

## Vraagstukken

**Oefening 1** Een automobilist rijdt op een rechte baan gedurende 1,5 h aan  $80 \text{ km h}^{-1}$  en daarna gedurende dezelfde tijdsduur aan  $70 \text{ km h}^{-1}$  in dezelfde zin.

**Vraag 1.1** Wat is zijn gemiddelde snelheid?

**Vraag 1.2** Met welke snelheid had hij moeten rijden om met een constante snelheid hetzelfde traject in dezelfde tijd af te leggen?

**Oefening 2** Een fietser legt een bepaalde afstand af over een zekere tijd. Gedurende de eerste helft van de tijd houdt hij constant een snelheid  $v_1$  aan, gedurende de tweede helft een snelheid  $v_2$ . Wat is zijn gemiddelde snelheid over het totale tijdsinterval?  $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$

**Oefening 3** Een automobilist legt 120 km af. De eerste helft van de weg legt hij af aan  $90 \text{ km h}^{-1}$ , de tweede helft aan  $120 \text{ km h}^{-1}$ . Wat is zijn gemiddelde snelheid?

**Oefening 4** Een fietser legt een bepaalde afstand af over een zekere tijd. Gedurende de eerste helft van de af te leggen afstand houdt hij constant een snelheid  $v_1$  aan, gedurende de tweede helft een snelheid  $v_2$ . Wat is zijn gemiddelde snelheid over het totale tijdsinterval?  $\bar{v} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$

**Oefening 5** Als je met de fiets heen en terug naar school rijdt en in het heengaan tegenwind en in het terugkeren rugwind hebt, compenseert dat dan mekaar precies?

Stel om dit op te lossen dat de weg rechtlijnig is. Bereken je gemiddelde snelheid over het traject heen en terug en vergelijk die met de snelheid die je zonder wind zou halen. Neem aan dat je normaal  $20 \text{ km h}^{-1}$  zou fietsen, maar door de wind win of verlies je  $2 \text{ km h}^{-1}$ .

**Meerkeuze:**

- (a) Nee, je hebt netto een nadeel vanwege de tegenwind. ✓
- (b) Nee, je hebt netto een voordeel vanwege de rugwind.
- (c) Ja, de afstand heen is de afstand terug, dus het is net alsof je helemaal geen wind had.

---

Author(s): Bart Lambregs

**Oefening 6** Een bowlingbal die met een constante snelheid voortrolt, raakt de kegels aan het einde van een kegelbaan van 16,5 m lengte. De werper hoorde het geluid waarmee de bal op de kegels botst 2,5 s nadat hij de bal losliet. Welke snelheid had de bal? De snelheid van het geluid is 343 m/s.  $v_1 = \frac{x_1}{t_2 - \frac{x_1}{v_2}} = 6,73 \text{ m/s}$

**Oefening 7** Een vliegtuig moet minstens een snelheid van  $108 \text{ km h}^{-1}$  hebben om te kunnen opstijgen. Indien de propellers aan het toestel een versnelling van  $1,50 \text{ m/s}^2$  geven, hoe lang moet de startbaan dan minstens zijn? Doordat we de versnelling van het vliegtuig kennen en de snelheid die het moet bereiken, kunnen we de tijd die het vliegtuig hiervoor nodig heeft, gemakkelijke berekenen met de formule  $v = v_0 + at$  voor de snelheid van een EVRB:

$$t = \frac{v}{a}$$

De afstand die in deze tijd wordt afgelegd, kunnen we berekenen doordat we de gemiddelde snelheid kennen<sup>1</sup>:

$$\begin{aligned} x &= \frac{v_0 + v}{2} \cdot t \\ &= \frac{v}{2} \cdot \frac{v}{a} \\ &= \frac{v^2}{2a} \end{aligned}$$

De startbaan moet dus minstens 300 m lang zijn.

**Oefening 8** Een trein rijdt aan een snelheid van  $72 \text{ km h}^{-1}$  en remt met een versnelling waarvan de grootte  $1,0 \text{ m/s}^2$  bedraagt. Na hoeveel tijd komt de trein tot stilstand en welke afstand wordt er tijdens dit afremmen afgelegd?

Aangezien er per seconde een snelheid van  $1,0 \text{ m/s}$  van de beginsnelheid afgaat, vinden we de tijd die nodig is voor het remmen, door de beginsnelheid te delen door de versnelling. Dat is namelijk de tijd die nodig is voor de trein om tot stilstand te komen:

$$\begin{aligned} v &= 0 \\ \Downarrow \\ v_0 + at &= 0 \\ \Downarrow \\ t &= -\frac{v_0}{a} \end{aligned}$$

---

<sup>1</sup>De benodigde afstand kunnen we evenzeer berekenen met de formule  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$  door de tijd in te vullen.

Invullen van de gegevens levert een tijd van 20 s. De afgelegde afstand gedurende het remmen vinden we nu met de plaatsfunctie. We kennen de benodigde tijd, die we in de plaatsfunctie invullen.

$$\begin{aligned} x &= v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ &= v_0 \left( -\frac{v_0}{a} \right) + \frac{1}{2} a \left( -\frac{v_0}{a} \right)^2 \\ &= -\frac{v_0^2}{a} + \frac{v_0^2}{2a} \\ &= -\frac{v_0^2}{2a} \end{aligned}$$

Invullen van de gegevens levert een remafstand van 200 m.

Een andere mogelijkheid om de remafstand te vinden is te werken met de gemiddelde snelheid,  $x = \bar{v}t$ .

**Oefening 9** Op een bevroren meer komt een glijdende hockeyschijf na 200 m tot stilstand. Als zijn initiële snelheid 3,00 m/s was, bepaal dan

**Vraag 9.1** Bepaal de versnelling in de veronderstelling dat deze constant is,  $a = \frac{v_0^2}{2x} = 0,0225 \text{ m s}^{-2}$ ;

**Vraag 9.2** Bepaal de tijd die de schijf nodig heeft om tot stilstand te komen.  $t = \frac{2x}{v_0} = 133,33 \text{ s}$

**Oefening 10** Een bootje vaart met een snelheid van  $36,0 \text{ km h}^{-1}$  een eerste tijdopnemer voorbij en drijft daarna eenparig zijn snelheid op. Na  $20,0 \text{ s}$  komt het voorbij een tweede tijdopnemer met een snelheid van  $90,0 \text{ km h}^{-1}$ . Bereken de versnelling van het bootje en de afstand tussen beide tijdopnemers.  $a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = 0,750 \text{ m/s}^2$ ,  $x - x_0 = \left( \frac{v_0 + v}{2} \right) (t - t_0) = 350 \text{ m}$

**Oefening 11** Een auto vertrekt vanuit rust en bereikt na  $3,0 \text{ km}$  een snelheid van  $450 \text{ km h}^{-1}$ . We onderstellen de versnelling constant en de baan recht. Bereken de versnelling en de tijd, nodig om die  $3,0 \text{ km}$  af te leggen. Omdat voor een EVRB de gemiddelde snelheid gegeven wordt door  $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$  en we de afgelegde afstand kennen, kunnen we de benodigde tijd gemakkelijk vinden. We kiezen  $t_0 = 0$ ,  $x_0 = 0$ . De beginsnelheid is nul zodat:

$$\begin{aligned} \Delta x &= \bar{v} \Delta t \\ \Downarrow \\ t &= \frac{x}{\left( \frac{v}{2} \right)} = \frac{2x}{v} \end{aligned}$$

Invullen van de gegevens levert een tijd van 48 s. Met de formule  $v = v_0 + at$  voor de snelheid vinden we de versnelling door de tijd erin te substitueren, en de beginsnelheid nul te nemen:

$$\begin{aligned} a &= \frac{v}{t} = \frac{v}{\left(\frac{2x}{v}\right)} \\ &= \frac{v^2}{2x} \end{aligned}$$

Invullen van de gegeven grootheden levert een versnelling van  $2,6 \text{ m/s}^2$ .

**Oefening 12** Een auto begint te remmen als hij zich 35 m van een stilstaande hindernis bevindt. Zijn snelheid op dat moment is  $54 \text{ km h}^{-1}$ . Na 4,0 s botst hij tegen de hindernis. Bereken de snelheid waarmee hij de hindernis raakt en zijn constante versnelling gedurende de remweg. Uit de plaatsfunctie  $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  kunnen we de versnelling halen:

$$a = \frac{2x - 2v_0 t}{t^2} = -3,125 \text{ m/s}^2$$

Substitutie van de versnelling in de snelheidsfunctie levert:

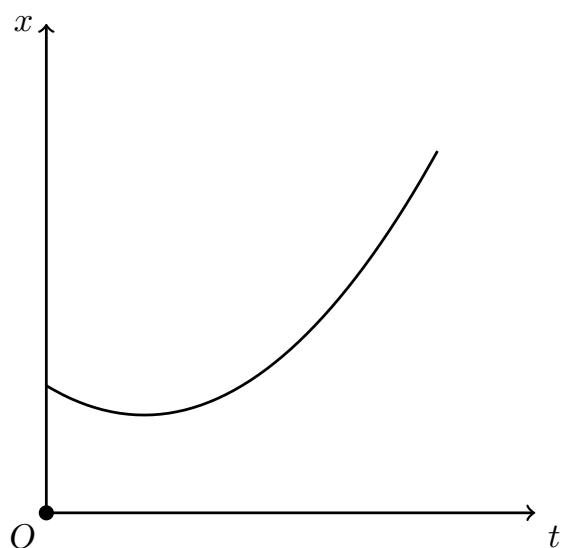
$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &= v_0 + \left(\frac{2x - 2v_0 t}{t^2}\right) t \\ &= \frac{2x}{t} - v_0 \\ &= 2,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Een andere (snellere) mogelijkheid om de snelheid te vinden is die te halen uit  $x = \frac{v_0 + v}{2} t$ .

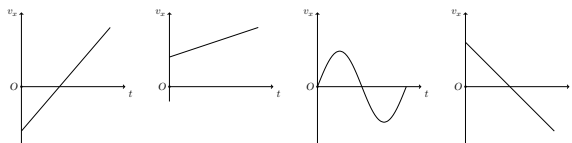
**Oefening 13** Twee fietsers vertrekken gelijktijdig om een afstand van 200 m af te leggen. De eerste rijdt met een constante snelheid van  $4,0 \text{ m/s}$ , terwijl de tweede vertrekt met een snelheid van  $1,00 \text{ m/s}$  en de afstand van 200 m met een EVRB met een versnelling van  $0,20 \text{ m/s}^2$  aflegt. Waar zal de tweede fietser de eerste inhalen en wanneer?  $t = \frac{2(v_a - v_{b,0})}{a} = 30 \text{ s}$ ,  $x = v_a t = \frac{2v_a(v_a - v_{b,0})}{a} = 120 \text{ m}$

**Oefening 14** Een trein vertrekt om 12u00 in het station a en rijdt naar het station b, op 15 km van a gelegen. De eerste 1000 m worden afgelegd met een EVRB en de verkregen snelheid is  $72 \text{ km h}^{-1}$ . Die snelheid blijft constant tot op 250 m van b. Hier begint de trein te vertragen. Om hoe laat komt de trein in station b toe? Maak de  $v(t)$ -grafiek.

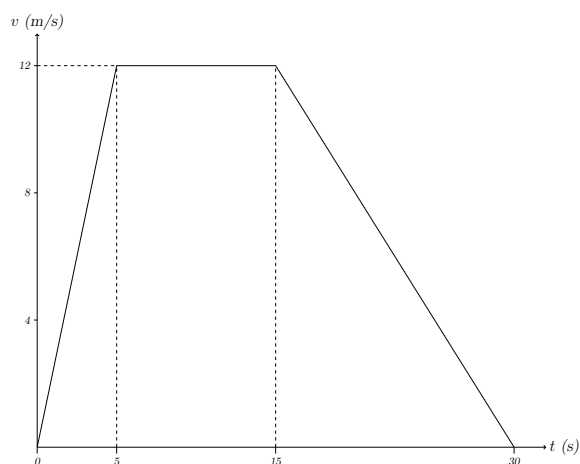
**Oefening 15** Een deeltje beschrijft een eendimensionale beweging op de  $x$ -as. De positie als functie van de tijd is hiernaast weergegeven in een  $x(t)$ -diagram. Duid de onderstaande grafiek aan die het best het verloop weergeeft van de snelheidscomponent  $v$  van dat deeltje als functie van de tijd.



Figuur 1: De grafiek van de plaatsfunctie  $x(t)$ -diagram



**Oefening 16** Een deeltje beweegt in de zin van de  $x$ -as. De onderstaande grafiek geeft aan hoe de grootte van de snelheid verandert als functie van de tijd.

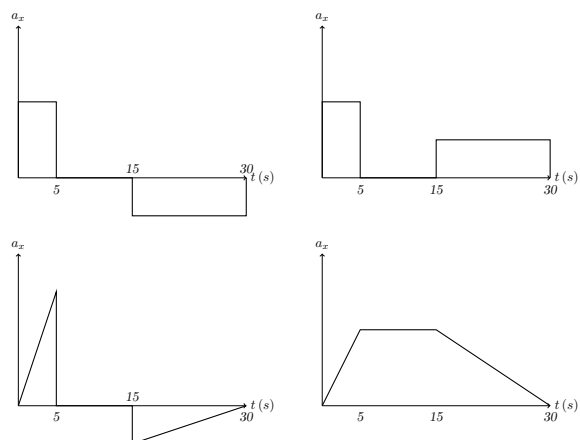


Figuur 2: snelheidsfunctie

**Vraag 16.1** De afstand afgelegd na 15 s bedraagt:

**Vraag 16.2** Na 30 s heeft het deeltje een welbepaalde afstand afgelegd. Hoe groot zou de constante snelheid van het deeltje moeten zijn om in 30 s dezelfde afstand af te leggen?

**Vraag 16.3** Welke figuur geeft kwalitatief het verloop van de versnellingscompont van het deeltje weer?



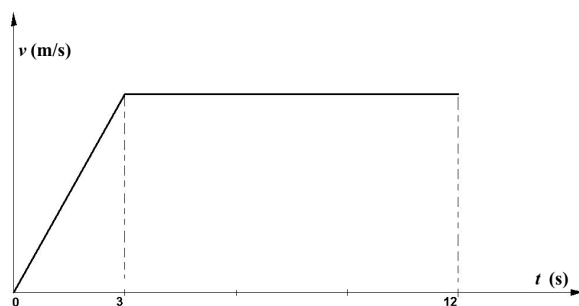
**Oefening 17** (\*\*\*) Maggie en Jennifer lopen de 100 m. Beiden doen ze er exact 10,2 s over. Met een eenparige versnelling bereikt Maggie na 2 s haar maximale snelheid, Jennifer doet dat na 3 s. Hun maximale snelheden houden ze aan voor de rest van de wedstrijd.

**Vraag 17.1** Wat zijn hun maximale snelheden?  $v_1 = \frac{2x_2}{2t_2 - t_1}$

**Vraag 17.2** Wat is de versnelling van iedere sprinter?  $a = \frac{2x_2}{(2t_2 - t_1)t_1}$

**Vraag 17.3** Wie heeft er voorsprong na 6 s, en hoeveel?  $x_M - x_J = \frac{2x_2}{2t_2 - t_{1,M}}(t - \frac{t_{1,M}}{2}) - \frac{2x_2}{2t_2 - t_{1,J}}(t - \frac{t_{1,J}}{2})$

Snelheidsgrafiek van Jennifer:



**Oefening 18** Een auto die  $90 \text{ km h}^{-1}$  rijdt, ligt  $100 \text{ m}$  achter op een vrachtwagen die  $75 \text{ km h}^{-1}$  rijdt. Hoeveel tijd kost het de auto om de vrachtwagen in te halen?  $t = \frac{x_0}{v_a - v_v} = 24 \text{ s}$

**Oefening 19** De snelheid van een trein verandert eenparig in 2 minuten van  $20 \text{ km h}^{-1}$  tot  $30 \text{ km h}^{-1}$ . De trein rijdt gedurende die tijd over een rechte spoorlijn.

**Vraag 19.1** Bepaal de versnelling.

**Vraag 19.2** Bepaal de afstand die de trein heeft afgelegd gedurende deze 2 minuten.

**Oefening 20** Een auto trekt in  $5,0 \text{ s}$  op van  $10 \text{ m/s}$  naar  $25 \text{ m/s}$ . Wat was de versnelling in de veronderstelling dat de auto een EVRB ondergaat? Welke afstand legde de auto in deze periode af?  $a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = 3 \text{ m/s}^2$ ,  $x - x_0 = \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)(t - t_0) = 87,5 \text{ m}$

**Oefening 21** Op een vliegdekschip worden vliegtuigen gekatapulteerd op een startbaan van  $25 \text{ m}$ . Een opstijgend vliegtuig doorloopt dat traject vanuit rust op  $1 \text{ s}$  tijd en dat op eenparig versnelde manier.

Zoek zijn versnelling en de snelheid waarmee het de baan verlaat.

**Oefening 22** Een auto trekt vanuit rust op tot  $100 \text{ km h}^{-1}$  in  $6,0 \text{ s}$ . Als hij dat doet op een rechte baan met constante versnelling, welke afstand is er dan hiervoor nodig?  $a = \frac{v}{t} = 4,63 \text{ m/s}^2$ ,  $x = \frac{vt}{2} = 83,3 \text{ m}$

**Oefening 23** Een auto vertrekt vanuit rust en bereikt na  $3,0 \text{ km}$  een snelheid van  $450 \text{ km h}^{-1}$ . We onderstellen de versnelling constant en de baan recht. Bereken de versnelling en de tijd, nodig om die  $3,0 \text{ km}$  af te leggen. Omdat voor een EVRB de gemiddelde snelheid gegeven wordt door  $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$  en we de afgelegde afstand kennen, kunnen we de benodigde tijd gemakkelijk vinden. We kiezen  $t_0 = 0$ ,  $x_0 = 0$ . De beginsnelheid is nul zodat:

$$\begin{aligned}\Delta x &= \bar{v} \Delta t \\ \Downarrow \\ t &= \frac{x}{\left(\frac{v}{2}\right)} = \frac{2x}{v}\end{aligned}$$

Invullen van de gegevens levert een tijd van  $48 \text{ s}$ . Met het formulekje voor de snelheid vinden we de versnelling door de tijd te substitueren:

$$\begin{aligned}v &= at \\ \Updownarrow \\ a &= \frac{v}{t} = \frac{v}{\left(\frac{2x}{v}\right)} \\ &= \frac{v^2}{2x}\end{aligned}$$

Invullen van de gegeven grootheden levert een versnelling van  $2,6 \text{ m/s}^2$ .

**Oefening 24** Een vliegtuig landt met een snelheid van  $100 \text{ m/s}$ . Op de landingsbaan heeft het een vertraging van  $5,0 \text{ m/s}^2$ . Welke afstand heeft het vliegtuig nodig om tot stilstand te komen?

**Oefening 25** Een trein vertrekt uit een station en rijdt op een recht spoor met een eenparig versnelde beweging waarvan de versnelling  $0,50 \text{ m/s}^2$  bedraagt. Hoe groot is de afstand die de trein heeft afgelegd als zijn snelheid  $72,0 \text{ km h}^{-1}$  bedraagt?

**Oefening 26** Twee personen A en B voeren op dezelfde rechte en vanuit dezelfde beginstand een eenparige beweging uit. A vertrekt  $100 \text{ s}$  eerder dan B. Met een snelheid die dubbel zo groot is als die van A haalt B, op  $400 \text{ m}$  van het vertrekpunt, A in. Bereken beide snelheden en stel ze grafisch voor.

**Oefening 27** Aan het begin van een rechte landingsbaan, start een vliegtuig vanuit rust en versnelt met een constante versnelling langs de grond alvorens op



### Vraagstukken

te stijgen. Het legt 600 m af in 12 s. Bepaal de versnelling, de snelheid na 12 s en de afstand afgelegd gedurende de twaalfde seconde.

$$a = \frac{2x}{t^2} = 8,33 \text{ m/s}^2, v = \frac{2x}{t} = 100 \text{ m/s}, x(t = 12) - x(t = 11) = \frac{1}{2}a(t_{12}^2 - t_{11}^2) = 95,8 \text{ m}$$