van  $0,15 \text{ m}$ .

De temperatuur bedraagt  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

a) **Bepaal** het faseverschil waarmee de golven uit A en B in W aankomen.

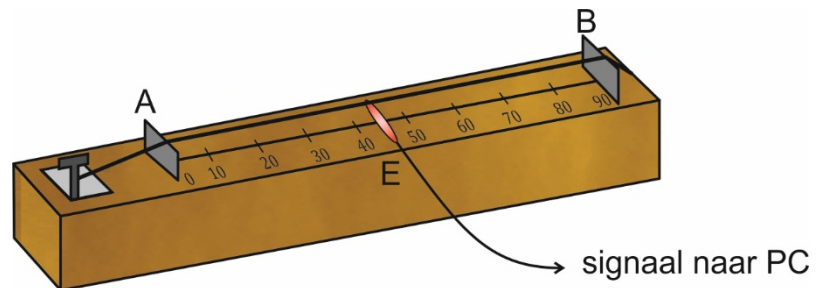
b) **Leg** duidelijk uit hoeveel maxima tussen M en W op  $\ell$  liggen.

Wij verhogen nu langzaam de frequentie van beide geluidsbronnen totdat waarnemer W maximale geluidssterkte hoort.

c) **Bereken** de frequentie waarbij dit maximum optreedt.

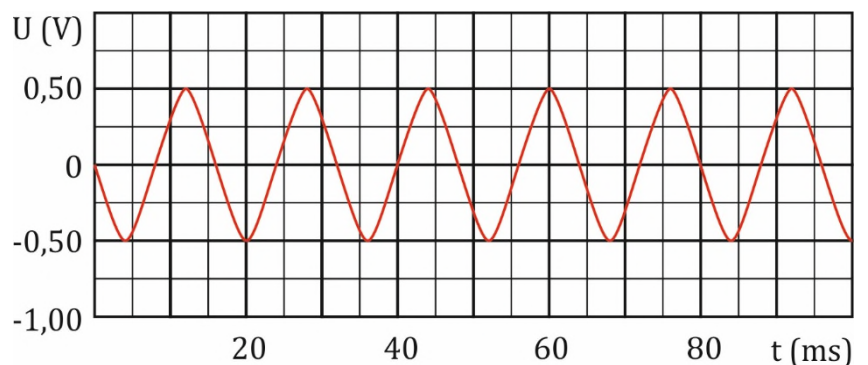
### Opgave 3

Een basgitaarsnaar is op een langwerpige klankkast gespannen. Zie nevenstaande afbeelding. De vaste punten A en B liggen  $90,0 \text{ cm}$  van elkaar. Het "element" E reageert op de trillingen van het punt van de snaar er vlak boven.



E geeft een signaal dat evenredig is met de uitwijking van het trillende punt. Dit signaal wordt naar een computer gestuurd en vervolgens zichtbaar gemaakt op een monitor.

De snaar wordt halverwege A en B in trilling gebracht. Het element bevindt zich bij het midden van de snaar.



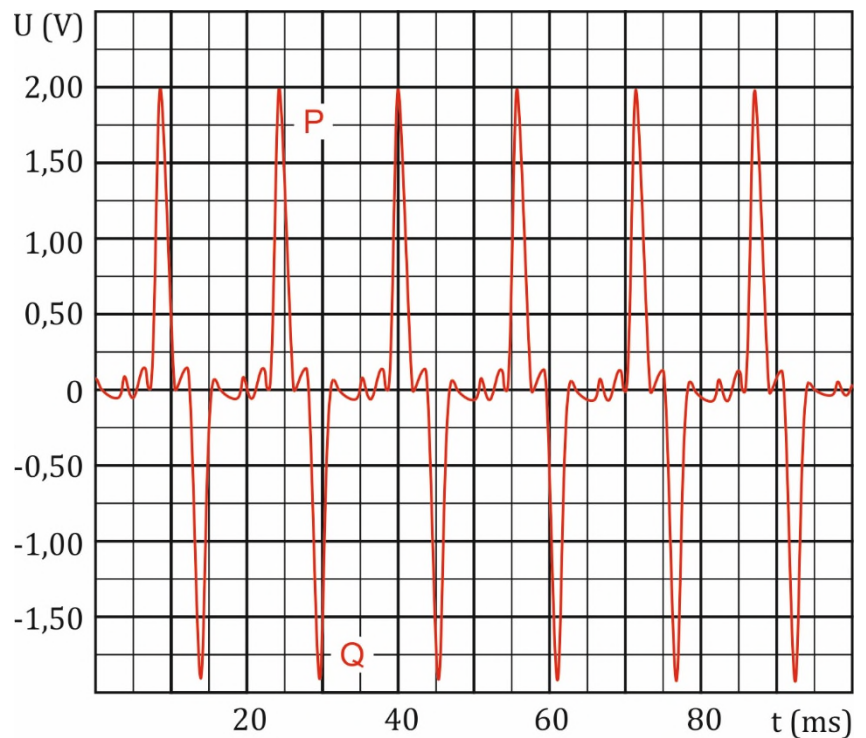
nevenstaand diagram toont het monitorbeeld, enige tijd nadat de snaar in trilling is gebracht. De snaar verkeert in staande trilling.

Verticaal staat een spanning uitgezet die evenredig is met de uitwijking van de snaar op de plaats van het element. Horizontaal staat de tijd in ms.

a) **Bepaal** de frequentie van de trilling van de snaar.

Vervolgens zetten we het element op  $30 \text{ cm}$  afstand van punt B.

We brengen de snaar weer in trilling door hem nu in de buurt van A aan te slaan. Er plant zich daardoor een golfpatroon met één duidelijke piek in de richting van B voort. Bijna direct na het aanslaan is het beeld dat weergegeven is in onderstaand diagram opgenomen. In deze situatie is er nog sprake van een lopende golf. Het blijkt dat de in nevenstaand diagram voorkomende grote positieve pieken ontstaan als het element gepasseerd wordt door een golfpatroon dat van links naar rechts door de snaar loopt. De grote negatieve pieken ontstaan als het element gepasseerd wordt door een golfpatroon dat van rechts naar links door de snaar loopt.



b) **Bepaal** met behulp van bovenstaand diagram de golfsnelheid in de snaar. De golfsnelheid in een gespannen snaar is afhankelijk van de spankracht  $F$  waarmee de snaar gespannen is en van de massa  $m^*$  van de snaar per meter lengte. Voor de golfsnelheid geldt:

$$v_{\text{golf}} = \sqrt{\frac{F_s}{m^*}}$$

We veronderstellen dat de gebruikte snaar overal dezelfde dikte en samenstelling heeft. De doorsnede van de snaar bedraagt  $4,52 \text{ mm}^2$  en de snaar is gemaakt van roestvrij staal. De spankracht wordt zo groot gemaakt dat de golfsnelheid in de snaar  $105 \text{ m/s}$  bedraagt.

c) **Bereken** welke waarde de spankracht nu heeft.

Bij een snaarinstrument kan de toonhoogte die door een trillende snaar wordt voortgebracht veranderd worden door de spankracht van de snaar te wijzigen.

d) **Leg uit** waarom de toonhoogte van een trillende snaar verandert als de spankracht van de snaar verandert.