

## Opgaven

### Opgave: *MAGLEV, de Japanse magneetweeftrein*

a) Er geldt:  $F_r = m \cdot a$

$$* m = 3,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

\* a: Het is een eenparig versnelde rechtlijnige beweging

$$\text{Er geldt: 1) } s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) 9,4 \cdot 10^3 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) \frac{400}{3,6} = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) 9,4 \cdot 10^3 = \frac{1}{2} \cdot 111,11 \cdot t$$

$$\Rightarrow t = 169,2 \text{ s}$$

$$2) 111,11 = a \cdot 169,2$$

$$\Rightarrow a = 0,657 \text{ m/s}^2$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow F_r = 3,0 \cdot 10^5 \cdot 0,657 = 1,970 \cdot 10^5 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ N}$$

b) Er geldt: 1)  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 30^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a: F_r = m \cdot a \quad (\text{relevante richting is natuurlijk horizontaal})$$

$$* F_r = 2,2 \cdot 10^5 \text{ N}$$

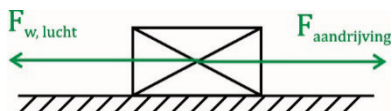
$$* m = 3,0 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow a = 0,733 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow 1) s = \frac{1}{2} \cdot 0,7333 \cdot 30^2 = 330 \text{ m}$$

De afstand die moet worden afgelegd tot lift-off is dus  $3,3 \cdot 10^2 \text{ m}$ .

- c) Er staat “constante snelheid”, dus denk je meteen aan  $F_r = 0 \text{ N}$  en het feit dat het een eenparige rechtlijnige beweging is. Er wordt gevraagd naar een kracht, dus ligt het voor de hand dat het een krachtensom is.  
De gevraagde kracht is horizontaal, dat betekent dat de horizontale richting een logische keuze voor de relevante richting is.



- Er geldt: 1)  $F_r = 0 \text{ N}$  (tweede wet van Newton)  
2)  $F_r = F_{\text{aandrijving}} - F_{\text{w,lucht}}$  (alle relevante krachten die het systeem op gang brengen minus alle relevante krachten die het systeem tegenwerken)

$$* F_{\text{w,lucht}} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,003 \cdot 1,293 \cdot 9,8 \cdot \left(\frac{400}{3,6}\right)^2 = 234,66 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = F_{\text{aandrijving}} - 234,66$$

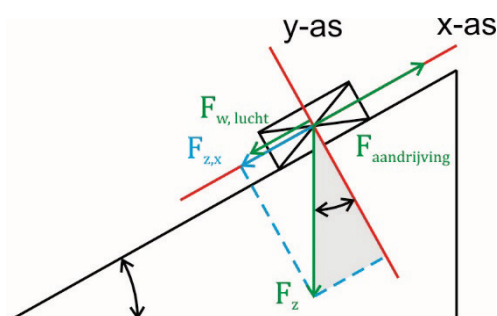
Invullen

$$\Rightarrow 0 = F_{\text{aandrijving}} - 234,66$$

$$\Rightarrow F_{\text{aandrijving}} = 234,66 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{\text{aandrijving}} = 2,3 \cdot 10^2 \text{ N} \quad (\text{let op het aantal significante cijfers})$$

- d) Er staat “constante snelheid”, dus denk je meteen aan  $F_r = 0 \text{ N}$  en het feit dat het een eenparige rechtlijnige beweging is. Er wordt gevraagd naar een kracht, dus ligt het voor de hand dat het een krachtensom is.  
De gevraagde kracht is langs de helling dat betekent dat een logische keuze voor de relevante richting langs de helling is.



Je ziet meteen dat  $F_z$  niet volledig langs de relevante richting ligt en dus ontbonden moet worden.

Er geldt: 1)  $F_r = 0 \text{ N}$

$$2) F_r = F_{\text{aandrijving}} - F_{w,\text{lucht}} - F_{z,x}$$

$$* F_{w,\text{lucht}} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,003 \cdot 1,293 \cdot 9,8 \cdot \left(\frac{400}{3,6}\right)^2 = 234,66 \text{ N}$$

$$* F_{z,x}: \quad \sin(\alpha) = \frac{F_{z,x}}{F_z}$$

$$* F_z = m \cdot g = 3,0 \cdot 10^5 \cdot 9,81 = 2,94 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$* \sin(\alpha) = \frac{10}{100} = 0,10$$

$$\Rightarrow F_{z,x} = 2,94 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = F_{\text{aandrijving}} - 234,66 - 2,94 \cdot 10^5$$

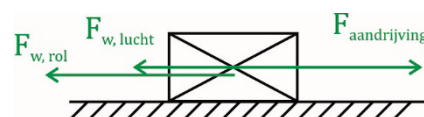
Invullen

$$\Rightarrow 0 = F_{\text{aandrijving}} - 234,66 - 2,94 \cdot 10^5$$

$$\Rightarrow F_{\text{aandrijving}} = 2,9 \cdot 10^5 \text{ N}$$

- e) Er staat "constante snelheid", dus denk je meteen aan  $F_r = 0 \text{ N}$  en het feit dat het een eenparige rechtlijnige beweging is. Er wordt gevraagd naar een kracht, dus ligt het voor de hand dat het een krachtensom is.

De gevraagde kracht is horizontaal dat betekent dat de horizontale richting een logische keuze voor de relevante richting is.



Er geldt: 1)  $F_r = 0 \text{ N}$

$$2) F_r = F_{\text{aandrijving}} - F_{w,\text{lucht}} - F_{w,\text{rol}}$$

$$* F_{w,\text{lucht}} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,003 \cdot 1,293 \cdot 9,8 \cdot \left(\frac{400}{3,6}\right)^2 = 234,66 \text{ N}$$

$$* F_{w,\text{rol}} = \mu \cdot F_n$$

$$* \mu = 0,001$$

$$* F_n: \quad 1) F_r = 0 \text{ N}$$

$$2) F_r = F_n - F_z \quad (\text{relevante richting verticaal})$$

$$* F_z = m \cdot g = 3,0 \cdot 10^5 \cdot 9,81 = 2,94 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = F_n - 2,94 \cdot 10^6$$

Invullen

$$\Rightarrow 0 = F_n - 2,94 \cdot 10^6$$

$$\Rightarrow F_n = 2,94 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{w,\text{rol}} = 2,94 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = F_{\text{aandrijving}} - 234,66 - 2,94 \cdot 10^3$$

Invullen

$$\Rightarrow 0 = F_{\text{aandrijving}} - 234,66 - 2,94 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow F_{\text{aandrijving}} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\text{percentage} = \frac{F_{\text{intercity}} - F_{\text{MAGLEV}}}{F_{\text{MAGLEV}}} = \frac{3,178 \cdot 10^3 - 234,66}{234,66} = 12,5 = 1,3 \cdot 10^3 \%$$

Dit getal is weliswaar uitgerekend voor een zeer hoge snelheid, maar bedenk dat de rolwrijving, die grotendeels hiervoor verantwoordelijk is, onafhankelijk is van de snelheid. Dus je ziet waarom technici op zoek zijn gegaan naar mogelijkheden om die rolwrijving te elimineren.

In bovenstaande berekening is de wrijving die in de motor en de overbrenging zit buiten beschouwing gelaten.

Daar een MAGLEV geen motor met bewegende delen bevat is er van deze vorm van wrijving geen sprake. Al met al is er bij de MAGLEV dus een aanmerkelijke reductie in tegenwerkende wrijving gerealiseerd.

Een nadeel is dat de aanleg van de infrastructuur zeer duur is.