

2 Bewegen

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

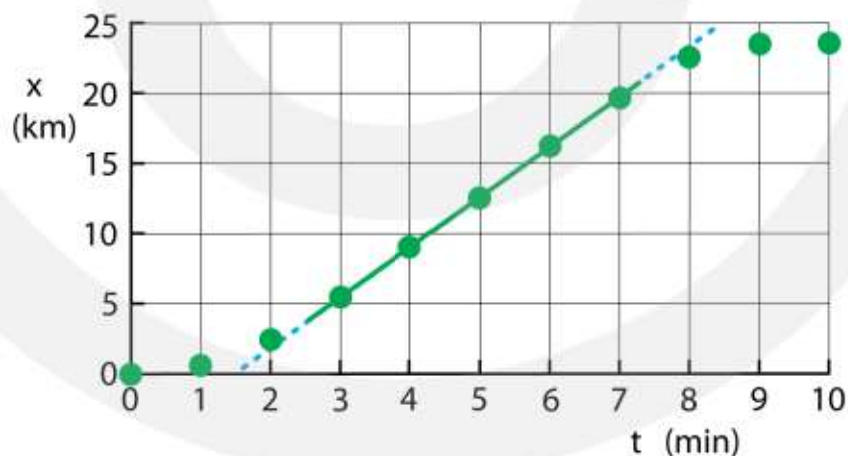
- 2****
- a** Mag je concluderen dat de kat bewogen heeft?
 - de plaats van de kat is anders op de verschillende tijdstippen
 - je mag concluderen dat de kat bewogen heeft
 - b** Mag je concluderen dat de kat tijdens het nemen van de foto beweegt?
 - tijdens het nemen van de foto kan de kat stil zitten
 - 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 = 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}
- i** Wat betekent Δx en wat betekent Δt ?
- Δx is de verandering van de plaats: $\Delta x = x_2 - x_1$
 - Δt de verandering van de tijd: $\Delta t = t_2 - t_1$

- 7****
- a** Waaraan kun je zien dat Bea harder loopt dan Anna?
- de (x, t)-grafiek van Bea is steiler dan die van Anna
 - de snelheid van Bea is dus groter
- b** Bepaal de snelheden van Anna en Bea.
- Anna: $s = 500 - 200 = 300 \text{ m}$ | $t = 300 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - Anna: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 300 = v_{\text{gem}} \cdot 300 \rightarrow v_{\text{gem}} = 1,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
 - Bea: $s = 500 \text{ m}$ | $t = 400 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - Bea: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 500 = v_{\text{gem}} \cdot 400 \rightarrow v_{\text{gem}} = 1,25 = 1,3 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

- 8*****
- a** Waaraan kun je zien dat Bert harder loopt dan Anton?
- de (x, t)-grafiek van Bert is steiler dan die van Anton
 - de snelheid van Bert is dus groter

b Bepaal de snelheden van Anton en Bert.

- Anton: $s = 500 \text{ m}$ | $t = 400 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- Anton: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 500 = v_{\text{gem}} \cdot 400 \rightarrow v_{\text{gem}} = 1,25 = 1,3 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- Bert: $s = 500 \text{ m}$ | $t = 450 - 200 = 250 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- Bert: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 500 = v_{\text{gem}} \cdot 250 \rightarrow v_{\text{gem}} = 2,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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.

- $t = 60 - 90 \text{ s} \rightarrow$ de plaats verandert niet $\rightarrow$ stilstaan
- $t = 150 - 180 \text{ s} \rightarrow$ de 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
- $t_1 = 0 \text{ s}$ | $x_1 = 0 \text{ m}$ | $t_2 = 30 \text{ s}$ | $x_2 = 150 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{150 - 0}{30 - 0} = 5,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

- $t_1 = 90 \text{ s}$ | $x_1 = 0 \text{ m}$ | $t_2 = 150 \text{ s}$ | $x_2 = 300 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{300 - 0}{150 - 90} = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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?

- $t_1 = 180 \text{ s}$ | $x_1 = 300 \text{ m}$ | $t_2 = 200 \text{ s}$ | $x_2 = 500 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{500 - 300}{200 - 180} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

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

10 ***

a Op welk tijdstip keert de wandelaar om?

- $t = 0 - 40 \text{ s} \rightarrow$ afstand wordt groter
- $t = 40 - 50 \text{ s} \rightarrow$ afstand wordt kleiner
- op $t = 40 \text{ s}$ keert de wandelaar om (2 s.c.)

b Hoeveel meter heeft de wandelaar afgelegd tussen $t = 0 \text{ s}$ en $t = 100 \text{ s}$?

- $t = 0 - 40 \text{ s} \rightarrow \Delta x = 100 - 20 = 80 \text{ m}$
- $t = 40 - 100 \text{ s} \rightarrow \Delta x = 100 - (-80) = 180 \text{ m}$
- $t = 0 - 100 \text{ s} \rightarrow \Delta x = 80 + 180 = 260 \text{ m}$
- de afgelegde afstand is $2,6 \cdot 10^2 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Hoever is de wandelaar verplaatst tussen $t = 0 \text{ s}$ en $t = 100 \text{ s}$?

- $t_1 = 0 \text{ s} \mid x_1 = 20 \text{ m} \mid t_2 = 100 \text{ s} \mid x_2 = -80 \text{ m}$
- $\Delta x = x_2 - x_1 \rightarrow \Delta x = -80 - 20 = -100 \text{ m}$
- de verplaatsing is $1,0 \cdot 10^2 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

d Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 40 \text{ s}$?

- $t_1 = 0 \text{ s} \mid x_1 = 20 \text{ m} \mid t_2 = 40 \text{ s} \mid x_2 = 100 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{100 - 20}{40 - 0} = \frac{80}{40} = 2,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

e Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen $t = 40$ en $t = 60 \text{ s}$?

- $t_1 = 40 \text{ s} \mid x_1 = 100 \text{ m} \mid t_2 = 60 \text{ s} \mid x_2 = -60 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{-60 - 100}{60 - 40} = \frac{-160}{20} = -8,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

(minteken want hij beweegt in negatieve richting van +100 naar -60 meter)

f Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen $t = 60$ en $t = 100 \text{ s}$?

- $t_1 = 60 \text{ s} \mid x_1 = -60 \text{ m} \mid t_2 = 100 \text{ s} \mid x_2 = -80 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{-80 - (-60)}{100 - 60} = \frac{-20}{40} = -0,50 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

2.2 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?

- $t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$ | $s = 45 \text{ km}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $45 = v_{\text{gem}} \cdot 0,5 \rightarrow v_{\text{gem}} = 90 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

b Hoeveel uur doet de trein er over om van Leiden naar Schiphol te rijden?

- $v_{\text{gem}} = 100 \text{ km/h}$ | $s = 30 \text{ km}$ | $t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $30 = 100 \cdot t \rightarrow t = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ h}$ (2 s.c.)

c Hoeveel minuten is dit?

- $t = 0,3 \text{ h} \rightarrow t = 0,3 \cdot 60 = 18 \text{ minuten}$ (2 s.c.)

3**

a Hoelang duurt de treinreis van Leiden naar Utrecht.

- $v_{\text{gem}} = 20 \text{ m/s}$ | $s = 60 \text{ km} = 60000 \text{ m}$ | $t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $60000 = 20 \cdot t \rightarrow t = \frac{60000}{20} = 3000 = 3,0 \cdot 10^3 \text{ s}$ (= 50 minuten) (2 s.c.)

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

- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
- $20 \text{ m/s} = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

4 ***

a Hoeveel meter heeft opa na 20 minuten afgelegd?

- $v_{\text{gem}} = 1,2 \text{ m/s}$ | $t = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s}$ | $s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 1,2 \cdot 1200 = 1440 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)

b Hoelang doet opa erover voordat hij weer thuis is?

- $v_{\text{gem}} = 0,8 \text{ m/s}$ | $s = 1440 \text{ m}$ | $t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $1440 = 0,8 \cdot t \rightarrow t = \frac{1440}{0,8} = 1800 = 2 \cdot 10^3 \text{ s}$ ($= 0,5 \text{ h}$) (1 s.c.)

5 ***

a Hoeveel minuten moet oma rijden?

- $s = 8 \text{ km}$ | $v_{\text{gem}} = 15 \text{ km/h}$ | $t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8 = 15 \cdot t \rightarrow t = \frac{8}{15} = 0,5333 \text{ h}$
- gevraagd: tijd in minuten $\rightarrow 0,5333 \text{ h} = 60 \cdot 0,5333 = 32 \text{ minuten}$ (2 s.c.)

OOK GOED

- $s = 8000 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = 15 \text{ km/h}$ | $t = \dots \text{ s}$
- $15 \text{ km/h} = \frac{15}{3,6} = 4,1667 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8000 = 4,1667 \cdot t \rightarrow t = \frac{8000}{4,1667} = 1920 \text{ s}$
- gevraagd: tijd in minuten $\rightarrow 1920 \text{ s} = \frac{1920}{60} = 32 \text{ minuten}$ (2 s.c.)

b Hoeveel seconden moet oma rijden?

- een minuut heeft 60 seconden
- $32 \text{ minuten} = 32 \cdot 60 = 1920 = 1,9 \cdot 10^3 \text{ s}$ (2 s.c.)

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.

- $s = 8 \text{ km}$ | $t = 24 \text{ minuten}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $24 \text{ minuten} = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ h} \rightarrow t = 0,4 \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8 = v_{\text{gem}} \cdot 0,4 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{8}{0,4} = 20 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

6***

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

- $s = 7,5 \text{ km}$ | $v_{\text{gem}} = 14 \text{ km/h}$ | $t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $7,5 = 14 \cdot t \rightarrow t = \frac{7,5}{14} = 0,5357 \text{ h}$
- $0,5357 \text{ uur} = 0,5357 \cdot 60 = 32 \text{ minuten} \quad (2 \text{ s.c.})$
- 5 minuten nodig voor zijn locker $\rightarrow t = 32 + 5 = 37 \text{ minuten} \quad (\text{hele minuten})$
- 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?

- $s = 7,5 \text{ km}$ | $t = 20 \text{ minuten}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $20 \text{ minuten} = \frac{20}{60} = 0,33333 \text{ h} \rightarrow t = 0,33333 \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $7,5 = v_{\text{gem}} \cdot 0,33333 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{7,5}{0,333} = 22,5 = 23 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bereken welke afstand Jan dan heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 12 \text{ km/h}$ | $t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$ | $s = \dots \text{ km}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 12 \cdot 0,5 = 6,0 \text{ km} \quad (2 \text{ s.c.})$

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 $\rightarrow 15 \text{ minuten} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ uur}$
- $s = 1,5 \text{ km}$ | $t = 0,25 \text{ h}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $1,5 = v_{\text{gem}} \cdot 0,25 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,5}{0,25} = 6,0 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- $s = 200 \text{ km} \mid v_{\text{gem}} = 100 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{ h}$

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

- $200 = 100 \cdot t \rightarrow t = \frac{200}{100} = 2,00 \text{ h} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

- 1 uur en 30 minuten is $1 + \frac{30}{60} = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ uur}$

- $s = 450 - 200 = 250 \text{ km} \mid t = 1,5 \text{ h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

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

- $250 = v_{\text{gem}} \cdot 1,5 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{250}{1,5} = 166,667 = 1,67 \cdot 10^2 \text{ km/h} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

- totale afstand is 450 km

- totale tijd is $2,0 + 1,5 = 3,5 \text{ uur}$

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

- $450 = v_{\text{gem}} \cdot 3,5 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{450}{3,5} = 128,57 = 129 \text{ km/h} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

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

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

- $200 = v_{\text{gem}} \cdot 21,63 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{200}{21,63} = 9,2464 = 9,25 \text{ m/s} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

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

- $9,246 \text{ m/s} = 9,2464 \cdot 3,6 = 33,2871 = 33,3 \text{ km/h} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

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

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

- $s = 8,5 \cdot 12 = 102 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- $s = 200 - 102 = 98 \text{ m} \mid t = 21,63 - 12 = 9,63 \text{ s}$

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

- $98 = v_{\text{gem}} \cdot 9,63 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{98}{9,63} = 10,1765 = 10 \text{ m/s} \quad (= 37 \text{ km/h}) \quad (2 \text{ s.c.})$

9***

- a** Leg uit waarom er een tijdsverschil 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.
- $v_{\text{gem}} = 343 \text{ m/s}$ | $t = 6,0 \text{ s}$ | $s = \dots \text{ m}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $s = 343 \cdot 6 = 2058 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)

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^e en de 2^e flits.
- kijk naar de achterkant van de bal
 - 1^e flits: plaats = 0 cm
 - 2^e flits: plaats = 35 cm
 - afstand = verandering van plaats = $35 - 0 = 35 \text{ cm}$ (2 s.c.)
- c** Bepaal de afstand die de bal aflegt tussen de 4^e en de 5^e flits.
- kijk naar de achterkant van de bal
 - 4^e flits: plaats = 90 cm
 - 5^e flits: plaats = 110 cm
 - afstand = verandering van plaats = $110 - 90 = 20 \text{ cm}$ (2 s.c.)
- 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: $24 \cdot 25 = 600 \text{ mm} = 0,60 \text{ m}$

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

• $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

• $0,6 = v_{\text{gem}} \cdot 0,2 \rightarrow v_{\text{gem}} = 3,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

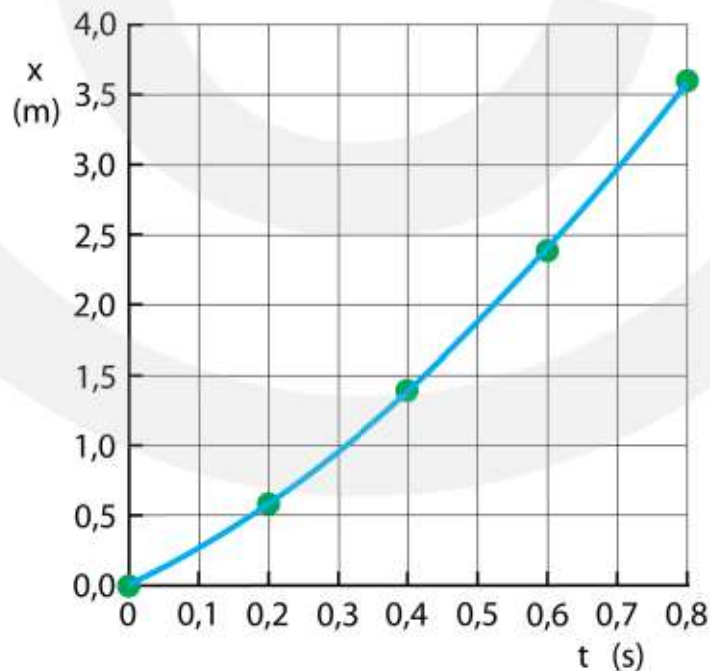
c Maak een (plaats, tijd)-tabel van de beweging van de bal.

- 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^e 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 $\frac{2750}{22} = 125 \text{ mm}$
 - verkleining met factor $125 = 1,2 \cdot 10^2$ (2 s.c.)
- 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 $6,4 \cdot 125 = 800 \text{ mm}$ (0,80 m)
 - 2 → 3: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid $6,4 \cdot 125 = 800 \text{ mm}$ (0,80 m)
 - 3 → 4: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid $6,4 \cdot 125 = 800 \text{ mm}$ (0,80 m)
 - 4 → 5: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid $6,4 \cdot 125 = 800 \text{ mm}$ (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 $\frac{1}{30} = 0,03333 \text{ s}$
 - 0,80 m in 0,03333 seconden
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $0,8 = v_{\text{gem}} \cdot 0,03333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 24 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- f** Hoeveel km/h is dit?
- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
 - $24 \text{ m/s} = 24 \cdot 3,6 = 86,4 = 86 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

13***

- a** Bereken de afstand tussen Flipper en Flapper.
- $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s} \mid t = 0,60 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $s = 1510 \cdot 0,6 = 906 \text{ m}$
 - het geluid is heen en weer gereisd
 - afstand tussen Flipper en Flapper: $\frac{906}{2} = 453 = 4,5 \cdot 10^2 \text{ m}$ (2 s.c.)
- 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
 - $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s} \mid s = 600 \text{ m} \mid t = \dots \text{ s}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $600 = 1510 \cdot t \rightarrow t = 0,39735 = 0,397 \text{ s} \quad (3 \text{ s.c.})$

14 ***

a Bereken de diepte van de zee ter plaatse.

- $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s} \mid t = 3,00 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 1510 \cdot 3 = 4530 \text{ m}$
- het geluid is heen en weer gereisd
- de diepte van de zee ter plaatse: $\frac{4530}{2} = 2265 = 2,27 \cdot 10^3 \text{ m} \quad (3 \text{ s.c.})$

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
- $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s} \mid s = 8600 \text{ m} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8600 = 1510 \cdot t \rightarrow t = 5,69536 = 5,7 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

2.3 Berekenen van afstand, tijd en snelheid

1* a Wat is je gemiddelde snelheid in meter per seconde?

- $s = 150 \text{ m} \quad | \quad t = 25 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

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

- $v_{\text{gem}} = \frac{150}{25} = 6,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Hoeveel kilometer per uur is dit?

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

- $6 \text{ m/s} = 6 \cdot 3,6 = 21,6 = 22 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

2** a Bereken hoe groot de afstand is die je hebt gereden.

- 45 minuten is $\frac{45}{60} = 0,75 \text{ uur}$

- $v_{\text{gem}} = 90 \text{ km/h} \quad | \quad t = 12,75 \text{ h} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$

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

- $s = 90 \cdot 12,75 = 1147,5 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ km} \quad (2 \text{ s.c.})$

3** a Bereken hoe laat je van huis moet vertrekken om op tijd op school te komen.

- $s = 4,8 \text{ km} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 10 \text{ km/h} \quad | \quad t = \dots \text{ h}$

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

- $4,8 = 10 \cdot t \rightarrow t = 0,48 \text{ h}$

- $0,48 \text{ h} = 0,48 \cdot 60 = 28,8 \text{ min}$

- 28,8 minuten voor 8.30 uur $\rightarrow$ vertrekken om 8:01 uur (8 uur + 1 min) (2 s.c.)

4** a Bereken hoe groot je gemiddelde snelheid moet zijn om niet te laat te komen.

- $s = 6,5 \text{ km} = 6500 \text{ m} \quad | \quad t = 20 \text{ minuten} = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

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

- $v_{\text{gem}} = \frac{6500}{1200} = 5,41667 = 5,4 \text{ m/s} \quad (20 \text{ km/h}) \quad (2 \text{ s.c.})$

5** a Bereken de afstand die Jaap aflegt.

- 40 minuten is $\frac{40}{60} = 0,6667$ uur
- $v_{\text{gem}} = 22 \text{ km/h} \mid t = 0,6667 \text{ uur} \mid s = \dots \text{ km}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 22 \cdot 0,6667 = 14,6667 = 15 \text{ km}$ (2 s.c.)

6* a Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

- $24 \text{ min} = \frac{24}{60} = 0,40 \text{ uur}$
- $s = 5847 \text{ km} \mid t = 7 + 0,4 = 7,40 \text{ h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{5847}{7,40} = 790,135 = 790 \text{ km/h}$ (3 s.c.)

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

- $s = 10513 \text{ km} \mid v_{\text{gem}} = 790,135 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $10513 = 790,135 \cdot t \rightarrow t = 13,3053 = 13,3 \text{ h}$ (3 s.c.)

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

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

- $\Delta x = 15 \text{ km} \mid \Delta t = 30 \text{ minuten} = 0,5 \text{ h} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{15}{0,5} = 30 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

d Bereken hoeveel meter per seconde deze snelheid is.

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

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

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

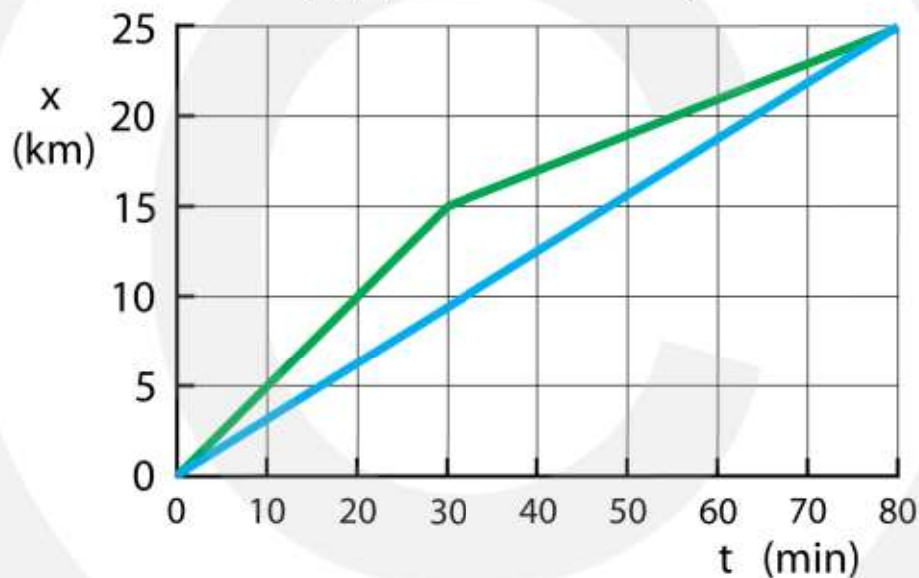
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

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

- $12 \text{ km/h} \rightarrow \frac{12}{3,6} = 3,3333 = 3,3 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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.

- $\Delta x = 25 \text{ km} \quad | \quad \Delta t = 80 \text{ minuten} = \frac{80}{60} = 1,3333 \text{ h}$

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

- $v_{\text{gem}} = \frac{25}{1,3333} = 18,75 = 19 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

- $18,75 \text{ km/h} \rightarrow \frac{18,75}{3,6} = 5,20833 = 5,2 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- $1 \text{ uur} = 60 \cdot 60 = 3600 \text{ s}$
- 24 uur per dag en 365,25 dagen per jaar
- $1 \text{ jaar} = 3600 \cdot 24 \cdot 365,25 = 31.557.600 = 3,1558 \cdot 10^7 \text{ s} \quad (5 \text{ s.c.})$

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

- $s = 2,0 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ | $t = 31.557.600 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{31.557.600} = 6,33762 \cdot 10^{-10} = 6,3 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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 $7,0 \cdot 10^5$ jaar gesloten (2 s.c.)

OOK GOED

- maak een verhoudingstabel:

0,00002	14
1	x
- kruislings vermenigvuldigen
- $0,00002 \cdot x = 14 \cdot 1 \rightarrow x = \frac{14}{0,00002} = 700.000$
- over $7,0 \cdot 10^5$ jaar (2 s.c.)

9***

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

- $s = 4,05 \cdot 10^{16} \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ | $t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $4,05 \cdot 10^{16} = 2,9979 \cdot 10^8 \cdot t \rightarrow t = 1,35095 \cdot 10^8 = 1,35 \cdot 10^8 \text{ s}$ (3 s.c.)

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 uur $24 \cdot 3600 = 86400 \text{ s}$
- een jaar heeft $365,25 \text{ dagen}$ $365,25 \cdot 86400 = 3,15576 \cdot 10^7 \text{ s}$
- tijd nodig om naar de Proxima Centauri te reizen is $1,35 \cdot 10^8 \text{ s}$
- aantal jaar nodig $\frac{1,35 \cdot 10^8}{3,15576 \cdot 10^7} = 4,27789 = 4,28 \text{ jaar}$ (3 s.c.)

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

- het licht heeft $4,28 \text{ jaar}$ nodig om naar de Proxima Centauri te reizen
- de afstand tussen de zon en de Proxima Centauri is $4,28 \text{ lichtjaar}$

Twee bewegende voorwerpen

10 ***

a Bereken na hoeveel seconden ze elkaar in de armen vallen.

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

b Bereken hoeveel meter Romeo heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 5 \text{ m/s} \mid t = 11 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 5 \cdot 11 = 55 \text{ m}$ (2 s.c.)

c Bereken hoeveel meter Julia heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 2 \text{ m/s} \mid t = 11 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2 \cdot 11 = 22 \text{ m}$ (2 s.c.)

11 ****

a Bereken op welk tijdstip de scooter de fiets inhaalt.

- $x_{0F} = 50 \text{ m} \mid x_{0S} = 0 \text{ m} \mid v_F = 5,0 \text{ m/s} \mid v_S = 10 \text{ m/s}$
- $x = x_0 + v_{\text{gem}} \cdot t$
- fiets: $x_F = 50 + 5 \cdot t$
- scooter: $x_S = 10 \cdot t$
- scooter en fiets op dezelfde plaats $x_S = x_F$
- $10 \cdot t = 50 + 5 \cdot t \rightarrow 5 \cdot t = 50 \rightarrow t = 10 \text{ s}$ (2 s.c.)

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 $x_S = x_F + 20$
- $10 \cdot t = 50 + 5 \cdot t + 20 \rightarrow 5 \cdot t = 70 \rightarrow t = 14 \text{ s}$ (2 s.c.)

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

12 ***

a Bereken op welk tijdstip Anton door Bert wordt ingehaald.

- $t = 0$ A heeft een voorsprong van 200 m op B
- $t = 200$ 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 $x_B = x_A$
- $1,25 \cdot t = 200 + 1 \cdot t$
- $0,25 \cdot t = 200 \rightarrow t = 800 = 8,0 \cdot 10^2 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

13 ***

a Bereken 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
- Anton wordt door Bert ingehaald op $t = 200 + 333,33 = 533,33 = 5,3 \cdot 10^2 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken het tijdstip waarop Anton door Bert wordt ingehaald.

- kies de situatie op 200 seconde als $t = 0$ (moment waarop 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
- Anton wordt door Bert ingehaald op $t = 200 + 333,33 = 533,33 = 5,3 \cdot 10^2 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

14 ***

a Bereken op welk tijdstip de auto 10 m voorbij de vrachtauto is.

- $x_{0A} = 0 \text{ m}$ | $x_{0V} = 20 \text{ m}$ | $v_A = 30 \text{ m/s}$ | $v_V = 20 \text{ m/s}$
- $x = x_0 + v_{\text{gem}} \cdot t$
- auto: $x_A = 30 \cdot t$
- vrachtauto: $x_V = 20 + 20 \cdot t$
- 10 m voorbij de vrachtauto is 30 m voorbij de achterkant van de vrachtauto
- auto 30 m voorbij de achterkant van de vrachtauto $x_A = x_V + 30$
- $30 \cdot t = 20 + 20 \cdot t + 30 \rightarrow 10 \cdot t = 50 \rightarrow t = 5,0 \text{ s}$ (2 s.c.)

b Bereken of de auto op tijd terug is om een botsing met de tractor te voorkomen.

- $x_{0A} = 0 \text{ m}$ | $x_{0T} = 180 \text{ m}$ | $v_A = 30 \text{ m/s}$ | $v_T = -5,0 \text{ m/s}$
- $x = x_0 + v_{\text{gem}} \cdot t$
- auto: $x_A = 30 \cdot t$
- tractor: $x_T = 180 - 5 \cdot t$
- auto en tractor op dezelfde plaats $x_A = x_T$
- $30 \cdot t = 180 - 5 \cdot t \rightarrow 35 \cdot t = 180 \rightarrow t = 5,143 \text{ s}$
- na 5,0 s is de auto op de rechter rijstrook
- na 5,153 s zijn de auto en de tractor op dezelfde plaats
- ze botsen dus niet

15 ****

a Bereken het tijdstip waarop Emma en Marleen elkaar tegenkomen.

- $s = 25 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = 2,1 \text{ m/s}$ | $t = \dots \text{ s}$
- omkeren Emma: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 25 = 2,1 \cdot t \rightarrow t = 11,90476 \text{ s}$
- Marleen heeft dan $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 1,9 \cdot 11,90476 = 22,619 \text{ m}$ afgelegd
- Emma: $x_E = 25 - 2,1 \cdot t$ Marleen: $x_M = 22,619 + 1,9 \cdot t$
- tegenkomen $x_E = x_M$
- $25 - 2,1 \cdot t = 22,619 + 1,9 \cdot t \rightarrow 4 \cdot t = 2,38095 \rightarrow t = 0,595238 \text{ s}$
- tegenkomen op $t = 11,90476 + 0,595238 = 12,5 \text{ s}$ (3 s.c.)

b Bereken de afstand vanaf het startblok waarop Emma en Marleen elkaar tegenkomen.

- vanaf het startschot zwemt Marleen met 1,90 m/s
- na 12,5 s is haar afstand: $x_M = 1,9 \cdot 12,5 = 23,75 = 23,8 \text{ m}$ (3 s.c.)

c Bereken de afgelegde weg van Emma op het moment waarop ze Marleen tegenkomt.

- na het omkeren zwemt Emma $25 - 23,75 = 1,25 \text{ m}$ voor ze Marleen tegenkomt
- haar afgelegde weg is dan $25 + 1,25 = 26,25 = 26,3 \text{ m}$ (3 s.c.)

- 16** *** a Bereken de snelheid die trein B moet hebben om in Alphen aan de Rijn een voorsprong van 3,0 km op trein A te hebben.
- als trein A 15 km heeft gereden moet trein B 18 km hebben gereden
 - 15 km voor trein A: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 15 \cdot 10^3 = 20 \cdot t \rightarrow t = 750 \text{ s}$
 - trein B rijdt 18 km in 750 s $\rightarrow s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 18 \cdot 10^3 = v_B \cdot 750 \rightarrow v_B = 24 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- b Bereken hoe lang het enkel spoor maximaal mag zijn om de treinen zonder ongelukken volgens de dienstregeling te laten rijden.
- trein A: $x_A = 20 \cdot t$
 - trein C: $x_C = 6,0 \cdot 10^4 - 30 \cdot t$
 - ontmoeten $\rightarrow x_A = x_C$
 - $20 \cdot t = 6,0 \cdot 10^4 - 30 \cdot t \rightarrow 50 \cdot t = 6,0 \cdot 10^4 \rightarrow t = 1200 \cdot \text{s}$
 - in 1200 s rijdt trein A $20 \cdot 1200 = 24 \cdot 10^3 \text{ m}$
 - enkel spoor begint 18 km vanaf Leiden
 - maximale lengte van enkel spoor is $24 - 18 = 6,0 \text{ km}$ (2 s.c.)

Samengestelde beweging met constante snelheden

- 17** ** a Bereken de gemiddelde snelheid van de scooter.
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v_{\text{gem}}}$
 - tijd voor eerste deel: $t_1 = 5 / 40 = 0,125 \text{ h}$
 - tijd voor tweede deel: $t_2 = 3 / 60 = 0,05 \text{ h}$
 - totale tijd: $t_{\text{tot}} = t_1 + t_2 \rightarrow t_{\text{tot}} = 0,125 + 0,05 = 0,175 \text{ h}$
 - totale afstand: $s_{\text{tot}} = s_1 + s_2 \rightarrow s_{\text{tot}} = 5 + 3 = 8 \text{ km}$
 - $v_{\text{gem}} = \frac{s_{\text{tot}}}{t_{\text{tot}}} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{8,0}{0,175} = 45,714 = 46 \text{ km/h}$ (2 s.c.)
 - dit is dus niet het gemiddelde van 40 en 60 = 50 km/h*
- b Bereken hoeveel minuten de scooter over het traject doet.
- totale tijd: $t_{\text{tot}} = 0,175 \text{ h}$
 - een uur heeft 60 minuten
 - $t_{\text{tot}} = 0,175 \cdot 60 = 10,5 \text{ min}$ (10 minuten en 30 seconden)

- 18** *** 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 6,00 km (3 s.c.)

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
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 8 \cdot 0,75 = 6,00 \text{ km}$ (3 s.c.)

b Bereken welke gemiddelde snelheid B nodig heeft om van A te winnen.

- de race gaat over 100 ronden $\rightarrow 100 \cdot 6 = 600 \text{ km}$
- $s = 600 \text{ km} \mid v_A = 216 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 600 = 216 \cdot t \rightarrow t = 2,77778 \text{ h}$
- A komt na $2,77778 \text{ h}$ over de finish
- **eerste deel** afstand B na 45 minuten $\rightarrow s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 208 \cdot 0,75 = 156 \text{ km}$
- **tweede deel afstand B** $600 - 156 = 444 \text{ km}$
- **tweede deel tijd B** $2,77778 - 0,75 = 2,02778 \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 444 = v_B \cdot 2,02778 \rightarrow v_B = 218,9589 = 219 \text{ km/h}$ (3 s.c.)

19***

a Bereken de gemiddelde snelheid van de Thalys op de rit Amsterdam – Parijs.

- **eerste deel** t_1 is 2 uur + 40 minuten $\rightarrow t_1 = 2,666667 \text{ h}$
- **tweede deel** t_2 is 1 uur + 25 minuten $\rightarrow t_2 = 1,416667 \text{ h}$
- **totale tijd** $t_{\text{tot}} = t_1 + t_2 \rightarrow t_{\text{tot}} = 4,083333 \text{ h}$
- **totale afstand** $s_{\text{tot}} = 450 \text{ km}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 450 = v_{\text{gem}} \cdot 4,083333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 110,204 = 110 \text{ km/h}$ (3 s.c.)

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

- **tweede deel** t_2 is 1 uur + 25 minuten $\rightarrow t_2 = 1,416667 \text{ h}$
- **tweede deel** $s_2 = 250 \text{ km}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 250 = v_{\text{gem}} \cdot 1,416667 \rightarrow v_{\text{gem}} = 176,47 = 176 \text{ km/h}$ (3 s.c.)

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

- 30 minuten met 300 km/h
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 300 \cdot 0,5 = 150 \text{ km}$
- **resterende afstand** $s_{\text{rest}} = 250 - 150 = 100 \text{ km}$
- **resterende tijd** $t_{\text{rest}} = 1,416667 - 0,50 = 0,916667 \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 100 = v_{\text{gem}} \cdot 0,916667 \rightarrow v_{\text{gem}} = 109,09 = 1,1 \cdot 10^2 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

20 *** a Bereken de gemiddelde snelheid van de auto in km/h.

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v_{\text{gem}}}$
- tijd voor eerste deel: $t_1 = \frac{2}{120} = 1,6667 \cdot 10^{-2} \text{ h}$
- tijd voor tweede deel: $t_2 = \frac{3}{80} = 3,75 \cdot 10^{-2} \text{ h}$
- totale tijd: $t_{\text{tot}} = t_1 + t_2 \rightarrow t_{\text{tot}} = 1,6667 \cdot 10^{-2} + 3,75 \cdot 10^{-2} = 5,416667 \cdot 10^{-2} \text{ h}$
- totale afstand: $s_{\text{tot}} = s_1 + s_2 \rightarrow s_{\text{tot}} = 2 + 3 = 5 \text{ km}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s_{\text{tot}}}{t_{\text{tot}}} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{5}{5,416667 \cdot 10^{-2}} = 92,3077 = 92 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$
- *dit is dus niet het gemiddelde van 80 en 120 = 100 km/h*

b Bereken de maximaal toegestane gemiddelde snelheid op het tweede deel van het traject.

- 100 km/h over 5,0 km
- totale afstand: $s_{\text{tot}} = v_{\text{gem}} \cdot t_{\text{tot}} \rightarrow t_{\text{tot}} = \frac{s_{\text{tot}}}{v_{\text{gem}}}$
- totale tijd: $t_{\text{tot}} = \frac{5}{100} = 0,050 \text{ h}$
- over het hele traject moet de auto langer doen dan 0,050 uur
- eerste deel 2,0 km $\rightarrow s_1 = v_{\text{gem}} \cdot t_1 \rightarrow 2 = 120 \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 0,016667 \text{ h}$
- $t_{\text{tot}} = t_1 + t_2 \rightarrow t_2 = t_{\text{tot}} - t_1$
- $t_2 = 0,05 - 0,016667 = 0,033333 \text{ h}$
- tweede deel 3,0 km $\rightarrow s_2 = v_{\text{gem}} \cdot t_2 \rightarrow 3 = v_{\text{gem}} \cdot 0,033333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 90 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

21 *** a Hoe groot mag zijn gemiddelde snelheid in het tweede deel maximaal zijn?

- 100 km/h over 15 km $\rightarrow t_{\text{tot}} = \frac{s_{\text{tot}}}{v_{\text{gem}}} \rightarrow t_{\text{tot}} = \frac{15}{100} = 0,15 \text{ h}$
- over het hele traject moet de auto langer doen dan 0,15 uur
- eerste deel $\rightarrow 4 \text{ minuten} = 0,066667 \text{ uur}$
- $s_1 = v_{\text{gem}} \cdot t_1 \rightarrow s_1 = 120 \cdot 0,066667 = 8,0 \text{ km}$
- tweede deel $\rightarrow$ resterende afstand: $15 - 8 = 7 \text{ km}$
- resterende tijd: $0,15 - 0,066667 = 0,083333 \text{ h}$
- tweede deel van 7,0 km: $v_{\text{gem}} = \frac{s_2}{t_2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{7}{0,083333} = 84 \text{ km/h} \quad (2 \text{ s.c.})$

22 ****

- a** Bereken de afstand tussen Anna en Bea na 1,0 minuut.
- de situatie na 10 s nemen we als uitgangspunt en we stellen dan $t=0$
 - $x = x_0 + v_{\text{gem}} \cdot t$
 - **Anna:** $x_A = 50 + 10 \cdot t$
 - na 1,0 minuut: $t = 50 \text{ s}$ (want $t=0$ is na 10 s)
 - $x_A = 50 + 10 \cdot 50 = 550 \text{ m}$
 - **Bea:** $x_B = 20 + 8 \cdot t$
 - $x_B = 20 + 8 \cdot 50 = 420 \text{ m}$
 - na 1,0 min $x_A - x_B = 550 - 420 = 130 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ m}$ (2 s.c.)

- b** Bereken de afstand tussen Anna en Bea na 2,0 minuten.
- na 2,0 minuten: $t = 110 \text{ s}$ (want $t=0$ is na 10 s)
 - **Anna:** $x_A = 50 + 10 \cdot t$
 - $x_A = 50 + 10 \cdot 110 = 1150 \text{ m}$
 - **Bea:** $x_B = 20 + 8 \cdot t$
 - $x_B = 20 + 8 \cdot 110 = 900 \text{ m}$
 - na 2,0 minuten $x_A - x_B = 1150 - 900 = 250 = 2,5 \cdot 10^2 \text{ m}$ (2 s.c.)

OOK GOED

- per seconde loopt Anna 2,0 meter uit
- na 1,0 min is de afstand tussen A en B 130 m
- na 2,0 min is de afstand tussen A en B $130 + 2 \cdot 60 = 130 + 120 = 250 = 2,5 \cdot 10^2 \text{ m}$

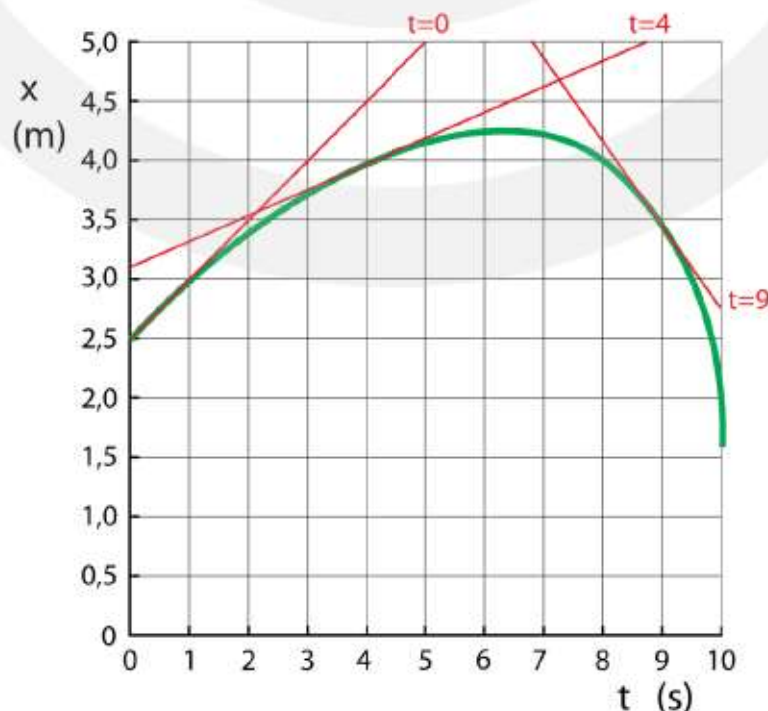
- c** Bereken met welke gemiddelde snelheid Bea tenminste moet fietsen om de wedstrijd te kunnen winnen.
- na 2,0 minuten heeft A 1150 m afgelegd
 - A moet nog $3000 - 1150 = 1850 \text{ m}$ fietsen
 - met 10 m/s doet ze daar 185 s over
 - B moet nog $3000 - 900 = 2100 \text{ m}$ fietsen
 - ze mag er maximaal 185 s over doen
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 2100 = v_{\text{gem}} \cdot 185 \rightarrow v_{\text{gem}} = 11,351 = 11 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

2.4 Versnellen en vertragen

De snelheid op één tijdstip

1**

- a** Bepaal de snelheid op $t = 0$ s.
- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$
 - $v = \frac{(5-2,5)}{(5-0)} = 0,50 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- b** Bepaal de snelheid op $t = 4$ s.
- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$
 - $v = \frac{(5-3,1)}{(8,7-0)} = 0,22 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- c** Op welk tijdstip is de snelheid nul?
- de snelheid is nul als de raaklijn horizontaal is
 - dit gebeurt op $t = 6,3$ s (2 s.c.)
- d** Bepaal de snelheid op $t = 9$ s.
- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$
 - $v = \frac{(2,75-5)}{(10-6,8)} = -0,70 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- e** Hoe groot is de snelheid op $t = 10$ s?
- op $t = 10$ s is de raaklijn verticaal
 - de snelheid is dan oneindig groot en heeft een minteken



2****a** Bepaal de snelheid op $t = 0$ min.

- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$

- $v = \frac{(-250 - 0)}{(2 - 0) \cdot 60} = -2,1 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bepaal de snelheid op $t = 2$ min.

- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$

- $v = \frac{(-250 - -65)}{(4,8 - 0) \cdot 60} = -0,64 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Op welk tijdstip is de snelheid nul?

- de snelheid is nul als de raaklijn horizontaal is

- dit gebeurt op $t = 4,3$ min (2 s.c.)

d Bepaal de snelheid op $t = 8$ min.

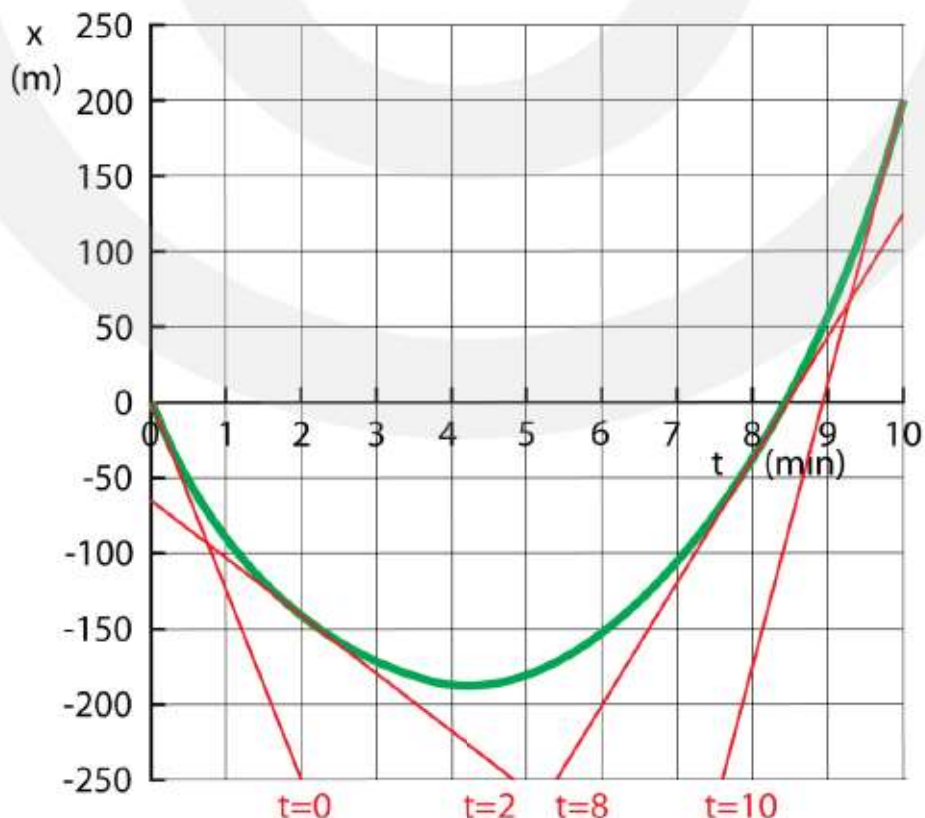
- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$

- $v = \frac{(125 - -250)}{(10 - 5,4) \cdot 60} = 1,36 = 1,4 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

e Bepaal de snelheid op $t = 10$ min.

- teken een lange raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt: $v = \Delta x / \Delta t$

- $v = \frac{(200 - -250)}{(10 - 7,6) \cdot 60} = 3,1 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$



3***

a Leg uit hoe de beweging van de bal verloopt.

- $t = 0 - 0,2 \text{ s}$: bal beweegt van nulpunt af
- $t = 0,2 - 0,5 \text{ s}$: bal beweegt naar nulpunt toe
- $t = 0,5$: bal is weer op nulpunt
- $t = 0,5 - 0,7 \text{ s}$: bal beweegt van nulpunt af de andere kant uit
- $t = 0,7 - 0,9 \text{ s}$: bal beweegt naar nulpunt toe vanaf de andere kant

b Bepaal de gemiddelde snelheid van de bal in de eerste 0,2 s van zijn beweging.

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1-0}{0,2} = 5,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bepaal de snelheid op $t=0,2 \text{ s}$.

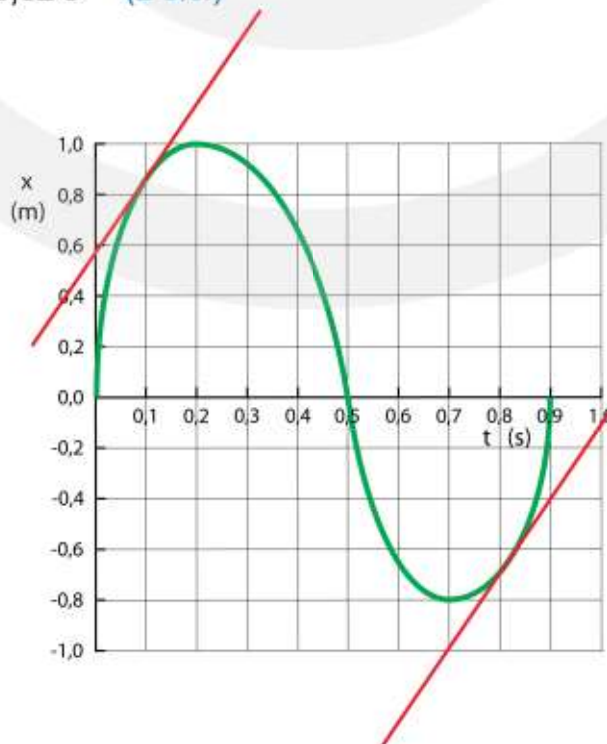
- teken een lange raaklijn op $t = 0,2 \text{ s}$ en bepaal de richtingscoëfficiënt
- $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1-1}{1} = 0,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

d Bepaal de snelheid op $t=0,5 \text{ s}$.

- teken een lange raaklijn op $t = 0,5 \text{ s}$ en bepaal de richtingscoëfficiënt
- $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1-(-1)}{(0,6-0,4) \cdot 0,2} = 10 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

e Bepaal het tweede moment waarop de snelheid van de bal gelijk is aan zijn snelheid op $t=0,1 \text{ s}$

- teken een lange raaklijn op $t = 0,1 \text{ s}$
- hou je liniaal evenwijdig aan de raaklijn
- schuif met je liniaal over de (x, t) - grafiek en kijk wanneer de raaklijn weer dezelfde richting heeft
- dit gebeurt bij $t = 0,82 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$



Bereken de versnelling

4*

a Bereken je versnelling in m/s^2 .

- $\Delta t = 2 \text{ s}$ | $\Delta v = 5 \text{ m/s}$ | $a = \dots \text{m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot t$
- $5 = a \cdot 2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

b Bereken je snelheid na 1,5 seconde.

- $t = 1,5 \text{ s}$ | $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ | $\Delta v = \dots \text{m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 2,5 \cdot 1,5 \rightarrow \Delta v = 3,75 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{eind}} = 3,8 \text{ m/s}$ (want $v_{\text{begin}} = 0$) (2 s.c.)

5**

a Bereken de vertraging van Annet.

- $\Delta t = 1,5 \text{ s}$ | $\Delta v = 4,5 \text{ m/s}$ | $a = \dots \text{m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $4,5 = a \cdot 1,5 \rightarrow a = 3,0 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

b Bereken de snelheid van Annet 0,50 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)
- $v_{\text{begin}} = 4,5 \text{ m/s}$ | $\Delta v = -3 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = \dots \text{m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow -3 = v_{\text{eind}} - 4,5 \rightarrow v_{\text{eind}} = 4,5 - 3 = 1,5 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

6**

a Bereken de vertraging van Zoe.

- $\Delta v = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s}$
- $\Delta v = 5 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 2,5 \text{ s}$ | $a = \dots \text{m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $5 = a \cdot 2,5 \rightarrow a = 2,0 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

b Bereken hoeveel meter ze nodig heeft om tot stilstand te komen.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{5 + 0}{2} = 2,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2,5 \cdot 2,5 = 6,25 = 6,3 \text{ m}$ (2 s.c.)

7***

a Bereken in hoeveel tijd Bert tot stilstand moet komen.

- $v_{\text{gem}} = \frac{9}{3,6} = 2,5 \text{ m/s} \quad | \quad s = 5 \text{ m} \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $5 = 2,5 \cdot t \rightarrow t = 2,0 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de vertraging die Bert nodig heeft om op tijd tot stilstand te komen.

- $\Delta v = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 2 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $5 = a \cdot 2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bereken hoever hij voor de stopstreep tot stilstand komt.

- bereken eerst de tijd
- $\Delta v = 5 \text{ m/s} \quad | \quad a = 3 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $5 = 3 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 1,6667 \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2,5 \cdot 1,6667 = 4,16667 \text{ m}$
- 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 (2 s.c.)

8***

a Bereken de versnelling van de trein.

- $\Delta v = 144 \text{ km/h} = \frac{144}{3,6} = 40 \text{ m/s}$
- $\Delta t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$
- $\Delta v = 40 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 600 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $40 = a \cdot 600 \rightarrow a = 0,06667 = 0,067 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de vertraging van de trein.

- $1,5 \text{ min} = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ s}$
- $\Delta v = -40 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 90 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-40 = a \cdot 90 \rightarrow a = -0,4444 = -0,44 \text{ m/s}^2$ (minteken want vertraging) (2 s.c.)

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

- $1,2 \text{ min} = 1,2 \cdot 60 = 72 \text{ s}$
- $a = -0,4444 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 72 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$

- $\Delta v = -0,4444 \cdot 72 \rightarrow \Delta v = -32 \text{ m/s}$ (minteken want snelheid neemt af)
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow -32 = v_{\text{eind}} - 40 \rightarrow v_{\text{eind}} = 40 - 32 = 8,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

- $18 \text{ km/h} = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s} \quad | \quad 30 \text{ minuten} = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ s}$
- $\Delta v = -5 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 1800 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$ (minteken want snelheid neemt af)
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-5 = a \cdot 1800 \rightarrow a = -2,7778 \cdot 10^{-3} = -2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

b Bereken de gemiddelde snelheid van de olietanker.

- $v_{\text{begin}} = 5 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{5+0}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 2,5 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

- $v_{\text{gem}} = 2,5 \text{ m/s} \quad | \quad t = 1800 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2,5 \cdot 1800 \rightarrow s = 4500 \text{ m} = 4,5 \text{ km}$ (2 s.c.)

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

- $\Delta v = \frac{360}{3,6} = 100 \text{ m/s} \quad | \quad a = 1,25 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = \dots \text{ s}$
- $100 = 1,25 \cdot t \rightarrow t = 80,0 \text{ s}$ (3 s.c.)

b Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 100 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{0+100}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 50,0 \text{ m/s}$ (3 s.c.)

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

- $v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s} \quad | \quad t = 80 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 50 \cdot 80 \rightarrow s = 4000 \text{ m} = 4,00 \text{ km}$ (3 s.c.)

11*****a** Bereken hoelang de raket nodig heeft om uit stilstand een snelheid van 8,0 km/s te bereiken.

- $\Delta v = 8,0 \text{ km/s} = 8000 \text{ m/s} \quad | \quad a = 25 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = \dots \text{s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $8000 = 25 \cdot t \rightarrow t = 320 = 3,2 \cdot 10^2 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de afstand van de raket tijdens het versnellen.

- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 8000 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{gem}} = 4000 \text{ m/s}$
- $t = 320 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 4000 \text{ m/s} \quad | \quad s = \dots \text{m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 4000 \cdot 320 = 1.280.000 = 1,3 \cdot 10^6 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

12*****a** Bereken de versnelling van deze Porsche.

- $\Delta v = \frac{100}{3,6} = 27,7778 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 4,9 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $27,7778 = a \cdot 4,9 \rightarrow a = 5,6689 = 5,7 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de snelheid van deze Porsche na 6,0 seconde optrekken.

- $a = 5,6689 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 6 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 5,6689 \cdot 6 = 34,0136 = 34 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Hoeveel meter heeft de Porsche afgelegd na 6,0 seconde optrekken?

- $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} v_{\text{eind}} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} \cdot 34,0136 = 17,0068 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 17,0068 \cdot 6 = 102,04 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

13*****a** Hoeveel tijd heeft de Porsche nodig om vanuit stilstand zijn topsnelheid te bereiken?

- $\Delta v = \frac{285}{3,6} = 79,16667 \text{ m/s} \quad | \quad a = 2,5 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = \dots \text{s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $79,16667 = 2,5 \cdot t \rightarrow t = 31,6667 = 32 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Hoeveel meter legt de Porsche af bij het optrekken uit stilstand tot aan zijn topsnelheid?

- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 79,16667 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 79,16667}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 39,5833 \text{ m/s}$

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 39,5833 \cdot 31,6667 \rightarrow s = 1253 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)

14 ***

a Bereken de versnelling.

- bereken eerst de tijd
- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 100 \text{ m/s} \rightarrow v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s}$
- $s = 200 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = 50 \text{ m/s} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 200 = 50 \cdot t \rightarrow t = 4 \text{ s}$
- $\Delta v = 100 \text{ m/s} \mid \Delta t = 4 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $100 = a \cdot 4 \rightarrow a = 25,0 \text{ m/s}^2$ (3 s.c.)

b Bereken de vertraging.

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

15 ***

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

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

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

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

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

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 26,38889 \cdot 27,77778 \rightarrow s = 733,0247 = 7,3 \cdot 10^2 \text{ m}$ (2 s.c.)

16 *** a Bereken de versnelling van de vrachtauto.

- $v_{\text{begin}} = \frac{72}{3,6} = 20 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s}$ → $\Delta v = 5,0 \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$ → $5 = a \cdot 60$ → $a = 8,3333 \cdot 10^{-2} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

b Bereken de afgelegde weg tijdens het versnellen.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ → $v_{\text{gem}} = \frac{20 + 25}{2} = 22,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ → $s = 22,5 \cdot 60 = 1350 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)

c Bereken hoe lang de vrachtauto aan het remmen is.

- $v_{\text{begin}} = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = \frac{54}{3,6} = 15 \text{ m/s}$ → $\Delta v = -10 \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$ → $-10 = -0,5 \cdot t$ → $t = 20 \text{ s}$ (2 s.c.)

d Bereken de afgelegde weg tijdens het remmen.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ → $v_{\text{gem}} = \frac{25 + 15}{2} = 20 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ → $s = 20 \cdot 20 = 400 = 4,0 \cdot 10^2 \text{ m}$ (2 s.c.)

17 *** a Bereken hoever de kreukelzone wordt ingedrukt. Gebruik v_{gem}

- $v_{\text{begin}} = \frac{80}{3,6} = 22,222 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s}$ | $v_{\text{gem}} = \frac{22,222 + 0}{2} = 11,111 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 11,111 \cdot 0,030 = 0,33333 = 0,33 \text{ m}$ (2 s.c.)

b Bereken de vertraging.

- $v_{\text{begin}} = 22,222 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s}$ | $t = 0,030 \text{ s}$ | $a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-22,222 = a \cdot 0,030$ → $a = -740,74 = -7,4 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

c Verwacht je dat een passagier zo'n botsing overleeft?

- de vertraging is 741 m/s^2
- dit is 74 keer meer dan de valversnelling (dit is gelijk aan 74 G)
- dat kun je niet overleven

18 *** a Bereken hoever de kreukelzone minimaal ingedrukt moet kunnen worden.

- $v_{\text{begin}} = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s}$ | $a = -400 \text{ m/s}^2$ | $t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$

- $-25 = -400 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{25+0}{2} = 12,5 \text{ m/s} \mid t = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 12,5 \cdot 6,25 \cdot 10^{-2} = 0,78125 = 0,78 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

19***

a Bereken de remvertraging van de auto bij een botsing met 90 km/h.
Gebruik v_{gem}

- $v_{\text{begin}} = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{gem}} = \frac{25+0}{2} = 12,5 \text{ m/s}$
- $s = 0,80 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = 12,5 \text{ m/s} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 0,8 = 12,5 \cdot t \rightarrow t = 0,064 \text{ s}$
- $\Delta v = -25 \text{ m/s} \mid t = 0,064 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-25 = a \cdot 0,064 \rightarrow a = -390,625 = -3,9 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de remvertraging van de chauffeur bij een botsing met 90 km/h.

- $v_{\text{begin}} = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \mid v_{\text{gem}} = \frac{25+0}{2} = 12,5 \text{ m/s}$
- $s = 0,8 + 0,4 = 1,2 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = 12,5 \text{ m/s} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 1,2 = 12,5 \cdot t \rightarrow t = 0,096 \text{ s}$
- $\Delta v = -25 \text{ m/s} \mid t = 0,096 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-25 = a \cdot 0,096 \rightarrow a = -260,417 = -2,6 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

c Leg uit waarom een airbag de kans op letsel vermindert.

- een airbag zorgt ervoor dat de vertraging kleiner wordt
- vanwege de kleinere vertraging is de kans op letsel kleiner

Samengestelde beweging met constante snelheid en versnelling

20***

a Bereken de reactieafstand.

- in de reactietijd is de snelheid constant
- $v_{\text{gem}} = 35 \text{ m/s} \mid t = 0,8 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 35 \cdot 0,8 = 28 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de remafstand.

- tijdens het remmen is de beweging eenparig vertraagd
- $v_{\text{begin}} = 35 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \mid t = 3,0 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{35 + 0}{2} = 17,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 17,5 \cdot 2 = 35 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bereken de stopafstand.

- stopafstand $28 + 35 = 63 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

21 ***

a Bereken de afstand tussen de auto en de vrachtauto voordat de auto gaat remmen.

- $v_A = v_B = 30 \text{ m/s} \mid t = 2,0 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 30 \cdot 2 = 60 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de stopafstand van de auto.

- de auto heeft geen reactietijd $\rightarrow$ de stopafstand van de auto is gelijk aan zijn remafstand
- $v_{\text{begin}} = 30 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \mid a = -5,0 \text{ m/s}^2 \mid s = \dots \text{ m}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -30 = -5 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 6,0 \text{ s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{30 + 0}{2} = 15 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 15 \cdot 6 = 90 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bereken de stopafstand van de vrachtauto.

- reactieafstand van de vrachtauto: $v = 30 \text{ m/s} \mid t = 1,0 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 30 \cdot 1,0 = 30 \text{ m}$
- remtijd van de vrachtauto: $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -30 = -4 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 7,5 \text{ s}$
- remafstand van de vrachtauto: $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 15 \cdot 7,5 = 112,5 \text{ m}$
- stopafstand = reactieafstand + remafstand: $30 + 112,5 = 142,5 = 1,4 \cdot 10^2 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

d Bereken de afstand tussen de auto en de vrachtauto als beide na het remmen stilstaan.

- voor dat de auto gaat remmen is de afstand tussen de auto en de vrachtauto 60 m
- stopafstand van de auto is 90 m
- stopafstand van de vrachtauto is $142,5 \text{ m}$
- onderlinge afstand als ze stilstaan: $60 + 90 - 142,5 = 7,5 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

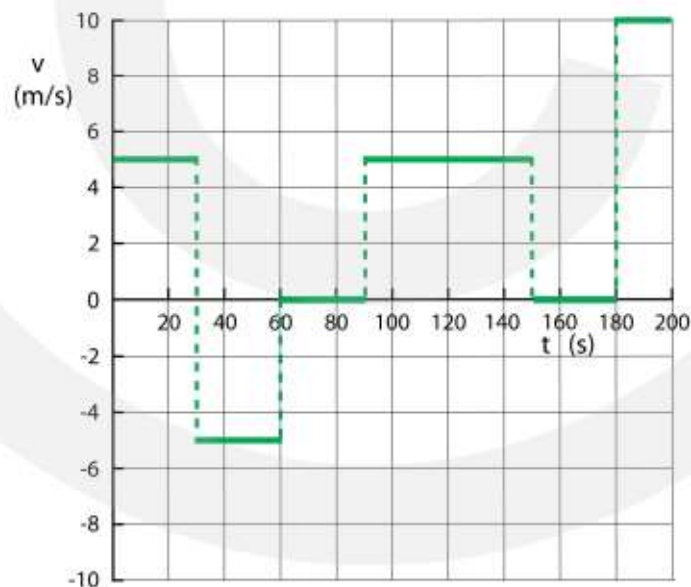
2.5 Het (v, t)-diagram

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

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

- 0 – 30 $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{150}{30} = 5,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- 30 – 60 $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{-150}{30} = -5,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- 60 – 90 $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0}{30} = 0,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- 90 – 150 $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- 150 – 180 $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0}{30} = 0,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- 180 – 200 $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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 steilste is is de versnelling het grootst
- tussen 1,8 en 2,0 seconde is de (v, t)-grafiek het steilste

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.

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

3**

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

- $\Delta t = 4 \text{ s}$ | $\Delta x = 20 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

- $\Delta t = 8 \text{ s}$ | $\Delta x = 160 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{160}{8} = 20 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

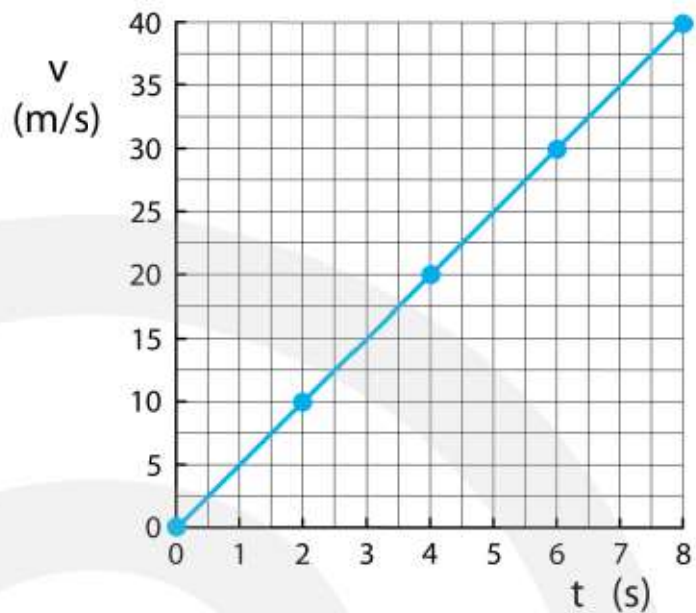
c Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 4$ en $t = 8 \text{ s}$.

- $\Delta t = 8 - 4 = 4 \text{ s}$ | $\Delta x = 160 - 40 = 120 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{120}{4} = 30 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

d Bepaal de snelheid op $t = 0, 2, 4, 6$ en 8 s .

- $v_{\text{gem}} = \Delta x / \Delta t \rightarrow$
- teken een lange raaklijn op de tijdstippen en bepaal de richtingscoëfficiënt
- $t = 0 \text{ s}$: $v = (0 - 0) / (8 - 0) = 0,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 2 \text{ s}$: $v = (70 - 0) / (8 - 1) = 10 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 4 \text{ s}$: $v = (120 - 0) / (8 - 2) = 20 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 6 \text{ s}$: $v = (150 - 0) / (8 - 3) = 30 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 8 \text{ s}$: $v = (160 - 0) / (8 - 4) = 40 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

- e Gebruik de gegevens om een (v, t)-diagram te tekenen.



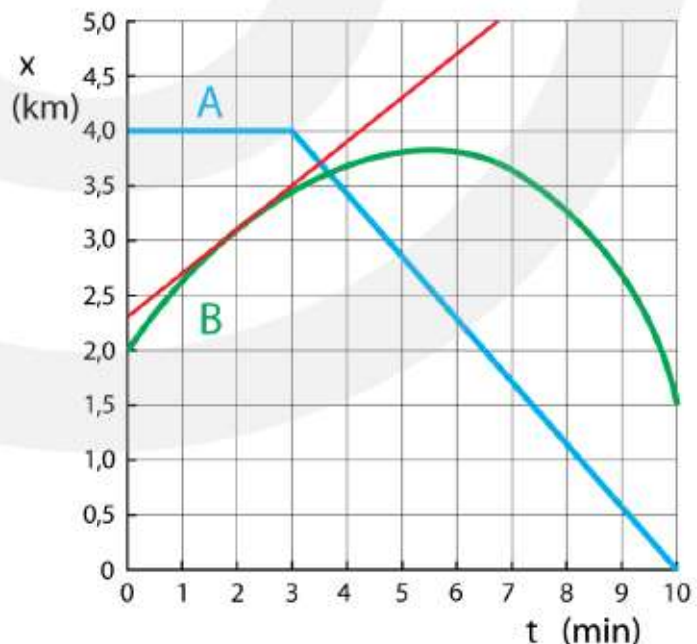
4 ***

- a Bepaal de gemiddelde snelheid van A.

- $s = 4,0 \text{ km} \mid t = 10 \text{ min} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- omrekenen: $s = 4,0 \text{ km} = 4000 \text{ m} \mid t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 4000 = v_{\text{gem}} \cdot 600$
- $v_{\text{gem}} = \frac{4000}{600} = 6,67 = 6,7 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

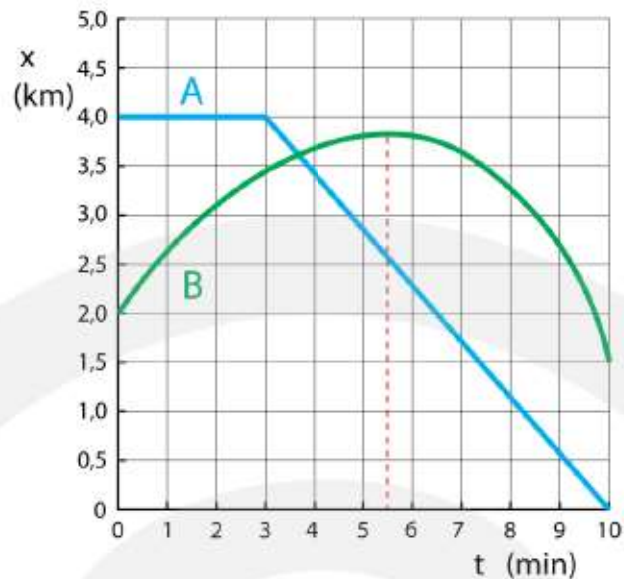
- b Bepaal de snelheid van B op $t = 2,0 \text{ min}$.

- lange raaklijn tekenen
- $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v = \frac{5000 - 2300}{(6,8 - 0) \cdot 60} = 6,6 \text{ m/s}$

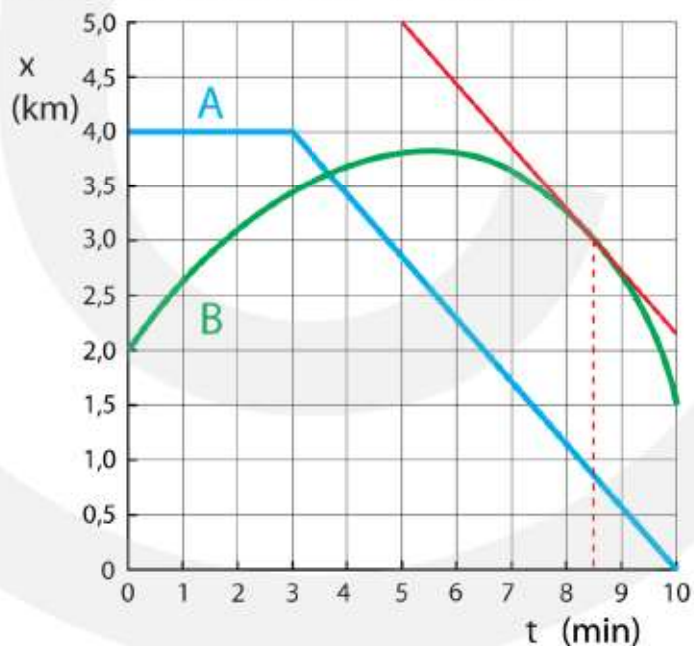


- c Op welk tijdstip is de snelheid van B nul?

- $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0 \rightarrow$ de snelheid is nul als de raaklijn horizontaal is
- aflezen: dit gebeurt op $t = 5,5 \text{ minuten} \quad (t = 3,3 \cdot 10^2 \text{ s}) \quad (2 \text{ s.c.})$

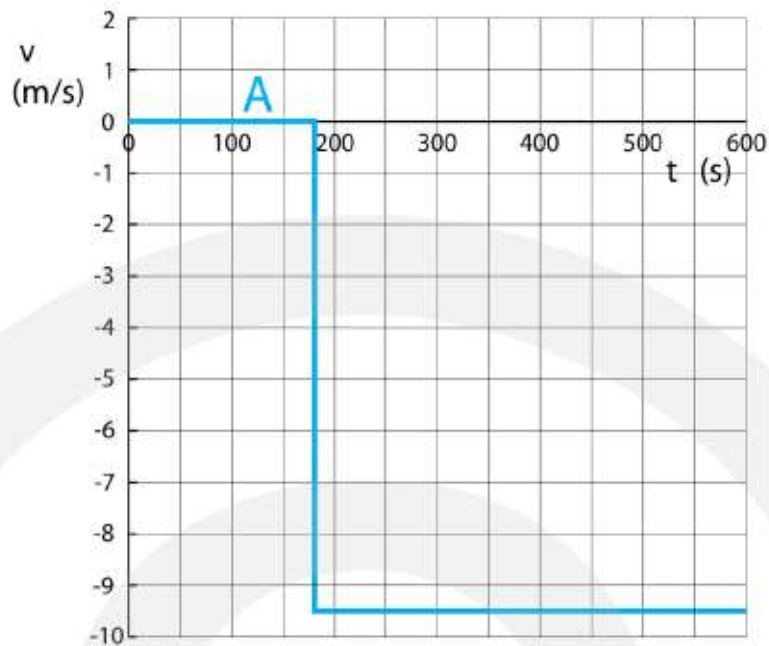


- d Op welk tijdstip tussen $t=3$ en $t=10$ min is de snelheid van B gelijk aan de snelheid van A.
- leg je geodriehoek langs de grafiek van A en schuif tot je grafiek B raakt
 - aflezen op de tijd-as van B: $t = 8,5$ minuten ($t = 510$ s)



- e Teken het (v, t) -diagram van de beweging van A.

- $0 - 3$ min $v = 0$
- $3 - 10$ min $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{0 - 4000}{(10 - 3) \cdot 60} = \frac{-4000}{420} = -9,5 \text{ m/s}$ (2 s.c.)



f Schets het (v, t)-diagram van de beweging van B.

- raaklijnen tekenen op $t = 0$ en op $t = 600$ s

- $t = 0$ $v = \frac{5000 - 2000}{(4,5 - 0) \cdot 60} = \frac{3000}{270} = 11 \text{ m/s}$

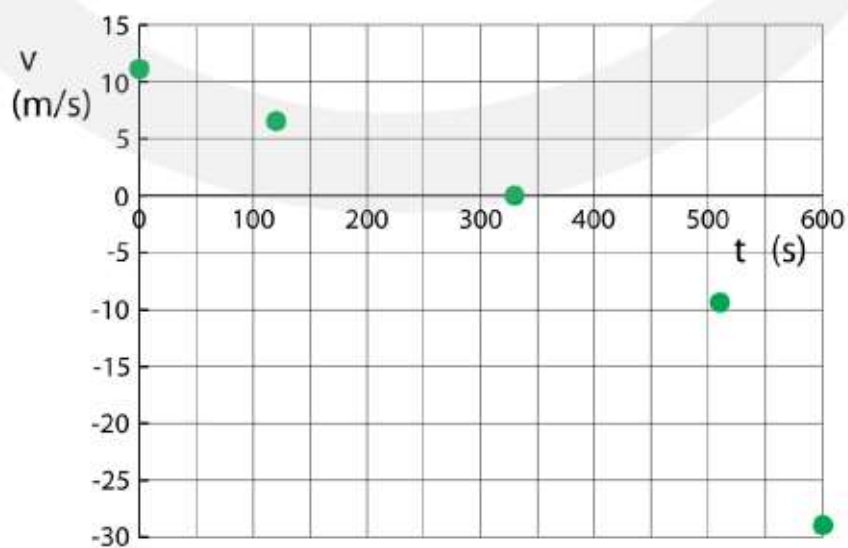
- $t = 120$ s $v = 6,6 \text{ m/s}$ (antwoord vraag b)

- $t = 330$ s $v = 0 \text{ m/s}$ (antwoord vraag c)

- $t = 510$ s $v = -9,5 \text{ m/s}$ (antwoord vraag d en e)

- $t = 600$ $v = \frac{1500 - 5000}{(10 - 8) \cdot 60} = \frac{-3500}{120} = -29 \text{ m/s}$

- schets een vloeiende lijn door de punten



De versnelling op één tijdstip

5**

a Bepaal de versnelling op $t = 0$, $t = 20$, $t = 40$, $t = 60$, $t = 80$, $t = 100$ en $t = 120$ s.

- teken steeds de raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt

- $t=0$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(30-0)}{(21-0)} = 1,4 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

- $t=20$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(30-6)}{(56-0)} = 0,43 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

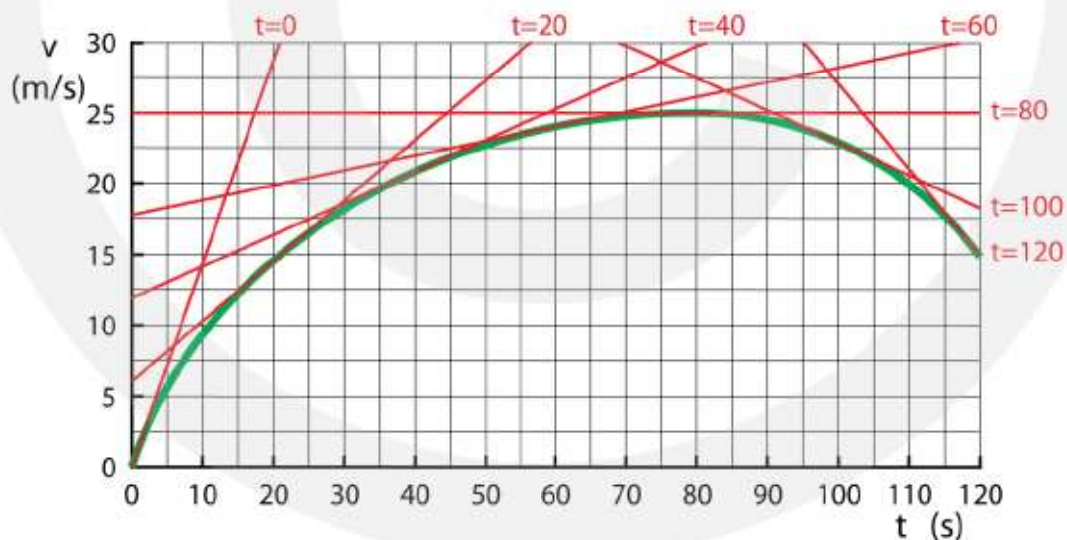
- $t=40$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(30-12)}{(81-0)} = 0,22 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

- $t=60$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(30-18)}{(117-0)} = 0,10 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

- $t=80$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(25-25)}{(120-0)} = 0,0 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

- $t=100$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(18-30)}{(120-69)} = -0,24 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

- $t=120$ s : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(15-30)}{(120-95)} = -0,60 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)



b Leg uit of je het met Martha eens bent.

- op $t=80$ heeft de auto zijn maximale snelheid van 25 m/s
- de auto keert niet om $\rightarrow$ Martha heeft niet gelijk

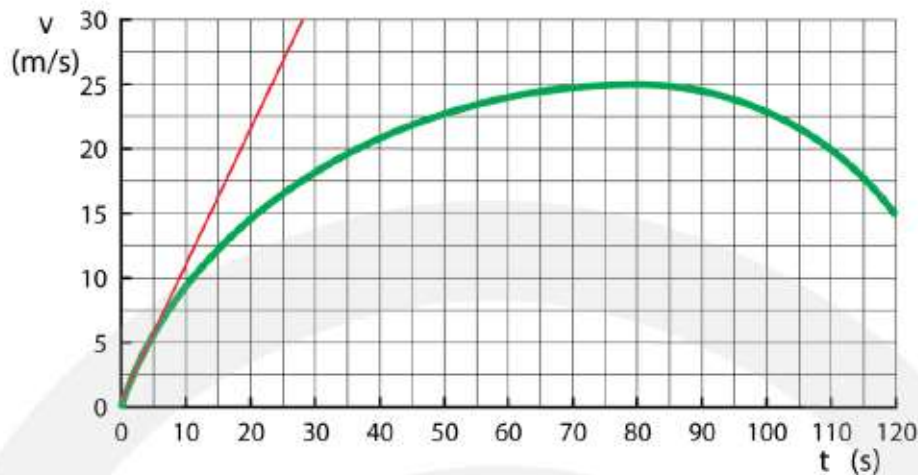
c Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de afstand na 5,0 s.

- bepaal de gemiddelde versnelling tussen $t=0$ en $t=5$ s te bepalen

- $t = 0-5$ s : $a_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a_{\text{gem}} = \frac{(30-1)}{(28-0)} = 1,0 \text{ m/s}^2$

- $a_{\text{gem}} = 1,0 \text{ m/s}^2 \mid t = 5,0 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$

- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow s = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5^2 = 12,5 = 13 \text{ m}$ (2 s.c.)



6***

a Leg de betekenis van het minteken uit.

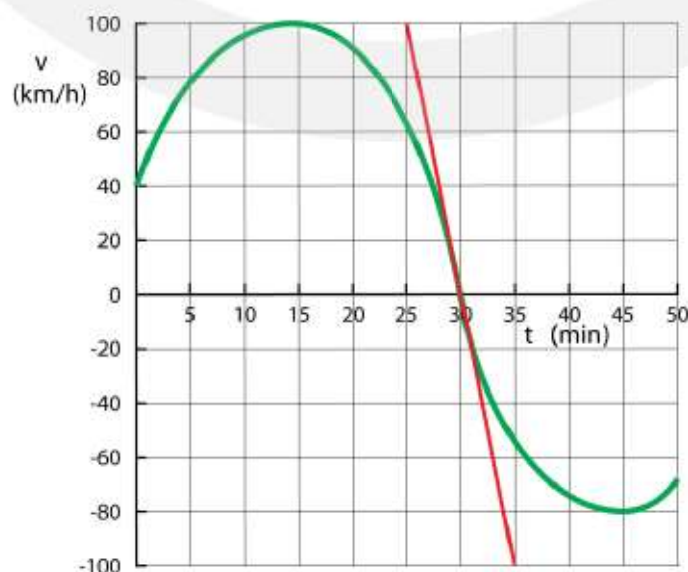
- bij een positieve snelheid beweegt de auto van het nulpunt af
- bij een negatieve snelheid beweegt de auto naar het nulpunt toe
- op $t = 45$ min is de rijrichting tegengesteld aan de rijrichting op $t = 15$ min

b Leg uit hoe de auto beweegt.

- 0 – 15 min : de auto versnelt
- 15 – 30 min : de auto remt
- $t = 30$ min : de auto keert om en staat heel even stil
- 30 – 45 min : de auto versnelt
- 45 – 50 min : de auto remt

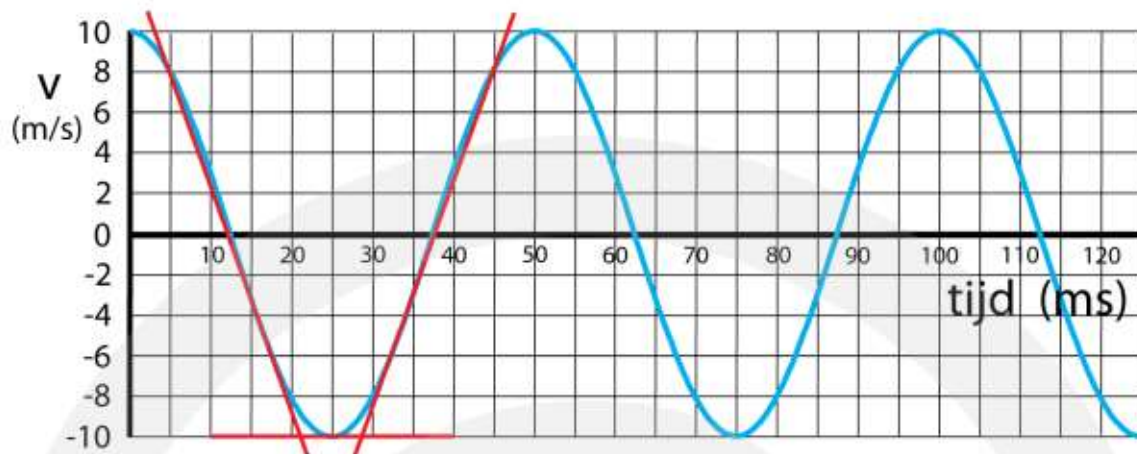
c Bepaal de versnelling op $t = 30$ min.

- teken de raaklijn en bepaal de richtingscoëfficiënt $a = \Delta v / \Delta t$
- $\Delta v = -100 - 100 = -200$ km/h
- $\Delta v = -200 / 3,6 = -55,55$ m/s
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{(-100 - 0)}{(21 - 0)} = 1,4 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)



7**

Het (v,t)-diagram van een trillende veer is weergegeven.



a Bepaal de versnelling op $t = 15$ s.

- lange raaklijn tekenen op $t = 15$ s

- richtingscoëfficiënt: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10 - 10}{21 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{-20}{18 \cdot 10^{-3}} = -1,1111 \cdot 10^3$

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -1,1 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

b Bepaal de versnelling op $t = 25$ s.

- lange raaklijn tekenen op $t = 25$ ms
- horizontale lijn $\rightarrow$ richtingscoëfficiënt = 0

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0,0 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

c Bepaal de versnelling op $t = 35$ s.

- lange raaklijn tekenen op $t = 35$ s

- richtingscoëfficiënt: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - (-10)}{47 \cdot 10^{-3} - 29 \cdot 10^{-3}} = \frac{20}{18 \cdot 10^{-3}} = 1,1111 \cdot 10^3$

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 1,1111 \cdot 10^3 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

d Bepaal de tijdstippen waarop de versnelling maximaal is.

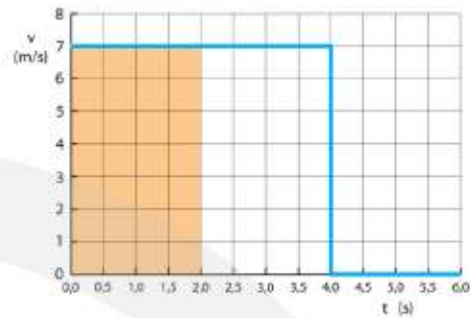
- versnelling maximaal $\rightarrow$ a is positief
- de versnelling is maximaal al de (v, t)-grafiek het steilst is
- nuldoorgangen op $t = 37 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ en op $t = 87 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ (2 s.c.)

De afstand uit een (v, t)-diagram bepalen

8*

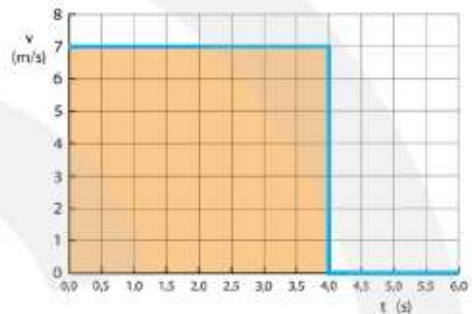
a Bepaal de afstand op $t = 2,0$ s.

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



b Bepaal de afstand op $t = 4,0$ s.

- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
- oppervlak = $s = 4 \cdot 7 = 28$ m (2 s.c.)



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 (2 s.c.)

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 (2 s.c.)

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
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{28}{4} = 7,0$ m/s (2 s.c.)

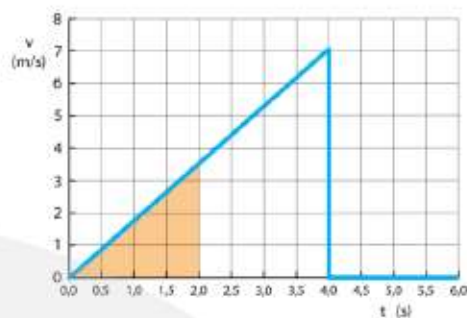
f Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t=0$ en $t=6,0$ s.

- $s = 28$ m | $t = 6$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{28}{6} = 4,7$ m/s (2 s.c.)

9*

a Bepaal de afstand op $t = 2,0$ s.

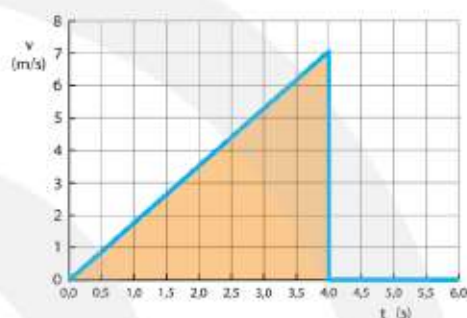
- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek
- oppervlak $= s = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3,5 = 3,5$ m (2 s.c.)

**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 (2 s.c.)

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 (2 s.c.)

**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
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{3,5}{2} = 1,75 = 1,8$ m/s (2 s.c.)

OOK GOED

- $v_1 = 0$ m/s | $v_2 = 3,5$ m/s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 3,5}{2} = 1,75 = 1,8$ m/s (2 s.c.)

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 (2 s.c.)

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 (2 s.c.)

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
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{6} = 2,33 = 2,3$ m/s (2 s.c.)

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad \text{MAG NIET}$$

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/s²
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{7}{4} = 1,75 = 1,8$ m/s² (2 s.c.)

10 ***

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 (2 s.c.)

c Bepaal de vertraging tussen $t = 0$ en $t = 16$ s.

- $\Delta v = 2 - 8 = -6$ m/s | $t = 16$ s | $a = \dots$ m/s²
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-6}{16} = -0,375 = -0,38$ m/s² (2 s.c.)
- min teken $\rightarrow$ vertraging

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

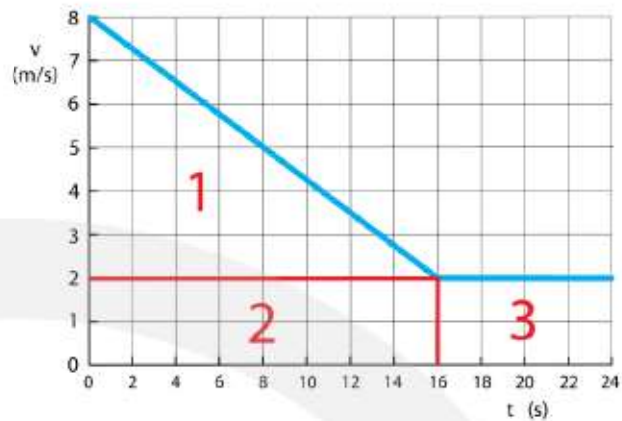
- $s = 80$ m | $t = 16$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{80}{16} = 5,0$ m/s (2 s.c.) $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ MAG NIET

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.

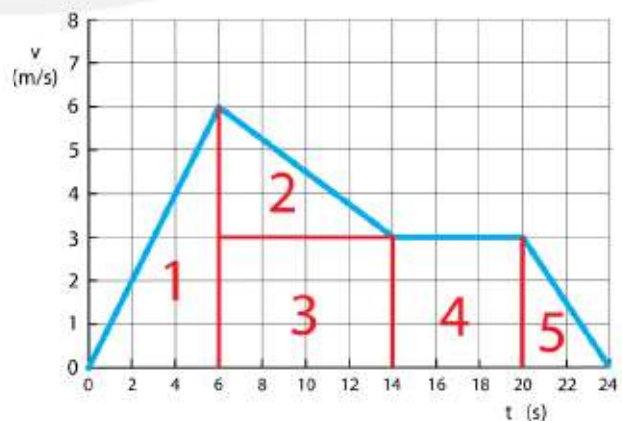
- $s = 96$ m | $t = 24$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{96}{24} = 4,0$ m/s (2 s.c.) $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ MAG NIET



11 ***

a Bepaal de afstand op $t = 14$ s.

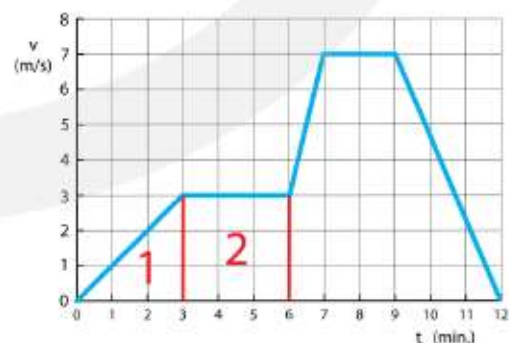
- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek = opp.1 + opp.2 + opp.3
- opp. 1 = $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 6 = 18$ m
- opp. 2 = $s_2 = \frac{1}{2} \cdot (14 - 6) \cdot (6 - 3) = 12$ m
- opp. 3 = $s_3 = (14 - 6) \cdot 3 = 24$ m
- $s_1 + s_2 + s_3 = 18 + 12 + 24 = 54$ m (2 s.c.)



- 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 (2 s.c.)
- c** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t=0$ en $t=14$ s.
- $s = 54$ m | $t = 14$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
 - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{54}{14} = 3,86 = 3,9$ m/s (2 s.c.)
- 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/s²
 - $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-3}{8} = -3,75 = -3,8$ m/s² (2 s.c.)
 - 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 (2 s.c.)
- 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

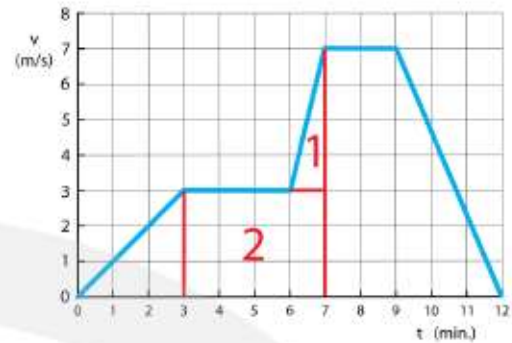
12***

- 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 = $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 60 \cdot 3 = 270$ m
 - opp. 2 = $s_2 = (6 - 3) \cdot 60 \cdot 3 = 540$ m
 - $s_1 + s_2 = 270 + 540 = 810 = 8,1 \cdot 10^2$ m (2 s.c.)



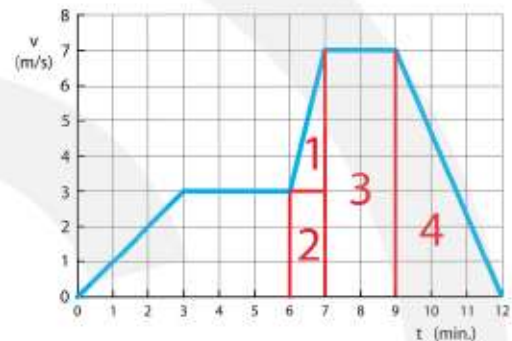
b Bepaal de afstand die tussen $t = 3$ en $t = 7$ minuten wordt afgelegd.

- 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 = $s_4 = \frac{1}{2} \cdot (12 - 9) \cdot 60 \cdot 7 = 630 \text{ m}$
- $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 120 + 180 + 840 + 630 \text{ m}$
- $s_{\text{tot}} = 1770 = 1,8 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)



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

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

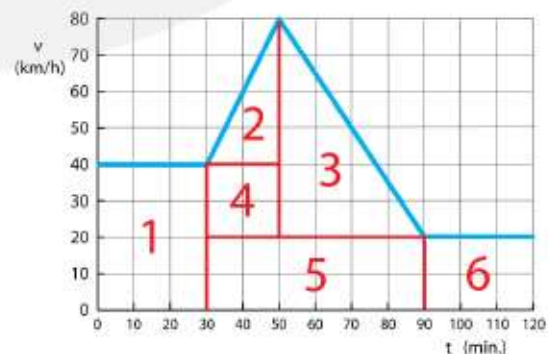
e Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t=0$ en $t=12$ minuten.

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

13 ***

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 = $s_5 = (90 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{20}{3,6} = 20.000 \text{ m}$
- $s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 6666,7 + 20000 + 6666,7 + 20000 = 53333 \text{ m} \quad (= 53,3 \text{ km})$
- $s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 53333 = 5,3 \cdot 10^4 \text{ m} \quad (= 53 \text{ km}) \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- opp. 6 = $s_6 = (120 - 90) \cdot 60 \cdot \frac{20}{3,6} = 10.000 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ m} \quad (= 10 \text{ km}) \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- totale afstand is antwoord a + antwoord b + antwoord c
- $s = 20000 + 53333 + 10000 = 83333 \text{ m} \quad | \quad t = 120 \text{ min} = 7200 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{83333}{7200} = 11,57 = 12 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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)*
- $\Delta v = 80 - 40 = 40 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{40}{3,6} = 11,111 \text{ m/s}$
- $t = 50 - 30 = 20 \text{ min.} \rightarrow t = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s}$
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{11,111}{1200} = 9,25926 \cdot 10^{-3} = 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- $\Delta v = 20 - 80 = -60 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{-60}{3,6} = -16,667 \text{ m/s}$
- $t = 90 - 50 = 40 \text{ min.} \rightarrow t = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ s}$
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-16,667}{2400} = 6,94444 \cdot 10^{-3} = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

14***

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

- nee, want de snelheid is constant 4,0 m/s en wordt niet groter of kleiner

b Bepaal de vertraging van A na $t = 3,0$ s

- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow \Delta v = 0 - 4 = -4 \text{ m/s}$

- $\Delta t = t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}} \rightarrow \Delta t = 6 - 3 = 3 \text{ s}$

- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -4 = a \cdot 3 \rightarrow a = \frac{-4}{3} = -1,3333 = -1,3 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bepaal de versnelling van B tussen $t = 0$ en $t = 4,0$ s

- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow \Delta v = 8 - 2 = 6 \text{ m/s}$

- $\Delta t = t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}} \rightarrow \Delta t = 4 - 0 = 4 \text{ s}$

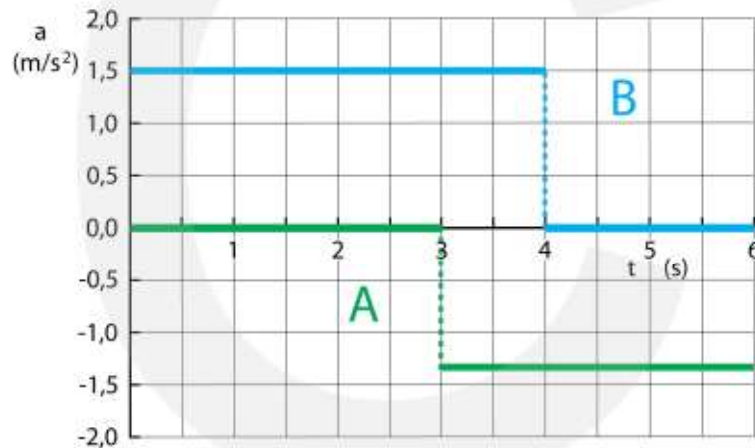
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 6 = a \cdot 4 \rightarrow a = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

d Bepaal de afstand van B tussen 0,0 en 6,0 s

- oppervlakte onder (v, t) -grafiek

- oppervlakte $6,0 \cdot 2,0 + \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 6,0 + 2,0 \cdot 6,0 = 12 + 12 + 12 = 36 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

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



15**

a Bepaal de versnelling van de lift tussen $t = 0$ en $t = 3$ s

- $\Delta v = 10 \text{ m/s} \mid \Delta t = 3 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$

- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 10 = a \cdot 3 \rightarrow a = \frac{10}{3} = 3,3333 = 3,3 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bepaal de vertraging van de lift tussen $t = 8$ en $t = 10$ s

- $\Delta v = -10 \text{ m/s} \mid \Delta t = 2 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$

- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -10 = a \cdot 2 \rightarrow a = \frac{-10}{2} = -5,0 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

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 $15 + 20 = 35 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

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 $3 \cdot 10 = 30$ m
- $8,0$ tot 10 s $\rightarrow$ oppervlakte is $\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10 = 10$ m
- totale oppervlakte is $30 + 10 = 40$ m (2 s.c.)

e Bereken de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 5,0$ s.

- $s = 35$ m (zie vraag c) | $t = 5$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 35 = v_{\text{gem}} \cdot 5 \rightarrow v_{\text{gem}} = 7,0$ m/s (2 s.c.)

f Bereken de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 10$ s.

- $s = 35 + 40 = 75$ m (zie vraag c+d) | $t = 10$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 75 = v_{\text{gem}} \cdot 10 \rightarrow v_{\text{gem}} = 7,5$ m/s (2 s.c.)

16 **a** Bepaal de versnelling van de lift direct na het vertrek.

- $\Delta v = 8$ m/s | $\Delta t = 15$ s | $a = \dots$ m/s²
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 8 = a \cdot 15 \rightarrow a = \frac{8}{15} = 0,53333 = 0,53$ m/s² (2 s.c.)

b Bepaal de vertraging van de lift bij aankomst.

- $\Delta v = -8$ m/s | $\Delta t = 2,5$ s | $a = \dots$ m/s²
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -8 = a \cdot 2,5 \rightarrow a = \frac{-8}{2,5} = -3,2$ m/s² (2 s.c.)

c Bepaal de hoogte van de honderdste verdieping boven de begane grond.

- oppervlakte onder (v, t) -grafiek
- $h = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 8,0 + 40 \cdot 8,0 + \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 8,0 = 60 + 320 + 10 = 390 = 3,9 \cdot 10^2$ m (2 s.c.)

17 **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 (2 s.c.)

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: $1200 + 1800 + 200 = 3200 = 3,2 \cdot 10^3$ m (2 s.c.)

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
 - totaal: $2400 + 300 + 200 = 2900 = 2,9 \cdot 10^3$ m (2 s.c.)
- d** Hoever is de raceauto van de startstreep 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 $3200 - 2900 = 300 = 3,0 \cdot 10^2$ m van de startstreep (2 s.c.)
- f** Hoe groot is de afgelegde weg tussen $t=0$ en $t=100$ s?
- heen tussen $t=0$ en $t=65$ s $\rightarrow$ afstand = 3200 m
 - terug tussen $t=65$ en $t=11$ s $\rightarrow$ afstand = 2900 m
 - totaal aantal afgelegde meters: $3200 + 2900 = 6100 = 6,1 \cdot 10^3$ m (2 s.c.)

18 ***

- a** Bepaal het moment waarop de lift gaat vertragen.
- op $t=2,0$ s is de snelheid maximaal, daarna gaat de lift vertragen
- b** Bepaal de gemiddelde snelheid van de lift.
- oppervlakte onder (v, t) -grafiek
 - schat v_{gem} door horizontale lijn te tekenen tussen $t=0$ en $t=6,0$ s
 - lees af $v_{\text{gem}} = 2,4$ m/s (2 s.c.)
- c** Bepaal de afstand na 6,0 s.
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $s = 2,4 \cdot 6 = 14,4 = 14$ m (2 s.c.)

19 ***

- a** Bepaal de verhouding tussen de vertragingen van A en B.
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
 - vrachtauto A: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{16 \text{ hokjes}}{16 \text{ hokjes}} = 1,0$
 - vrachtauto B: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12 \text{ hokjes}}{24 \text{ hokjes}} = 0,5$
 - verhouding vertraging $\frac{(\Delta v / \Delta t) A}{(\Delta v / \Delta t) B} = \frac{1}{0,5} = 2,0$ (2 s.c.)
- b** Bepaal de verhouding van de remafstanden van A en B.
- oppervlakte A: $\frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 16 = 128$

- oppervlakte B: $\frac{1}{2} \cdot 24 \cdot 12 = 144$
- verhouding remafstand $\frac{\text{opp A}}{\text{opp B}} = \frac{128}{144} = 0,88888 = 0,89$ (2 s.c.)

20 ***

a Leg uit hoe de beweging van de bal verloopt.

- $t = 0 - 0,2$ s: de bal versnelt omhoog
- $t = 0,2 - 0,5$ s: de bal vliegt omhoog en vertraagt
- $t = 0,5$: de bal staat even stil op hoogste punt
- $t = 0,5 - 0,7$ s: de bal valt omlaag en versnelt
- $t = 0,7 - 0,9$ s: de bal valt omlaag en vertraagt

b Leg uit wanneer de bal op zijn hoogste punt is.

- op $t = 0,5$ staat de bal even stil op het hoogste punt

c Bepaal de maximale hoogte van de bal.

- oppervlakte onder (v, t)-grafiek tussen $t = 0$ en $t = 0,5$ s
- schat $v_{\text{gem}} = 0,70$ m/s (horizontale lijn waarbij opp boven = opp onder)
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35$ m (2 s.c.)

OOK GOED: hokjes tellen

- 12 hele hokjes + $0,9 + 0,7 + 0,4 + 0,1 + 0,7 + 0,8 + 0,3 + 0,7 + 0,4 + 0,6 + 0,1 = 17,7$ hokjes
- 1 hokje is $0,1 \cdot 0,2 = 0,02$ m
- $17,7 \cdot 0,02 = 0,354 = 0,35$ m

d Hoever valt de bal gerekend vanaf het hoogste punt?

- oppervlakte onder (v, t)-grafiek tussen $t = 0,5$ en $t = 0,9$ s
- schat $v_{\text{gem}} = 0,60$ m/s (horizontale lijn waarbij opp boven = opp onder)
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24$ m (2 s.c.)

OOK GOED: hokjes tellen

- 7 hele hokjes + $0,9 + 0,7 + 0,4 + 0,1 + 0,8 + 0,8 + 0,2 + 0,5 + 0,8 = 12,2$ hokjes
- 1 hokje is $0,1 \cdot 0,2 = 0,02$ m
- $12,2 \cdot 0,02 = 0,244 = 0,24$ m (2 s.c.)

e Bepaal de afgelegde weg van de bal tussen 0 en 0,9 s.

- omhoog: $\Delta x = 0,35$ m | omlaag: $\Delta x = 0,24$ m
- afgelegde weg: $0,35 + 0,24 = 0,59$ m (2 s.c.)

f Bepaal de verplaatsing van de bal tussen 0 en 0,9 s.

- omhoog: $\Delta x = 0,35$ m | omlaag: $\Delta x = 0,24$ m
- verplaatsing: $0,35 - 0,24 = 0,11$ m (2 s.c.)

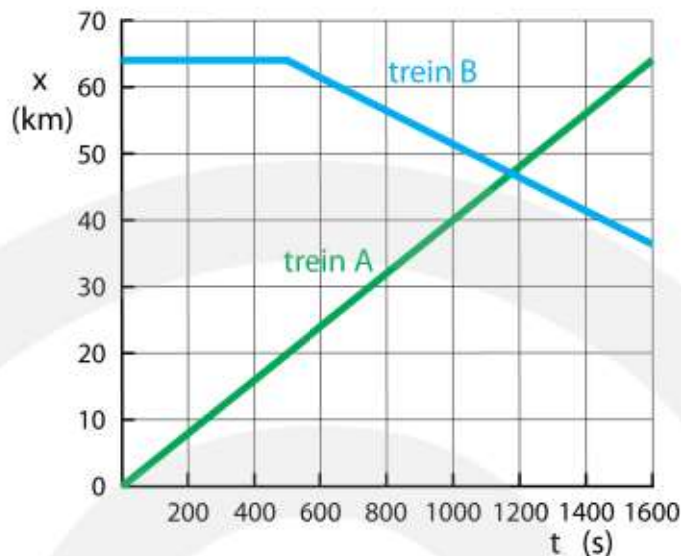
21**

- a** Leg uit of je uit figuur 1 kunt afleiden dat de treinen elkaar op $t = 0$ op dezelfde plaats zijn.
- nee dat kun je niet uit het (v, t) -diagram afleiden want er is alleen informatie over de snelheid
- b** Leg uit of je uit figuur 1 kunt afleiden dat de treinen in dezelfde richting rijden.
- voor beide treinen is de snelheid steeds positief
 - de treinen reiden steeds in dezelfde richting
- c** Toon aan dat op $t = 70$ s trein A en trein B op dezelfde plaats zijn.
- trein A: oppervlakte onder (v, t) -grafiek tussen $t = 0$ en $t = 70$ s
 - oppervlakte $\rightarrow$ afstand A is $20 \cdot 40 + \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 40 = 800 + 1000 = 1800$ m
 - trein B: oppervlakte onder (v, t) -grafiek tussen $t = 0$ en $t = 70$ s
 - oppervlakte $\rightarrow$ afstand B is $50 \cdot 30 + \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 30 = 1500 + 300 = 1800$ m
 - op $t = 70$ s zijn A en B op dezelfde plaats
- d** Wordt op $t = 70$ s trein A ingehaald door trein B?
- op $t = 70$ s zijn de treinen op dezelfde plaats
 - op $t = 70$ s staan beide treinen stil
 - trein A wordt niet ingehaald door trein B (ze staan naast elkaar stil)

22***

- a** Bepaal hoe groot de afstand is die trein A al heeft afgelegd op het moment dat trein B uit Utrecht vertrekt.
- trein B vertrekt 500 s na trein A
 - $t = 500$ s | $v_{\text{gem A}} = 40$ m/s | $s = \dots$ m
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 40 \cdot 500 = 20.000 = 2,0 \cdot 10^4$ m (20 km) (2 s.c.)
- b** Bereken het tijdstip waarop de treinen elkaar ontmoeten.
- stel $t=0$ als trein B vertrekt
 - op $t=0$ is de plaats van A: $x_{0A} = 20 \cdot 10^3$ m en $x_{0B} = 64 \cdot 10^3$ m
 - $x_A = 20 \cdot 10^3 + 40 \cdot t$ | $x_B = 64 \cdot 10^3 - 25 \cdot t$
 - ontmoeten $\rightarrow x_A = x_B$
 - $20 \cdot 10^3 + 40 \cdot t = 64 \cdot 10^3 - 25 \cdot t$
 - $65 \cdot t = 44 \cdot 10^3 \rightarrow t = 676,923 = 677$ s
 - de treinen ontmoeten elkaar op $6,8 \cdot 10^2$ s na het vertrek van trein B (2 s.c.)
 - dit is $677 + 500 = 1,177 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^3$ s na het vertrek van trein A (2 s.c.)

c Teken het (x, t)-diagram voor de beweging van beide treinen.



d Bereken de afstand in km vanaf Leiden waar de treinen elkaar ontmoeten.

- 1177 s na vertrek van trein A komen de treinen elkaar tegen
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 40 \cdot 1177 = 47,08 \cdot 10^3 = 47 \cdot 10^3 \text{ m} \quad (47 \text{ km}) \quad (2 \text{ s.c.})$
(in overeenstemming met (x, t)-diagram)

23****

a Hoe groot is de voorsprong van Anna op Bea op $t = 1,2$ uur na het startschot?

- $v_A = 20 \text{ km/h} \mid v_B = 18 \text{ km/h} \mid t = 1,2 \text{ h} \mid s = \dots \text{m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s_A = 20 \cdot 1,2 = 24 \text{ km} \mid s_B = 18 \cdot 1,2 = 21,6 \text{ km}$
- voorsprong Anna $s_A - s_B = 24 - 21,6 = 2,4 \text{ km} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Wie wint de wedstrijd?

- Bea: $s = 42,195 \text{ km} \mid v_B = 18 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 42,195 = 18 \cdot t \rightarrow t = 2,34417 \text{ h}$
- Anna afstand na 2,0 h $\rightarrow$ oppervlakte onder de (v, t)-grafiek
- $s = 24 + 14 \cdot 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 0,8 = 37,6 \text{ km}$
- Anna moet dan nog $42,195 - 37,6 = 4,595 \text{ km}$ lopen
- $s = 4,595 \text{ km} \mid v_{\text{gem}} = 14 \text{ km/h} \mid t = \dots \text{h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 4,595 = 14 \cdot t \rightarrow t = 0,32821 \text{ h}$
- $t_{A \text{ tot}} = 2 + 0,32821 = 2,32821 \text{ h}$
- Anna (2,328 h) heeft minder tijd nodig dan Bea (2,344 h) en wint de wedstrijd

c Hoeveel meter is de voorsprong van de winnaar?

- Anna finished op 2,32821 h
- in deze tijd loopt Bea $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 18 \cdot 2,32821 = 41,90786 \text{ km}$
- de voorsprong van Anna is $42,195 - 41,908 = 0,287 = 0,29 \text{ km} \quad (2 \text{ s.c.})$

2.6 Vallen

1**

a Bereken de snelheid waarmee de steen op de bodem valt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 1,8 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 1,8 \rightarrow \Delta v = 17,658 = 18 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de gemiddelde snelheid tijdens het vallen.

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

c Bereken de diepte van de put.

- $v_{\text{gem}} = 8,829 \text{ m/s} \quad | \quad t = 1,8 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 8,829 \cdot 1,8 \rightarrow s = 15,8922 = 16 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

d Bereken de diepte van deze put.

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

2***

a Bereken de gemiddelde snelheid van de knikker.

- $s = 110 \text{ cm} = 1,1 \text{ m} \quad | \quad t = 1,57 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $1,1 = v_{\text{gem}} \cdot 1,57 \rightarrow v_{\text{gem}} = 0,700637 = 0,701 \text{ m/s} \quad (3 \text{ s.c.})$

b Bereken de eindsnelheid van de knikker.

- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$
- $0,700637 = \frac{0 + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{eind}} = 1,40 \text{ m/s} \quad (3 \text{ s.c.})$

c Toon aan dat de versnelling $0,892 \text{ m/s}^2$ is.

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

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

3***

a Bereken de tijd waarin de appel valt.

- $s = 3,0 \text{ m} \quad | \quad a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $3 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 0,61162 \rightarrow t = \sqrt{0,61162} = 0,78 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = 0,782 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 0,782 \rightarrow \Delta v = 7,672 = 7,7 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

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

4**

a Bereken de tijd waarin de appel omhoog beweegt.

- $\Delta v = 15 \text{ m/s} \quad | \quad a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $15 = 9,81 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 1,529 = 1,5 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken hoe hoog hij de appel gooit.

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

c Bereken de tijd waarin de appel omlaag valt.

- $s = 11,4679 \text{ m} \quad | \quad a = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad t = \dots \text{ s}$

- $s = \frac{1}{2}a \cdot t^2$
- $11,4679 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 2,338 \rightarrow t = \sqrt{2,338} = 1,5 \text{ s} \quad (2 \text{ s.c.})$
- dezelfde tijd als omhoog

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

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

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

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

b Bereken hoe hoog de tennisbal is gekomen.

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

6* a** Bereken de snelheid waarmee de tennisbal op de grond valt.

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

7** a** Bereken de beginsnelheid die hiervoor nodig is.

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

b Bereken de eindsnelheid waarmee hij op de mat landt.

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

c Bereken de tijdsduur van de sprong.

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

8***

a Bereken de valtijd van de steen op de maan.

- $s = 1,5 \text{ m}$ | $a = 1,62 \text{ m/s}^2$ | $t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $1,5 = \frac{1}{2} \cdot 1,62 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 1,85185 \rightarrow t = 1,36 \text{ s}$ (3 s.c.)

b Bereken de eindsnelheid van de steen.

- $a = 1,62 \text{ m/s}^2$ | $\Delta t = 1,36 \text{ s}$ | $\Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 1,62 \cdot 1,36 = 2,2 \text{ m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 2,2 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 2,2 \text{ m/s}$ (3 s.c.)

c Bereken de valtijd van de steen op de aarde.

- $s = 1,5 \text{ m}$ | $a = 9,81 \text{ m/s}^2$ | $t = \dots \text{ s}$
- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $1,5 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 0,30581 \rightarrow t = 0,553 \text{ s}$ (3 s.c.)

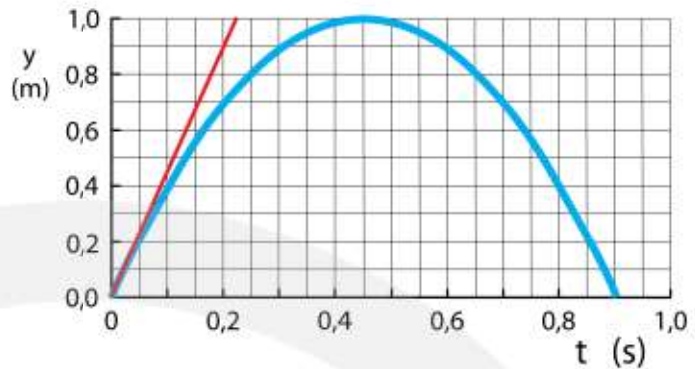
d Bereken de eindsnelheid van de steen op aarde als hij op de grond valt.

- $a = 9,81 \text{ m/s}^2$ | $\Delta t = 0,553 \text{ s}$ | $\Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 0,553 = 5,42 \text{ m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 5,42 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 5,42 \text{ m/s}$ (3 s.c.)

9**

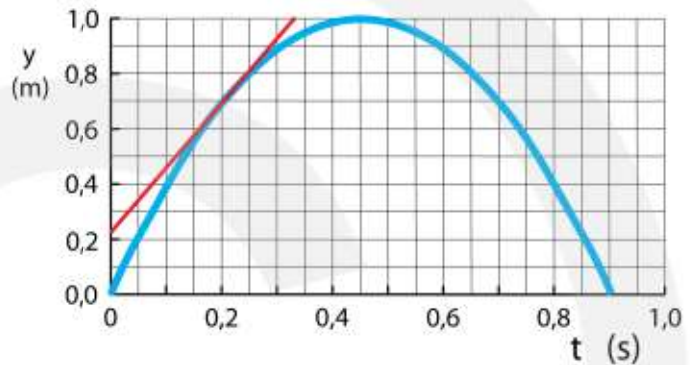
a Bepaal de beginsnelheid van de vlo.

- teken raaklijn op $t = 0$
- $v = \Delta y / \Delta t$
- $v = 1,0 / 0,225 = 4,4444$
- $v = 4,4 \text{ m/s}$



b Bepaal de snelheid van de vlo op $t = 0,2 \text{ s}$.

- teken raaklijn op $t = 0,2 \text{ s}$
- $v = \Delta y / \Delta t$
- $v = (1,0 - 0,23) / 0,325 = 2,369$
- $v = 2,4 \text{ m/s}$



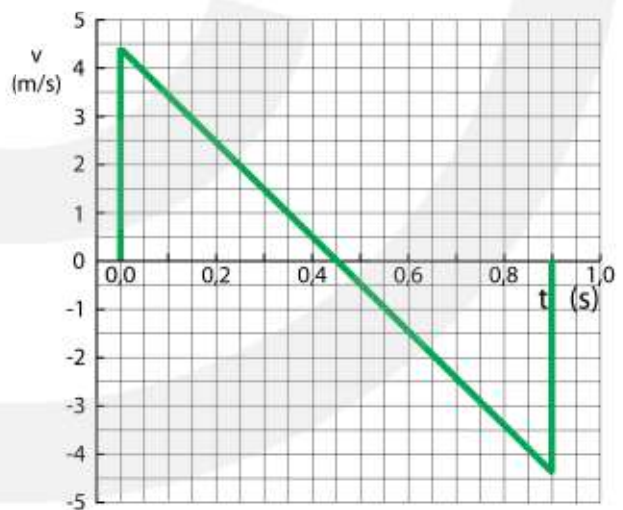
c Bepaal het tijdstip waarop de vlo zijn minimale snelheid heeft.

- bovenaan is de snelheid 0 → minimale snelheid
- $v = 0$ op $t = 0,45 \text{ s}$

d Bepaal het tijdstip waarop de vlo zijn maximale snelheid heeft.

- maximale snelheid op $t = 0$ en bij de landing
- landing op $t = 0,90 \text{ s}$

e Schets het (v, t) -diagram van de sprong van de vlo.



10***

a Op welk moment bereikt de kat zijn maximale hoogte?

- maximale hoogte → $v = 0$ → $t = 0,50 \text{ s}$

b Bepaal hoe hoog de kat heeft gesprongen.

- beweging omhoog: oppervlakte $= \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 4,8 = 1,2 \text{ m}$

c Hoe hoog is de vensterbank?

- beweging omhoog: $s_{\text{omhoog}} = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 4,8 = 1,2 \text{ m}$

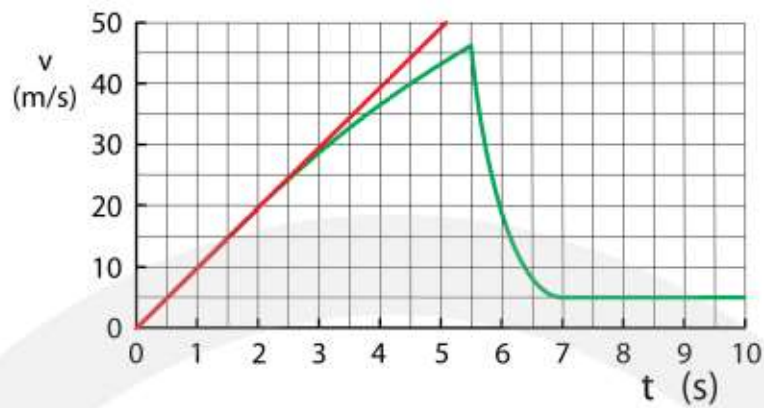
- beweging omlaag: $s_{\text{omlaag}} = \frac{1}{2} \cdot 0,3 \cdot 3,0 = 0,45 \text{ m}$
 - verschil $1,2 - 0,45 = 0,75 \text{ m}$
- d** Bepaal de snelheid waarmee de kat op de vensterbank landt.
- op $t = 0,80 \text{ s}$ landt de kat
 - aflezen: $v = 3,0 \text{ m/s}$
- e** Is de versnelling groter, kleiner of gelijk is als er wél luchtweerstand is?
- door de luchtweerstand wordt de versnelling kleiner
- f** Leg uit of de kat last heeft van luchtweerstand.
- in $0,80 \text{ s}$ verandert de snelheid van $4,8$ naar $-3,0 \text{ m/s}$
 - $\Delta v = 7,8 \text{ m/s} \mid \Delta t = 0,8 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 7,8 = a \cdot 0,8 \rightarrow a = 9,75 \text{ m/s}^2$
 - a is vrijwel gelijk aan $9,81 \rightarrow$ geen luchtweerstand

11 ***

- a** Leg uit waaruit blijkt dat de langharige kat last heeft van luchtweerstand.
- de kat springt $1,1 \text{ m}$ hoog en doet er $1,0 \text{ s}$ over om op de grond te komen
 - als er geen luchtweerstand is geldt: $a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 - $s = 1,1 \text{ m} \mid a = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid v_{\text{eind}} = \dots \text{ m/s}$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} a \cdot t$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = \left(\frac{1}{2} a \cdot t\right) \cdot t \rightarrow s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
 - $1,1 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 0,47356 \text{ s}$
 - tijd omhoog = tijd omlaag $\rightarrow t = 2 \cdot 0,47356 = 0,947 \text{ s}$
 - in werkelijkheid doet de kat er $1,0$ seconden over
 - er is dus luchtweerstand

12 ***

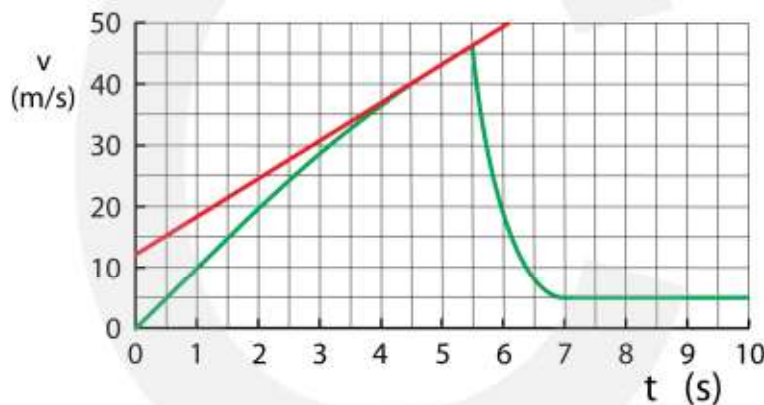
- a** Leg uit waaruit blijkt dat in de eerste twee seconde de luchtweerstand te verwaarlozen is.
- de luchtweerstand neemt toe met toenemende snelheid
 - in de eerste twee seconde is de snelheid nog laag
 - bij deze lage snelheid is luchtweerstand verwaarloosbaar
- b** Bepaal de versnelling in de eerste $2,0$ seconden.
- teken lange recht lijn door de oorsprong in de richting van de grafiek
 - bepaal de richtingscoëfficiënt van deze lijn
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{50}{5,1} = 9,8039 = 9,8 \text{ m/s}^2$



c Bepaal de versnelling op $t = 5,0$ s.

- teken lange recht raaklijn aan de grafiek op $t = 5,0$ s
- bepaal de richtingscoëfficiënt van deze raaklijn

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{50 - 12}{6,1} = 6,2295 = 6,2 \text{ m/s}^2$



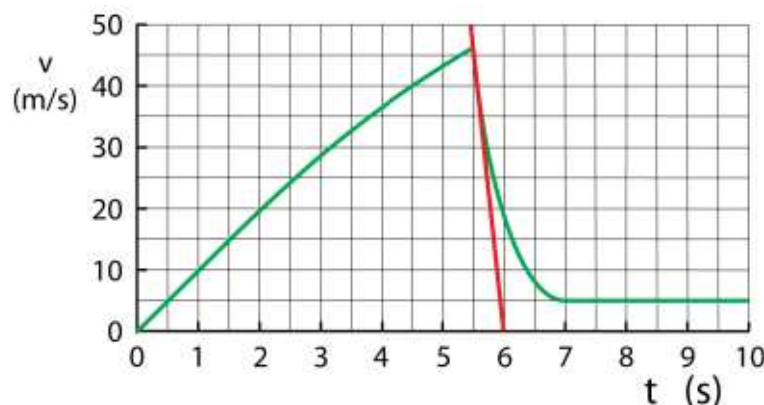
d Bepaal het tijdstip waarop de parachute wordt geopend.

- op $t = 5,5$ seconde neemt de snelheid plotseling af
- op $t = 5,5$ seconde wordt de parachute geopend

e Bepaal de vertraging vlak nadat de parachute geopend is.

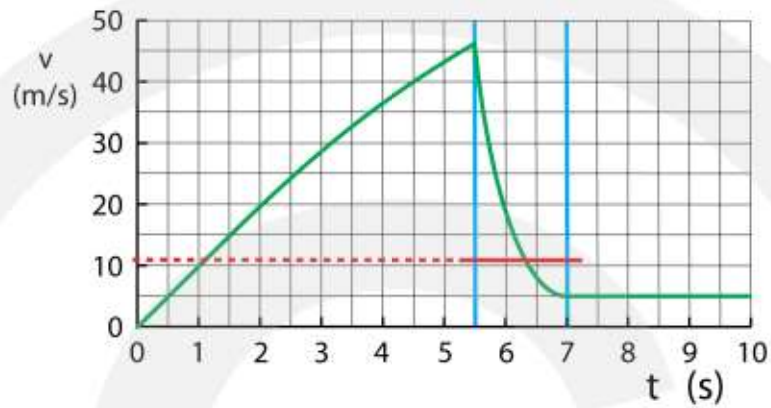
- teken lange recht raaklijn aan de grafiek op $t = 5,5$ s
- bepaal de richtingscoëfficiënt van deze raaklijn

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{0 - 50}{6 - 5,45} = 90,909 = 91 \text{ m/s}^2$



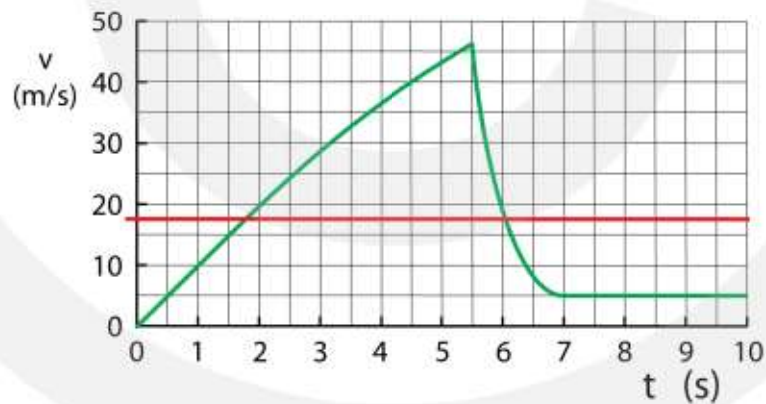
f Bepaal de afstand die de parachutist nodig heeft om van zijn hoogste snelheid tot 5,0 m/s af te remmen.

- op $t = 5,5$ s heeft de parachute zijn hoogste snelheid
- op $t = 7,0$ s heeft de parachute een snelheid van 5,0 m/s
- hokjes tellen of v_{gem} bepalen $\rightarrow$ aflezen: $v_{\text{gem}} = 11$ m/s
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 11 \cdot 1,5 = 16,5 = 17$ m



g Bepaal vanaf welke hoogte de parachutist is gesprongen.

- hokjes tellen of v_{gem} bepalen van hele beweging
- aflezen: $v_{\text{gem}} = 17,5$ m/s
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 17,5 \cdot 10 = 175 = 1,8 \cdot 10^2$ m



Examenvragen havo

Beweging op een hellend vlak

- 4p **a** Toon met behulp van de figuren 2 en 3 aan dat voor het genoemde tijdstip het (v,t)-diagram van de computer klopt met het (x,t)-diagram. Pas daarvoor óf de raaklijnmethode óf de oppervlaktemethode toe.
- teken lange raaklijn op $t=1,5$ s en bepaal de steilheid 1
 - $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v = 0,46 \text{ m/s}$ (marge 0,02 m/s) 2
 - dit komt overeen met de snelheid die je in figuur 3 afleest 1
- OOK GOED
- afstand is oppervlakte onder de grafiek van figuur 3 1
 - oppervlakte is $\frac{1}{2} \cdot 0,46 \cdot 1,5 = 0,345 \text{ m}$ 1
 - aflezen figuur 2 op $t=1,5$ s: $x = 0,55 \text{ m}$ 1
 - verplaatsing is $0,55 - 0,2 = 0,35 \text{ m}$ dus het klopt 1
- 2p **b** Leg uit dat hun conclusie juist is.
- de (v,t)-grafiek is een rechte lijn 1
 - dus het karretje is eenparig versneld 1
- 3p **c** Bepaal de versnelling van het karretje.
- versnelling is de steilheid van de (v, t)-grafiek 1
 - $\Delta v = 0,77 \text{ m/s}$ en $\Delta t = 2,5 \text{ s}$ 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{0,77}{2,5} = 0,31 \text{ m/s}^2$ $a = 0,31 \text{ m/s}^2$ 1
- 3p **d** Ben je het met Pieter eens? Licht je antwoord toe.
(Deze vraag kan met de theorie van dit hoofdstuk niet worden beantwoord.
Probeer toch te bedenken wat het antwoord kan zijn.)
- vanwege de kleinere massa is de zwaartekracht kleiner 1
 - de kracht door de luchtweerstand blijft even groot 1
 - Pieter heeft dus gelijk 1

Springen vanuit stand

- 2p **a** Bereken de tijd tussen beeldje 1 en beeldje 6. Verwaarloos daarbij de belichtings-tijd van elk beeldje.
- er zitten 5 periodes tussen beeldje 1 en beeldje 6 1
 - $t = 5 \cdot \frac{1}{25} = 0,20 \text{ s}$ 1
- 2p **b** Bepaal met behulp van de figuur hoever het zwaartepunt van de springer hierbij is gedaald.
- tussen $t = 0 \text{ s}$ en $t = 0,6 \text{ s}$ zakt de springer door zijn knieën 1
 - aflezen: $\Delta h = 1,26 - 0,96 = 0,30 \text{ m}$ (marge 0,02 m) 1

- 3p **c** Bepaal met behulp van figuur 2 zo nauwkeurig mogelijk de snelheid op dat tijdstip.
- teken een lange raaklijn op $t = 0,90$ s 1
 - $\Delta x = 1,80 - 0,60 = 1,20$ m en $\Delta t = 1,09 - 0,66 = 0,43$ s 1
 - $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{1,20}{0,43} = 2,8$ m/s 1

Transrapid

- 2p **a** Haalt de trein tijdens deze rit zijn topsnelheid? Licht je antwoord toe.
- topsnelheid wordt bereikt op $t = 380$ s en is dan 115 m/s 1
 - 115 m/s = 414 km/h $\rightarrow$ de topsnelheid wordt niet gehaald 1
- 1p **b** Geef de aard van de beweging in elk van de vier periodes aan door een kruisje in de juiste kolom te zetten.

traject	stilstaan	met constante snelheid vooruit rijden	met constante snelheid terugrijden	versnellen	vertragen
I				X	
II		X			
III				X	
IV					X

- 4p **c** Bepaal de versnelling in periode I en de vertraging in periode IV
- periode I: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ met $\Delta v = 45$ m/s en $\Delta t = 60$ s 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{45}{60} = 0,75$ m/s² 1
 - periode IV: $\Delta v = 45 - 115 = -70$ m/s en $\Delta t = 500 - 380 = 120$ s 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{-70}{120} = -0,58$ m/s² 1
- 3p **d** Bepaal de afstand die de trein tussen $t = 0$ en $t = 260$ s heeft afgelegd. Geef de uitkomst in drie significante cijfers.
- bepaal oppervlakte onder (v, t)-grafiek 1
 - 0 – 60 s: $\text{opp} = \frac{1}{2} \cdot 45 \cdot 60 = 1350$ m 1
 - 60 – 260 s: $\text{opp} = 45 \cdot 200 = 9000$ m
 - totaal: $1350 + 9000 = 10350 = 1,04 \cdot 10^4$ m 1
- 3p **e** Bepaal de gemiddelde snelheid van de trein tijdens de testrit.
- $s = 40$ km = 40000 m | $t = 760$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ 1
 - $40000 = v_{\text{gem}} \cdot 760 \rightarrow v_{\text{gem}} = 52,6$ m/s (= 189 km/h) 1

Vallen op de maan

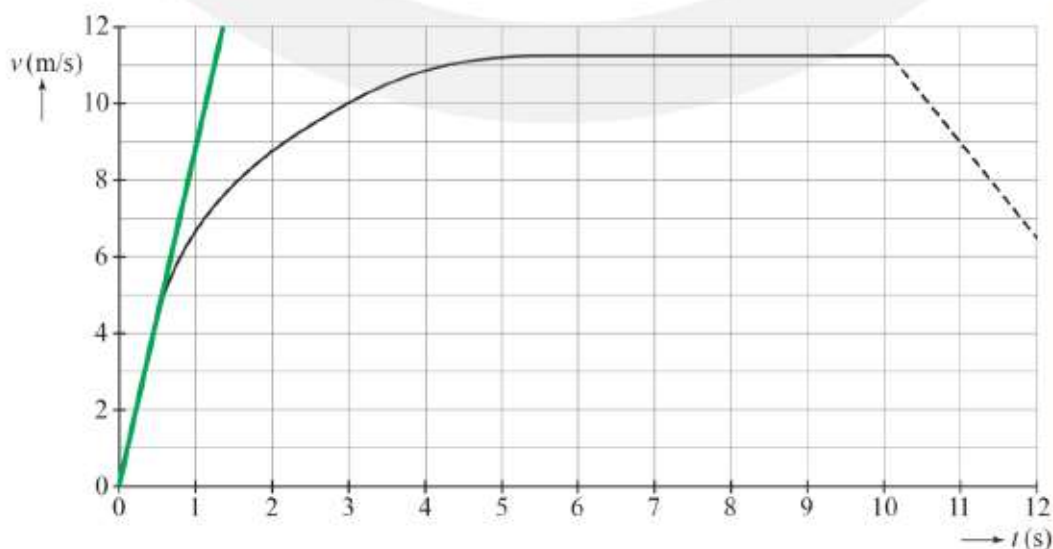
- 3p **a** Heeft Scott gelijk? Licht je antwoord toe.
- als er geen luchtweerstand is vallen alle voorwerpen met dezelfde versnelling 1
 - luchtweerstand wordt door een dampkring veroorzaakt 1
 - dus Scott heeft gelijk 1
- 3p **b** Voer deze berekening uit en controleer of de uitkomst ervan overeenstemt met de waarde van g_{maan} die in Binas staat.
- $s = 1,5 \text{ m} \mid t = 1,36 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 1,5 = v_{\text{gem}} \cdot 1,36 \rightarrow v_{\text{gem}} = 1,1029 \text{ m/s}$
 - $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow 1,1029 = \frac{0 + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v = 2,2059 \text{ m/s}$ 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{2,2059}{1,36} = 1,62 \text{ m/s}^2$ 1
 - opzoeken $g_{\text{maan}} = 1,62 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ er is overeenstemming 1
- OOK GOED
- $s = 1,5 \text{ m} \mid t = 1,36 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
 - gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ 1
 - $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow 1,5 = \frac{1}{2} a \cdot 1,36^2 \rightarrow a = 1,62 \text{ m/s}^2$ 1
 - opzoeken $g_{\text{maan}} = 1,62 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ er is overeenstemming 1
- 2p **c** Bereken de snelheid waarmee de hamer (of de veer) de maanbodem treft.
- $s = 1,5 \text{ m} \mid t = 1,36 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 1,5 = v_{\text{gem}} \cdot 1,36 \rightarrow v_{\text{gem}} = 1,1029 \text{ m/s}$ 1
 - $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow 1,1029 = \frac{0 + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v = 2,2059 \text{ m/s}$ 1
- OOK GOED
- gebruik $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
 - $1,62 = \frac{\Delta v}{1,36} \rightarrow \Delta v = v_{\text{eind}} = 2,21 \text{ m/s}$ 1
- 2p **d** Vul in de uitspraken even groot of groter in.
- In vergelijking met de verticaal vallende hamer is de valtijd van een horizontaal weggeworpen hamer **even groot**
 - In vergelijking met de verticaal vallende hamer is de snelheid waarmee een horizontaal weggeworpen hamer de grond treft **groter**
- 3p **e** Bereken hoeveel seconden deze signalen er over doen om de aarde te bereiken. Geef de uitkomst in vier significante cijfers.
- $s = 384,4 \cdot 10^6 - 6,371 \cdot 10^6 - 1,738 \cdot 10^6 = 376,291 \cdot 10^6 \text{ m}$ 1
 - gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ 1
 - $376,291 \cdot 10^6 = 2,99792458 \cdot 10^8 \cdot t \rightarrow t = 1,25517 = 1,255 \text{ s}$ 1

Pitstop

- 3p **a** Toon met behulp van figuur 1 aan dat de pitstraat 545 m lang is.
- oppervlakte onder het (v, t) -diagram tussen 2,0 en 24,0 s 1
 - 2,0 – 6,0 s: $\frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot 70 + 4,0 \cdot 20 = 70 + 80 = 150$ m 1
 - 13 – 19 s: $6,0 \cdot 20 = 120$ m
 - 19 – 24 s: $\frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 70 + 5,0 \cdot 20 = 175 + 100 = 275$ m
 - totaal: $150 + 120 + 275 = 545$ m 1
- 3p **b** Bereken hoeveel seconde Alonso nu voorligt.
- in 22 s heeft Alonso $90 \cdot 22 = 1980$ m afgelegd en Schumacher 545 m 1
 - Alonso heeft een voorsprong van $1980 - 545 = 1435$ m 1
 - Alonso ligt dus $\frac{1435}{90} = 15,9$ s voor op Schumacher 1

100 m sprint

- 2p **a** Bereken de gemiddelde snelheid van de sprinter tijdens de race in km/h.
- $s = 100$ m | $t = 10,09$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
 - gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ 1
 - $100 = v_{\text{gem}} \cdot 10,09 \rightarrow v_{\text{gem}} = 9,9108$ m/s = 35,68 km/h (4 sign. cijfers) 1
- 3p **b** Bepaal met behulp van figuur 1 de versnelling van de sprinter tussen $t = 0$ s en $t = 0,5$ s.
- teken een lange lijn 1
 - gebruik: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{12 - 0}{1,3 - 0} = 9,2$ m/s (marge 1 m/s) 1



- 3p **c** Bepaal met behulp van figuur 1 de afstand die de sprinter tussen $t = 0$ s en $t = 3,0$ s heeft afgelegd.
- oppervlakte onder de grafiek bepalen 1
 - horizontale lijn: $v_{\text{gem}} = 7,0$ m/s 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 7 \cdot 3 = 21$ m 1

OOK GOED

- oppervlakte onder de grafiek bepalen 1
- hokjes tellen: 21 hokjes 1
- 1 hokje = 1 meter $\rightarrow$ afstand is 21 m 1

Schoolslag

- 4p **a** Toon dat aan.
- inzicht: afstand is oppervlakte onder de grafiek tussen 0,4 en 1,3 s 1
 - er zijn 3 driehoeken ($A = \frac{1}{2} \cdot b \cdot h$) en 1 rechthoek ($A = b \cdot h$) 1

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 2 = 0,2$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,65 = 0,1625$$

$$A_3 = 0,5 \cdot 1,35 = 0,675$$

$$A_4 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 1,35 = 0,135$$

- $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 0,2 + 0,1625 + 0,675 + 0,135 = 1,175 = 1,2$ m 1

OOK GOED

- inzicht: afstand is oppervlakte onder de grafiek tussen 0,4 en 1,3 s 1
- horizontale lijn tekenen en schat: $v_{\text{gem}} = 1,3$ m/s 1
- gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ 1
- $s = 1,3 \cdot (1,3 - 0,4) = 1,17 = 1,2$ m 1

OOK GOED

- inzicht: afstand is oppervlakte onder de grafiek tussen 0,4 en 1,3 s 1
- hokjes tellen: 47 hokjes (marge 2 hokjes) 1
- één hokje is $0,1 \cdot 0,25 = 0,025$ m 1
- $s = 47 \cdot 0,025 = 1,175 = 1,2$ m 1

- 2p **b** Bepaal het aantal slagen in één minuut.
- één slag duurt: $1,3 - 0,4 = 0,9$ s 1
 - $\frac{60}{0,9} = 66,67 = 67$ slagen per minuut 1

- 3p **c** Bereken hoe lang hij daarover doet.
- afstand per slag is 1,2 meter $\rightarrow$ in 100 meter zijn $\frac{100}{1,2} = 83,33$ slagen 1
 - inzicht: tijd is aantal slagen keer de duur van één slag 1
 - $t = 83,33 \cdot 0,9 = 75$ s 1

OOK GOED

• voor iedere slag: $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,2}{0,9} = 1,333 \text{ m/s}$ 1

• inzicht: $t = \frac{100}{v_{\text{gem}}}$ 1

• $t = \frac{100}{1,333} = 75 \text{ s}$

- 1p d Hoe blijkt dat uit de figuur? 1
- in periode III is de grafiek steiler dan in periode II

Stuiteren

- 3p a Voldoet haar voetbal aan de officiële eisen? Licht je antwoord toe met een berekening.

• aflezen eerste stuit: $h = 2,00 \text{ m}$ en $h_s = 1,24 \text{ m}$ (marge 0,02 m) 1

• $S = \sqrt{\frac{1,24}{2,00}} = 0,7874$ 1

- conclusie: de voetbal voldoet aan de officiële eisen 1

- 2p b Hoe kun je aan de (v,t)-grafiek zien dat de bal zich op $t = 1,15 \text{ s}$ in een hoogste punt bevindt? 2
- vóór het bereiken van het hoogste punt is de snelheid positief en erna negatief

- 2p c Hoe blijkt dat uit de grafiek van figuur 2? Licht je antwoord toe. 1
- uit figuur 2 volgt $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{-5 - (-5)}{1} = -10 \text{ m/s}^2$

- dit is vrijwel gelijk aan de valversnelling van $9,91 \text{ m/s}^2$ 1

OOK GOED

- de snelheid waarmee de bal na een stuit omhoog gaat is gelijk aan de snelheid waarmee de bal daarna de grond raakt 1

- met luchtweerstand zou de snelheid kleiner zijn geworden → geen weerstand 1

Superbus

- 4p a Bepaal de optrekafstand van de Superbus.

- optrekafstand is oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=105 \text{ s}$ 1

- teken horizontale lijn en schat: $v_{\text{gem}} = 135 \text{ km/h}$ (marge 5 km/h) 1

- gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ met v_{gem} in m/s 1

• $s = \frac{135}{3,6} \cdot 105 = 3937,5 = 3,9 \cdot 10^3 \text{ m}$ (marge $0,2 \cdot 10^3 \text{ m}$) 1

OOK GOED

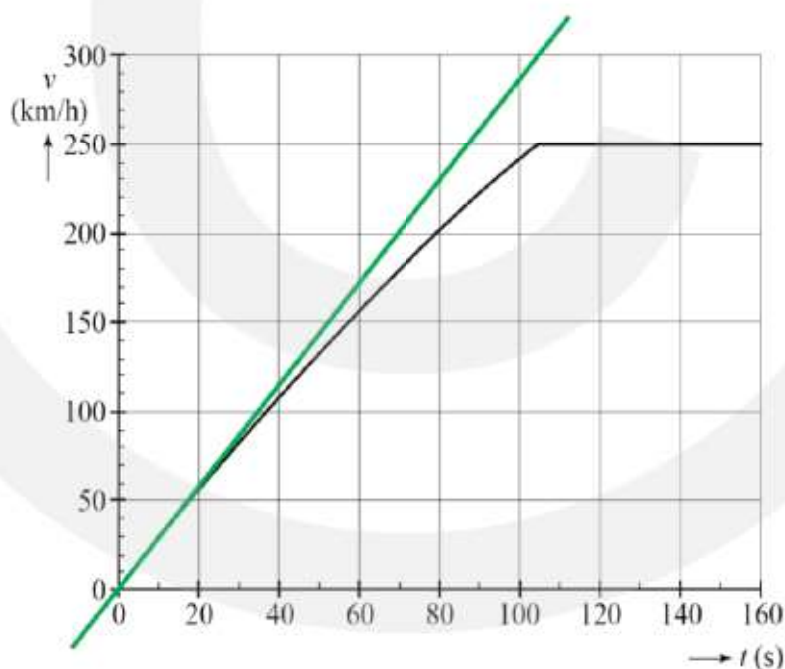
- optrekafstand is oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=105$ s 1
- hokjes tellen: 14 hokjes 1
- 1 hokje is: $s = \frac{50}{3,6} \cdot 20 = 277,778$ m 1
- $s = 14 \cdot 277,777 = 3888,89 = 3,9 \cdot 10^3$ m

3p **b** Bepaal de afstand die de Superbus tussen $t=0$ en $t=160$ s aflegt.

- inzicht optellen afstand $(0 - 105) + (105 - 160)$ 1
- tussen 105 en 160 s legt de bus: $s = \frac{250}{3,6} \cdot 55 = 3,8 \cdot 10^3$ m af 1
- totaal: $3,9 \cdot 10^3 + 3,8 \cdot 10^3 = 7,7 \cdot 10^3$ m 1

3p **c** Bepaal de versnelling van de Superbus tussen $t=0$ en $t=10$ s.

- teken lange raaklijn op $t=0$ 1
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ met $\Delta v = \frac{300}{3,6} = 83,33$ m/s 1
- $a = \frac{83,33}{105} = 0,79$ m/s² (marge 0,05 m/s²) 1



3p **d** Bepaal de afstand die de Superbus tussen $t=0$ en $t=10$ s aflegt.

- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow \Delta v = 0,79 \cdot 10 = 7,9$ m/s 1
- $v_{\text{gem}} = \frac{0 + 7,9}{2} = 3,95$ m/s 1
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 3,95 \cdot 10 = 39,5 = 40$ m 1

OOK GOED

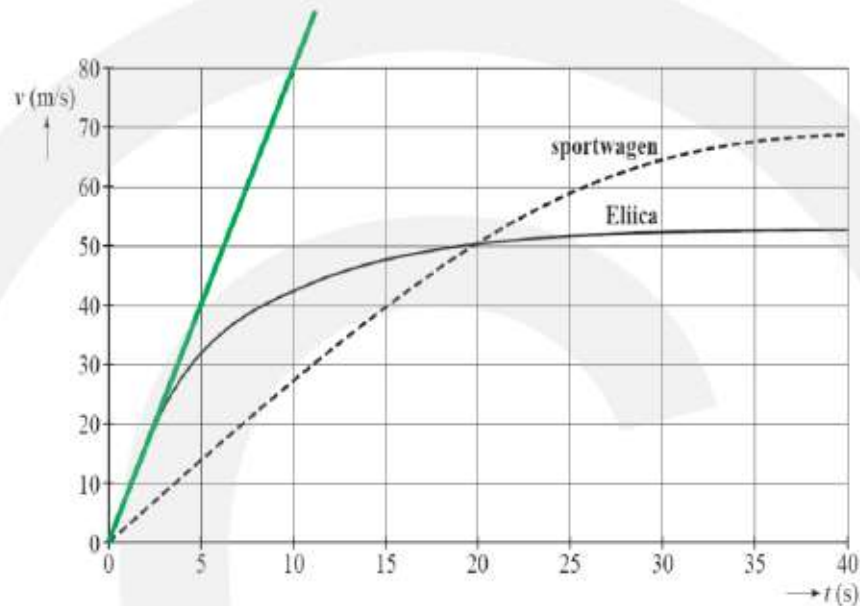
- gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ 1
- $s = \frac{1}{2} \cdot 0,79 \cdot 10^2 = 39,5 = 40$ m 2

Eliica

3p **a** Leg met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage uit dat die bewering klopt.

- teken lange raaklijn op $t=0$ s
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{80-0}{10-0} = 8,0 \text{ m/s}^2$
- $0,8 \cdot 9,81 = 7,85 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ het klopt

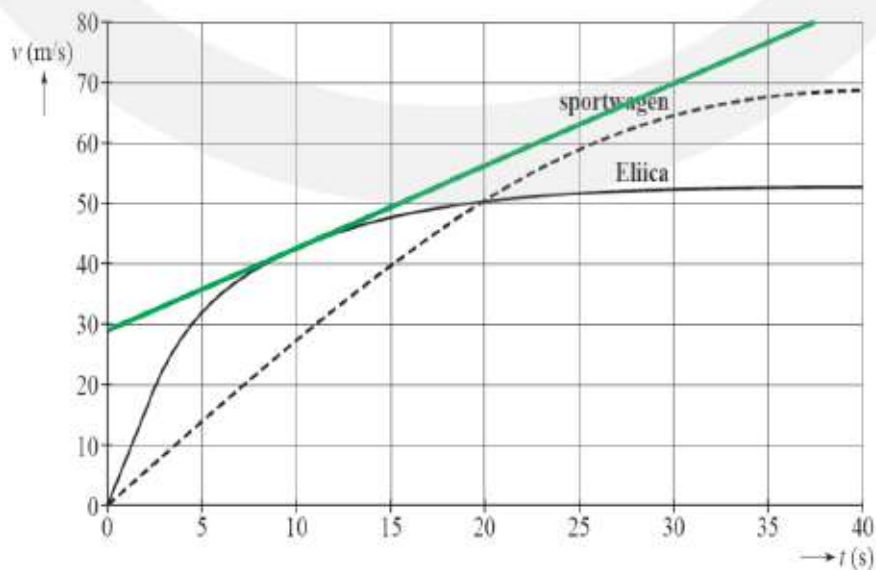
1
1
1



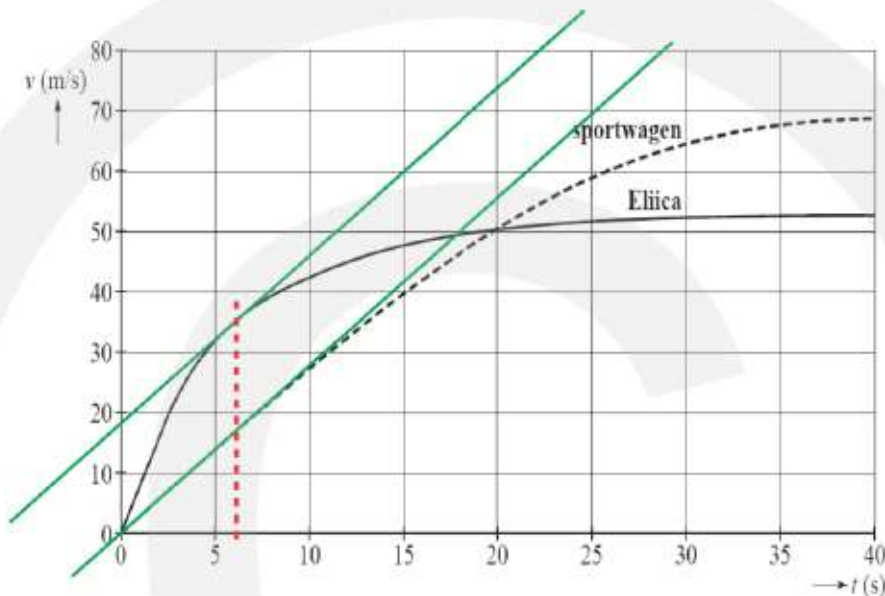
3p **b** Bepaal de versnelling van de Eliica op $t=10$ s.

- lange raaklijn tekenen aan (v, t) -grafiek bij $t = 10$ s
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{80-29}{37,5-0} = 1,36 \text{ m/s}^2$ (marge $0,1 \text{ m/s}^2$)

1
1
1



- 3p c Bepaal het tijdstip tussen $t = 0$ en 10 s waarop de versnelling van de Eliica gelijk is aan de versnelling van de sportwagen.
- hou je liniaal evenwijdig aan de (v, t) -grafiek van de sportwagen tussen $t=0$ en $t=10$ s 1
 - schuif met je liniaal over het (v, t) -diagram en kijk wanneer de raaklijn aan de (v, t) -grafiek van de Eliica dezelfde richting heeft 1
 - dit gebeurt bij $t = 0,60$ s 1



- 3p d Bepaal de afstand van de Eliica in de eerste 20 s.
- afstand is oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=20$ s 1
 - teken horizontale lijn tussen $t=0$ en $t=20$ en schat $v_{\text{gem}} = 37$ m/s 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 37 \cdot 20 = 740 = 7,4 \cdot 10^2$ m (marge $0,5 \cdot 10^2$ m) 1
- OOK GOED
- afstand is oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=20$ s 1
 - hokjes tellen: 15 hokjes (marge 1 hokje) 1
 - 1 hokje is $5 \cdot 10 = 50$ m 1
 - $s = 15 \cdot 50 = 750 = 7,5 \cdot 10^2$ m (marge $0,5 \cdot 10^2$ m) 1
- 2p e Bepaal de gemiddelde snelheid van de Eliica in de eerste 20 s.
- $s = 740$ m | $t = 20$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
 - gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $740 = v_{\text{gem}} \cdot 20 \rightarrow v_{\text{gem}} = 37$ m/s
- 3p f Bepaal de gemiddelde versnelling van de sportwagen tussen $t = 0$ en $t = 20$ s.
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ met $\Delta t = 20$ s
 - $a = \frac{50 - 0}{20 - 0} = 2,5$ m/s²

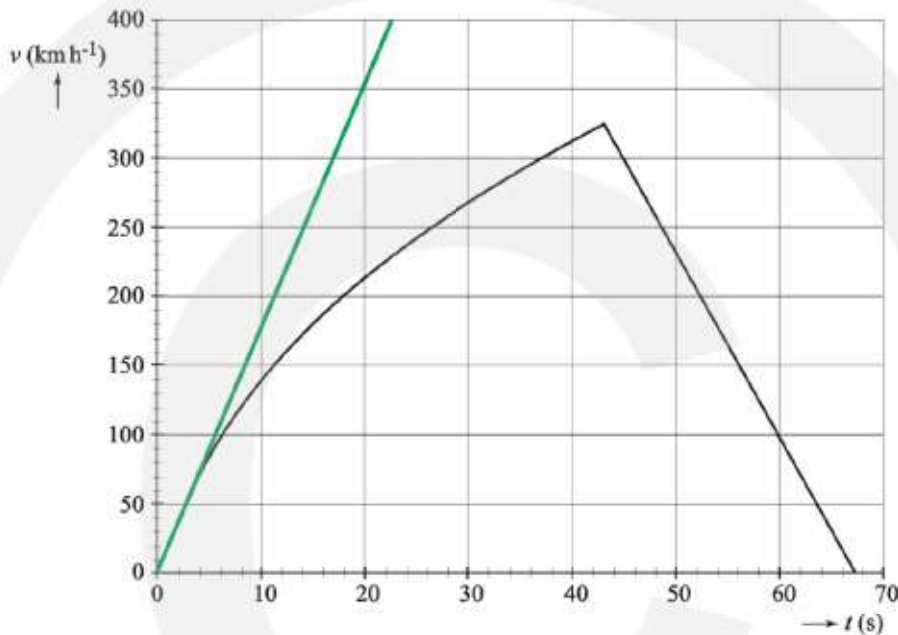
- 2p **g** Bepaal de gemiddelde snelheid van de sportwagen in de eerste 20 s.
- de versnelling is vrijwel constant 1
 - $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 50}{2} = 25 \text{ m/s}$ 1
- 3p **e** Heeft Mark gelijk, heeft Twan gelijk of heeft geen van beiden gelijk? Licht je antwoord toe met behulp van de (v, t)-grafieken.
- na ongeveer 40 s zijn de oppervlakten tussen de (v, t)-grafieken van de sportwagen en de Eliica gelijk aan elkaar 1
 - op 40 s hebben beide auto's dezelfde afstand afgelegd en haalt de sportwagen de Eliica in 1
 - Twan heeft gelijk 1

Sprong op de maan

- 2p **a** Bepaal met behulp van het (h,t)-diagram in figuur 2 hoeveel zijn zwaartepunt na dat tijdstip nog omhoog gaat.
- op $t = 1,16 \text{ s}$ is de hoogte van het zwaartepunt $1,06 \text{ m}$ en $h_{\text{max}} = 1,49 \text{ m}$ 1
 - $\Delta h = 1,49 - 1,06 = 0,43 \text{ m}$ 1
- 2p **b** Bepaal met behulp van het (v,t)-diagram in figuur 3 hoe lang hij los is van de grond.
- aflezen figuur 3: tussen $t = 1,16$ en $t = 2,60 \text{ s}$ is Young los van de grond 1
 - $\Delta t = 2,60 - 1,16 = 1,44 \text{ s}$ 1
- 4p **c** Voer de volgende opdrachten uit:
- Zoek op hoe groot de valversnelling g_M op de maan is.
 - Toon aan dat uit het (v,t)-diagram vrijwel dezelfde waarde voor g_M volgt.
 - opzoeken $g_M = 1,63 \text{ m/s}^2$ 1
 - g_M is de helling van de (v, t)-grafiek tussen $1,16$ en $2,60 \text{ s}$ 1
 - $g_M = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ met $\Delta v = (-1,17 - 1,17) \text{ m}$ en $\Delta t = (2,60 - 1,16) \text{ s}$ 1
 - $g_M = \frac{-1,17 - 1,17}{2,60 - 1,16} = -1,63 \text{ m/s}^2$ 1
- 3p **d** Bepaal de versnelling van Young tijdens het afzetten.
- versnelling is de helling van de (v, t)-grafiek tussen $0,70$ en $1,16 \text{ s}$ 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ met $\Delta v = (1,17 - -0,35) \text{ m}$ en $\Delta t = (1,16 - 0,70) \text{ s}$ 1
 - $a = \frac{1,17 + 0,35}{1,16 - 0,70} = 3,3 \text{ m/s}^2$ 1

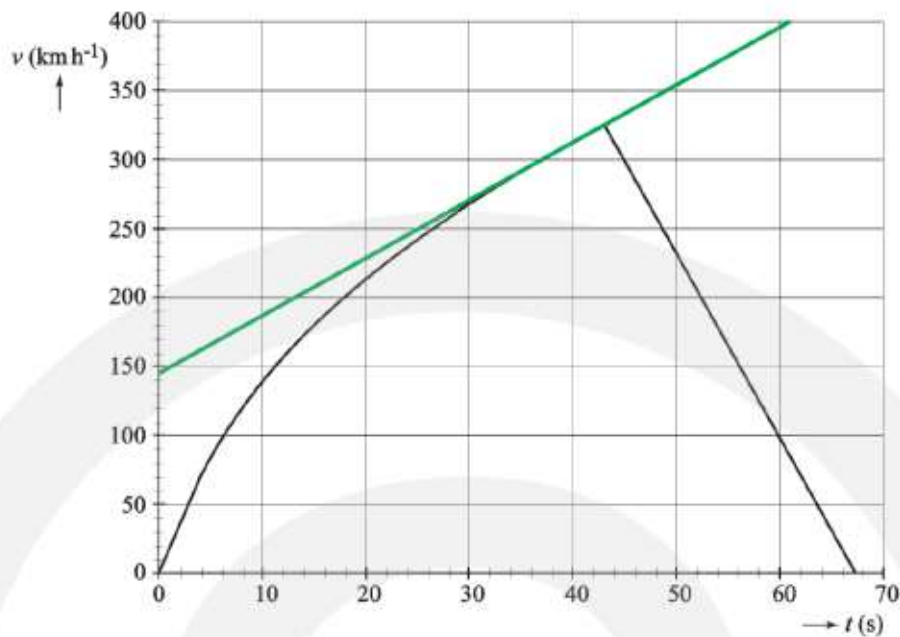
RTO

- 3p **a** Bepaal deze versnelling.
- teken lange lijn om nauwkeurig te kunnen aflezen 1
 - $\Delta v = \frac{400}{3,6} = 111,11 \text{ m/s}$ en $\Delta t = 22,5 \text{ s}$ 1
 - $a = \frac{111,11}{22,5} = 4,93 = 4,9 \text{ m/s}^2$ (marge 0,5 m/s²) 1



- 3p **b** Leg met behulp van het (v,t)-diagram uit dat deze baan lang genoeg is voor deze test.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek 1
 - schat v_{gem} met horizontale lijn: $v_{\text{gem}} = 180 \text{ km/h} = \frac{180}{3,6} = 50 \text{ m/s}$ 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 50 \cdot 67 = 3,35 \cdot 10^3 \text{ m} \rightarrow$ de baan is lang genoeg 1
- OOK GOED
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek 1
 - hokjes tellen 24,5 hokjes en 1 hokje is $10 \cdot \frac{50}{3,6} = 138,89 \text{ m}$ 1
 - $s = 24,5 \cdot 138,89 = 3,4 \cdot 10^3 \text{ m} \rightarrow$ de baan is lang genoeg 1

- 3p **c** Bepaal de versnelling van het vliegtuig op $t = 40 \text{ s}$.
- teken lange raaklijn 1
 - $\Delta v = \frac{400 - 145}{3,6} = 70,8 \text{ m/s}$ en $\Delta t = 61 - 0 = 61 \text{ s}$ 1
 - $a = \frac{70,8}{61} = 1,16 = 1,2 \text{ m/s}^2$ (marge 0,1 m/s²) 1



3p **d** Bepaal de vertraging van het vliegtuig tijdens het remmen.

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- $\Delta v = \frac{0 - 325}{3,6} = -90,28 \text{ m/s}$ en $\Delta t = 67 - 43 = 24 \text{ s}$ 1
- $a = \frac{-90,28}{24} = -3,76 = -3,8 \text{ m/s}^2$ (marge 0,1 m/s²) 1

Botsproef

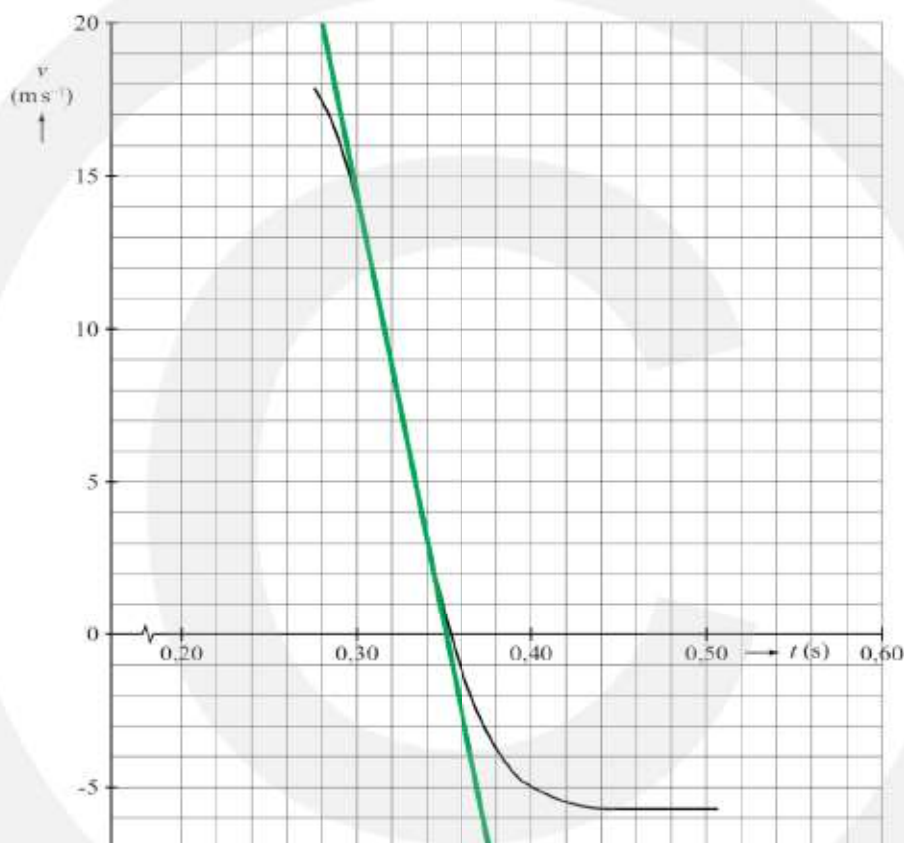
3p **a** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale snelheid van de auto tijdens deze botsproef.

- teken een lange raaklijn op $t=0 \text{ s}$ 1
- $\Delta s = 1,4 \text{ m}$ en $\Delta t = 0,070 \text{ s}$ 1
- $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{1,4}{0,070} = 20 \text{ m/s}$ 1

3p **b** Leg uit op welk punt (A, B, C, D, E of F)

- de auto in aanraking komt met de muur,
- de auto de maximale vertraging ondergaat,
- de auto stopt met indeuken.
- bij B komt de auto in aanraking met de muur, want daar begint de snelheid af te nemen 1
- bij C is de vertraging maximaal, want daar is de (v, t)-grafiek het steilst 1
- bij D stopt het indeuken, want daar is de snelheid nul 1

- 4p **c** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of aan de wettelijke richtlijnen voor de vertraging van een hoofd is voldaan.
- teken een lange raaklijn waar de grafiek het steilst is (punt c) 1
 - $\Delta v = 27 \text{ m/s}$ en $\Delta t = 0,375 - 0,28 = 0,095 \text{ s}$ 1
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{27}{0,095} = 284 \text{ m/s}^2 = 29 g$ 1
 - de vertraging is minder dan de wettelijke richtlijn 1



- 3p **d** Bereken de snelheid waarmee de auto de grond raakte.
- gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ 1
 - $15 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 1,7487 \text{ s}$ 1
 - $\Delta v = a \cdot t \rightarrow \Delta v = 9,81 \cdot 1,7487 = 17,155 = 17 \text{ m/s}$ 1
- OOK GOED
- $v = a \cdot t$ met $v = 2 \cdot v_{\text{gem}} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} a \cdot t \rightarrow s = \left(\frac{1}{2} a \cdot t\right) \cdot t = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ 1
 - $15 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 1,7487 \text{ s}$ 1
 - $\Delta v = a \cdot t \rightarrow \Delta v = 9,81 \cdot 1,7487 = 17,155 = 17 \text{ m/s}$ 1

Examenvragen vwo

Parachute

- 2p **a** Bepaal het tijdstip waarop de parachute wordt geopend bij de sprong van 5000 meter.
- aflezen: op $t = 60$ s neemt de snelheid plotseling af 1
 - op $t=60$ s wordt de parachute geopend 1
- 4p **b** Bepaal voor de sprong van 5000 m de snelheid van de parachute voor en na het openen.
- VOOR: $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{4500 - 700}{60 - 10} = 76 \text{ m/s}$ 2
 - NA: $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{600 - 0}{230 - 70} = 3,75 \text{ m/s}$ 2
- 4p **c** Bepaal hoeveel langer.
- $s = 5000 - 700 = 4300 \text{ m} \mid g = 9,81 \text{ m/s}^2 \mid t = \dots \text{ s}$
 - $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ met $a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$ 1
 - $4300 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 29,6 \text{ s}$ 1
 - aflezen: 700 m wordt bereikt op $t = 60$ s 1
 - de val duurt $60 - 29,6 = 30,3 \text{ s}$ langer 1
- 2p **d** Hoe blijkt dat uit de grafieken?
- nadat de parachute is geopend zijn beide (x, t) -grafieken even steil 1
 - $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
 - dezelfde steilheid betekent dezelfde snelheid 1
- 4p **e** Teken de (v, t) -grafieken voor beide sprongen.
- 5000 m sprong: $0 - 60 \text{ s} \rightarrow v = 76 \text{ m/s}$ 1
 - $60 - 230 \text{ s} \rightarrow v = 3,75 \text{ m/s}$ 1
 - 800 m sprong: $0 - 10 \text{ s} \rightarrow v = \text{onduidelijk}$ 1
 - $10 - 190 \text{ s} \rightarrow v = 3,75 \text{ m/s}$ 1

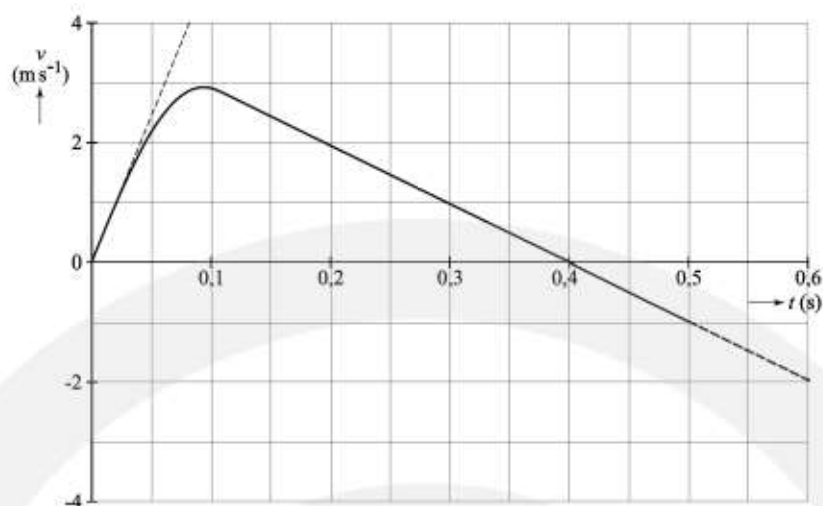
Space Shot

- 2p **a** Leg met behulp van figuur 2 uit of de in de folder genoemde snelheid bereikt wordt.
- aflezen uit figuur 2: de maximale snelheid is $20,8 \text{ m/s}$ 1
 - van m/s naar $\text{km/h} \rightarrow$ vermenigvuldig met 3,6
 - $20,8 \cdot 3,6 = 74,88$ 1
 - dit is minder dan 85 km/h
 - de genoemde snelheid wordt niet bereikt

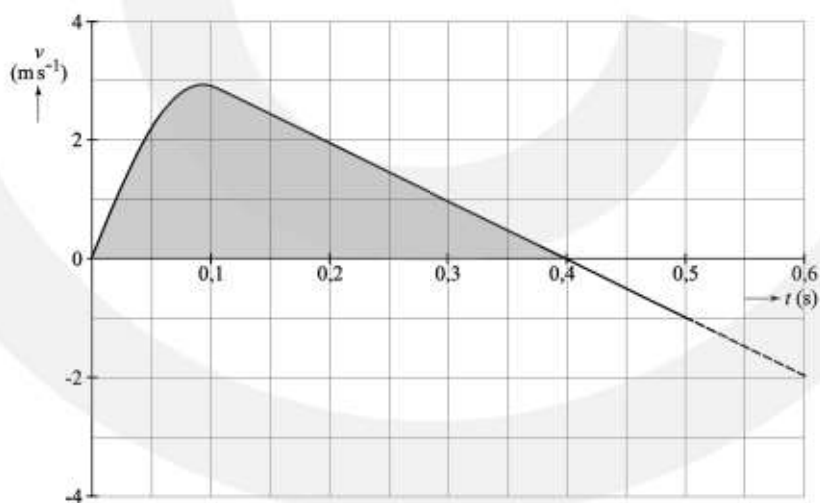
- 2p **b** Leg uit op welk tijdstip het hoogste punt bereikt wordt.
- het hoogste punt wordt bereikt als de snelheid nul is 1
 - aflezen: dit gebeurt op $t = 3,62$ s 1
- 4p **c** Toon aan dat de ring minder ver omhooggaat dan in de folder is vermeld.
- de hoogte is de oppervlakte onder de (v, t) -grafiek tussen $t = 0$ en $t = 3,62$ s 1
 - dit is gelijk aan de gegeven waarde van 27,7 meter plus de oppervlakte van de driehoek tussen $t = 1,80$ en $t = 3,62$ s 1
 - hoogte driehoek = $18,5$ m/s en breedte driehoek = $1,82$ s
 - oppervlakte driehoek is $\frac{1}{2} \cdot 18,5 \cdot 1,82 = 16,835$ m 1
 - totale hoogte is $27,7 + 16,835 = 44,535 = 44,5$ m 1
- 3p **d** Bepaal of bereken de maximale versnelling tijdens de lancering en ga na of deze overeenkomt met de waarde uit de folder. Een versnelling van $4g$ is 40 m/s^2 .
- de grootste versnelling vindt plaats op $t = 0$
 - teken een lange raaklijn bij $t = 0$ 1
 - $a = \frac{25 - 0}{0,80 - 0} = \frac{25}{0,80} = 31,25 = 31 \text{ m/s}^2$ 1
 - dit is minder dan $40 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ dus komt niet overeen 1
- 2p **e** Toon aan dat de Space Shot na $t = 1,80$ s een eenparige vertraging krijgt.
- na $1,8$ s wordt de (v, t) -grafiek een rechte lijn met een negatieve helling 1
 - iedere seconde neemt de snelheid evenveel af 1
 - de beweging is eenparig vertraagd
- 2p **f** Bepaal de vertraging tussen $t = 1,80$ en $t = 3,62$ s.
- teken een lange lijn tussen $t = 1,50$ en $t = 3,7$ s 1
 - $a = \frac{0 - 20}{3,62 - 1,62} = \frac{-20}{2,0} = -10 \text{ m/s}^2$ 1

Een sprong bij volleybal

- 3p **a** Bepaal de maximale versnelling van de volleyballer bij een sprong omhoog.
- inzicht $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
 - teken een lange raaklijn aan de (v, t) -grafiek op $t=0$ 1
 - $a = \frac{4,0}{0,080} = 50 \text{ m/s}^2$ (marge 5 m/s^2) 1



- 2p **b** Hoe lang duurt het afzetten?
- op $t=0,09$ s is de snelheid maximaal → na 0,09 s neemt de snelheid af 1
 - het afzetten duurt 0,09 s 1
- 3p **c** Bepaal met behulp het hoogteverschil van het zwaartepunt van de volleybaler tussen het begin van de afzet en het hoogste punt.
- hoogteverschil is oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=0,4$ s 1
 - v_{gem} schatten of hokjes tellen 1
 - $s = 0,64$ m (marge 0,03 m) 1



- 3p **d** Bepaal de versnelling tijdens het vallen.
- inzicht $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
 - bepaal de richtingscoëfficiënt van de grafiek tussen $t=0,1$ en $t=0,5$ s 1
 - $a = \frac{-1,0 - 2,9}{0,50 - 0,10} = -9,75 \text{ m/s}^2$ (marge $0,2 \text{ m/s}^2$)
- 3p **e** Is de luchtweerstand terecht verwaarloosd?
- de valversnelling is de gemeten valversnelling is $9,75 \text{ m/s}^2$ 1
 - dit is bijna gelijk aan $9,81 \text{ m/s}^2$ → de luchtweerstand is terecht verwaarloosd 1