

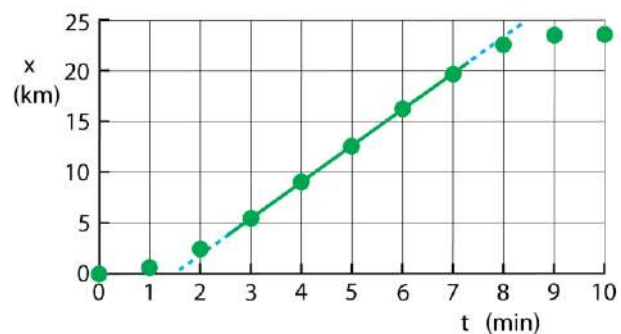
2 Bewegen

vwo

2.1 Gemiddelde snelheid

- 1***
- 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

- 2****
- 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



- 3****
- 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.)

4***

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.)

5**

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
- $t_1 = 0 \text{ s}$ | $x_1 = 0 \text{ m}$ | $t_2 = 30 \text{ s}$ | $x_2 = 150 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

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

$$v_{\text{gem}} = \frac{150 - 0}{30 - 0} = 5,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$$

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

- $t_1 = 90 \text{ s}$ | $x_1 = 0 \text{ m}$ | $t_2 = 150 \text{ s}$ | $x_2 = 300 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

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

$$v_{\text{gem}} = \frac{300 - 0}{150 - 90} = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$$

e Leg uit wanneer de fietser de grootste snelheid heeft.

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

f Wat is de grootste snelheid van de fietser?

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

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

- $$v_{\text{gem}} = \frac{500 - 300}{200 - 180} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$$

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

- $t_1 = 0$ s | $x_1 = 0$ m | $t_2 = 200$ s | $x_2 = 500$ m | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s

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

6***

a Op welk tijdstip keert de wandelaar om?

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

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

- $t = 0 - 40$ s $\rightarrow \Delta x = 100 - 20 = 80$ m
- $t = 40 - 100$ s $\rightarrow \Delta x = 100 - (-80) = 180$ m
- $t = 0 - 100$ s $\rightarrow \Delta x = 80 + 180 = 260$ m
- de afgelegde afstand is 260 m $(3 \text{ s.c. want optellen} \rightarrow 0 \text{ decimalen})$

c Hoever is de wandelaar verplaatst tussen $t = 0$ s en $t = 100$ s?

- $t_1 = 0$ s | $x_1 = 20$ m | $t_2 = 100$ s | $x_2 = -80$ m
- $\Delta x = x_2 - x_1 \rightarrow \Delta x = -80 - 20 = -100$ m
- de verplaatsing is -100 m $(3 \text{ s.c. want optellen} \rightarrow 0 \text{ decimalen})$

d Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 40$ s?

- $t_1 = 0$ s | $x_1 = 20$ m | $t_2 = 40$ s | $x_2 = 100$ m | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s

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

- $$v_{\text{gem}} = \frac{100 - 20}{40 - 0} = \frac{80}{40} = 2,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$$

e Hoe groot zijn gemiddelde snelheid tussen $t = 40$ en $t = 60$ s?

- $t_1 = 40$ s | $x_1 = 100$ m | $t_2 = 60$ s | $x_2 = -60$ m | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s

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

- $v_{\text{gem}} = \frac{-60 - 100}{60 - 40} = \frac{-160}{20} = -8,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

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

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

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

- $v_{\text{gem}} = \frac{-80 - (-60)}{100 - 60} = \frac{-20}{40} = -0,50 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

7**

a Wat is de gemiddelde snelheid van de trein tussen Leiden en Amsterdam?

- $t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h} \quad | \quad s = 45 \text{ km} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

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

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

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

- $v_{\text{gem}} = 100 \text{ km/h} \quad | \quad s = 30 \text{ km} \quad | \quad t = \dots \text{ h}$

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

- $30 = 100 \cdot t \rightarrow t = \frac{30}{100} = 0,30 \text{ h}$

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

8**

a Hoelang duurt de treinreis van Leiden naar Utrecht.

- $v_{\text{gem}} = 20 \text{ m/s} \quad | \quad s = 60 \text{ km} = 60000 \text{ m} \quad | \quad t = \dots \text{ h}$

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

- $60000 = 20 \cdot t \rightarrow t = \frac{60000}{20} = 3000 = 3,0 \cdot 10^3 \text{ s} \quad (= 50 \text{ minuten}) \quad (2 \text{ s.c.})$

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

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

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

9***

a Hoeveel meter heeft opa na 20 minuten afgelegd?

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

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

- $s = 1,2 \cdot 1200 = 1440 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Hoelang doet opa erover voordat hij weer thuis is?

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

10*** **a** Hoeveel minuten moet oma rijden?

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

OOK GOED

- $s = 8,0 \cdot 10^3 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = 15 \text{ km/h}$ | $t = \dots \text{ s}$
- $15 \text{ km/h} = \frac{15}{3,6} = 4,1667 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $8000 = 4,1667 \cdot t \rightarrow t = \frac{8000}{4,1667} = 1920 \text{ s}$
- gevraagd: tijd in minuten $\rightarrow 1920 \text{ s} = \frac{1920}{60} = 32 \text{ minuten} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Hoe laat komt oma aan bij haar zus?

- de tocht duurt 32 minuten
- oma komt om 11:32 uur aan bij haar zus

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

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

11*** **a** Hoe laat moet Jan 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 $\rightarrow t = 32 + 5 = 37$ minuten **hele minuten**
- Jan moet om 7 minuten voor acht van huis vertrekken

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

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

c Bereken welke afstand Jan dan heeft afgelegd.

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

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

- Jan moet nog $7,5 - 6,0 = 1,5 \text{ km}$ afleggen
- Jan heeft nog een kwartier $\rightarrow 15 \text{ minuten} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ uur}$
- $s = 1,5 \text{ km}$ | $t = 0,25 \text{ h}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $1,5 = v_{\text{gem}} \cdot 0,25 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,5}{0,25} = 6,0 \text{ km/h}$ **(2 s.c.)**

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

- $s = 200 \text{ km}$ | $v_{\text{gem}} = 100 \text{ km/h}$ | $t = \dots \text{ h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $200 = 100 \cdot t \rightarrow t = \frac{200}{100} = 2,00 \text{ h}$ **(3 s.c.)**

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

- 1 uur en 30 minuten is $1 + \frac{30}{60} = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ uur}$
- $s = 450 - 200 = 250 \text{ km}$ | $t = 1,5 \text{ h}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $250 = v_{\text{gem}} \cdot 1,5 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{250}{1,5} = 166,667 = 1,67 \cdot 10^2 \text{ km/h}$ **(3 s.c.)**

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

- totale afstand is 450 km
- totale tijd is $2,0 + 1,5 = 3,5$ uur
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $450 = v_{\text{gem}} \cdot 3,5 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{450}{3,5} = 128,57 = 129 \text{ km/h}$ (3 s.c.)

13***

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

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

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

- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$
- $9,246 \text{ m/s} = 9,2464 \cdot 3,6 = 33,2871 = 33,3 \text{ km/h}$ (3 s.c.)

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

- $t = 12 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = 8,5 \text{ m/s}$ | $s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 8,5 \cdot 12 = 102 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ m}$ (2 s.c.)

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

- $s = 200 - 102 = 98 \text{ m}$ | $t = 21,63 - 12 = 9,63 \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $98 = v_{\text{gem}} \cdot 9,63 \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{98}{9,63} = 10,1765 = 10 \text{ m/s}$ (= 37 km/h) (2 s.c.)

14***

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

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

b Bereken hoever het onweer van je vandaan is.

- $v_{\text{gem}} = 343 \text{ m/s}$ | $t = 6,0 \text{ s}$ | $s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 343 \cdot 6 = 2058 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)

Vastleggen van een beweging

15**

a Geef aan wat voor soort beweging het race-autootje maakt bij iedere strook.

Boven:	versnellen	vertragen	constante snelheid
Midden:	versnellen	vertragen	constante snelheid
Onder:	versnellen	vertragen	constante snelheid

b Bepaal de snelheid van het race-autootje aan het begin en aan het einde bij de bovenste meting.

- BEGIN afstand tussen de eerste twee stippen is 2,0 cm

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{0,01} = 2,0 \text{ m/s}$

- EIND afstand tussen de eerste twee stippen is 2,0 cm

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{0,01} = 2,0 \text{ m/s}$

c Bepaal de snelheid van het race-autootje aan het begin en aan het einde bij de middelste meting.

- BEGIN afstand tussen de eerste twee stippen is 2,0 cm

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{0,01} = 2,0 \text{ m/s}$

- EIND afstand tussen de eerste twee stippen is 1,2 cm

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,012}{0,01} = 1,2 \text{ m/s}$

d Bepaal de snelheid van het race-autootje aan het begin en aan het einde bij de onderste meting.

- BEGIN afstand tussen de eerste twee stippen is 2,0 cm

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{0,01} = 2,0 \text{ m/s}$

- EIND afstand tussen de eerste twee stippen is 3,0 cm

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,03}{0,01} = 3,0 \text{ m/s}$

16**

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 is de verandering van plaats is $35 - 0 = 35 \text{ cm}$ (2 s.c.)

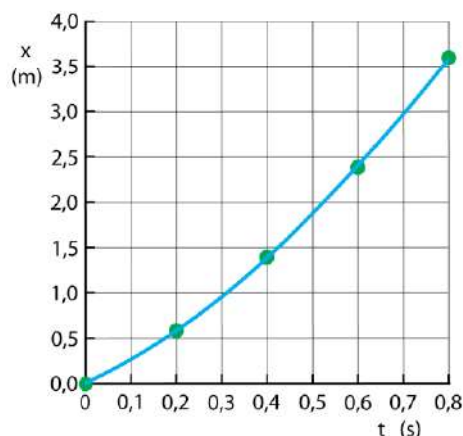
- c** Bepaal de afstand die de bal aflegt tussen de 4^e en de 5^e flits.
- kijk naar de achterkant van de bal
 - 4^e flits: plaats = 90 cm
 - 5^e flits: plaats = 110 cm
 - afstand is de verandering van plaats is $110 - 90 = 20$ cm (2 s.c.)
- d** Leg uit of de bal op het begin of aan het einde sneller 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

17***

- 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: $24 \cdot 25 = 600$ mm = 0,60 m
 - $6 = 0,60$ m | $t = \frac{1}{5} = 0,20$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $0,6 = v_{\text{gem}} \cdot 0,2 \rightarrow v_{\text{gem}} = 3,0$ m/s (2 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



18****

- a** Controleer 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 $\frac{2750}{22} = 125$ 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 $6,4 \cdot 125 = 800$ mm (0,80 m)
 - 2 → 3: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid $6,4 \cdot 125 = 800$ mm (0,80 m)
 - 3 → 4: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid $6,4 \cdot 125 = 800$ mm (0,80 m)
 - 4 → 5: cheeta is 6,4 mm verplaatst → werkelijkheid $6,4 \cdot 125 = 800$ mm (0,80 m)
- d** Leg uit of de cheeta een constante snelheid heeft.
- tussen twee beeldjes is de afstand steeds 6,4 mm (0,80 m in werkelijkheid)
 - de cheeta beweegt met een constante snelheid
- e** Bereken de snelheid van de cheeta.
- tijd tussen twee beeldjes is $\frac{1}{30} = 0,03333$ s
 - 0,80 m in 0,03333 seconden
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
 - $0,8 = v_{\text{gem}} \cdot 0,03333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 24$ m/s (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.)

19***

- 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: $906/2 = 453 = 4,5 \cdot 10^2 \text{ m}$ (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
- $v_{\text{gem}} = 1510 \text{ m/s} \quad | \quad s = 600 \text{ m} \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $600 = 1510 \cdot t \rightarrow t = 0,39735 = 0,397 \text{ s} \quad (3 \text{ s.c.})$

20***

a Bereken de diepte van de zee ter plaatse.

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

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

2.2 Berekenen van afstand, tijd en snelheid

1* a Hoe groot 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 de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

- $24 \text{ min} = \frac{24}{60} = 0,40 \text{ uur}$

- $s = 5847 \text{ km} \quad | \quad t = 7 + 0,4 = 7,40 \text{ h} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$

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

- $v_{\text{gem}} = \frac{5847}{7,40} = 790,135 = 790 \text{ km/h} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

- $s = 10513 \text{ km} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 790,135 \text{ km/h} \quad | \quad t = \dots \text{ h}$

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

- $10513 = 790,135 \cdot t \rightarrow t = 13,3053 = 13,3 \text{ h} \quad (3 \text{ s.c.})$

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

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

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

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

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

4** 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.)

5**

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

- $s = 6,5 \text{ km} = 6500 \text{ m}$ | $t = 20 \text{ minuten} = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{6500}{1200} = 5,41667 = 5,4 \text{ m/s}$ (20 km/h) (2 s.c.)

b Bereken de afstand die Jaap aflegt.

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

6***

a 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.

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

d Bereken hoeveel meter per seconde deze snelheid is.

- $\text{km/h} \rightarrow \text{m/s}$ delen door 3,6
- $\frac{30}{3,6} = 8,3333 = 8,3 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

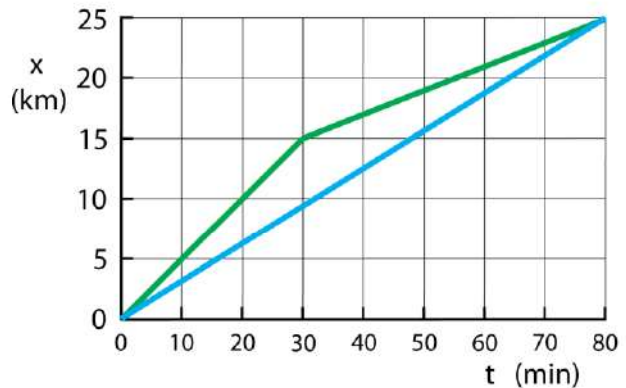
e Bepaal de snelheid van de hardloper in Deel 2 in km/h en in m/s.

- $\Delta x = 10 \text{ km}$ | $\Delta t = 50 \text{ minuten} = \frac{50}{60} \text{ uur} = 0,833 \text{ h}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ km/h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{10}{0,833} = 12 \text{ km/h}$

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

- $\Delta x = 25 \text{ km} \quad | \quad \Delta t = 80 \text{ minuten} = \frac{80}{60} = 1,33333 \text{ h}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{25}{1,33333} = 18,75 = 19 \text{ km/h}$ (2 s.c.)
- $18,75 \text{ km/h} \rightarrow \frac{18,75}{3,6} = 5,20833 = 5,2 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

7***

a Hoeveel seconden zitten er in een jaar?

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

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

- $s = 2,0 \text{ cm} = 0,020 \text{ m} \quad | \quad t = 31.557.600 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{0,02}{31.557.600} = 6,33762 \cdot 10^{-10} = 6,3 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ (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.)

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

- $s = 4,05 \cdot 10^{16} \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m} \mid t = \dots \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $4,05 \cdot 10^{16} = 2,9979 \cdot 10^8 \cdot t \rightarrow t = 1,35095 \cdot 10^8 = 1,35 \cdot 10^8 \text{ s}$ (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 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 jaar nodig om naar de Proxima Centauri te reizen
- de afstand tussen de zon en de Proxima Centauri is 4,28 lichtjaar

Twee bewegende voorwerpen

9* 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.

- $v_{\text{gem}} = 5,0 \text{ m/s} \mid t = 11 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 5 \cdot 11 = 55 \text{ m}$ (2 s.c.)

c Bereken hoeveel meter Julia heeft afgelegd.

- $v_{\text{gem}} = 2,0 \text{ m/s} \mid t = 11 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 2 \cdot 11 = 22 \text{ m}$ (2 s.c.)

10****

a Bereken op welk tijdstip de scooter de fiets inhaalt.

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

OOK 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 (2 s.c.)

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 (2 s.c.)

11***

a Beredeneer op welk tijdstip Anna door Bea wordt ingehaald.

- $t = 0$ A heeft een voorsprong van 200 m op B
- $t = 200 \text{ s}$ A heeft een voorsprong van 150 m op B
- iedere 200 s loopt A 50 meter in op B
- één meter inlopen duurt $\frac{200}{50} = 4$ seconden
- 200 m inlopen duurt $200 \cdot 4 = 800 \text{ s}$
- op $t = 800 \text{ s}$ wordt Anna door Bea ingehaald

b Bereken het tijdstip waarop Anna door Bea wordt ingehaald.

- $v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_A = \frac{300}{300} = 1,0 \text{ m/s}$ | $v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_B = \frac{500}{400} = 1,25 \text{ m/s}$
- $x_{0A} = 200 \text{ m}$ | $v_A = 1 \text{ m/s}$ | $x_{0B} = 0 \text{ m}$ | $v_B = 1,25 \text{ m/s}$
- Anna $x_A = 200 + 1 \cdot t$
- Bea $x_B = 1,25 \cdot t$
- inhalen $x_B = x_A$
- $1,25 \cdot t = 200 + 1 \cdot t$
- $0,25 \cdot t = 200 \rightarrow t = 800 = 8,0 \cdot 10^2 \text{ s}$ (2 s.c.)

12*****a** Beredeneer op welk tijdstip Anton door Bert wordt ingehaald.

- $t = 200 \text{ s}$ A heeft een voorsprong van 250 m op B
- $t = 400 \text{ s}$ 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 $250 \cdot 1,3333 = 333,33 \text{ s}$
- na $t = 200 \text{ s}$ duurt het nog 333,33 seconden voordat A door B wordt ingehaald
- Anton wordt door Bert ingehaald op $t = 200 + 333,33 = 533,33 = 5,3 \cdot 10^2 \text{ s}$ (2 s.c.)

b Bereken het tijdstip waarop Anton door Bert wordt ingehaald.

- kies de situatie op 200 seconde als $t = 0$ **moment waarom de tijdmeting begint**
- $v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_A = \frac{500}{400} = 1,25 \text{ m/s}$ | $v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_B = \frac{500}{250} = 2,0 \text{ m/s}$
- $x_{0A} = 250 \text{ m}$ | $v_A = 1,25 \text{ m/s}$ | $x_{0B} = 0 \text{ m}$ | $v_B = 2,0 \text{ m/s}$
- 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 $t = 200 \text{ s}$ duurt het nog 333,33 seconden voordat A door B wordt ingehaald
- Anton wordt door Bert ingehaald op $t = 200 + 333,33 = 533,33 = 5,3 \cdot 10^2 \text{ s}$ (2 s.c.)

13*****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 $\rightarrow$ ze botsen dus niet

14******a** Bereken het tijdstip waarop Emma en Marleen elkaar tegenkomen.

- $s = 25 \text{ m} \quad | \quad v_{\text{gem}} = 2,1 \text{ m/s} \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
 - 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 $1,90 \text{ m/s}$
 - na $12,5 \text{ s}$ 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.)

15******a** Bereken de snelheid die trein B moet hebben om in Alphen aan de Rijn een voorsprong van $3,0 \text{ km}$ 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 $750 \text{ s} \rightarrow s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 18 \cdot 10^3 = v_B \cdot 750 \rightarrow v_B = 24 \text{ m/s}$ (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

16****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)

17***

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 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.)

18***

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.)

19***

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**: $t_1 = \frac{3}{80} = 3,75 \cdot 10^{-2} \text{ h}$
- **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**: $s_{\text{tot}} = s_1 + s_2 \rightarrow s_{\text{tot}} = 2 + 3 = 5 \text{ km}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s_{\text{tot}}}{t_{\text{tot}}} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{5}{5,416667 \cdot 10^{-2}} = 92,3077 = 92 \text{ km/h}$ (2 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 $\rightarrow s_2 = v_{\text{gem}} \cdot t_2 \rightarrow 3 = v_{\text{gem}} \cdot 0,033333 \rightarrow v_{\text{gem}} = 90 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

20***

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: $0,15 - 0,06667 = 0,08333 \text{ h}$
- tweede deel van 7,0 km: $v_{\text{gem}} = \frac{s_2}{t_2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{7}{0,08333} = 84 \text{ km/h}$ (2 s.c.)

21****

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.)

OOK GOED

- de situatie na 10 s nemen we als uitgangspunt en we stellen dan $t = 0$
- per seconde loopt Anna 2,0 meter uit op Bea
- tussen $t = 10 \text{ s}$ en $t = 60 \text{ s}$ loopt Anna 100 m uit op Bea
- op $t = 10 \text{ s}$ heeft Anna een voorsprong van 30 m
- op $t = 60 \text{ s}$ heeft Anna een voorsprong van $100 + 30 = 130 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ m}$ (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 op Bea
- 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 $3000 - 1150 = 1850$ m fietsen
 - met 10 m/s doet ze daar 185 s over
 - B moet nog $3000 - 900 = 2100$ 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.)

2.3 Versnellen en vertragen

De snelheid op één tijdstip

1**

a Bepaal de snelheid op $t = 0$ s.

- teken een lange raaklijn
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{(5,0 - 2,5)}{(5,0 - 0,0)} = 0,50 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

b Bepaal de snelheid op $t = 4$ s.

- teken een lange raaklijn
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{(5,0 - 3,1)}{(8,7 - 0,0)} = 0,22 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

c Op welk tijdstip is de snelheid nul?

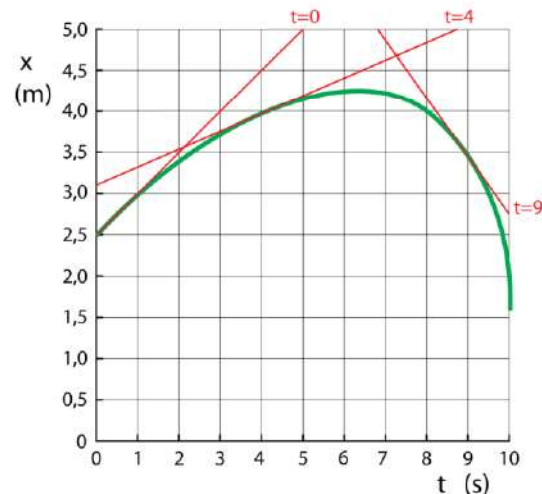
- de snelheid is nul als de raaklijn horizontaal is
- dit gebeurt op $t = 6,3$ s (2 s.c.)

d Bepaal de snelheid op $t = 9$ s.

- teken een lange raaklijn
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{(2,75 - 5,0)}{(10 - 6,8)} = -0,70 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

e Hoe groot is de snelheid op $t = 10$ s?

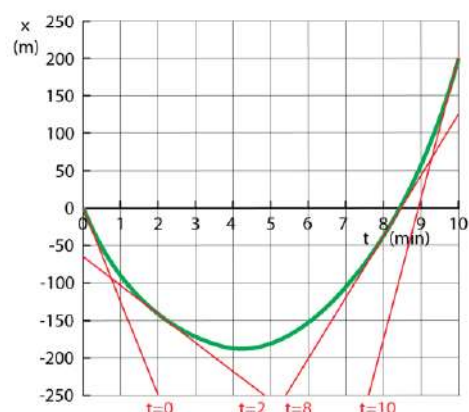
- op $t = 10$ s is de raaklijn verticaal
- de snelheid is dan oneindig groot en heeft een minteken



2**

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

- teken een lange raaklijn
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{(-250 - 0,0)}{(2,0 - 0,0) \cdot 60} = -2,1 \text{ m/s}$ (2 s.c.)



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

- teken een lange raaklijn
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{(-250 - -65)}{(4,8 - 0,0) \cdot 60} = -0,64 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

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

- teken een lange raaklijn
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{(200 - -250)}{(10 - 7,6) \cdot 60} = 3,1 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

3***

a Leg uit hoe de beweging van de bal verloopt.

- $t = 0,0 - 0,2 \text{ s}$ 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.

- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,0 - 0,0}{0,20} = 5,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- teken een lange raaklijn op $t = 0,2 \text{ s}$
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{1,0 - 1,0}{1,0} = 0,0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

d Bepaal de snelheid op $t = 0,5$ s.

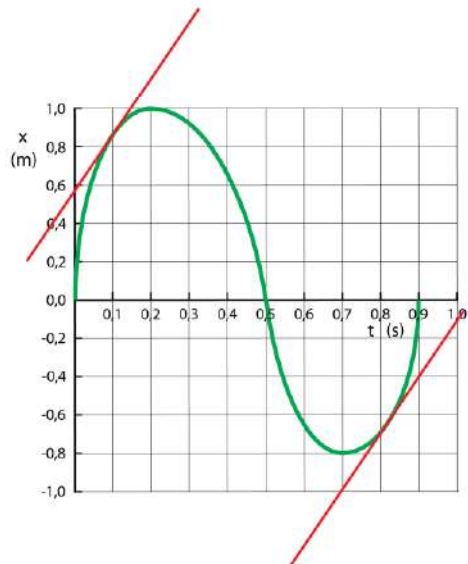
- teken een lange raaklijn op $t = 0,5$ s

- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$

- $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,0 - (-1,0)}{(0,60 - 0,40)} = \frac{2,0}{0,20} = 10 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

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



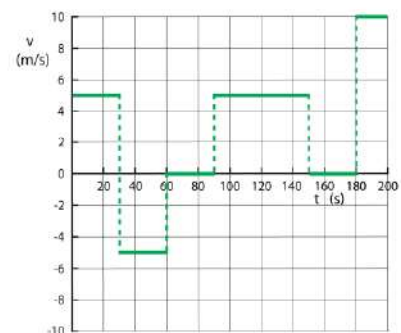
(x, t) - diagram en (v, t) -diagram

4**

a Bepaal voor ieder recht lijnstuk de snelheid.

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

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



5**

a Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 4$ s.

- $\Delta t = 4,0 \text{ s} \mid \Delta x = 20 \text{ m} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{40}{4,0} = 10 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 8$ s.

- $\Delta t = 8,0 \text{ s}$ | $\Delta x = 160 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{160}{8,0} = 20 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

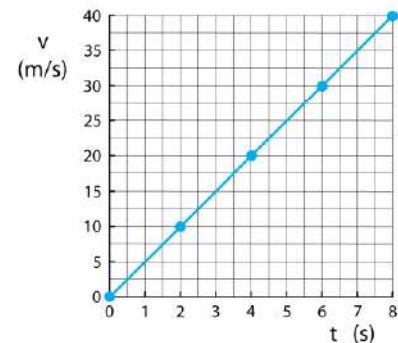
c Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 4$ en $t = 8$ s.

- $\Delta t = 8,0 - 4,0 = 4,0 \text{ s}$ | $\Delta x = 160 - 40 = 120 \text{ m}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{120}{4,0} = 30 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $t = 0 \text{ s}$ $v = (0,0 - 0,0) / (8,0 - 0,0) = 0,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 2 \text{ s}$ $v = (70 - 0,0) / (8,0 - 1,0) = 10 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 4 \text{ s}$ $v = (120 - 0,0) / (8,0 - 2,0) = 20 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 6 \text{ s}$ $v = (150 - 0,0) / (8,0 - 3,0) = 30 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- $t = 8 \text{ s}$ $v = (160 - 0,0) / (8,0 - 4,0) = 40 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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



6**

a Leg uit hoe je dit zonder berekening kunt zien.

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

b Leg uit hoe je dit zonder berekening 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.

- $0,0 - 0,40$ $\Delta v = 6,0 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 0,40 \text{ s}$ $\rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 15 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)
- $0,40 - 0,60$ $\Delta v = 0,0 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 0,20 \text{ s}$ $\rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0,0 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)
- $0,60 - 1,0$ $\Delta v = -4,0 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 0,40 \text{ s}$ $\rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -10 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)
- $1,0 - 1,8$ $\Delta v = 2,0 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 0,80 \text{ s}$ $\rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2,5 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)
- $1,8 - 2,0$ $\Delta v = 6,0 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 0,20 \text{ s}$ $\rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 30 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

7***

a Bepaal de gemiddelde snelheid van A.

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

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

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

c Op welk tijdstip is de snelheid van B nul?

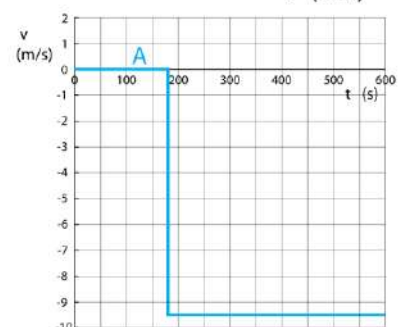
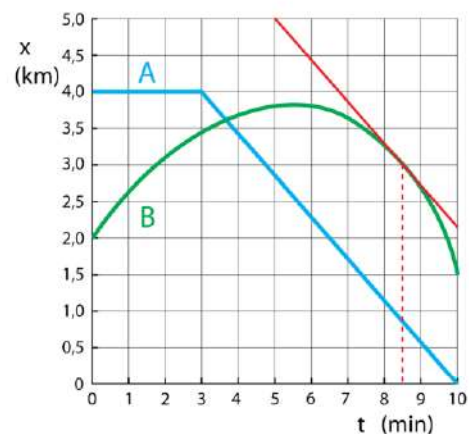
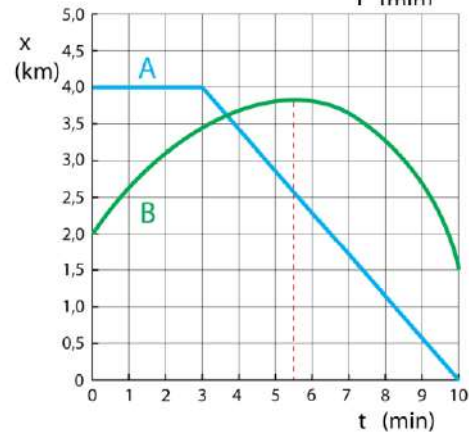
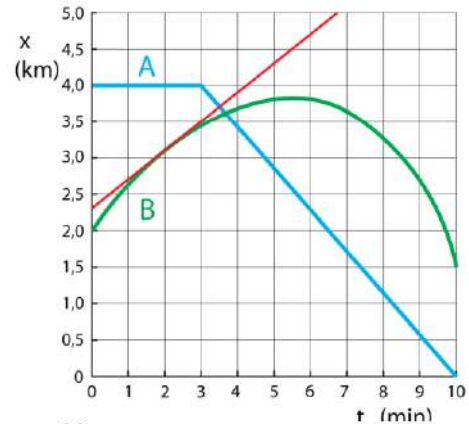
- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- de snelheid is nul als de raaklijn horizontaal is
- aflezen: dit gebeurt op $t = 5,5 \text{ minuten}$
($t = 3,3 \cdot 10^2 \text{ s}$) (2 s.c.)

d Op welk tijdstip tussen $t = 3$ en $t = 10 \text{ min}$ 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: $t = 8,5 \text{ minuten}$
($t = 510 \text{ s}$)

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

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



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

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

- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$

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

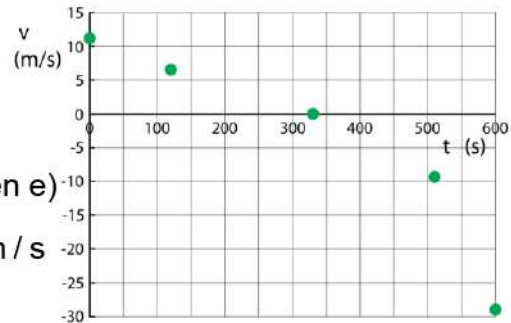
- $t = 120 \text{ s} \quad v = 6,6 \text{ m/s}$ (antwoord vraag b)

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

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

- $t = 600 \quad v = \frac{1500 - 5000}{(10,0 - 8,0) \cdot 60} = \frac{-3500}{120} = -29 \text{ m/s}$

- schets een vloeiende lijn door de punten



Bereken de versnelling

8*

a Bereken je versnelling in m/s^2 .

- $\Delta t = 2,0 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = 5,0 \text{ m/s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$

- $\Delta v = a \cdot t$

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

b Bereken je snelheid na 1,5 seconde.

- $t = 1,5 \text{ s} \quad | \quad a = 2,5 \text{ m/s}^2 \quad | \quad \Delta v = \dots \text{ m/s}$

- $\Delta v = a \cdot \Delta t$

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

9**

a Bereken de vertraging van Annet.

- $\Delta t = 1,5 \text{ s} \quad | \quad \Delta v = 4,5 \text{ m/s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$

- $\Delta v = a \cdot \Delta t$

- $4,5 = a \cdot 1,5 \rightarrow a = 3,0 \text{ m/s}^2$ (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 vertraging

- $v_{\text{begin}} = 4,5 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta v = -3 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = \dots \text{ m/s}$

- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow -3 = v_{\text{eind}} - 4,5 \rightarrow v_{\text{eind}} = 4,5 - 3 = 1,5 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

10**

a Bereken de vertraging van Zoe.

- $\Delta v = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s}$

- $\Delta v = 5 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 2,5 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$

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

11* a** Bereken in hoeveel tijd Bert tot stilstand moet komen.

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

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

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

c Bereken hoever hij voor de stopstreep tot stilstand komt.

- bereken eerst de tijd
- $\Delta v = 5,0 \text{ m/s} \mid a = 3,0 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $5 = 3 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 1,6667 \text{ s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 2,5 \cdot 1,6667 = 4,16667 \text{ m}$
- 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.)

12* a** Bereken de versnelling van de trein.

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

b Bereken de vertraging van de trein.

- $1,5 \text{ min} = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ s}$

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

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

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

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

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

b Bereken de gemiddelde snelheid van de olietanker.

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

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

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

14* a** Hoelang rijdt het vliegtuig over de startbaan?

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

b Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

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

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

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

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

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

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

b Bereken de afstand van de raket tijdens het versnellen.

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

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

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

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

- $a = 5,6689 \text{ m/s}^2 \mid \Delta t = 6,0 \text{ s} \mid \Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 5,6689 \cdot 6 = 34,0136 = 34 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

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

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

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

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

- $v_{\text{begin}} = 0 \text{ m/s}$ | $v_{\text{eind}} = 79,16667 \text{ m/s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0 + 79,16667}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = 39,5833 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 39,5833 \cdot 31,6667 \rightarrow s = 1253 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ m}$ (2 s.c.)

18***

a Bereken de versnelling.

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

b Bereken de vertraging.

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

19***

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

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

b Hoe groot is de gemiddelde snelheid van vrachtauto A tijdens het inhalen in m/s?

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

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

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

b Bereken de afgelegde weg tijdens het versnellen.

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

c Bereken hoe lang de vrachtauto aan het remmen is.

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

d Bereken de afgelegde weg tijdens het remmen.

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

21*** 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.

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

d Bereken hoever de kreukelzone minimaal ingedrukt moet kunnen worden.

- $v_{\text{begin}} = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s} \quad | \quad v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \quad | \quad a = -400 \text{ m/s}^2 \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $-25 = -400 \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{25+0}{2} = 12,5 \text{ m/s} \quad | \quad t = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t$
- $s = 12,5 \cdot 6,25 \cdot 10^{-2} = 0,78125 = 0,78 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

22***

a Bereken de remvertraging van de auto bij een botsing met 90 km/h.

Gebruik v_{gem}

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

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

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

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

23***

a Bereken de reactieafstand.

- in de reactietijd is de snelheid constant
- $v_{\text{gem}} = 35 \text{ m/s} \quad | \quad t = 0,80 \text{ s} \quad | \quad s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 35 \cdot 0,8 = 28 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

b Bereken de remafstand.

- tijdens het remmen is de beweging eenparig vertraagd
- $v_{\text{begin}} = 35 \text{ m/s} \mid v_{\text{eind}} = 0 \text{ m/s} \mid t = 2,5 \text{ s} \mid s = \dots \text{ m}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{35 + 0}{2} = 17,5 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 17,5 \cdot 2 = 35 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

c Bereken de stopafstand.

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

24***

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 ze 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: $60 + 90 - 142,5 = 7,5 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$

2.4 Het (v, t)-diagram en het (a, t)-diagram

De versnelling op één tijdstip

1**

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

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

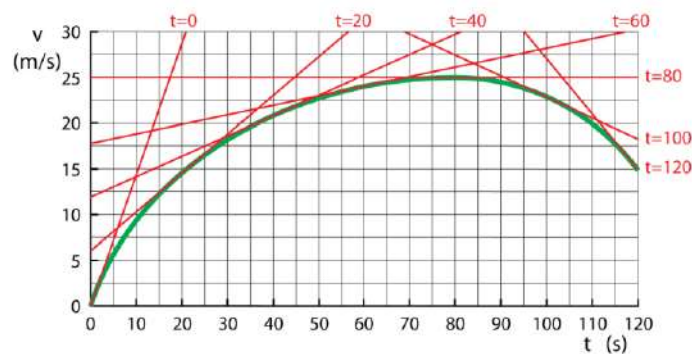
- $t = 40$ s $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{(30 - 12)}{(81 - 0,0)} = 0,22 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

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

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

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

- $t = 120$ s $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{(15 - 30)}{(120 - 95)} = -0,60 \text{ m/s}^2$ (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 tussen $t = 0$ en $t = 5,0$ s.

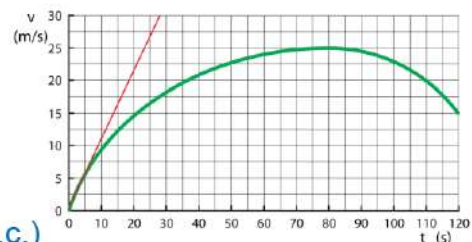
- bepaal de gemiddelde versnelling tussen $t = 0$ en $t = 5,0$ s

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

- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow \Delta v = 1,0 \cdot 5 = 5,0 \text{ m/s}$

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

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 2,5 \cdot 5 = 12,5 = 13 \text{ m}$ (2 s.c.)



2***

a Leg de betekenis van het minteken uit.

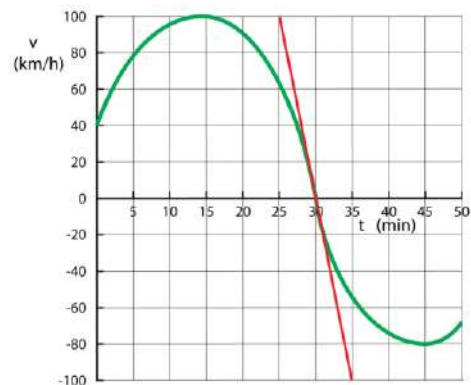
- bij een positieve snelheid beweegt de auto van het nulpunt af
- bij een negatieve snelheid beweegt de auto naar het nulpunt toe
- op $t = 45$ min is de rijrichting tegengesteld aan de rijrichting op $t = 15$ min

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
- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $\Delta v = -100 - 100 = -200 \text{ km/h}$
- $\Delta v = -200 / 3,6 = -55,55 \text{ m/s}$
- $a = \frac{(-55,55)}{(35 - 25) \cdot 60}$
- $a = -9,25926 \cdot 10^{-2} = -9,3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

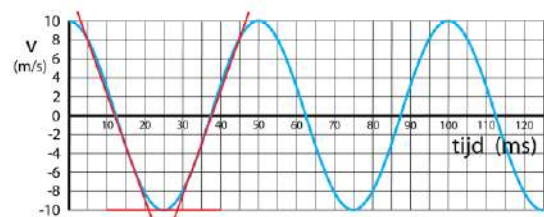


3**

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

- lange raaklijn tekenen op $t = 15$ ms

- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$
- $a = \frac{-10 - 10}{21 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{-20}{18 \cdot 10^{-3}} = -1,1 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)



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

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

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

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

- lange raaklijn tekenen op $t = 35$ ms

- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{10 - (-10)}{47 \cdot 10^{-3} - 29 \cdot 10^{-3}} = \frac{20}{18 \cdot 10^{-3}} = 1,1111 \cdot 10^3$
- $a = 1,1 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

d Bepaal de tijdstippen waarop de versnelling maximaal is.

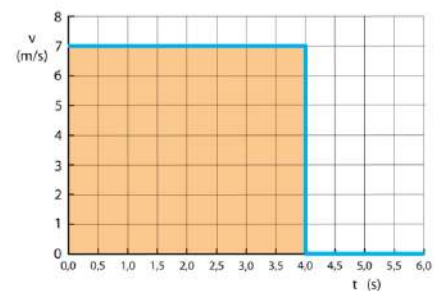
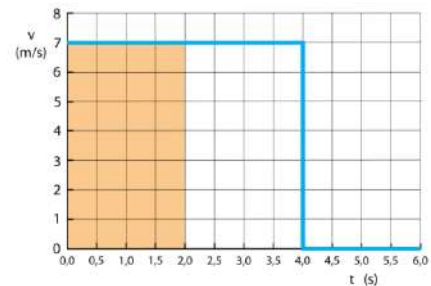
- versnelling maximaal $\rightarrow a$ is positief

- 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

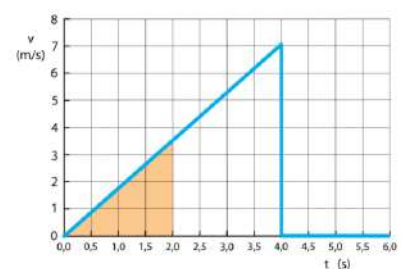
4*

- a** Bepaal de afstand op $t = 2,0 \text{ s}$.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
 - oppervlak $s = 2,0 \cdot 7,0 = 14 \text{ m}$ (2 s.c.)
- b** Bepaal de afstand op $t = 4,0 \text{ s}$.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
 - oppervlak $s = 4,0 \cdot 7,0 = 28 \text{ m}$ (2 s.c.)
- c** Bepaal de afstand op $t = 6,0 \text{ s}$.
- 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 $s = 4,0 \cdot 7,0 = 28 \text{ m}$ (2 s.c.)
- d** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 2,0 \text{ s}$.
- $s = 14 \text{ m}$ | $t = 2,0 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{2,0} = 7,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- e** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 4,0 \text{ s}$.
- $s = 28 \text{ m}$ | $t = 4,0 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{28}{4,0} = 7,0 \text{ m/s}$ (2 s.c.)
- f** Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 6,0 \text{ s}$.
- $s = 28 \text{ m}$ | $t = 6,0 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{28}{6,0} = 4,7 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

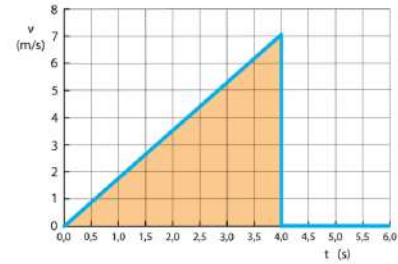


5*

- a** Bepaal de afstand op $t = 2,0 \text{ s}$.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
 - oppervlak $s = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot 3,5 = 3,5 \text{ m}$ (2 s.c.)
- b** Bepaal de afstand op $t = 4,0 \text{ s}$.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek
 - oppervlak $s = \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 7,0 = 14 \text{ m}$ (2 s.c.)



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



- d Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 2,0$ s.
- $s = 3,5$ m | $t = 2,0$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
 - $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{3,5}{2,0} = 1,75 = 1,8$ m/s (2 s.c.)

OOK GOED

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

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

- $s = 14$ m | $t = 4,0$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{4,0} = 3,5$ m/s (2 s.c.)

OOK GOED

- $v_1 = 0,0$ m/s | $v_2 = 7,0$ m/s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,0 + 7,0}{2} = 3,5$ m/s (2 s.c.)

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

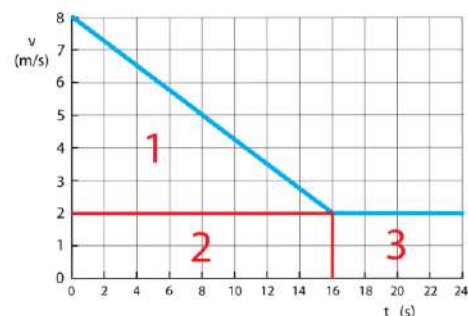
- $s = 14$ m | $t = 6,0$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{14}{6,0} = 2,33 = 2,3$ m/s (2 s.c.) $v_{\text{gem}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ MAG NIET

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

- $\Delta v = 7,0 - 0,0 = 7,0$ m/s | $t = 4,0$ s | $a = \dots$ m/s²
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{7,0}{4,0} = 1,75 = 1,8$ m/s² (2 s.c.)

6**

- a Bepaal de afstand op $t = 16$ s.
- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek = opp. 1 + opp. 2
 - opp. 1 $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot (8,0 - 2,0) = 48$ m
 - opp. 2 $s_2 = 16 \cdot 2,0 = 32$ 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 $s_3 = (24 - 16) \cdot 2,0 = 16 \text{ m}$
- totaal $s_1 + s_2 + s_3 = 48 + 32 + 16 = 96 \text{ m}$ (2 s.c.)

c Bepaal de vertraging tussen $t = 0$ en $t = 16 \text{ s}$.

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

d Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 16 \text{ s}$.

- $s = 80 \text{ m}$ | $t = 16 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{80}{16} = 5,0 \text{ m/s}$ (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

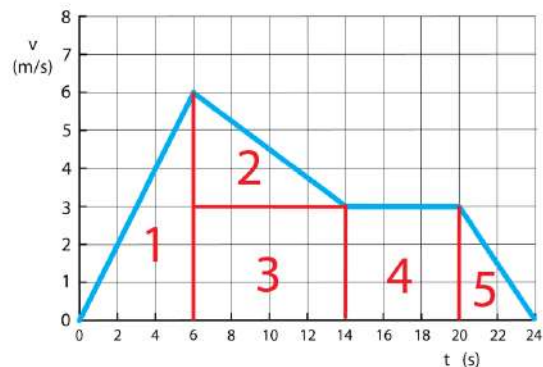
f Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 24 \text{ s}$.

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

7**

a Bepaal de afstand op $t = 14 \text{ s}$.

- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek = opp.1 + opp.2 + opp.3
- opp. 1 $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 6,0 = 18 \text{ m}$
- opp. 2 $s_2 = \frac{1}{2} \cdot (14 - 6) \cdot (6 - 3) = 12 \text{ m}$
- opp. 3 $s_3 = (14 - 6,0) \cdot 3,0 = 24 \text{ m}$
- $s_1 + s_2 + s_3 = 18 + 12 + 24 = 54 \text{ m}$ (2 s.c.)



b Bepaal de afstand op $t = 24 \text{ s}$.

- opp. 4 $s_4 = (20 - 14) \cdot 3,0 = 18 \text{ m}$
- opp. 5 $s_5 = \frac{1}{2} \cdot (24 - 20) \cdot 3,0 = 6,0 \text{ m}$
- $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 18 + 12 + 24 + 18 + 6 = 78 \text{ m}$ (2 s.c.)

c Bepaal de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en $t = 14 \text{ s}$.

- $s = 54 \text{ m}$ | $t = 14 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{54}{14} = 3,86 = 3,9 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

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

- $\Delta v = 3,0 - 6,0 = -3,0 \text{ m/s} \quad | \quad t = 14 - 6,0 = 8,0 \text{ s} \quad | \quad a = \dots \text{ m/s}^2$
- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-3,0}{8,0} = -0,375 = -0,38 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$
- min teken $\rightarrow$ vertraging

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

- $s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 72 \text{ m} \quad | \quad t = 20 \text{ s} \quad | \quad v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{72}{20} = 3,6 \text{ m/s} \quad (2 \text{ s.c.})$

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

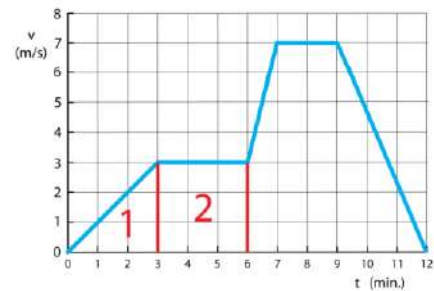
g Wat gebeurt er wel op $t = 6$ s?

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

8***

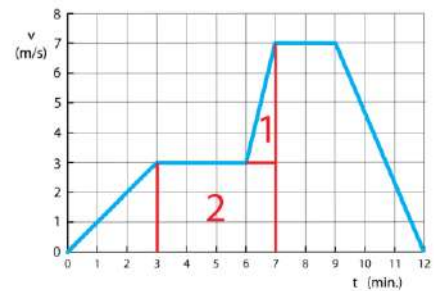
a Bepaal de afstand die tussen $t = 0$ en $t = 6$ minuten wordt afgelegd.

- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek = opp. 1 + opp. 2
- LET OP: tijd moet in seconden
- opp. 1 $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 60 \cdot 3 = 270 \text{ m}$
- opp. 2 $s_2 = (6 - 3) \cdot 60 \cdot 3 = 540 \text{ m}$
- $s_1 + s_2 = 270 + 540 = 810 = 8,1 \cdot 10^2 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$



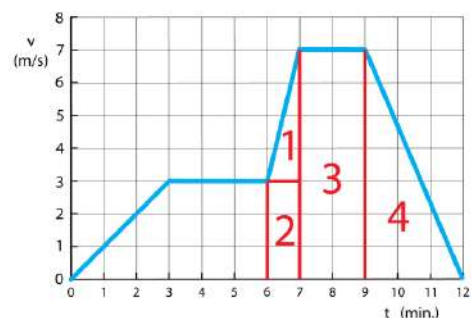
b Bepaal de afstand die tussen $t = 3$ en $t = 7$ minuten wordt afgelegd.

- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek = opp. 1 + opp. 2
- LET OP: tijd moet in seconden
- 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.

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

- $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{3}{180} = 0,016667 = 0,017 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

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

- totale afstand is antwoord vraag a + antwoord vraag c

- $s = 810 + 1770 = 2580 \text{ m}$ | $t = 12 \text{ min} = 720 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{2580}{720} = 3,58333 = 3,6 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

9***

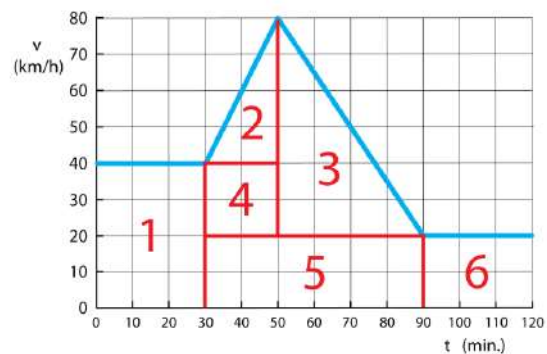
a Bepaal de afstand na 30 minuten.

- afstand is oppervlak onder de (v, t) -grafiek

- LET OP: tijd moet in seconden

- LET OP: snelheid moet in m/s

- opp. 1 = $s_1 = 30 \cdot 60 \cdot \frac{40}{3,6} = 20.000 \text{ m}$



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

- opp. 2 $s_2 = \frac{1}{2} \cdot (50 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{(80 - 40)}{3,6} = 6666,7 \text{ m}$

- opp. 3 $s_3 = \frac{1}{2} \cdot (90 - 50) \cdot 60 \cdot \frac{(80 - 20)}{3,6} = 20.000 \text{ m}$

- opp. 4 $s_4 = (50 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{(40 - 20)}{3,6} = 6666,7 \text{ m}$

- opp. 5 $s_5 = (90 - 30) \cdot 60 \cdot \frac{20}{3,6} = 20.000 \text{ m}$

- $s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 6666,7 + 20000 + 6666,7 + 20000 = 53333 \text{ m}$ (= 53,3 km)

- $s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 53333 = 5,3 \cdot 10^4 \text{ m}$ (= 53 km) (2 s.c.)

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

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

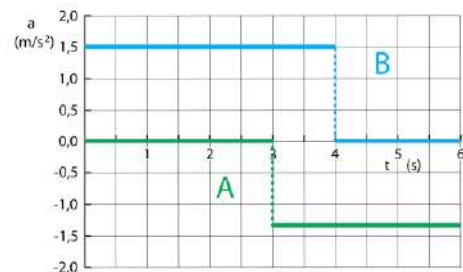
- $s = 20000 + 53333 + 10000 = 83333 \text{ m}$ | $t = 120 \text{ min} = 7200 \text{ s}$ | $v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$

- $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{83333}{7200} = 11,57 = 12 \text{ m/s}$ (2 s.c.)

- e Bepaal de versnelling tussen $t = 30$ en $t = 50$ minuten.
- LET OP: tijd moet in seconden $\text{seconden} = \text{minuten} \text{ keer } 60$
 - LET OP: snelheid moet in m/s $\text{m/s} = \text{km/h} : 3,6$
 - $\Delta v = 80 - 40 = 40 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{40}{3,6} = 11,111 \text{ m/s}$
 - $t = 50 - 30 = 20 \text{ min.} \rightarrow t = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ s}$
 - $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{11,111}{1200} = 9,25926 \cdot 10^{-3} = 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$
- f Bepaal de vertraging tussen $t = 50$ en $t = 90$ minuten.
- $\Delta v = 20 - 80 = -60 \text{ km/h} \rightarrow \Delta v = \frac{-60}{3,6} = -16,667 \text{ m/s}$
 - $t = 90 - 50 = 40 \text{ min.} \rightarrow t = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ s}$
 - $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{-16,667}{2400} = 6,94444 \cdot 10^{-3} = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

10***

- a Heeft A in de eerste 3 seconden een versnelling of vertraging?
- nee, want de snelheid is constant $4,0 \text{ m/s}$ en wordt niet groter of kleiner
- b Bepaal de vertraging van A na $t = 3,0 \text{ s}$.
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow \Delta v = 0,0 - 4,0 = -4,0 \text{ m/s}$
 - $\Delta t = t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}} \rightarrow \Delta t = 6,0 - 3,0 = 3,0 \text{ s}$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -4 = a \cdot 3 \rightarrow a = \frac{-4}{3} = -1,3333 = -1,3 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$
- c Bepaal de versnelling van B tussen $t = 0$ en $t = 4,0 \text{ s}$.
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow \Delta v = 8,0 - 2,0 = 6,0 \text{ m/s}$
 - $\Delta t = t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}} \rightarrow \Delta t = 4,0 - 0,0 = 4,0 \text{ s}$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 6 = a \cdot 4 \rightarrow a = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$
- d Bepaal de afstand van B tussen $0,0$ en $6,0 \text{ s}$.
- oppervlakte onder (v, t) -grafiek
 - oppervlakte $6,0 \cdot 2,0 + \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 6,0 + 2,0 \cdot 6,0$
 - $12 + 12 + 12 = 36 \text{ m} \quad (2 \text{ s.c.})$
- e Teken de (a, t) -grafieken van A en B.



11**

- a Bepaal de versnelling van de lift tussen $t = 0$ en $t = 3 \text{ s}$.
- $\Delta v = 10 \text{ m/s} \mid \Delta t = 3,0 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow 10 = a \cdot 3 \rightarrow a = \frac{10}{3} = 3,33333 = 3,3 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ s.c.})$

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

- $\Delta v = -10 \text{ m/s} \mid \Delta t = 2,0 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -10 = a \cdot 2 \rightarrow a = \frac{-10}{2} = -5,0 \text{ m/s}^2$ (2 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 $\frac{1}{2} \cdot 3,0 \cdot 10 = 15 \text{ m}$
- 3,0 tot 5,0 s $\rightarrow$ oppervlakte is $2,0 \cdot 10 = 20 \text{ m}$
- totale oppervlakte is $15 + 20 = 35 \text{ m}$ (2 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 $3,0 \cdot 10 = 30 \text{ m}$
- 8,0 tot 10 s $\rightarrow$ oppervlakte is $\frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot 10 = 10 \text{ m}$
- totale oppervlakte is $30 + 10 = 40 \text{ m}$ (2 s.c.)

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

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

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

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

12***

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

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

b Bepaal de vertraging van de lift bij aankomst.

- $\Delta v = -8,0 \text{ m/s} \mid \Delta t = 2,5 \text{ s} \mid a = \dots \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow -8 = a \cdot 2,5 \rightarrow a = \frac{-8}{2,5} = -3,2 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

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

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

13***

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 $t = 65 \text{ s}$ (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 $t = 100$ 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 $\frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 80 = 200$ 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 $\rightarrow$ afstand is 3200 m
- negatieve snelheid $\rightarrow$ terug naar startpunt $\rightarrow$ 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.)

e 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.)

14***

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 tussen $t = 0$ en $t = 6,0$ s.

- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 2,4 \cdot 6 = 14,4 = 14$ m (2 s.c.)

15***

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: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12 \text{ hokjes}}{24 \text{ hokjes}} = 0,50$
- verhouding vertraging $\frac{(\Delta v / \Delta t) A}{(\Delta v / \Delta t) B} = \frac{1}{0,50} = 2,0$ (2 s.c.)

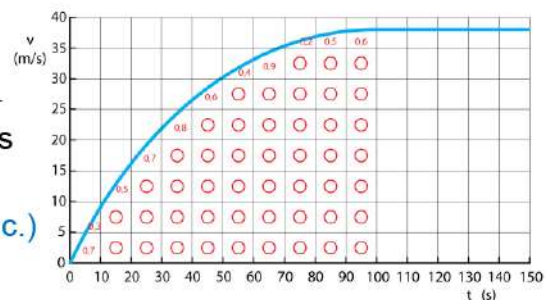
b Bepaal de verhouding van de remafstanden van A en B.

- 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.)

16***

a Bepaal de afstand tussen $t = 0$ en $t = 100$ s.

- hokjes tellen
- 47 hele hokjes + $0,7 + 0,3 + 0,5 + 0,7 + 0,8 + 0,6 + 0,4 + 0,9 + 0,2 + 0,5 + 0,6 = 53,2$ hokjes
- 1 hokje is $5 \cdot 10 = 50$ m
- afstand is $50 \cdot 53,2 = 2660 = 2,7 \cdot 10^3$ m (2 s.c.)



b Bepaal de afstand tussen $t = 50$ en $t = 100$ s.

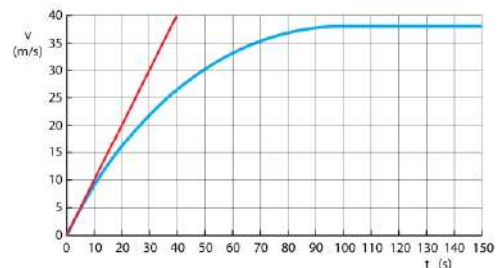
- hokjes tellen
- 33 hele hokjes + $0,4 + 0,9 + 0,2 + 0,5 + 0,6 = 35,6$ hokjes
- 1 hokje is $5 \cdot 10 = 50$ m
- afstand is $50 \cdot 35,6 = 1780 = 1,8 \cdot 10^3$ m (2 s.c.)

c Bepaal de afstand tussen $t = 0$ en $t = 150$ s.

- na $t = 100$ s is de snelheid constant
- aflezen $v = 38$ m/s $\rightarrow s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 38 \cdot 50 = 1900$ m
- tussen $t = 0$ en $t = 100$ s legt de trein 2660 m af
- tussen $t = 0$ en $t = 150$ s legt de trein $2660 + 1900 = 4560 = 4,6 \cdot 10^3$ m af (2 s.c.)

d Bepaal de versnelling van de trein op $t = 0$ s.

- lange raaklijn tekenen op $t = 0$ s
- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40 - 0}{40 - 0} = 1,0 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)



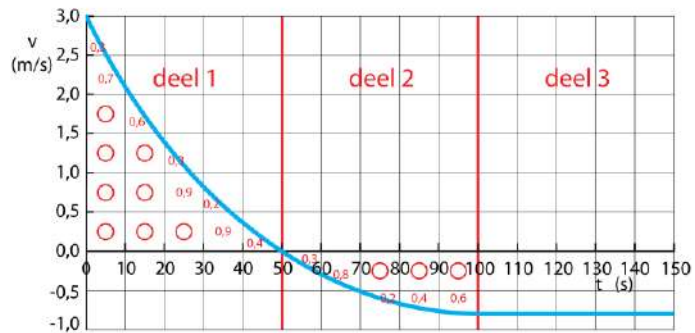
17***

a Geef voor ieder deel aan of het schip versnelt, vertraagt of een constante snelheid heeft.

- deel 1: het schip vertraagt
- deel 2: het schip versnelt
- deel 3 het schip heeft een constante snelheid

b Bepaal voor ieder deel de afstand die het schip aflegt.

- deel 1: $8 + 4,3 = 12,3$ hokjes
- deel 1: $12,3 \cdot 5 = 61,5$ m
- deel 2: $3 + 2,3 = 5,3$ hokjes
- deel 2: $5,3 \cdot 5 = 26,5$ m
- deel 3: $v_{\text{gem}} = 0,8$ m/s
- deel 3: $s = 0,8 \cdot 50 = 40$ m



c Bepaal de verplaatsing van het schip tussen $t = 0$ en $t = 150$ s.

- afstand in positieve richting is 61,5 m
- afstand in negatieve richting is $26,5 + 40 = 66,5$ m
- de verplaatsing is $66,5 - 61,5 = 5,0$ m in negatieve richting (1 decimaal)

18***

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 $t = 0,50$ staat de bal even stil op het hoogste punt

c Bepaal de maximale hoogte van de bal.

- oppervlakte onder (v, t) -grafiek tussen $t = 0,0$ 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 $0,10 \cdot 0,20 = 0,020$ 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 $t = 0,50$ en $t = 0,90$ 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: $\Delta x = 0,35 \text{ m}$ | omlaag: $\Delta x = 0,24 \text{ m}$
- afgelegde weg: $0,35 + 0,24 = 0,59 \text{ m}$ (2 s.c.)

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

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

19**

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 $t = 70 \text{ s}$ trein A en trein B op dezelfde plaats zijn.

- trein A: oppervlakte onder (v, t) -grafiek tussen $t = 0$ en $t = 70 \text{ s}$
- oppervlakte $\rightarrow$ afstand A is $20 \cdot 40 + \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 40 = 800 + 1000 = 1800 \text{ m}$
- trein B: oppervlakte onder (v, t) -grafiek tussen $t = 0$ en $t = 70 \text{ s}$
- oppervlakte $\rightarrow$ afstand B is $50 \cdot 30 + \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 30 = 1500 + 300 = 1800 \text{ m}$
- op $t = 70 \text{ s}$ zijn A en B op dezelfde plaats

d Wordt op $t = 70 \text{ s}$ trein A ingehaald door trein B?

- op $t = 70 \text{ s}$ zijn de treinen op dezelfde plaats
- op $t = 70 \text{ s}$ staan beide treinen stil
- trein A wordt niet ingehaald door trein B (ze staan naast elkaar stil)

20***

a Hoe groot is de afstand die trein A heeft afgelegd op het moment dat trein B uit Utrecht vertrekt?

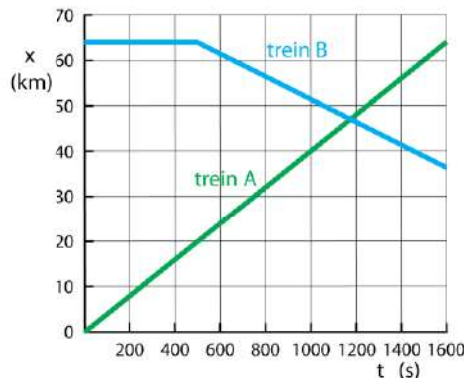
- trein B vertrekt 500 s na trein A
- $t = 500 \text{ s}$ | $v_{\text{gem A}} = 40 \text{ m/s}$ | $s = \dots \text{ m}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 40 \cdot 500 = 20.000 = 2,0 \cdot 10^4 \text{ m}$ (20 km) (2 s.c.)

b Bereken het tijdstip waarop de treinen elkaar ontmoeten.

- stel $t=0$ als trein B vertrekt
- op $t=0$ is de plaats van A: $x_{0A} = 20 \cdot 10^3 \text{ m}$ en $x_{0B} = 64 \cdot 10^3 \text{ m}$
- $x_A = 20 \cdot 10^3 + 40 \cdot t$ | $x_B = 64 \cdot 10^3 - 25 \cdot t$
- ontmoeten $\rightarrow x_A = x_B$
- $20 \cdot 10^3 + 40 \cdot t = 64 \cdot 10^3 - 25 \cdot t$
- $65 \cdot t = 44 \cdot 10^3 \rightarrow t = 676,923 = 677 \text{ s}$

- 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
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 40 \cdot 1177 = 47,08 \cdot 10^3 = 47 \cdot 10^3$ m (47 km) (2 s.c.)
(in overeenstemming met (x, t)-diagram)

21+

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

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

b Wie wint de wedstrijd?

- Bea: $s = 42,195$ km | $v_B = 18$ km/h | $t = \dots$ h
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 42,195 = 18 \cdot t \rightarrow t = 2,34417$ h
- Anna afstand na 2,0 h $\rightarrow$ oppervlakte onder de (v, t)-grafiek
- $s = 24 + 14 \cdot 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 0,8 = 37,6$ km
- Anna moet dan nog $42,195 - 37,6 = 4,595$ km lopen
- $s = 4,595$ km | $v_{\text{gem}} = 14$ km/h | $t = \dots$ h
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 4,595 = 14 \cdot t \rightarrow t = 0,32821$ h
- $t_{A \text{ tot}} = 2 + 0,32821 = 2,32821$ 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 $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 18 \cdot 2,32821 = 41,90786$ km
- de voorsprong van Anna is $42,195 - 41,908 = 0,287 = 0,29$ km (2 s.c.)

Het (a, t)-diagram

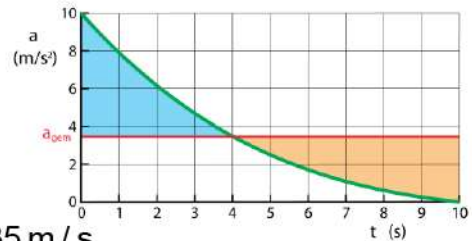
22***

a Bepaal de snelheid van de auto op $t = 1,0$ s.

- bepaal het oppervlak tussen de (a, t)-grafiek en de tijdas
- schat $a_{\text{gem}} = 9,0 \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a_{\text{gem}} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta v = 9 \cdot 1 = 9,0 \text{ m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 9,0 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 9,0 \text{ m/s}$

b Bepaal de snelheid van de auto op $t = 10$ s.

- bepaal het oppervlak tussen de (a, t)-grafiek en de tijdas
- schat $a_{\text{gem}} = 3,5 \text{ m/s}^2$
- $\Delta v = a_{\text{gem}} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta v = 3,5 \cdot 10 = 35 \text{ m/s}$
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 35 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 35 \text{ m/s}$



23****

a Leg uit wat er op $t = 5,0$ s gebeurt.

- op $t = 5,0$ s gaat de auto afremmen

b Bepaal de snelheid van de auto op $t = 5,0$ s.

- de verandering van de snelheid is het oppervlak tussen de (a, t)-grafiek en de tijdas
- $\Delta v = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5 = 25 \text{ m/s}$
- $v = 5 + 25 = 30 \text{ m/s}$

c Bepaal de snelheid van de auto op $t = 10$ s.

- oppervlakte tussen $t = 5,0$ s en $t = 10$ s is de verandering van de snelheid
- $\Delta v = \frac{1}{2} \cdot -4 \cdot 2 - 4 \cdot 3 = -16 \text{ m/s}$
- $v = 30 - 16 = 14 \text{ m/s}$

2.5 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.

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

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

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

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

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

d Bereken de tijd waarin de appel omhoog beweegt.

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

e Bereken hoe hoog hij de appel gooit.

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

f Bereken de tijd waarin de appel omlaag valt.

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

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

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

4**

a Bereken wanneer de tennisbal op zijn hoogste punt is.

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

b Bereken hoe hoog de tennisbal is gekomen.

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

5***

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

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

6****

a Bereken de beginsnelheid die hiervoor nodig is.

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

b Bereken de eindsnelheid waarmee hij op de mat landt.

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

c Bereken de tijdsduur van de sprong.

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

7***

a Bereken de valtijd van de steen op de maan.

- $s = 1,5$ m | $a = 1,62$ m/s² | $t = \dots$ s
- gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $1,5 = \frac{1}{2} \cdot 1,62 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 1,85185 \rightarrow t = 1,36$ s (3 s.c.)

b Bereken de eindsnelheid van de steen.

- $a = 1,62$ m/s² | $\Delta t = 1,36$ s | $\Delta v = \dots$ m/s
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 1,62 \cdot 1,36 = 2,2$ m/s
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 2,2 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 2,2$ m/s (3 s.c.)

c Bereken de valtijd van de steen op de aarde.

- $s = 1,5$ m | $a = 9,81$ m/s² | $t = \dots$ s
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} a \cdot t \rightarrow s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = \left(\frac{1}{2} a \cdot t\right) \cdot t \rightarrow s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$
- $1,5 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 0,30581 \rightarrow t = 0,553$ s (3 s.c.)

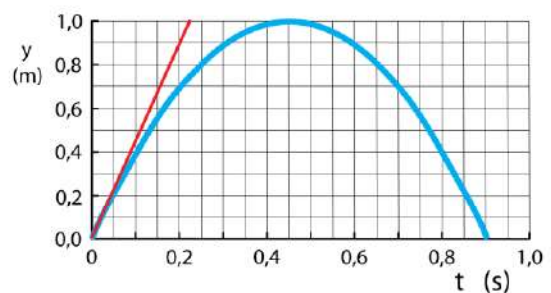
d Bereken de eindsnelheid van de steen op aarde als hij op de grond valt.

- $a = 9,81$ m/s² | $\Delta t = 0,553$ s | $\Delta v = \dots$ m/s
- $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- $\Delta v = 9,81 \cdot 0,553 = 5,42$ m/s
- $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \rightarrow 5,42 = v_{\text{eind}} - 0 \rightarrow v_{\text{eind}} = 5,42$ m/s (3 s.c.)

8**

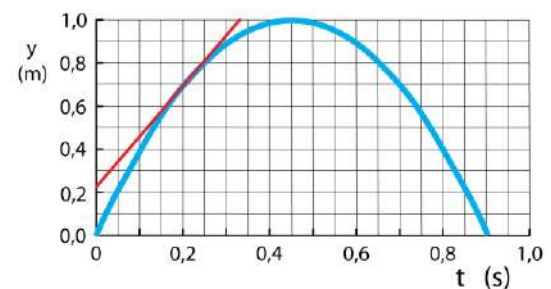
a Bepaal de beginsnelheid van de vlo.

- teken raaklijn op $t = 0$
- $v = \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{1,0}{0,225} = 4,444 = 4,4$ m/s (2 s.c.)



b Bepaal de snelheid van de vlo op $t = 0,2$ s.

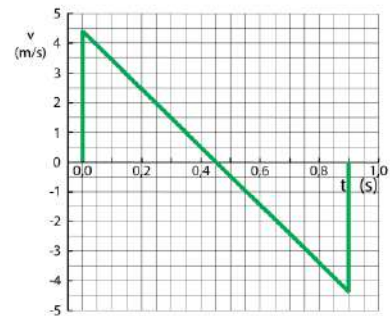
- teken raaklijn op $t = 0,2$ s
- $v = \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$
- $v = \frac{1,0 - 0,23}{0,325} = 2,369 = 2,4$ m/s (2 s.c.)



- c Bepaal het tijdstip waarop de vlo zijn minimale snelheid heeft.
- bovenaan is de snelheid 0 → minimale snelheid
 - $v = 0$ op $t = 0,45$ s (2 s.c.)

- d Bepaal het tijdstip waarop de vlo zijn maximale snelheid heeft.
- maximale snelheid op $t = 0$ en bij de landing
 - landing op $t = 0,90$ s (2 s.c.)

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



9***

- a Op welk moment bereikt de kat zijn maximale hoogte?
- maximale hoogte → $v = 0$ → $t = 0,50$ s (2 s.c.)
- b Hoe hoog heeft de kat gesprongen?
- beweging omhoog: oppervlakte is $\frac{1}{2} \cdot 0,50 \cdot 4,8 = 1,2$ m (2 s.c.)
- c Hoe hoog is de vensterbank?
- beweging omhoog: $s_{\text{omhoog}} = \frac{1}{2} \cdot 0,50 \cdot 4,8 = 1,2$ m
 - beweging omlaag: $s_{\text{omlaag}} = \frac{1}{2} \cdot 0,30 \cdot 3,0 = 0,45$ m
 - verschil $1,2 - 0,45 = 0,8$ m (1 decimaal)
- d Met welke snelheid landt de kat op de vensterbank?
- op $t = 0,80$ s landt de kat
 - aflezen: $v = 3,0$ m/s (2 s.c.)
- 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 $0,80$ s verandert de snelheid van $4,8$ naar $-3,0$ m/s
 - $\Delta v = 7,8$ m/s | $\Delta t = 0,80$ s | $a = \dots$ m/s²
 - $\Delta v = a \cdot \Delta t$ → $7,8 = a \cdot 0,8$ → $a = 9,75$ m/s²
 - a is vrijwel gelijk aan $9,81$ → geen luchtweerstand

10***

- a Leg uit waaruit dit blijkt.
- de kat springt $1,1$ m hoog en doet er $1,0$ s over om op de grond te komen
 - als er geen luchtweerstand is geldt: $a = g = 9,81$ m/s²
 - $s = 1,1$ m | $a = 9,81$ m/s² | $v_{\text{eind}} = \dots$ m/s
 - gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ → $1,1 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2$ → $t = 0,47356$ s
 - tijd omhoog = tijd omlaag → $t = 2 \cdot 0,47356 = 0,947$ s
 - in werkelijkheid doet de kat er $1,0$ seconden over

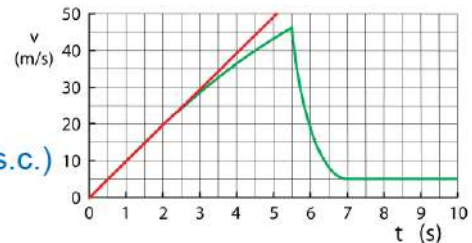
11****

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

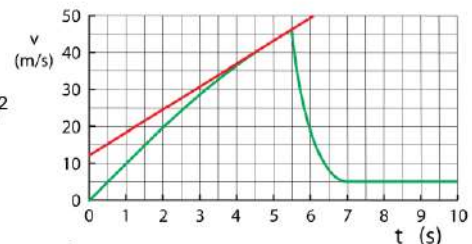
b Bepaal de versnelling in de eerste 2,0 seconden.

- teken lange raaklijn op $t = 0$
- bepaal de richtingscoëfficiënt van deze lijn
- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{50}{5,1} = 9,8039 = 9,8 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)



c Bepaal de versnelling op $t = 5,0 \text{ s}$.

- teken lange raaklijn op $t = 5,0 \text{ s}$
- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{50 - 12}{6,1} = 6,2295 = 6,2 \text{ m/s}^2$ (2 s.c.)

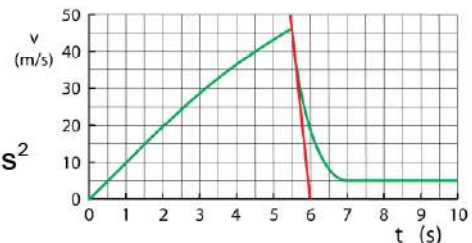


d Bepaal het tijdstip waarop de parachute wordt geopend.

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

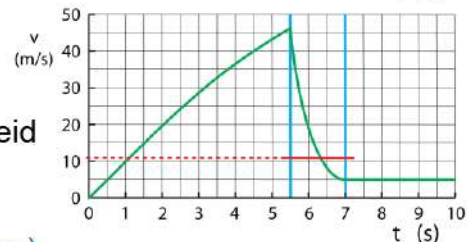
e Bepaal de vertraging vlak nadat de parachute geopend is.

- teken lange raaklijn op $t = 5,5 \text{ s}$
- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{0,0 - 50}{6,0 - 5,45} = 90,909 = 91 \text{ m/s}^2$



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

- op $t = 5,5 \text{ s}$ heeft de parachute zijn hoogste snelheid
- op $t = 7,0 \text{ s}$ is de snelheid $5,0 \text{ m/s}$
- v_{gem} bepalen $\rightarrow$ aflezen: $v_{\text{gem}} = 11 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 11 \cdot 1,5 = 16,5 = 17 \text{ m}$ (2 s.c.)

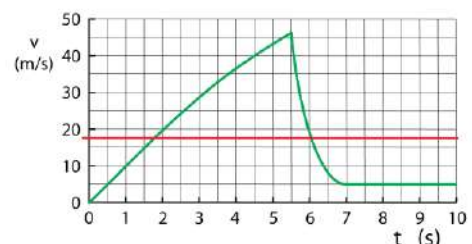


OOK GOED

- hokjes tellen $\rightarrow 6,6$ hokjes
- één hokje is $5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ m}$
- afstand is $6,6 \cdot 2,5 = 16,5 = 17 \text{ m}$

g Bepaal vanaf welke hoogte de parachutist is gesprongen.

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



Examenvragen havo

Beweging op een hellend vlak

- 4p **1** 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
 - $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow v = 0,46 \text{ m/s}$ (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 **2** Leg uit dat hun conclusie juist is.
- de (v,t)-grafiek is een rechte lijn 1
 - dus het karretje is eenparig versneld 1
- 3p **3** 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
 - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{0,77}{2,5} = 0,31 \text{ m/s}^2$ 1

Springen vanuit stand

- 2p **1** 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 **2** 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 **3** Bepaal met behulp van figuur 2 zo nauwkeurig mogelijk de snelheid op dat tijdstip.
- teken een lange raaklijn op $t = 0,90 \text{ s}$ 1
 - $\Delta x = 1,80 - 0,60 = 1,20 \text{ m}$ en $\Delta t = 1,09 - 0,66 = 0,43 \text{ s}$ 1
 - $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow v = \frac{1,20}{0,43} = 2,8 \text{ m/s}$ (marge 0,4 m/s) 1

Transrapid

- 2p **1** 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 **2** 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 **3** 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 **4** 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 **5** Bepaal de gemiddelde snelheid van de trein tijdens de testrit.
- $s = 40,0$ 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 **1** 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 **2** Voer deze berekening uit en controleer of de uitkomst ervan overeenstemt met de waarde van g_{maan} die in Binas staat.
- $s = 1,5$ m | $t = 1,36$ s | $v_{\text{gem}} = \dots$ m/s
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 1,5 = v_{\text{gem}} \cdot 1,36 \rightarrow v_{\text{gem}} = 1,1029$ m/s
 - $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow 1,1029 = \frac{0 + v_{\text{eind}}}{2} \rightarrow v = 2,2059$ 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 3 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 4 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 5 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 1 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 $\frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot 70 + 4,0 \cdot 20 = 70 + 80 = 150 \text{ m}$ 1

- 13 – 19 s $6,0 \cdot 20 = 120 \text{ m}$

- 19 – 24 : $\frac{1}{2} \cdot 5,0 \cdot 70 + 5,0 \cdot 20 = 175 + 100 = 275 \text{ m}$

- totaal $150 + 120 + 275 = 545 \text{ m}$ 1

3p 2 Bereken hoeveel seconde Alonso nu voorligt.

- in 22 s heeft Alonso $90 \cdot 22 = 1980 \text{ m}$ 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

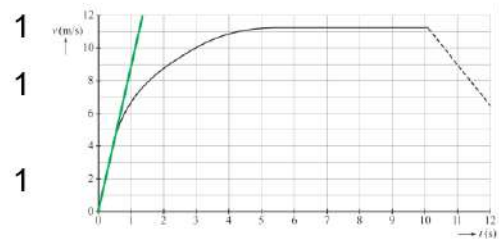
100 m sprint

- 2p 1 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 2 Bepaal met behulp van figuur 1 de versnelling van de sprinter tussen $t = 0$ s en $t = 0,5$ s.

- teken een lange lijn
- gebruik: $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$

- $a = \frac{12 - 0}{1,3 - 0} = 9,2$ m/s (marge 1 m/s)



- 3p 3 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 1 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 **2** 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 **3** 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: $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,2}{0,9} = 1,333$ m/s 1
- inzicht: $t = \frac{100}{v_{\text{gem}}}$ 1
- $t = \frac{100}{1,333} = 75$ s 1

1p **4** Hoe blijkt dat uit de figuur?

- in periode III is de grafiek steiler dan in periode II 1

Stuiteren

3p **1** Voldoet haar voetbal aan de officiële eisen? Licht je antwoord toe met een berekening.

- aflezen eerste stuit: $h = 2,00$ m en $h_s = 1,24$ 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 **2** Hoe kun je aan de (v,t)-grafiek zien dat de bal zich op $t = 1,15$ s in een hoogste punt bevindt?

- vóór het bereiken van het hoogste punt is de snelheid positief en erna negatief 2

2p **3** Hoe blijkt dat uit de grafiek van figuur 2? Licht je antwoord toe.

- uit figuur 2 volgt $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{-5 - (-5)}{1} = -10$ m/s² 1
- dit is vrijwel gelijk aan de valversnelling van 9,91 m/s² 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

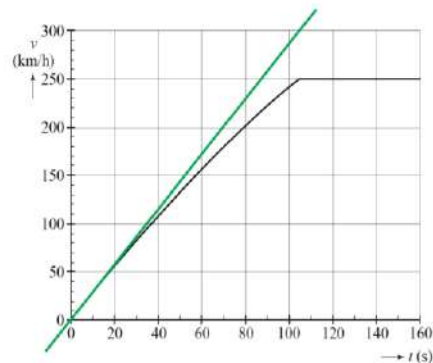
Superbus

- 4p 1 Bepaal de optrekafstand van de Superbus.
- optrekafstand is oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=105$ s 1
 - teken horizontale lijn en schat: $v_{\text{gem}} = 135$ km/h (marge 5 km/h) 1
 - gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ met v_{gem} in m/s 1
 - $s = \frac{135}{3,6} \cdot 105 = 3937,5 = 3,9 \cdot 10^3$ m (marge $0,2 \cdot 10^3$ 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 1
- 3p 2 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 3 Bepaal de versnelling van de Superbus tussen $t = 0$ en $t = 10$ s.
- teken lange raaklijn op $t = 0$ 1
 - $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 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



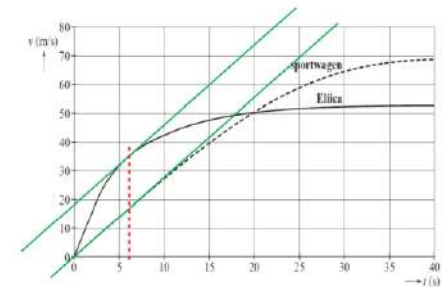
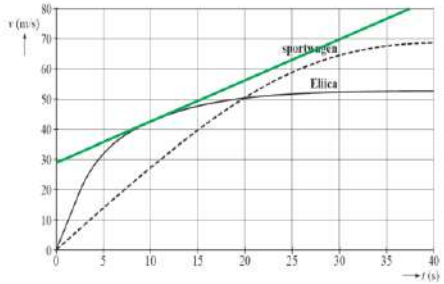
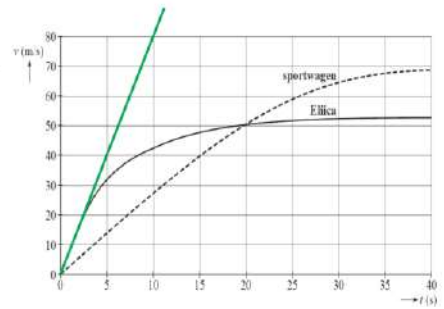
- 3p 4 Bepaal de afstand die de Superbus tussen $t = 0$ en $t = 10$ s aflegt.
- $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow \Delta v = 0,79 \cdot 10 = 7,9$ m/s 1
 - $v_{\text{gem}} = \frac{0 + 7,9}{2} = 3,95$ m/s 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 3,95 \cdot 10 = 39,5 = 40$ m 1

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 **1** Leg met behulp van de figuur 2 uit dat die bewering klopt.
- teken lange raaklijn op $t = 0$ s 1
 - $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{80 - 0}{10 - 0} = 8,0 \text{ m/s}^2$ 1
 - $0,8 \cdot 9,81 = 7,85 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ klopt 1
- 3p **2** Bepaal de versnelling van de Eliica op $t = 10$ s.
- lange raaklijn tekenen bij $t = 10$ s 1
 - $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
 - $a = \frac{80 - 29}{37,5 - 0} = 1,36 \text{ m/s}^2$ (marge $0,1 \text{ m/s}^2$) 1
- 3p **3** 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 **4** 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 $v_{\text{gem}} = 37 \text{ m/s}$ 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 37 \cdot 20 = 740 = 7,4 \cdot 10^2 \text{ m}$ (marge $0,5 \cdot 10^2 \text{ m}$) 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 $5 \cdot 10 = 50 \text{ m}$ 1
 - $s = 15 \cdot 50 = 750 = 7,5 \cdot 10^2 \text{ m}$ (marge $0,5 \cdot 10^2 \text{ m}$) 1
- 2p **5** Bepaal de gemiddelde snelheid van de Eliica in de eerste 20 s.
- $s = 740 \text{ m} \mid t = 20 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$ 1
 - gebruik $s = v_{\text{gem}} \cdot t$ 1
 - $740 = v_{\text{gem}} \cdot 20 \rightarrow v_{\text{gem}} = 37 \text{ m/s}$ 1
- 3p **6** Bepaal de gemiddelde versnelling van de sportwagen tussen $t = 0$ en $t = 20$ s.
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ met $\Delta t = 20 \text{ s}$ 1



- $a = \frac{50 - 0}{20 - 0} = 2,5 \text{ m/s}^2$ (marge 0,2 m/s²) 2

2p 7 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 8 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 1 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 m en $h_{\text{max}} = 1,49 \text{ m}$ 1

- $\Delta h = 1,49 - 1,06 = 0,43 \text{ m}$ 1

2p 2 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 3 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 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 4 Bepaal de versnelling van Young tijdens het afzetten.

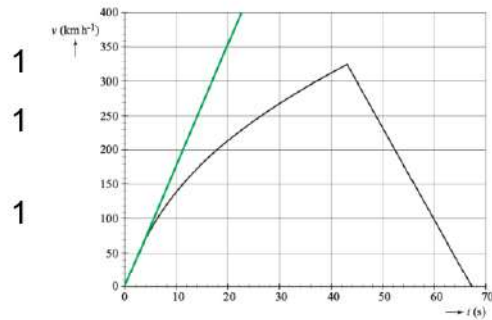
- versnelling is de helling van de (v, t)-grafiek tussen 0,70 en 1,16 s 1

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

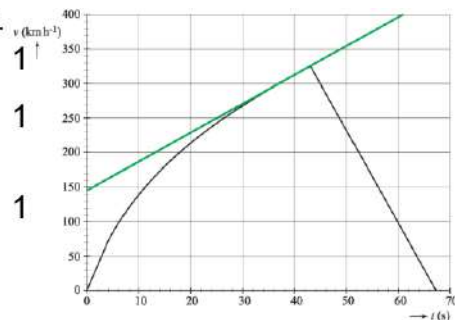


- 3p 2 Leg met behulp van het (v,t)-diagram uit dat deze baan lang genoeg is voor deze test.
- afstand is oppervlak onder de (v, t)-grafiek 1
 - schat v_{gem} met horizontale lijn: $v_{\text{gem}} = 180 \text{ km/h} = \frac{180}{3,6} = 50 \text{ m/s}$ 1
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 50 \cdot 67 = 3,35 \cdot 10^3 \text{ m} \rightarrow$ 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 3 Bepaal de versnelling van het vliegtuig op $t = 40 \text{ s}$.
- teken lange raaklijn
 - $\Delta v = \frac{400 - 145}{3,6} = 70,8 \text{ m/s}$ | $\Delta t = 61 - 0 = 61 \text{ s}$
 - $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \frac{70,8}{61} = 1,16 = 1,2 \text{ m/s}^2$
(marge $0,1 \text{ m/s}^2$)



- 3p 4 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 $0,1 \text{ m/s}^2$) 1

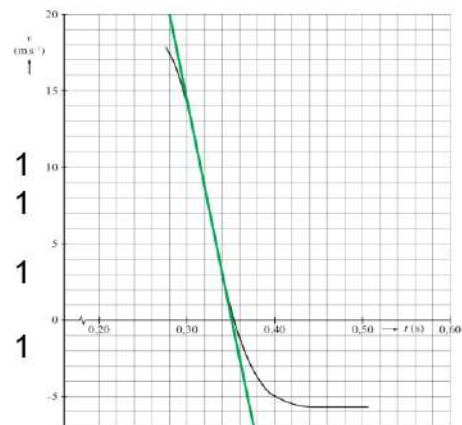
Botsproef

- 3p 1 Bepaal met behulp van de figuur 1 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

- $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow v = \frac{1,4}{0,070} = 20 \text{ m/s}$ 1

- 3p **2** 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 **3** Bepaal met behulp van figuur 3 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
 - $\Delta v = 27 \text{ m/s} \quad | \quad \Delta t = 0,375 - 0,28 = 0,095 \text{ s}$ 1
 - $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{27}{0,095} = 284 \text{ m/s}^2 = 29 \text{ g}$ 1
 - de vertraging is minder dan de wettelijke richtlijn 1



- 3p **4** 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

Examenvragen vwo

Parachute

- 2p **1** 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 **2** 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 **3** Bepaal hoeveel langer.
- $s = 5000 - 700 = 4300 \text{ m} \quad | \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad | \quad t = \dots \text{ s}$
 - gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ 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 $60 - 29,6 = 30,3$ s langer 1
- 2p **4** 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 **5** 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

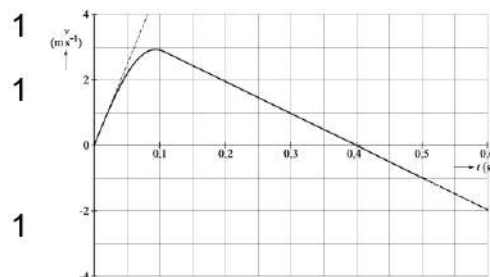
- 2p **1** Leg met behulp van figuur 2 uit of de in de folder genoemde snelheid bereikt wordt.
- aflezen uit figuur 2: de maximale snelheid is 20,8 m/s 1
 - van m/s naar km/h $\rightarrow$ vermenigvuldig met 3,6
 - $20,8 \cdot 3,6 = 74,88$ 1
 - dit is minder dan 85 km/h
 - de genoemde snelheid wordt niet bereikt
- 2p **2** 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 $t = 3,62 \text{ s}$ 1

- 4p **3** 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 **4** 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 **5** 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 **6** 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 **1** Bepaal de maximale versnelling van de volleyballer bij een sprong omhoog.

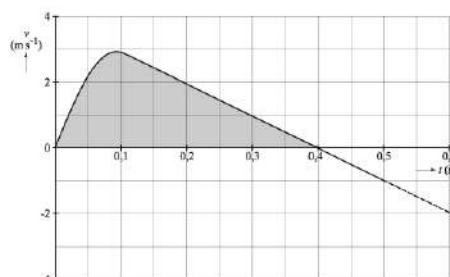
- inzicht $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
- teken een lange raaklijn op $t=0$
- $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \rightarrow a = \frac{4,0}{0,080} = 50 \text{ m/s}^2$
(marge 5 m/s^2)



- 2p **2** Hoe lang duurt het afzetten?
- op $t=0,09$ s is de snelheid maximaal $\rightarrow$ na $0,09$ s neemt de snelheid af 1
 - het afzetten duurt $0,09$ s 1

- 3p **3** Bepaal met behulp het hoogteverschil van het zwaartepunt van de volleyballer tussen het begin van de afzet en het hoogste punt.

- bepaal de oppervlakte tussen $t=0$ en $t = 0,4$ s 1
- v_{gem} schatten of hokjes tellen 1
- $s = 0,64$ m (marge $0,03$) 1



- 3p **4** 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 $0,2 \text{ m/s}^2$) 1
- 3p **5** Is de luchtweerstand terecht verwaarloosd?
- de valversnelling is de gemeten valversnelling is $9,75 \text{ m/s}^2$ 1
 - dit is bijna gelijk aan $9,81 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ de luchtweerstand is terecht verwaarloosd 1