

## Opgave 1 Superbus

Op de TU Delft is onder leiding van professor Wubbo Ockels de Superbus ontwikkeld. Zie figuur 1.

figuur 1

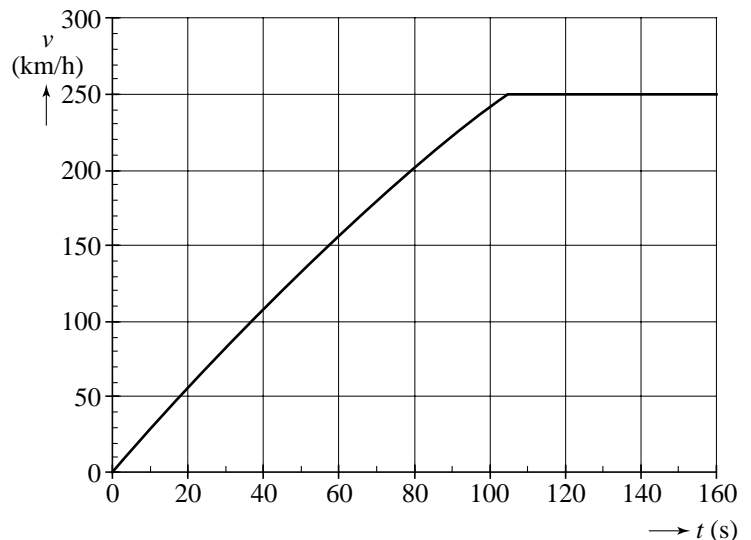


De bus wordt elektrisch aangedreven, biedt plaats aan ongeveer 20 personen en heeft een kruissnelheid van 250 km/h. De massa van de bus inclusief passagiers is  $8,1 \cdot 10^3$  kg.

In figuur 2 is het  $(v,t)$ -diagram van het optrekken van de Superbus weergegeven. Tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s is de beweging eenparig versneld. Een deel van figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- 4p 1 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand die de Superbus tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s aflegt.

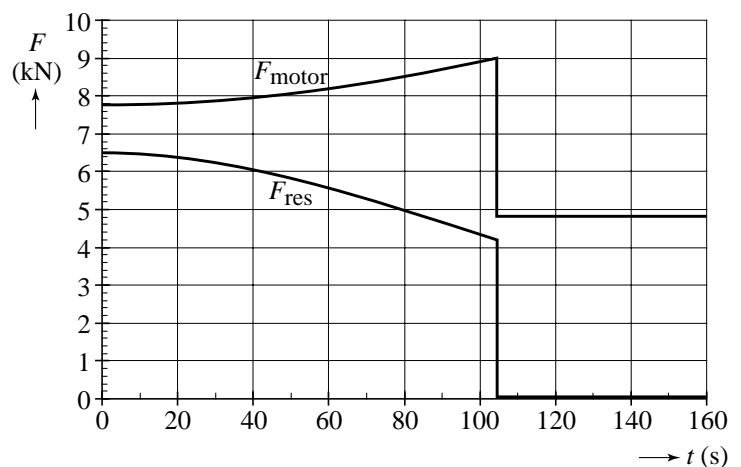
figuur 2



Van het optrekken van de bus is ook een  $(F,t)$ -diagram gemaakt. Zie figuur 3. Hierin is  $F_{\text{motor}}$  de kracht waarmee de motor de bus aandrijft en  $F_{\text{res}}$  de resulterende kracht op de bus. Tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s is  $F_{\text{res}}$  constant. De waarde van  $F_{\text{res}}$  is af te lezen in het  $(F,t)$ -diagram. Die waarde is ook te bepalen met behulp van het  $(v,t)$ -diagram.

- 4p 2 Laat met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage zien dat beide waarden van  $F_{\text{res}}$  met elkaar kloppen.

figuur 3



De wrijvingskracht op de bus bestaat uit de constante rolwrijvingskracht  $F_{w,rol}$  en de luchtwrijvingskracht  $F_{w,lucht}$  waarvan de grootte onder andere afhangt van de snelheid.

Voor de Superbus geldt:  $F_{w,rol} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

- 3p **3** Leg uit hoe uit figuur 3 blijkt dat  $F_{w,rol} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

Na  $t = 105 \text{ s}$  is de motorkracht constant.

- 3p **4** Bepaal het vermogen dat de motor dan levert.

De Superbus is zo ontworpen dat hij zo weinig mogelijk wrijvingskracht ondervindt.

De rolwrijvingskracht is recht evenredig met de massa van de bus.

Voor de luchtwrijvingskracht  $F_{w,lucht}$  geldt de volgende formule:

$$F_{w,lucht} = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2$$

Hierin is:

- $c_w$  de luchtwrijvingscoëfficiënt;
- $\rho$  de dichtheid van de lucht (in  $\text{kg/m}^3$ );
- $A$  de frontale oppervlakte van de bus (in  $\text{m}^2$ );
- $v$  de snelheid van de superbus (in  $\text{m/s}$ ).

- 2p **5** Noem twee eigenschappen van de Superbus waaruit blijkt dat de ontwerpers geprobeerd hebben de luchtwrijvingskracht zo klein mogelijk te houden.

De Superbus is van licht materiaal gemaakt.

- 2p **6** Beantwoord de volgende vragen:
- Beïnvloedt deze materiaalkeuze de rolwrijvingskracht? Licht je antwoord toe.
  - Beïnvloedt deze materiaalkeuze de luchtwrijvingskracht? Licht je antwoord toe.

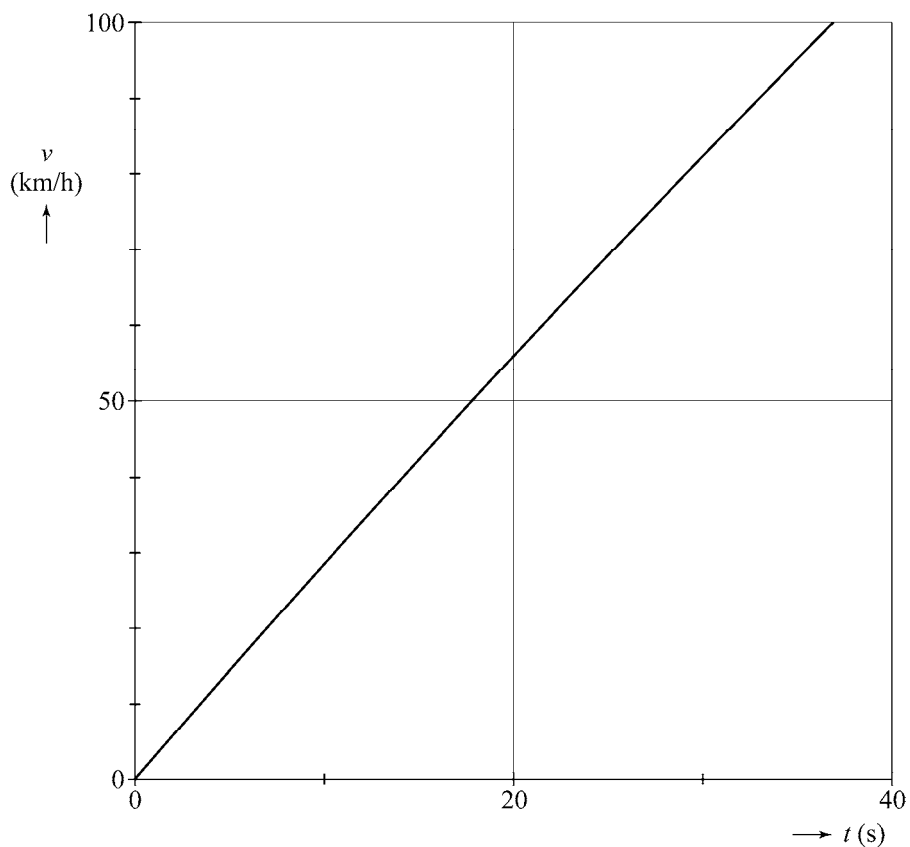
De actieradius van de Superbus is de afstand die hij bij gemiddeld energieverbruik kan afleggen als zijn accu's helemaal gevuld zijn.

De Superbus heeft 324 accu's; in elke accu kan 0,74 kWh energie worden opgeslagen. De bus verbruikt gemiddeld 0,83 kWh per kilometer.

- 3p **7** Bereken de actieradius van de Superbus. Neem daarbij aan dat alle opgeslagen energie wordt verbruikt.

**uitwerkbijlage**

1 en 2



ruimte voor een berekening: .....

.....

.....

.....

.....

.....