

- 32 Al in het oude Egypte speelden mensen harp. Op de foto in figuur 9.64a bespeelt een Egyptenaar een hoekharp. In figuur 9.64b is deze harp schematisch getekend. Alle snaren van deze hoekharp zijn even dik, gemaakt van hetzelfde materiaal en met dezelfde spankracht gespannen.



Figuur 9.64

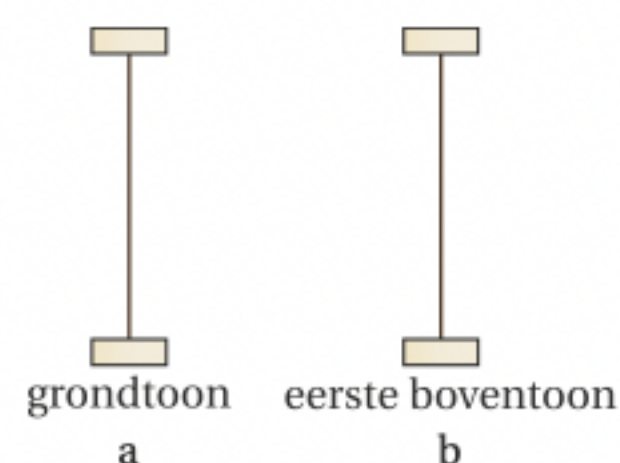
Als een snaar wordt aangeslagen, gaat hij trillen. De golfsnelheid in elke snaar is  $4,0 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$ . Een van de snaren heeft een lengte van 45 cm.

- Bereken de frequentie van de grondtoon van deze snaar.
- Leg uit of een langere snaar een hogere of een lagere grondtoon geeft.

Als een snaar trilt, kan de harpist de eerste boventoon laten horen door de snaar op de juiste plek met een vinger licht te dempen.

- Geef in figuur 9.65a de plaats van de knoop/knopen (K) en buik/buiken (B) aan bij een snaar die trilt in de grondtoon.
- Geef in figuur 9.65b de plaats van de knoop/knopen (K) en buik/buiken (B) aan bij een snaar die trilt in de eerste boventoon.
- Geef in figuur 9.65a met een pijl aan waar de harpist de snaar licht heeft gedempt.

Professor John Tyndall heeft in 1867 tijdens een lezing in Londen een harp op 'magische wijze' een wijsje laten spelen. In de vloer van de zaal was precies onder de harp een gat geboord. In dat gat paste een houten stok die in de kelder op de klankkast van een piano steunde en in de zaal



Figuur 9.65



## 9.7 Afsluiting

### Opgave 32

- De frequentie van de grondtoon bereken je met de formule voor golfsnelheid. De golflengte volgt uit de lengte van de snaar.

$$\ell = \frac{1}{2} \lambda$$

$$\ell = 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert } 0,45 = \frac{1}{2} \lambda.$$

$$\lambda = 0,90 \text{ m}$$

$$v = f \cdot \lambda$$

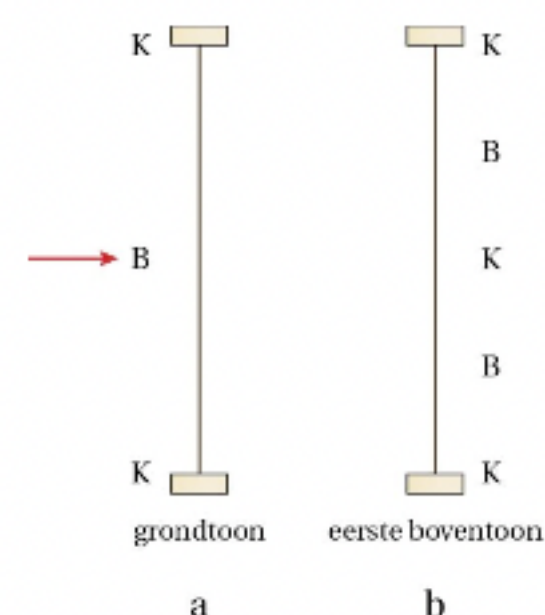
$$v = 4,0 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Invullen levert } 4,0 \cdot 10^2 = f \times 0,90.$$

$$f = 4,444 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

$$\text{Afgerond: } f = 4,4 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- Uit  $\ell = \frac{1}{2} \lambda$  volgt dat een langere snaar leidt tot een grondtoon met een grotere golflengte. Uit  $v = f \cdot \lambda$  volgt dat bij dezelfde golfsnelheid de frequentie kleiner is. Een langere snaar geeft dus een lagere grondtoon.
- Zie figuur 9.9a.



Figuur 9.9

### Toelichting

De punten waar de snaar ingeklemd zit, kunnen niet bewegen en zijn dus per definitie knooppunten. Bij de grondtoon is er maar één buik precies in het midden tussen de knopen.

- Zie figuur 9.9b.
- Bij de eerste boventoon komt er een buik en een knoop bij.
- Zie figuur 9.9a. De harpist dempt de snaar in het midden. Daardoor ontstaat daar een knoop op de plaats die overeenkomt met de eerste boventoon.
- resonantie
- De houten stok werkt als medium en geleidt de geluidsgolven van de piano naar de harp.