

LPD 29 De leerlingen beschrijven de rechtlijnige beweging in bewegings- en sportsituaties.

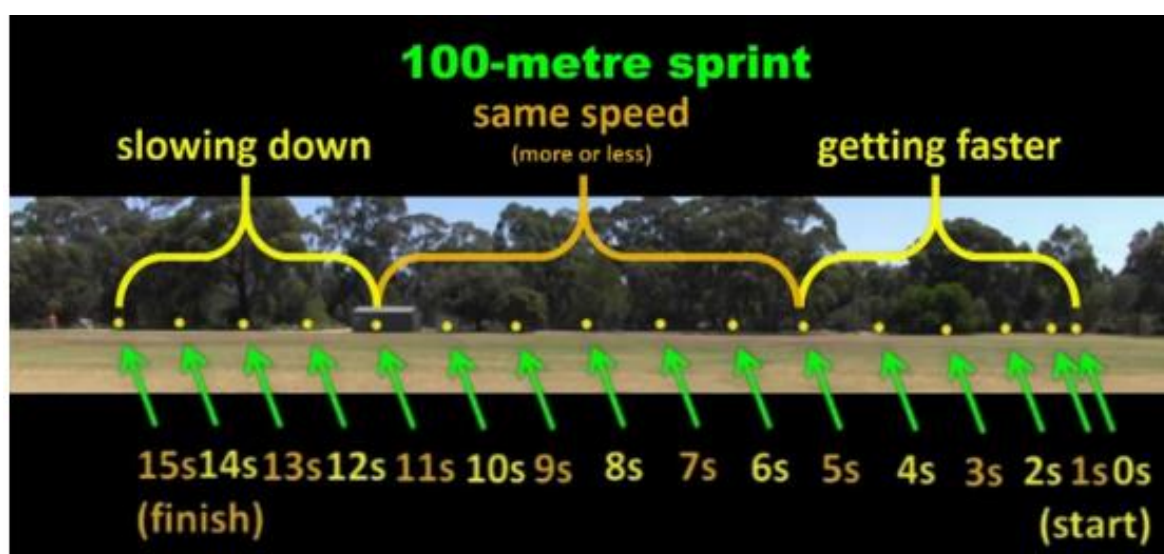
Samenhang tweede graad: II-Nat-da LPD 25

- ✓ Je kan hier een analyse maken van bv. de snelheid bij de 100 m sprint. (bv. Usain Bolt Peking 2008).
- ✓ Je kan hier met grafieken werken (snelheidsgrafieken zijn het eenvoudigst).
- ✓ Je kan hier het verschil duiden tussen gemiddelde en ogenblikkelijke snelheid. Een wielertoerist die een gemiddelde haalt van bv. 25 km/h is al een goede fietser daar je in het verkeer soms moet vertragen, even stilstaan ...

Gemiddelde en ogenblikkelijke snelheid bij de 100 m sprint

Een sportieve leraar fysica loopt de 100 m in 15 s. In de eerste 5 s versnelt hij, daarna kan hij zijn topsnelheid gedurende een 6-tal s aanhouden, waarna hij de laatste 4 s al een beetje vertraagt.

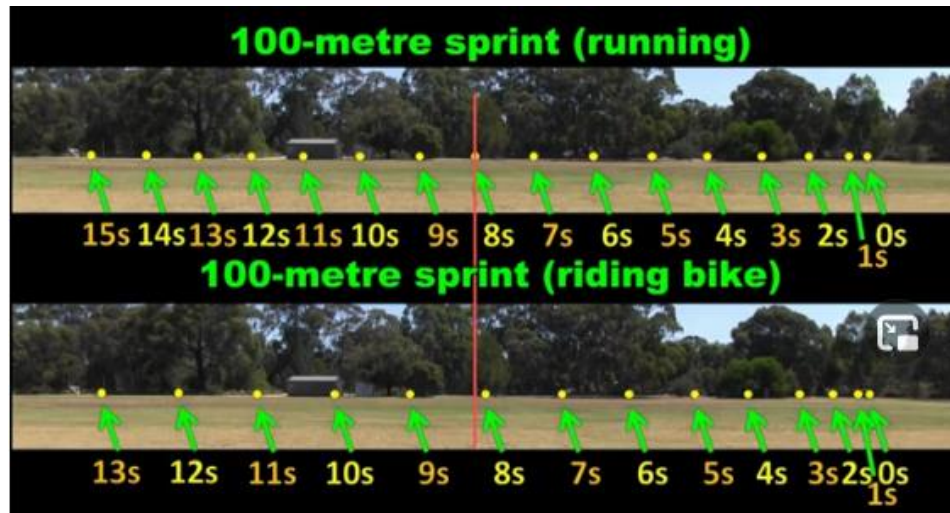
<https://www.liacoseducationalmedia.com/shedding-light-on-motion-episode-1-speed>



Mijn gemiddelde snelheid $v_g = 100 \text{ m} / 15 \text{ s} = 6,7 \text{ m/s}$.

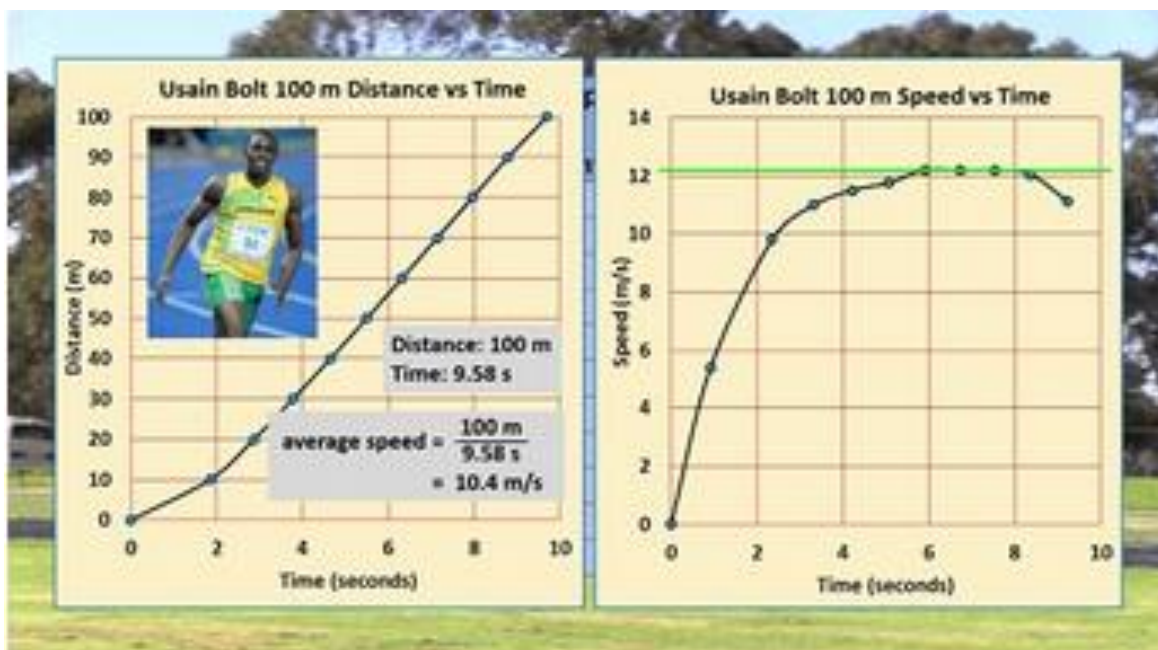
Met de fiets is in het begin mijn snelheid kleiner, maar na 8 s bereik ik een hoger snelheid waardoor ik de 100 m afleg in 13 s:

$$v_g = 100 \text{ m} / 13 \text{ s} = 7,7 \text{ m/s.}$$



Onze sportieve leraar die de 100 m loopt, zal op het einde zijn topsnelheid niet kunnen aanhouden. Dit is zelfs zo voor topatleten. De winnaar is meestal diegene die zijn topsnelheid het langst kan aanhouden.

Hieronder zie je de plaats(tijd)-grafiek en de snelheid(tijd)-grafiek van Usain Bolt bij zijn wereldrecord op de 100 m tijdens het WK te Berlijn in 2009.

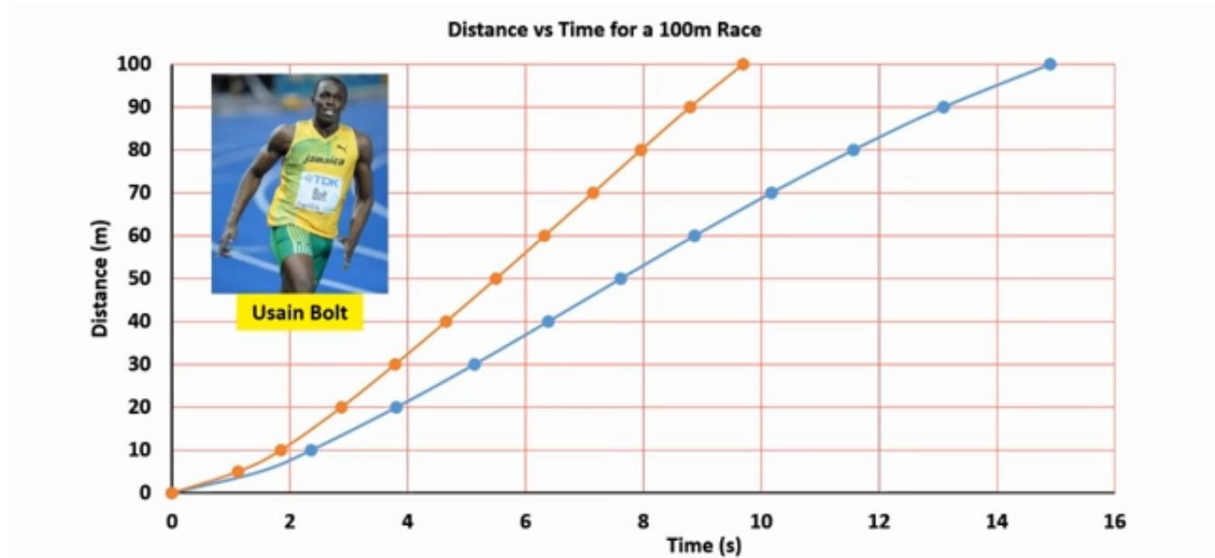


Vanaf 4 s bereikt hij zijn topsnelheid. Vanaf dan zie we een schuine rechte op het plaats(tijd)-diagram.

Op het snelheid(tijd)-diagram zie je dat hij zijn topsnelheid maar een 3-tal seconden aanhoudt. Als je de [beelden](#) nog eens bekijkt, dan weet je dat Bolt, zegezeeker als hij was, de laatste 5 m niet meer doorgetrokken heeft.

De gemiddelde snelheid was 10,4 m/s, terwijl zijn topsnelheid 12 m/s is. Dit betekent 43 km/h. Daar moet je al een goede fietser voor zijn.

Vergelijking van de fysica leraar met Usain Bolt

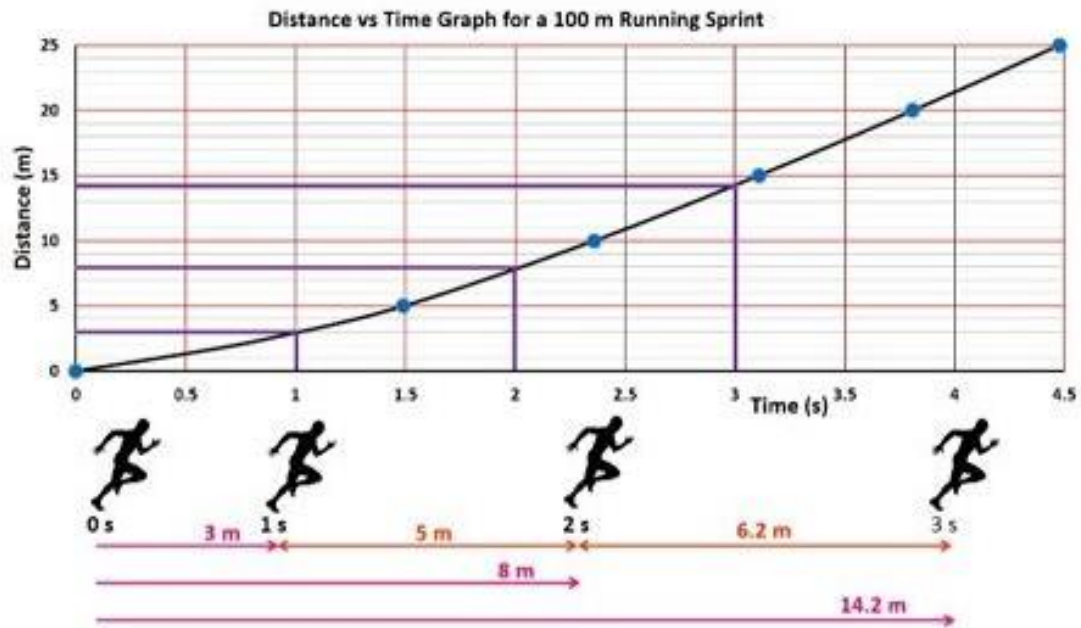


Je merkt dat de plaats(tijd)-grafiek van Bolt steiler is dan bij de leraar. Dus, hoe steiler de plaats(tijd)-grafiek, hoe groter de snelheid.

Versnelling:

Onderstaande plaats(tijd)-grafiek wordt steeds steiler. We hebben een versnelde beweging. Immers

- in de 1^{ste} s wordt 3 m afgelegd;
- in de 2^{de} s wordt 5 m afgelegd;
- in de 3^{de} s wordt 6,2 m afgelegd.



Bron: <https://www.liacoseducationalmedia.com/shedding-light-on-motion-episode-4-graphing-motion>

Grafische voorstelling van bewegingen

Zie: [Natuurkunde uitleg over afstand en snelheid grafieken \(meneerwietsma.nl\)](http://meneerwietsma.nl)

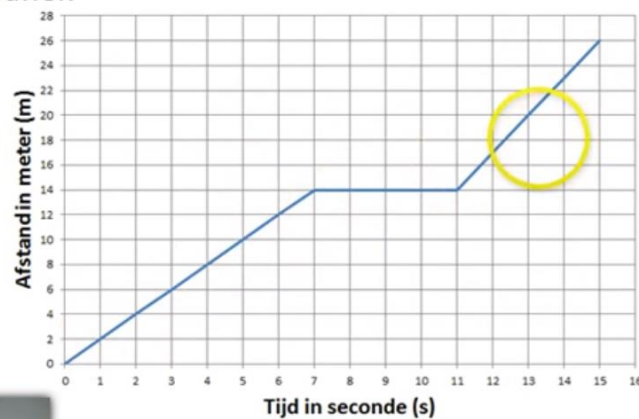
Uit een plaats(tijd)-diagram kan je snelheden bepalen.

Hieronder is de snelheid berekent tussen 0 en 7 s en tussen 11 en 15 s.

Afstand,tijd-grafiek

Afstand kun je aflezen

Snelheid moet je berekenen



$$v = \frac{s}{t} = \frac{14}{7} = 2 \text{ m/s}$$

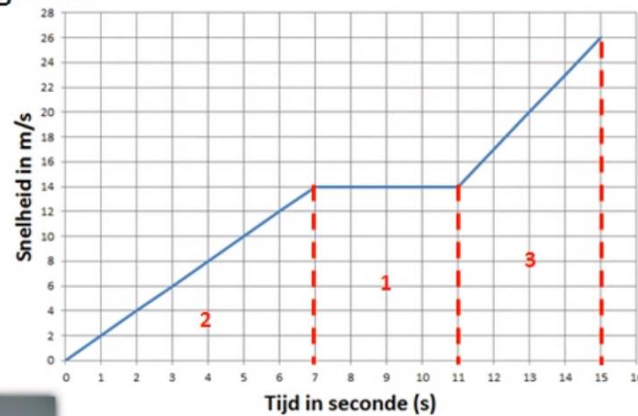
$$v = \frac{s}{t} = \frac{12}{4} = 3 \text{ m/s}$$

Uit een snelheid(tijd)-diagram kan je afstanden bepalen.

Snelheid,tijd-grafiek

Snelheid kun
je aflezen

Afstand moet
je berekenen



$$\begin{aligned} 1 \quad s &= v \cdot t = 14 \cdot 4 = 52 \text{ m} \\ 2 \quad s &= v \cdot t = 7 \cdot 7 = 49 \text{ m} \\ 3 \quad s &= v \cdot t = 20 \cdot 4 = 80 \text{ m} + \\ \text{Totaal} &= 181 \text{ m} \end{aligned}$$

Extra video grafieken van snelheid en beweging

[V4 H1.2 Snelheidsgrafieken - YouTube](#)

Leerdoelen

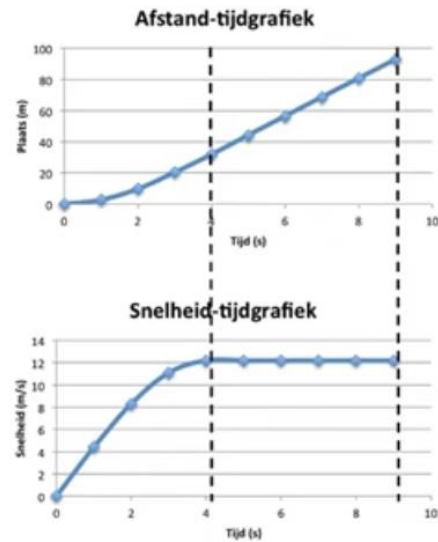


- Aan het einde van deze video kun je:
 - een (v,t)-diagram tekenen bij een gegeven (x,t)-diagram;
 - aan een (v,t)-diagram herkennen of een beweging eenparig is of niet;
 - de verplaatsing bepalen uit een (v,t)-diagram met behulp van de oppervlakte onder de grafiek;
 - de gemiddelde snelheid bepalen uit een (v,t)-diagram.

Eenparige beweging



- Een beweging met een constante snelheid noem je een eenparige beweging
- In een (x,t) -diagram is een eenparige beweging een schuine rechte lijn
- In een (v,t) -diagram is een eenparige beweging een horizontale rechte lijn



Beklimming van de Mont Ventoux

Voor heel wat Vlaamse fietsliefhebbers is de beklimming van de Mont Ventoux in de Provence een ware uitdaging. Op [De Kale Berg - De klim vanuit Bedoin](#) lezen we dat de gemiddelde wielierliefhebber over de 21 km vanuit Bédoin (de zwaarste klim; je hebt ook nog Malaucène en Sault) 2 h 25 min nodig heeft. De recordhouder is de spanjaard Iban Mayo in 55 min 51 s.



We berekenen bij beiden de gemiddelde snelheid:

Wielierliefhebber: $v_g = 21000 \text{ m} / (145 \times 60) \text{ s} = 2,4 \text{ m/s} = 8,7 \text{ km/h}$

Iban Mayo: $v_g = 21000 \text{ m} / (55 \times 60 + 51) \text{ s} = 6,26 \text{ m/s} = 22,6 \text{ km/h}$

Een interessante ppt over deze leerstof vind je op

<http://users.skynet.be/fd019920/Powerpoint/ppt%20lessen%204es/eenparig%20rechtlijnige%20beweging.pps>.

1 Ogenblikkelijke en gemiddelde snelheid



1.1 Ogenblikkelijke snelheid

Wanneer je met de auto rijdt, kan je op elk moment op de snelheidsmeter aflezen wat de snelheid is waarmee je rijdt. Deze snelheid verandert vaak.

Deze snelheid noemen we de **ogenblikkelijke snelheid** en we zullen deze voorstellen met de letter v_t (van *velocity*).

De **ogenblikkelijke snelheid** v_t is de snelheid op een bepaald tijdstip t .

De ogenblikkelijke snelheid wordt uitgedrukt in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ of $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

1.2 Gemiddelde snelheid

De snelheid waarmee we lopen of fietsen, verandert frequent tijdens deze activiteit. Ze zakt tijdens een klim, stijgt tijdens een versnelling enz. Achteraf ben je vaak geïnteresseerd in de gemiddelde snelheid: heb ik het totale traject aan de gewenste snelheid gelopen, gefietst?

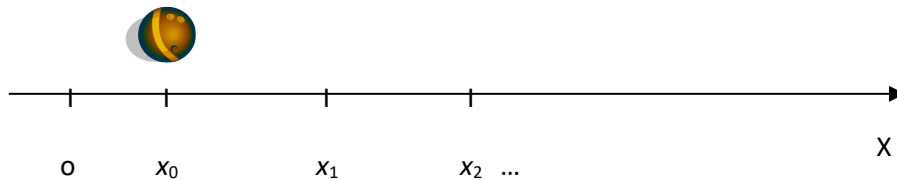
Wanneer je in 2 uur met de fiets een afstand van 38 km hebt afgelegd, weet je dat je gemiddelde snelheid 19 km/h was. Je berekent de gemiddelde snelheid door de afgelegde weg te delen door de tijdsduur.

De **gemiddelde snelheid** v_g is gelijk aan de verhouding van de afgelegde weg Δs tot het beschouwde tijdsduur Δt .

$$v_g = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{in } \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ of } \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Voorstelling van rechtlijnige bewegingen

Stel dat een bowlingbal een rechtlijnige beweging naar rechts uitvoert vanaf het moment dat hij op de baan neerkomt in x_0 . Deze beweging wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Rechtlijnige bewegingen van voorwerpen beschrijven we steeds langs een **X-as**.

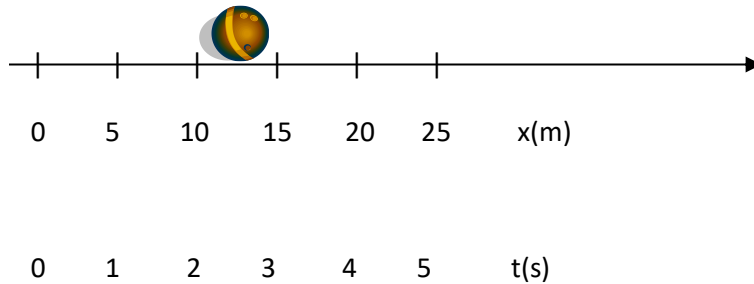
We gaan hierbij als volgt te werk:

- we leggen de X-as op de baan van de beweging; de X-as heeft dan dezelfde **richting** als de baan;
- we nemen als oriëntatie van de X-as (= de pijlpunt) de **bewegingszin**;
- de oorsprong o van de X-as is het **referentiepunt**;
- de **plaats of positie** van het voorwerp wordt gegeven door zijn **getalcoördinaat x** t.o.v. dit referentiepunt.

Bij rechtlijnige bewegingen is de **afgelegde weg** gelijk aan de **plaatsverandering** en wordt weergegeven met het symbool Δx .

2 Kenmerken van een eenparig rechtlijnige beweging

Stel dat de bowlingbal (uit vorige paragraaf) elke seconde 5m aflegt.



De bowlingbal legt dan in gelijke tijdsintervallen gelijke afstanden af. We zeggen dat de bowlingbal een **eenparig** rechtlijnige beweging uitvoert.

Een rechtlijnige beweging waarbij in gelijke tijdsintervallen Δt gelijke afstanden Δx worden afgelegd, noemen we een **eenparig rechtlijnige beweging (ERB)**.

Met een proef ga je de kenmerken van een ERB achterhalen.

Proef met luchtbel

Je gaat IN GROEP een proef uitvoeren.

Het is de bedoeling dat je deze proef uitvoert zonder hulp van de leerkracht of medeleerlingen uit andere groepen. Daarom is het zeer belangrijk dat je de tijd neemt om eerst de “instructies en tips bij leerlingpractica” en daarna de tekst hieronder aandachtig te lezen.

Iedereen neemt zijn verantwoordelijkheid bij het uitvoeren van de proef en het invullen van zijn werkboek. Probeer door overleg binnen de groep eventuele problemen op te lossen, lukt dat echt niet, vraag dan hulp aan de leerkracht, stoer andere groepen niet!

Sla in ieder geval nooit iets over.

- 1 leerling van het groepje gaat achteraan in de klas een lange glazen buis halen. WEES VOORZICHTIG!
- Noteer het nummer van de buis: nr.

Doel:

In de lange glazen buis die met olie gevuld is, zit een luchtbel opgesloten. Op de buis werd om de 10 cm een streepje aangebracht. Wordt de buis schuin gehouden met de luchtbel aan de onderkant, dan zal de luchtbel langzaam stijgen. Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de snelheid van de luchtbel.

Opstelling:

Plaats de buis schuin bovenaan tegen je eigen tafel en onderaan tegen de trede van de rij achter je met de luchtbel onderaan. Zorg ervoor dat de helling van de buis tijdens de meting niet verandert.

Werkwijze:

1. Volg de luchtbel zodat je er recht op kijkt! Op het ogenblik dat het einde van de luchtbel voorbij het eerste streepje komt, start je de chronometer van je horloge of GSM.
2. Laat de chronometer gedurende het ganse experiment voortlopen.
3. Wanneer het einde van de luchtbel voorbij een volgend streepje gaat, noteer je de tijd t in seconden (geen kommagetallen!) in de 3de kolom van de tabel op volgende bladzijde, enz.
4. Hoe groot is de afgelegde weg Δx tussen twee opeenvolgende streepjes?
Noteer deze waarde in **m** in de 5de kolom.
5. Bereken de tijdsduur Δt die de luchtbel nodig had om van het ene tot het andere streepje te geraken. Noteer deze waarden in de 6de kolom.
6. Bereken telkens tussen 2 opeenvolgende streepjes de gemiddelde snelheid van de luchtbel v_g .
Noteer deze waarden met **2 zinvolle cijfers** in de 7de kolom.
7. 1 leerling van het groepje legt voorzichtig de glazen buis terug achteraan in de klas.

Metingen en berekeningen:

Nr. streep	plaats x (m)	tijdstip t (s)				
			Tussen streepjes	afgelegde weg Δx (m)	tijdsduur Δt (s)	Snelheid $v_g = (m/s)$
1	0	0				
2	0,10		1 en 2			
3	0,20		2 en 3			
4	0,30		3 en 4			
5	0,40		4 en 5			
6	0,50		5 en 6			
7	0,60		6 en 7			
8	0,70		7 en 8			
8	0,80		8 en 9			
9	0,90		9 en 10			
10	1,00		10 en 11			

Besluit:

Voert deze luchtbel een eenparig rechtlijnige beweging uit?

Indien ja, waarom? (Wees volledig!)

Indien neen, toon je meetresultaten aan de leerkracht?

Verandert de snelheid van de luchtbel beduidend?

Indien ja, toon je tabel aan de leerkracht.

Bij een ERB is de snelheid v op elk ogenblik even groot. We spreken bij een ERB dan ook niet over de ogenblikkelijke snelheid en de gemiddelde snelheid maar kortweg over **de snelheid v** .

Bij een ERB geldt:

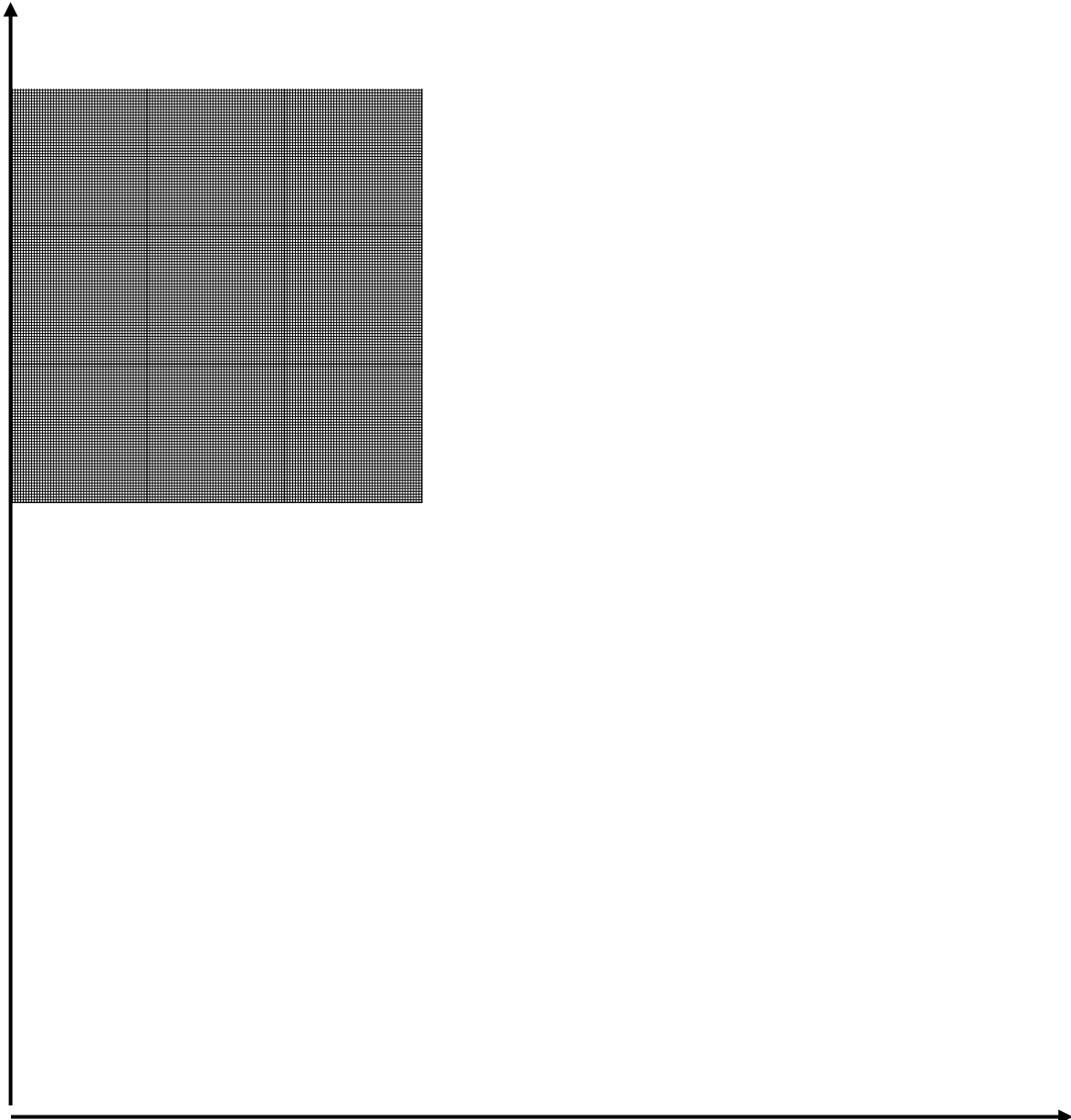
$$v = \langle v \rangle = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ is constant}$$

Grafieken:

1. $x(t)$ -grafiek tekenen

De plaats x van de luchtbel is een **functie** van de tijd t . Kort genoteerd: $x(t)$

Stel de plaats x van de luchtbel als functie van de tijd t voor; m.a.w. teken de **$x(t)$ -grafiek** op het mm-papier. Volg zorgvuldig de instructies onder het mm-papier.



- Langs de horizontale as komen de tijdstippen t uit de 3de kolom. Benoem deze as door ' $t(s)$ ' te noteren aan het einde van deze t -as.
- De kleinste waarde van t die je moet voorstellen op de grafiek is 0 s.
- Wat is de grootste waarde van t die je moet voorstellen op de grafiek? ...
- Kies een schaal zodanig dat je een groot deel van het mm-papier gebruikt en plaats deze schaalverdeling op de t -as.
- Langs de verticale as komen de plaatsen x uit de 2de kolom. Benoem deze as door ' $x(m)$ ' te noteren bij het einde van deze as.
- De kleinste waarde van x die je moet voorstellen op de grafiek is 0 m.
- Wat is de grootste waarde van x die je moet voorstellen op de grafiek? ...
- Kies een geschikte schaal en plaats deze schaalverdeling op de x -as.
- Teken zeer nauwkeurig met een fijn kruisje in potlood alle gemeten koppels (x,t) (2de en 3de kolom) op het mm-papier.

2. Kenmerken van de $x(t)$ -grafiek

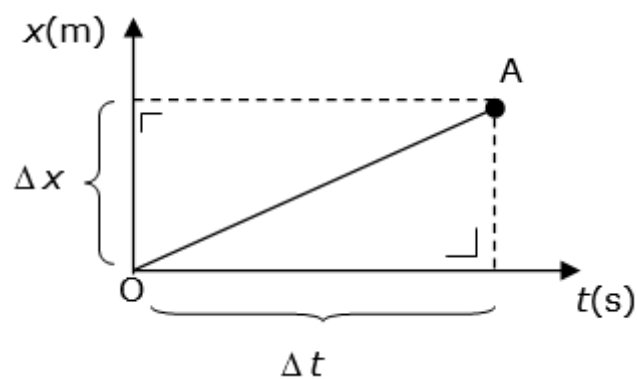
- Neem een latje en controleer of alle punten van de $x(t)$ -grafiek die je tekende ongeveer op een halfrechte die vanuit de oorsprong vertrekt, liggen.
Indien dit niet het geval is, laat je grafiek dan door de leerkracht controleren.
- Teken de halfrechte door de oorsprong die goed tussen de andere punten doorgaat. D.w.z. zodanig dat er evenveel punten boven als onder deze lijn liggen.
Deze lijn noemen we de "**beste**" halfrechte.

Bij een ERB is de $x(t)$ -grafiek een halfrechte.

Bij een ERB is de $x(t)$ -functie een eerste graadsfunctie.

- Uit de $x(t)$ -grafiek van een voorwerp dat een ERB uitvoert, kan de snelheid v van dat voorwerp grafisch bepaald worden.

In een tijdsduur Δt wordt een afstand Δx afgelegd.



Uit je wiskundelessen weet je dat de helling of richtingscoëfficiënt van de halfrechte gelijk is aan $\Delta x / \Delta t$, maar dit is ook de snelheid v . Dus door de richtingscoëfficiënt van de halfrechte te berekenen ken je de snelheid van de ERB.

Bij een ERB wordt de snelheid v gegeven door de **helling** van de halfrechte in de $x(t)$ -grafiek.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ de richtingscoëfficiënt van de halfrechte}$$

- Bepaal de richtingscoëfficiënt van de halfrechte die je op de $x(t)$ -grafiek tekende.

Ga als volgt te werk!

- Plaats een punt A op de halfrechte.
- Lees de waarde van Δx op de $x(t)$ -grafiek af. $\Delta x = \dots$
- Lees de waarde van Δt op de $x(t)$ -grafiek af. $\Delta t = \dots$
- Bereken de richtingscoëfficiënt : $\text{rico} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$ (met 2 z.c.!).

Is de richtingscoëfficiënt van de halfrechte bij benadering gelijk aan de snelheid van de luchtbel?

Indien neen, laat je berekeningen door de leerkracht controleren.

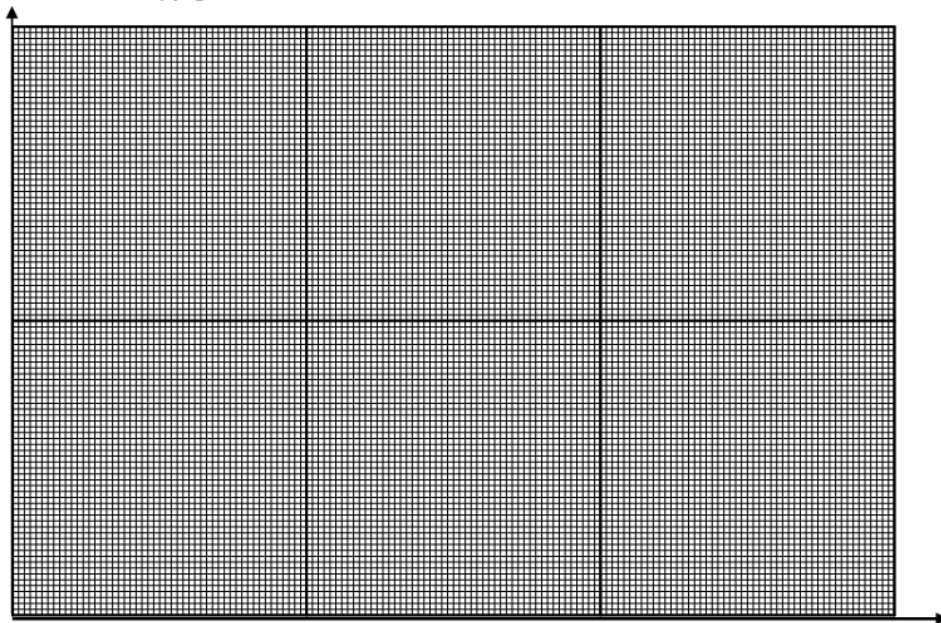
3. $v(t)$ -grafiek tekenen

Stel de snelheid v van de luchtbel grafisch voor in functie van de tijd t ; m.a.w. teken de **$v(t)$ -grafiek** van de luchtbel op het mm-papier hieronder. Ga op dezelfde manier te werk als bij de $x(t)$ -grafiek.

- Plaats bij as de juiste grootte met zijn eenheid tussen haakjes dus: $v(\text{m/s})$ en $t(\text{s})$.
- Kies geschikte schaalverdelingen en plaats ze op de assen.
- Je weet dat de snelheid v constant is, hoe ziet de $v(t)$ -grafiek er bijgevolg uit?

De $v(t)$ -grafiek is ...

- Teken de $v(t)$ -grafiek m.b.v. de **berekende** waarde van de snelheid v .



Bij een ERB is de **$v(t)$ -grafiek** een halfrechte evenwijdig met de t -as.

Bij een ERB is de $v(t)$ -functie een constante (onafhankelijk van t).

Opdrachten ERB

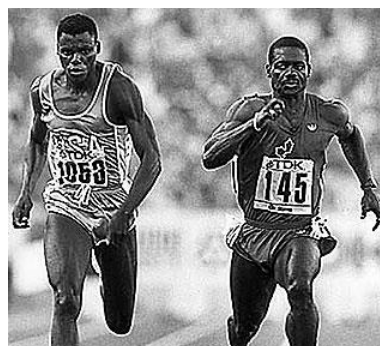
Opdracht 1

Bij de 4 x 100 m estafette loopt de tweede loper zijn 100 m in 12,80 s. Bereken de gemiddelde snelheid van deze loper **in m/s én in km/h**.

Opdracht 2

De biomechanische faculteit van de universiteit van Praag publiceerde volgende tabel. Het zijn gegevens over de finale 100 m op het WK in Rome, gelopen door Ben Johnson en Carl Lewis.

	Johnson	Lewis
x (m)	t (s)	t (s)

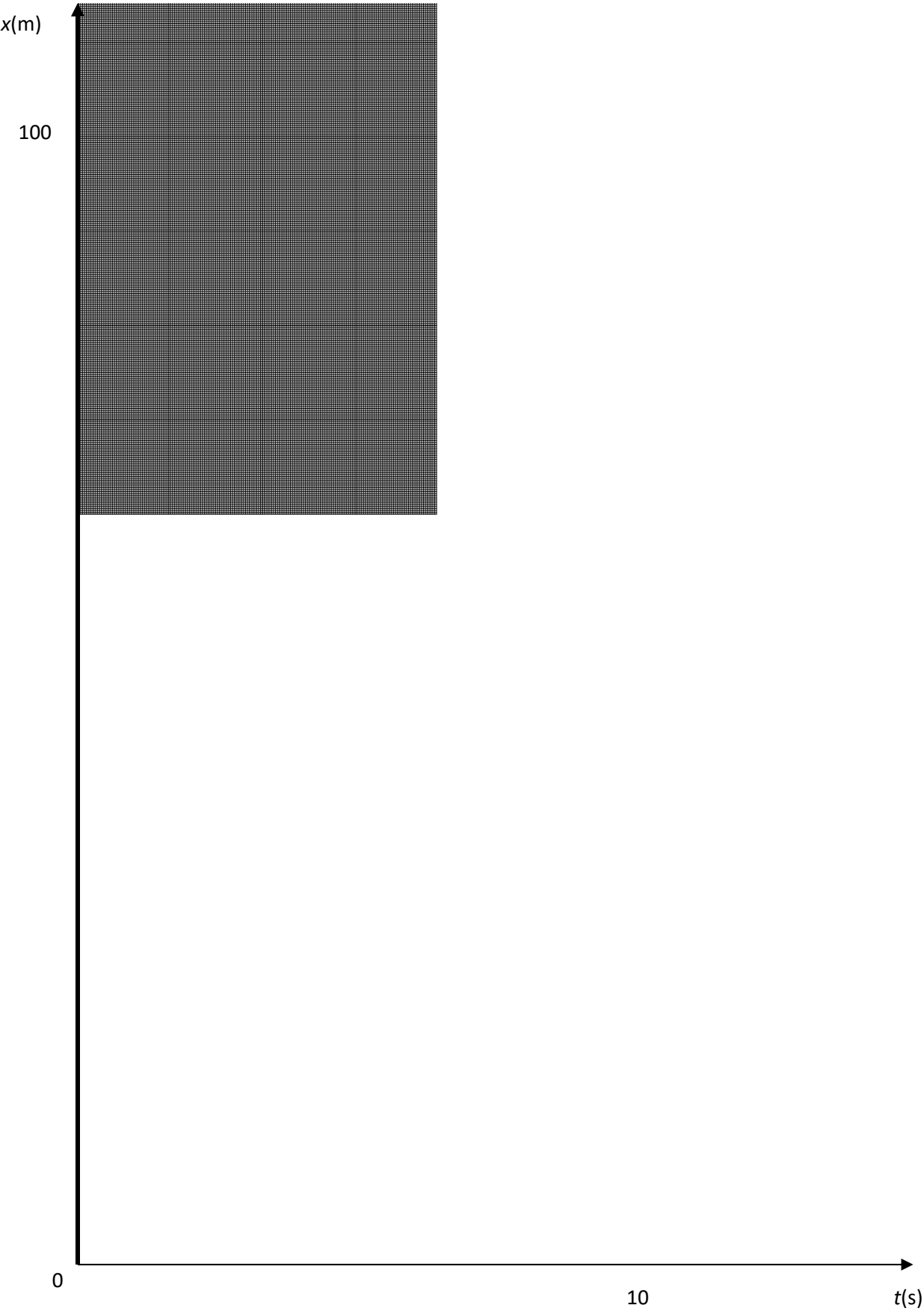


0	0	0
10,0	1,86	1,94
20,0	2,87	2,97
30,0	3,80	3,92
40,0	4,66	4,77
50,0	5,55	5,67
60,0	6,38	6,50
70,0	7,21	7,33
80,0	8,11	8,23
90,0	8,98	9,09
100,0	9,83	9,93

- Teken de $x(t)$ -grafiek voor Johnson. (op volgende pagina)
- Na hoeveel meter werd de beweging van Johnson bij benadering een ERB? ...
Hoe weet je dat? ...
- Bereken de snelheid **in m/s én in km/h** waarmee Johnson de laatste 80,0 m aflegde.

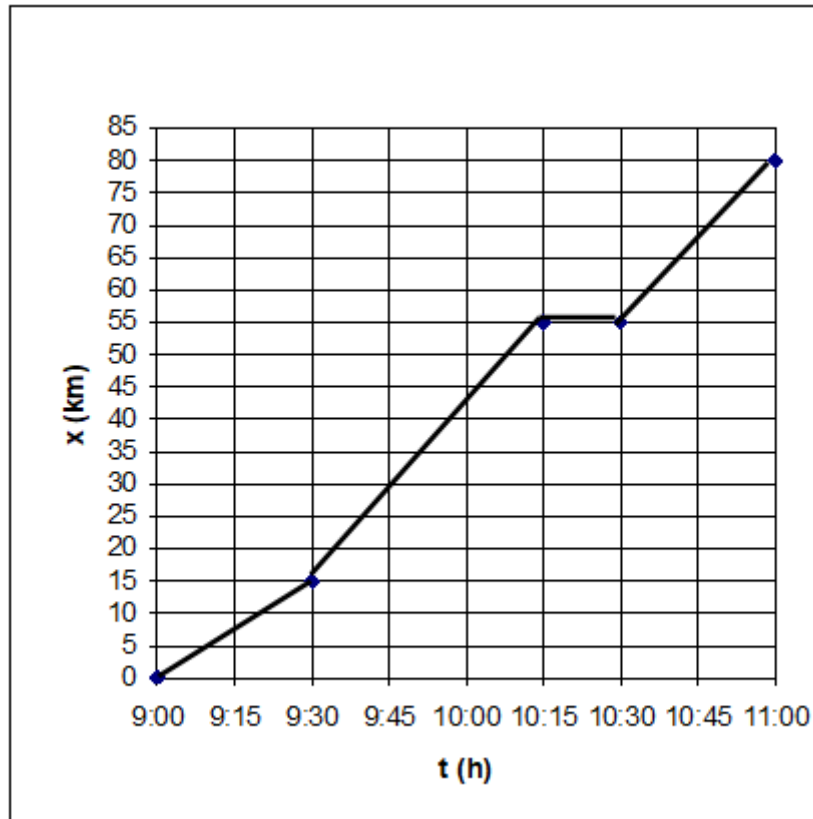
Ook de beweging van Lewis was bij benadering een ERB na 20 m.

- Na hoeveel seconden werd de beweging van Lewis bij benadering een ERB? ...
- Wat weet je dus van de snelheid van Johnson en Lewis in de laatste 80 m?
- Waarom won Johnson dus van Lewis? ...



Opdracht 3

Bekijk de $x(t)$ -grafiek van een fietser.



- Wanneer is de fietser vertrokken?
- Hoelang heeft hij dan aan dezelfde snelheid gereden?
- Hoever was hij dan van zijn startpunt?
- Wat gebeurde er om 9:30 h?
- Wat gebeurde er tussen 10:15 h en 10:30 h?
- Bereken de snelheid (in km/h) die hij om 10:00h had.
- Met welke snelheid (in km/h) legde hij het laatste stuk af?

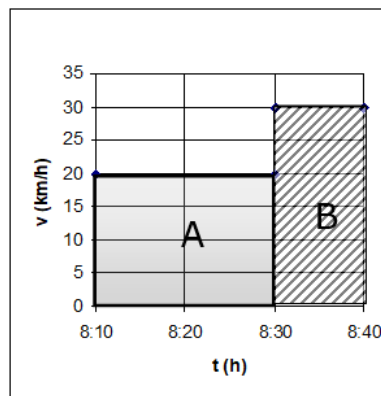
Opdracht 4

Bij de 100 m sprint op school bereiken goede lopers na 30 m hun maximale snelheid van

8,5 m/s. Ze kunnen deze snelheid aanhouden tot aan de finish. In hoeveel seconden worden de laatste 70 m afgelegd?

Opdracht 5

Bekijk de $v(t)$ -grafiek van een fietser.



- Beschrijf met woorden hoe de snelheid verloopt in functie van de tijd.
- Hoe ver (in km) was de fietser van het startpunt na 20 min fietsen?

Omdat de snelheid gegeven is in km/h, zal je de tijdsduur eerst moeten omzetten van min naar h.

Belangrijke opmerking

De oppervlakte van de rechthoek A in de $v(t)$ -grafiek is gelijk aan hoogte x basis = $v \cdot \Delta t$

Dit is dezelfde formule als die voor het berekenen van de afgelegde weg $\Delta x = v \cdot \Delta t$

Bijgevolg komt de oppervlakte van de rechthoek A overeen met de afgelegde weg Δx_A gedurende de eerste 20 min.

De afgelegde weg Δx in een bepaald tijdsinterval Δt is gelijk aan de grootte van de oppervlakte onder de $v(t)$ -grafiek begrensd door dat tijdsinterval.

Deze methode om de afgelegde weg te vinden, noemen we de **oppervlaktemethode**.

- Hoeveel km rijdt de fietser de volgende 10 min?
Deze afgelegde weg wordt weergegeven door de oppervlakte van rechthoek ...
- Hoe ver (in km) was de fietser dus van het startpunt na een half uur fietsen?
Deze afgelegde weg wordt weergegeven door de som van de oppervlakte van rechthoeken ...

Opdracht 6

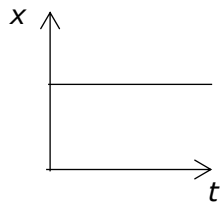
Tijdens een training op een kanaal roeit een team van vier met stuurman eerst een kwartier aan 15 km/h en vervolgens 5,0 minuten aan 17,5 km/h.

- Teken de $v(t)$ -grafiek.
 - Bereken de **totale** afgelegde weg. Gebruik hiervoor de oppervlaktemethode.
1. Hoe ver was de boot na?
 2. Hoeveel km legde de boot af in de volgende?
 3. Hoe groot is de totale afgelegde weg?

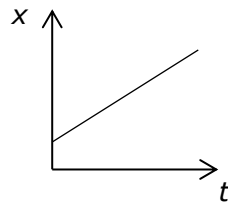
Inleiding: Interactieve demonstratieproef – op wandel ...

(Leren werken met een bewegingsensor – GO!Motion)

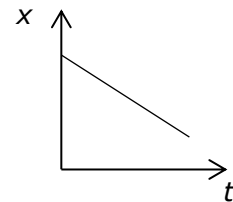
Proef 1: Een leerling wandelt van de bewegingsdetector weg met een constante snelheid. Welke grafiek geeft de plaats van de leerling in functie van de tijd? De bewegingsdetector is de oorsprong.



A



B

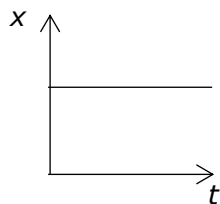


C

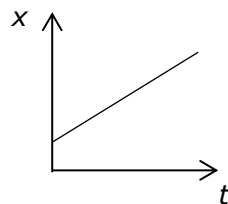
Antwoord:

Proef 2: Een leerling wandelt naar de bewegingsdetector toe met een constante snelheid.

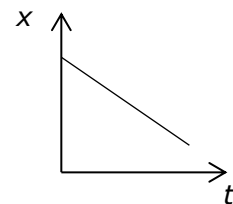
Welke grafiek geeft de plaats van de leerling in functie van de tijd?



A



B

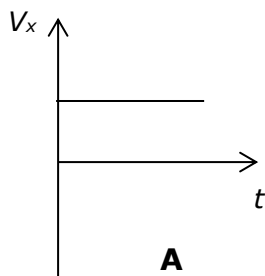


C

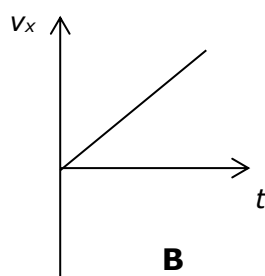
Antwoord:

Proef 3: Een leerling wandelt van de bewegingsdetector weg met een constante snelheid.

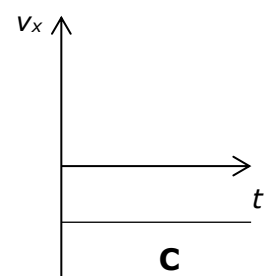
Welke grafiek geeft de snelheid van de leerling in functie van de tijd?



A



B

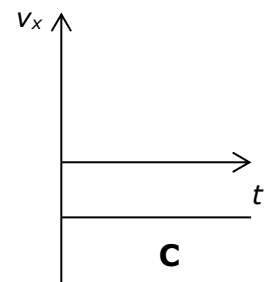
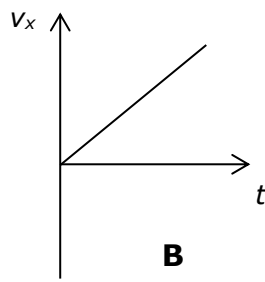
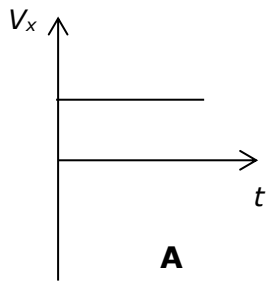


C

Antwoord:

Proef 4: Een leerling wandelt naar de bewegingsdetector toe met een constante snelheid.

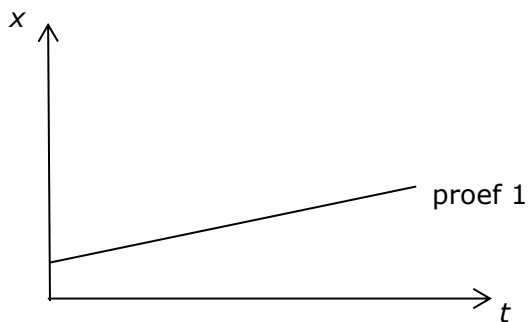
Welke grafiek geeft de snelheid van de leerling in functie van de tijd?



Antwoord:

Proef 5: Een leerling wandelt in vergelijking tot proef 1 tweemaal zo snel weg van de bewegingsdetector.

a) Teken de grafiek die de plaats van deze leerling in functie van de tijd geeft.



b) Teken de grafiek die de snelheid van deze leerling in functie van de tijd geeft.

