14 De jan-van-gent is de grootste zeevogel van het Noordzeegebied. Zie figuur 8.19. De vogel leeft van vis die hij door middel van een snelle duik uit het water haalt. De massa van een jan-van-gent is 2,8 kg.

Op het tijdstip $t = 0$ s versnelt hij zonder verticale beginsnelheid door middel van een krachtige vleugelslag loodrecht naar beneden. Behalve de zwaartekracht levert de jan-van-gent zelf een spierkracht. Op $t = 0{,}82$ s is zijn snelheid 97,2 km h^{-1}.

a Bereken met behulp van de tweede wet van Newton de gemiddelde kracht die de jan-van-gent tijdens dit gedeelte van de duik levert.

Vanaf $t = 0{,}82$ s werkt alleen nog de zwaartekracht op de jan-van-gent. Deze bevindt zich 28 m boven het wateroppervlak.

b Bereken met behulp van de wet van arbeid en kinetische energie met welke snelheid de jan-van-gent in het water terechtkomt. Verwaarloos daarbij de luchtweerstand.

Figuur 8.19

Opgave 14

a De gemiddelde kracht die de jan-van-gent levert, bereken je met de tweede wet van Newton.
De resulterende kracht is de som van de zwaartekracht en de gemiddelde kracht die de jan-van-gent levert.
De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.
De versnelling bereken je met de formule voor de versnelling.

$v_{begin} = 0$ m s^{-1}

$v_{eind} = 97{,}2 \text{ kmh}^{-1} = \dfrac{97{,}2}{3{,}6} = 27{,}0 \text{ ms}^{-1}$

$\Delta t = 0{,}82$ s

$a = \dfrac{27{,}0 - 0}{0{,}82} = 32{,}9 \text{ m s}^{-2}$

$F_{zw} = m \cdot g$

$m = 2{,}8$ kg

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

$F_{zw} = 2{,}8 \times 9{,}81 = 27{,}47$ N

$\vec{F}_{res} = F_{zw} + F_{vogel}$

$F_{res} = m \cdot a$

Invullen levert: $27{,}47 + F_{vogel} = 2{,}8 \times 32{,}9$.

$F_{vogel} = 64{,}6$ N

Afgerond: $F_{vogel} = 65$ N.

b De snelheid waarmee de jan-van-gent in het water terechtkomt, bereken je met de wet van behoud van arbeid en kinetische energie.
De totale arbeid is de arbeid die de zwaartekracht verricht.
De arbeid die de zwaartekracht verricht, bereken je met de formule voor de arbeid.
De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.
De verplaatsing volgt uit het hoogteverschil tussen het begin- en eindpunt van de beweging.
Het verschil in kinetische energie bereken je met de formule voor de kinetische energie.

$\Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{eind}^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{begin}^2$

$m = 2{,}8$ kg

$v_{begin} = 27$ m s^{-1} (zie vraag a)

$\Delta E_k = \frac{1}{2} \times 2{,}8 \times v_{eind}^2 - \frac{1}{2} \times 2{,}8 \times (27)^2$

$\sum W = W_{zw}$, want alleen de zwaartekracht verricht arbeid.

De richting van de zwaartekracht is gelijk aan die van de verplaatsing.
Dus de arbeid is positief.

$W_{zw} = F_{zw} \cdot h$

$h = 28$ m

$F_{zw} = 27{,}47$ N (zie vraag a)

$W_{zw} = 27{,}47 \times 28 = 7{,}688 \cdot 10^2$ J

$\sum W = \Delta E_k$

$7{,}688 \cdot 10^2 = \frac{1}{2} \times 2{,}8 \times v_{eind}^2 - \frac{1}{2} \times 2{,}8 \times (27)^2$

$v_{eind} = 35{,}7$ m s^{-1}

Afgerond: $v_{eind} = 36$ m s^{-1}.