

## Vliegen

Vogels en vliegtuigen kunnen vliegen, onder andere omdat ze vleugels hebben. Voor de vliegtuigbouw is het van belang te weten welk gewicht een stel vleugels kan dragen en welke snelheid er nodig is om te kunnen vliegen.

In deze opgave gaan we in op de relatie tussen het gewicht, het vleugeloppervlak, de kruissnelheid en de luchtdichtheid. Hierbij is de kruissnelheid de snelheid die een vogel of vliegtuig heeft tijdens een lange vlucht.

Voor vogels en vliegtuigen geldt bij benadering de volgende formule:

$$W = 0,03 \cdot d \cdot V^2 \cdot S$$

Hierin is  $W$  het gewicht in kilogram,  $S$  het vleugeloppervlak in vierkante meter,  $d$  de luchtdichtheid in kilogram per kubieke meter en  $V$  de kruissnelheid in meter per seconde.

Een merel van 90 gram heeft een vleugeloppervlak van  $200 \text{ cm}^2$ . Deze vogel vliegt dicht bij de grond, waarbij  $d = 1,25$ .

- 5p 17  Bereken de kruissnelheid van een merel. Geef je antwoord in meter per seconde afgerond op een geheel getal.

In de vliegtuigbouw wordt gewerkt met het begrip vleugelbelasting; dat is het gewicht (in kilogram) per vierkante meter vleugeloppervlak, in formulevorm  $\frac{W}{S}$ .

Een Boeing 747 heeft een vleugeloppervlak van  $511 \text{ m}^2$  en heeft een kruissnelheid van 900 km per uur op een hoogte waar de luchtdichtheid  $d$  gelijk is aan 0,3125.

- 4p 18  Bereken de vleugelbelasting van deze Boeing 747. Rond je antwoord af op een geheel getal.

Op zeeniveau, juist van belang voor vogels die laag vliegen, is  $d = 1,25$  en geldt

$$W = 0,0375 \cdot V^2 \cdot S.$$

Van een mantelmeeuw is de kruissnelheid 1,5 keer zo groot als van een kokmeeuw.

- 3p 19  Bereken hoeveel keer zo groot (of klein) de vleugelbelasting van een mantelmeeuw is vergeleken met die van een kokmeeuw.

Voor zeevogels is aangetoond dat bij benadering ook het volgende verband tussen vleugelbelasting en gewicht bestaat :

$$\frac{W}{S} = 5,5 \cdot W^{\frac{1}{3}}$$

Met behulp van deze formule kan  $S$  worden uitgedrukt in  $W$  zodat geldt:  $S = a \cdot W^b$ .

- 5p 20  Toon dat aan en bereken  $a$  en  $b$ . Rond daarbij af op twee decimalen.