

LES 1 BEWEGINGSANALYSE UNPLUGGED

Lesdoelen

- Je kan beschrijven wat de kenmerken zijn van een stock en een flow in een systeemdiagram.
- Je kan het systeemdiagram om bewegingen te beschrijven tekenen, toelichten en toepassen op verschillende bewegingssituaties.
- Bij het beschrijven van bewegingen kan je schakelen tussen representaties (verhaal, tabel, systeemdiagram, grafieken)

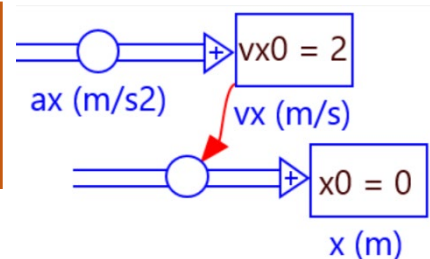
Bewegingen kunnen op verschillende manieren 'zichtbaar' gemaakt worden. Je kan de beweging fysiek uitvoeren, je kan ze beschrijven, in formules uitdrukken, tabellen en diagrammen maken en je kan gebruikmaken van een systeemdiagram. In deze les ga je oefenen met de verschillende representaties van drie verschillende bewegingen.

0. Zet datum, klas, lesnummer en namen van de makers op de poster. **NB NIET op de achterzijde schrijven, pak indien nodig een nieuw blad.**

Situatie 1 (klassikaal)

Bewegingsbeschrijving (1)

Je loopt met een constante snelheid van 2 m/s. Op tijdstip $t = 0$ s passeer je het punt $x = 0$ m. Bij deze beweging hoort het hiernaast getoonde systeemdiagram. De beweging duurt 4 s.



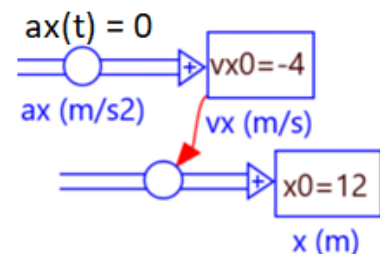
1. Verwerk op je poster de volgende representaties:
 - verhaal
 - systeemdiagram
 - tabel
 - drie grafieken $x(t)$, $vx(t)$ en $ax(t)$

Situatie 2

Bewegingsbeschrijving (2)

Van situatie 2 krijg je alleen het systeemdiagram. De beweging duurt 5 s.

Kan je aan de hand hiervan onderstaande vragen beantwoorden?



2. Verwerk op je poster de volgende representaties:
 - verhaal
 - systeemdiagram
 - tabel
 - drie grafieken $x(t)$, $vx(t)$ en $ax(t)$

Situatie 3

Situatie 3	Systeem	Tabel	Diagrammen																												
Op tijdstip $t = 0$ s start je vanuit stilstand op positie $x = 0$ m met een voorwaartse versnelling van 2 m/s^2 gedurende 5 seconden.		$t(s), ax \text{ (m/s}^2\text{)}, vx\text{(m/s)}, x\text{(m)}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>t</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>v</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	t	0	1	2	3	4	5	a							v							x							
t	0	1	2	3	4	5																									
a																															
v																															
x																															
Tip	De positie x op tijdstip t is gelijk aan het oppervlak onder de $v(t)$ -grafiek (op het gegeven tijdstip).																														

3. Verwerk op je poster de volgende representaties:

- verhaal
- systeemdiagram (met waarden)
- tabel
- drie grafieken $x(t)$, $vx(t)$ en $ax(t)$

Lever aan het eind van de les de poster in bij je docent.

Stock	Flow
<p>Een stock of toestandsvariabele geeft een bepaalde hoeveelheid weer. Het is een voorraad van iets.</p> <p>Stocks kunnen alleen veranderen door in- of uitstroom.</p> <p>Per tijdstapje wordt berekend of er iets aan de voorraad verandert, ofwel of er iets in- of uitstroomt.</p> <p>Van een stock heb je startwaarde en (netto) flow nodig.</p>	<p>Een flow of stroomvariabele is de verandering van de stock per tijdseenheid.</p> <p>De flow bepaalt hoe de stock per tijdstapje verandert. $\Delta Stock = Flow \cdot \Delta t$</p> <p>De eenheid van flow is de eenheid van de stock per tijdseenheid.</p>

LES 2 BEWEGINGSANALYSE MET DE COMPUTER

In deze les ga je de computer gebruiken om bewegingen te analyseren.

Lesdoelen

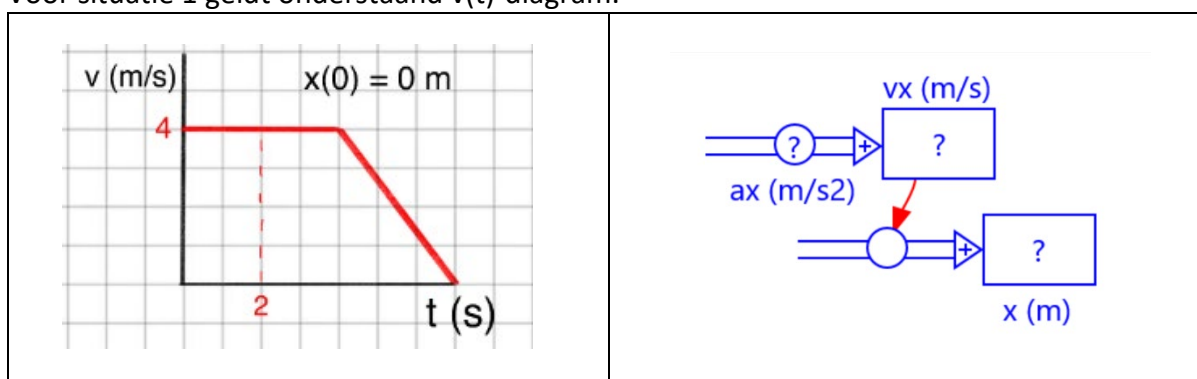
- Je kan het systeemdiagram om bewegingen te beschrijven construeren en runnen in Coach.
- Je kan het model inzetten voor verschillende bewegingssituaties.
- Je kan met het model $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en $x(t)$ -grafieken maken.
- Je kan model en grafieken toelichten aan de hand van de bewegingsbeschrijving.

0. Zet datum, klas, lesnummer en namen van de makers op de poster. **NB NIET op de achterzijde schrijven, pak indien nodig een nieuw blad.**

Verwerk de volgende opdrachten op posters (A3-bladen). NB NIET op de achterzijde schrijven, pak indien nodig een nieuw blad.

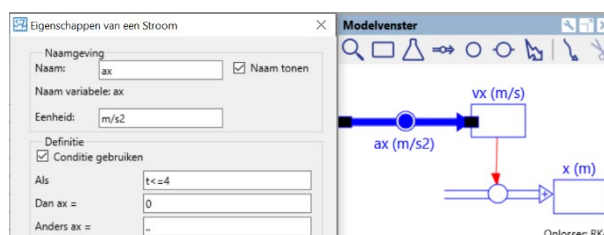
SITUATIE 1

Voor situatie 1 geldt onderstaand $v(t)$ -diagram.



1. **Bewegingsbeschrijving.** Beschrijf de beweging.
2. **Voorspelling.** Voorspel met een schets het globale verloop van $a_x(t)$ - en $x(t)$ -diagram.
3. Vul het **systeemdiagram** aan met startwaarden en eigenschappen van de versnelling.

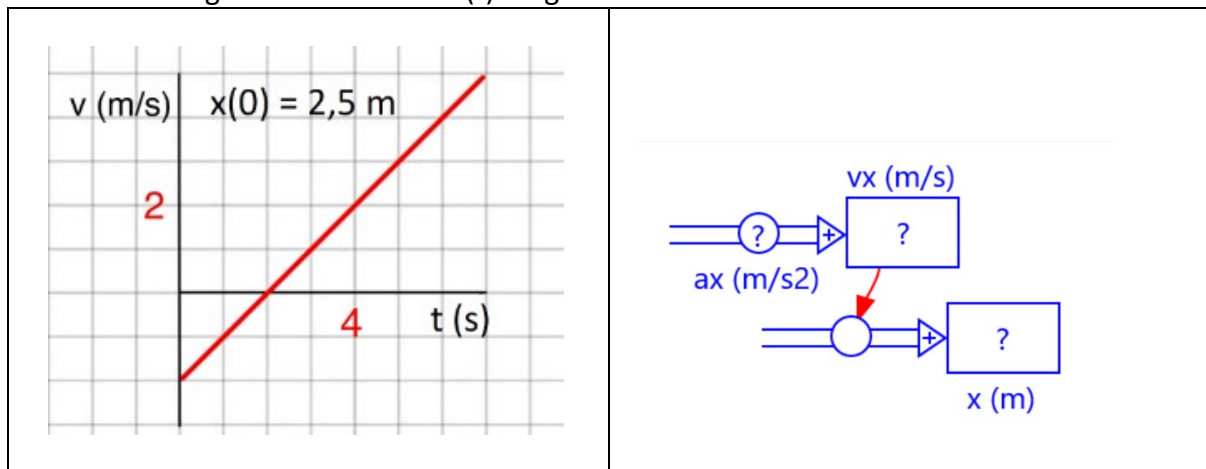
Gebruik Coach7 (modelleren) om het model te bouwen en te runnen. Bij het invoeren van de eigenschappen van versnelling ax (m/s²) kan je klikken op *Conditie gebruiken*.



4. Teken na of Laat een screenshot zien van de met het model gemaakte $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en $x(t)$ -diagrammen. Kloppen je voorspellingen?
5. Leg uit hoe de grafieken samenhangen. Benoem voor ieder segment het type beweging (stilstaand, constante snelheid, versnellend, vertragend) en licht toe hoe je dit afleidt uit de grafiek.

SITUATIE 2

Voor situatie 2 geldt onderstaand $v(t)$ -diagram.



1. **Bewegingsbeschrijving.** Beschrijf de beweging.
2. **Voorspelling.** Voorspel met een schets het globale verloop van $a_x(t)$ - en $x(t)$ -diagram.
3. Vul het **systemediagram** aan met startwaarden en eigenschappen van de versnelling.
4. Teken na of Laat een screenshot zien van de met het model gemaakte $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en $x(t)$ -diagrammen. Kloppen je voorspellingen?
5. Leg uit hoe de grafieken samenhangen.

SITUATIE 3 Een optrekkende auto

Een auto trekt gedurende 4 seconden op vanuit stilstand met een versnelling van 4 m/s^2 .

Daarna rijdt hij $5,0 \text{ s}$ door met constante snelheid.

6. **Voorspelling.** Voorspel met een schets het globale verloop van $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en $x(t)$ -diagram.
7. **Teken** het systemediagram.
Laat zien **welke (start)waarden** je nodig hebt.

Gebruik Coach7 (modelleren) om het model te bouwen en te runnen.

8. Laat een screenshot zien met model, **$a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en $x(t)$ -diagram**. Kloppen je voorspellingen?
9. Leg uit hoe de grafieken samenhangen.
10. Welke afstand heeft de auto (A) afgelegd?
11. Laat aan de hand van je model zien of een auto (B) die negen seconden lang versnelt met een versnelling van $2,67 \text{ m/s}^2$ verder, even ver of minder ver komt dan A.

LES 3 KRACHTENANALYSE

Lesdoelen

- Je kan de eerste twee wetten van Newton beschrijven.
- Je kan het systeemdiagram voor de relatie tussen kracht en beweging, toelichten en in verband brengen met de wetten van Newton.
- Je kan het systeemdiagram construeren en runnen in Coach in verschillende dynamische situaties.
- Je kan model en grafieken toelichten.

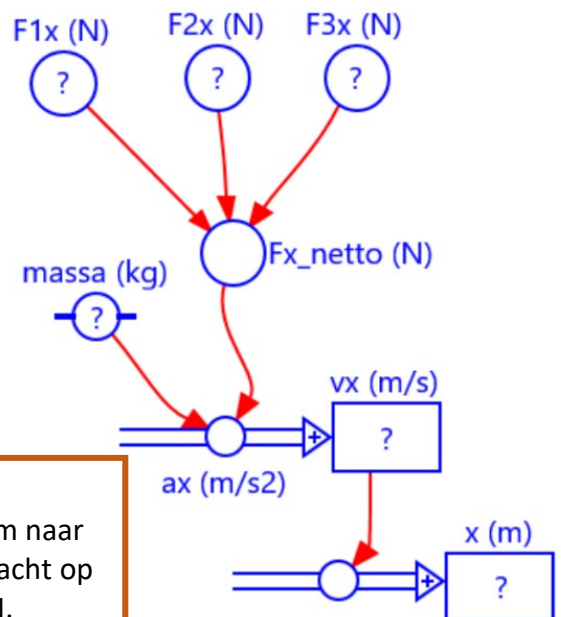
KRACHTENANALYSE

"Als je krachten, massa en startwaarden kent, ken je de beweging."

Het systeemdiagram (SD) hiernaast laat zien wat het verband is tussen kracht en beweging.

KRACHTENANALYSE IN DRIE BEWEGINGSSITUATIES

Verwerk op je poster de volgende opdrachten.



Situatie A Amira fietst

Amira vertrekt met een snelheid 14,4 km/h van huis om naar school te fietsen 2,4 km verderop. De voortstuwingskracht op de fiets is 120 N. De totale wrijvingskracht is ook 120 N. De massa van Amira + fiets is 70 kg.

1. Schets de situatie (Amira op de fiets + krachten).
2. Teken het systeemdiagram met constanten, variabelen en startwaarden.
3. Maak en run het model. Toon in Coach de volgende diagrammen: de krachten als functie van de tijd (in één diagram), het $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en het $x(t)$ -diagram. Schets het verloop van de grafieken op je poster.
4. Schrijf een korte uitleg bij iedere grafiek.

Situatie B Boris fietst ook

Vertrekkend vanuit stilstand levert Boris gedurende 4,72 s een voortstuwingskracht van 243 N, daarna houdt hij de benen stil en rijdt uit. Tijdens de hele beweging is de wrijvingskracht 123 N. De massa van fiets + Boris is 80 kg.

5. Schets de situatie (Boris op de fiets + krachten).
6. Teken het systeemdiagram met constanten, variabelen en startwaarden.
7. Maak en run het model. Toon in Coach de volgende diagrammen: de netto kracht en het $a_x(t)$ -, $v_x(t)$ - en het $x(t)$ -diagram. Schets het verloop van de grafieken op je poster.
8. Na hoeveel seconden staat Boris stil? Welke afstand heeft hij dan afgelegd?
9. Schrijf een korte uitleg bij iedere grafiek.
10. Schets de situatie (volleybal + krachten).

Situatie C Een volleybal valt

Een volleybal met een massa van 270 gram en een omtrek 66 cm valt van het dak van een torenflat (hoogte = 70 m) naar beneden.

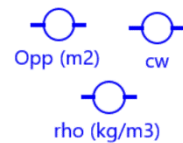
Voor de luchtweerstandskracht geldt de volgende formule.

$$F_{w,lucht} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot Opp \cdot v_y^2$$

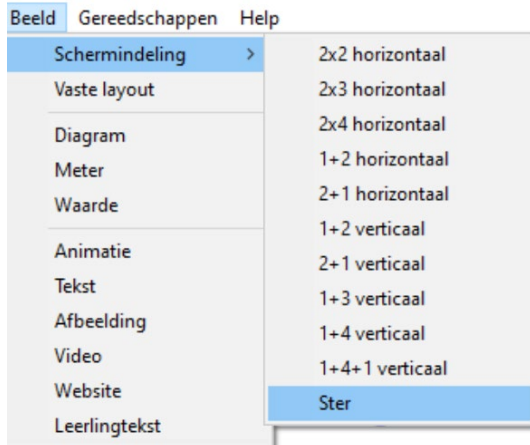
Hierin is c_w de wrijvingscoëfficiënt ($c_w \sim 0,50$), ρ de luchtdichtheid ($1,293 \text{ kg/m}^3$) en Opp het frontaal oppervlak ($0,0347 \text{ m}^2$).

11. Schets het systeemdiagram met constanten, variabelen en startwaarden.
12. Maak en run het model. Toon in Coach de volgende diagrammen: de krachten als functie van de tijd (in één diagram), en het $ax(t)$ -, $vx(t)$ - en het $x(t)$ -diagram. Schets het verloop van de grafieken op je poster.

Tip: zorg dat je constanten afzonderlijk noemt, dan kan je het model overnemen en aanpassen voor de opdracht van LES 4.

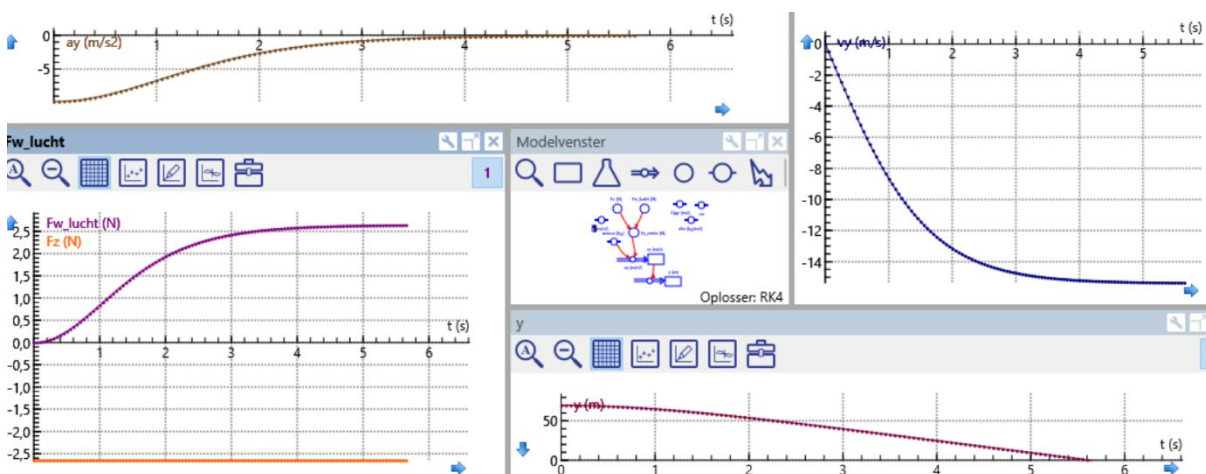


13. Schrijf een korte toelichting bij iedere grafiek.



Tip: Zet bij beeld de weergave op ster. Op deze manier kan je vier diagrammen laten zien (de hoeken) + het model in het midden.

Je scherm komt er dan ongeveer uit te zien als onderstaande figuur.



LES 4 EEN SUPERPARACHUTE

Lesdoelen

- Je kan de vier fasen van computationeel probleemoplossen, te weten \circ *Definiëren* \circ *Abstraheren* \circ *Oplossen en* \circ *Interpreteren*, toepassen in de praktijk aan de hand van een reëel probleem.

Een fabrikant claimt een superveilige parachute ontworpen te hebben. Als troeven noemt hij het grote frontaal oppervlak (50 m^2) en de snelle opening ($0,03 \text{ s}$). Een veilige sprong is hiermee gegarandeerd, stelt hij.

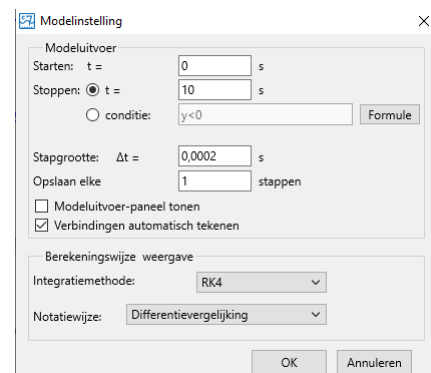
Aan jou de taak om de claim van de fabrikant te onderzoeken.



Doorloop de volgende 4 stappen. Schrijf je antwoorden op de poster.

- **1 Definieer**
Beschrijf de vraag
 - Welke vraag wil je beantwoorden, welk probleem wil je oplossen? Waarom?
 - Wat zijn de bepalende concepten en grootheden die een rol spelen? (Wanneer is een sprong veilig? Hoe meet je dit?)
 - In welk tijdbestek moet je kijken?

- **2 Abstraheer**
Zet de vraag om in computationele vorm
 - Beschrijf welk gedrag je verwacht.
 - Maak een systeemdiagram (Stock-Flow-map)
 - Construeer het model, geef aan welke regels gelden voor de flows en hulpvariabelen
 - Bepaal waarden van constanten en startwaarden.
 - Bekijk de modelinstelling en maak een keuze voor tijd, stopconditie en de waarde van stapgrootte Δt .

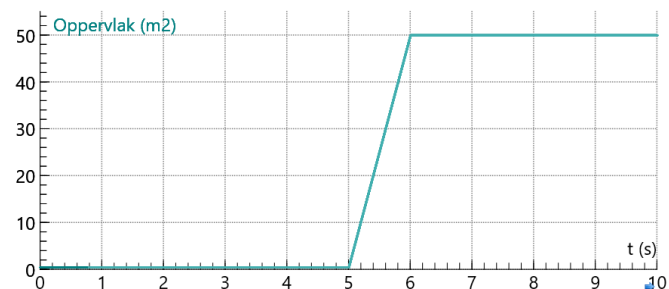


Figuur 1 Een mogelijke modelinstelling.

Het openen van de parachute

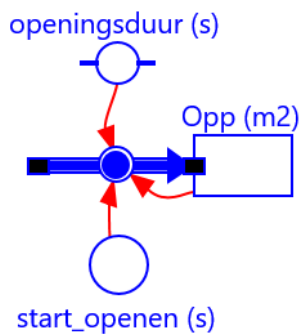
Je hebt gezien hoe je een val met lucht-wrijving modelleert, maar hoe houd je rekening met een parachute die tijdens de sprong uitvouwt?

Het openen van de parachute kan je als volgt verwerken. Beschouw het oppervlak van de parachute als stock. De verandering van het oppervlak per tijdseenheid is dan de flow.



Figuur 1 Frontaal oppervlak als functie van de tijd van een parachute die in 1 seconde toeneemt van $0,5$ tot 50 m^2 .

De flow is te berekenen met $\frac{\Delta Opp}{\Delta t} = \frac{Opp_{eind} - Opp_{begin}}{openingsduur}$.



Naamgeving	
Naam:	Flow_Opp <input type="checkbox"/> Naam tonen
Naam variabele:	Flow_Opp
Eenheid:	m2/s
Definitie	
<input checked="" type="checkbox"/> Conditie gebruiken	
Als	(t < start_openen) Of (Opp >= 50)
Dan Flow_Opp =	0
Anders Flow_O.. =	(50 - 0,5)/openingsduur

- **3 Los op**

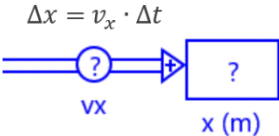
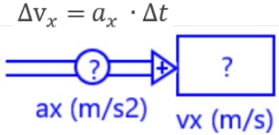
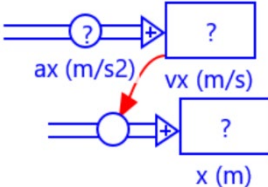
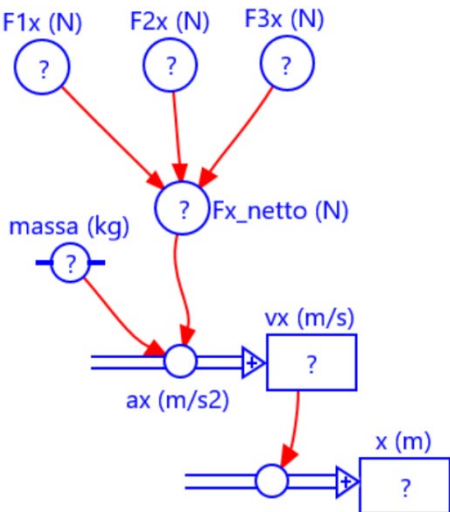
- **Test je model en vind computationele antwoorden**






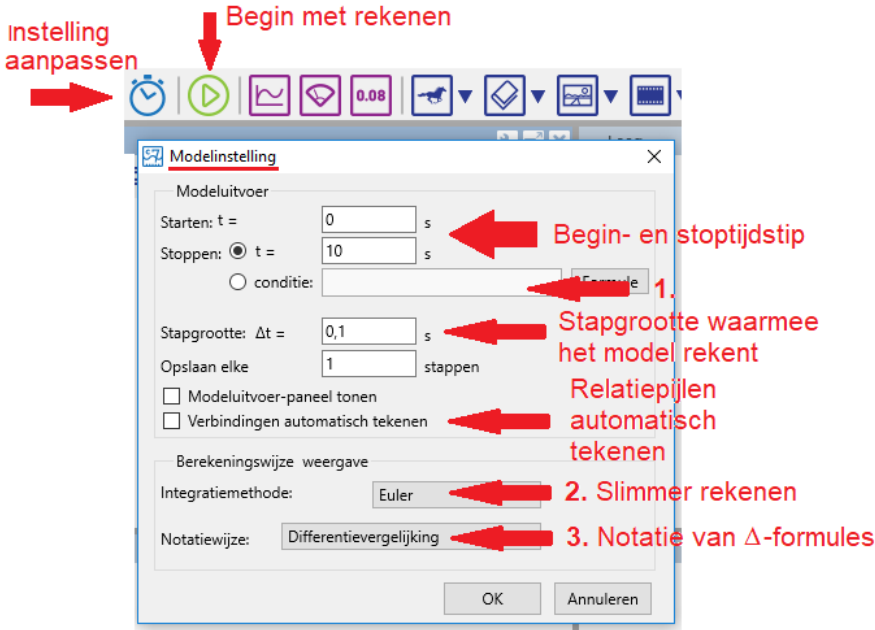
- Run je model.
- Welke grafieken wil je in beeld brengen? Welke grafieken heb je nodig om je vraag (over de veiligheid) te beantwoorden?
- Gedraagt je model zich zoals je verwacht (bijvoorbeeld: val je naar beneden in plaats van naar boven)?
- Ben je tevreden over grootte van de tijdstapjes? Kijk vooral naar de momenten waarop snelle veranderingen plaatsvinden. Worden deze wel gemonitord met tijdstapjes die klein genoeg zijn?
- Is er reden om iets te veranderen stopconditie, beginwaarden of andere parameters?

- **4 Interpreteer**

- **Evalueer en verwoord je bevindingen in vaktaal**

- Formuleer een antwoord op de vraag; gebruik grafieken om je antwoord te onderbouwen.
- Komt dit antwoord overeen met de verwachtingen?
- Wat zijn de beperkingen van het antwoord?
- Wat adviseer je de fabrikant?
- Is er aanvullend onderzoek nodig?

Systeemdiagram	Beschrijving
 <p>$\Delta x = v_x \cdot \Delta t$</p>	<p>Flow (snelheid) is de verandering van stock (positie) per tijdseenheid.</p> $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta x = v_x \cdot \Delta t$ <p>De nieuwe positie $x_{t+\Delta t}$ is de oude positie x_t plus de positieverandering Δx.</p> $x_{t+\Delta t} = x_t + v_x \cdot \Delta t$
 <p>$\Delta v_x = a_x \cdot \Delta t$</p>	<p>Flow (versnelling) is de verandering van stock (snelheid) per tijdseenheid.</p> $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta v_x = a_x \cdot \Delta t$ <p>De nieuwe snelheid $v_{t+\Delta t}$ is de oude snelheid v_t plus de snelheidsverandering Δv.</p> $v_{x,t+\Delta t} = v_{x,t} + a_x \cdot \Delta t$
	<p><i>“Als je versnelling en startwaarden kent, ken je de beweging.”</i></p> <p>De versnelling bepaalt de snelheidsverandering. De snelheid bepaalt de positieverandering.</p> <p>Van snelheid en positie moeten de startwaarden worden vermeld.</p>
	<p><i>“Als je krachten, massa en startwaarden kent, ken je de beweging.”</i></p> <p>In de krachtenleer worden kracht en beweging gecombineerd. De nettokracht op een voorwerp in een bepaalde richting is bepalend voor de versnelling die het voorwerp krijgt in die richting met $a_x = \frac{F_{x,netto}}{m}$, waarbij m de massa van het voorwerp is.</p>

Bouwsteen	Beschrijving
<p>Stock, voorraad- of toestandsvariabele</p> 	<p>Stocks of toestandsvariabelen geven een bepaalde hoeveelheid weer, een voorraad. Het kan gaan om echte voorraden, zoals het aantal auto's in een fabriek, maar het kan ook om abstractere hoeveelheden gaan, bv snelheid of klanttevredenheid. Stocks kunnen alleen veranderen door in- of uitstroom. Er is geen andere beïnvloeding mogelijk.</p> <p>Een stock is een integrator of opteller: per tijdstapje komt er iets bij, er stroomt iets uit, of de hoeveelheid blijft ongewijzigd. In het laatste geval is de netto-flow gelijk aan nul.</p>
<p>Flow of stroomvariabele</p> 	<p>Flow of stroomvariabelen bepalen hoe een stock verandert. 'Flow' staat symbool voor verandering: stromend water uit een kraan, maar ook geboorte en sterfte in een populatie, veranderingen in concentraties stoffen, veranderingen in de positie en snelheid van een voorwerp, etc.</p> <p>Een flow is altijd verbonden met een stock. De richting is hierbij van belang: ingaande stromen dragen bij aan verhoging van de stock uitgaande stromen dragen bij aan verlaging.</p> <p>Een flow is een differentiator. Met de nettoflow kan per tijdstapje de verandering van de stock worden bepaald.</p> <p>De eenheid van de flow is de eenheid van de stock per seconde.</p>
<p>Hulpvariabele</p> 	<p>Hulpvariabelen zijn aanvullende variabelen, die geen toestandsvariabele zijn (en dus geen stroompijl hebben). Bij beweging kan een hulpvariabele gebruikt worden om de netto kracht te berekenen.</p>
<p>Constante</p> 	<p>Een constante is een variabele die niet verandert tijdens de modeluitvoering. Er kunnen geen andere variabelen gekoppeld worden aan een constante.</p>
<p>Relatiepijl (rood)</p> 	<p>Een relatiepijl laat het verband zien tussen elementen. De pijl tussen twee variabelen geeft aan dat de variabele aan het eind (punt) afhangt van de variabele aan het begin van de pijl.</p>
<p>Modelinstelling</p>	 <p>instelling aanpassen</p> <p>Begin met rekenen</p> <p>Begin- en stoptijdsp</p> <p>1. Δt</p> <p>Stapgrootte waarmee het model rekent</p> <p>Relatiepijlen automatisch tekenen</p> <p>2. Slimmer rekenen</p> <p>3. Notatie van Δ-formules</p>