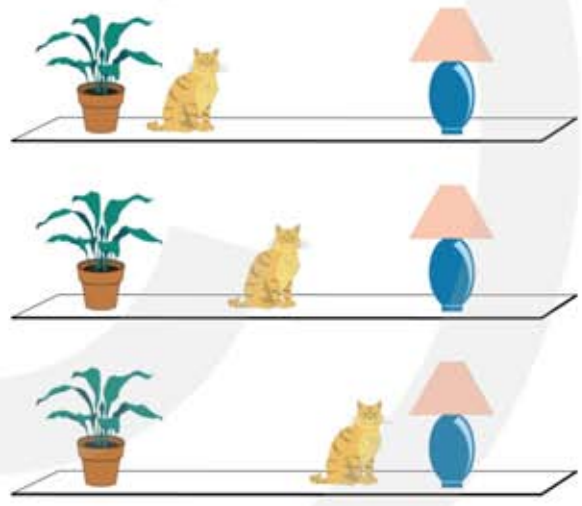
2 Bewegen

havo

2.1 Het waarnemen van beweging

1* **a** Wat is bewegen?
b Wat heb je nodig om te bepalen of iets beweegt?
c Wat is het nulpunt bij het meten van de plaats?
d Wat is het nulpunt bij het meten van de tijd?

2** Van een kat op de vensterbank heb je drie keer achter elkaar een foto gemaakt. Eerst maakte je de bovenste foto, vijf minuten later de middelste foto, weer vijf minuten later de onderste foto.



a Mag je concluderen dat de kat bewogen heeft?

b Mag je concluderen dat de kat tijdens het nemen van de foto beweegt?

c Mag je concluderen dat de kat een constante snelheid heeft?

d In welke richting heeft de kat bewogen?

3* **a** Wat is een (plaats, tijd)-tabel?
b Hoeveel kolommen heeft een (plaats, tijd)-tabel?
c Welke kolom komt eerst?
d Waarom moet je aangeven welke eenheid je gebruikt voor de plaats en de tijd?
e Waar schrijf je de eenheid in een (plaats, tijd)-tabel?

4* **a** Is de plaats op tijdstip t = 0 seconde altijd 0 meter?
b Kan een voorwerp op twee verschillende tijdstippen dezelfde plaats hebben?
c Kan een voorwerp op twee verschillende plaatsen dezelfde tijd hebben?

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

5** In de tabel staan de plaats en de tijd van een trein.

Tijd (min)	Plaats (km)
0,0	0,0
1,0	0,6
2,0	2,4
3,0	5,4
4,0	9,0
5,0	12,6
6,0	16,2
7,0	19,8
8,0	22,5
9,0	23,4
10,0	23,4

a Maak een (plaats, tijd)-diagram met deze gegevens.

b Geef aan wanneer de trein met constante snelheid rijdt.

c Geef aan wanneer de trein versnelt.

d Geef aan wanneer de trein vertraagt.

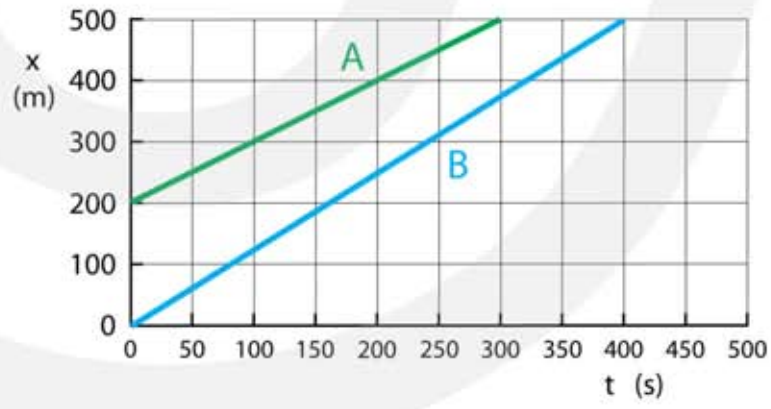
e Geef aan wanneer de trein stilstaat.

6* **a** Wat is het symbool voor de plaats?
b Welke eenheden mag je gebruiken voor de plaats?
c Wat betekent de k in km?
d Wat is het symbool voor tijd?
e Welke eenheden mag je gebruiken voor de tijd?
f Wat is het symbool voor "uur"?
g Wat is het symbool voor snelheid?
h Wat is het symbool voor <u>gemiddelde</u> snelheid?
i Wat betekent Δx en wat betekent Δt?

7** In de figuur zie je het (x, t) diagram van twee joggers Anna (A) en Bea (B).

a Waaraan kun je zien dat Bea harder loopt dan Anna?

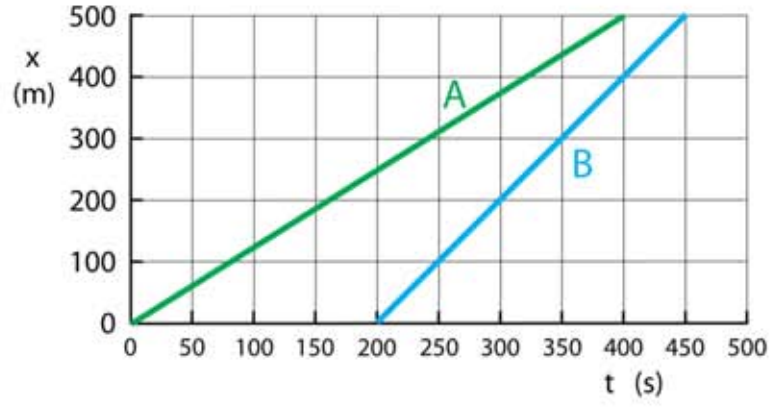
b Bepaal de snelheden van Anton en Bea.



8** In de figuur zie je de (x, t) diagram van twee joggers Anton (A) en Bert (B).

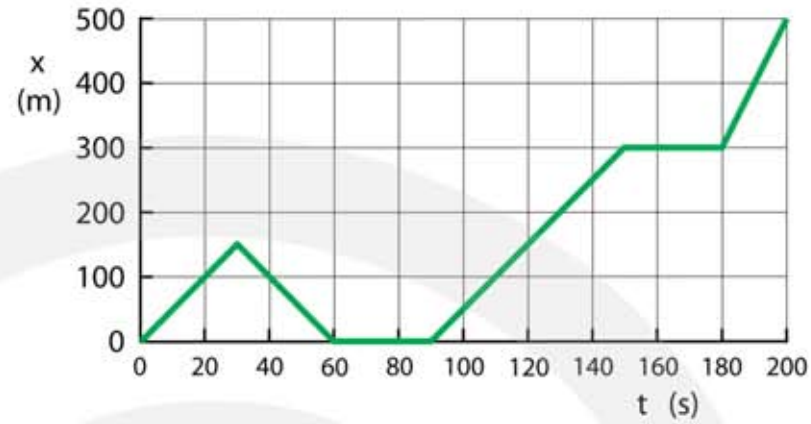
a Waaraan kun je zien dat Bert harder loopt dan Anton.

b Bepaal de snelheden van Anton en Bert.



Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

9** Het (x, t)-diagram van een fietser is weergegeven in de figuur.



a Leg uit op welk moment de fietser omkeert.

b Leg uit wanneer de fietser stilstaat.

c Bepaal zijn gemiddelde snelheid in de eerste 30 seconden.

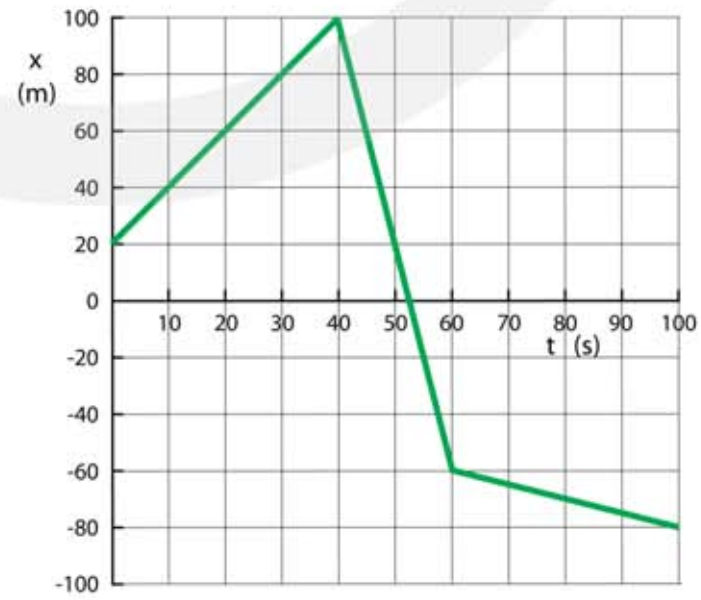
d Bepaal zijn gemiddelde snelheid tussen t = 90 s en t = 150 s.

e Leg uit wanneer de fietser de grootste snelheid heeft.

f Wat is de grootste snelheid van de fietser?

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

10*** In de figuur zie je een (x, t) diagram van een wandelaar.



Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

a Op welk tijdstip keert de wandelaar om?

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

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

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

e Wat is zijn gemiddelde snelheid tussen t = 40 en t = 60 s?

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

2.2 Constante snelheid

1*
a Hoeveel seconden zitten er in één minuut?
b Hoeveel minuten zitten er in één uur?
c Hoeveel seconden zitten er in één uur?
d Hoeveel seconden zitten er in één kwartier?
e Hoeveel seconden zitten er in 1 uur en 20 minuten?

2** De trein van Leiden naar Amsterdam doet er 30 minuten over om 45 km af te leggen.

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

De gemiddelde snelheid tussen Leiden en Schiphol is 100 km/h. Schiphol ligt 30 km van Leiden.

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

c Hoeveel minuten is dit?

3** Een trein rijdt met constante snelheid van 20 m/s tussen Leiden en Utrecht. De afstand tussen Leiden en Utrecht is 60 km.

a Hoelang duurt de treinreis van Leiden naar Utrecht.

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

4*** Opa gaat een eindje wandelen. Zijn gemiddelde snelheid is 1,2 m/s.

a Hoeveel meter heeft opa na 20 minuten afgelegd?

Na 20 minuten keer opa om en wandelt hij terug naar huis. Omdat hij een beetje moe is is zijn gemiddelde snelheid nu 0,8 m/s.

b Hoelang doet opa erover voordat hij weer thuis is?

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

5* Oma gaat op haar scootmobiel op bezoek bij haar zus, die 8,0 km verderop woont. Ze rijdt met een snelheid van 15 km/h.

a Hoeveel minuten moet oma rijden?

b Hoeveel seconden moet oma rijden?

Oma vertrekt om 11:00 uur.

c Hoe laat komt oma aan bij haar zus?

Oma moet om 17:00 uur thuis zijn. Ze vertrekt om 16:36 uur (16h + 36 min).

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

6* Jan gaat iedere dag op de fiets naar school. Zijn gemiddelde snelheid is 14 km/h. De afstand naar school is 7,5 km. Om 8:30 uur (8 uur + 30 min) begint de les. Jan heeft 5 minuten nodig om zijn boeken uit zijn locker te halen.

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

Op een dag heeft Jan zich verslapen en vertrekt hij pas om 8:10 uur. Hij gaat nu niet eerst naar zijn locker maar gaat onmiddellijk naar de klas.

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

Helaas heeft Jan het niet gered en moet hij zich de volgende dag om 8:00 uur melden. Die dag is er regen voorspeld en daarom besluit Jan om 7:15 uur te vertrekken. Hij rijdt 30 minuten met een snelheid van 12 km/h.

c Bereken welke afstand Jan dan heeft afgelegd.

Na 30 minuten ziet Jan dat hij tijd genoeg heeft en gaat daarom langzamer fietsen.

d Bereken welke gemiddelde snelheid hij minimaal moet hebben om om 8:00 uur op school te zijn.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

7* Martha en haar ouders gaan met de TGV naar Parijs. De afstand naar Parijs is 450 km. Het eerste deel tot Brussel is 200 km lang. De trein rijdt op dit deel gemiddeld 100 km/h.

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

Over het tweede deel tussen Brussel en Parijs doet de trein 1 uur en 30 minuten.

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

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

8* Dafne Schippers is wereldkampioen op de 200 meter met een tijd van 21,63 seconden.

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

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

Dafne is niet zo snel bij de start. In de eerste 12 seconden heeft ze een gemiddelde snelheid van 8,5 m/s.

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

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

9** Tijdens een onweer zit er 6,0 seconde tussen het zien van de bliksem en het horen van de donder. De snelheid van geluid in lucht is 343 m/s en de snelheid van licht is $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

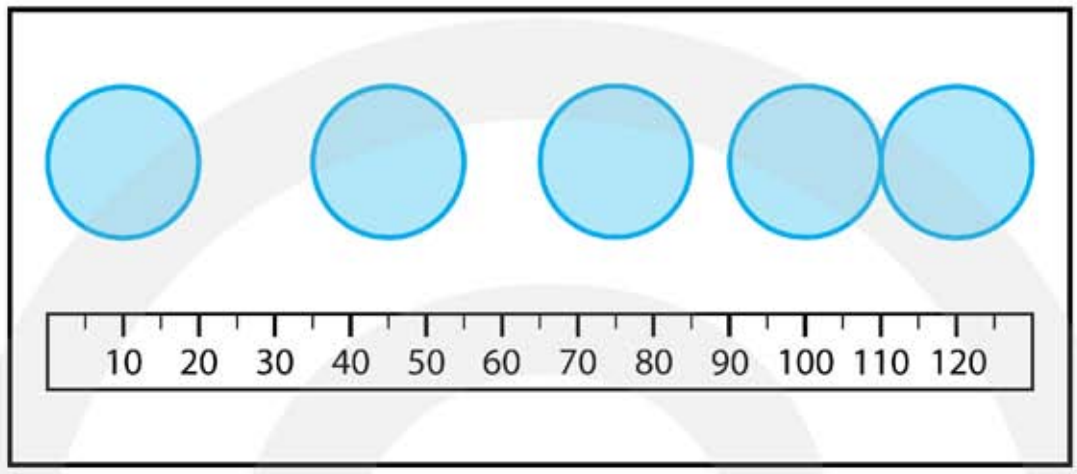
a Leg uit waarom er een tijdverschil is tussen de lichtflits en de donder.

b Bereken hoever het onweer van je vandaan is. Ga ervan uit dat de snelheid van het licht oneindig groot is.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Vastleggen van een beweging

10** De figuur is een stroboscopische foto van een bal. De schaalverdeling onder de bal is in centimeter.



a Leg uit hoe je een stroboscopische foto maakt.

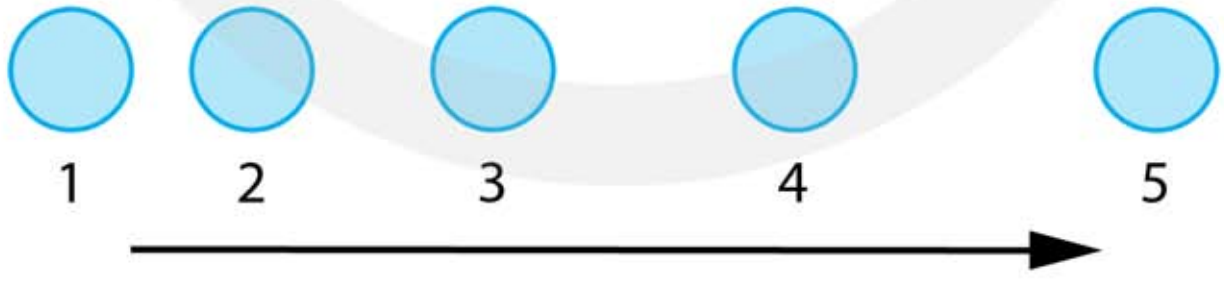
b Bepaal de afstand die de bal aflegt tussen de 1e en de 2e flits.

c Bepaal de afstand die de bal aflegt tussen de 4e en de 5e flits.

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

e Leg uit of de bal versnelt of vertraagt.

11*** De figuur is een stroboscopische foto van een bal.



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

De schaal van de figuur is 1 : 25 wat wil zeggen dat 1 cm in werkelijkheid 25 cm is.
Er zijn 5,0 flitsen per seconde gegeven.

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.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

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

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

12**** Om de beweging van een sprintende cheeta (jachtluipaard) vast te leggen is een film gemaakt met 30 beeldjes per seconde. De cheeta rent met een constante snelheid. Van neus tot staart is de cheeta 2,5 meter lang.

a Controleer met je geodriehoek dat de lengte van de cheeta op de film van het puntje van zijn neus tot het puntje van zijn staart 22 mm is.

In werkelijkheid is de cheeta van neus tot staart 2,75 m lang.

b Bereken met welke factor de cheeta op de film is verkleind.

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.

d Leg uit of de cheeta een constante snelheid heeft.

e Bereken de snelheid van de cheeta.

f Hoeveel km/h is dit?

13*** Dolfijnen leven in de oceaan en maken gebruik van geluidsecho's om afstanden te bepalen. Dolfijn Flipper wil graag weten op welke afstand zijn vriendje Flapper is. Hij hoort de echo van het signaal dat hij uitzendt na 0,60 s. In zeewater legt het geluid per seconde 1510 meter af.

a Bereken de afstand tussen Flipper en Flapper.

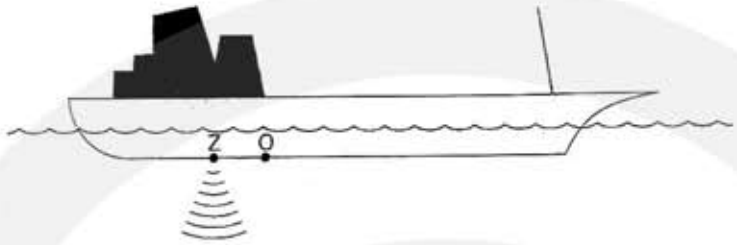
Na een poosje hoort Flipper de echo al na 0,50 s.

b Welke conclusie mag Flipper nu trekken?

c Na hoeveel seconde hoort Flipper de echo als Flapper op 300 m afstand is?

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

14* Om de diepte van de zee op een bepaalde plaats te bepalen zendt een schip met een zender Z een geluidsignaal naar beneden. Na 3,00 s vangt de ontvanger O de echo op. Z en O zitten zo dicht bij elkaar dat de afstand tussen Z en O ten opzichte van de diepte van de zee verwaarloosd mag worden (zie de figuur). In zeewater legt het geluid per seconde 1510 meter af.



a Bereken de diepte van de zee ter plaatse.

Nadat het schip een paar kilometer heeft gevaren komt hij op een plaats waar de zee 4,3 km diep is.

b Bereken de tijd tussen het uitzenden en het ontvangen van de puls.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

2.3 Berekenen van afstand, tijd en snelheid

1* Bij het hardlopen loop je 150 meter in 25 seconden.

a Wat is je gemiddelde snelheid in meter per seconde?

b Hoeveel kilometer per uur is dit?

2** Op vakantie naar Frankrijk moet je 12 uur en 45 minuten in de auto zitten. De gemiddelde snelheid van de auto is 90 km/h.

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

3** Je woont 4,8 km van school en komt op de fiets. De school begint om 8:30 uur (8 uur + 30 min). Je gemiddelde snelheid is 10 km/h.

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

4** Je woont 6,5 km van school en komt iedere dag op de fiets. De school begint om 8:30 uur. Je hebt je verslapen en vertrekt pas om 8:10 uur.

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

5** Jaap fiets met een gemiddelde snelheid van 22 km/h naar school. Hij doet er 40 minuten over.

a Bereken de afstand die Jaap aflegt.

6* Je gaat met het vliegtuig naar New York. De afstand tussen Schiphol Amsterdam en New York is 5847 km. De vliegtijd is 7:24 uur (7 uur en 24 min).

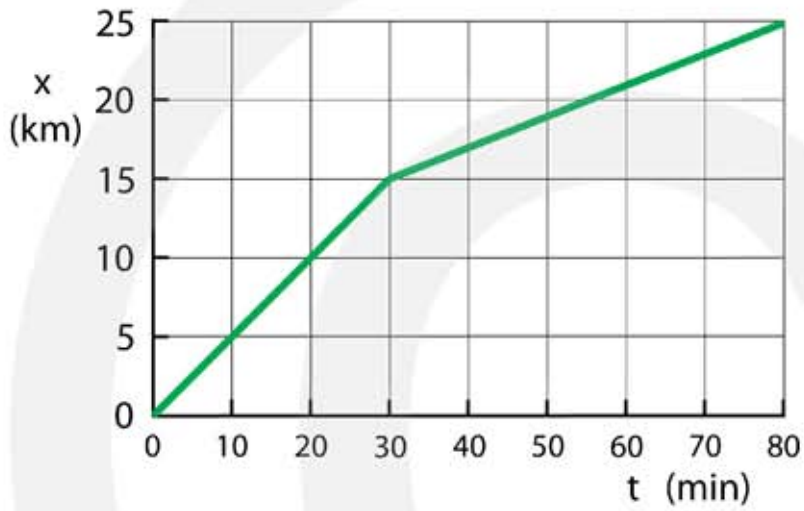
a Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Ga ervan uit dat de gemiddelde snelheid van het vliegtuig hetzelfde blijft. De afstand van Amsterdam naar Singapore is 10513 km.

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

7* De figuur is het (plaats, tijd)-diagram van een hardloper. De beweging bestaat uit twee delen. Deel 1 tussen 0 en 30 minuten. Deel 2 tussen 30 en 80 minuten.



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

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

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

d Bereken hoeveel meter per seconde deze snelheid is.

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

Een tweede hardloper vertrekt op hetzelfde moment en komt op hetzelfde moment aan als de eerste hardloper. De tweede hardloper loopt de hele tijd met een constante snelheid.

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

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

8* Afrika schuift naar Europa met en snelheid van 2,0 cm per jaar. De Straat van Gibraltar is 14 km breed. Een jaar heeft 365,25 dagen.

a Hoeveel seconden zitten er in een jaar?

b Wat is de gemiddelde snelheid van Afrika in m/s?

c Over hoeveel jaar wordt de straat van Gibraltar gesloten?

9* De ster die het dichtste bij de zon staat is de Proxima Centauri. De afstand van deze ster tot de zon is $4{,}05 \cdot 10^{16}$ m. Licht heeft een snelheid van $2{,}9979 \cdot 10^{8}$ m/s.

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

b Bereken hoeveel jaar het licht er over doet om van de zon naar de Proxima Centauri te reizen. Een jaar heeft 365,25 dagen.

Een lichtjaar is de afstand die het licht in een jaar aflegt.

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

Twee bewegende voorwerpen

10* Romeo en Julia zien elkaar aan het einde van de gang staan. Ze rennen naar elkaar toe. De gang is 77 meter lang. Romeo rent met 18 km/h. Julia heeft hakken en kan maar 7,2 km/h rennen.

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

b Bereken hoeveel meter Romeo heeft afgelegd.

c Bereken hoeveel meter Julia heeft afgelegd.

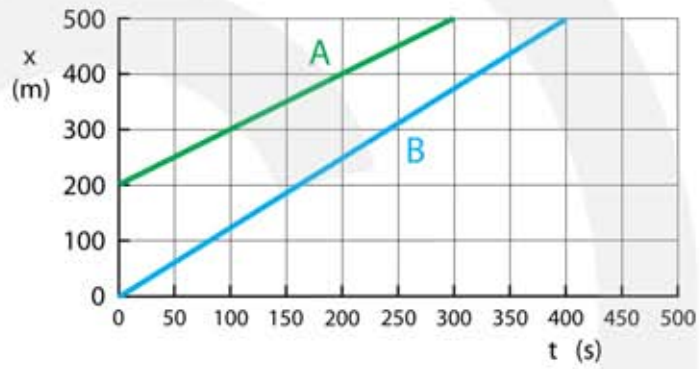
Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

11* Een scooter en een fiets rijden op een weg in dezelfde richting. Op t=0 bevindt de fiets zich 50 m voor de scooter. De plaats van de scooter is dan 0,0 m. De scooter rijdt met een constante snelheid van 10 m/s en de fiets rijdt met 5,0 m/s.

a Bereken op welk tijdstip de scooter de fiets inhaalt.

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

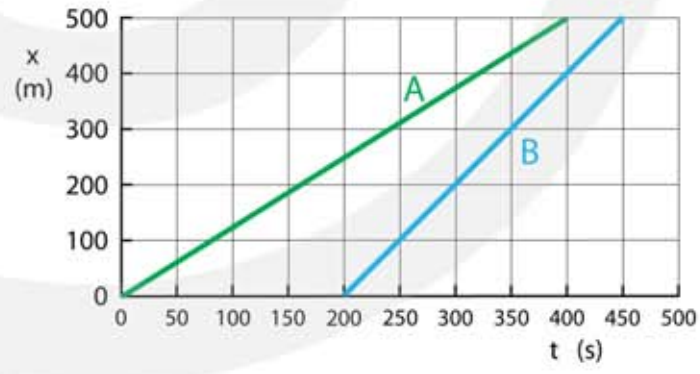
12* In de figuur zie je het (x, t) diagram van twee joggers Anton (A) en Bert (B).



a Beredeneer op welk tijdstip Anton door Bert wordt ingehaald.

b Bereken het tijdstip waarop Anton door Bert wordt ingehaald.

13* In de figuur zie je de (x, t) diagram van twee joggers Anton (A) en Bert (B).



a Beredeneer op welk tijdstip Anton door Bert wordt ingehaald.

b Bereken het tijdstip waarop Anton door Bert wordt ingehaald.

14* Auto A wilt vrachtauto V inhalen. Tractor T komt tegemoet. Op t=0 bevindt de achterkant van de vrachtauto zich 20 m voor de auto. De tegemoetkomende tractor is dan 180 m verwijderd van de auto. Tijdens het inhalen heeft de auto een gemiddelde snelheid van 30 m/s, de vrachtauto een constante snelheid van 20 m/s en de tractor een constante snelheid van 5,0 m/s. De vrachtauto heeft een lengte van 20 m.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Als de auto 10 m voorbij de vrachtauto is kan hij terug naar de rechter rijstrook.

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

Samengestelde beweging met constante snelheden

15** Een scooter rijdt 5,0 km met een gemiddelde snelheid van 40 km/h en vervolgens 3,0 km met een gemiddelde snelheid van 60 km/h.

a Bereken de gemiddelde snelheid van de scooter.

b Bereken hoeveel minuten de scooter over het traject doet.

16*** Tijdens een autorace rijdt coureur A met gemiddeld 216 km/h en coureur B met 208 km/h. De race gaat over 100 ronden. Na 45,0 minuten wordt B door A op een ronde achterstand gezet.

a Bereken hoe lang het circuit is.

Nadat B een ronde achterstand heeft opgelopen gaat hij met een hogere snelheid rijden. De snelheid van A blijft constant.

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

17*** De Thalys rijdt 450 km van Amsterdam naar Parijs. Over de eerste 200 km van Amsterdam naar Brussel doet de Thalys 2 uur en 40 minuten. De trein stopt onderweg drie keer. Van Brussel naar Parijs gaat in 1 uur en 25 minuten. De trein kan op dit deel zonder te stoppen lange tijd met zijn topsnelheid van 300 km/h rijden.

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

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

Tussen Brussel en Parijs rijdt de Thalys 30 minuten met de maximale snelheid.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

18* Op een snelweg wordt trajectcontrole toegepast. Over een afstand van 5,0 km wordt de gemiddelde snelheid van alle auto's gemeten. Een auto rijdt de eerste 2,0 km van het traject met een constante snelheid van 120 km/h en de rest van het traject met een constante snelheid van 80 km/h.

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

Op de snelweg mag de gemiddelde snelheid maximaal 100 km/h zijn. Een auto rijdt de eerste 2,0 km van het traject met een constante snelheid van 120 km/h.

b Hoe groot is de maximaal toegestane gemiddelde snelheid op het tweede deel van het traject?

19* Tussen Utrecht en Arnhem wordt over een afstand van 15 km trajectcontrole toegepast. De gemiddelde snelheid mag maximaal 100 km/uur zijn. Gedurende 4,0 minuten rijdt een automobilist 120 km/h. Daarna remt hij af en gaat hij met een lagere snelheid verder.

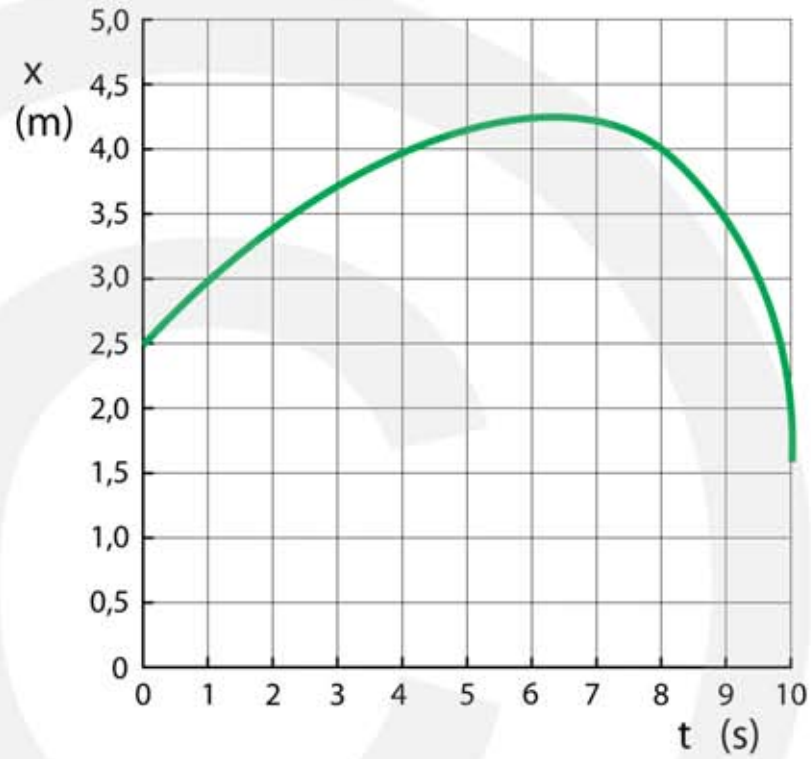
a Hoe groot mag zijn gemiddelde snelheid in het tweede deel maximaal zijn?

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

2.4 Versnellen en vertragen

De snelheid op één tijdstip

1** De figuur is het (x, t)-diagram van een bewegend voorwerp



a Bepaal de snelheid op t = 0 s.

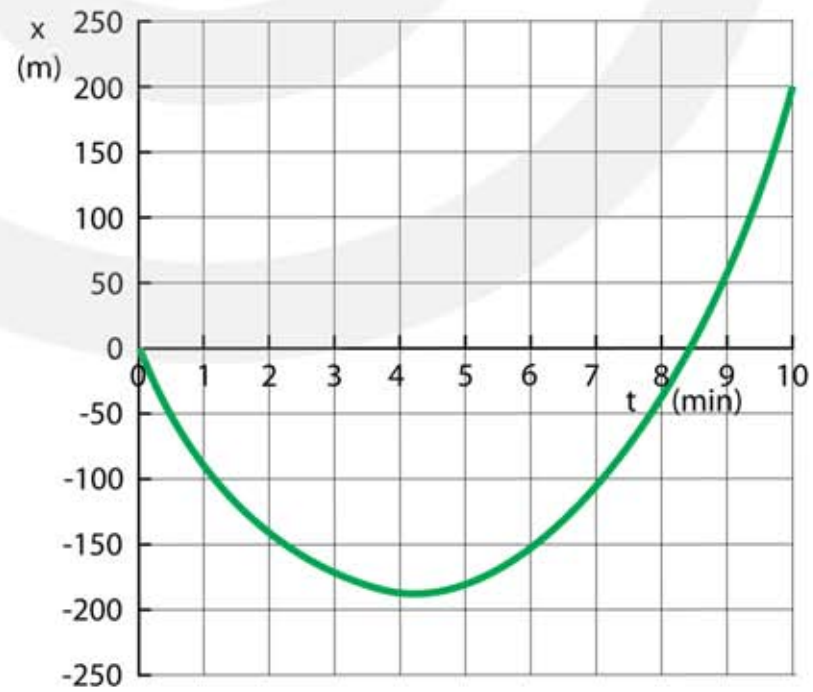
b Bepaal de snelheid op t = 4 s.

c Op welk tijdstip is de snelheid nul?

d Bepaal de snelheid op t = 9 s.

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

2** De figuur is het (x, t)-diagram van een bewegend voorwerp



a Bepaal de snelheid op t = 0 min.

b Bepaal de snelheid op t = 2 min.

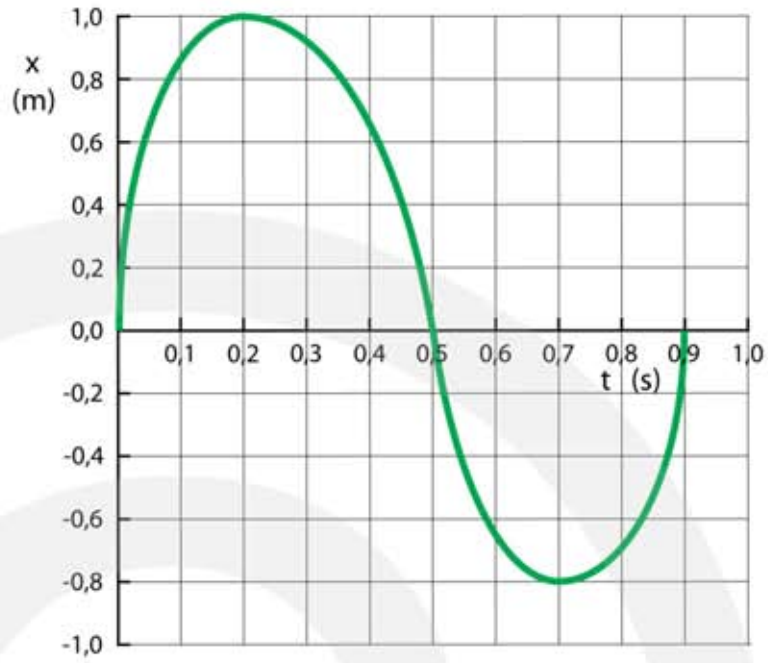
c Op welk tijdstip is de snelheid nul?

d Bepaal de snelheid op t = 8 min.

e Bepaal de snelheid op t = 10 min.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

3* De figuur is het (x, t)-diagram van een bal.



a Leg uit hoe de beweging van de bal verloopt.

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

c Bepaal de snelheid op t = 0,2 s.

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

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

Bereken de versnelling

4* Bij het hardlopen versnel je in 2,0 s van 0 tot 5,0 m/s.

a Bereken je versnelling in m/s^2.

b Bereken je snelheid na 1,5 seconde.

5** Annet fietst met 4,5 m/s naar school. Onderweg springt een stoplicht op rood. Ze remt in 1,5 seconde af tot stilstand.

a Bereken de vertraging van Annet.

b Bereken de snelheid van Annet 0,50 seconden voordat ze tot stilstand komt.
HINT bereken eerst Δv

6** Zoe fiets met 18 km/h naar school. Onderweg springt een stoplicht op rood. Ze remt in 2,5 seconde af tot stilstand.

a Bereken de vertraging van Zoe.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

7* Bert fiets met 18 km/h naar school. Als hij 5,0 m voor een stoplicht rijdt springt het op rood. Tijdens het afremmen is zijn gemiddelde snelheid 9,0 km/h.

a Bereken in hoeveel tijd Bert tot stilstand moet komen.

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

Bert knijpt hard in zijn remmen en remt af met 3,0 m/s^2.

c Bereken hoever hij voor de stopstreep tot stilstand komt.
HINT bereken eerst de afstand tijdens het remmen

8* Een trein heeft 10 minuten nodig om vanuit stilstand zijn topsnelheid van 144 km/h te bereiken.

a Bereken de versnelling van de trein.

Iemand trekt aan de noodrem terwijl de trein op topsnelheid rijdt. Na 1,5 minuut staat de trein stil.

b Bereken de vertraging van de trein.

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

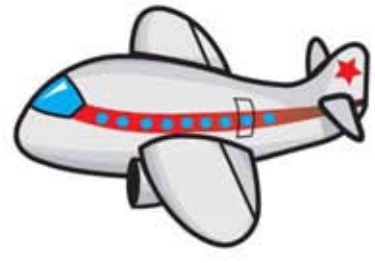
9* Een olietanker vaart met een snelheid van 18 km/h. Het schip heeft 30 minuten nodig om tot stilstand te komen.

a Bereken de vertraging van de olietanker.

b Bereken de gemiddelde snelheid van de olietanker.

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

10* Een vliegtuig kan opstijgen als hij een snelheid van 360 km/h heeft. De versnelling van het vliegtuig is 1,25 m/s^2.



Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

a Bereken hoeveel seconden het vliegtuig over de startbaan rijdt.

b Bereken de gemiddelde snelheid van het vliegtuig.

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

11* ** Een raket heeft een eenparige versnelling van 25 m/s^2.

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

b Bereken de afstand van de raket tijdens het versnellen.

12* ** Een Porsche 911 Carrera trekt in 4,9 seconden met een constante versnelling op van 0 tot 100 km/h.

a Bereken de versnelling van deze Porsche.

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

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

13* ** De topsnelheid van de Porsche 911 Carrera is 285 km/h. De gemiddelde versnelling van stilstand tot de topsnelheid is 2,5 m/s^2.

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

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

14* ** Een straaljager op een vliegdekschip moet in 200 m kunnen opstijgen. Hij heeft daarbij een snelheid van 100 m/s nodig.

a Bereken de versnelling.
HINT bereken eerst de tijd

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Na de missie landt de straaljager op het vliegdekschip en moet daarbij in 225 m tot stilstand komen. Hij komt aan met een snelheid van 150 m/s.

b Bereken de vertraging. HINT bereken eerst de tijd

15* Vrachtauto A rijdt 90 km/h en wil vrachtauto B inhalen die 100 km/h rijdt. De versnelling van vrachtauto A is 0,10 m/s^2. Vrachtauto B rijdt met een constante snelheid.

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

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

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

16* Een vrachtauto rijdt met 72 km/h en doet er 1,0 minuut over om naar 90 km/h eenparig te versnellen.

a Bereken de versnelling van de vrachtauto.

b Bereken de afgelegde weg tijdens het versnellen.

Vervolgens remt de vrachtauto af van 90 km/h tot 54 km/h met een vertraging van 0,50 m s^{-2}.

c Bereken hoe lang de vrachtauto aan het remmen is.

d Bereken de afgelegde weg tijdens het remmen.

17* Een auto heeft een kreukelzone en een kooiconstructie. Bij een botsing mag de kreukelzone verkreukelen maar moet de kooi om de passagiers intact blijven. Tijdens een botsingsproef rijdt een auto met 80 km/h tegen een betonnen muur. De botsing duurt 0,030 s.

a Bereken hoever de kreukelzone wordt ingedrukt.

b Bereken de vertraging.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

18* De kreukelzone van een auto is zo gemaakt dat bij een botsing met 90 km/h de vertraging nooit groter wordt dan 400 m s^{-2}.

a Bereken hoever de kreukelzone minimaal ingedrukt moet kunnen worden.

19* De kreukelzone van een auto is 80 cm. De chauffeur wordt bij een botsing opgevangen door een airbag die 40 cm wordt ingedrukt.

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

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

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

Samengestelde beweging met constante snelheid en versnelling

20* Een motor rijdt met een constante snelheid van 35 m/s en voert een noodstop uit. Op t = 0 ziet de chauffeur het gevaar en op t = 0,80 s begint hij te remmen, waardoor de motor eenparig vertraagt. Het remmen duurt 2,5 s.

a Bereken de reactieafstand.

b Bereken de remafstand.

c Bereken de stopafstand.

21* Een auto en een vrachtauto hebben een snelheid van 30 m/s. De vrachtauto rijdt op 2,0 s tijdsafstand van de auto. De remvertraging van de auto is 5,0 m/s^2 en de remvertraging van de vrachtauto is 4,0 m/s^2. De reactietijd van de vrachtauto-chauffeur is 1,0 s. Op t = 0 begint de auto te remmen.

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

b Bereken de stopafstand van de auto.

c Bereken de stopafstand van de vrachtauto.

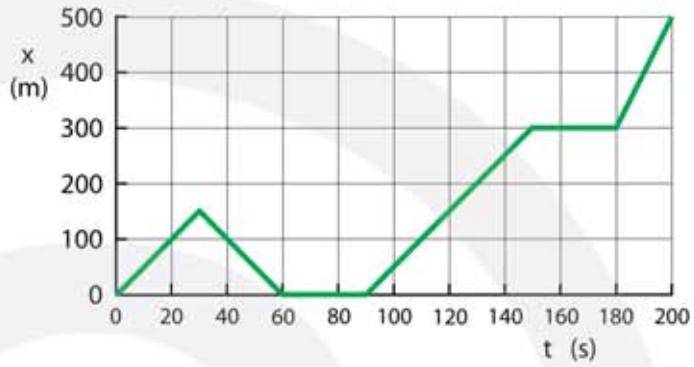
d Bereken de afstand tussen de auto ende vrachtauto als beide na het remmen stilstaan.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

2.5 Het (v, t)-diagram

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

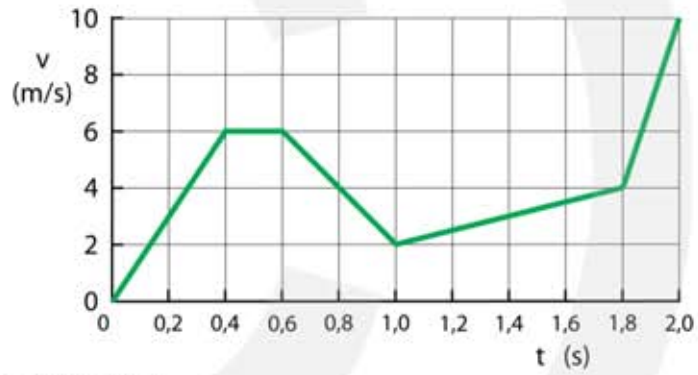
1** Hiernaast zie je het (x, t)-diagram van een fietser.



a Bepaal voor ieder lijnstuk de snelheid.

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

2** Hiernaast zie je een (v, t)-diagram. Tussen 1,8 en 2,0 seconden is de versnelling het grootst.



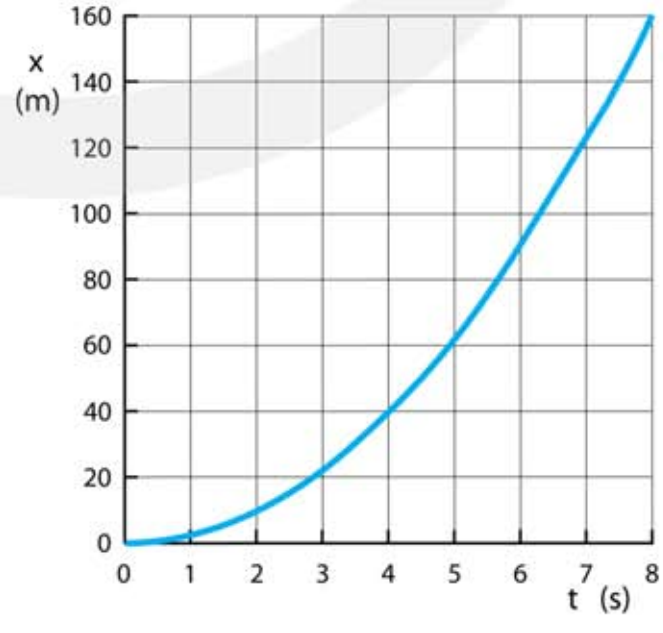
a Leg uit hoe je dit zonder berekening kunt zien.

Tussen 0,6 en 1,0 seconden is er een vertraging.

b Leg uit hoe je dit zonder berekening kunt zien.

c Bepaal voor ieder lijnstuk de versnelling.

3** In de figuur zie je het (x,t)-diagram van een auto.



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

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

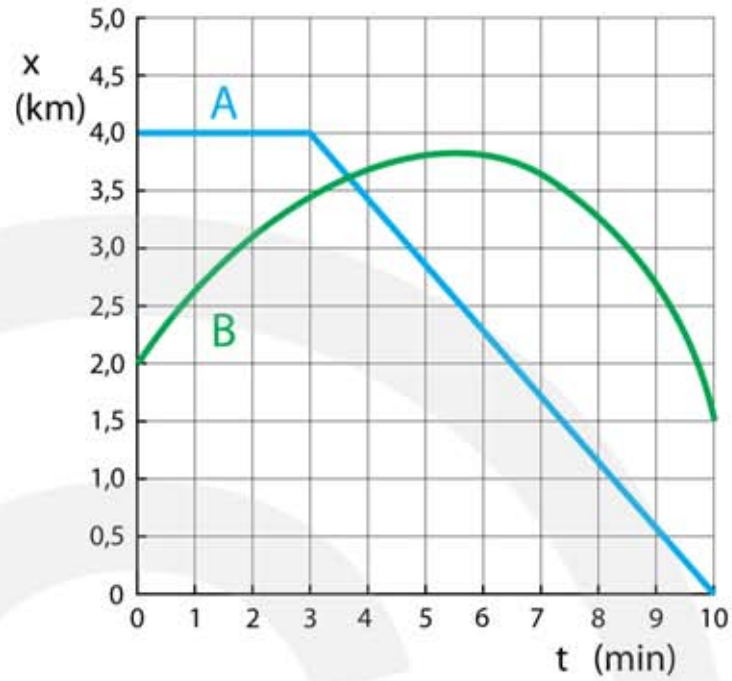
c Bepaal de gemiddelde snelheid tussen t = 4 en t = 8 s.

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

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

4* Twee voorwerpen A en B komen op t = 0 is beweging. In de figuur is het (x, t)-diagram van de voorwerpen A en B weergegeven.



a Bepaal de gemiddelde snelheid van A.

b Bepaal de snelheid van B op t = 2,0 min.

c Op welk tijdstip is de snelheid van B nul?

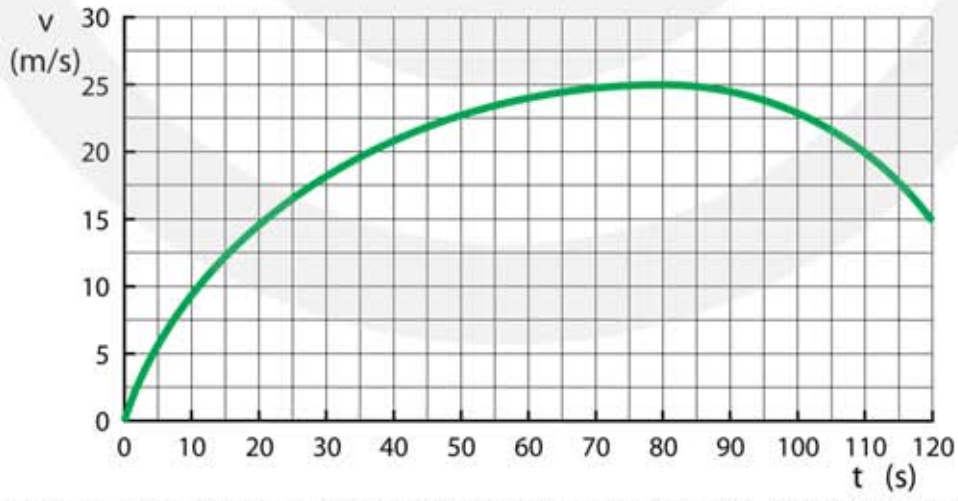
d Op welk tijdstip tussen t = 3 en t = 10 min is de snelheid van B gelijk aan de snelheid van A.

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

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

De versnelling op één tijdstip

5** De figuur is het (v, t)-diagram van een auto.



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

Martha beweert dat op t = 80 s de auto omkeert.

b Leg uit of je het met Martha eens bent.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

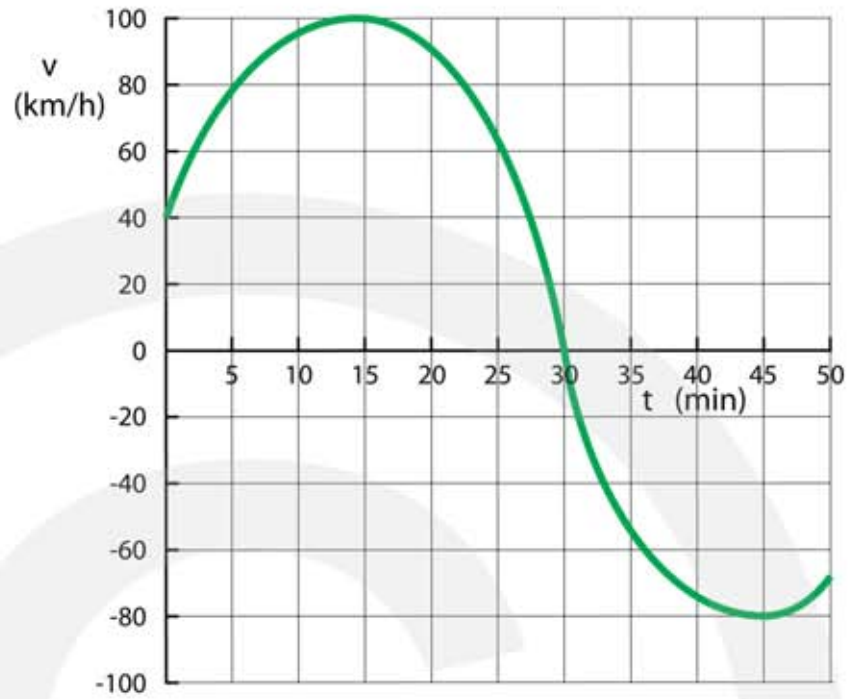
6* De figuur is het (v, t)-diagram van een auto.

Na 15 minuten heeft de auto een snelheid van 100 km/h en na 45 minuten een snelheid van −80 km/h.

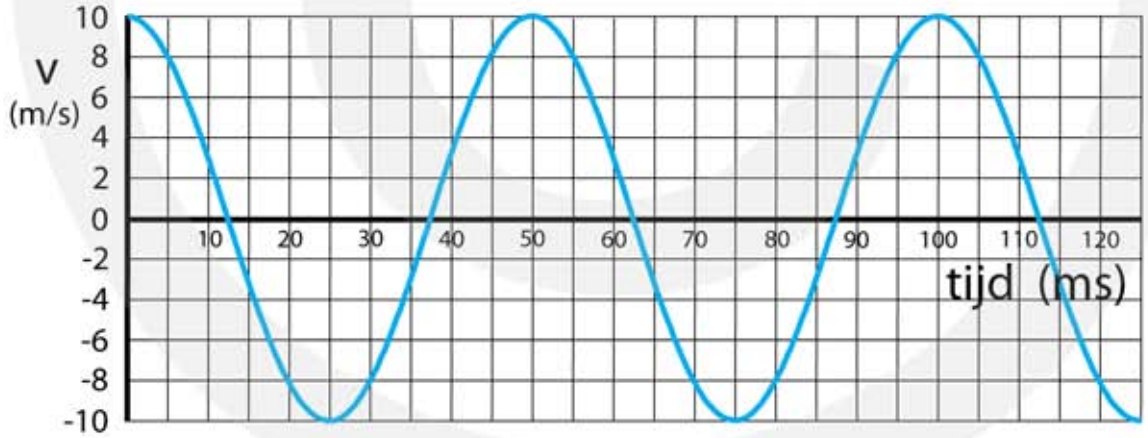
a Leg de betekenis van het minteken uit.

b Leg uit hoe de auto beweegt.

c Bepaal de versnelling op t = 30 min.



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



a Bepaal de versnelling op t = 15 s.

b Bepaal de versnelling op t = 25 s.

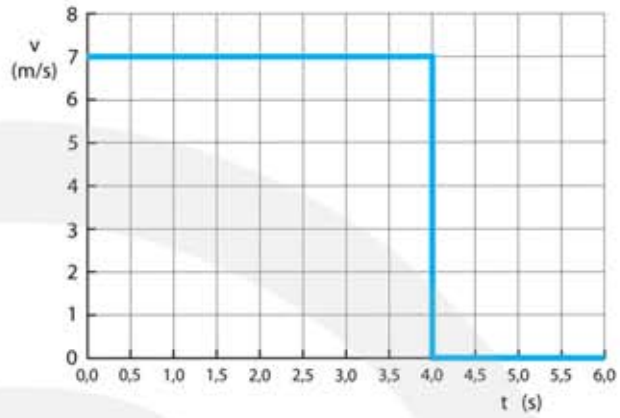
c Bepaal de versnelling op t = 35 s.

d Bepaal de tijdstippen waarop de versnelling maximaal is.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

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

8* De figuur is het (v, t)-diagram van een bewegend voorwerp.



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

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

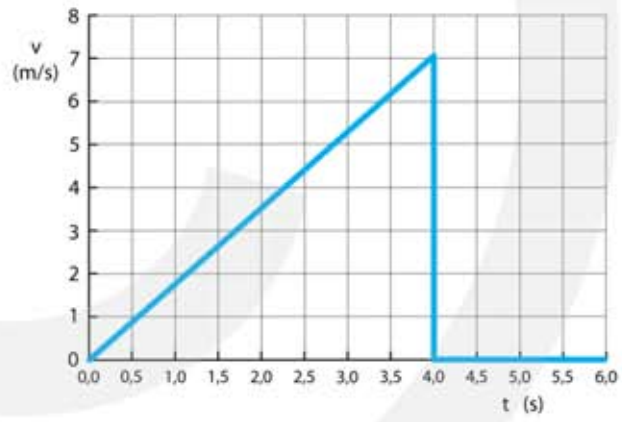
c Bepaal de afstand op t = 6,0 s.

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

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

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

9* De figuur is het (v, t)-diagram van een bewegend voorwerp.



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

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

c Bepaal de afstand op t = 6,0 s.

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

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

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

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

10** De figuur is het (v, t)-diagram van een bewegend voorwerp.

a Bepaal de afstand op t = 16 s.

b Bepaal de afstand op t = 24 s.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

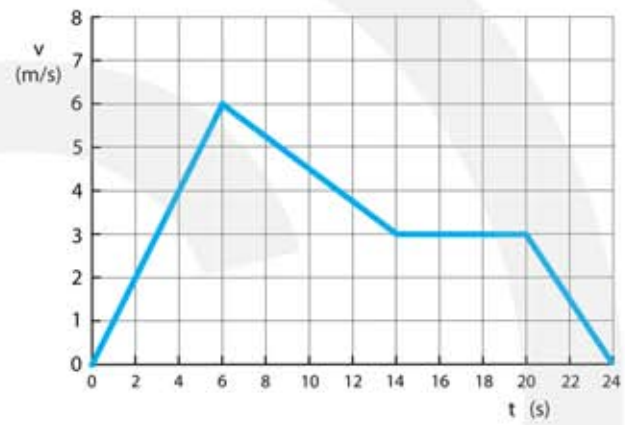
d Bepaal de gemiddelde snelheid tussen t = 0 en t = 16 s.

De gemiddelde snelheid tussen 0 en 24 seconde is niet gelijk aan de gemiddelde snelheid tussen 0 en 16 seconde.

e Leg uit waarom dit het geval is.

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

11* De figuur is het (v, t)-diagram van een bewegend voorwerp.



a Bepaal de afstand op t = 14 s.

b Bepaal de afstand op t = 24 s.

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

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

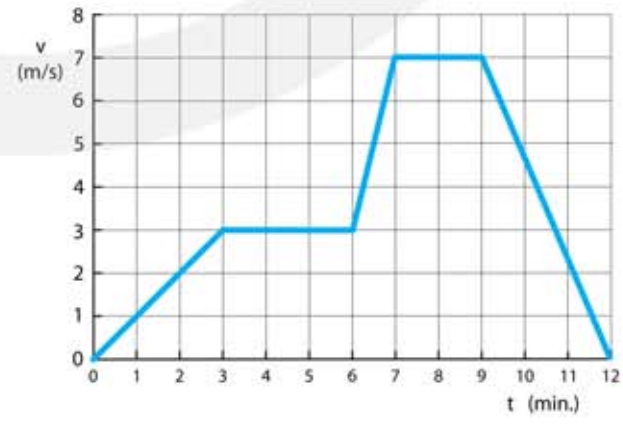
e Bepaal de gemiddelde snelheid tussen t = 0 en t = 20 s.

Volgens Jan keert het voorwerp na 6 seconde om en gaat het daarna terug.

f Leg uit waarom dit niet het geval is.

g Wat gebeurt er wel op t = 6 s?

12* De figuur is het (v, t)-diagram van een bewegend voorwerp.



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

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

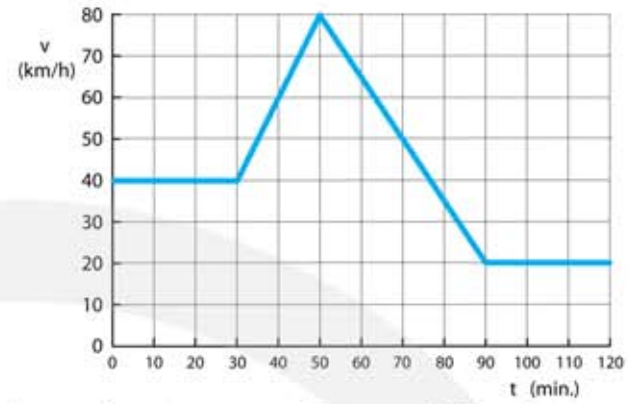
c Bepaal de afstand die in de laatste 6 minuten wordt afgelegd.

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

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

13* De figuur is het (v, t)-diagram van een bewegend voorwerp.



a Bepaal de afstand na 30 minuten.

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

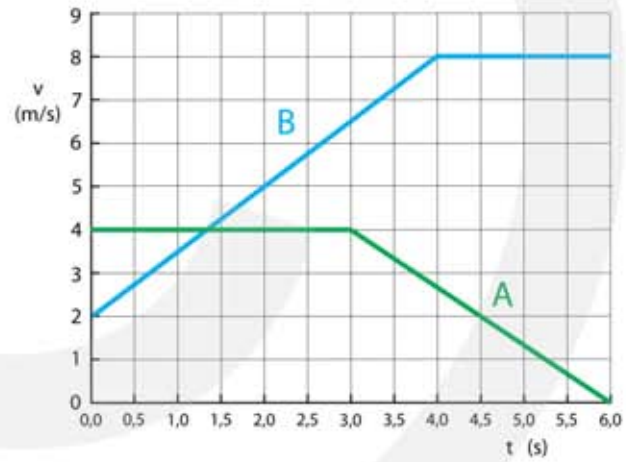
c Bepaal de afstand die in de laatste 30 minuten wordt afgelegd.

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

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

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

14* In de figuur zie je (v, t)-grafieken van A en B.



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

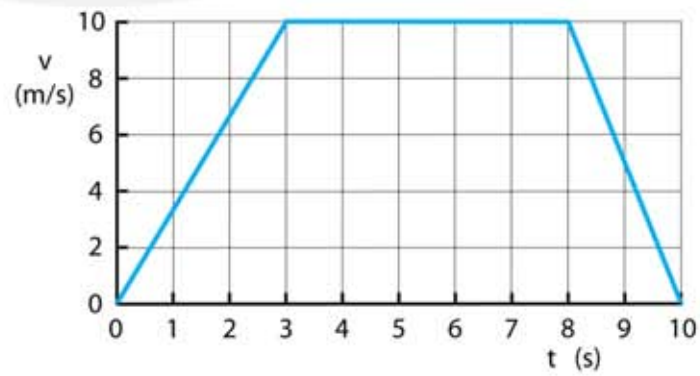
b Bepaal de vertraging van A na t = 3,0 s

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

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

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

15** In de figuur zie je het (v, t)-diagram van een lift.



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

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

c Bepaal de afstand die de lift heeft afgelegd tussen t = 0 en t = 5 s.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

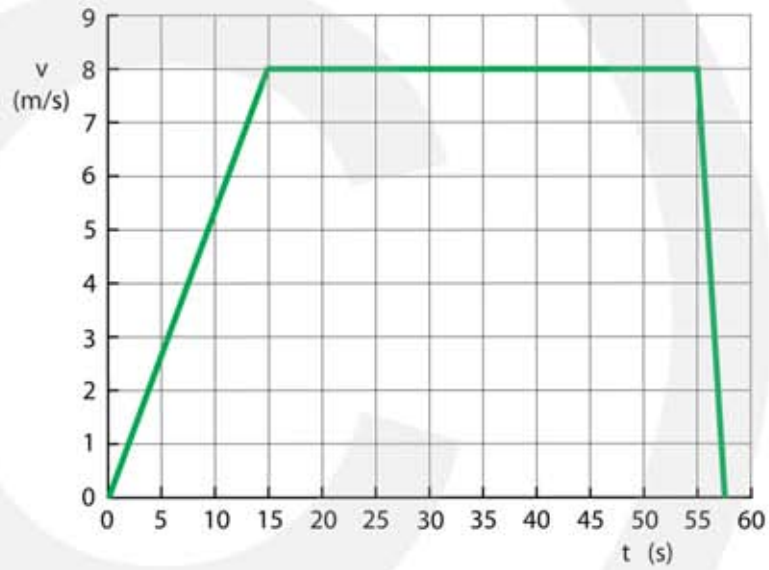
d Bepaal de afstand die de lift heeft afgelegd tussen t = 5,0 en t = 10 s.

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

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

16* Bezoekers van een wolkenkrabber in New York kunnen vanaf een 430 m hoog platform van het uitzicht over de stad genieten. Je bereikt de honderdste verdieping per lift, daarna ga je met een roltrap verder. De liften bereiken snelheden van bijna 30 km/u en doen ongeveer één minuut over de klim.

Op t = 0 s, vertrekt een lift vanaf de begane grond. Het verloop van de snelheid is vereenvoudigd weergegeven in de figuur.

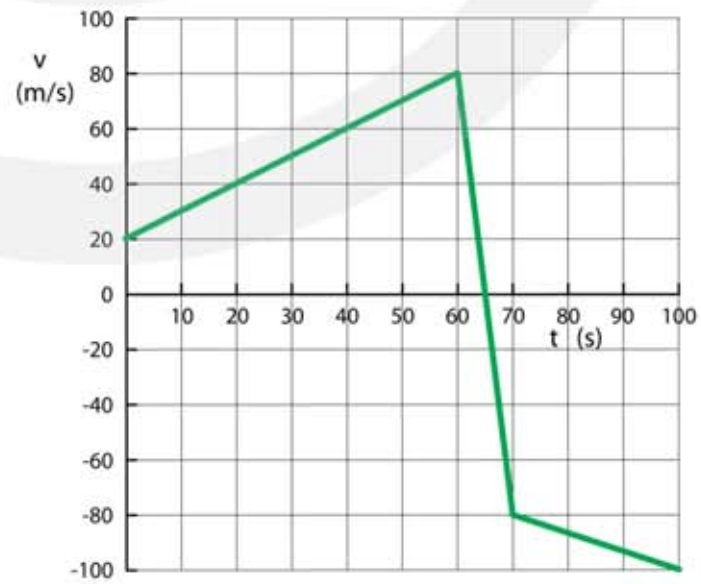


a Bepaal de versnelling van de lift direct na het vertrek.

b Bepaal de vertraging van de lift bij aankomst.

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

17* In figuur zie je een (v, t) diagram van een raceauto.



a Bepaal het tijdstip waarop de raceauto omkeert

b Bepaal de afstand tussen t = 0 en t = 65 s

c Bepaal de afstand tussen t = 65 en t = 100 s

d Hoever is de raceauto van de startstreep is op t = 100 s?

f Hoe groot is de afgelegde weg tussen t = 0 en t = 100 s?

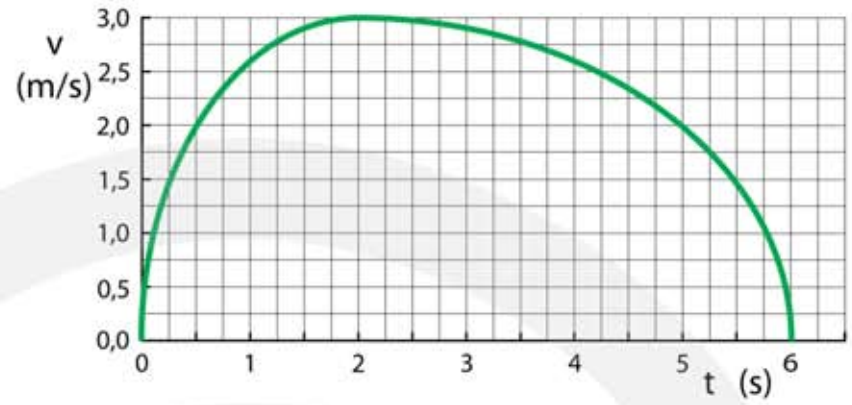
Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

18* In de figuur zie je het (v, t)-diagram van een lift.

a Bepaal het moment waarop de lift gaat vertragen.

b Bepaal de gemiddelde snelheid van de lift.

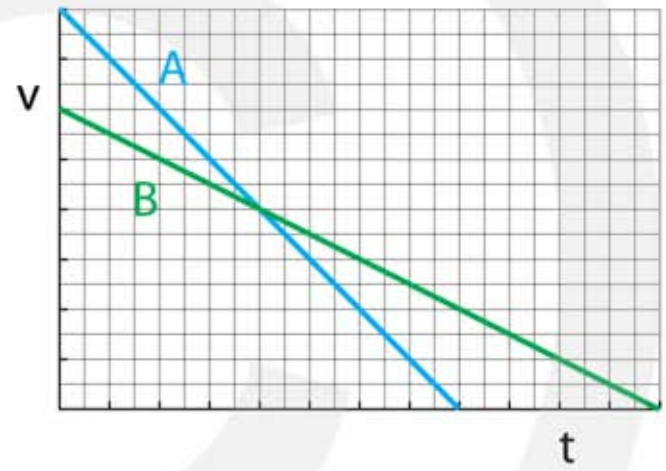
c Bepaal de afstand na 6,0 s.



19* In de figuur zie je de (v, t)-grafieken van twee remmende vrachtauto's A en B.

a Bepaal de verhouding tussen de vertragingen van A en B.

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



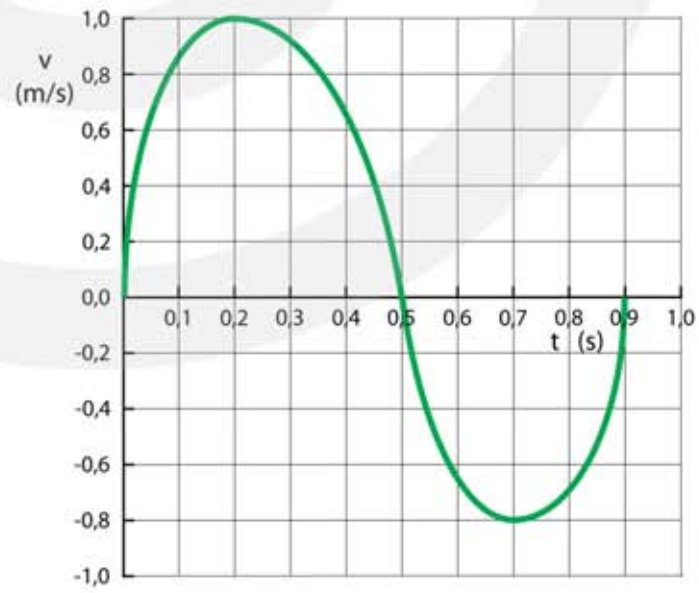
20* Een bal wordt omhoog gegooid. De figuur is het (v,t)-diagram van de beweging van de bal.

a Leg uit hoe de beweging van de bal verloopt.

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

c Bepaal de maximale hoogte van de bal.

d Hoever valt de bal gerekend vanaf het hoogste punt.

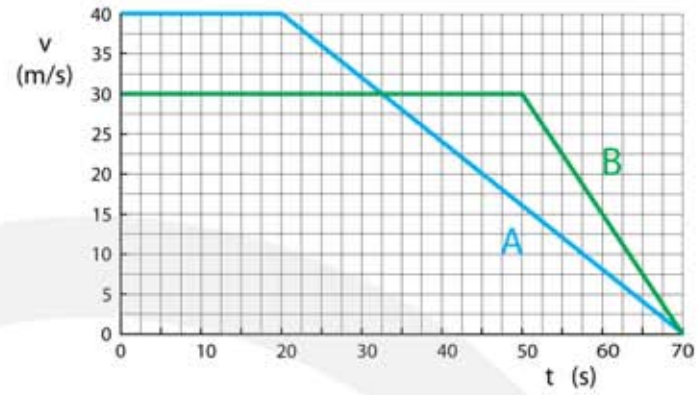


e Bepaal de afgelegde weg van de bal tussen 0 en 0,9 s.

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

21** De figuur is het (v, t)-diagram van twee treinen A en B. Op t = 0 zijn beide treinen op dezelfde plaats.



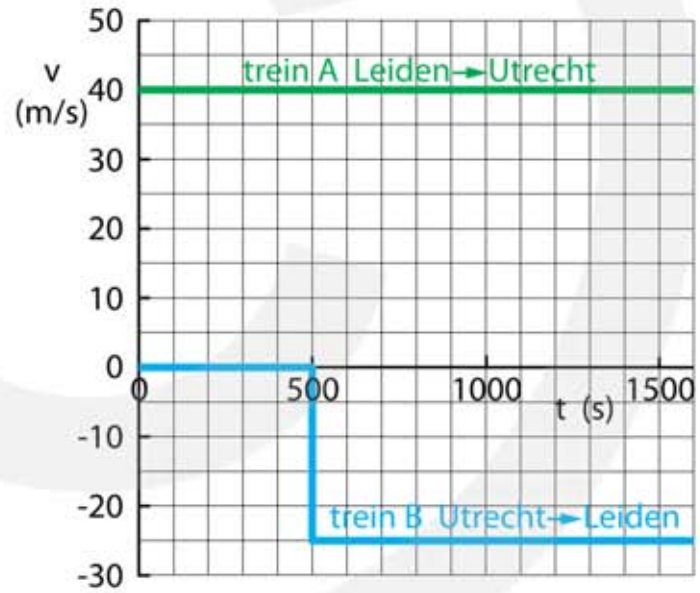
a Leg uit of je uit de figuur kunt afleiden dat de treinen op t = 0 op dezelfde plaats zijn.

b Leg uit of je uit de figuur kunt afleiden dat de treinen in dezelfde richting rijden.

c Toon aan dat op t = 70 s trein A en trein B op dezelfde plaats zijn.

d Wordt op t = 70 s trein A ingehaald door trein B?

22*** Sneltrein A uit Leiden naar Utrecht vertrekt op t = 0,0 s en rijdt met een constante snelheid van 40 m s^{-1}. Stoptrein B uit Utrecht naar Leiden vertrekt later en rijdt met een constante snelheid van 25 m s^{-1} in de richting van Leiden. De afstand tussen Leiden en Utrecht is 64 km. Het (v, t)-diagram van de beweging van beide treinen is gegeven.



a Bepaal hoe groot de afstand is die trein A al heeft afgelegd op het moment dat trein B uit Utrecht vertrekt.

b Bereken het tijdstip waarop de treinen elkaar ontmoeten.

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.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

2.6 Vallen

1** Om de diepte van een put te bepalen laat je een steen vallen. Na 1,8 seconde valt de steen op de bodem.

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

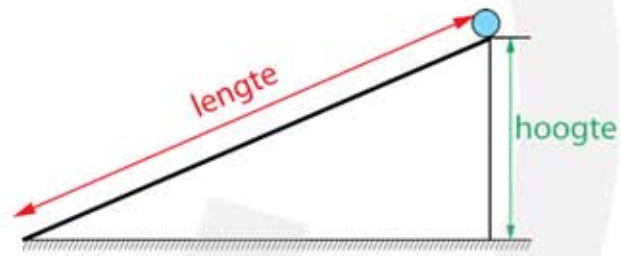
b Bereken de gemiddelde snelheid tijdens het vallen.

c Bereken de diepte van de put.

Bij een andere put duurt het 2,5 s voordat de steen de bodem raakt.

d Bereken de diepte van deze put. HINT bereken eerst de eindsnelheid

2*** Tijdens een natuurkunde practicum laat je een knikker van een schuine helling rollen. De helling heeft een lengte van 110 cm. De hoogte is 10,0 cm. De knikker rolt in 1,57 s naar beneden.



a Bereken de gemiddelde snelheid van de knikker.

b Bereken de eindsnelheid van de knikker.
HINT je weet de gemiddelde snelheid en de beginsnelheid

c Toon aan dat de versnelling 0,892 m/s^2 is.

Volgens een natuurkundige theorie is de versnelling bij een schuine helling:

$$a = 9{,}81 \cdot \frac{\text{hoogte}}{\text{lengte}}$$

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

3*** Isaac Newton kreeg een geniale ingeving toen er een appel uit een boom viel waaronder hij lag te slapen. Stel dat de boom 3,0 m hoog is geweest.

a Bereken de tijd waarin de appel valt.
HINT gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

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

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

4* ** Vervolg: Newton werd boos toen hij de appel in zijn gezicht kreeg. Hij pakte de appel op en gooide hem omhoog met een beginsnelheid van 15 m/s.

a Bereken de tijd waarin de appel omhoog beweegt.

b Bereken hoe hoog hij de appel gooit.

c Bereken de tijd waarin de appel omlaag valt.
HINT gebruik $s = ½ a \cdot t^2$

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

5 ** Je slaat een tennisbal recht omhoog met een snelheid van 90 km/h.

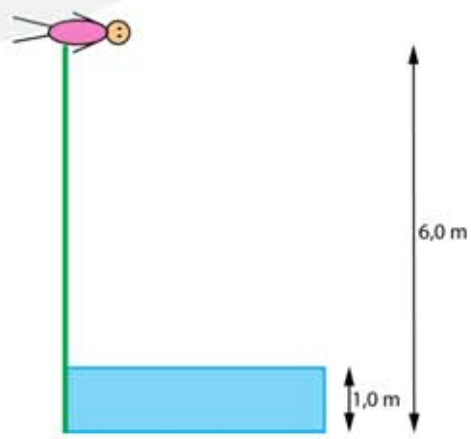
a Bereken wanneer de tennisbal op zijn hoogste punt is.

b Bereken hoe hoog de tennisbal is gekomen.

6* ** Je laat een tennisbal van een 20 meter hoge toren vallen.

a Bereken de snelheid waarmee de tennisbal op de grond valt.
HINT bereken eerst de tijd met $s = ½ a \cdot t^2$

7** ** Een polsstokspringer springt over een lat van 6,0 m hoog, en landt op een mat van 1,0 m hoog. Zie figuur.



a Bereken de beginsnelheid die hiervoor nodig is.

b Bereken de eindsnelheid waarmee hij op de mat landt.

c Bereken de tijdsduur van de sprong.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

8* De astronaut staat op de maan en laat vanaf een hoogte van 150 cm een steen vallen. Op de maan is de valversnelling 1,62 m/s^2.

a Bereken de valtijd van de steen op de maan.

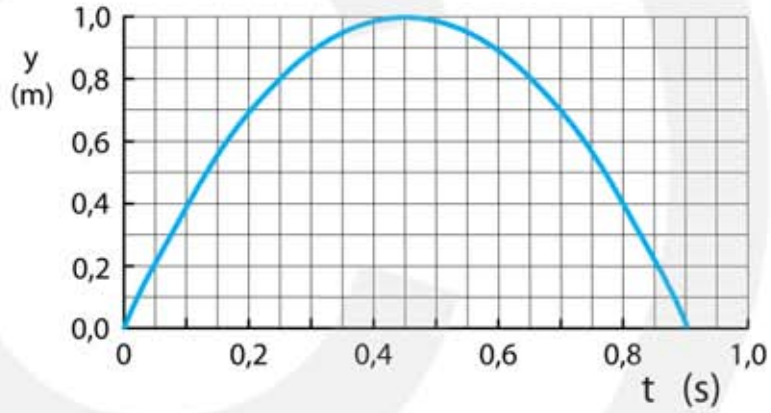
b Bereken de eindsnelheid van de steen.

Terug op aarde laat de astronaut dezelfde steen vanaf een hoogte van 150 cm vallen.

c Bereken de valtijd van de steen op de aarde.

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

9* Een vlo kan 1,0 m hoog springen. In de figuur is het (y, t)-diagram van de vlo.



a Bepaal de beginsnelheid van de vlo.

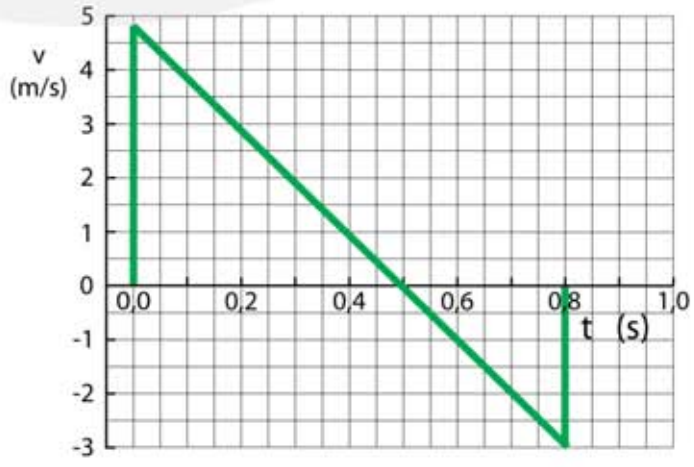
b Bepaal de snelheid van de vlo op t = 0,2 s.

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

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

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

10* Een kat springt omhoog en landt op de vensterbank. In de figuur is het (v, t)-diagram van de kat weergegeven.



a Op welk moment bereikt de kat zijn maximale hoogte?

b Bepaal hoe hoog de kat heeft gesprongen.

c Hoe hoog is de vensterbank?

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

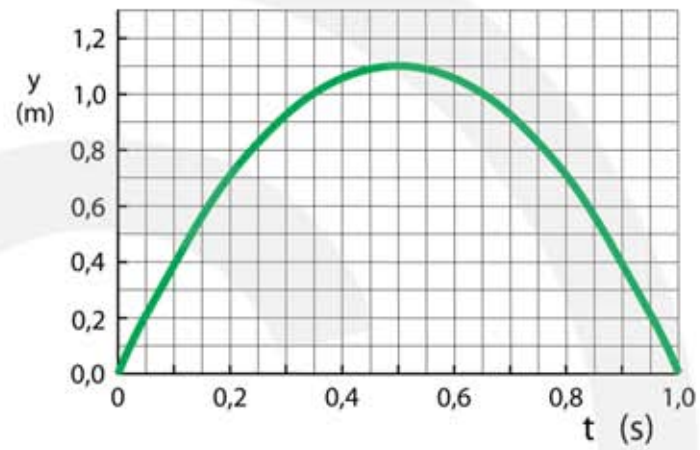
d Bepaal de snelheid waarmee de kat op de vensterbank landt.

Zonder luchtweerstand valt de kat met een versnelling van 9,81 m/s^2.

e Is de versnelling groter, kleiner of gelijk is als er wél luchtweerstand is?

f Leg uit of de kat last heeft van luchtweerstand.

11*** Een langharige kat springt omhoog. Het (x, t)-diagram van de kat is weergegeven. Uit dit diagram blijkt dat de kat last heeft van luchtweerstand.



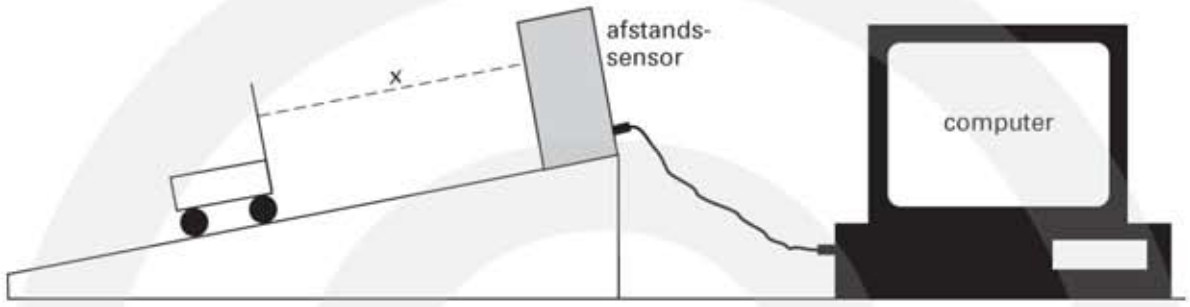
a Leg uit waaruit blijkt dat de langharige kat last heeft van luchtweerstand.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Examenvragen havo

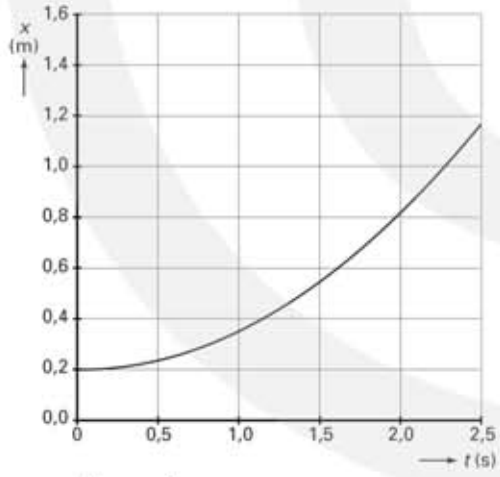
Beweging op een hellend vlak

Pieter en Anne doen onderzoek naar de beweging van een karretje op een hellend vlak. Zij gebruiken een afstandssensor om de positie van het karretje te bepalen. De sensor is aangesloten op een computer die de metingen opslaat en bewerkt. Figuur 1 geeft hun opstelling schematisch weer.

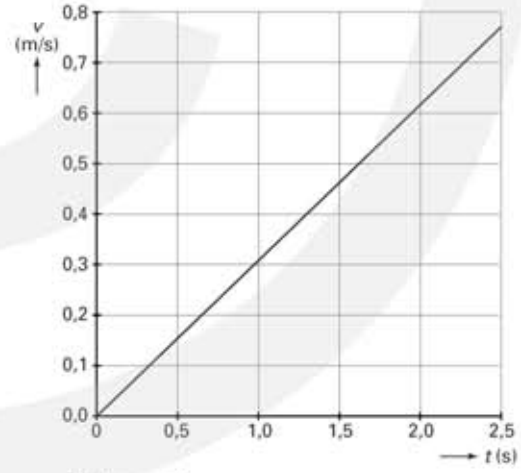


Figuur 1

De afstandssensor meet de positie van de achterkant van het karretje; daar is een stuk karton aangebracht waarop de sensor gericht is. In figuur 2 en 3 staan het (x,t)-diagram en het bijbehorende (v,t)-diagram die de computer van de beweging van het karretje heeft gemaakt.



Figuur 2



Figuur 3

Pieter en Anne willen controleren of het (v,t)-diagram en het (x,t)-diagram met elkaar in overeenstemming zijn. Ze nemen het tijdstip t = 1,5 s als controletijdstip.

4p **a** Toon met behulp van de figuren 2 en 3 aan dat voor het genoemde tijdstip het (v,t)-diagram van de computer klopt met het (x,t)-diagram. Pas daarvoor óf de raaklijnmethode óf de oppervlaktemethode toe.

Zij komen vervolgens tot de conclusie dat de beweging van het karretje eenparig versneld is.

2p **b** Leg uit dat hun conclusie juist is.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

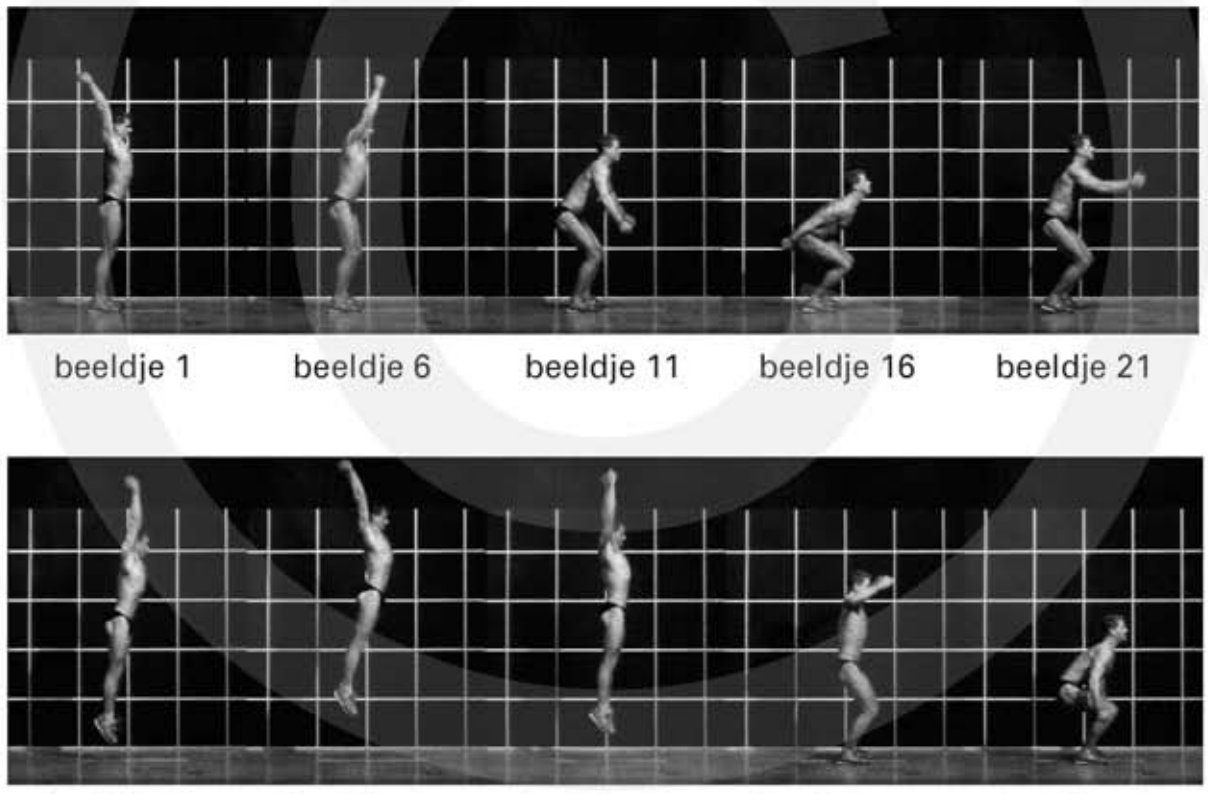
3p **c** Bepaal de versnelling van het karretje.

In het experiment waarvan de resultaten in figuur 2 en 3 zijn weergegeven, is de invloed van de luchtweerstand niet merkbaar. Pieter beweert dat de luchtweerstand wel merkbaar geweest zou zijn als het karretje een veel kleinere massa had gehad.

3p **d** Ben je het met Pieter eens? Licht je antwoord toe.
(Deze vraag kan met de theorie van dit hoofdstuk niet worden beantwoord. Probeer toch te bedenken wat het antwoord kan zijn.)

Springen vanuit stand

Bij basketbaltraining wordt geoefend om vanuit stand zo hoog mogelijk te springen. Van zo'n oefensprong is een opname gemaakt. De filmcamera maakte 25 beeldjes per seconde. In figuur 1 is een aantal beeldjes weergegeven.

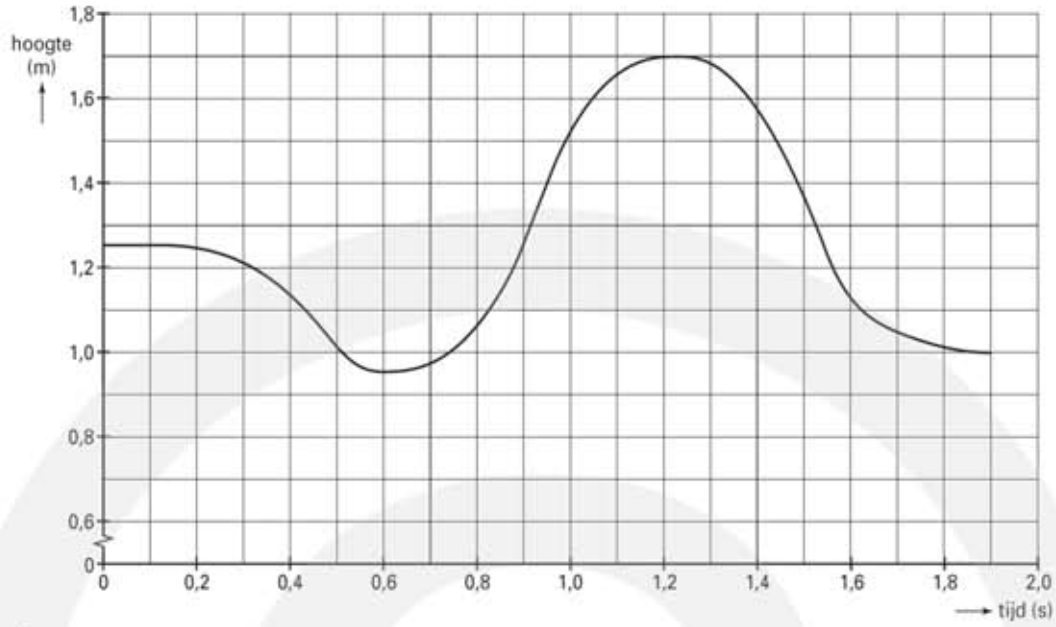


Figuur 1

2p **a** Bereken de tijd tussen beeldje 1 en beeldje 6. Verwaarloos daarbij de belichtingstijd van elk beeldje.

Met behulp van de film is de hoogte van het zwaartepunt van de springer als functie van de tijd vastgelegd. Zie figuur 2.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl



Figuur 2

Op beeldje 1 (t = 0 s) staat de springer rechtop, terwijl hij op beeldje 16 zo ver mogelijk door zijn knieën gezakt is. Zijn zwaartepunt bevindt zich dan in het laagste punt.

2p **b** Bepaal met behulp van de figuur hoever het zwaartepunt van de springer hierbij is gedaald.

Op het tijdstip t = 0,90 s komt de springer los van de grond.

3p **c** Bepaal met behulp van figuur 2 zo nauwkeurig mogelijk de snelheid op dat tijdstip.

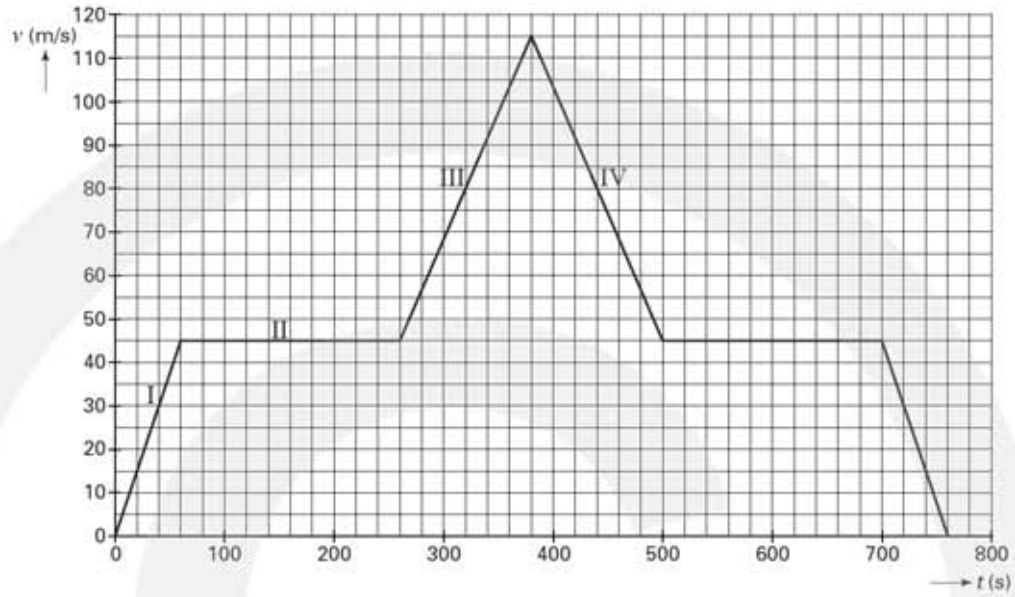
Transrapid

Net over de Nederlands Duitse grens in de buurt van Emmen is een testcircuit aangelegd voor de Transrapid, een zogenaamde hogesnelheidstrein. Zie figuur 1.

Figuur 1

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Eline en Joyce hebben een rit gemaakt met de Transrapid. Met een versnellingsmeter en een laptop hebben ze de beweging van de trein geregistreerd. In figuur 2 is het (v, t)-diagram van hun rit vereenvoudigd weergegeven.



Figuur 2

De trein kan een topsnelheid halen van 500 km/h.

2p **a** Haalt de trein tijdens deze rit zijn topsnelheid? Licht je antwoord toe.

In de grafiek zijn tussen t = 0 en t = 500 s vier periodes aangegeven: I t/m IV. Deze periodes zijn in onderstaande tabel gezet. In de tabel staan vijf mogelijke omschrijvingen van de beweging.

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

1p **b** Geef de aard van de beweging in elk van de vier periodes aan door een kruisje in de juiste kolom te zetten.

2p **c** Bepaal de versnelling in periode I en de vertraging in periode IV

3p **d** Bepaal de afstand die de trein tussen t = 0 en t = 260 s heeft afgelegd. Geef de uitkomst in drie significante cijfers.

Tijdens de rit legt de trein 40,0 km af.

3p **e** Bepaal de gemiddelde snelheid van de trein tijdens de testrit.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Vallen op de maan

In 1971 landde de Apollo 15 op de maan. Astronaut David Scott deed er de valproef van Galilei. Hij liet een zware hamer en een ganzenveer tegelijkertijd van dezelfde hoogte vallen. De hamer en de veer bereikten op hetzelfde moment de grond. Zie figuur 1.

Figuur 1

Scott zei: "Deze proef bevestigt dat de maan geen dampkring heeft."

3p **a** Heeft Scott gelijk? Licht je antwoord toe.

De hamer en de veer vielen over een afstand van 1,5 m en bereikten na 1,36 s de grond. Uit deze gegevens is de valversnelling op de maan (g_{maan}) te berekenen.

3p **b** Voer deze berekening uit en controleer of de uitkomst ervan overeenstemt met de waarde van g_{maan} die in Binas staat.

2p **c** Bereken de snelheid waarmee de hamer (of dveer) de maanbodem treft.

Scott had de hamer (en de veer) ook horizontaal weg kunnen gooien in plaats van deze te laten vallen. Hieronder staan twee uitspraken.

– *In vergelijking met de verticaal vallende hamer is de valtijd van een horizontaal weggeworpen hamer* .....

– *In vergelijking met de verticaal vallende hamer is de snelheid waarmee een horizontaal weggeworpen hamer de grond treft* .....

2p **d** Vul in de uitspraken even groot of groter in.

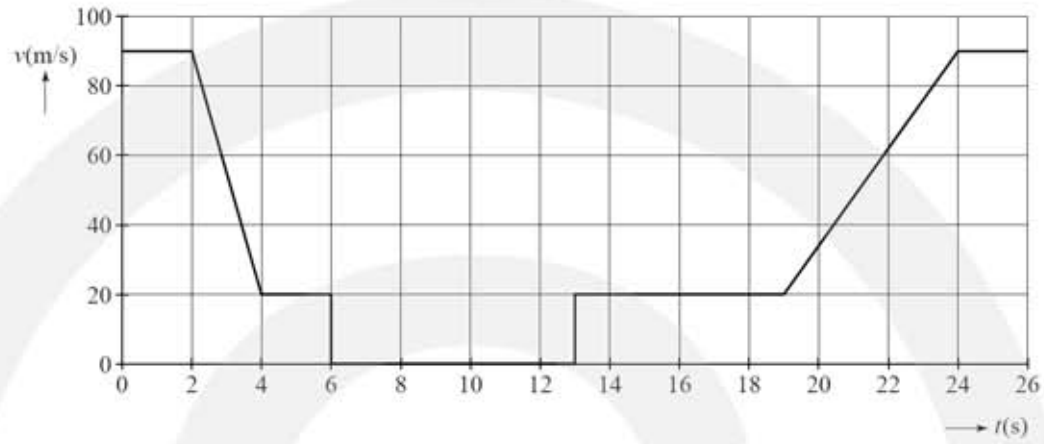
De proef was destijds 'live' op televisie te zien. TV-signalen gaan met de lichtsnelheid $c = 2{,}99792458 \cdot 10^8$ m/s. De afstand van het middelpunt van aarde tot het middelpunt van de maan is $384{,}4 \cdot 10^6$ m. De straal van de aarde $6{,}371 \cdot 10^6$ m is en de straal van de maan is $1{,}738 \cdot 10^6$ m.

3p **e** Bereken hoeveel seconden deze signalen er over doen om de aarde te bereiken. Geef de uitkomst in vier significante cijfers.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

Pitstop

Tijdens een formule-1-race rijdt Michael Schumacher met een constante snelheid van 324 km/h. Op een gegeven moment rijdt hij de pitstraat in om de banden te laten verwisselen. In figuur 1 is het (v,t)-diagram van de auto van Schumacher vereenvoudigd weergegeven.

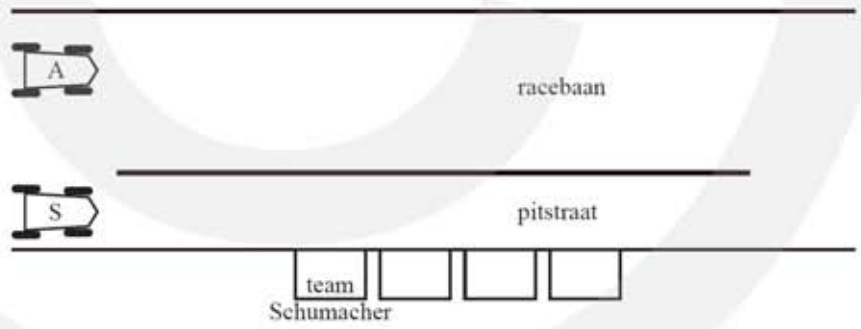


Figuur 1

Tussen t = 2,0 s en t = 24,0 s bevindt Schumacher zich in de pitstraat.

3p **a** Toon met behulp van figuur 1 aan dat de pitstraat 545 m lang is.

Toen Schumacher (S) de pitstraat inreed (op t = 2,0 s), reed Alonso (A) met dezelfde snelheid naast hem. Zie figuur 2.



Figuur 2

Op t = 24,0 s rijdt Schumacher weer de racebaan op. Veronderstel dat Alonso steeds met 90,0 m/s heeft kunnen doorrijden.

3p **b** Bereken hoeveel seconde Alonso nu voorligt.

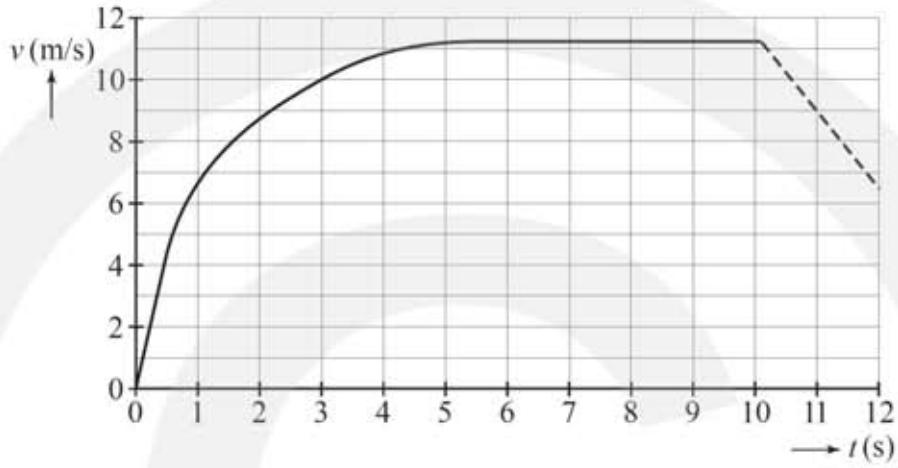
Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

100 m sprint

Een hardloper legt de 100,0 meter sprint af in een tijd van 10,09 s.

2p **a** Bereken de gemiddelde snelheid van de sprinter tijdens de race in km/h.

Het (v,t)-diagram van zijn race is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1

Tussen t = 0 s en t = 0,5 s is de versnelling van de sprinter constant.

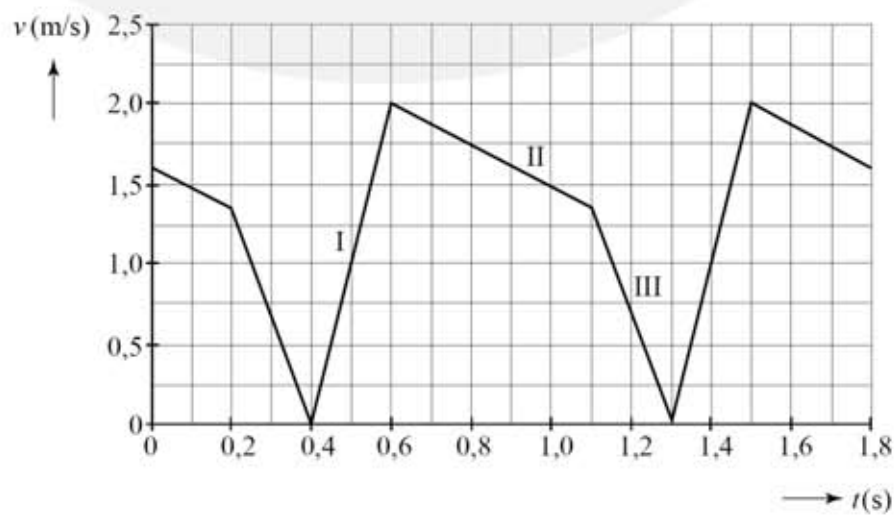
3p **b** Bepaal met behulp van figuur 1 de versnelling van de sprinter tussen t = 0 s en t = 0,5 s.

3p **c** Bepaal met behulp van figuur 1 de afstand die de sprinter tussen t = 0 s en t = 3,0 s heeft afgelegd.

Schoolslag

Figuur 1 toont het (vereenvoudigde) (v,t)-diagram van een zwemmer die de schoolslag doet. Een volledige zwembeweging blijkt uit drie delen te bestaan:

I het wegduwen van het water met armen en benen,
II het uitdrijven,
III het intrekken van de benen en vooruitsteken van de armen.



Figuur 1

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

In één volledige zwembeweging legt de zwemmer 1,2 m af.

4p **a** Toon dat aan.

2p **b** Bepaal het aantal slagen in één minuut.

De zwemmer legt op deze manier een afstand van 100 m af.

3p **c** Bereken hoe lang hij daarover doet.

In periode III trekt de zwemmer zijn benen in en steekt hij zijn armen vooruit als voorbereiding op de volgende slag. Hierdoor remt hij sterker af dan in periode II.

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

Stuiteren

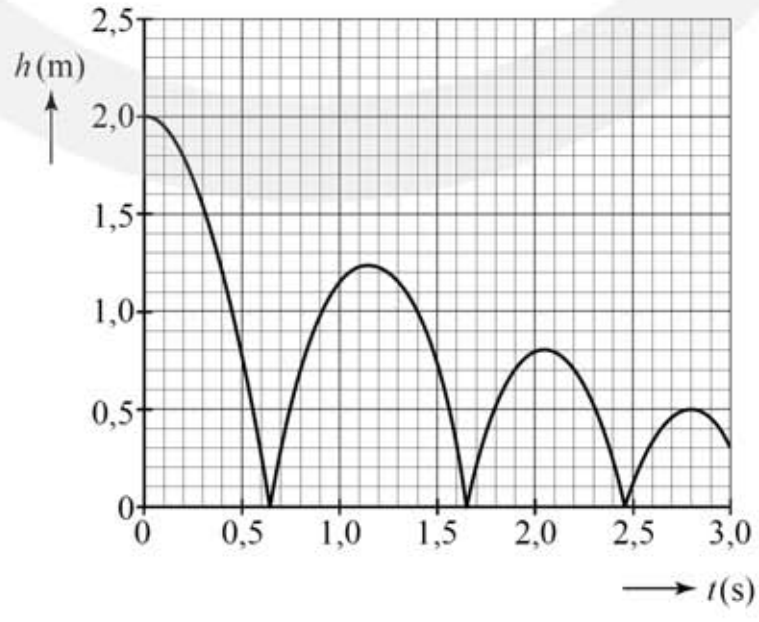
Bij veel balsporten is het van belang dat de bal goed stuitert. Om aan te geven hoe goed een bal stuitert, is de zogenaamde stuiterfactor S gedefinieerd:

$$S = \sqrt{\frac{h_s}{h}}$$

Hierin is h_s de stuiterhoogte en h de valhoogte.

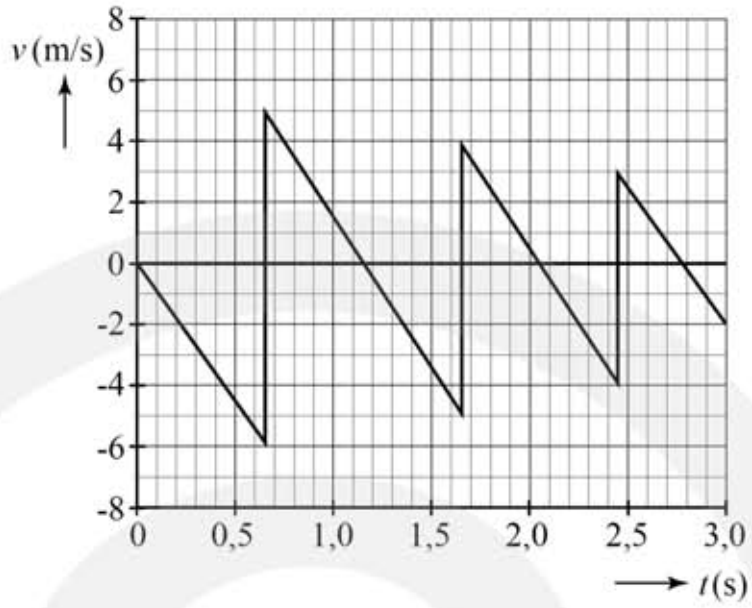
Renate heeft gelezen dat bij een officieel goedgekeurde voetbal de stuiterfactor moet voldoen aan: $0{,}78 \leq S \leq 0{,}91$. Om te onderzoeken of haar voetbal daaraan voldoet, filmt ze de stuiterende bal. Met behulp van een videometing heeft ze het (hoogte, tijd)-diagram gemaakt dat in figuur 1 is weergegeven.

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



Figuur 1

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl



Figuur 2

Figuur 2 is het (v,t)-diagram van de stuiterende bal. Als de bal valt, is de snelheid negatief. Bij het omhoog gaan, is de snelheid positief. Als de bal de grond raakt, verandert de snelheid in korte tijd van grootte en richting; de grafiek loopt dan zeer steil.

Op de tijdstippen t = 0 s, t = 0,64 s, t = 1,15 s, t =1,66 s enzovoort, is de snelheid van de bal 0 m/s. De voetbal bevindt zich op die momenten op de grond of in een hoogste punt.

2p **b** Hoe kun je aan de (v,t)-grafiek zien dat de bal zich op t = 1,15 s in een hoogste punt bevindt?

De luchtweerstand op de bal is te verwaarlozen.

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

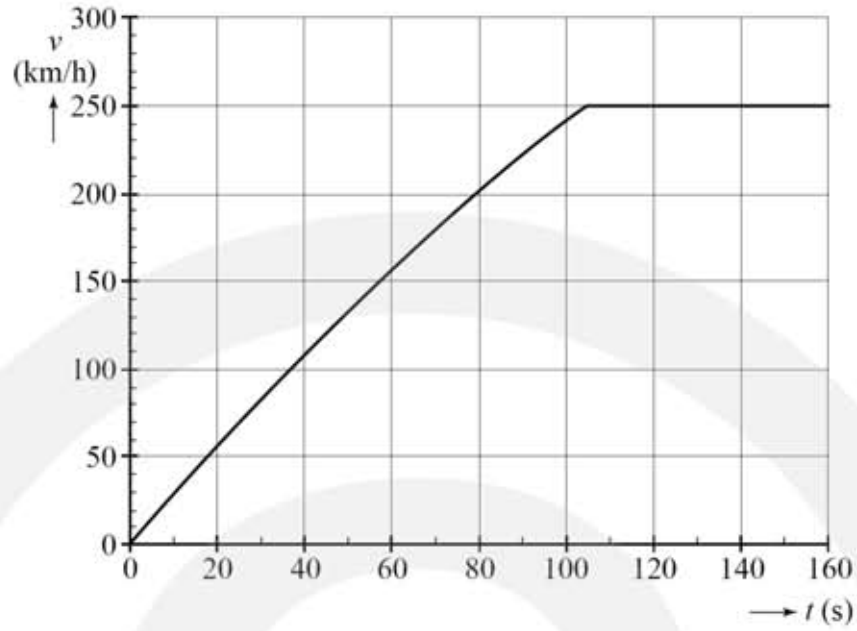
Superbus

Op de TU Delft wordt onder leiding van professor Wubbo Ockels de Superbus ontwikkeld. Zie figuur 1.

Figuur 1

De bus wordt elektrisch aangedreven, biedt plaats aan ongeveer 20 personen en heeft een kruissnelheid van 250 km/h. De massa van de bus inclusief passagiers is $8{,}1 \cdot 10^3$ kg. In figuur 2 is het (v,t)-diagram van het optrekken van de Superbus weergegeven. We definiëren de optrekafstand als de afstand die de bus moet afleggen om van 0 tot 250 km/h te versnellen.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl



Figuur 2

4p **a** Bepaal de optrekafstand van de Superbus.

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

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

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

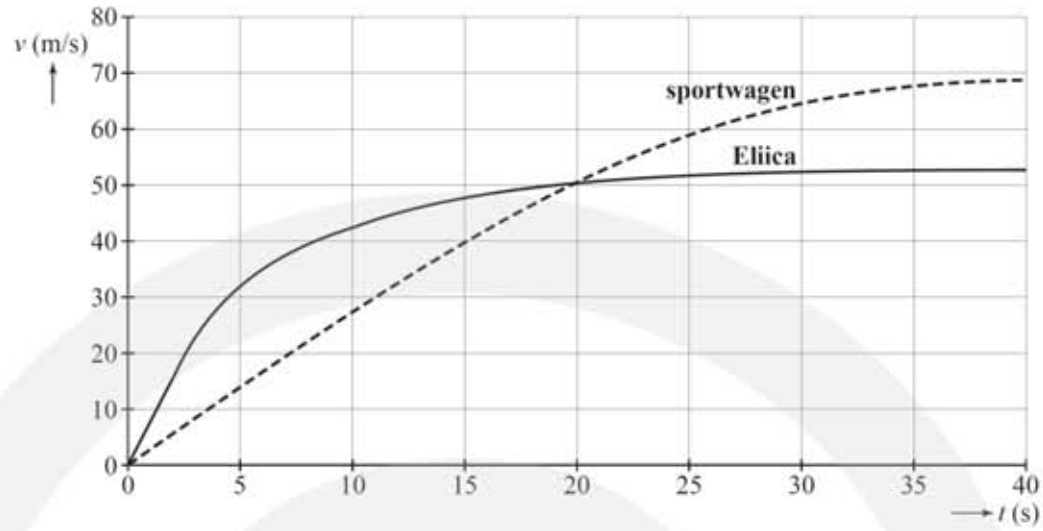
Eliica

De Eliica (figuur 1) is een supersnelle elektrische auto. Hij heeft acht wielen en elk wiel wordt aangedreven door een elektromotor.

Figuur 1

Ondanks zijn enorme massa van 2400 kg trekt de Eliica zeer snel op, sneller zelfs dan een sportwagen. De Eliica en een sportwagen houden een onderlinge race waarbij ze naast elkaar startten. In figuur 1 staan de bijbehorende (v,t)-grafieken. Van t = 0 tot t = 2,5 s is de versnelling van de Eliica constant. Volgens de makers van de Eliica is zijn versnelling dan gelijk aan 0,8 g. Hiermee bedoelen ze dat de van de Eliica 0,8 keer zo groot is als de valversnelling op aarde.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl



Figuur 2

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

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

3p **c** Bepaal het tijdstip tussen t = 0 en 10 s waarop de versnelling van de Eliica gelijk is aan de versnelling van de sportwagen.

3p **d** Bepaal de afstand van de Eliica in de eerste 20 s.

2p **e** Bepaal de gemiddelde snelheid van de Eliica in de eerste 20 s.

3p **f** Bepaal de gemiddelde versnelling van de sportwagen tussen t = 0 en t = 20 s.

2p **g** Bepaal de gemiddelde snelheid van de sportwagen in de eerste 20 s.

Mark en Twan bekijken de twee grafieken. Ze vragen zich af op welk tijdstip de sportwagen de Eliica passeert. Mark zegt: "op ongeveer t = 20 s". Twan zegt: "op ongeveer t = 40 s".

3p **e** Heeft Mark gelijk, heeft Twan gelijk of heeft geen van beiden gelijk? Licht je antwoord toe met behulp van de (v, t)-grafieken.

Sprong op de maan

Astronaut Young landde in 1972 met de Apollo 16 op de maan. Daar maakte hij op een gegeven moment een sprong recht omhoog. Die sprong is gefilmd.
In het filmpje is te zien dat Young eerst door zijn knieën zakt om zich te kunnen afzetten, zich vervolgens uitstrekt (de afzet), een tijd los is van de grond (de sprong) en bij het neerkomen weer door zijn knieën zakt.

In figuur 1 staan vier beelden uit het filmpje:

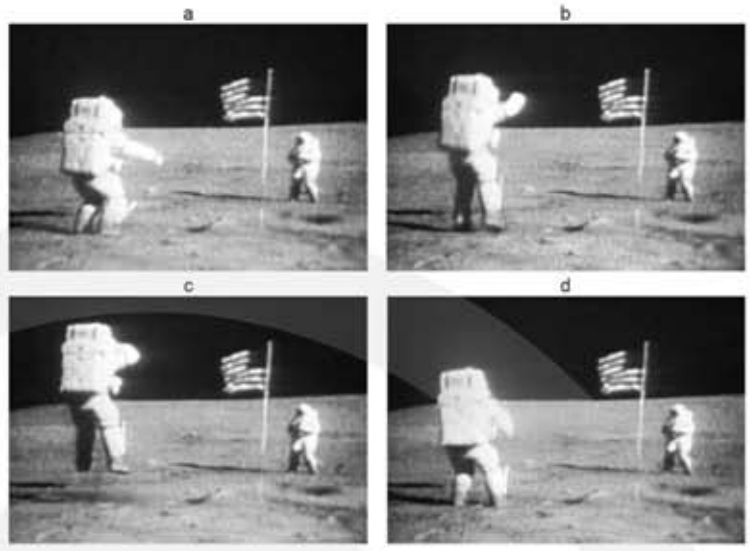
Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

a Young is door zijn knieën gezakt;

b hij komt los van de grond;

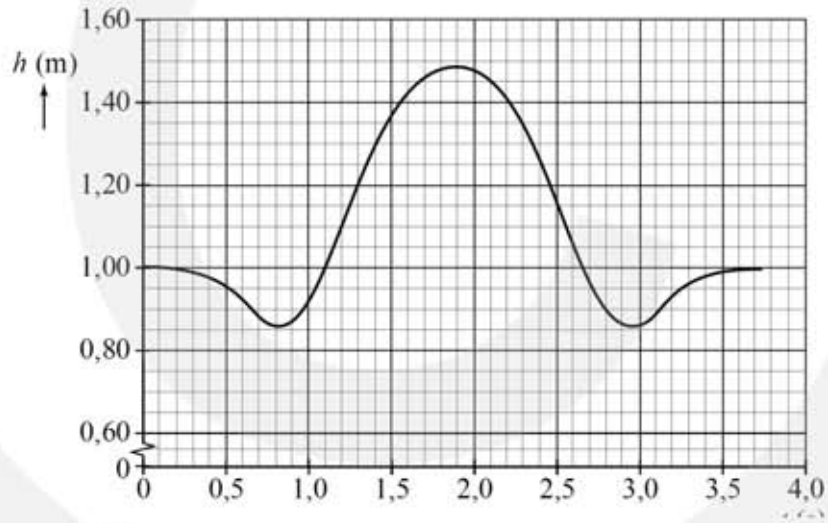
c hij bereikt het hoogste punt;

d hij is bij het neerkomen weer door zijn knieën gezakt.

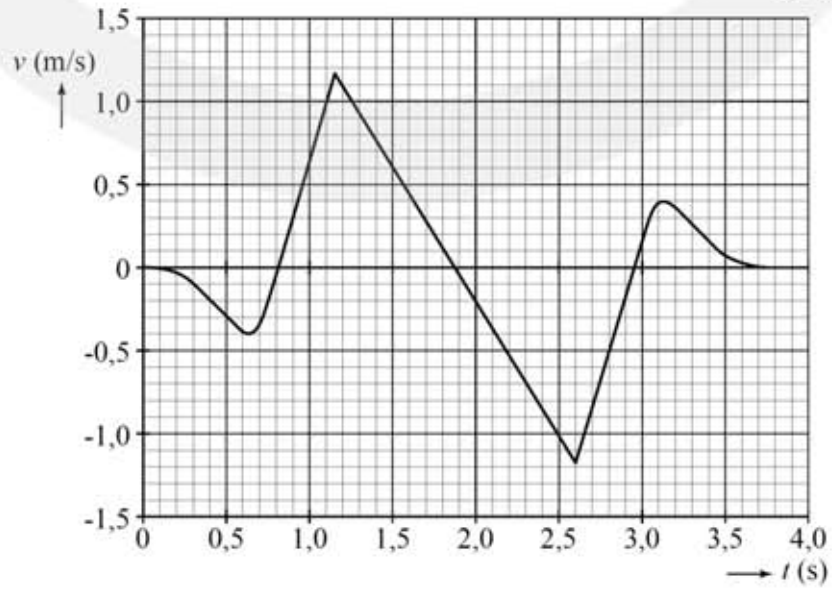


Figuur 1

Aan de sprong is een videometing gedaan. Figuur 2 is het diagram van de hoogte h van het zwaartepunt van Young als functie van de tijd. Figuur 3 is het bijbehorende (v,t)-diagram.



Figuur 2



Figuur 3

Op t = 1,16 s komt Young los van de grond.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

2p **a** Bepaal met behulp van het (h,t)-diagram in figuur 2 hoeveel zijn zwaartepunt na dat tijdstip nog omhoog gaat.

2p **b** Bepaal met behulp van het (v,t)-diagram in figuur 3 hoe lang hij los is van de grond.

4p **c** Voer de volgende opdrachten uit:
- Zoek op hoe groot de valversnelling g_M op de maan is.
- Toon aan dat uit het (v,t)-diagram vrijwel dezelfde waarde voor g_M volgt.

3p **d** Bepaal de versnelling van Young tijdens het afzetten.

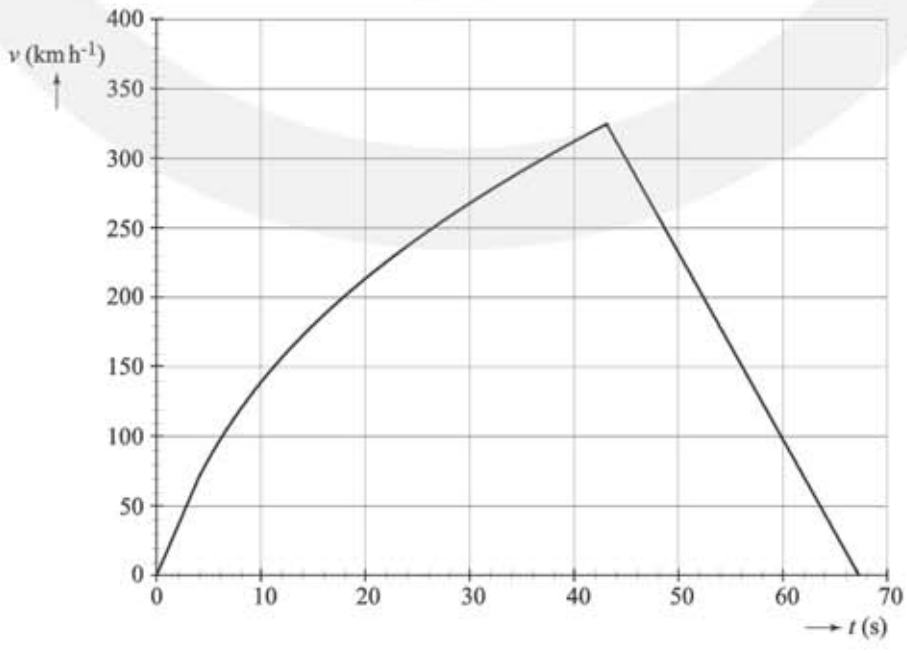
RTO

Vliegtuigen worden regelmatig onderworpen aan zware testen. Een voorbeeld van zo'n test is de Rejected Take Off (RTO).

Tijdens een RTO versnelt een vliegtuig tot de snelheid die nodig is om op te stijgen. Daarna wordt er zo hard mogelijk geremd.

Figuur 1

Tijdens deze noodstop worden de remmen soms zó heet dat ze in brand kunnen vliegen. Zie figuur 1. In figuur 2 is het (v,t)-diagram van een RTO-test gegeven.



Figuur 2

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

In de eerste vier seconden is de versnelling van het vliegtuig constant.

3p **a** Bepaal deze versnelling.

De test is uitgevoerd op een baan met een lengte van 4,00 km.

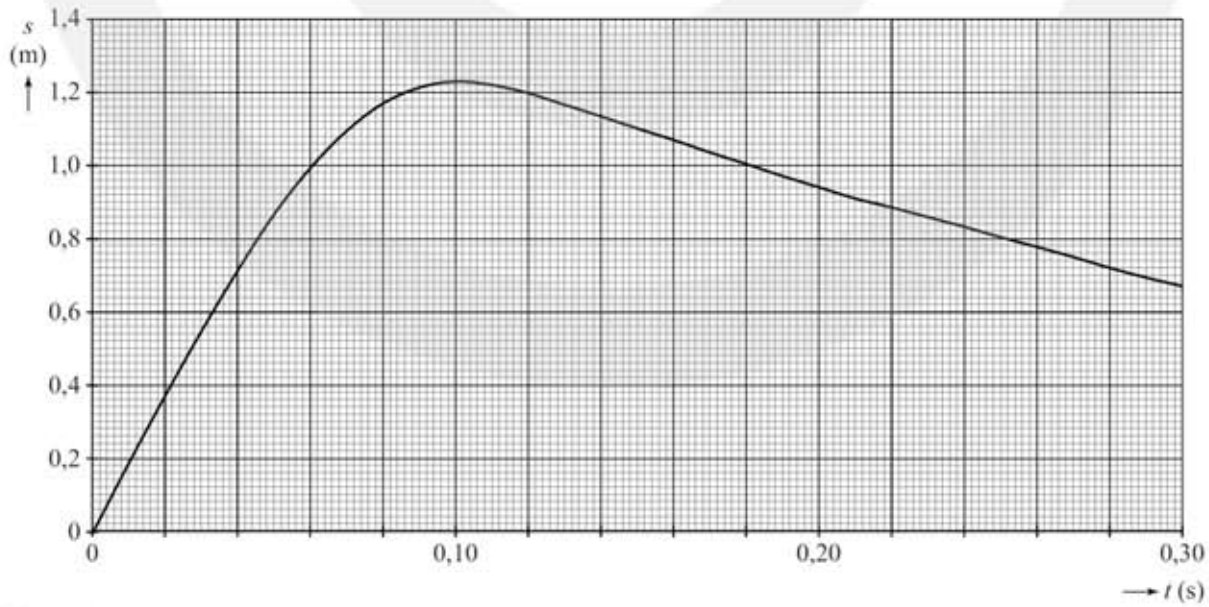
3p **b** Leg met behulp van het (v,t)-diagram uit dat deze baan lang genoeg is voor deze test.

3p **c** Bepaal de versnelling van het vliegtuig op t = 40 s.

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

Botsproef

In een botsproef wordt de veiligheid van een auto getest door deze auto op een muur te laten botsen. De auto wordt daarbij van diverse kanten gefilmd. Met behulp van videometen kan dan een (s,t)-diagram gemaakt worden van een gemarkeerd punt op de auto. Figuur 1 is het (s,t)-diagram van een bepaalde botsproef.

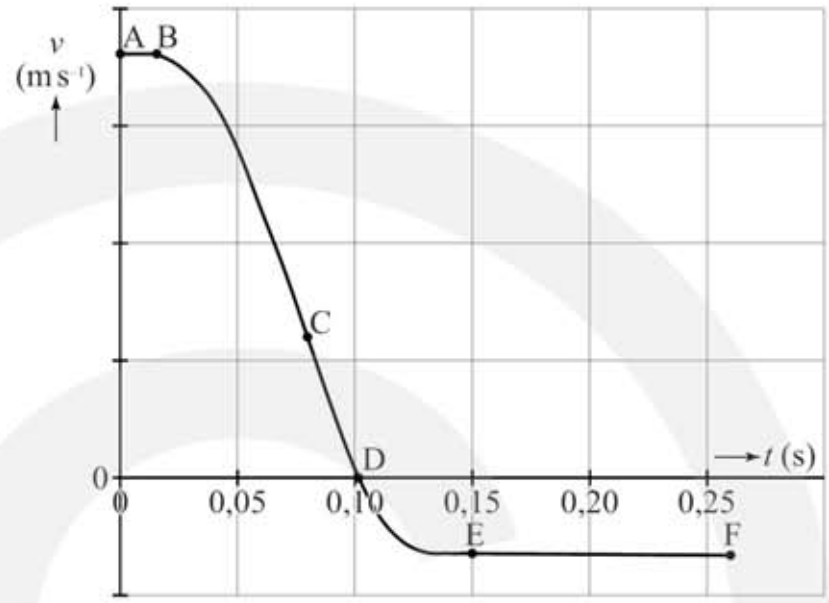


Figuur 1

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

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

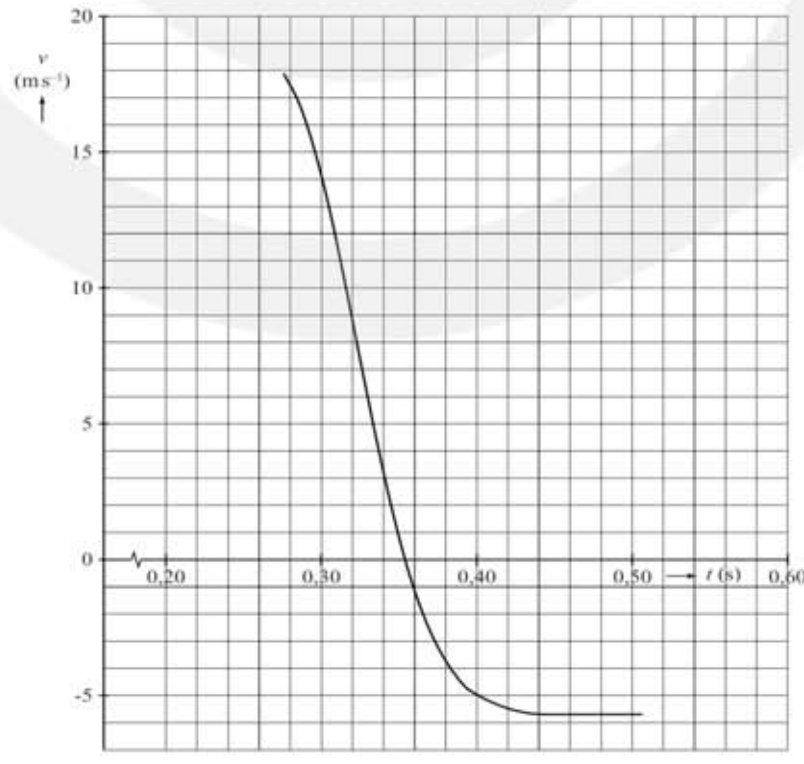
Figuur 2 is een schets van het (v, t)-diagram van de botsende auto. In dit diagram zijn zes punten, A tot en met F, met een stip aangegeven.



Figuur 2

3p **b** Leg uit op welk punt (A, B, C, D, E of F)
- de auto in aanraking komt met de muur,
- de auto de maximale vertraging ondergaat,
- de auto stopt met indeuken.

Er is ook een videometing gemaakt van het hoofd van de pop in de auto. Het (v,t)-diagram van die meting is in figuur 3 gegeven. Volgens wettelijke richtlijnen mag de vertraging van een hoofd nooit groter zijn dan 60g, waarbij g = 9,81 m/s^2.



Figuur 3

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl

4p **c** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of aan de wettelijke richtlijnen voor de vertraging van een hoofd is voldaan.

Een autofabrikant heeft ooit een promotiefilmpje gemaakt om de veiligheid van een bepaald model auto aan te tonen. Daarbij viel de auto 15 m verticaal recht omlaag. De foto's in figuur 4 tonen drie screenshots uit het filmpje.

Figuur 4

3p **d** Bereken de snelheid waarmee de auto de grond raakte.

Copyright © 2020 Albert Goossens
www.hetgeheimvandedingen.nl