

## Uitwerkingen oefenopgaven hoofdstuk 4

### Opgave 1

- a De vrachtwagen voert een versnelde beweging uit.  
 Als je de gemiddelde versnelling aangeeft met  $a_{\text{gem}}$ , dan geldt:  

$$x(t) = \frac{1}{2} a_{\text{gem}} \cdot t^2$$
 Invullen van de gegevens geeft:  

$$83 = \frac{1}{2} a_{\text{gem}} \cdot 15^2 \Rightarrow a_{\text{gem}} = 0,7378 \text{ m/s}^2 = 0,74 \text{ m/s}^2$$
- b De chauffeur zal moeten schakelen, waardoor de vrachtwagen niet voortdurend dezelfde versnelling heeft.
- c De resulterende voorwaarts gerichte kracht op de vrachtwagen is:  

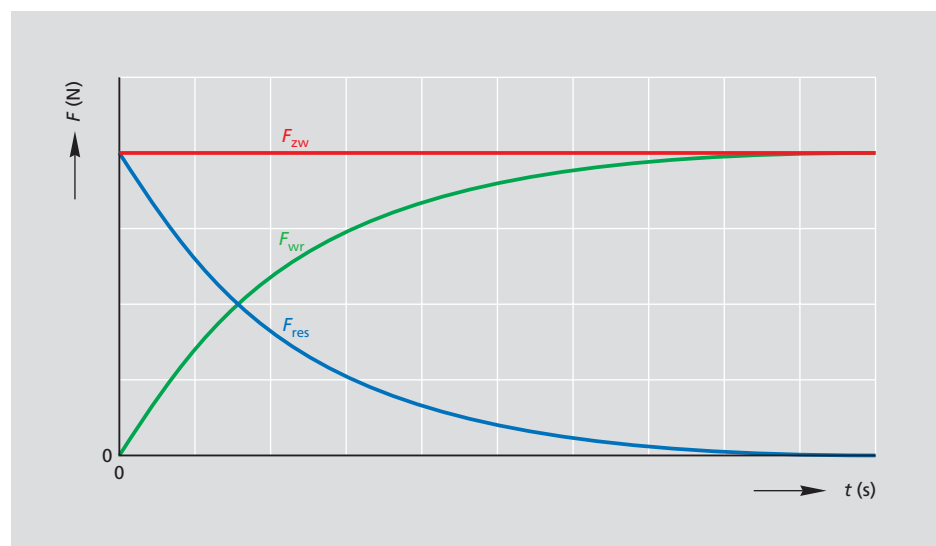
$$F_{\text{res}} = m \cdot a = 18 \cdot 10^3 \times 0,7378 = 13,28 \cdot 10^3 \text{ N} = 13,28 \text{ N}$$
 De motor moet ook alle vormen van wrijving en weerstand overwinnen en levert dus een motorkracht van:  

$$F_{\text{motor}} = 13,28 \text{ kN} + 3,7 \text{ kN} = 17 \text{ kN}$$

### Opgave 2

- a De resulterende kracht op de druppel is:  $F_{\text{res}} = F_{\text{zw}} - F_{\text{wr}}$   
 Hierin is  $F_{\text{wr}}$  de luchtweerstand. De zwaartekracht is constant:  $F_{\text{zw}} = m \cdot g$   
 Zolang de resulterende kracht op de druppel niet gelijk is aan nul versnelt de druppel en neemt de snelheid dus toe. Door de toenemende snelheid wordt de luchtweerstand steeds groter. Als de luchtweerstand toeneemt wordt de resulterende kracht, en dus de versnelling, kleiner. Ten slotte is de luchtweerstand net zo groot geworden als de zwaartekracht. Vanaf dat moment is de resulterende kracht nul en zal de snelheid van de druppel constant zijn.
- b Zie figuur 1. De zwaartekracht is constant. De waarde die de wrijvingskracht bereikt is gelijk aan de zwaartekracht. De zwaartekracht heeft in de schets dus een grootte van vier schaaldelen.
- c Zie figuur 1. De resulterende kracht is gelijk aan de zwaartekracht verminderd met de luchtweerstand.

Figuur 1

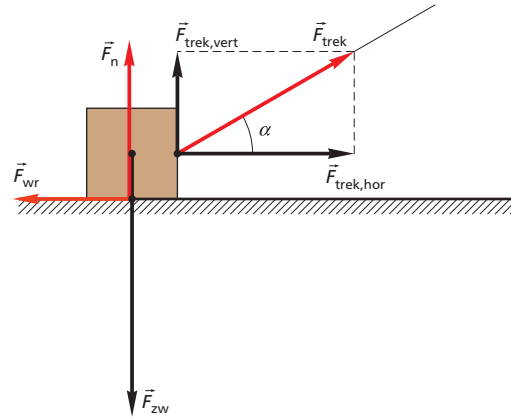


### Opgave 3

- a De horizontale component van de trekkracht is:  

$$F_{\text{trek,hor}} = 35,0 \times \cos 30,0^\circ = 30,31 \text{ N}$$
 De resulterende kracht in horizontale richting volgt uit:  $F_{\text{res,hor}} = m \cdot a$   
 Dan is: 
$$F_{\text{res,hor}} = 4,60 \times 2,10 = 9,66 \text{ N}$$
 Ook is: 
$$F_{\text{res,hor}} = F_{\text{trek,hor}} - F_{\text{wr}}$$
 Dus is: 
$$F_{\text{wr}} = 30,31 - 9,66 = 20,65 \text{ N} = 20,7 \text{ N}$$

Figuur 2



- b In verticale richting werken drie krachten, namelijk de zwaartekracht (naar beneden), de normaalkracht en de verticale component van de trekkracht. Omdat de doos niet los komt van de grond, zijn deze drie krachten in evenwicht met elkaar. Zie figuur 2. Dan geldt:

$$F_{zw} = F_n + F_{trek,vert}$$

De zwaartekracht is:  $F_{zw} = m \cdot g = 4,60 \times 9,81 = 45,13 \text{ N}$

De verticale component van de trekkracht is:  $F_{trek,vert} = 35,0 \times \sin 30,0^\circ = 17,50 \text{ N}$

Dan is de normaalkracht:  $F_n = 45,13 - 17,50 = 27,63 \text{ N}$

- c De resulterende kracht op de kleine doos is:  $F_{res,kd} = m_{kd} \cdot a = 3,20 \times 2,10 = 6,72 \text{ N}$   
De wrijvingskracht die de kleine doos ondervindt is 12,4 N.  
De kracht die de grote doos op de kleine uitoefent is dan:  $F_{gd} = 6,72 + 12,4 = 19,1 \text{ N}$
- d De krachten die in verticale richting op de grote doos werken zijn met elkaar in evenwicht. De zwaartekracht is niet veranderd. De verticale component van de trekkracht is groter geworden, dus is de normaalkracht kleiner geworden. De kracht van de grote doos op de grond zal dus kleiner zijn, waardoor de wrijvingskracht kleiner zal zijn.

#### Opgave 4

- a De eindsnelheid van de start is:  $v = \frac{260}{3,6} = 72,22 \text{ m/s}$

De versnelling is:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{72,22}{16,0} = 4,514 \text{ m/s}^2 = 4,51 \text{ m/s}^2$

- b De afgelegde afstand is:  $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \times 4,514 \times 16,0^2 = 578 \text{ m}$ .
- c De resulterende voorwaartse kracht is:  $F_{res} = m \cdot a = 12 \cdot 10^4 \times 4,514 = 5,42 \cdot 10^5 \text{ N}$   
De aandrijfkraft moet ook de gemiddelde wrijving en de luchtweerstand van  $90 \text{ kN} = 0,90 \cdot 10^5 \text{ kN}$  overwinnen.  
De gemiddelde aandrijfkraft is dus:  $F_{aandr} = 5,42 \cdot 10^5 + 0,90 \cdot 10^5 = 6,3 \cdot 10^5 \text{ N}$

#### Opgave 5

- a De versnelling wordt veroorzaakt door de zwaartekracht. Daarvan is de component die langs de helling is gericht van belang.
- b De grootte van de component van de zwaartekracht die langs de helling is gericht is:

$$F_{zw,langs} = F_{zw} \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin 10^\circ = 60 \times 9,81 \times \sin 10^\circ = 102,21 \text{ N} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ N}$$

- c Vlak na de start is de resulterende kracht langs de helling gelijk aan de component van de zwaartekracht langs de helling, verminderd met de rolwrijving. Dus:

$$F_{langs,res} = F_{zw,langs} - F_{wr,rol} \Rightarrow F_{wr,rol} = F_{zw,langs} - F_{langs,res}$$

Voor  $F_{langs,res}$  geldt ook:  $F_{langs,res} = m \cdot a = 60 \times 0,70 = 42,0 \text{ N}$

Dan is:  $F_{wr,rol} = F_{zw,langs} - F_{langs,res} = 102,21 - 42,0 = 60 \text{ N}$

- d Naarmate de snelheid van de fietser toeneemt, neemt ook de luchtweerstand die de fietser ondervindt, toe. Ten slotte zullen de luchtweerstand en de rolweerstand samen even groot zijn als de component van de zwaartekracht langs de helling. Dan is de resulterende kracht nul en zal de snelheid van de fietser volgens de eerste wet van Newton constant zijn.

- e Bij constante snelheid is de resulterende kracht langs de helling nul. De totale wrijving en luchtweerstand die fiets en fietser ondervinden is dan gelijk aan de component van de zwaartekracht langs de helling, dus:  $F_{\text{wr,tot}} = F_{\text{zw,langs}} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ N}$

## Opgave 6

- a Als de snelheid van het blok constant is, is de resulterende kracht op het blok nul. Dan is de wrijvingskracht gelijk aan de component van de zwaartekracht langs de helling.

$$\text{Dan is: } F_{\text{wr}} = F_{\text{zw,langs}}$$

$$\Rightarrow F_{\text{wr}} = F_{\text{zw}} \cdot \sin 19^\circ = m \cdot g \cdot \sin 19^\circ = 0,47 \times 9,81 \times \sin 19^\circ = 1,501 \text{ N} = 1,5 \text{ N}$$

- b Bij  $19^\circ$  is dit inderdaad de maximale (schuif)wrijvingskracht. Als een blok glijdt is de schuifwrijvingskracht altijd gelijk aan de maximale waarde van de schuifwrijving.
- c De maximale wrijvingskracht is 1,501 N.  
De normaalkracht is gelijk aan de component van de zwaartekracht loodrecht op de helling, dus:  $F_{\text{n}} = 0,47 \times 9,81 \times \cos 19^\circ = 4,3595 \text{ N}$ .

$$\text{Dan is het quotiënt: } \frac{F_{\text{wr,max}}}{F_{\text{n}}} = \frac{1,501}{4,3595} = 0,3443 = 0,34$$

- d Het quotiënt verandert niet en is dus 0,3443.  
De normaalkracht is nu:  $F_{\text{n}} = 0,47 \times 9,81 \times \cos 32^\circ = 3,910 \text{ N}$   
Dan is:

$$\frac{F_{\text{wr,max}}}{F_{\text{n}}} = \frac{F_{\text{wr,max}}}{3,910} = 0,3443 \Rightarrow F_{\text{wr,max}} = 0,3443 \times 3,910 = 1,346 \text{ N}$$

De wrijvingskracht is weer gelijk aan de maximale wrijvingskracht, dus  $F_{\text{wr}} = 1,3 \text{ N}$ .

- e De resulterende kracht zorgt voor de versnelling. De resulterende kracht is opgebouwd uit de component van de zwaartekracht langs de helling en de wrijvingskracht. De resulterende kracht is ook gelijk aan  $m \cdot a$ .

$$F_{\text{res}} = F_{\text{zw,langs}} - F_{\text{wr}} = m \cdot a \Rightarrow m \cdot g \cdot \sin 32^\circ - 1,346 = m \cdot a$$

$$F_{\text{res}} = 0,47 \times 9,81 \times \sin 32^\circ - 1,346 = 2,443 - 1,346 = 1,097 \text{ N}$$

$$F_{\text{res}} = m \cdot a = 0,47 \times a \Rightarrow \text{De versnelling is dus: } \frac{1,097}{0,47} = 2,3 \text{ m/s}^2$$

## Opgave 7

- a De beweging is eenparig versneld, dus er geldt:  $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

$$\text{Dan is: } 0,900 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 1,58^2 \Rightarrow a = \frac{2 \times 0,900}{1,58^2} = 0,721 \text{ m/s}^2$$

- b De spankracht in het touwtje is de kracht die karretje A de versnelling van  $0,721 \text{ m/s}^2$  geeft.

$$\text{Dan is de spankracht: } F_{\text{span}} = m_{\text{A}} \cdot a = 2,50 \times 0,721 = 1,80 \text{ N}$$

- c De resulterende kracht op B geeft gewichtje B de versnelling van  $0,721 \text{ m/s}^2$ .  
Dan geldt voor de krachten die op B werken:

$$F_{\text{zw,B}} - F_{\text{span}} = m_{\text{B}} \cdot a$$

Hieruit is de massa van B te berekenen.

$$F_{\text{zw,B}} - F_{\text{span}} = m_{\text{B}} \cdot a \Rightarrow m_{\text{B}} \times 9,81 - 1,80 = m_{\text{B}} \times 0,721$$

$$m_{\text{B}} \times (9,81 - 0,721) = 1,80 \Rightarrow m_{\text{B}} = \frac{1,80}{9,81 - 0,721} = 0,198 \text{ kg}$$