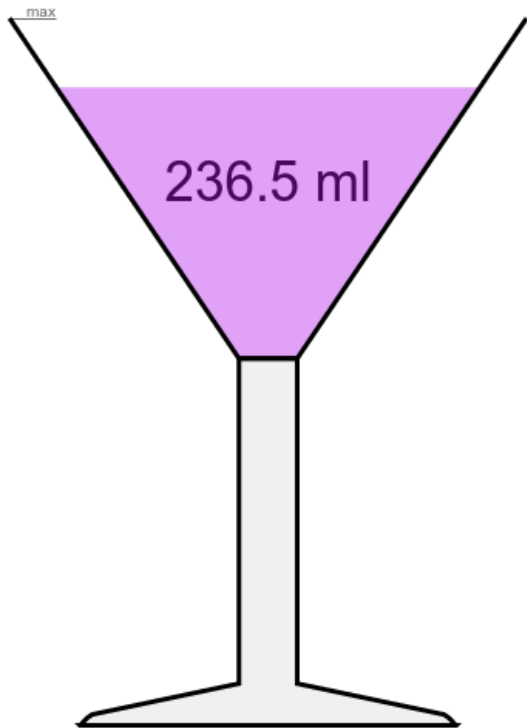


Onderwijs rond momentane snelheid in de basisschool

Huub de Beer en Koeno Gravemeijer

20 januari 2017, 13:15—14:00

<https://heerdebeer.org/DR/>



Inhoud

- Inleiding
 - Innovatief wetenschaps- en techniekonderwijs
 - Waarom momentane snelheid in het basisonderwijs?
- Leerlingen onderzoeken momentane snelheid
 - Huidige aanpak in het voortgezet onderwijs
 - Onze aanpak voor in de basisschool
- Implicaties en discussie
 - Implicaties voor het curriculum
 - Implicaties voor (opleiden) docenten

Inleiding

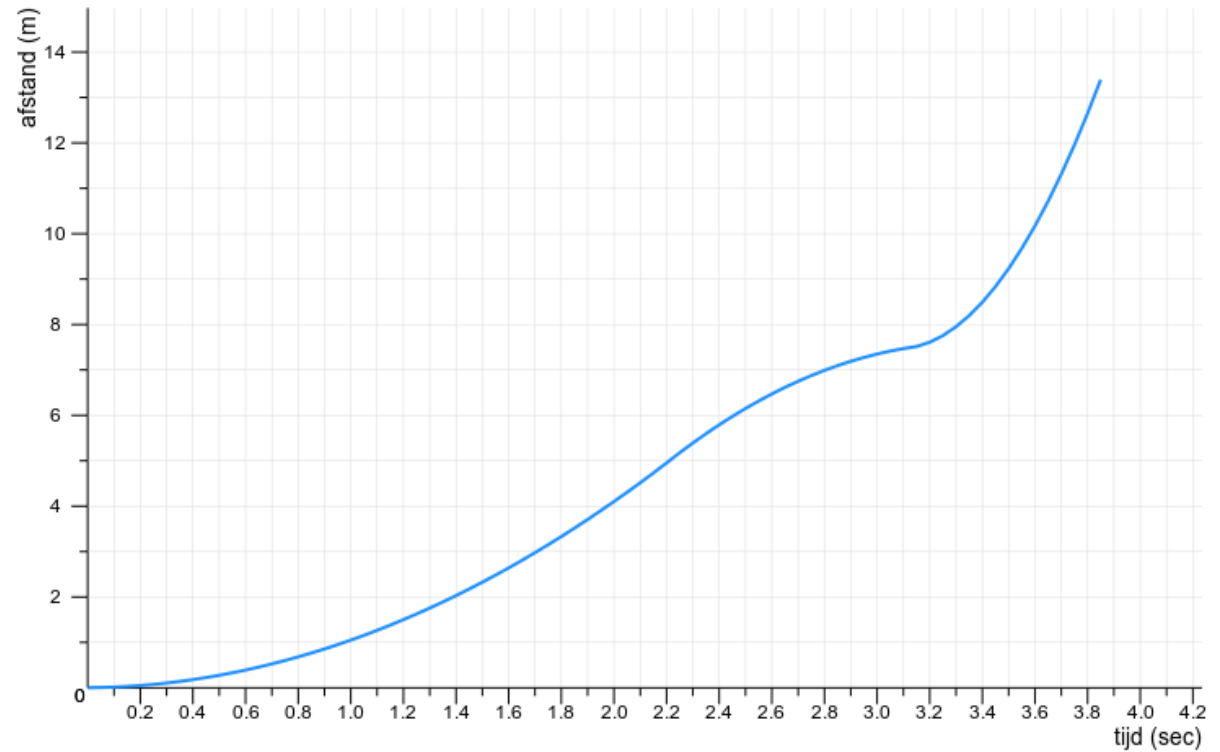
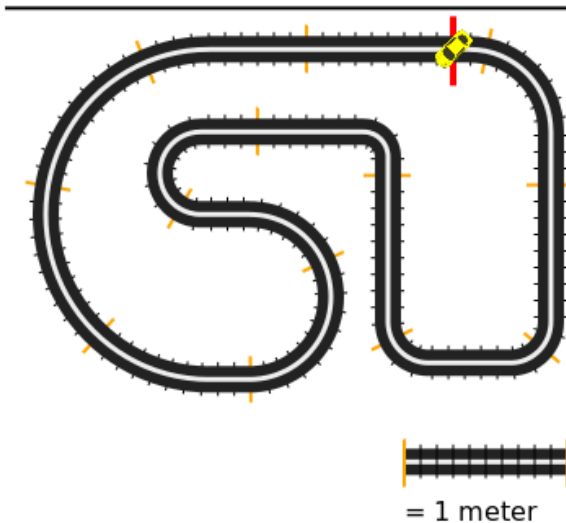
Innovatief wetenschaps- en techniekonderwijs

Waarom momentane snelheid?

Huidige aanpak in het voortgezet onderwijs

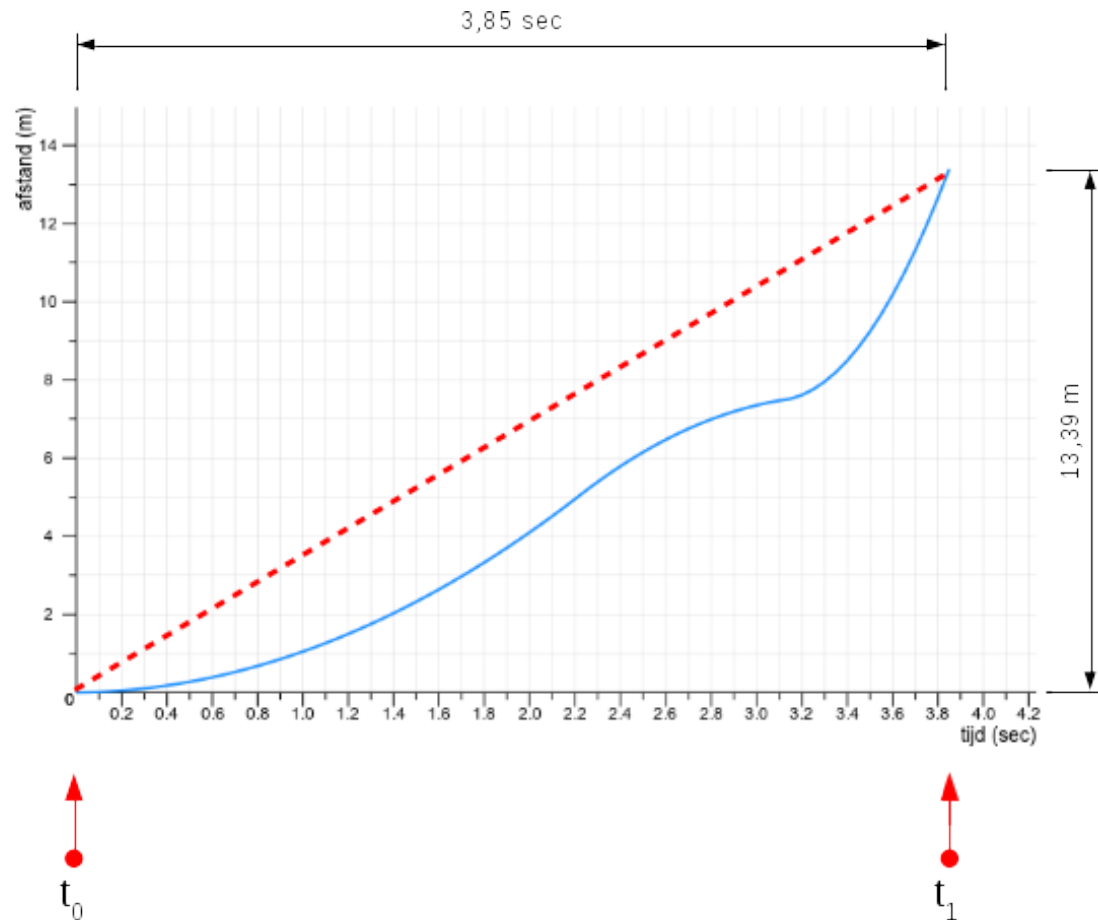
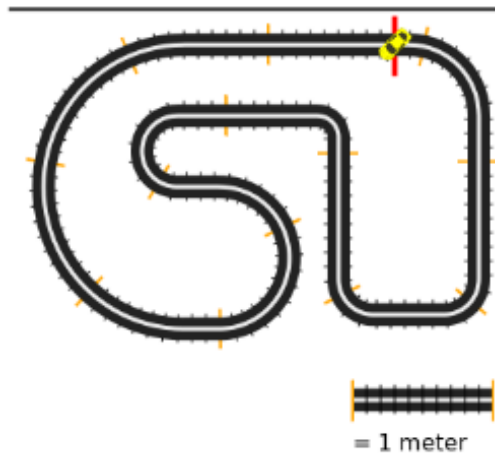
Hoe snel rijdt de speelgoedauto?

tijd : 3.85 sec
afstand : 13.39 m



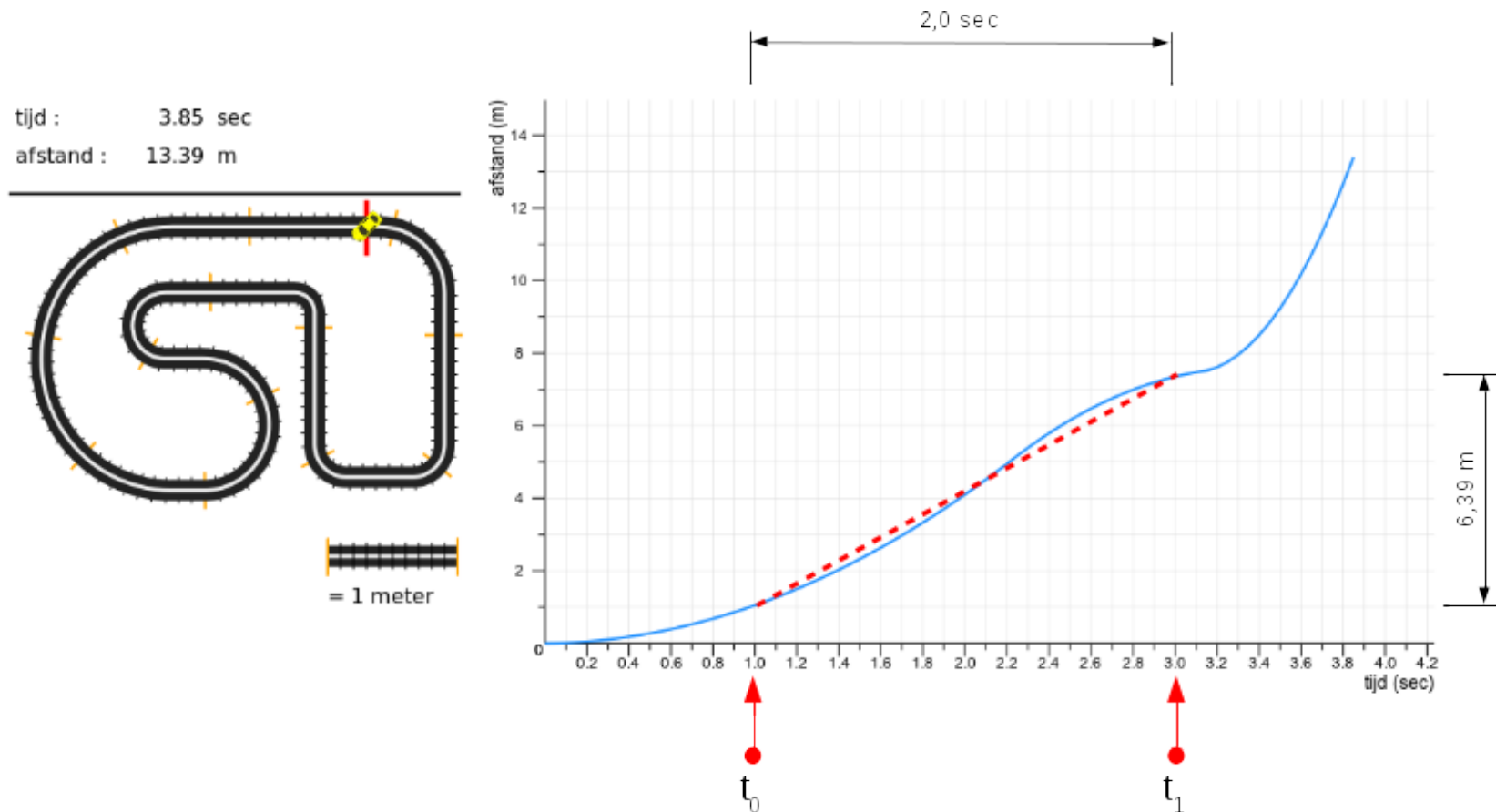
Gemiddelde snelheid (1)

tijd : 3.85 sec
afstand : 13.39 m



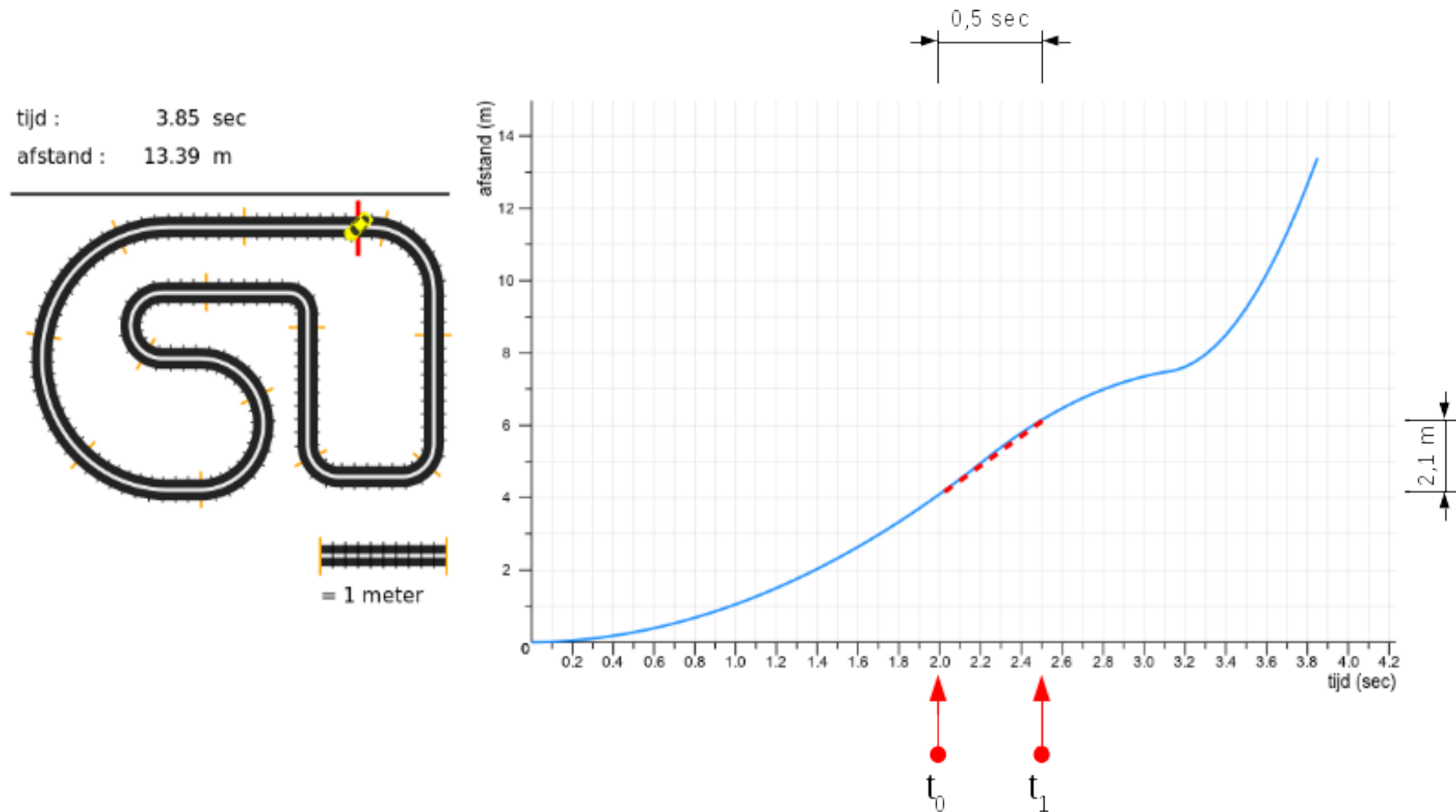
$$snelheid = \frac{afstand(t_1) - afstand(t_0)}{t_1 - t_0} = \frac{13,39 m}{3,85 sec} = 3,48 m/sec$$

Gemiddelde snelheid (2)



$$snelheid = \frac{afstand(t_1) - afstand(t_0)}{t_1 - t_0} = \frac{6,39 \text{ m}}{2,0 \text{ sec}} = 3,195 \text{ m/sec}$$

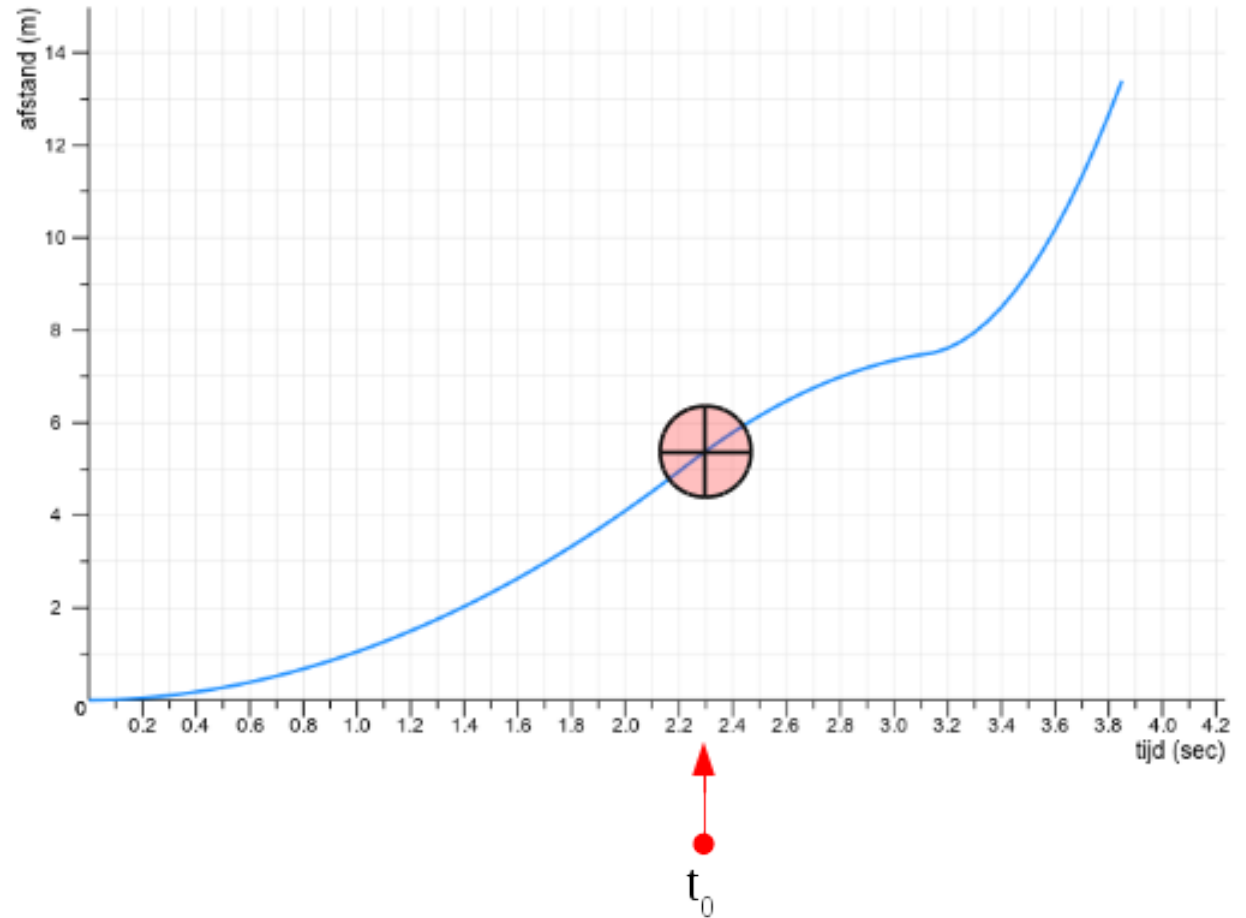
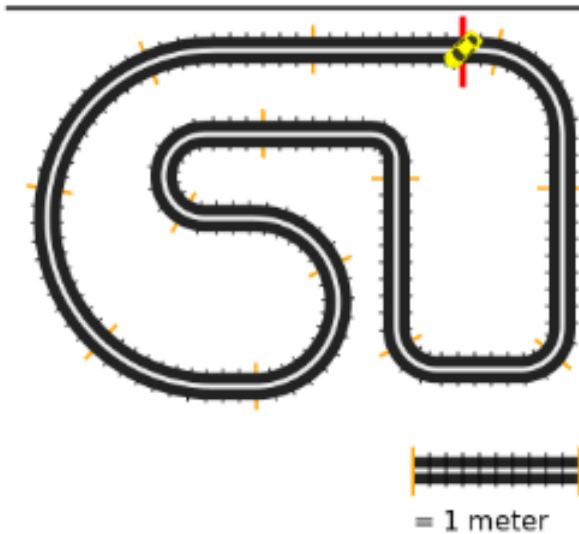
Gemiddelde snelheid (3)



$$snelheid = \frac{afstand(t_1) - afstand(t_0)}{t_1 - t_0} = \frac{2,1 \text{ m}}{0,5 \text{ sec}} = 4,2 \text{ m/sec}$$

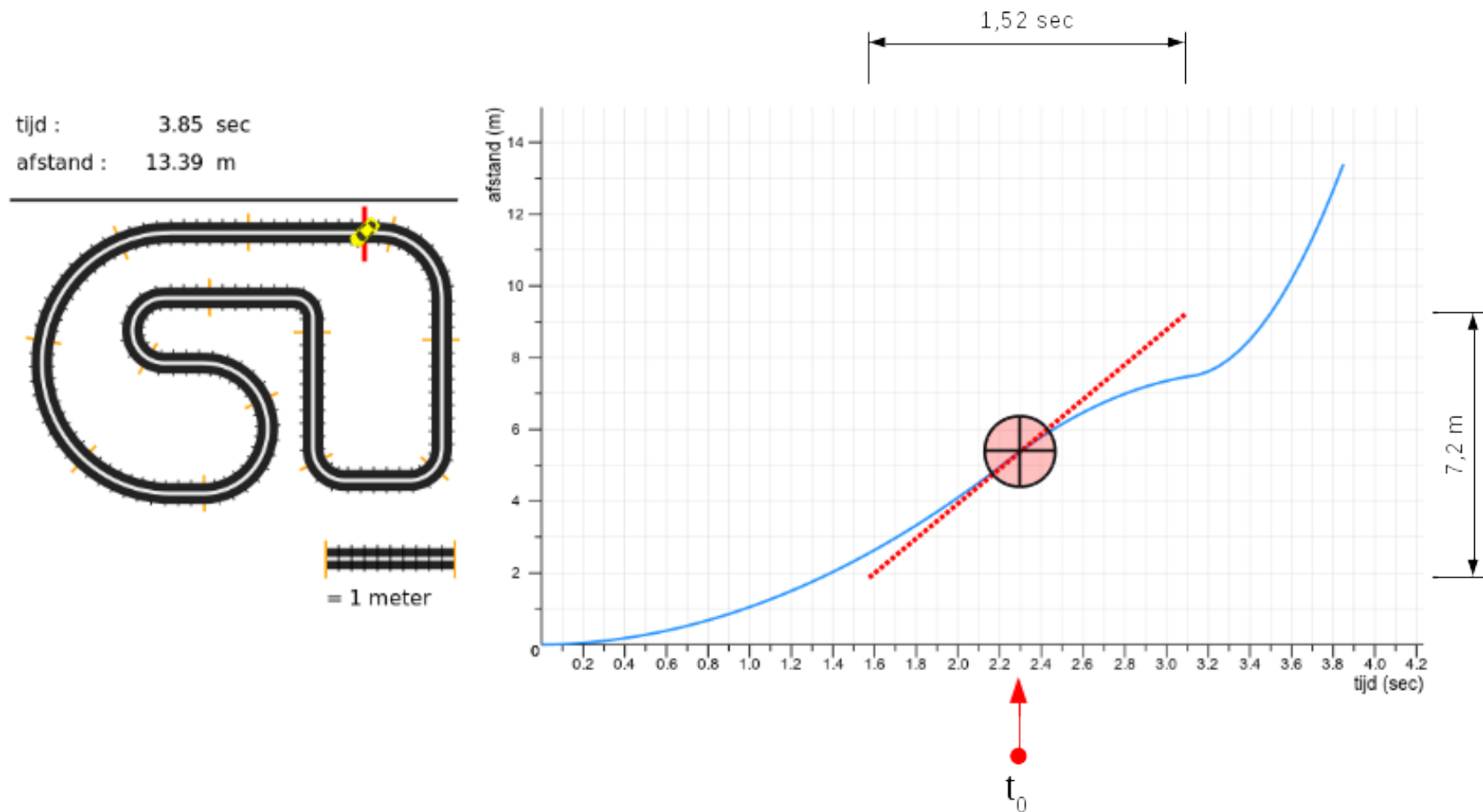
Momentane snelheid (1)

tijd : 3.85 sec
afstand : 13.39 m



$$\text{snelheid} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\text{afstand}(t_0 + \varepsilon) - \text{afstand}(t_0)}{\varepsilon} = 4,74 \text{ m/sec}$$

Momentane snelheid (2)



$$snelheid = \frac{7,2 \text{ m}}{1,52 \text{ sec}} = 4,74 \text{ m/sec}$$

Momentane snelheid ongeschikt voor het basisonderwijs!?

- Problemen
 - Algebra, functies, limiet voeren veel te ver
 - Gebrekkige ervaring met grafieken

Momentane snelheid geschikt voor het basisonderwijs?

- Problemen
 - Algebra, functies, en limiet voeren veel te ver
 - Gebrekkige ervaring met grafieken
- Mogelijkheden
 - Voortbouwen op intuïtief begrip van de leerlingen
 - Historisch argument
 - Computertechnologie

Onze aanpak voor in de basisschool

Voortbouwen op het intuïtief begrip van de leerlingen

- Historisch argument
 - *“Een momentane snelheid van een bewegend voorwerp meten we als de afstand die dat voorwerp zou afleggen als het gedurende een bepaalde periode met die snelheid zou voortbewegen zoals het op dat moment doet.”*

Heytesbury (1335) *Regule solvendi sophismata*

- Vullen van glazen
- Computersimulatie

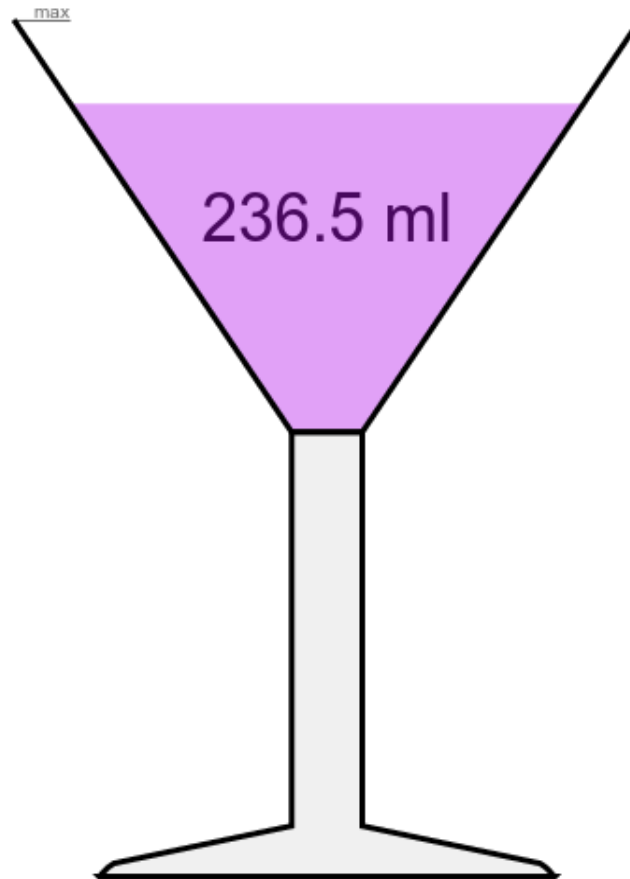
Opzet lessenreeks

- Voorkennis en aanpak
 - Constante snelheid, grootheden, eenheden
 - Context van het vullen van glazen
 - Modellerend leren
 - Computersimulatie
- Leerproces
 - Heruitvinding van de grafiek
 - Onderzoek de momentane stijgsnelheid
 - met behulp van de computersimulatie
 - met behulp van de grafiek

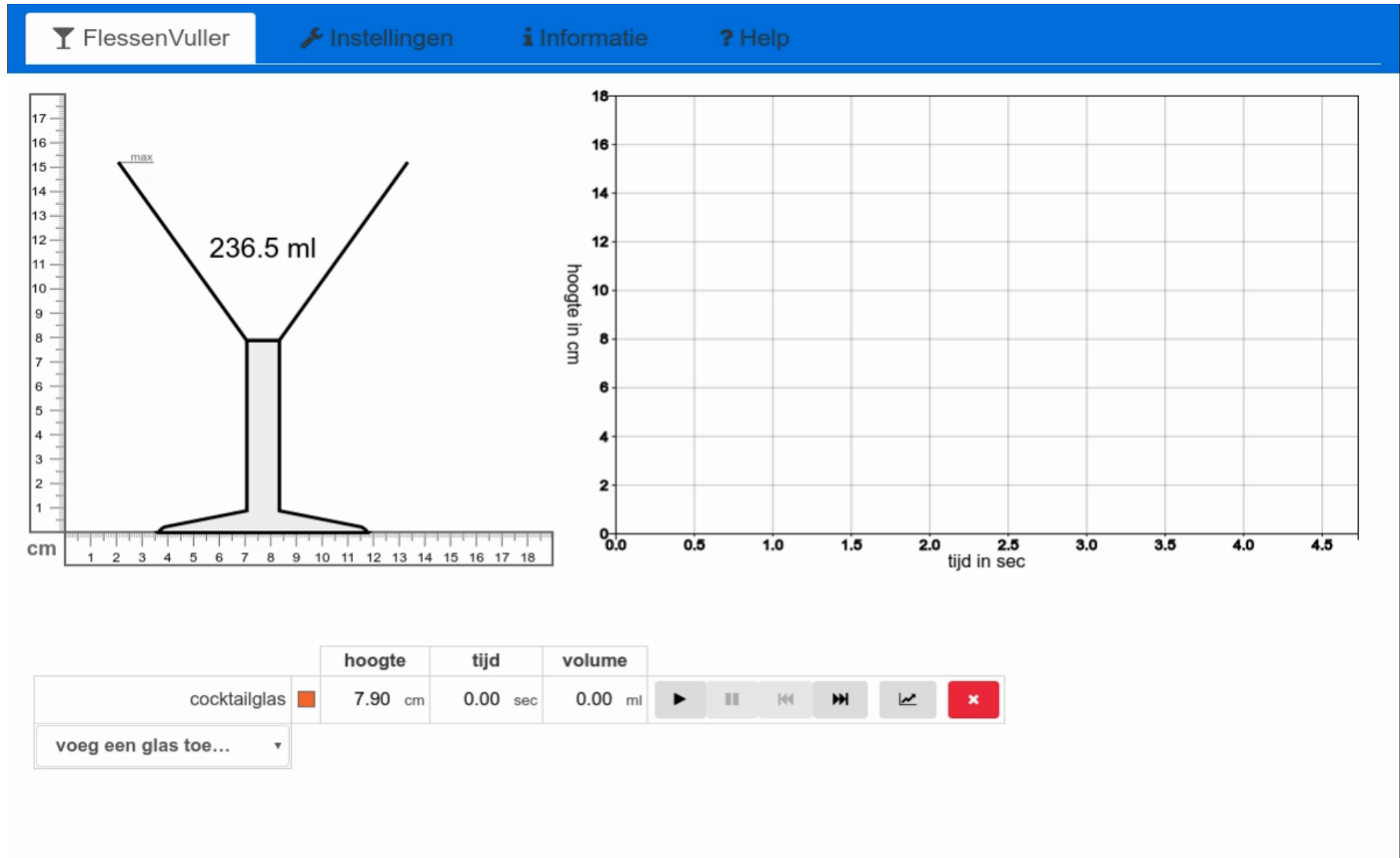
De leerlingen heruitvinden de grafiek

Een aanpak met behulp van modellerend leren

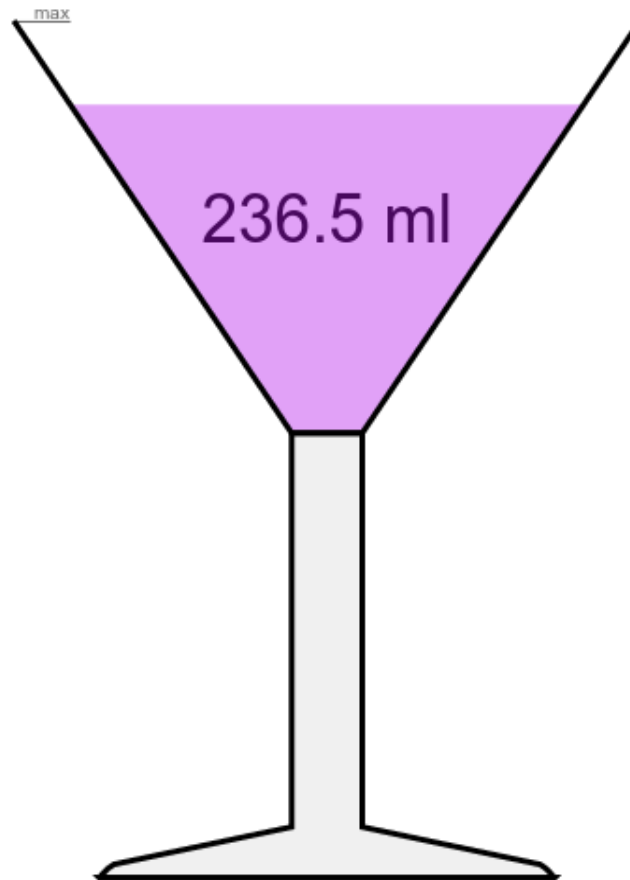
Hoe ziet de grafiek er uit?



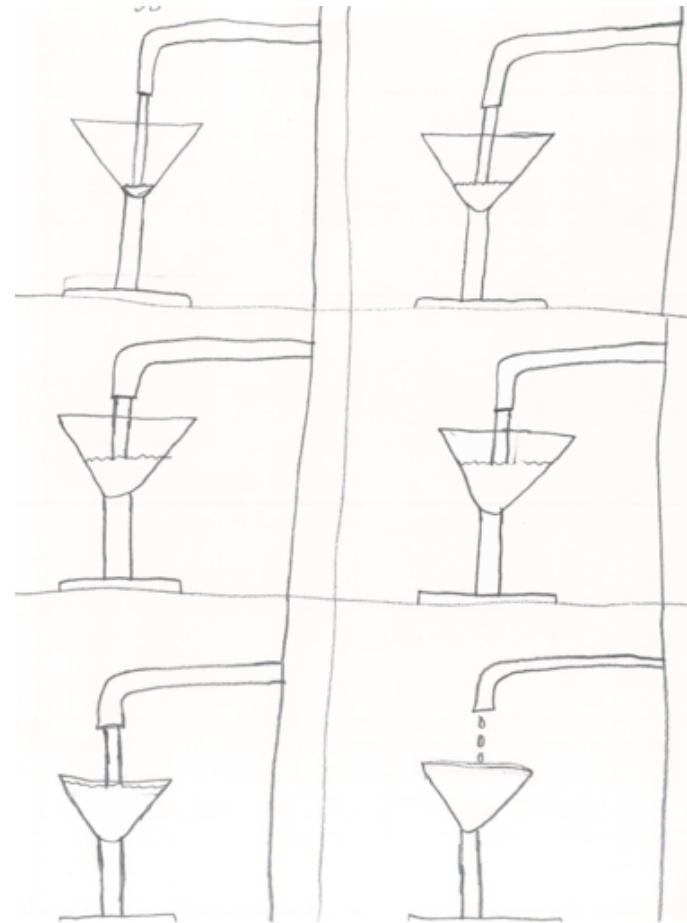
De grafiek van het vullen van het cocktailglas



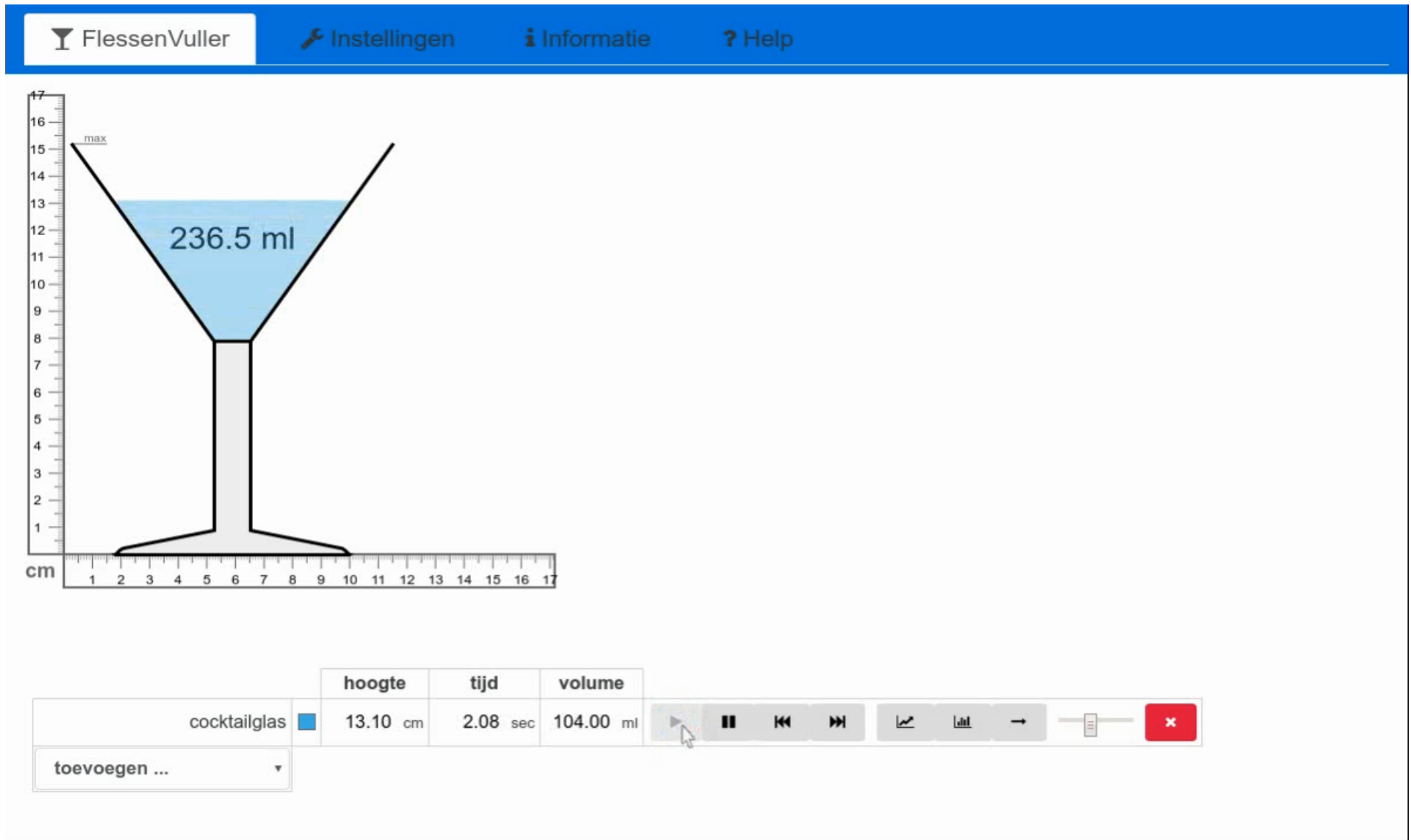
Modelleer het vullen van het cocktailglas



Modelleren (I)



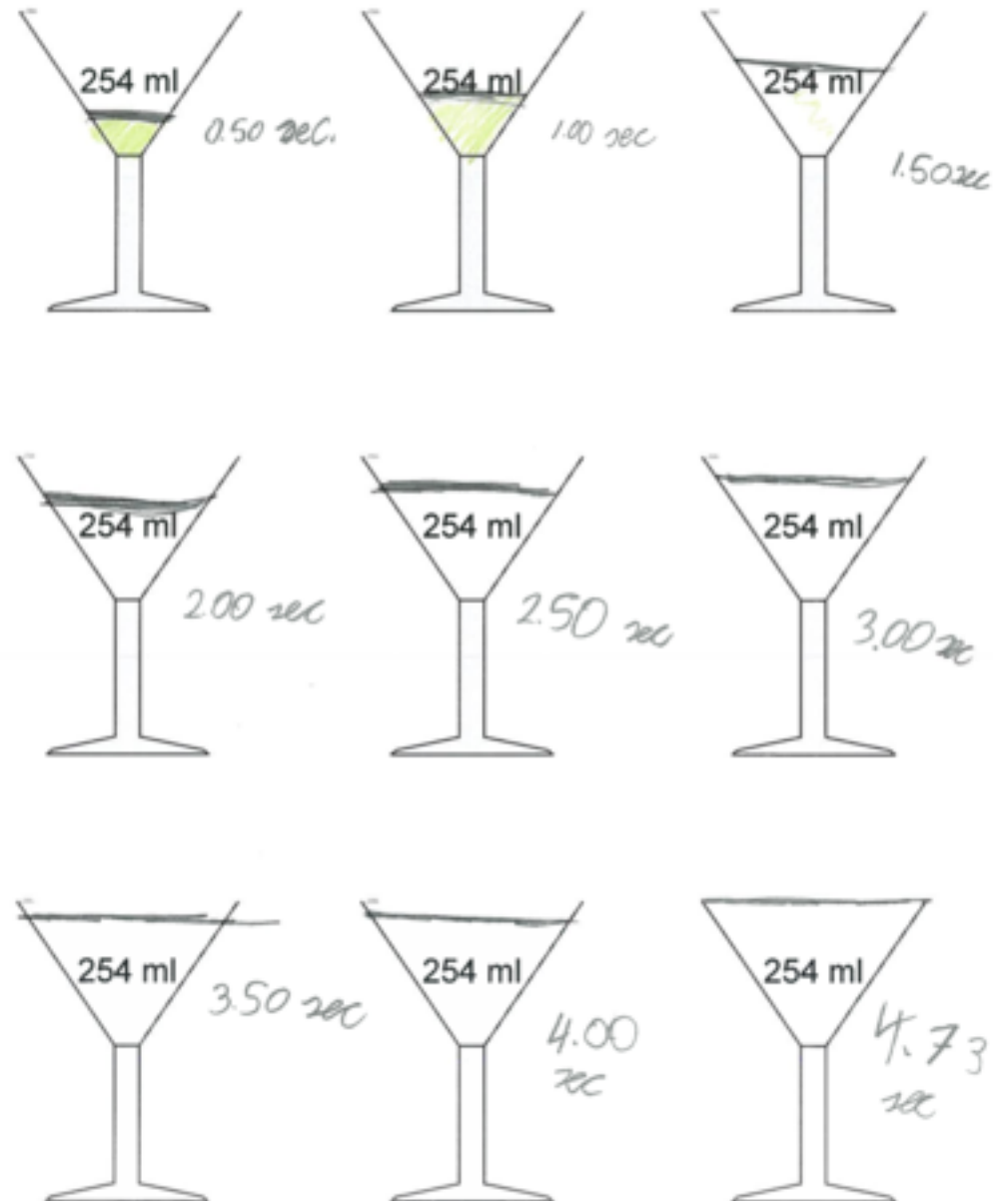
Onderzoek de situatie met de simulatie



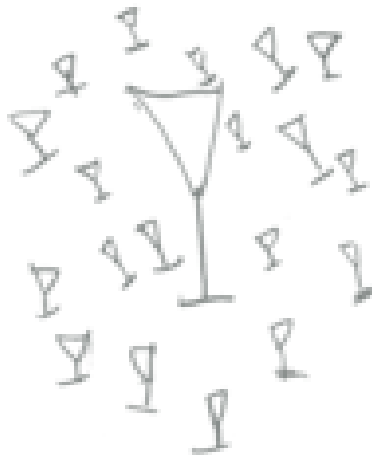
Modelleren (II)



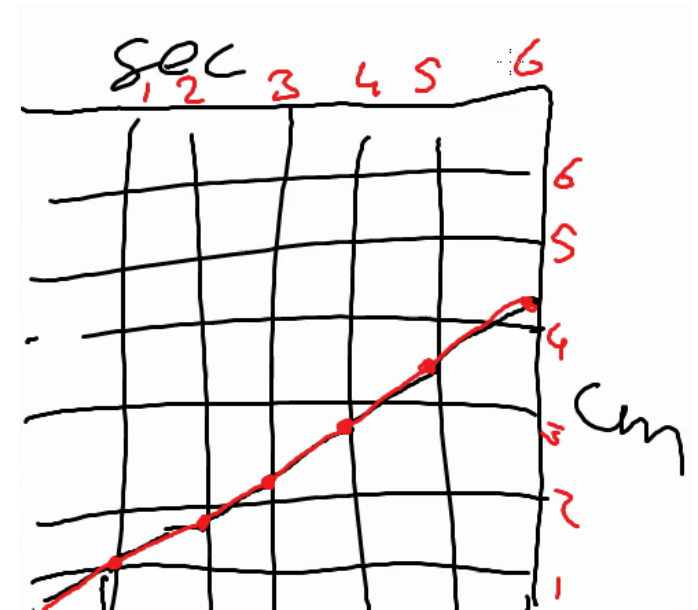
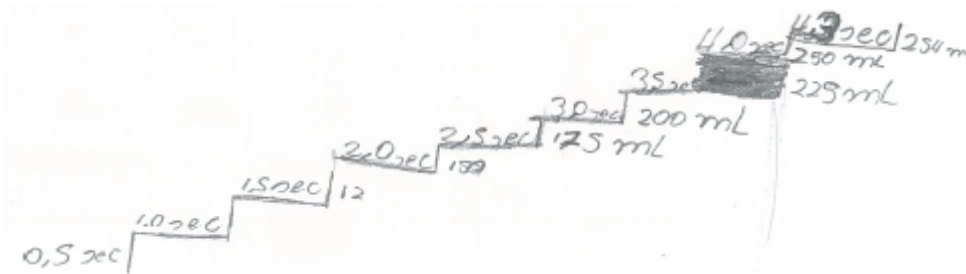
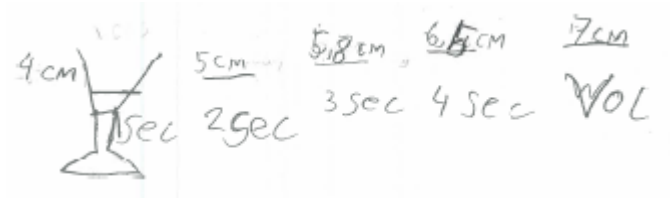
Modellieren (III)



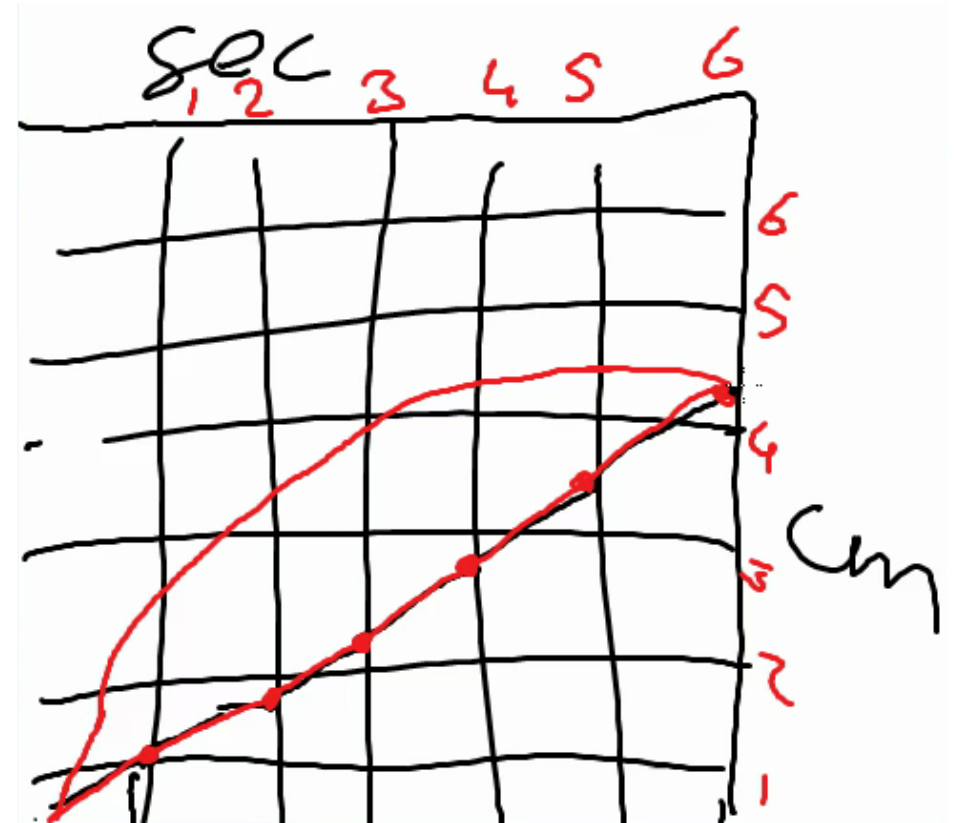
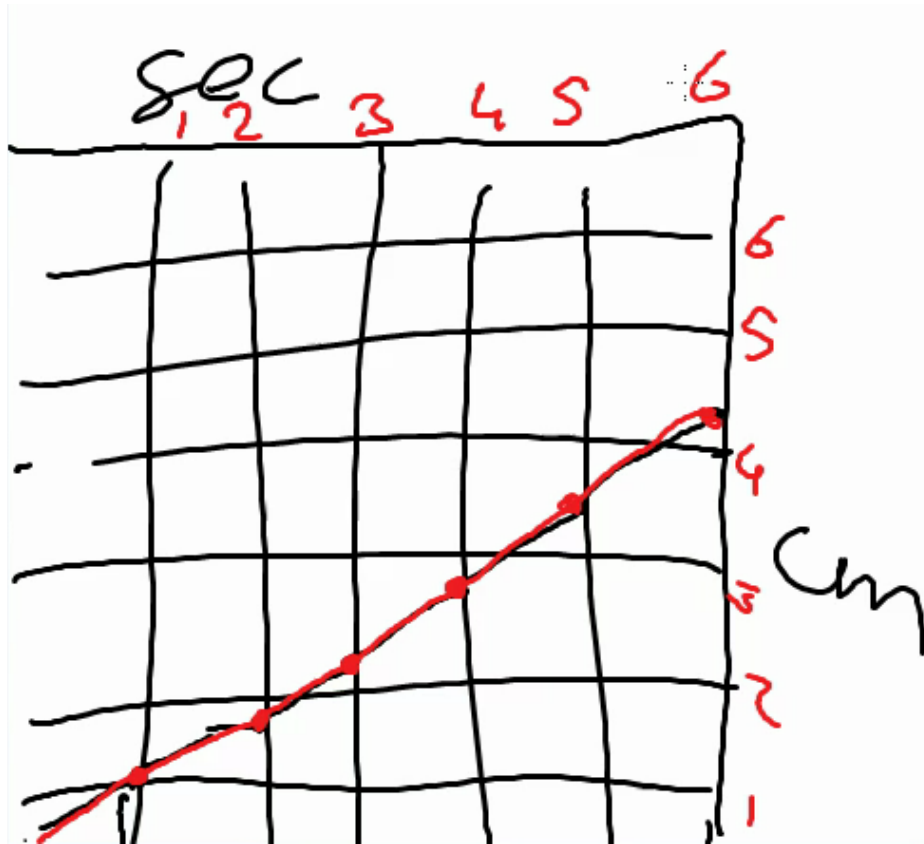
sec cm
 1,0 = 11,72 cm
 1,5 = 12,44 cm
 2,0 = 13,01 cm
 2,5 = 13,52 cm
 3,0 = 13,94 cm
 3,5 = 14,35 cm
 4,0 = 14,76 cm
 4,5 = 15,08 cm
 4,73 = 15,20 cm



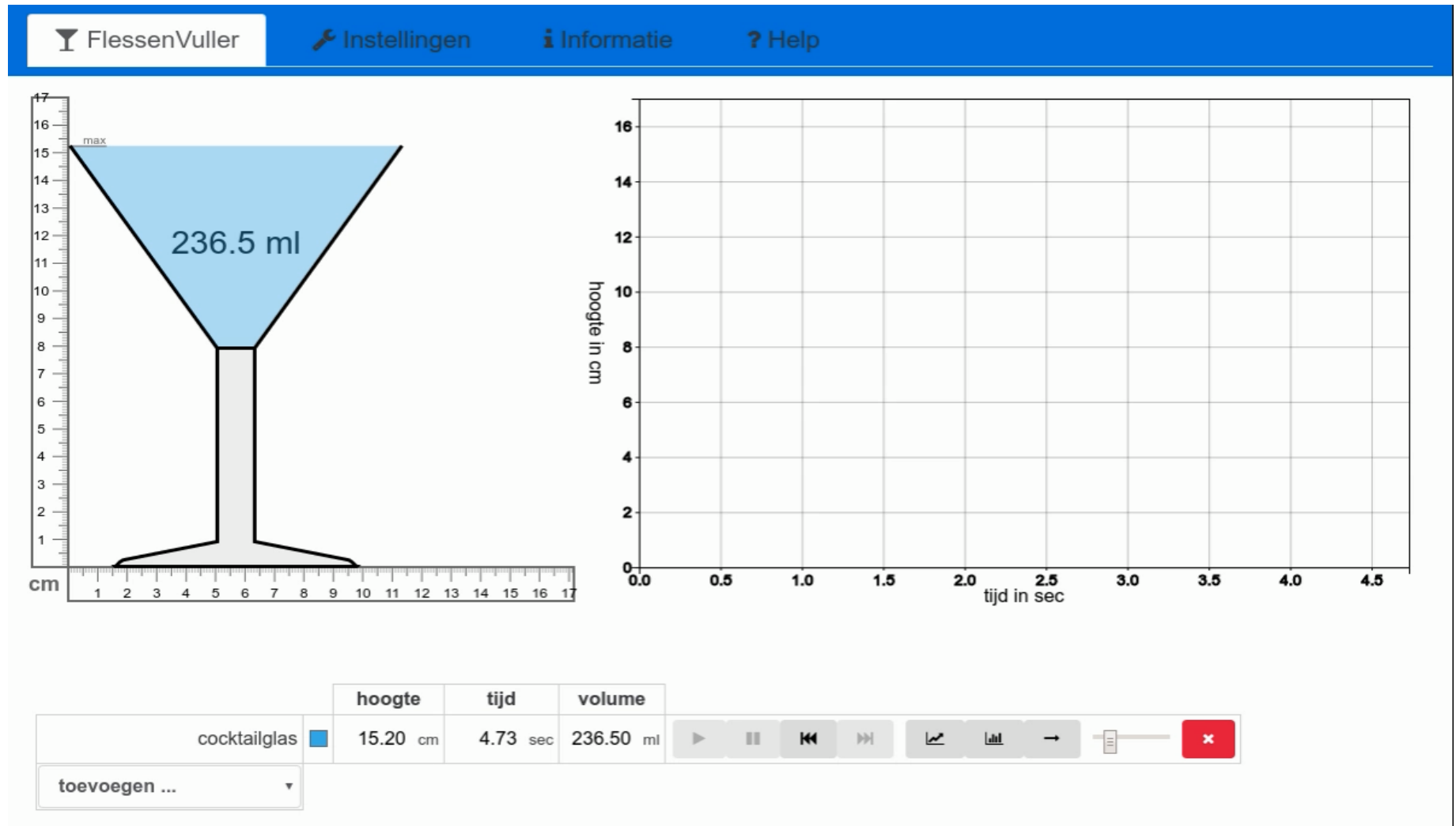
Minimale modellen



Leerling: discreet $\rightarrow$ continue



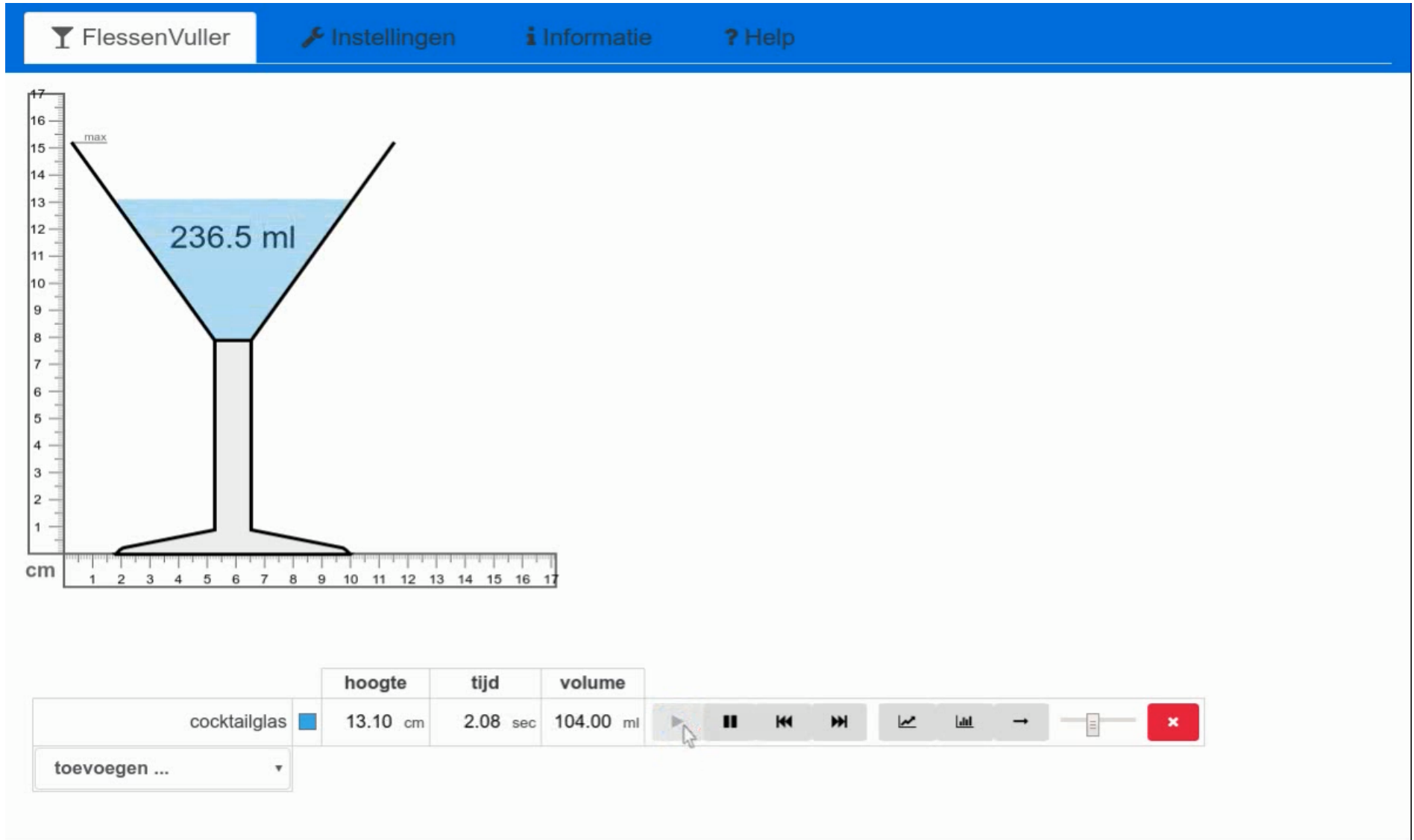
Docent: discreet → continue



Hoe snel stijgt het water in een cocktailglas?

Bepaal met behulp van de simulatie

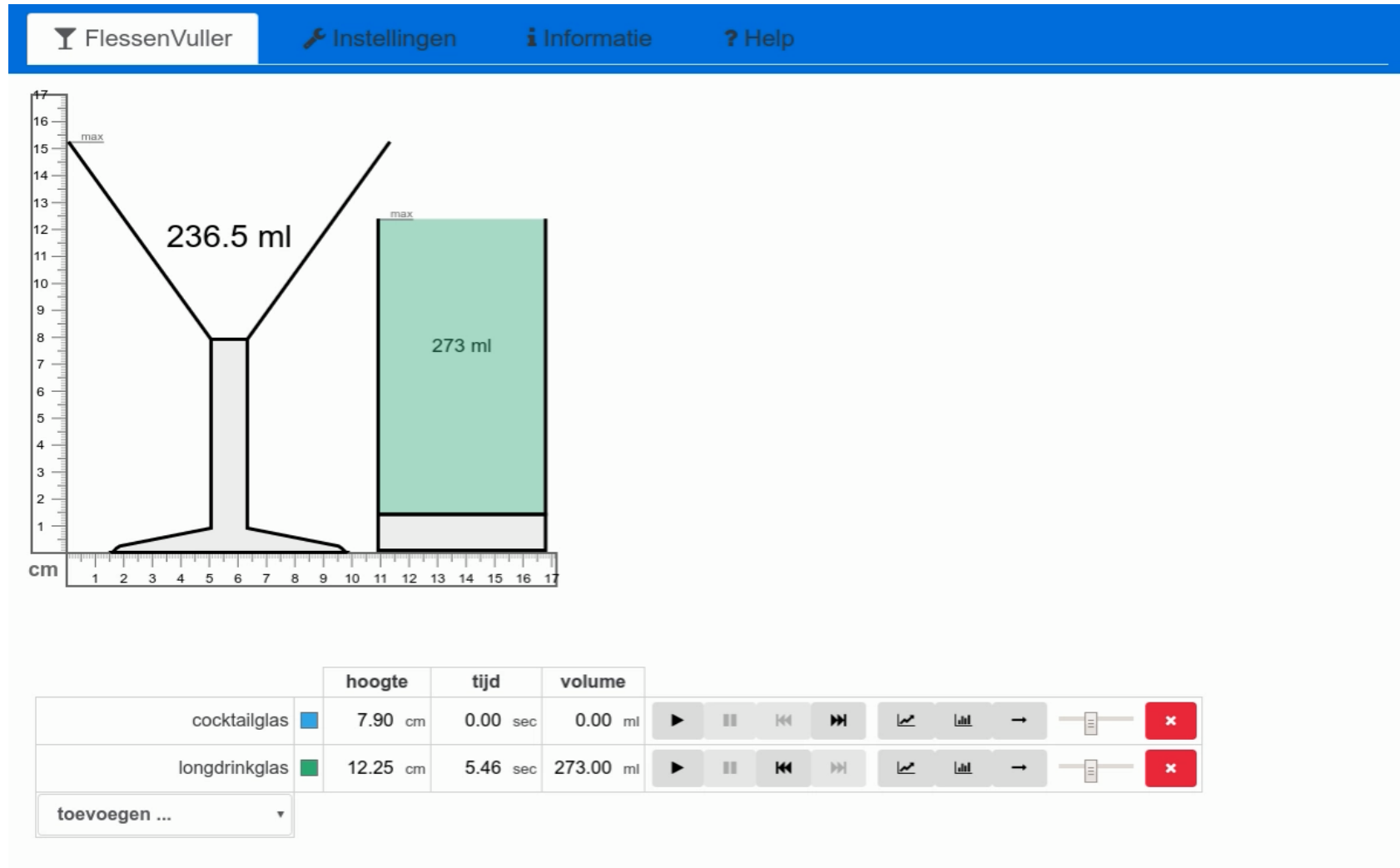
Hoe snel stijgt het water op 10cm?



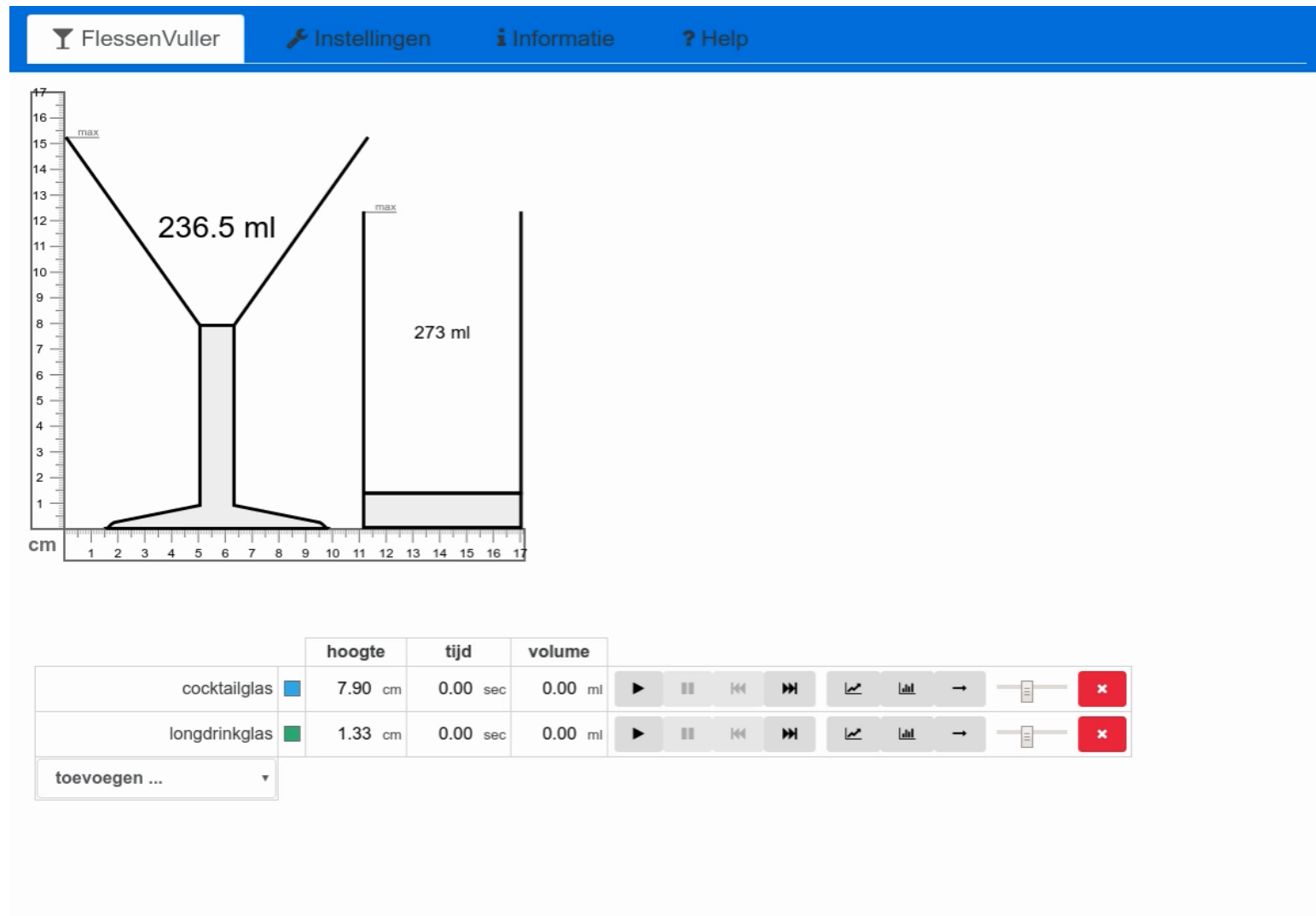
Hoe snel stijgt het water?



Wanneer stijgt het water in beide glazen *even* snel?



Longdrinkglas als denkgereedschap



Hoe snel stijgt het water in het cocktailglas?

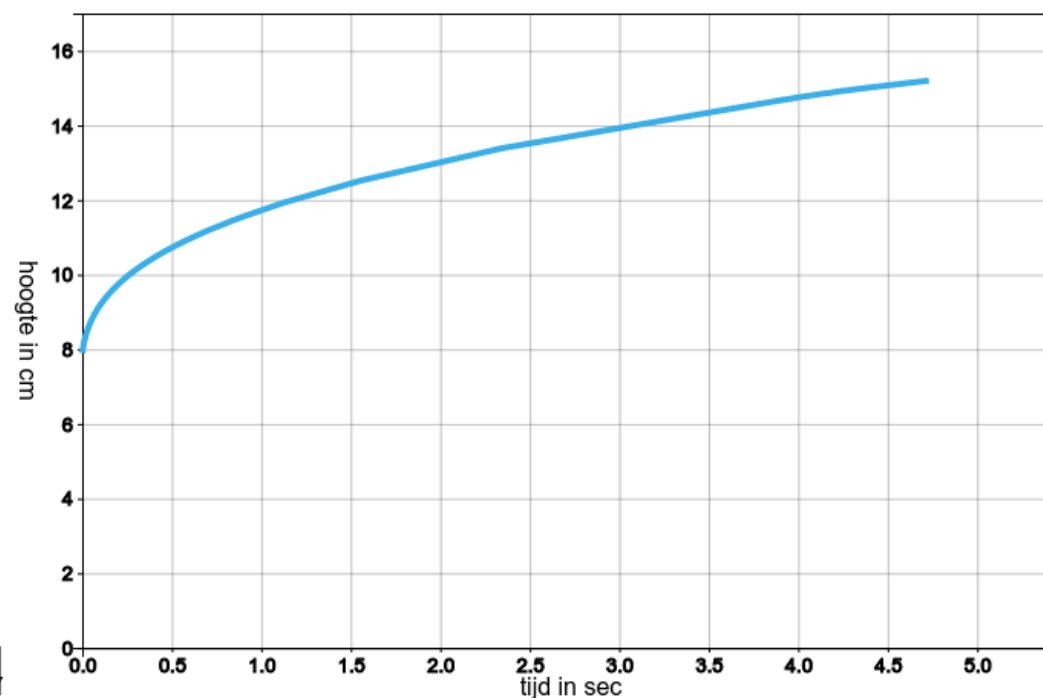
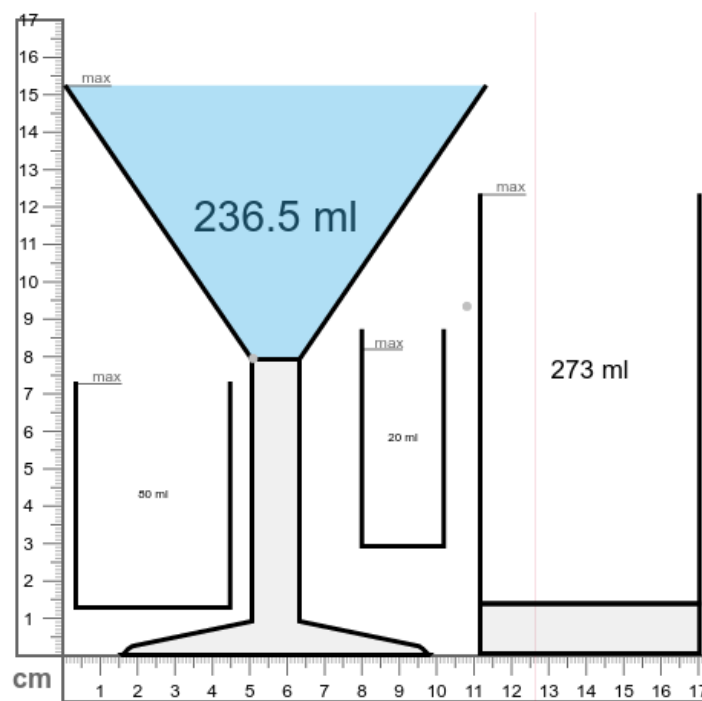
Bepaal met behulp van de grafiek

 FlessenVuller

 **Instellingen**

i Informatie

? Help



		hoogte	tijd	volume										
cocktailglas		15.20 cm	4.73 sec	236.50 ml										
longdrinkglas		1.33 cm	0.00 sec	0.00 ml										
uitrekbaar longdrinkglas 1		0.00 cm	0.00 sec	0.00 ml										
uitrekbaar longdrinkglas 2		0.00 cm	0.00 sec	0.00 ml										
toevoegen ...														

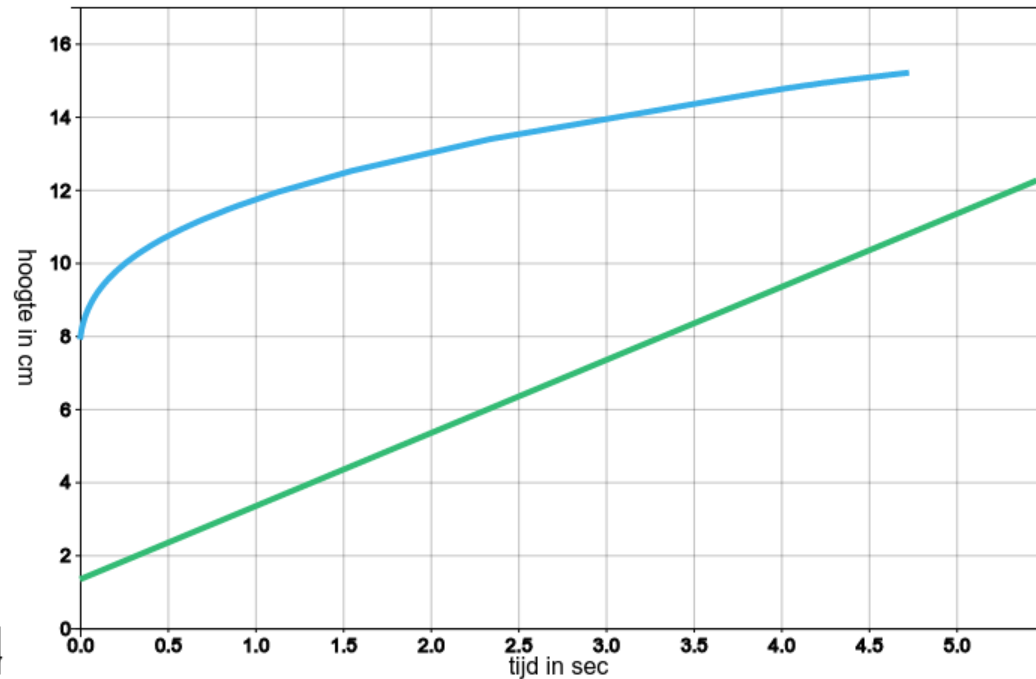
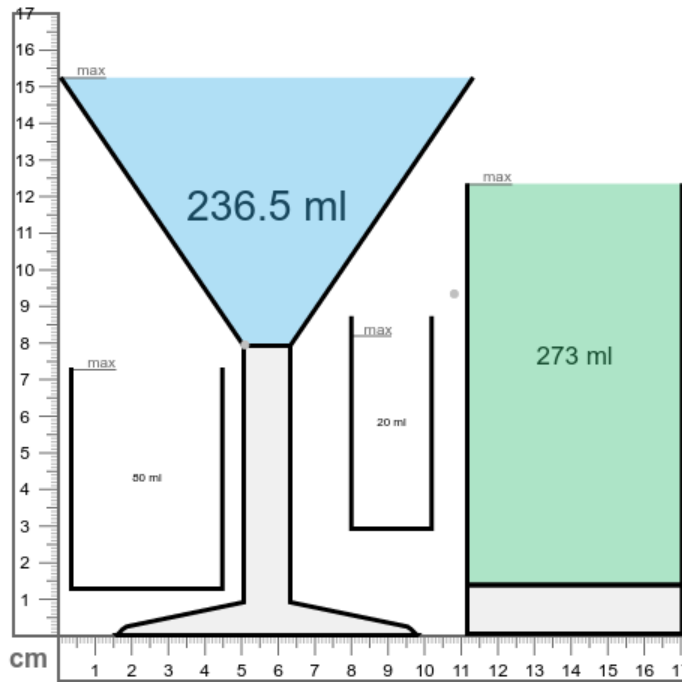
Waar stijgt het water even snel?

FlessenVuller

Instellingen

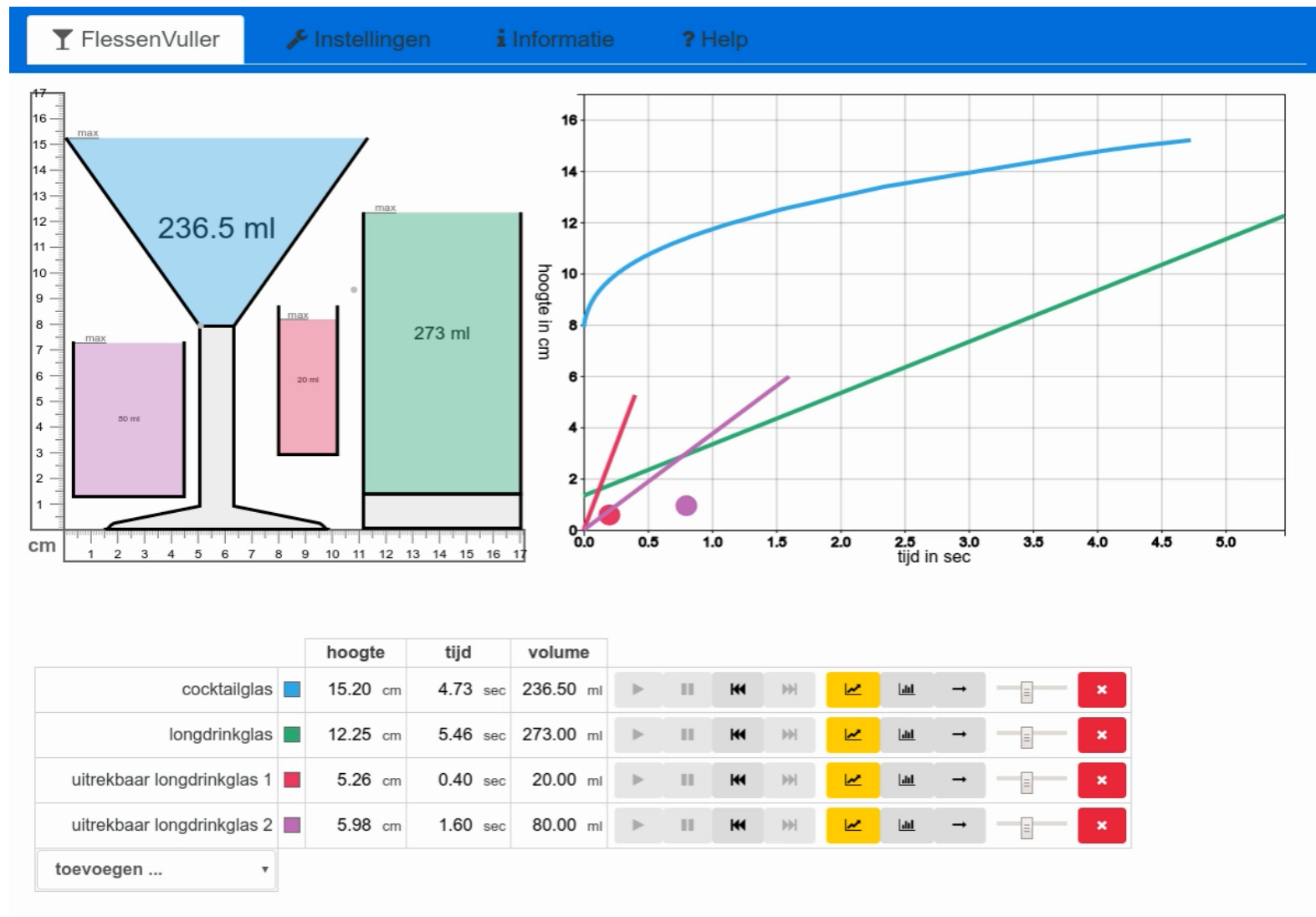
Informatie

Help

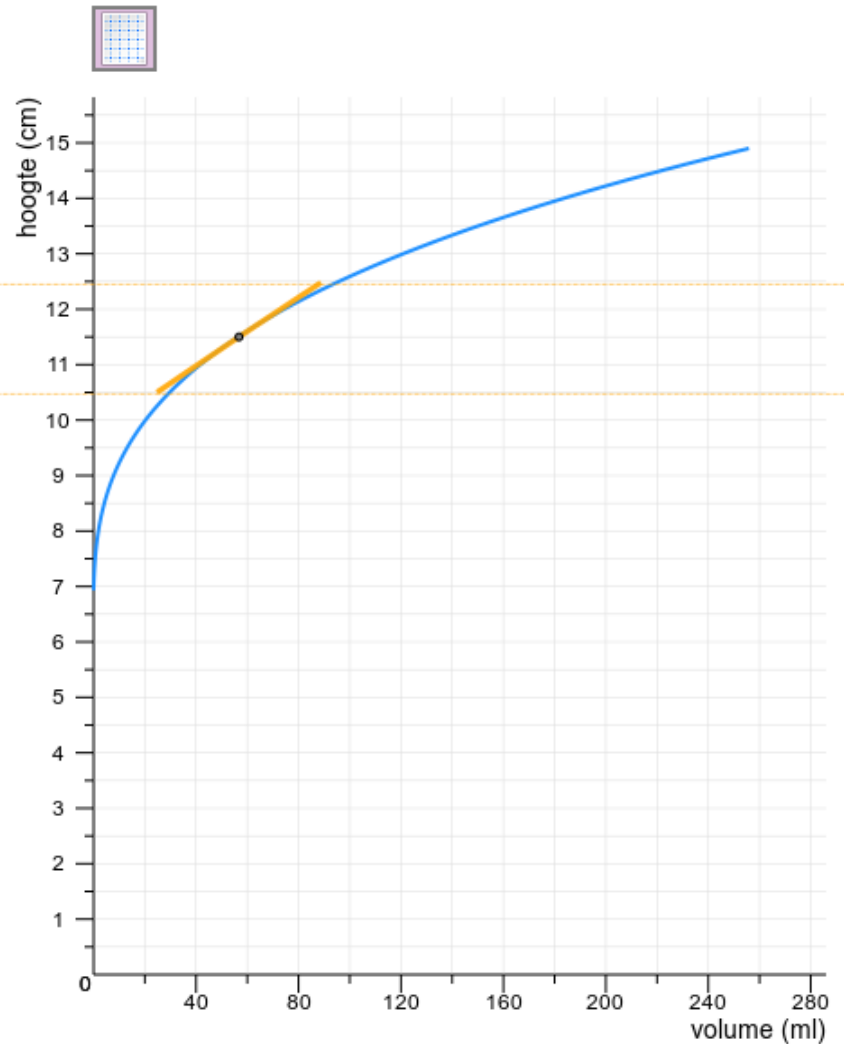
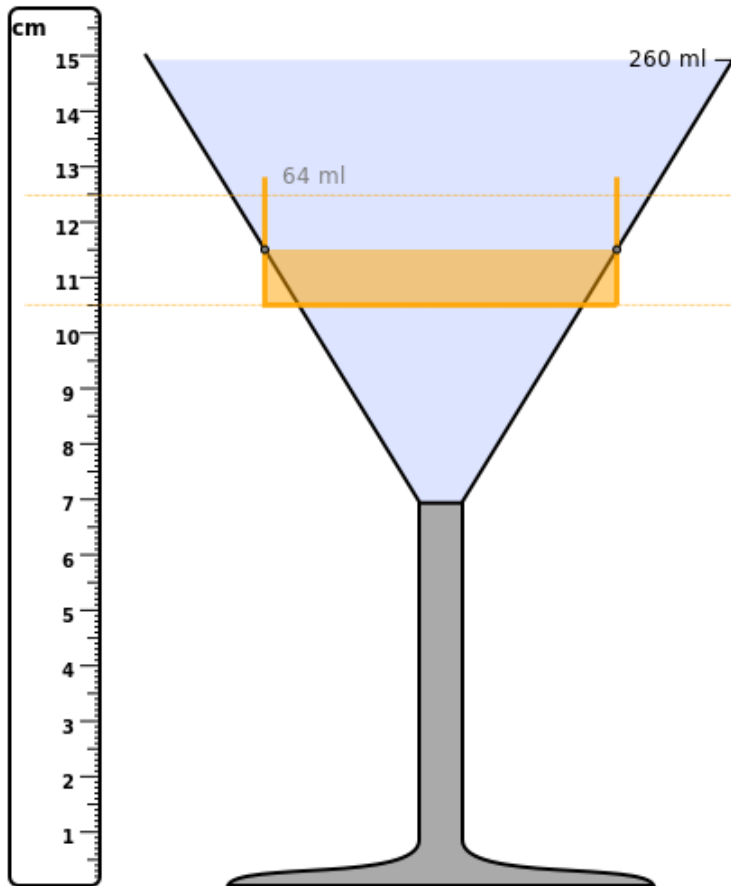


		hoogte	tijd	volume	
cocktailglas	■	15.20 cm	4.73 sec	236.50 ml	▶ ◀▶ 📈 📊 → III ✕
longdrinkglas	■	12.25 cm	5.46 sec	273.00 ml	▶ ◀▶ 📈 📊 → III ✕
uitrekbaar longdrinkglas 1	■	0.00 cm	0.00 sec	0.00 ml	▶ ◀▶ 📈 📊 → III ✕
uitrekbaar longdrinkglas 2	■	0.00 cm	0.00 sec	0.00 ml	▶ ◀▶ 📈 📊 → III ✕
toevoegen ... ▼					

Raaklijn als denkgereedschap (I)



Raaklijn als denkgereedschap (II)

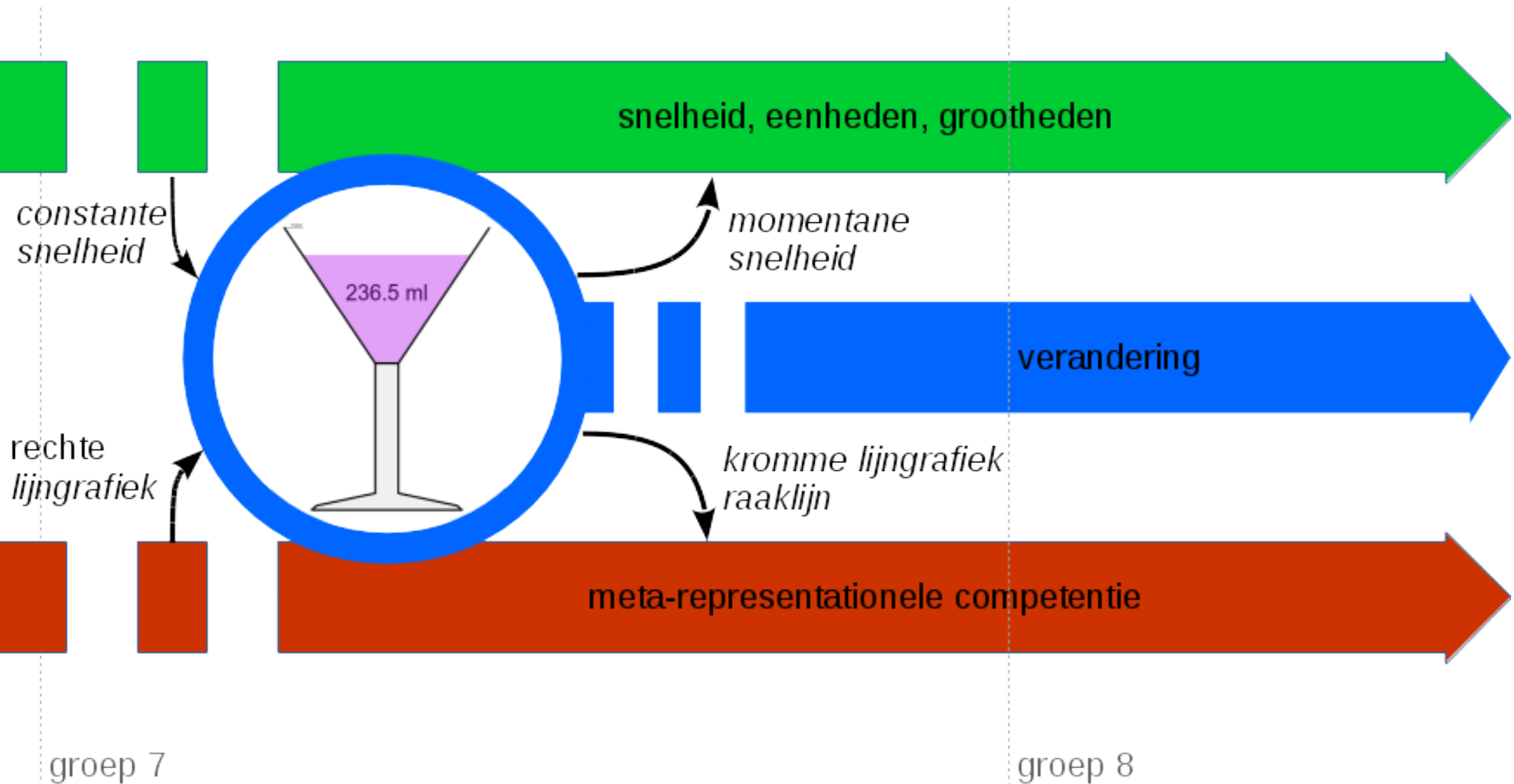


Discussie: Implicaties voor het curriculum

Drie snelheden

- Constante snelheid
 - Verschillende eenheden (m/sec, cm/sec, km/uur)
 - Relatie met de grafiek: steilheid = snelheid
- Gemiddelde snelheid
 - Wat betekent dit?
 - En in *lineaire* situaties?
- Momentane snelheid
 - Vruchtbaar intuïtief begrip
 - Koppeling met constante snelheid

Inbedding in het basisschoolcurriculum



Discussie: Implicaties voor (opleiden) docenten

educatieve software

FlessenVuller

<https://heerdebeer.org/Software/flessenvuller>

proefschrift

Exploring Instantaneous Speed in Grade 5

A Design Research

<https://heerdebeer.org/DR/>

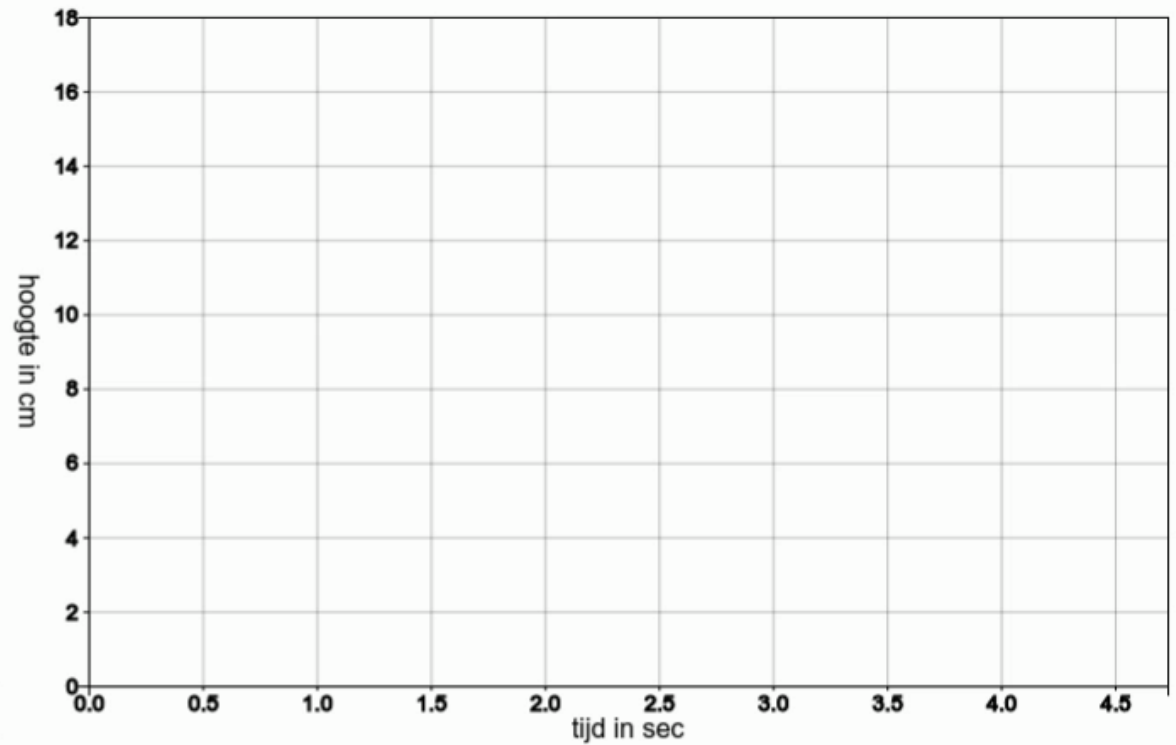
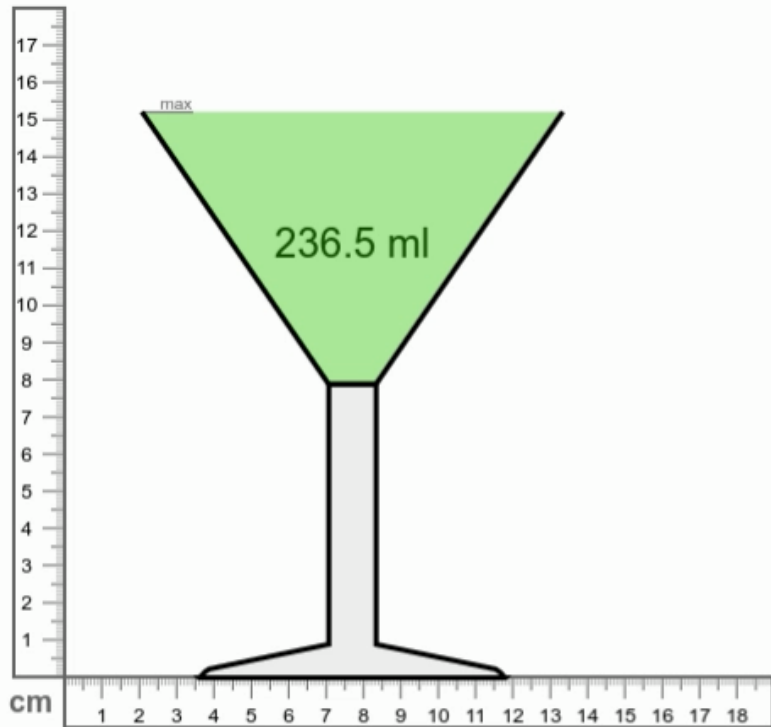
Staafjesgrafiek

FlessenVuller

Instellingen

Informatie

Help



	hoogte	tijd	volume				
cocktailglas	15.20 cm	4.73 sec	236.50 ml	▶	⏸	⏮	⏭
				📈	📊	→	⏹
voeg een glas toe...							

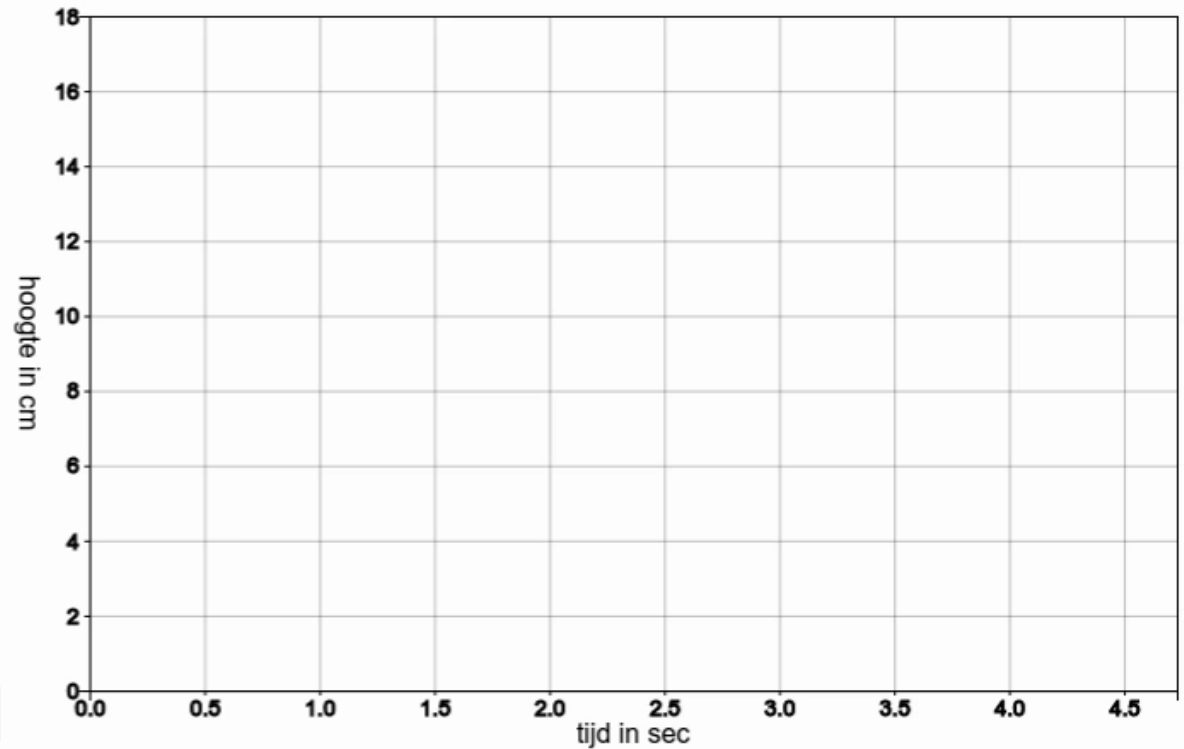
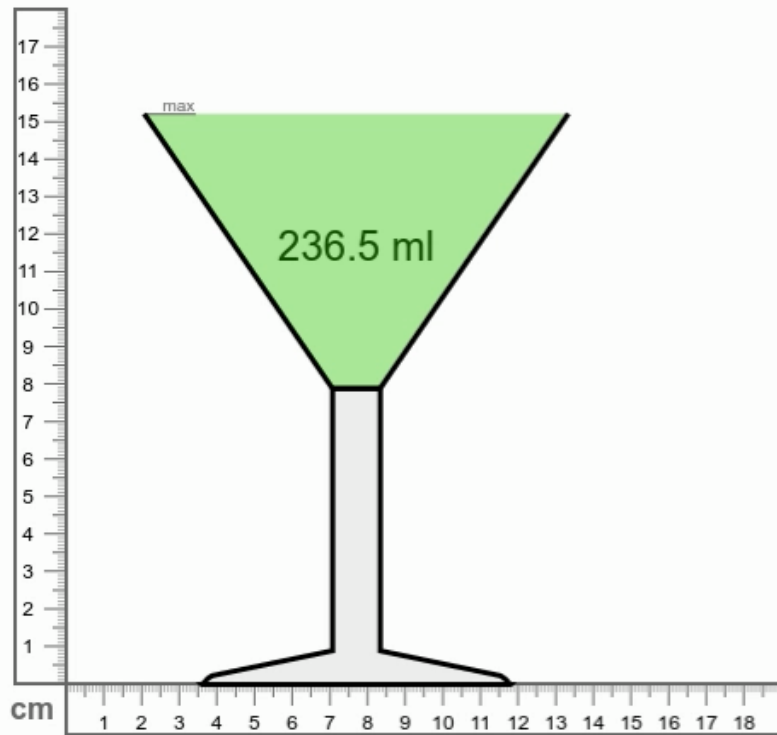
Pijlgrafiek

FlessenVuller

Instellingen

Informatie

Help



	hoogte	tijd	volume				
cocktailglas	15.20 cm	4.73 sec	236.50 ml	▶	⏸	⏮	⏭
voeg een glas toe...				📈	📊	→	⌵