

# 2 Bewegen

2 vwo

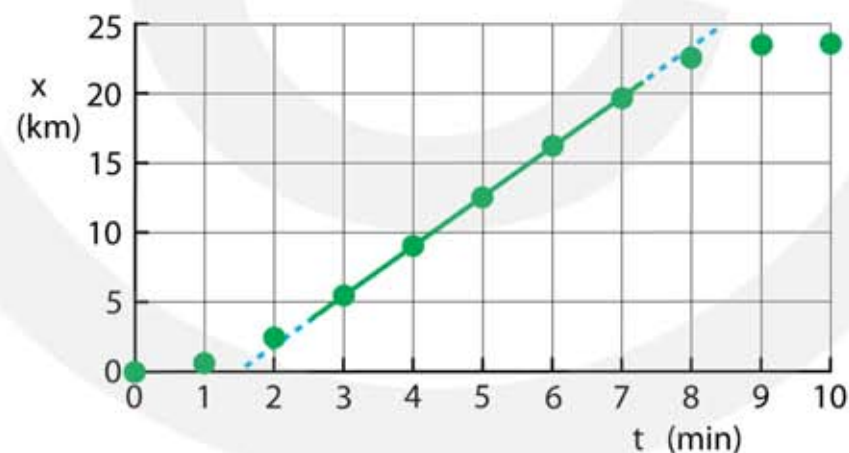
## 2.1 Het waarnemen van beweging

- 1\***
- a** Wat is bewegen?
- het veranderen van de plaats in de tijd
- b** Wat heb je nodig om te bepalen of iets beweegt?
- je moet op twee tijdstippen de plaats van een voorwerp meten
- c** Wat is het nulpunt bij het meten van de plaats?
- de plaats waar de nul op je liniaal ligt en de schaalverdeling begint
- d** Wat is het nulpunt bij het meten van de tijd?
- het tijdstip waarop je de klok aanzet
- 2\*\***
- a** Mag je concluderen dat de kat bewogen heeft?
- de plaats van de kat is anders op de verschillende tijdstippen
  - je mag concluderen dat de kat bewogen heeft
- b** Mag je concluderen dat de kat tijdens het nemen van de foto beweegt?
- tijdens het nemen van de foto kan de kat stil zitten
  - je mag het niet concluderen
- c** Mag je concluderen dat de kat een constante snelheid heeft?
- je hebt geen informatie over de snelheid
  - je mag het niet concluderen
- d** In welke richting heeft de kat bewogen?
- de kat beweegt van de plant naar de schemerlamp
- 3\***
- a** Wat is een (plaats, tijd)-tabel?
- een tabel met de plaats en de bijbehorende tijdstippen
- b** Hoeveel kolommen heeft een (plaats, tijd)-tabel?
- twee kolommen één voor de plaats en één voor de tijd

- c Welke kolom komt eerst?
- eerst de kolom voor tijd en daarna de kolom voor plaats
- d Waarom moet je aangeven welke eenheid je gebruikt voor de plaats en de tijd?
- anders weet je niet wat de getallen in de tabel voorstellen
- e Waar schrijf je de eenheid in een (plaats, tijd)-tabel?
- bovenaan bij de grootte, dus NIET bij ieder getal

- 4\*
- a Is de plaats op tijdstip  $t = 0$  seconde altijd 0 meter?
- nee dat hoeft niet, je kunt de klok starten op een andere plaats dan 0 meter
- b Kan een voorwerp op twee verschillende tijdstippen dezelfde plaats hebben?
- ja dat kan, bijvoorbeeld als het voorwerp omkeert
- c Kan een voorwerp op twee verschillende plaatsen dezelfde tijd hebben?
- nee dat kan niet, want op hetzelfde tijdstip kan een voorwerp niet op twee verschillende plaatsen zijn

- 5\*\*\* a Maak een (plaats, tijd)-diagram met de gegevens uit de tabel.



- b Geef aan wanneer de trein met constante snelheid rijdt.
- tussen  $t=3$  en  $t=7$  min rijdt de trein met constante snelheid
- c Geef aan wanneer de trein versnelt.
- de trein versnelt tussen  $t=0$  en  $t=3$  min
- d Geef aan wanneer de trein vertraagt.
- de trein vertraagt tussen  $t=7$  en  $t=9$  min
- e Geef aan wanneer de trein stilstaat.
- de trein staat stil tussen  $t=9$  en  $t=10$  min

- 6\***
- a** Wat is het symbool voor de plaats?
- x
- b** Welke eenheden mag je gebruiken voor de plaats?
- meter (m) of kilometer (km)
- c** Wat betekent de k in km?
- kilo is 1000
- d** Wat is het symbool voor tijd?
- t (kleine letter)
- e** Welke eenheden mag je gebruiken voor de tijd?
- seconde (s) of uur (h)
- f** Wat is het symbool voor "uur"?
- h van "hour" (Engels)
- g** Wat is het symbool voor snelheid?
- v van "velocity" (Engels)
- h** Wat is het symbool voor gemiddelde snelheid?
- $v_{gem}$
- 7\*\***
- a** Waaraan kun je zien dat Bea harder loopt dan Anna?
- de (x, t)-grafiek van Bea is steiler dan die van Anna
  - Bea loopt dus sneller
- b** Bepaal de snelheden van Anna en Bea.
- Anna:  $s = 500 - 200 = 300 \text{ m}$  |  $t = 300 \text{ s}$  |  $v_{gem} = \dots \text{ m/s}$
  - Anna:  $s = v_{gem} \cdot t \rightarrow 300 = v_{gem} \cdot 300 \rightarrow v_{gem} = 1,0 \text{ m/s}$
  - Bea:  $s = 500 \text{ m}$  |  $t = 400 \text{ s}$  |  $v_{gem} = \dots \text{ m/s}$
  - Bea:  $s = v_{gem} \cdot t \rightarrow 500 = v_{gem} \cdot 400 \rightarrow v_{gem} = 1,25 \text{ m/s}$
- 8\*\*\***
- a** Waaraan kun je zien dat Bert harder loopt dan Anton?
- de (x, t)-grafiek van Bert is steiler dan die van Anton
  - Bert loopt dus sneller
- b** Bepaal de snelheden van Anton en Bert.
- Anton:  $s = 500 \text{ m}$  |  $t = 400 \text{ s}$  |  $v_{gem} = \dots \text{ m/s}$
  - Anton:  $s = v_{gem} \cdot t \rightarrow 500 = v_{gem} \cdot 400 \rightarrow v_{gem} = 1,25 \text{ m/s}$
  - Bert:  $s = 500 \text{ m}$  |  $t = 450 - 200 = 250 \text{ s}$  |  $v_{gem} = \dots \text{ m/s}$
  - Bert:  $s = v_{gem} \cdot t \rightarrow 500 = v_{gem} \cdot 250 \rightarrow v_{gem} = 2,0 \text{ m/s}$

9\*\*\*

a Leg uit op welk moment de fietser omkeert.

- $t = 0 - 30 \text{ s} \rightarrow$  afstand wordt groter
- $t = 30 - 60 \text{ s} \rightarrow$  afstand wordt kleiner
- op  $t = 30 \text{ s}$  keert de fietser om

b Leg uit wanneer de fietser stilstaat.

- $t = 60 - 90 \text{ s} \rightarrow$  plaats verandert niet  $\rightarrow$  stilstaan
- $t = 150 - 180 \text{ s} \rightarrow$  plaats verandert niet  $\rightarrow$  stilstaan
- tussen  $t = 60 - 90 \text{ s}$  en tussen  $t = 150 - 180 \text{ s}$  staat de fietser stil

c Bepaal zijn gemiddelde snelheid in de eerste 30 seconden.

- aflezen: op  $t = 0$  seconde is de plaats 0 meter
- aflezen: op  $t = 30$  seconde is de plaats 150 meter
- $t_1 = 0 \text{ s} \mid x_1 = 0 \text{ m} \mid t_2 = 30 \text{ s} \mid x_2 = 150 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{150 - 0}{30 - 0} = 5,0 \text{ m/s}$$

d Bepaal zijn gemiddelde snelheid tussen  $t = 90 \text{ s}$  en  $t = 150 \text{ s}$ .

- $t_1 = 90 \text{ s} \mid x_1 = 0 \text{ m} \mid t_2 = 150 \text{ s} \mid x_2 = 300 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{300 - 0}{150 - 90} = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ m/s}$$

e Leg uit wanneer de fietser de grootste snelheid heeft.

- $(x, t)$ -grafiek is het steilst tussen  $t = 180 - 200 \text{ s}$
- de snelheid is het grootst tussen  $t = 180 - 200 \text{ s}$

f Wat is de grootste snelheid van de fietser?

- $t_1 = 180 \text{ s} \mid x_1 = 300 \text{ m} \mid t_2 = 200 \text{ s} \mid x_2 = 500 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{500 - 300}{200 - 180} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s}$$

g Wat is de gemiddelde snelheid van de fietser tijdens de hele rit?

- $t_1 = 0 \text{ s} \mid x_1 = 0 \text{ m} \mid t_2 = 200 \text{ s} \mid x_2 = 500 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$
- $$v_{\text{gem}} = \frac{500 - 0}{200 - 0} = 2,5 \text{ m/s}$$

- 10\***
- a** Hoe spreek je de Griekse letter  $\Delta$  uit?
- delta
- b** Wanneer gebruik je de letter  $\Delta$ ?
- om de verandering aan te geven (Griekse letter d voor "difference")
- c** Wat betekent  $\Delta x$ ?
- de verandering van de plaats:  $\Delta x = x_2 - x_1$
- d** Wat betekent  $\Delta t$ ?
- de verandering van de tijd:  $\Delta t = t_2 - t_1$

- 11\*\*\*\***
- a** Op welk tijdstip keert de wandelaar om?
- $t = 0 - 40$  s → afstand wordt groter
  - $t = 40 - 50$  s → afstand wordt kleiner
  - op  $t = 40$  s keert de wandelaar om
- b** Hoeveel meter heeft de wandelaar afgelegd tussen  $t = 0$  s en  $t = 100$  s?
- $t = 0 - 40$  s →  $\Delta x = 100 - 20 = 80$  m
  - $t = 40 - 100$  s →  $\Delta x = 100 - (-80) = 180$  m
  - $t = 0 - 100$  s →  $\Delta x = 80 + 180 = 260$  m
  - de afgelegde afstand is 260 meter
- c** Hoever is de wandelaar verplaatst tussen  $t = 0$  s en  $t = 100$  s?
- $t_1 = 0$  s |  $x_1 = 20$  m |  $t_2 = 100$  s |  $x_2 = -80$  m
  - $\Delta x = x_2 - x_1$  →  $\Delta x = -80 - 20 = -100$  m
  - de verplaatsing is 100 meter
- d** Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 40$  s?
- $t_1 = 0$  s |  $x_1 = 20$  m |  $t_2 = 40$  s |  $x_2 = 100$  m |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s
  - $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{100 - 20}{40 - 0} = \frac{80}{40} = 2,0$  m/s
- e** Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen  $t = 40$  en  $t = 60$  s?
- $t_1 = 40$  s |  $x_1 = 100$  m |  $t_2 = 60$  s |  $x_2 = -60$  m |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s
  - $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{-60 - 100}{60 - 40} = \frac{-160}{20} = -8,0$  m/s
  - *minteken want hij beweegt in negatieve richting van +100 naar -60 meter*

f Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen  $t = 60$  en  $t = 100$  s?

- $t_1 = 60$  s |  $x_1 = -60$  m |  $t_2 = 100$  s |  $x_2 = -80$  m |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $$v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- $$v_{\text{gem}} = \frac{-80 - (-60)}{100 - 60} = \frac{-20}{40} = -0,5 \text{ m/s}$$

- *minteken want je beweegt in negatieve richting van -60 naar -80 meter*

---

## 2.2 Bewegen met een constante snelheid

- 1\***
- a** Hoeveel seconden zitten er in één minuut?
- 60
- b** Hoeveel minuten zitten er in één uur?
- 60
- c** Hoeveel seconden zitten er in één uur?
- $60 \cdot 60 = 3600$
- d** Hoeveel seconden zitten er in één kwartier?
- $60 \cdot 15 = 900$
- e** Hoeveel seconden zitten er in 1 uur en 20 minuten?
- 1 uur en 20 minuten is  $60 + 20 = 80$  minuten
  - $60 \cdot 80 = 4800$  s
- 2\*\***
- a** Wat is de gemiddelde snelheid van de trein tussen Leiden en Amsterdam?
- $t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$  |  $s = 45 \text{ km}$  |  $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $45 = v_{\text{gem}} \cdot 0,5 \rightarrow v_{\text{gem}} = 90 \text{ km/h}$
- b** Hoeveel uur doet de trein er over om van Leiden naar Schiphol te rijden?
- $v_{\text{gem}} = 100 \text{ km/h}$  |  $s = 30 \text{ km}$  |  $t = \dots \text{ h}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $30 = 100 \cdot t \rightarrow t = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ h}$
- c** Hoeveel minuten is dit?
- $t = 0,3 \text{ h} \rightarrow t = 0,3 \cdot 60 = 18 \text{ minuten}$
- 3\*\***
- a** Hoelang duurt de treinreis van Leiden naar Utrecht.
- $v_{\text{gem}} = 20 \text{ m/s}$  |  $s = 60 \text{ km} = 60000 \text{ m}$  |  $t = \dots \text{ h}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $60000 = 20 \cdot t \rightarrow t = \frac{60000}{20} = 3000 \text{ s}$  (= 50 minuten)

b Bereken de snelheid van de trein in kilometer per uur.

- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
- $20 \text{ m/s} = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ km/h}$

4\*\*\* a Hoeveel meter heeft opa na 20 minuten afgelegd?

- $v_{\text{gem}} = 1,2 \text{ m/s} \quad | \quad t = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 1,2 \cdot 1200 = 1440 \text{ m}$

b Hoelang doet opa erover voordat hij weer thuis is?

- $v_{\text{gem}} = 0,8 \text{ m/s} \quad | \quad s = 1440 \text{ m} \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $1440 = 0,8 \cdot t \rightarrow t = \frac{1440}{0,8} = 1800 \text{ s} \quad (= 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h})$

5\*\*\* a Hoeveel minuten moet oma rijden?

- $s = 8 \text{ km} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 15 \text{ km/h} \quad | \quad t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8 = 15 \cdot t \rightarrow t = \frac{8}{15} = 0,5333 \text{ h}$
- gevraagd: tijd in minuten  $\rightarrow 0,5333 \text{ h} = 60 \cdot 0,5333 = 32 \text{ minuten}$

OOK GOED

- $s = 8000 \text{ m} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 15 \text{ km/h} \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
- $15 \text{ km/h} = \frac{15}{3,6} = 4,1667 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8000 = 4,1667 \cdot t \rightarrow t = \frac{8000}{4,1667} = 1920 \text{ s}$
- gevraagd: tijd in minuten  $\rightarrow 1920 \text{ s} = \frac{1920}{60} = 32 \text{ minuten}$

b Hoeveel seconden zijn dit?

- een minuut heeft 60 seconden
- $32 \text{ minuten} = 32 \cdot 60 = 1920 \text{ s}$

c Hoe laat komt oma aan bij haar zus?

- de tocht duurt 32 minuten
- oma komt om 11.32 uur aan bij haar zus



d Bereken de gemiddelde snelheid die oma moet hebben om op tijd thuis te zijn.

- $s = 8 \text{ km} \mid t = 24 \text{ minuten} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

- $24 \text{ minuten} = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ h} \rightarrow t = 0,4 \text{ h}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $8 = v_{\text{gem}} \cdot 0,4 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{8}{0,4} = 20 \text{ km/h}$

6\*\*\*\* a Bereken hoe laat Jan moet vertrekken om niet te laat te komen.

- $s = 7,5 \text{ km} \mid v_{\text{gem}} = 14 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{ h}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $7,5 = 14 \cdot t \rightarrow t = \frac{7,5}{14} = 0,5357 \text{ h}$

- $0,5357 \text{ uur} = 0,5357 \cdot 60 = 32 \text{ minuten}$

- $5 \text{ minuten nodig voor zijn locker} \rightarrow t = 32 + 5 = 37 \text{ minuten}$

- Jan moet om 7 minuten voor acht van huis vertrekken

b Wat moet zijn gemiddelde snelheid zijn om op tijd op school aan te komen?

- $s = 7,5 \text{ km} \mid t = 20 \text{ minuten} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

- $20 \text{ minuten} = \frac{20}{60} = 0,333 \text{ h} \rightarrow t = 0,333 \text{ h}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $7,5 = v_{\text{gem}} \cdot 0,333 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{7,5}{0,333} = 22,5 \text{ km/h}$

c Bereken welke afstand Jan dan heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 12 \text{ km/h} \mid t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h} \mid s = \dots \text{ km}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $s = 12 \cdot 0,5 = 6 \text{ km}$

d Bereken welke gemiddelde snelheid hij minimaal moet hebben om om 8.00 uur op school te zijn.

- Jan moet nog  $7,5 - 6 = 1,5 \text{ km}$  afleggen

- Jan heeft nog een kwartier  $\rightarrow 15 \text{ minuten} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ uur}$

- $s = 1,5 \text{ km} \mid t = 0,25 \text{ h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $1,5 = v_{\text{gem}} \cdot 0,25 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,5}{0,25} = 6 \text{ km/h}$

7\*\*\*

a Bereken hoe lang de trein over het eerste deel doet.

- $s = 200 \text{ km} \mid v_{\text{gem}} = 150 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{ h}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $200 = 150 \cdot t \rightarrow t = \frac{200}{150} = 1,333 \text{ h}$

- $0,333 \text{ uur} = 0,333 \cdot 60 = 20 \text{ minuten}$

- de trein doet 1 uur en 20 minuten over het eerste deel

b Bereken de snelheid van de trein bij het tweede deel.

- $s = 450 - 200 = 250 \text{ km} \mid t = 75 \text{ minuten} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

- 75 minuten is 1 uur en 15 minuten  $\rightarrow 15 \text{ minuten} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ uur}$

- $t = 1 + 0,25 = 1,25 \text{ h}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $250 = v_{\text{gem}} \cdot 1,25 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{250}{1,25} = 200 \text{ km/h}$

c Bereken de gemiddelde snelheid van de trein over het hele traject naar Parijs.

- totale afstand is 450 km

- totale tijd is  $1,333 + 1,25 = 2,583 \text{ uur}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $450 = v_{\text{gem}} \cdot 2,583 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{450}{2,583} = 174 \text{ km/h}$

8\*\*\*

a Bereken de gemiddelde snelheid van Dafne in m/s.

- $s = 200 \text{ m} \mid t = 21,63 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $200 = v_{\text{gem}} \cdot 21,63 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{200}{21,63} = 9,246 \text{ m/s}$

b Bereken de gemiddelde snelheid van Dafne in km/h.

- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$

- $9,246 \text{ m/s} = 9,246 \cdot 3,6 = 33,29 \text{ km/h}$

c Bereken de afstand van Dafne in de eerste 12 seconden.

- $t = 12 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = 8,5 \text{ m/s} \mid s = \dots \text{ m}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $s = 8,5 \cdot 12 = 102 \text{ m}$

+ d Bereken de gemiddelde snelheid van Dafne tussen 12 en 21,63 s.

- $s = 200 - 102 = 98 \text{ m}$
- $t = 21,63 - 12 = 9,63 \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $98 = v_{\text{gem}} \cdot 9,63 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{98}{9,63} = 10,18 \text{ m/s} \quad (= 36,64 \text{ km/h})$

9\*\*\* a Leg uit waarom er een tijdverschil is tussen de lichtflits en de donder.

- de lichtsnelheid is veel groter dan de snelheid van het geluid
- het licht en het geluid ontstaan tegelijkertijd
- het licht komt eerder bij je aan dan het geluid

b Bereken hoever het onweer van je vandaan is.

- $v_{\text{gem}} = 343 \text{ m/s} \quad | \quad t = 6,0 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 343 \cdot 6 = 2058 \text{ m}$

### Vastleggen van een beweging

10\*\* a Leg uit hoe je een stroboscopische foto maakt.

- de kamer is donker
- de lens van fotocamera staat de hele tijd open
- een flitslamp geeft lichtflitsen met een vaste frequentie

b Bepaal de afstand die de bal aflegt tussen de 1<sup>e</sup> en de 2<sup>e</sup> flits.

- kijk naar de achterkant van de bal
- 1<sup>e</sup> flits: plaats = 0 cm
- 2<sup>e</sup> flits: plaats = 35 cm
- afstand = verandering van plaats =  $35 - 0 = 35 \text{ cm}$

c Bepaal de afstand die de bal aflegt tussen de 4<sup>e</sup> en de 5<sup>e</sup> flits.

- kijk naar de achterkant van de bal
- 4<sup>e</sup> flits: plaats = 90 cm
- 5<sup>e</sup> flits: plaats = 110 cm
- afstand = verandering van plaats =  $110 - 90 = 20 \text{ cm}$

d Leg uit of de bal op het begin of aan het einde sneller beweegt.

- in de zelfde tijd legt de bal tussen flits 1 en 2 een grotere afstand af dan tussen flits 4 en 5
- de bal beweegt op het begin sneller dan aan het eind

e Leg uit of de bal versnelt of vertraagt.

- de snelheid neemt af
- de bal vertraagt

11\*\*\* a Leg uit of de snelheid van de bal constant, versneld of vertraagd is.

- de tijd tussen twee lichtflitsen is constant
- de afstand tussen de ballen neemt toe
- de snelheid neemt toe → versnelling

b Meet de verplaatsing van de bal tussen flits 1 en flits 2 op 1 mm nauwkeurig en bepaal hiermee de gemiddelde snelheid van de bal tussen flits 1 en flits 2.

- neemt voorzijde of achterzijde van de bal bij flits 1 en flits 2
- opmeten: verplaatsing is 24 mm
- werkelijke verplaatsing:  $24 \cdot 25 = 600 \text{ mm} = 0,60 \text{ m}$

- $6 = 0,60 \text{ m} \quad | \quad t = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

- $0,6 = v_{\text{gem}} \cdot 0,2 \rightarrow v_{\text{gem}} = 3,0 \text{ m/s}$

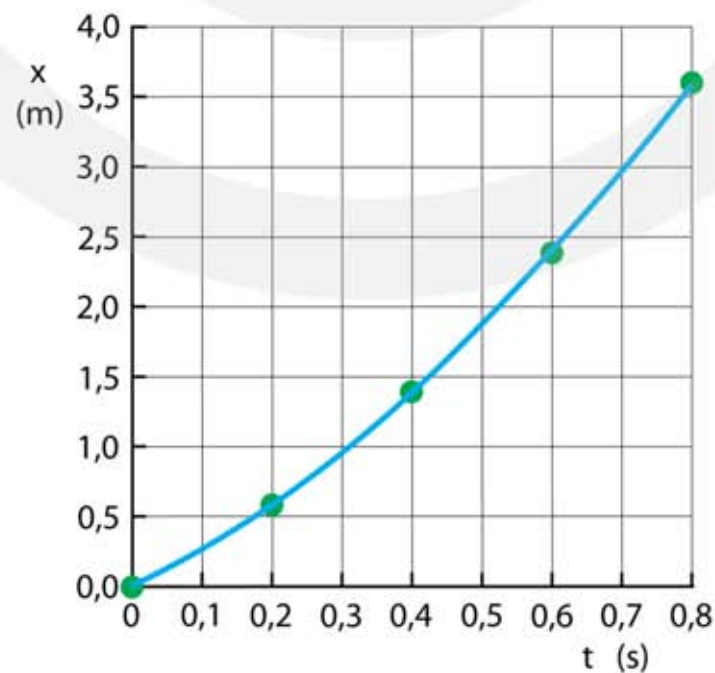
c Maak een (plaats, tijd)-tabel van de beweging van de bal.

- je eigen meetwaarden kunnen een beetje afwijken

Tijd (s)	Opmeten (mm)	Afstand (m)
0,00	0	0,00
0,20	24	0,60
0,40	56	1,4
0,60	96	2,4
0,80	144	3,6

d Maak een (plaats, tijd)-diagram van de beweging van de bal.

- zet je eigen meetwaarden in het diagram
- je grafiek heeft andere waarden bij de verticale as maar wel dezelfde vorm



- 12\*\*\*\***
- a** Controleer met je geodriehoek dat de lengte van de cheeta op de film van het puntje van zijn neus tot het puntje van zijn staart 22 mm is.
- kijk naar 4<sup>e</sup> beeldje en meet de lengte van de cheeta op
- b** Bereken met welke factor de cheeta op de film is verkleind.
- 22 mm is in werkelijkheid 2750 mm
  - 1 mm is in werkelijkheid  $\frac{2750}{22} = 125$  mm
  - verkleining met factor 125
- c** Controleer met je geodriehoek dat de cheeta tussen twee opeenvolgende beeldjes 6,4 mm verschuift en bepaal hiermee de afstand die de cheeta tussen de beeldjes aflegt.
- meet de verschuiving van de cheeta tussen twee beeldjes
  - 1 → 2: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid  $6,4 \cdot 125 = 800$  mm (0,80 m)
  - 2 → 3: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid  $6,4 \cdot 125 = 800$  mm (0,80 m)
  - 3 → 4: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid  $6,4 \cdot 125 = 800$  mm (0,80 m)
  - 4 → 5: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid  $6,4 \cdot 125 = 800$  mm (0,80 m)
- d** Leg uit of de cheeta een constante snelheid heeft.
- tussen twee beeldjes is de afstand steeds 6,4 mm (0,80 m in werkelijkheid)
  - de cheeta beweegt met een constante snelheid
- e** Bereken de snelheid van de cheeta.
- tijd tussen twee beeldjes is  $\frac{1}{30} = 0,03333$  s
  - 0,80 m in 0,03333 seconden
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $0,8 = v_{\text{gem}} \cdot 0,03333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 24$  m/s
- f** Hoeveel km/h is dit?
- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
  - $24 \text{ m/s} = 24 \cdot 3,6 = 86,4 \text{ km/h}$

- 13\*\*\***
- a** Bereken de afstand tussen Flipper en Flapper.
- $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s} \mid t = 0,60 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 1510 \cdot 0,6 = 906,2 \text{ m}$
  - het geluid is heen en weer gereisd
  - afstand tussen Flipper en Flapper:  $\frac{906}{2} = 453 \text{ m}$

- b** Welke conclusie mag Flipper nu trekken?
- Flipper mag concluderen dat Flapper dichterbij is
  - de afstand tussen Flipper en Flapper is nu
- c** Na hoeveel seconde hoort Flipper de echo als Flapper op 300 m afstand is?
- het geluid is heen en weer gegaan → het geluid legt  $300 \cdot 2 = 600$  m af
  - $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s}$  |  $s = 600 \text{ m}$  |  $t = \dots \text{ s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $600 = 1510 \cdot t \rightarrow t = 0,39735 = 0,40 \text{ s}$

- 14\*\*\***
- a** Bereken de diepte van de zee ter plaatse.
- $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s}$  |  $t = 3,0 \text{ s}$  |  $s = \dots \text{ m}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 1510 \cdot 3 = 4530 \text{ m}$
  - het geluid is heen en weer gereisd
  - de diepte van de zee ter plaatse:  $\frac{4530}{2} = 2265 \text{ m}$
- b** Bereken de tijd tussen het uitzenden en het ontvangen van de puls.
- het geluid is heen en weer gegaan → het geluid legt  $4300 \cdot 2 = 8600$  m af
  - $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s}$  |  $s = 8600 \text{ m}$  |  $t = \dots \text{ s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $8600 = 1510 \cdot t \rightarrow t = 5,695 = 5,7 \text{ s}$

## 2.3 Het berekenen van de plaats en de tijd

- 1\* a Wat is je gemiddelde snelheid in meter per seconde?
- $s = 150 \text{ m}$  |  $t = 25 \text{ s}$  |  $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{150}{25} = 6,0 \text{ m/s}$
- b Hoeveel kilometer per uur is dit?
- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
  - $6 \text{ m/s} = 6 \cdot 3,6 = 21,6 \text{ km/h}$
- 2\*\* a Bereken hoe groot de afstand is die je hebt gereden.
- 45 minuten is  $\frac{45}{60} = 0,75$  uur
  - $v_{\text{gem}} = 90 \text{ km/h}$  |  $t = 12,75 \text{ h}$  |  $s = \dots \text{ m}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 90 \cdot 12,75 = 1147,5 \text{ km}$
- 3\*\* a Bereken hoe laat je van huis moet vertrekken om op tijd op school te komen.
- $s = 4,8 \text{ km}$  |  $v_{\text{gem}} = 10 \text{ km/h}$  |  $t = \dots \text{ h}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $4,8 = 10 \cdot t \rightarrow t = 0,48 \text{ h}$
  - $0,48 \text{ h} = 0,48 \cdot 60 = 28,8 \text{ min}$
  - je moet 28,8 minuten voor 8.30 uur vertrekken  $\rightarrow$  om 8,01 uur
- 4\*\* a Bereken hoe groot je gemiddelde snelheid moet zijn om niet te laat te komen.
- $s = 6,5 \text{ km} = 6500 \text{ m}$  |  $t = 20 \text{ minuten} = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s}$  |  $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{6500}{1200} = 5,4 \text{ m/s}$  (19,5 km/h)

**5\*\*** a Bereken de afstand die Jaap aflegt.

- 40 minuten is  $\frac{40}{60} = 0,6667$  uur
- $v_{\text{gem}} = 22 \text{ km/h} \mid t = 0,6667 \text{ uur} \mid s = \dots \text{ km}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 22 \cdot 0,6667 = 14,7 \text{ km}$

**6\*** a Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

- $s = 5847 \text{ km} \mid t = 7 \text{ h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{5847}{7} = 835 \text{ km/h}$

b Bereken hoelang de vliegtijd is als je vanaf Amsterdam naar Singapore vliegt.

- $s = 11337 \text{ km} \mid v_{\text{gem}} = 835 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $11337 = 835 \cdot t \rightarrow t = 13,577 = 13,6 \text{ h}$

**7\*\*\*** a Waaraan kun je zien dat zowel in Deel 1 als in Deel 2 de snelheid van de hardloper constant is.

- in beide delen is de (x, t)-grafiek een rechte lijn

b Leg uit wat er gebeurt op  $t = 30$  minuten.

- op  $t = 30$  min neemt de steilheid van de grafiek af
- de steilheid is gelijk aan de snelheid
- op  $t = 30$  min neemt de snelheid af

c Bepaal de snelheid van de hardloper in Deel 1 in km/h.

- $\Delta x = 15 \text{ km} \mid \Delta t = 30 \text{ minuten} = 0,5 \text{ h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{15}{0,5} = 30 \text{ km/h}$

d Bereken hoeveel meter per seconde deze snelheid is.

- $\text{km/h} \rightarrow \text{m/s}$  delen door 3,6
- $\frac{30}{3,6} = 8,3333 = 8,3 \text{ m/s}$



e Bepaal de snelheid van de hardloper in Deel 2 in km/h en in m/s.

- $\Delta x = 10 \text{ km} \quad | \quad \Delta t = 50 \text{ minuten} = \frac{50}{60} \text{ uur} = 0,833 \text{ h} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

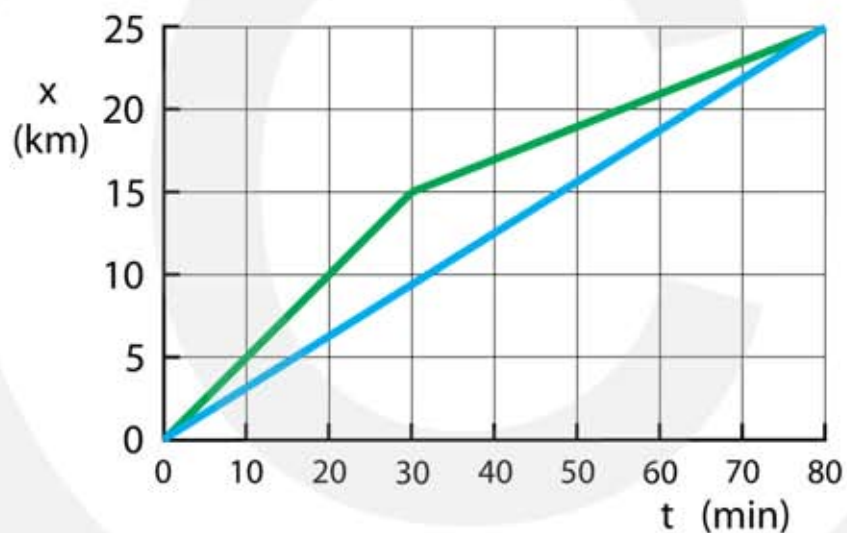
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{10}{0,833} = 12 \text{ km/h}$

- $12 \text{ km/h} \rightarrow \frac{12}{3,6} = 3,3333 = 3,3 \text{ m/s}$

f Teken in de figuur de (x, t)-grafiek van de tweede hardloper.

- op t=0 vertrekken beide hardlopers tegelijk
- na 80 minuten komen ze tegelijkertijd op dezelfde plaats
- de (x, t)-grafiek begint en eindigt op dezelfde punten als voor de eerste hardloper
- constante snelheid  $\rightarrow$  de (x, t)-grafiek is een rechte lijn



g Bereken de snelheid van de tweede hardloper in km/h en in m/s.

- $\Delta x = 25 \text{ km} \quad | \quad \Delta t = 80 \text{ minuten} = \frac{80}{60} = 1,33 \text{ h}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{25}{1,33} = 18,75 \text{ km/h}$

- $18,75 \text{ km/h} \rightarrow \frac{18,75}{3,6} = 5,2 \text{ m/s}$

8\*\*\* a Hoeveel seconden zitten er in een jaar?

- $1 \text{ uur} = 60 \cdot 60 = 3600 \text{ s}$
- $24 \text{ uur per dag en } 365 \text{ dagen per jaar}$
- $1 \text{ jaar} = 3600 \cdot 24 \cdot 365 = 31.536.000 \text{ s}$

**b** Wat is de gemiddelde snelheid van Afrika in km/h?

- $s = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$  |  $t = 31536000 \text{ s}$  |  $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $0,02 = v_{\text{gem}} \cdot 31536000 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{31536000} = 0,000000000632 \text{ m/s}$

**c** Over hoeveel jaar wordt de straat van Gibraltar gesloten?

- $2,0 \text{ cm per jaar} = 0,00002 \text{ km per jaar}$
  - $\frac{14}{0,00002} = 700.000 \text{ jaar}$
  - de straat van Gibraltar wordt over 700.000 jaar gesloten
- OOK GOED

- maak een verhoudingstabel: 

$\frac{0,00002}{1}$		$\frac{14}{x}$
---------------------	--	----------------
- kruislings vermenigvuldigen
- $0,00002 \cdot x = 14 \cdot 1 \rightarrow x = \frac{14}{0,00002} = 700.000$
- over 700.000 jaar

**9\*\*\*** **a** Bereken hoeveel seconde het licht erover doet om van de zon naar de Proxima Centauri te reizen.

- $s = 4,05 \cdot 10^{16} \text{ m}$  |  $v_{\text{gem}} = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  |  $t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $4,05 \cdot 10^{16} = 3,0 \cdot 10^8 \cdot t \rightarrow t = 1,35 \cdot 10^8 \text{ s}$

**b** Bereken hoeveel jaar het licht er over doet om van de zon naar de Proxima Centauri te reizen.

- een uur heeft  $60 \cdot 60 = 3600 \text{ s}$
- een dag heeft  $24 \text{ uur} \cdot 3600 = 86400 \text{ s}$
- een jaar heeft 365 dagen  $365,5 \cdot 86400 = 3,15576 \cdot 10^7 \text{ s}$
- tijd nodig om naar de Proxima Centauri te reizen is  $1,35 \cdot 10^8 \text{ s}$
- aantal jaar nodig  $\frac{1,35 \cdot 10^8}{3,15576 \cdot 10^7} = 4,27789 = 4,3 \text{ jaar}$

**c** Bereken de afstand tussen de zon en de Proxima Centauri in lichtjaar.

- het licht heeft 4,3 jaar nodig om naar de Proxima Centauri te reizen
- de afstand tussen de zon en de Proxima Centauri is 4,3 lichtjaar

10<sup>+</sup> a Bereken de gemiddelde snelheid van de Thalys op de rit Amsterdam – Parijs.

- eerste deel  $t_1$  is 2 uur + 40 minuten  $\rightarrow t_1 = 2,666667$  h
- tweede deel  $t_2$  is 1 uur + 25 minuten  $\rightarrow t_2 = 1,416667$  h
- totale tijd  $t_{\text{tot}} = t_1 + t_2 \rightarrow t_{\text{tot}} = 4,083333$  h
- totale afstand  $s_{\text{tot}} = 450$  km
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 450 = v_{\text{gem}} \cdot 4,083333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 110,204 = 110$  km/h

b Bereken de gemiddelde snelheid op het deel Brussel – Parijs.

- tweede deel  $t_2$  is 1 uur + 25 minuten  $\rightarrow t_2 = 1,416667$  h
- tweede deel  $s_2 = 250$  km
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 250 = v_{\text{gem}} \cdot 1,416667 \rightarrow v_{\text{gem}} = 176,47 = 176$  km/h

c Bereken de gemiddelde snelheid gedurende de rest van de rit Brussel – Parijs.

- 30 minuten met 300 km/h
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 300 \cdot 0,5 = 150$  km
- resterende afstand  $s_{\text{rest}} = 250 - 150 = 100$  km
- resterende tijd  $t_{\text{rest}} = 1,416667 - 0,50 = 0,916667$  h
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 100 = v_{\text{gem}} \cdot 0,916667 \rightarrow v_{\text{gem}} = 109,09 = 109$  km/h

## Twee bewegende voorwerpen

11<sup>\*\*\*\*</sup> a Bereken na hoeveel seconden ze elkaar in de armen vallen.

- Romeo:  $v_{\text{gem}} = 18$  km/h = 5,0 m/s (delen door 3,6)
- Julia:  $v_{\text{gem}} = 7,2$  km/h = 2,0 m/s (delen door 3,6)
- Romeo en Julia hebben een snelheid van  $5 + 2 = 7$  m/s ten opzichte van elkaar
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $77 = 7 \cdot t \rightarrow t = 11$  s

b Bereken hoeveel meter Romeo heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 5$  m/s |  $t = 11$  s |  $s = \dots$  m
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 5 \cdot 11 = 55$  m

c Bereken hoeveel meter Julia heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 2$  m/s |  $t = 11$  s |  $s = \dots$  m
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2 \cdot 11 = 22$  m

- 12\*\*\*\*** a Bereken op welk tijdstip de scooter de fiets inhaalt.
- $x_{0F} = 50 \text{ m}$  |  $x_{0S} = 0 \text{ m}$  |  $v_F = 5,0 \text{ m/s}$  |  $v_S = 10 \text{ m/s}$
  - $x = x_0 + v_{\text{gem}} \cdot t$
  - **fiets:**  $x_F = 50 + 5 \cdot t$
  - **scooter:**  $x_S = 10 \cdot t$
  - scooter en fiets op dezelfde plaats  $x_S = x_F$
  - $10 \cdot t = 50 + 5 \cdot t \rightarrow 5 \cdot t = 50 \rightarrow t = 10 \text{ s}$

OOG GOED

- iedere seconde komt de scooter 5 meter dichterbij de fiets
- op het begin is de afstand tussen de scooter en de fiets 50 meter
- na 10 seconde heeft de scooter 50 meter ingehaald

- b** Bereken op welk tijdstip de scooter 20 m voorbij de fiets is.

- **fiets:**  $x_F = 50 + 5 \cdot t$
- **scooter:**  $x_S = 10 \cdot t$
- scooter 20 m voorbij de fiets  $x_S = x_F + 20$
- $10 \cdot t = 50 + 5 \cdot t + 20 \rightarrow 5 \cdot t = 70 \rightarrow t = 14 \text{ s}$

OOK GOED

- iedere seconde komt de scooter 5 meter dichterbij de fiets
- de scooter moet  $50 + 20 = 70 \text{ m}$  inhalen
- na 14 seconde heeft de scooter 70 meter ingehaald

- 13\*\*\*\*** a Bereken hoe lang het circuit is.
- afstand van A na 45 min:  $x_A = 216 \cdot 0,75 = 162 \text{ km}$
  - afstand van B na 45 min:  $x_B = 208 \cdot 0,75 = 156 \text{ km}$
  - verschil in afstand is  $x_A - x_B = 162 - 156 = 6,0 \text{ km}$
  - het circuit heeft een lengte van 6,0 km
- OOK GOED
- verschil in snelheid tussen A en B is  $216 - 208 = 8 \text{ km/h}$
  - de relatieve snelheid tussen A en B is 8 km/h
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 8 \cdot 0,75 = 6,0 \text{ km}$

- 14\*\*\*\*** a Beredeneer op welk tijdstip Anton door Bert wordt ingehaald.
- $t = 0$  A heeft een voorsprong van 200 m op B
  - $t = 200 \text{ s}$  A heeft een voorsprong van 150 m op B
  - iedere 200 s loopt A 50 meter in op B

- één meter inlopen duurt  $\frac{200}{50} = 4$  seconden
  - 200 m inlopen duurt  $200 \cdot 4 = 800$  s
  - op  $t = 800$  s wordt Anton door Bert ingehaald
- b** Bereken het tijdstip waarop Anton door Bert wordt ingehaald.
- $v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_A = \frac{300}{300} = 1,0 \text{ m/s} \quad | \quad v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_B = \frac{500}{400} = 1,25 \text{ m/s}$
  - $x_{0A} = 200 \text{ m} \quad | \quad v_A = 1 \text{ m/s} \quad | \quad x_{0B} = 0 \text{ m} \quad | \quad v_B = 1,25 \text{ m/s}$
  - Anton  $x_A = 200 + 1 \cdot t$
  - Bert  $x_B = 1,25 \cdot t$
  - inhalen  $x_B = x_A$
  - $1,25 \cdot t = 200 + 1 \cdot t$
  - $0,25 \cdot t = 200 \rightarrow t = 800 \text{ s}$

**15+**

- a** Beredeneer op welk tijdstip Anton door Bert wordt ingehaald.
- $t = 200$  s A heeft een voorsprong van 250 m op B
  - $t = 400$  s A heeft een voorsprong van 100 m op B
  - iedere 200 s loopt B 150 meter in op A
  - één meter inlopen duurt  $\frac{200}{150} = 1,3333$  seconden
  - 250 m inlopen duurt  $250 \cdot 1,3333 = 333,33$  s
  - na  $t = 200$  s duurt het nog 333,33 seconden voordat A door B wordt ingehaald
  - op  $t = 200 + 333,33 = 533,33$  s wordt Anton door Bert ingehaald
- b** Bereken het tijdstip waarop Anton door Bert wordt ingehaald.
- kies de situatie op 200 seconde als  $t = 0$  (*moment waarom de tijdmeting begint*)
  - $v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_A = \frac{500}{400} = 1,25 \text{ m/s} \quad | \quad v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_B = \frac{500}{250} = 2,0 \text{ m/s}$
  - $x_{0A} = 250 \text{ m} \quad | \quad v_A = 1,25 \text{ m/s} \quad | \quad x_{0B} = 0 \text{ m} \quad | \quad v_B = 2,0 \text{ m/s}$
  - Anton  $x_A = 250 + 1,25 \cdot t$
  - Bert  $x_B = 2,0 \cdot t$
  - inhalen  $x_B = x_A$
  - $2 \cdot t = 250 + 1,25 \cdot t \rightarrow 0,75 \cdot t = 250 \rightarrow t = \frac{250}{0,75} = 333,33 \text{ s}$
  - na  $t = 200$  s duurt het nog 333,33 seconden voordat A door B wordt ingehaald
  - op  $t = 200 + 333,33 = 533,33$  s wordt Anton door Bert ingehaald

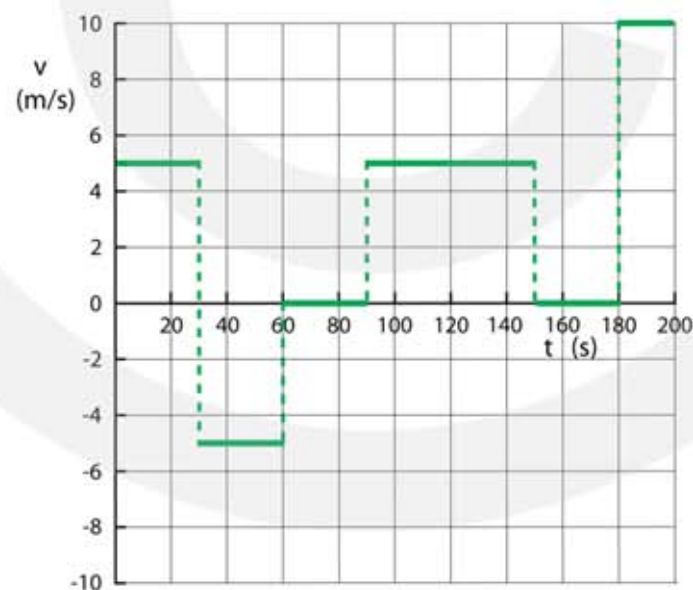
## 2.4 Versnellen en vertragen

### (x, t)- diagram en (v, t)-diagram

1\*\* a Bepaal voor ieder recht lijnstuk de snelheid.

- 0 – 30  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{150}{30} = 5 \text{ m/s}$
- 30 – 60  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{-150}{30} = -5 \text{ m/s}$
- 60 – 90  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0}{30} = 0 \text{ m/s}$
- 90 – 150  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{300}{60} = 5 \text{ m/s}$
- 150 – 180  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0}{30} = 0 \text{ m/s}$
- 180 – 200  $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s}$

b Teken het (v, t)-diagram van deze beweging.



2\*\* a Leg uit hoe je dit zonder berekening aan de (v, t)-grafiek kunt zien.

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
- waar de (v, t)-grafiek het steilst is is de versnelling het grootst
- tussen 1,8 en 2,0 seconde is de (v, t)-grafiek het steilst

- b** Leg uit hoe je dit zonder berekening aan de (v, t)-grafiek kunt zien.
- tussen 0,6 en 1,0 seconde neemt de snelheid af van 6 m/s tot 2 m/s
  - omdat de snelheid kleiner wordt is er sprake van een vertraging

**c** Bepaal voor ieder lijnstuk de versnelling.

- 0 – 0,4  $\Delta v = 6 \text{ m/s} \mid \Delta t = 0,4 \text{ s} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 15 \text{ m/s}^2$
- 0,4 – 0,6  $\Delta v = 0 \text{ m/s} \mid \Delta t = 0,2 \text{ s} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0 \text{ m/s}^2$
- 0,6 – 1,0  $\Delta v = -4 \text{ m/s} \mid \Delta t = 0,4 \text{ s} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -10 \text{ m/s}^2$
- 1,0 – 1,8  $\Delta v = 2 \text{ m/s} \mid \Delta t = 0,8 \text{ s} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2,5 \text{ m/s}^2$
- 1,8 – 2,0  $\Delta v = 6 \text{ m/s} \mid \Delta t = 0,2 \text{ s} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 30 \text{ m/s}^2$

**3\*\***

**a** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 4 \text{ s}$ .

- $\Delta t = 4 \text{ s} \mid \Delta x = 20 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ m/s}$

**b** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 8 \text{ s}$ .

- $\Delta t = 8 \text{ s} \mid \Delta x = 160 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{160}{8} = 20 \text{ m/s}$

**c** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 4$  en  $t = 8 \text{ s}$ .

- $\Delta t = 8 - 4 = 4 \text{ s} \mid \Delta x = 160 - 40 = 120 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{120}{4} = 30 \text{ m/s}$

### Bereken de versnelling

**4\***

**a** Bereken je versnelling in  $\text{m/s}^2$ .

- $\Delta t = 2 \text{ s} \mid \Delta v = 5 \text{ m/s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot t$
- $5 = a \cdot 2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$

**b** Bereken je snelheid na 1,5 seconde.

- $t = 1,5 \text{ s} \mid a = 2,5 \text{ m/s}^2 \mid \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 2,5 \cdot 1,5 \rightarrow \Delta v = 3,75 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{eind}} = 3,75 \text{ m/s}$  (want  $v_{\text{begin}} = 0$ )

- 5\*\*** a Bereken de vertraging van Annet.
- $\Delta t = 1,5 \text{ s}$  |  $\Delta v = 4,5 \text{ m/s}$  |  $a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $4,5 = a \cdot 1,5 \rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2$
- b Bereken de snelheid van Annet 0,5 seconden voordat ze tot stilstand komt.
- 0,5 s voor stilstand is 1,0 s na het begin van het remmen
  - $\Delta v = a \cdot t \rightarrow \Delta v = -3 \cdot 1 \rightarrow \Delta v = -3 \text{ m/s}$  (minteken want afremmen)
  - $v_{\text{begin}} = 4,5 \text{ m/s}$  |  $\Delta v = -3 \text{ m/s}$  |  $v_{\text{eind}} = \dots \text{ m/s}$
  - $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow -3 = v_{\text{eind}} - 4,5 \rightarrow v_{\text{eind}} = 4,5 - 3 = 1,5 \text{ m/s}$

- 6\*\*** a Bereken de vertraging van Zoe.
- $\Delta v = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s}$
  - $\Delta v = 5 \text{ m/s}$  |  $\Delta t = 2,5 \text{ s}$  |  $a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $5 = a \cdot 2,5 \rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$
- b Bereken hoeveel meter ze nodig heeft om tot stilstand te komen.
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{5 + 0}{2} = 2,5 \text{ m/s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 2,5 \cdot 2,5 = 6,25 \text{ m}$

- 7\*\*\*** a Bereken in hoeveel tijd Bert tot stilstand moet komen.
- $v_{\text{gem}} = \frac{9}{3,6} = 2,5 \text{ m/s}$  |  $s = 5 \text{ m}$  |  $t = \dots \text{ s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $5 = 2,5 \cdot t \rightarrow t = 2 \text{ s}$
- b Bereken de vertraging die Bert nodig heeft om op tijd tot stilstand te komen.
- $\Delta v = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s}$  |  $\Delta t = 2 \text{ s}$  |  $a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $5 = a \cdot 2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$
- c Bereken hoever hij voor de stopstreep tot stilstand komt.
- bereken eerst de tijd
  - $\Delta v = 5 \text{ m/s}$  |  $a = 3 \text{ m/s}^2$  |  $\Delta t = \dots \text{ s}$



- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $5 = 3 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 1,6667 \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2,5 \cdot 1,6667 = 4,16667 \text{ m}$
- hij begint 5,0 m voor het stoplicht te remmen
- $5 - 4,16667 = 0,8333 = 0,83 \text{ m}$  voor de stopstreep staat hij stil

**8\*\*\*** a Bereken de versnelling van de trein.

- $\Delta v = 144 \text{ km/h} = \frac{144}{3,6} = 40 \text{ m/s}$
- $\Delta t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$
- $\Delta v = 40 \text{ m/s} \mid \Delta t = 600 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $40 = a \cdot 600 \rightarrow a = 0,06667 \text{ m/s}^2$

b Bereken de vertraging van de trein.

- $1,5 \text{ min} = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ s}$
- $\Delta v = -40 \text{ m/s} \mid \Delta t = 90 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-40 = a \cdot 90 \rightarrow a = -0,4444 \text{ m/s}^2$  (minteken want vertraging)

c Bereken de snelheid van de trein 1,2 minuut nadat er aan de noodrem is getrokken.

- $1,2 \text{ min} = 1,2 \cdot 60 = 72 \text{ s}$
- $a = -0,4444 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = 72 \text{ s} \mid \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = -0,4444 \cdot 72 \rightarrow \Delta v = -32 \text{ m/s}$  (minteken want snelheid neemt af)
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow -32 = v_{\text{eind}} - 40 \rightarrow v_{\text{eind}} = 40 - 32 = 8 \text{ m/s}$

**9\*\*\*** a Bereken de vertraging van de olietanker.

- $18 \text{ km/h} = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s} \mid 0,5 \text{ h} = 0,5 \cdot 60 \cdot 60 = 1800 \text{ s}$
- $\Delta v = -5 \text{ m/s} \mid \Delta t = 1800 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$  (minteken want snelheid neemt af)
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-5 = a \cdot 1800 \rightarrow a = -0,0027778 \text{ m/s}^2$  (minteken want vertraging)

b Bereken de gemiddelde snelheid van de olietanker.

- $v_{\text{begin}} = 5 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{5+0}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 2,5 \text{ m/s}$

c Bereken de afstand die de olietanker tijdens het remmen aflegt.

- $v_{\text{gem}} = 2,5 \text{ m/s} \mid t = 1800 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2,5 \cdot 1800 \rightarrow s = 4500 \text{ m} = 4,5 \text{ km}$

**10\*\*\*** a Bereken hoeveel seconden het vliegtuig over de startbaan rijdt.

- $\Delta v = \frac{360}{3,6} = 100 \text{ m/s} \mid a = 1,25 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = \dots \text{ s}$
- $100 = 1,25 \cdot t \rightarrow t = 80 \text{ s}$

b Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 100 \text{ m/s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{0+100}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s}$

c Bereken de afstand die het vliegtuig over de startbaan aflegt.

- $v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s} \mid t = 80 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 50 \cdot 80 \rightarrow s = 4000 \text{ m} = 4,0 \text{ km}$

**11\*\*\*** a Hoelang heeft de raket nodig om uit stilstand een snelheid van 8,0 km/s te bereiken?

- $\Delta v = 8,0 \text{ km/s} = 8000 \text{ m/s} \mid a = 25 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $8000 = 25 \cdot t \rightarrow t = 320 \text{ s}$

b Hoe groot is de afstand van de raket tijdens het versnellen?

- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 8000 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{gem}} = 4000 \text{ m/s}$
- $t = 320 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = 4000 \text{ m/s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 4000 \cdot 320 = 1.280.000 \text{ m} (= 1280 \text{ km})$

- 12\*\*\*** a Bereken de versnelling van deze Porsche.
- $\Delta v = \frac{100}{3,6} = 27,7778 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 4,9 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $27,7778 = a \cdot 4,9 \rightarrow a = 5,6689 = 5,7 \text{ m/s}^2$
- b Bereken de snelheid van deze Porsche na 6,0 seconde optrekken.
- $a = 5,6689 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 6 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $\Delta v = 5,6689 \cdot 6 = 34 \text{ m/s}$

- 13\*\*\*** a Hoeveel tijd heeft de Porsche nodig om vanuit stilstand zijn topsnelheid te bereiken?
- $\Delta v = \frac{285}{3,6} = 79,16667 \text{ m/s} \quad | \quad a = 2,5 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = \dots \text{ s}$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $79,16667 = 2,5 \cdot t \rightarrow t = 31,6667 = 31,7 \text{ s}$
- b Hoeveel meter legt de Porsche af bij het optrekken uit stilstand tot aan zijn topsnelheid?
- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 79,16667 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{0 + 79,16667}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 39,5833 \text{ m/s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 39,5833 \cdot 31,6667 \rightarrow s = 1253 \text{ m}$

- 14\*\*\*\*** a Bereken de versnelling.
- bereken eerst de tijd
  - $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 100 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s}$
  - $s = 200 \text{ m} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s} \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $200 = 50 \cdot t \rightarrow t = 4 \text{ s}$
  - $\Delta v = 100 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 4 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $100 = a \cdot 4 \rightarrow a = 25 \text{ m/s}^2$

- 15\*\*\*\*** a Bereken de vertraging.
- bereken eerst de tijd
  - $v_{\text{begin}} = 150 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{gem}} = 75 \text{ m/s}$
  - $s = 225 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = 75 \text{ m/s} \mid t = \dots \text{ s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $225 = 75 \cdot t \rightarrow t = 3 \text{ s}$
  - $\Delta v = -150 \text{ m/s} \mid \Delta t = 3 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$  (minteken want snelheid neemt af)
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $-150 = a \cdot 3 \rightarrow a = -50 \text{ m/s}^2$  (minteken want vertraging)

- 16\*\*\*\*** a Hoe lang heeft vrachtauto A nodig om ook een snelheid van 100 km/h te krijgen.

- $\Delta v = \frac{10}{3,6} = 2,77778 \text{ m/s} \mid a = 0,1 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $2,77778 = 0,1 \cdot t \rightarrow t = 27,7778 = 28 \text{ s}$

- b Wat is de gemiddelde snelheid van vrachtauto A tijdens het inhalen in m/s.

- $v_{\text{begin}} = 90 \text{ km/h} \mid v_{\text{eind}} = 100 \text{ km/h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{90 + 100}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 95 \text{ km/h}$
- $95 \text{ km/h} = \frac{95}{3,6} = 26,38889 = 26 \text{ m/s}$

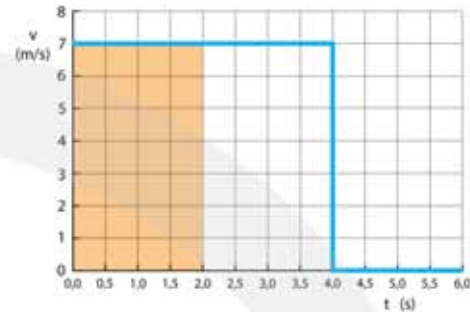
- c Hoeveel meter legt vrachtauto A af voordat hij een snelheid van 100 km/h heeft gekregen.

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 26,38889 \cdot 27,7778 \rightarrow s = 733,0247 = 733 \text{ m}$

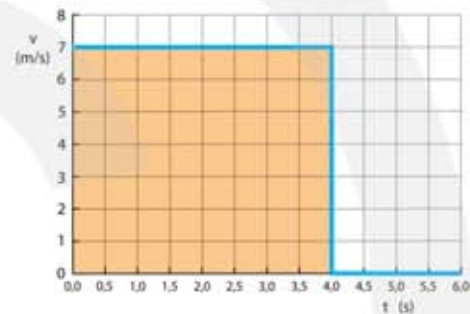
## 2.5 Afstand bepalen uit een (v, t)-diagram

1\*

- a Bepaal de afstand op  $t = 2,0$  s.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
  - oppervlak =  $s = 2 \cdot 7 = 14$  m



- b Bepaal de afstand op  $t = 4,0$  s.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
  - oppervlak =  $s = 4 \cdot 7 = 28$  m



- c Bepaal de afstand op  $t = 6,0$  s.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
  - tussen 4 en 6 seconde is het oppervlak onder de grafiek nul (want het voorwerp staat stil)
  - oppervlak =  $s = 4 \cdot 7 = 28$  m

- d Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 2,0$  s.

- $s = 14$  m |  $t = 2$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{2} = 7$  m/s

- e Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 4,0$  s.

- $s = 28$  m |  $t = 4$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{28}{4} = 7$  m/s

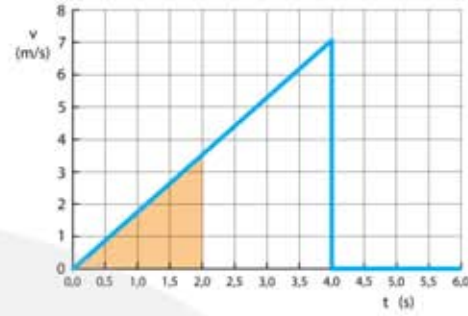
- f Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 6,0$  s.

- $s = 28$  m |  $t = 6$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

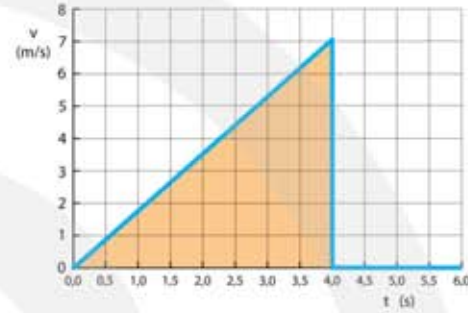
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{28}{6} = 4,7$  m/s

2\*

- a Bepaal de afstand op  $t = 2,0$  s.
- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek
  - oppervlak =  $s = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3,5 = 3,5$  m



- b Bepaal de afstand op  $t = 4,0$  s.
- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek
  - oppervlak =  $s = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 7 = 14$  m



- c Bepaal de afstand op  $t = 6,0$  s.
- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek
  - oppervlak =  $s = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 7 = 14$  m

- d Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 2,0$  s.
- $s = 3,5$  m |  $t = 2$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{3,5}{2} = 1,75$  m/s

OOK GOED

- $v_1 = 0$  m/s |  $v_2 = 3,5$  m/s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 3,5}{2} = 1,75$  m/s

- e Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 4,0$  s.

- $s = 14$  m |  $t = 4$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{4} = 3,5$  m/s

OOK GOED

- $v_1 = 0$  m/s |  $v_2 = 7$  m/s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 7}{2} = 3,5$  m/s

- f Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 6,0$  s

- $s = 14$  m |  $t = 6$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{6} = 2,33$  m/s **LET OP:  $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$  MAG NU NIET**

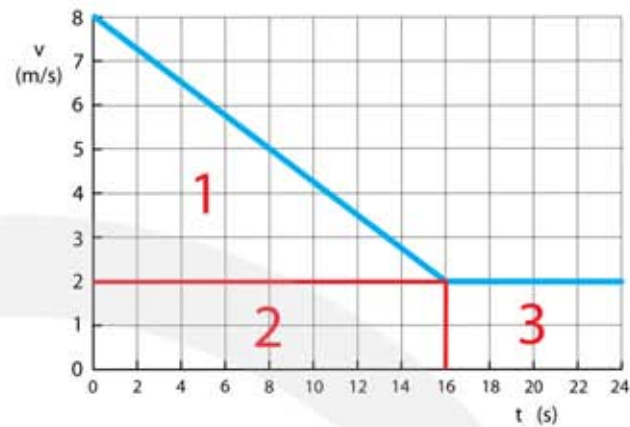
- g Bepaal de versnelling tussen  $t = 0$  en  $t = 4,0$  s.

- $\Delta v = 7 - 0 = 7$  m/s |  $t = 4$  s |  $a = \dots$  m/s<sup>2</sup>

- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{7}{4} = 1,75$  m/s<sup>2</sup>

3\*\*

- a Bepaal de afstand op  $t = 16$  s.
- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek = opp. 1 + opp. 2
  - opp. 1 =  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot (8 - 2) = 48$  m
  - opp. 2 =  $s_2 = 16 \cdot 2 = 32$  m
  - totaal:  $s_1 + s_2 = 48 + 32 = 80$  m



- b Bepaal de afstand op  $t = 24$  s.
- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek
  - opp. 3 =  $s_3 = (24 - 16) \cdot 2 = 16$  m
  - totaal:  $s_1 + s_2 + s_3 = 48 + 32 + 16 = 96$  m

- c Bepaal de vertraging tussen  $t = 0$  en  $t = 16$  s.
- $\Delta v = 2 - 8 = -6$  m/s |  $t = 16$  s |  $a = \dots$  m/s<sup>2</sup>
  - $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-6}{16} = -0,375$  m/s<sup>2</sup>
  - min teken  $\rightarrow$  vertraging

- d Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 16$  s.

- $s = 80$  m |  $t = 16$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{80}{16} = 5$  m/s **LET OP:  $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$  MAG NU NIET**

- e Leg uit waarom dit het geval is.

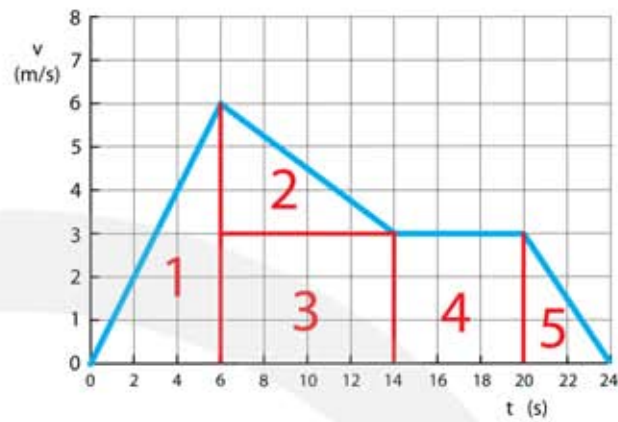
- tussen 16 en 24 seconden is de snelheid constant 2 m/s
- dit is minder dan 5 m/s
- de gemiddelde snelheid neemt dus af

- f Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t=0$  en  $t=24$  s.

- $s = 96$  m |  $t = 24$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{96}{24} = 4$  m/s **LET OP:  $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$  MAG NU NIET**

4\*\*\*

- a Bepaal de afstand op  $t = 14$  s.
- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek = opp.1 + opp.2 + opp.3
  - opp. 1 =  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 6 = 18$  m
  - opp. 2 =  $s_2 = \frac{1}{2} \cdot (14 - 6) \cdot (6 - 3) = 12$  m
  - opp. 3 =  $s_3 = (14 - 6) \cdot 3 = 24$  m
  - $s_1 + s_2 + s_3 = 18 + 12 + 24 = 54$  m



- b Bepaal de afstand op  $t = 24$  s.
- opp. 4 =  $s_4 = (20 - 14) \cdot 3 = 18$  m
  - opp. 5 =  $s_5 = \frac{1}{2} \cdot (24 - 20) \cdot 3 = 6$  m
  - $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 18 + 12 + 24 + 18 + 6 = 78$  m

- c Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 14$  s.

- $s = 54$  m |  $t = 14$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{54}{14} = 3,86$  m/s

- d Bepaal de vertraging tussen  $t = 6$  en  $t = 14$  s.

- $\Delta v = 3 - 6 = -3$  m/s |  $t = 14 - 6 = 8$  s |  $a = \dots$  m/s<sup>2</sup>
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-3}{8} = -3,75$  m/s<sup>2</sup>
- min teken  $\rightarrow$  vertraging

- e Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 20$  s.

- $s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 72$  m |  $t = 20$  s |  $v_{\text{gem}} = \dots$  m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{72}{20} = 3,6$  m/s

- f Leg uit waarom dit niet het geval is.

- de figuur is een  $(v, t)$ -diagram en geen  $(x, t)$ -diagram
- de afstand kun je niet rechtstreeks aflezen in de figuur

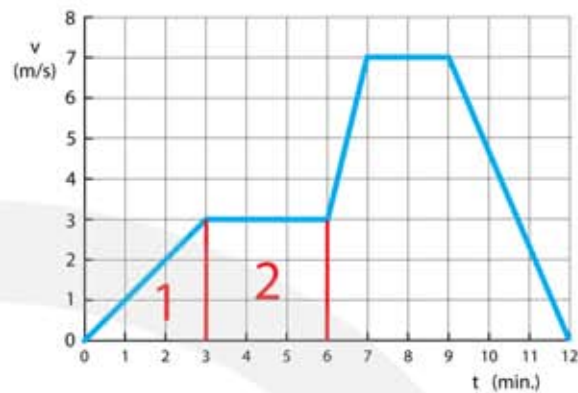
- g Wat gebeurt er wel op  $t = 6$  s?

- vanaf  $t = 6$  seconde wordt de snelheid kleiner
- op  $t = 6$  s gaat het voorwerp afremmen



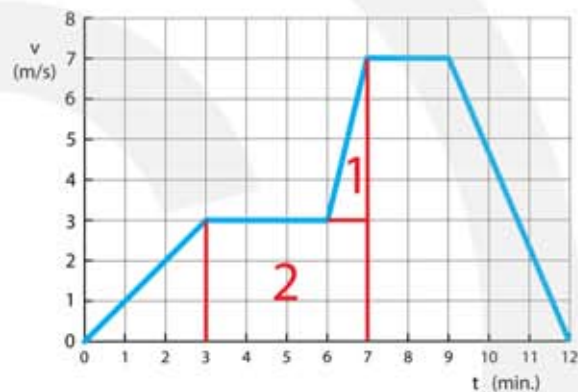
5\*\*\*\* a Bepaal de afstand die tussen  $t = 0$  en  $t = 6$  minuten wordt afgelegd.

- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek = opp. 1 + opp. 2
- LET OP: tijd moet in seconden (*seconden = minuten keer 60*)
- opp. 1 =  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 60 \cdot 3 = 270 \text{ m}$
- opp. 2 =  $s_2 = (6 - 3) \cdot 60 \cdot 3 = 540 \text{ m}$
- totaal:  $s_1 + s_2 = 270 + 540 = 810 \text{ m}$



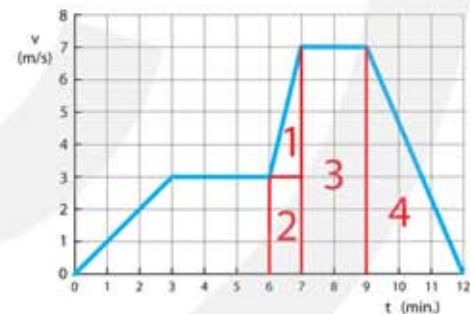
b Bepaal de afstand die tussen  $t = 3$  en  $t = 7$  minuten wordt afgelegd.

- afstand is oppervlak onder de  $(v, t)$ -grafiek = opp. 1 + opp. 2
- LET OP: tijd moet in seconden (*seconden = minuten keer 60*)
- opp. 1 =  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 60 \cdot (7 - 3) = 120 \text{ m}$
- opp. 2 =  $s_2 = (7 - 3) \cdot 60 \cdot 3 = 720 \text{ m}$
- totaal:  $s_1 + s_2 = 120 + 720 = 840 \text{ m}$



c Bepaal de afstand die in de laatste 6 minuten wordt afgelegd.

- opp. 1 =  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 60 \cdot (7 - 3) = 120 \text{ m}$
- opp. 2 =  $s_2 = (7 - 6) \cdot 60 \cdot 3 = 180 \text{ m}$
- opp. 3 =  $s_3 = (9 - 7) \cdot 60 \cdot 7 = 840 \text{ m}$
- opp. 4 =  $s_4 = \frac{1}{2} \cdot (12 - 9) \cdot 60 \cdot 7 = 630 \text{ m}$
- $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 120 + 180 + 840 + 630 = 1770 \text{ m}$



d Bepaal de versnelling tussen  $t = 0$  en  $t = 3$  minuten.

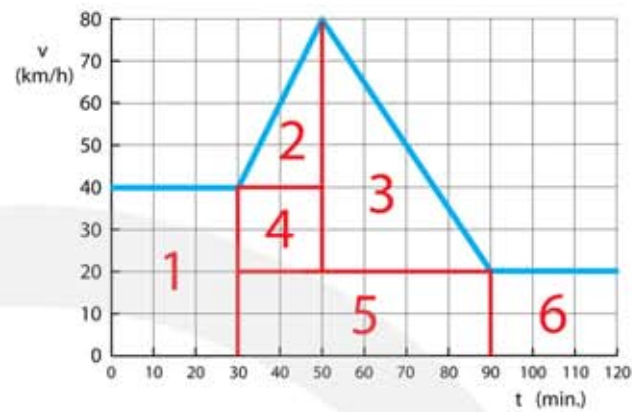
- $\Delta v = 3 - 0 = 3 \text{ m/s} \mid t = 3 \text{ min.} = 180 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{3}{180} = 0,0167 \text{ m/s}^2$

e Bepaal de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 12$  minuten.

- totale afstand is antwoord vraag a + antwoord vraag c
- $s = 810 + 1770 = 2580 \text{ m} \mid t = 12 \text{ min} = 720 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{2580}{720} = 3,58 \text{ m/s}$

6\*\*\*\*

- a Bepaal de afstand na 30 minuten.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
  - LET OP: tijd moet in seconden (*seconden = minuten keer 60*)
  - LET OP: snelheid moet in m/s (*m/s = km/h : 3,6*)
  - opp. 1 =  $s_1 = 30 \cdot 60 \cdot \frac{40}{3,6} = 20.000 \text{ m}$



- b Bepaal de afstand die tussen  $t = 30$  en  $t = 90$  minuten wordt afgelegd.

- opp. 2 =  $s_2 = \frac{1}{2} \cdot (50 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{(80 - 40)}{3,6} = 6666,7 \text{ m}$
- opp. 3 =  $s_3 = \frac{1}{2} \cdot (90 - 50) \cdot 60 \cdot \frac{(80 - 20)}{3,6} = 20.000 \text{ m}$
- opp. 4 =  $s_4 = (50 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{(40 - 20)}{3,6} = 6666,7 \text{ m}$
- opp. 5 =  $s_5 = (90 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{20}{3,6} = 20.000 \text{ m}$
- $s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 6666,7 + 20000 + 6666,7 + 20000 = 53333 \text{ m} (= 53,3 \text{ km})$

- c Bepaal de afstand die in de laatste 30 minuten wordt afgelegd.

- opp. 6 =  $s_6 = (120 - 90) \cdot 60 \cdot \frac{20}{3,6} = 10.000 \text{ m}$

- d Bepaal de gemiddelde snelheid van de beweging tussen  $t=0$  en  $t=120$  minuten.

- totale afstand is antwoord a + antwoord b + antwoord c
- $s = 20000 + 53333 + 10000 = 83333 \text{ m} \quad | \quad t = 120 \text{ min} = 7200 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{83333}{7200} = 11,57 \text{ m/s}$

- e Bepaal de versnelling tussen  $t=30$  en  $t=50$  minuten.

- LET OP: tijd moet in seconden (*seconden = minuten keer 60*)
- LET OP: snelheid moet in m/s (*m/s = km/h : 3,6*)
- $\Delta v = 80 - 40 = 40 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{40}{3,6} = 11,111 \text{ m/s}$
- $t = 50 - 30 = 20 \text{ min.} \rightarrow t = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s}$
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{11,11}{1200} = 0,00926 \text{ m/s}^2$

f Bepaal de vertraging tussen  $t = 50$  en  $t = 90$  minuten.

- $\Delta v = 20 - 80 = -60 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{-60}{3,6} = -16,667 \text{ m/s}$
- $t = 90 - 50 = 40 \text{ min.} \rightarrow t = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ s}$
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-16,667}{2400} = 0,00694 \text{ m/s}^2$

7\*\*\* a Heeft A in de eerste 3 seconde een versnelling of vertraging?

- nee, want de snelheid is constant  $4,0 \text{ m/s}$  en wordt niet groter of kleiner

b Bepaal de vertraging van A na  $t = 3,0 \text{ s}$

- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow \Delta v = 0 - 4 = -4 \text{ m/s}$
- $\Delta t = t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}} \rightarrow \Delta t = 6 - 3 = 3 \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -4 = a \cdot 3 \rightarrow a = \frac{-4}{3} = -1,333 \text{ m/s}^2$

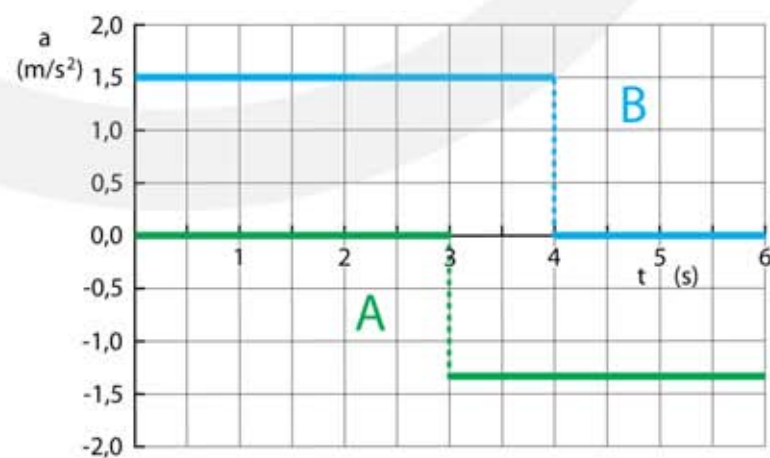
c Bepaal de versnelling van B tussen  $t = 0$  en  $t = 4,0 \text{ s}$

- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow \Delta v = 8 - 2 = 6 \text{ m/s}$
- $\Delta t = t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}} \rightarrow \Delta t = 4 - 0 = 4 \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 6 = a \cdot 4 \rightarrow a = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m/s}^2$

d Bepaal de afstand van B tussen  $0,0$  en  $6,0 \text{ s}$

- oppervlakte onder  $(v, t)$ -grafiek
- oppervlakte  $6,0 \cdot 2,0 + \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 6,0 + 2,0 \cdot 6,0 = 12 + 12 + 12 = 36 \text{ m}$

+ e Teken de  $(a, t)$ -grafieken van A en B.



- 8\*\***
- a** Bepaal de versnelling van de lift tussen  $t = 0$  en  $t = 3$  s
- $\Delta v = 10 \text{ m/s} \mid \Delta t = 3 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 10 = a \cdot 3 \rightarrow a = \frac{10}{3} = 3,333 \text{ m/s}^2$
- b** Bepaal de vertraging van de lift tussen  $t = 8$  en  $t = 10$  s
- $\Delta v = -10 \text{ m/s} \mid \Delta t = 2 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -10 = a \cdot 2 \rightarrow a = \frac{-10}{2} = -5 \text{ m/s}^2$
- c** Bepaal de afstand die de lift heeft afgelegd tussen  $t = 0$  en  $t = 5$  s.
- oppervlakte onder  $(v, t)$ -grafiek:
  - 0,0 tot 3,0 s  $\rightarrow$  oppervlakte is  $\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10 = 15 \text{ m}$
  - 3,0 tot 5,0 s  $\rightarrow$  oppervlakte is  $2 \cdot 10 = 20 \text{ m}$
  - totale oppervlakte is  $15 + 20 = 35 \text{ m}$
- d** Bepaal de afstand die de lift heeft afgelegd tussen  $t = 5,0$  en  $t = 10$  s.
- oppervlakte onder  $(v, t)$ -grafiek:
  - 5,0 tot 8,0 s  $\rightarrow$  oppervlakte is  $3 \cdot 10 = 30 \text{ m}$
  - 8,0 tot 10 s  $\rightarrow$  oppervlakte is  $\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10 = 10 \text{ m}$
  - totale oppervlakte is  $30 + 10 = 40 \text{ m}$
- e** Bereken de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 5,0$  s.
- $s = 35 \text{ m}$  (zie vraag c)  $\mid t = 5 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 35 = v_{\text{gem}} \cdot 5 \rightarrow v_{\text{gem}} = 7 \text{ m/s}$
- f** Bereken de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s.
- $s = 35 + 40 = 75 \text{ m}$  (zie vraag c+d)  $\mid t = 10 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 75 = v_{\text{gem}} \cdot 10 \rightarrow v_{\text{gem}} = 7,5 \text{ m/s}$
- 9\*\*\***
- a** Bepaal de versnelling van de lift direct na het vertrek.
- $\Delta v = 8 \text{ m/s} \mid \Delta t = 15 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 8 = a \cdot 15 \rightarrow a = \frac{8}{15} = 0,5333 \text{ m/s}^2$
- b** Bepaal de vertraging van de lift bij aankomst.
- $\Delta v = -8 \text{ m/s} \mid \Delta t = 2,5 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -8 = a \cdot 2,5 \rightarrow a = \frac{-8}{2,5} = -3,2 \text{ m/s}^2$
- c** Bepaal de hoogte van de honderdste verdieping boven de begane grond.
- oppervlakte onder  $(v, t)$ -grafiek
  - oppervlakte is  $\frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 8,0 + 40 \cdot 8,0 + \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 8,0 = 60 + 320 + 10 = 390 \text{ m}$

- 10+**
- a** Bepaal het tijdstip waarop de raceauto omkeert
- op het moment dat de beweging omkeert is de snelheid nul
  - op  $t = 65$  seconde is de snelheid nul (*snijpunt met de tijd-as*)
  - de beweging keert om op  $t = 65$  s
- b** Bepaal de afstand tussen  $t = 0$  en  $t = 65$  s
- bepaal het oppervlakte onder de grafiek tussen  $t = 0$  en  $65$  s
  - oppervlak bestaat uit 1 rechthoek + 2 driehoeken
  - rechthoek  $60 \cdot 20 = 1200$  m
  - driehoek:  $\frac{1}{2} \cdot 60 \cdot (80 - 20) = 1800$  m
  - driehoek:  $\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 80 = 200$  m
  - totaal:  $1200 + 1800 + 200 = 3200$  m
- c** Bepaal de afstand tussen  $t = 65$  en  $t = 100$  s
- bepaal het oppervlakte onder de grafiek tussen  $t = 65$  en  $100$  s
  - oppervlak bestaat uit 1 rechthoek + 2 driehoeken
  - rechthoek:  $30 \cdot 80 = 2400$  m
  - driehoek:  $\frac{1}{2} \cdot 30 \cdot (100 - 80) = 300$  m
  - driehoek:  $\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 80 = 200$  m      $\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 80 = 200$  m
  - totaal:  $2400 + 300 + 200 = 2900$  m
- d** Bepaal hoever de raceauto van de startstreep is op  $t = 100$  s
- positieve snelheid  $\rightarrow$  weg van startpunt: afstand is 3200 m
  - negatieve snelheid  $\rightarrow$  terug naar startpunt: afstand is 2900 m
  - op  $t=100$  s is de raceauto  $3200 - 2900 = 300$  m van de startstreep

## 2.6 Vallen

- 1\*\* a Bereken de snelheid waarmee de steen op de bodem valt.
- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 1,8 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $\Delta v = 9,81 \cdot 1,8 \rightarrow \Delta v = 17,658 \text{ m/s}$  (dit is de eindsnelheid)

b Bereken de gemiddelde snelheid tijdens het vallen.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{0 + 17,658}{2} = 8,829 \text{ m/s}$

c Bereken de diepte van de put.

- $v_{\text{gem}} = 8,829 \text{ m/s} \quad | \quad t = 1,8 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 8,829 \cdot 1,8 \rightarrow s = 15,8922 = 15,9 \text{ m}$

- 2\*\*\* a Bereken de diepte van de put.
- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 2,5 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$
  - $\Delta v = a \cdot \Delta t$
  - $\Delta v = 9,81 \cdot 2,5 \rightarrow \Delta v = 24,525 \text{ m/s}$
  - $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 24,525}{2} = 12,2625 \text{ m/s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $s = 12,2625 \cdot 2,5 \rightarrow s = 30,656 = 31 \text{ m}$

- 3\*\*\* a Bereken de gemiddelde snelheid van de knikker.
- $s = 110 \text{ cm} = 1,1 \text{ m} \quad | \quad t = 1,57 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
  - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
  - $1,1 = v_{\text{gem}} \cdot 1,57 \rightarrow v_{\text{gem}} = 0,700637 = 0,70 \text{ m/s}$

b Bereken de eindsnelheid van de knikker.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $0,700637 = \frac{0 + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{eind}} = 1,40 \text{ m/s}$

c Toon aan dat de versnelling  $0,893 \text{ m/s}^2$  is.

- $\Delta v = 1,4 \text{ m/s} \mid \Delta t = 1,57 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $1,4 = a \cdot 1,57 \rightarrow a = 0,89172 = 0,892 \text{ m/s}^2$

d Controleer of je meting in overeenstemming is met de theorie.

- $a = 9,81 \cdot \frac{0,1}{1,1} \rightarrow a = 0,892 \text{ m/s}^2$
- er is overeenstemming met de theorie

4\*\*\*

a Bereken de tijd waarin de appel valt.

- $s = 3 \text{ m} \mid a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $3 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 0,61162 \rightarrow t = \sqrt{0,61162} = 0,782 \text{ s}$

b Bereken de snelheid waarmee de appel op de grond komt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = 0,782 \text{ s} \mid \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 0,782 \rightarrow \Delta v = 7,672 = 7,7 \text{ m/s}$

c Bereken de gemiddelde snelheid van de appel tijdens zijn val.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{0 + 7,672}{2} = 3,836 = 3,8 \text{ m/s}$

5\*\*

a Bereken de tijd waarin de appel omhoog beweegt.

- $\Delta v = 15 \text{ m/s} \mid a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $15 = 9,81 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 1,529 = 1,5 \text{ s}$

b Bereken hoe hoog hij de appel gooit.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{15 + 0}{2} = 7,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 7,5 \cdot 1,529 = 11,4679 = 11 \text{ m}$

c Bereken de tijd waarin de appel omlaag valt.

- $s = 11,4679 \text{ m} \mid a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

- $11,4679 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 2,338 \rightarrow t = \sqrt{2,338} = 1,529 \text{ s}$
- dezelfde tijd als omhoog

d Bereken met welke snelheid de appel weer op de grond valt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = 1,529 \text{ s} \mid \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 1,529 \rightarrow \Delta v = 15 \text{ m/s}$
- zelfde als omhoog

6\*\* a Bereken wanneer de tennisbal op zijn hoogste punt is.

- $\Delta v = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s} \mid a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $25 = 9,81 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 2,54842 = 2,5 \text{ s}$

b Bereken hoe hoog de tennisbal is gekomen.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{25 + 0}{2} = 12,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 12,5 \cdot 2,54842 = 31,855 = 32 \text{ m}$

7\*\*\* a Bereken de snelheid waarmee de tennisbal op de grond valt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid s = 20 \text{ m} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $20 = \frac{1}{2} 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 4,07747 \rightarrow t = \sqrt{4,07747} = 2,019275 = 2,0 \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 2,019275 = 19,809 = 19,8 \text{ m/s}$

8\*\*\*\* a Bereken de beginsnelheid die hiervoor nodig is.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid s = 6 \text{ m} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $6 = \frac{1}{2} 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 1,22324 \rightarrow t = \sqrt{1,22324} = 1,106 \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 1,106 = 10,85 = 11 \text{ m/s}$



b Bereken de eindsnelheid waarmee hij op de mat landt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2$  |  $s = 5 \text{ m}$  |  $t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $5 = \frac{1}{2} 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 1,019368 \rightarrow t = \sqrt{1,019368} = 1,009638 \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 1,009638 = 9,9045 = 9,9 \text{ m/s}$

c Bereken de tijdsduur van de sprong.

- t omhoog is  $1,106 \text{ s}$
- t omlaag is  $1,00964 \text{ s}$
- t totaal is  $1,10600 + 1,00964 = 2,11564 = 2,1 \text{ s}$

### 9\*\*\*\* Vallen op de maan

a Bereken de valtijd van de steen op de maan.

- $s = 1,5 \text{ m}$  |  $a = 1,62 \text{ m/s}^2$  |  $t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $1,5 = \frac{1}{2} \cdot 1,62 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 1,85185 \rightarrow t = 1,36 \text{ s}$

b Bereken de eindsnelheid van de steen.

- $a = 1,62 \text{ m/s}^2$  |  $\Delta t = 1,36 \text{ s}$  |  $\Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 1,62 \cdot 1,36 = 2,2 \text{ m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 2,2 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 2,2 \text{ m/s}$

c Bereken de valtijd van de steen op de aarde.

- $s = 1,5 \text{ m}$  |  $a = 9,81 \text{ m/s}^2$  |  $t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $1,5 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 0,30581 \rightarrow t = 0,553 \text{ s}$

d Bereken de eindsnelheid van de steen op aarde als hij op de grond valt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2$  |  $\Delta t = 0,553 \text{ s}$  |  $\Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 0,553 = 5,42 \text{ m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 5,42 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 5,42 \text{ m/s}$