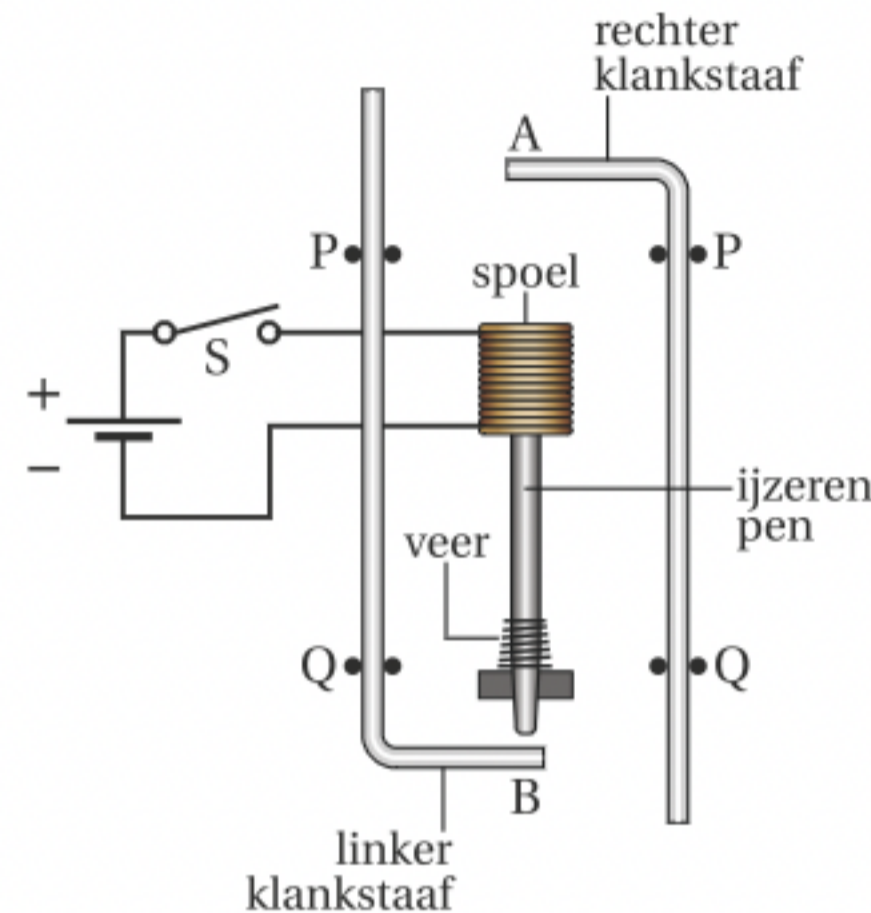


39 Figuur 9.85 is een tekening van een deurbel, een 'ding-dong'.

S is de drukknop van de huisbel. Als je schakelaar S indrukt, wordt de spoel magnetisch en gaat de ijzeren pen in de spoel omhoog. Bij A botst hij tegen de rechter klankstaaf.

Je hoort: 'ding'. Na het loslaten van S valt de pen weer terug en botst bij B tegen de linker klankstaaf. Je hoort: 'dong'. Een veer zorgt ervoor dat de ijzeren pen weer terugkomt in de beginpositie.



Figuur 9.85

De metalen klankstaven zitten vast in de punten P en Q. De afstand tussen P en Q is 7,5 cm.

Als de rechter klankstaaf aangeslagen wordt, gaat hij trillen. Er ontstaat een staande transversale golf met knopen bij P en Q. De grondtoon is 392 Hz.

a Bereken de voortplantingssnelheid van de golven in deze klankstaaf.

De 'dong' van de linker klankstaaf klinkt lager dan de 'ding'. Beide klankstaven zijn van hetzelfde metaal gemaakt en even lang, maar de linker klankstaaf is dunner.

b Beredeneer of de voortplantingssnelheid van de transversale golven in een dunne klankstaaf groter of kleiner is dan in een dikke klankstaaf.

De veer zit vast aan de ijzeren pen en beweegt met de pen mee. Zie figuur 9.85.

De spanningsbron levert een spanning van 6,0 V. Als S wordt ingedrukt is de stroomsterkte 0,25 A.

De elektrische energie wordt in dit geval voor 4% omgezet in zwaarte-energie van de ijzeren pen. Om de rechter klankstaaf te raken, moet de pen minstens 25 mm omhooggaan. De massa van de ijzeren pen is 12 g.

c Bereken de tijd dat S minimaal ingedrukt moet zijn om de ijzeren pen 25 mm omhoog te brengen. Verwaarloos hierbij de vrijgekomen veerenergie.

Als de ijzeren pen terugvalt, wordt hij afgeremd doordat de veer die aan de pen vastzit, ingedrukt wordt. De pen heeft voldoende snelheid om de veer zo ver in te drukken dat de linker klankstaaf geraakt wordt. Daarna voert de pen een gedempte harmonische trilling uit zonder de klankstaaf nog te raken.

In de ruststand is de veer door de zwaartekracht van de pen 4,0 mm ingedrukt.

d Bereken de trillingstijd van de trilling die de ijzeren pen uitvoert

9.7 Afsluiting

Opgave 39

- a De voortplantingssnelheid bereken je met de formule voor de golfsnelheid. De golflengte volgt uit de formule voor de voorwaarde voor twee vaste uiteinden. De waarde van n volgt uit de tekst.

De staaf trilt in de grondtoon. Dus $n = 1$.

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

$$\ell = 7,5 \text{ cm} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$7,5 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot \frac{1}{2} \lambda$$

$$\lambda = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$v = f \cdot \lambda$$

$$f = 392 \text{ Hz}$$

$$v = 392 \times 15 \cdot 10^{-2} = 58,8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } v = 59 \text{ m s}^{-1}.$$

- b De klankstaven zijn even lang. Hieruit volgt dat ook de golflengten die bij 'ding' en 'dong' horen even groot zijn. De 'dong', de dunner staaf, heeft een lagere frequentie. Uit $v = f \cdot \lambda$ volgt dat bij gelijke golflengte maar lagere frequentie ook de voortplantingssnelheid v bij de dunner staaf lager is dan bij de dikkere staaf.

- c De tijd bereken je met de elektrische energie en het elektrisch vermogen.

Het elektrisch vermogen bereken je met de spanning en de stroomsterkte.

De elektrische energie bereken je met het rendement en de zwaarte-energie.

De zwaarte-energie bereken je met de formule voor de zwaarte-energie.

$$E_{zw} = m \cdot g \cdot h$$

$$m = 12 \text{ g} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$h = 25 \text{ mm} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$E_{zw} = 12 \cdot 10^{-3} \times 9,81 \times 25 \cdot 10^{-3} = 2,943 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$\eta = \frac{E_{zw}}{E_{el}} \cdot 100\%$$

$$\eta = 4\%$$

$$4 = \frac{2,943 \cdot 10^{-3}}{E_{el}} \cdot 100\%$$

$$E_{el} = 7,357 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

$$P = U \cdot I$$

$$U = 6,0 \text{ V}$$

$$I = 0,25 \text{ A}$$

$$P = 6,0 \times 0,25 = 1,5 \text{ W}$$

$$E = P \cdot t$$

$$E = E_{el} = 7,357 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

$$7,357 \cdot 10^{-2} = 1,5 \times t$$

$$t = 4,905 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Afgerond: } t = 5 \cdot 10^{-2} \text{ s.}$$

- d De trillingstijd bereken je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

De veerconstante bereken je met de formule voor de veerkracht.

De veerkracht volgt uit de zwaartekracht.

De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$F_{zw} = m \cdot g$$

$$m = 12 \text{ g} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$F_{zw} = 12 \cdot 10^{-3} \times 9,81 = 1,177 \cdot 10^{-1} \text{ N}$$

$$F_v = C \cdot u$$

$$F_v = F_{zw} = 1,177 \cdot 10^{-1} \text{ N} \quad (\text{In de ruststand is er een krachtenevenwicht.})$$

$$u = 4,0 \text{ mm} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$1,177 \cdot 10^{-1} = C \times 4,0 \cdot 10^{-3}$$

$$C = 29,43 \text{ N m}^{-1}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,012}{29,43}} = 0,1268 \text{ s}$$

$$\text{Afgerond: } T = 0,13 \text{ s.}$$