

Vraagstukken

Oefening 1 Een automobilist rijdt gedurende 1,5 uur tegen 80 km/h en daarna gedurende dezelfde tijdsduur tegen 70 km/h.

- (a) Wat is zijn gemiddelde snelheid?
- (b) Met welke snelheid had hij moeten rijden om met een constante snelheid hetzelfde traject in dezelfde tijd af te leggen?

Oefening 1.1 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 2 Een automobilist legt 120 km af. De eerste helft van de weg legt hij af tegen 90 km/h, de tweede helft tegen 120 km/h. Wat is zijn gemiddelde snelheid?

Oefening 2.1 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 3 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 10 km/h zou fietsen, maar door de wind win of verlies je 2 km/h.

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 4 Een bowlingbal die met een constante snelheid voort rolt, 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 5 Een vliegtuig moet minstens een snelheid van 108 km/h hebben om te kunnen opstijgen. Indien de schroeven 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 kennen¹:

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

De startbaan moet dus minstens 300 m lang zijn.

Oefening 6 Een trein rijdt tegen een snelheid van 72 km/h 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:

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

¹De 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 7 Op een bevroren meer komt een glijdende hockeyschijf na 200 m tot stilstand. Als zijn initiële snelheid 3,00 m/s was, bepaal dan

- (a) de versnelling in de veronderstelling dat deze constant is,
- (b) de tijd die de schijf nodig heeft om tot stilstand te komen.

$$a = \frac{v_0^2}{2x} = 0,0225 \text{ m/s}^2; t = \frac{2x}{v_0} = 133,33 \text{ s}$$

Oefening 8 Een bootje vaart met een snelheid van 36,0 km/h een eerste tijdopnemer voorbij en drijft daarna eenparig zijn snelheid op. Na 20,0 s komt het voorbij een tweede tijdopnemer met een snelheid van 90,0 km/h. 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 9 Een auto vertrekt vanuit rust en bereikt na 3,0 km een snelheid van 450 km/h. We onderstellen de versnelling constant en de baan recht. Bereken de versnelling en de tijd, nodig om die 3,0 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 10 Een auto begint te remmen als hij zich 35 m van een hindernis bevindt. Zijn snelheid op dat moment is 54 km/h. 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:

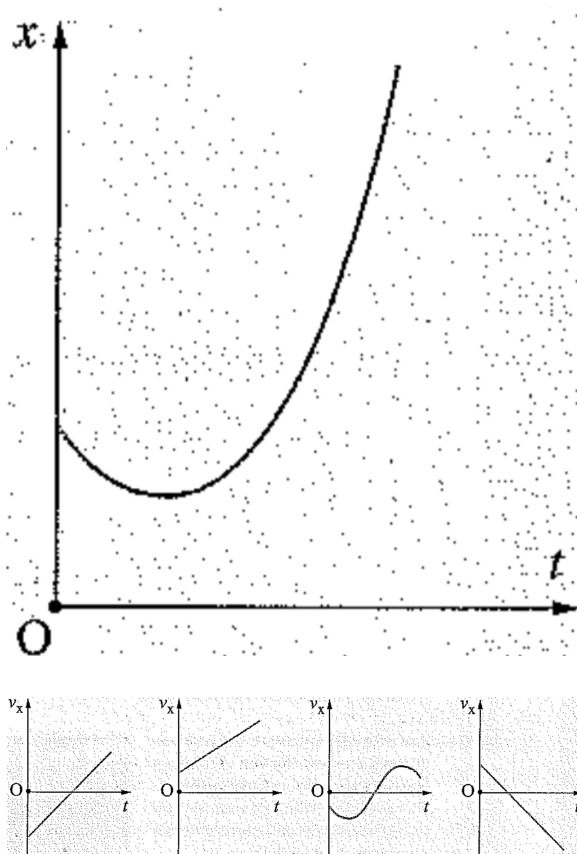
$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &= v_0 + \left(\frac{2x - 2v_0 t}{t^2}\right) t \\ &= \frac{2x}{t} - v_0 \\ &= 2,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

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

Oefening 11 Twee fietsers vertrekken gelijktijdig om een afstand van 200 m af te leggen. De eerste rijdt met een constante snelheid van 4,0 m/s, terwijl de tweede vertrekt met een snelheid van 1,00 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? $t = \frac{2(v_a - v_{b,0})}{a} = 30 \text{ s}$, $x = v_a t = \frac{2v_a(v_a - v_{b,0})}{a} = 120 \text{ m}$

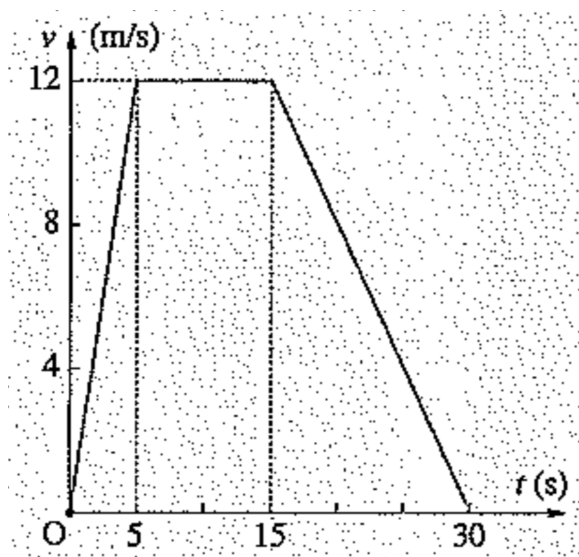
Oefening 12 Een trein verlaat het station a en rijdt naar het station b, op 15 km van a gelegen. De eerste 1000 m worden afgelegd met een EVRB en de verkregen snelheid is 72,0 km/h. Die snelheid blijft constant tot op 250 m van b. Hier begint de trein te vertragen. Wanneer komt hij in station b toe? Maak de $v(t)$ -grafiek.

Oefening 13 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.

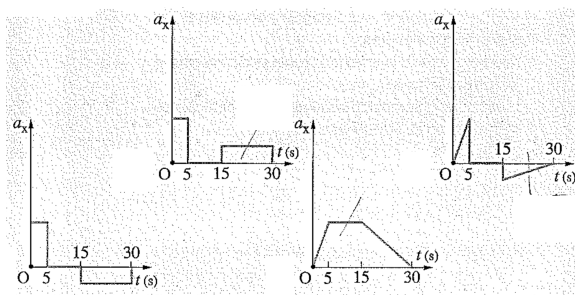


Oefening 14 Een deeltje beweegt in de zin van de x -as. De nevenstaande grafiek geeft aan hoe de grootte van de snelheid verandert als functie van de tijd.

- De afstand afgelegd na 15 s bedraagt:
- 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?



- (a) Het verloop van de versnellingscomponent van het deeltje wordt kwalitatief voorgesteld op figuur:

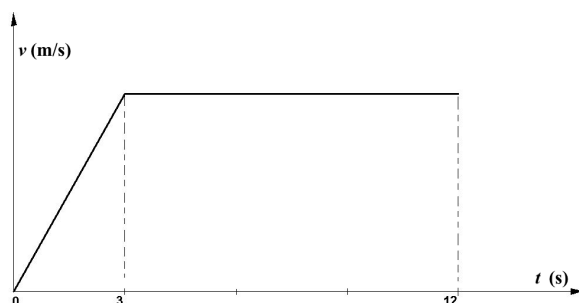


Oefening 15 (***) Maggie en Jennifer lopen de 100 m. Beiden doen ze er exact 10,2 seconden over. Met een eenparige versnelling bereikt Maggie na 2 s haar maximale snelheid, Jennifer doet dat na 3 s. Hun maximale snelheden houden ze aan voor de rest van de wedstrijd.

- (a) Wat zijn hun maximale snelheden?
 (b) Wat is de versnelling van iedere sprinter?
 (c) Wie heeft er voorsprong na 6 s, en hoeveel?

$$v_1 = \frac{2x_2}{2t_2 - t_1}; a = \frac{2x_2}{(2t_2 - t_1)t_1}; x_M - x_J = \frac{2x_2}{2t_2 - t_{1,M}} \left(t - \frac{t_{1,M}}{2}\right) - \frac{2x_2}{2t_2 - t_{1,J}} \left(t - \frac{t_{1,J}}{2}\right)$$

Snelheidsgrafiek van Jennifer:



Oefening 16 Welke afstand wordt er door een bungeejumper na een vrije val van 2,5 s afgelegd? $x = \frac{1}{2}gt^2 = 31 \text{ m}$

Oefening 17 Een auto die 90 km/h rijdt, ligt 100 m achter op een vrachtwagen die 75 km/h 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 18 De snelheid van een trein verandert eenparig in 2 minuten van 20 km/h tot 30 km/h. De trein rijdt gedurende die tijd over een rechte spoorlijn.

- (a) Bepaal de versnelling.
- (b) Bepaal de afstand die de trein heeft afgelegd gedurende deze 2 minuten.

Oefening 19 Een auto trekt in 5,0 s op van 10 m/s naar 25 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 20 Bij het katapulteren van vliegtuigen wordt een startbaan van 25,0 m gebruikt, die door het vliegtuig eenparig versneld in 1,00 s wordt doorlopen. Zoek zijn versnelling en de snelheid waarmee het de baan verlaat.

Oefening 21 Een auto trekt op tot 100 km/h in 6,0 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 22 Een auto vertrekt vanuit rust en bereikt na 3,0 km een snelheid van 450 km/h. We onderstellen de versnelling constant en de baan recht. Bereken

de versnelling en de tijd, nodig om die 3,0 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 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 23 Een vliegtuig landt met een snelheid van 100 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 24 Een trein vertrekt uit een station en rijdt 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 $72,0 \text{ km/h}$ bedraagt?

Oefening 25 Twee personen A en B voeren op dezelfde rechte en vanuit dezelfde beginstand een eenparige beweging uit. A vertrekt 100 s eerder dan B. Met een snelheid die dubbel zo groot is als die van A haalt B, op 400 m van het vertrekpunt, A in. Bereken beide snelheden en stel ze grafisch voor.

Oefening 26 Een vliegtuig start vanuit rust en versnelt met een constante versnelling langs de grond alvorens op 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.

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