**2.1 Onderzoek naar bewegingen**

**Opgave 1**

Je maakt met een camera filmpjes van een draaiende witte schijf. De camera maakt 30 beeldjes per seconde. Op schijf zit op 20 cm van het draaipunt een zwarte stip.

Beredeneer hoe de zwarte stip op het videofilmpje lijkt te bewegen, als de schijf het volgende aantal omwentelingen per seconde maakt:

a 30

b 60

c 15

d 31

e 29

**Opgave 2**

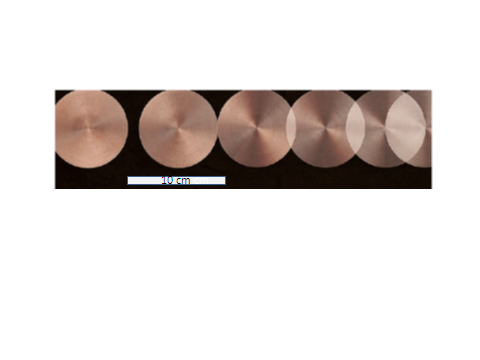
In figuur 1 zie je een stroboscopische foto waarop een schijf zes keer is afgebeeld. De stroboscoop geeft 25 flitsen per seconde.

a Leg uit of de snelheid waarmee de schijf beweegt toeneemt of afneemt.

b Bepaal hoeveel tijd er zit tussen het eerste en het laatste beeldje.

Op de foto staat een balk met een lengte van 10 cm.

c Bepaal de afstand die de schijf tussen de eerste en het zesde beeldje heeft afgelegd.



**Figuur 1**

**Opgave 3**

Een ultrasone plaatssensor staat op een bepaalde afstand van een voorwerp. De temperatuur van de lucht is 20 °C. Het tijdsverschil tussen het moment van uitzenden en ontvangen van een puls bedraagt 6,81∙10−3 s.

a Bereken de afstand tussen de plaatssensor en het voorwerp.

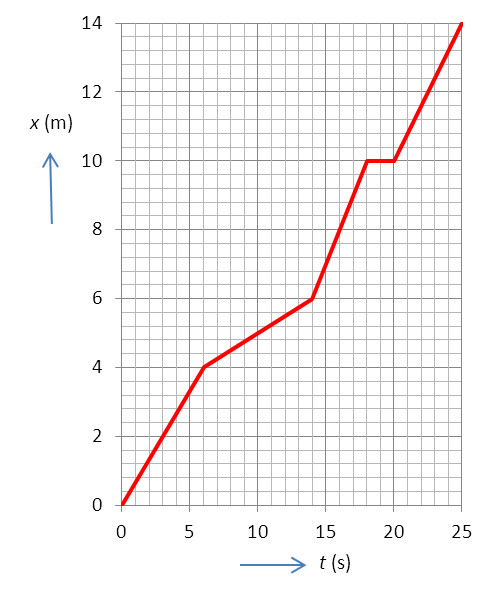
b Leg of het tijdsverschil groter of kleiner is als de temperatuur van de lucht groter dan 20 °C is.

**2.2 Eenparig rechtlijnige beweging**

**Opgave 4**

Bart maakt een fietstocht. De weg brengt hem over de top van een heuvel.

In figuur 2 zie het (plaats, tijd)-diagram) van een gedeelte van de fietstocht.



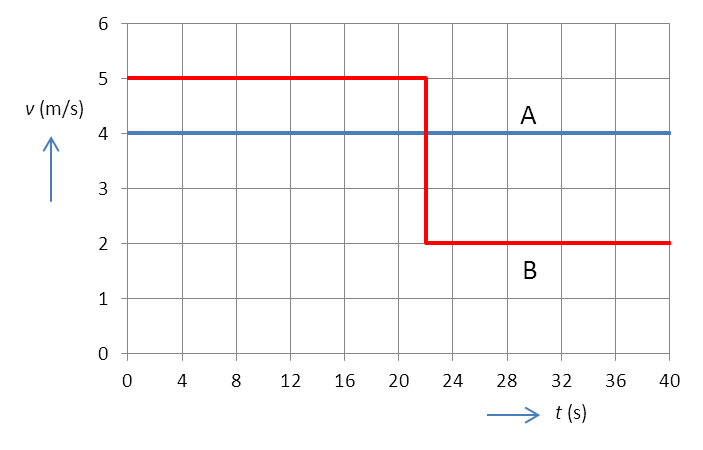
**Figuur 2**

a Leg uit op welk tijdstip Bart over de top van de heuvel gaat.

b Hoe lang houdt Bart een rustpauze? Licht je antwoord toe.

**Opgave 5**

In figuur 3 staat het (*v*,*t*)-diagram van twee fietsers, A en B.



**Figuur 3**

Op *t* = 0 s wordt fietser A door fietser B ingehaald.

a Hoe zie je aan het diagram dat fietser A wordt ingehaald en niet andersom?

b Kun je aan het diagram zien dat op *t* = 0 s de twee fietsers zich op dezelfde plaats bevinden?

c Hoe zie je dat fietser B al ingehaald is voordat er 40 s voorbij zijn?

**Opgave 6**

Je gaat 30 minuten fietsen. De eerste 15 minuten rijd je met een snelheid van 25 km/h; de tweede 15 minuten met een snelheid van 15 km/h.

a Toon aan dat je dan 10 km gefietst hebt.

b Bereken de gemiddelde snelheid in km/h.

Je klasgenoot legt op de fiets dezelfde afstand af. Hij rijdt de eerste helft van die afstand met een snelheid van 25 km/h; de rest met een snelheid van 15 km/h.

c Bereken zijn gemiddelde snelheid.

**Opgave 7**

a Bepaal in figuur 2 van opgave 4 de maximale snelheid die Bart bereikt.

b Toon aan in figuur 3 van opgave 5 dat op *t* = 33 fietser B wordt ingehaald door fietser A.

c Bepaal in figuur 3 van opgave 5 hoeveel meter er is gefietst voordat de inhaalmanoeuvre plaatsvond.

**2.3 Snelheid in een (plaats, tijd)-diagram**

**Opgave 8**

a Hoe kun je in figuur 2.3 op pagina 53 van het basisboek zien dat de bus steeds sneller gaat?

b Hoe kun je in figuur 2.4 op pagina 54 van het basisboek zien dat de bus steeds sneller gaat?

**Opgave 9**

In figuur 5 staat het (*x*,*t*)-diagram van de eerste twee seconden na de start van een hardloper.

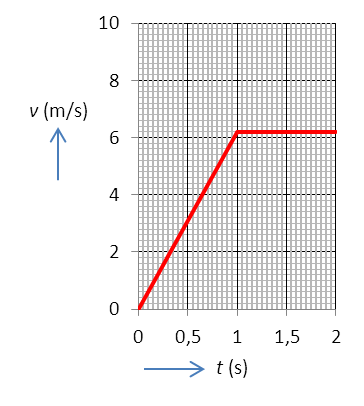
In figuur 6 staat het (*v*,*t*)-diagram.

Van *t* = 1 s tot *t* = 2 s is de (*x*,*t*)-grafiek een rechte lijn en de (*v*,*t*)-grafiek een horizontale lijn.

a Leg uit een rechte lijn in een (*x*,*t*)-diagram leidt tot een horizontale lijn in een (*v*,*t*)-diagram.

Van *t* = 0 s tot *t* = 1 s is de (*x*,*t*)-grafiek krom en de (*v*,*t*)-grafiek een rechte lijn

b Leg uit dat een rechte lijn in een (*v*,*t*)-diagram leidt tot een kromme lijn in een (*x*,*t*)-diagram.



**Figuur 5 Figuur 6**

**Opgave 10**

In figuur 5 van opgave 9 staat het (*x*,*t*)-diagram van de eerste twee seconden na de start van een hardloper. In figuur 6 van opgave 9 staat het (*v*,*t*)-diagram.

De snelheid die je op een tijdstip afleest in figuur 6 moet dezelfde zijn als de snelheid die volgt uit het (*x*,*t*)-diagram.

a Controleer dit voor het tijdstip *t* = 1,50 s.

b Controleer dit voor het tijdstip 0,50 s.

De verplaatsing in een tijdsperiode die je bepaalt in het (*x*,*t*)-diagram moet dezelfde zijn als de verplaatsing die volgt uit het (*v*,*t*)-diagram.

c Controleer dit de verplaatsing van *t* = 0,50 s tot *t* = 1,50 s.

**Opgave 11**

In figuur 5 bij opgave 9 staat het (*x*,*t*)-diagram van de eerste twee seconden na de start van een hardloper. In figuur 6 bij opgave 9 staat het (*v*,*t*)-diagram.

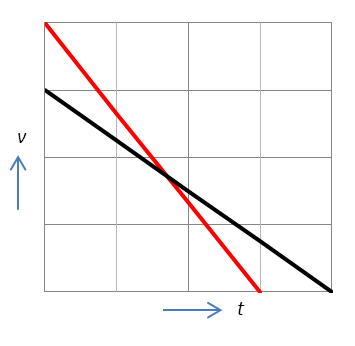
a Bereken met behulp van figuur 5 de gemiddelde snelheid van de sprinter gedurende de eerste twee seconden van de start.

b Leg uit hoe je deze gemiddelde snelheid in het (*v*,*t*)-diagram van figuur 6 kunt afleiden.

**2.4 Versnelde beweging**

**Opgave 12**

In figuur 9 zie je de (*v*,*t*)-grafieken van twee remmende auto’s, A en B.



**Figuur 9**

a Is de vertraging die auto A ondervindt groter dan, kleiner dan of gelijk aan die van auto B? Licht je antwoord toe.

b Is de remweg die auto A ondervindt groter dan, kleiner dan of gelijk aan die van auto B? Licht je

antwoord toe.

**Opgave 13**

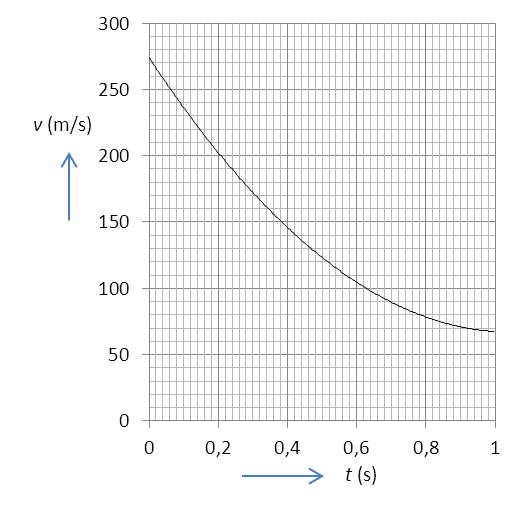
In figuur 10 staat het (*x*,*t*)-diagram van de start van een sprinter.



**Figuur 10**

Leg uit hoe je de gemiddelde versnelling kunt bepalen in de periode *t* = 0 s en *t* = 2 s.

**Opgave 14**

Bij het ontwikkelen van schietstoelen moet je rekening houden met de maximale versnelling die een mens kan verdragen. Een test wordt uitgevoerd met een door een raket aangedreven slee. De slee bereikt een snelheid van ruim duizend kilometer per uur. Tijdens het laatste stuk werd de slee afgeremd in een bak met water. In figuur 11 zie je het (*v*,*t*)-diagram van de beweging van de slee tijdens de eerste seconde in de bak met water.

a Bepaal de vertraging op *t* = 0 s.

b Bepaal de gemiddelde vertraging gedurende de eerste seconde.

c Bepaal de remweg van de slee gedurende de eerste seconde.

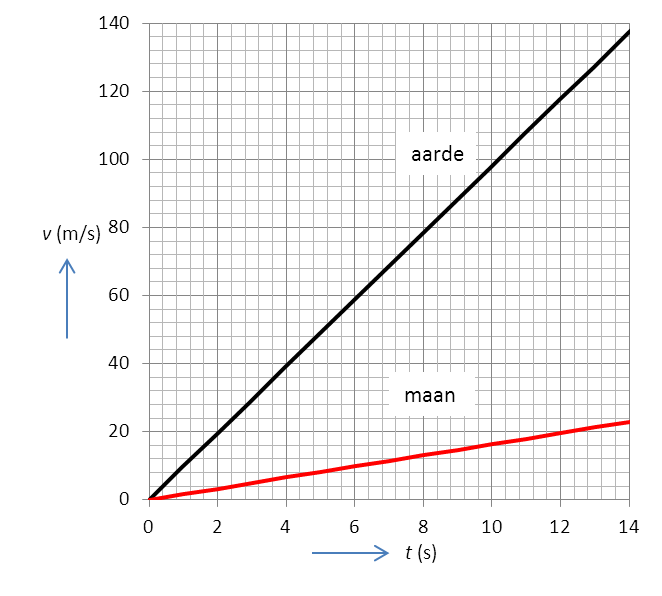
**Figuur 11**

**2.5 Gebruik van diagrammen**

**Opgave 15**

De valversnelling op de maan is zes keer zo klein als de valversnelling op aarde.

In figuur 14 staan de (*v*,*t*)-grafieken van een vrije val op de maan en op de aarde.



**Figuur 14**

Een kogeltje valt van dezelfde hoogte op de maan als op aarde. Neem aan dat de val zowel op de maan als op aarde een vrije val is.

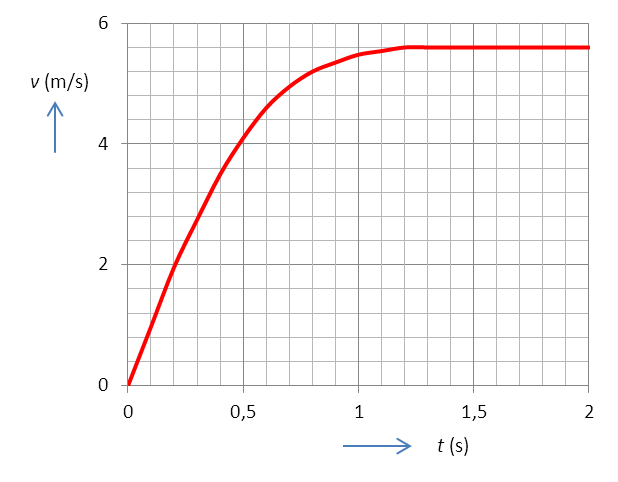
a Leg uit dat de oppervlakte onder de twee (*v*,*t*)-grafieken gelijk is als de kogeltjes van dezelfde hoogte vallen.

Je vergelijkt de snelheid waarmee het kogeltje op de aarde de grond treft met de snelheid waarmee het kogeltje op de maan de grond treft.

b Is de snelheid op de aarde minder dan zes keer zo groot als, zes keer zo groot als, of meer dan zes keer zo groot als de snelheid op de maan? Licht je antwoord toe.

Je vergelijkt het tijdstip waarop het kogeltje op de aarde de grond treft met het tijdstip waarop het kogeltje op de maan de grond treft.

c Is het tijdstip op de aarde minder dan zes keer zo klein als, zes keer zo klein als, of meer dan zes keer zo klein als het tijdstip op de maan? Licht je antwoord toe.

**Opgave 16**

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

Leg uit hoe je aan het (*v*,*t*)-diagram kunt zien dat de valbeweging van de regendruppel in het begin een vrije val is.

**Figuur 15**

**Opgave 17**

Een steen valt 2,0 s voordat hij de bodem van een diepe put bereikt. Neem aan dat de luchtweerstand is te verwaarlozen.

a Toon met behulp van een diagram aan dat de put 20 m diep is.

Femke laat een steen in de put vallen.

b Bereken na hoeveel seconde zij hoort dat de steen de bodem van de put bereikt. De temperatuur is gelijk aan 20 °C (= 293 K).

**Opgave 18**

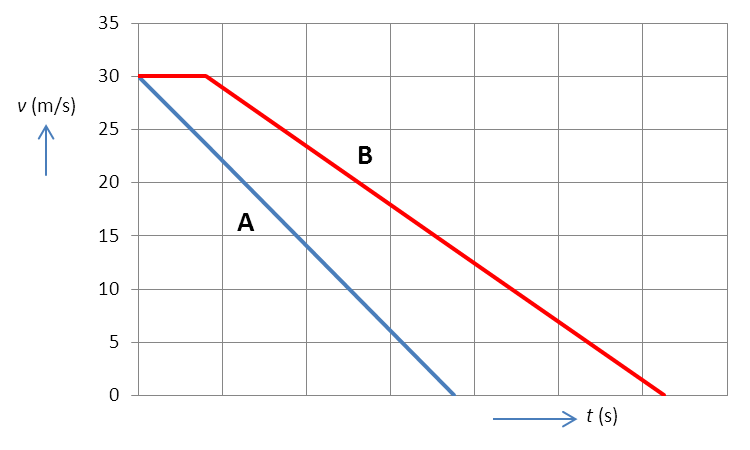
De twee-seconde-regel zegt: ‘Wanneer de auto voor je een vast punt zoals een verkeersbord passeert, begin je te tellen. Wanneer je na twee seconden zelf voorbij dat vast punt rijdt, heb je een veilige afstand tot je voorligger.

Auto A rijdt met een snelheid van 108 km/h achter auto B die dezelfde snelheid heeft. De bestuurder van auto B zorgt ervoor dat zijn auto precies op ‘twee seconden afstand’ van auto A blijft.

Auto A remt plotseling. De bestuurder van auto B trapt 0,60 s daarna op de rem. Vervolgens duurt het nog 0,20 s voordat de reminstallatie de remmen activeert.

De remvertraging van A is 8,0 m/s2. Auto B kan slechts met een vertraging van 5,50 m/s2 remmen.

In figuur 16 staat een (*v*,*t*)-diagram zonder getallen bij de tijd-as.



**Figuur 16**

a Toon aan dat auto A na 3,75 s s stilstaat.

b Toon aan dat auto B na 0,80 s begint te remmen.

c Toon aan dat auto B na 6,25 s stilstaat.

d Bepaal de afstand tussen A en B als beide auto’s stilstaan.