

### Opgave 3 Kolibrie

De kolibrie is een klein vogeltje dat door de snelle vleugelslag stil kan blijven hangen in de lucht. Zie figuur 4. Een onderzoeker maakte deze foto om de lengte  $l$  van de vogel te bepalen.

Hij gebruikte een telelens met een brandpuntsafstand van 135 mm. De afstand van kolibrie tot lens was 1,80 m. Het beeld werd vastgelegd op een beeldchip. De afmetingen van deze beeldchip zijn  $12,8 \times 9,6$  mm. Figuur 4 is een volledige afbeelding van het vastgelegde beeld.

figuur 4



- 5p **8** Bepaal de lengte  $l$  van de kolibrie.

De onderzoeker hoort een zoemtoon die wordt veroorzaakt door het trillen van de vleugels. Op 1,80 m afstand van de kolibrie bedraagt het geluids(druk)niveau 38 dB. Ga ervan uit dat de geluidsbron puntvormig is en dat het geluid in alle richtingen gelijk verdeeld wordt.

- 3p **9** Bereken het geluidsvermogen  $P$  dat door de vleugels geproduceerd wordt.

De onderzoeker wil te weten komen hoe groot de maximale snelheid van de vleugeltips is als de kolibrie stil hangt voor een bloem. Hij meet een zoemtoon van 75 Hz ten gevolge van het trillen van de vleugels. Hij neemt aan dat de vleugeltips bij benadering een harmonische trilling uitvoeren. Uitgaande van gemaakte foto's schat hij de amplitudo op 7,0 cm.

- 3p **10** Bereken de maximale snelheid van de vleugeltips.

De kolibrie vliegt naar een andere bloem. Bij het vliegen is de frequentie waarmee de vleugels op en neer gaan lager dan tijdens het stilhangen voor een bloem.

Tijdens het vliegen verandert de vogel voortdurend van richting. De waargenomen frequentie van de zoemtoon tijdens het vliegen blijkt te variëren tussen 40 en 60 Hz. De onderzoeker vraagt zich af of deze variatie in frequentie kan worden veroorzaakt door het dopplereffect. De onderzoeker weet dat de gemiddelde snelheid van dit soort kolibries  $40 \text{ km h}^{-1}$  bedraagt met uitschieters tot  $65 \text{ km h}^{-1}$ . De temperatuur van de lucht is  $20^\circ\text{C}$ .

- 4p **11** Ga met een berekening na of de waargenomen variatie in de frequentie kan worden verklaard met het dopplereffect.