

# Experimenteren & modelleren

Werkgroep Natuurkunde Didactiek  
16 December 2015

Norbert van Veen([norbert@cma-science.nl](mailto:norbert@cma-science.nl))



[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

# Even voorstellen

---

- Even voorstellen, inhoud
- Modelleren: wat en waarom?
- Grafisch modelleren in Coach
- Experimenten en modellen
- Zelf proberen

# Modelleren: **wat** en waarom?

---

- **Subdomein A7. Modelvorming**
- De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

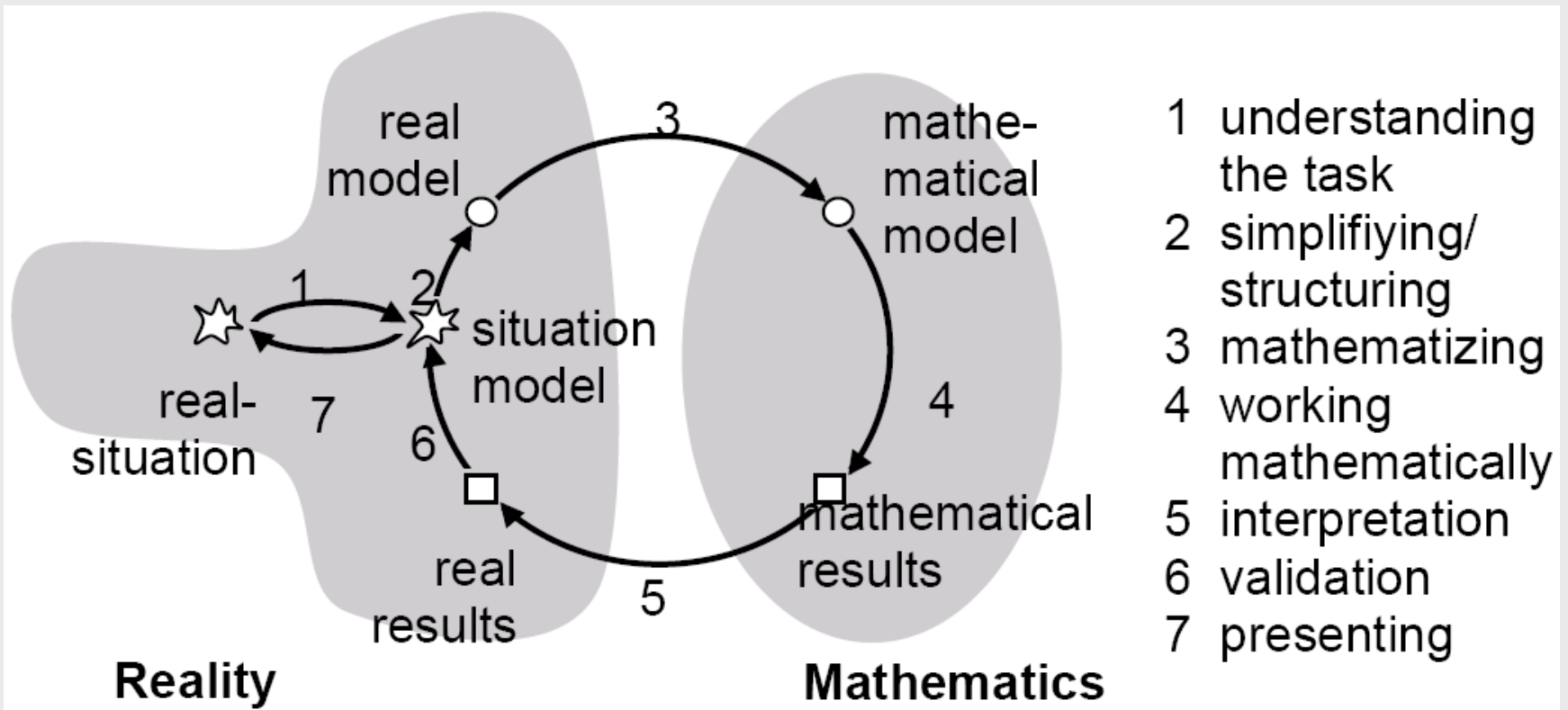
*Bron: syllabus eindexamen natuurkunde vwo 2016*

# Modelleren: wat en waarom?

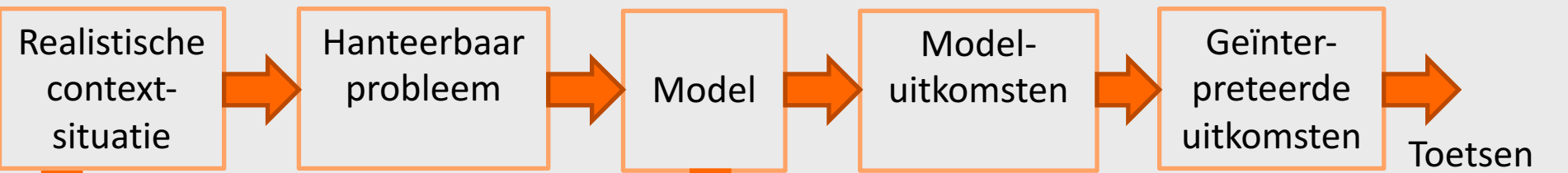
---

- Belangrijke professionele activiteit
  - Belangrijke vaardigheid in elke natuurwetenschappelijke vervolgstudie
- Scientific literacy
- Nieuwe vakinhoud:
  - groter realiteitsgehalte
  - dynamische processen, grotere systemen
- Nieuwe mogelijkheden voor begripsontwikkeling

# Modelleren: wat en waarom?



o.a. Onne van Buuren (2014)



Analyseren & inperken

Vertalen

Genereren

Interpreteren

Toetsen en beoordelen

Natuurkundige blik basiskennis

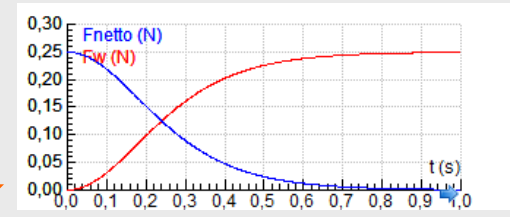
$$\Delta v = a \cdot \Delta t$$

$$a = F_{netto} / m$$

$$F_w = k \cdot v^2$$

$$F_z = m \cdot 9,8$$

$$F_{netto} = F_z - F_w$$

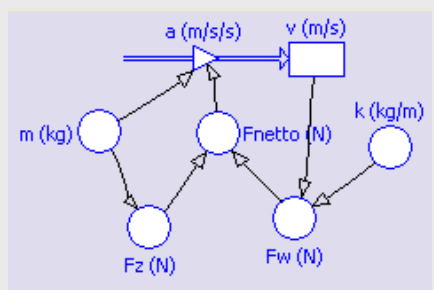
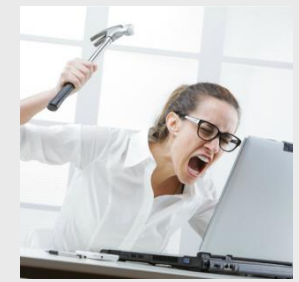


Situatie kennen  
Experimenteren



$F_z$  en  $F_w$

Werken met software



- Veel vaardigheden nodig
  - Deels traditionele vaardigheden
- Tijd nodig voor software en “denken in modellen”
  - Als ik dit verander, dan...
  - Mijn uitkomst klopt niet. Is dat omdat ik het model fout heb gemaakt of omdat mijn idee van het model niet klopt?
- Bepaalde voorkennis is een vereiste
  - “Iets” over krachten moet bekend zijn

- Modelleren is een praktische vaardigheid
  - Moet aangeleerd worden
  - Opbouwende lijn
  
- Maar: modelleren is niet nieuw
  - Modelleren + experimenteren = kern natuurwetenschappen



# Voorbeeldactiviteiten

---

- Beginners:
  - Sparen (ec)
  
- Gevorderden:
  - Ebola (bi)
  - Medicijninname (bi/sk)
  - Rendement auto (na/tn)
  - Bevolkingsgroei (bi/ak)
  - Klimaatverandering (wi/ak)



**Opdracht**

De vragen hieronder staan ook in je boek. Antwoorden kun je hiernaast opschrijven.

Opdracht 7.1. Renteberekening.

De gegevens van deze opdracht komen van de internetsite van een bank.

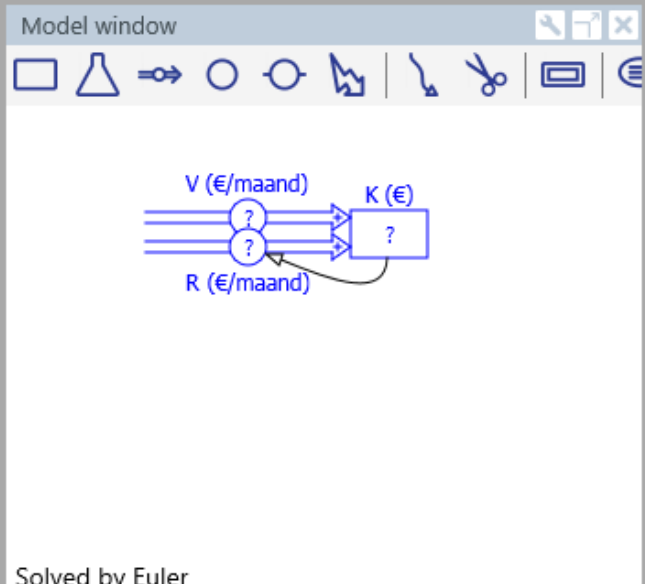
De bank geeft 2,4% rente per jaar op een spaarrekening. Je zet elke maand 150 € op die rekening. Volgens de bank heb je dan na 30 jaar 100 000 €.

We gaan onderzoeken of dat waar is.

Daarna gaan we onderzoeken hoeveel je per maand op je rekening moet zetten als je na 15 jaar al 100 000 € wilt hebben?

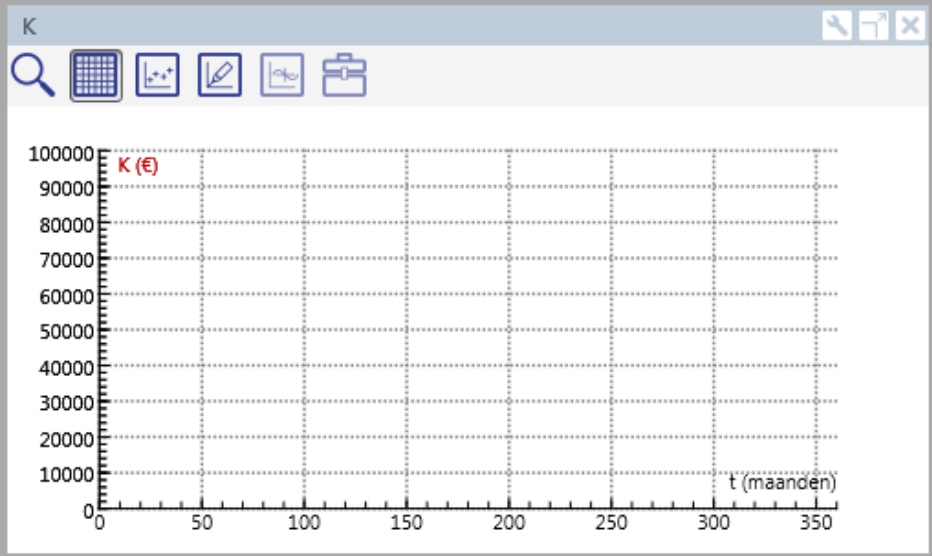
Antwoorden

Search, Bold, Italic, Underline, Text color, Background color, Bulleted list, Numbered list, Indent, Outdent, Undo, Redo, Erase, Copy, Paste, Print, Help



Tabel 1

Time (months)	Amount (€)
0	0
50	
100	
150	
200	
250	
300	
350	



# Lesmateriaal bij Coach 7

---

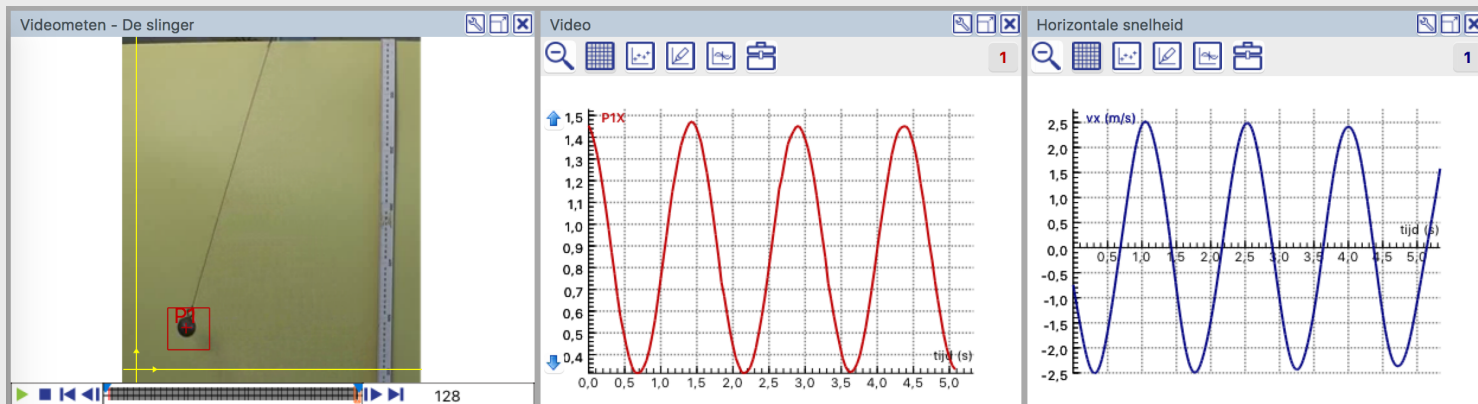
- Lesmateriaal is op de website te verkrijgen. Nodig een licentiecode voor Coach 7.
- Vragen?

# Experimenten: De slinger

- Slinger:  
Videometen

Formule:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

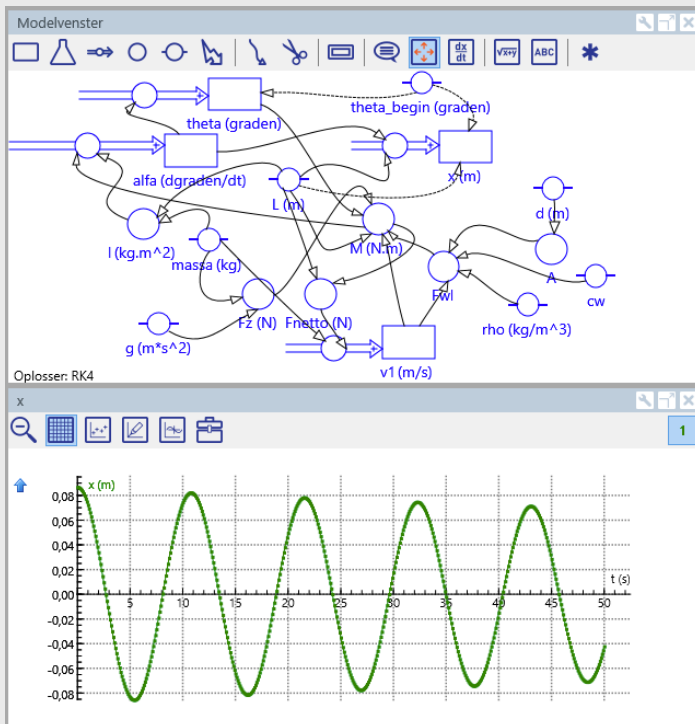


# Experimenten: De slinger

- Slinger:  
Modelleren

Formules:

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = m \cdot g \cdot l \cdot \sin(\theta)$$



# Experimenten: Waterraket

---

- Waterraket:  
videometen



# Experimenten: Waterraket

---

- **Waterraket:**  
videometen -> Water en lucht stuwkracht mee modelleren.

Formules:

$$F_{stuw} = m \cdot a = \dot{m} \cdot u = \rho \cdot A \cdot u^2$$

waarin  $\dot{m} = \frac{dm}{dt}$

en  $u$  de snelheid van het water is

$$u = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_{in} - p_0)}{\rho_w}}$$

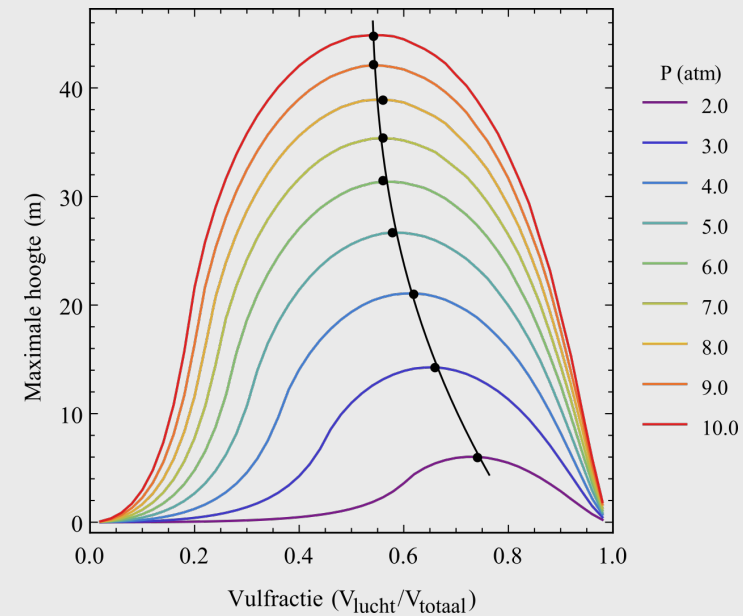
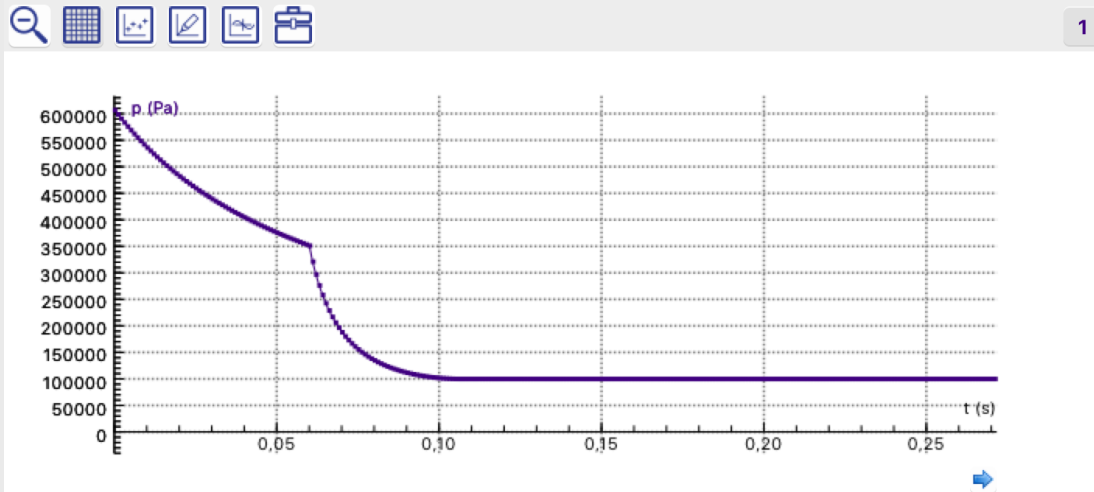
$$F_{stuw} = 2 \cdot (p_{in} - p_0) \cdot A = 2 \cdot \Delta p \cdot A$$

# Experimenten: Waterraket

- Waterraket:

Modelleren: gebaseerd op Peter Nielsen 1999:

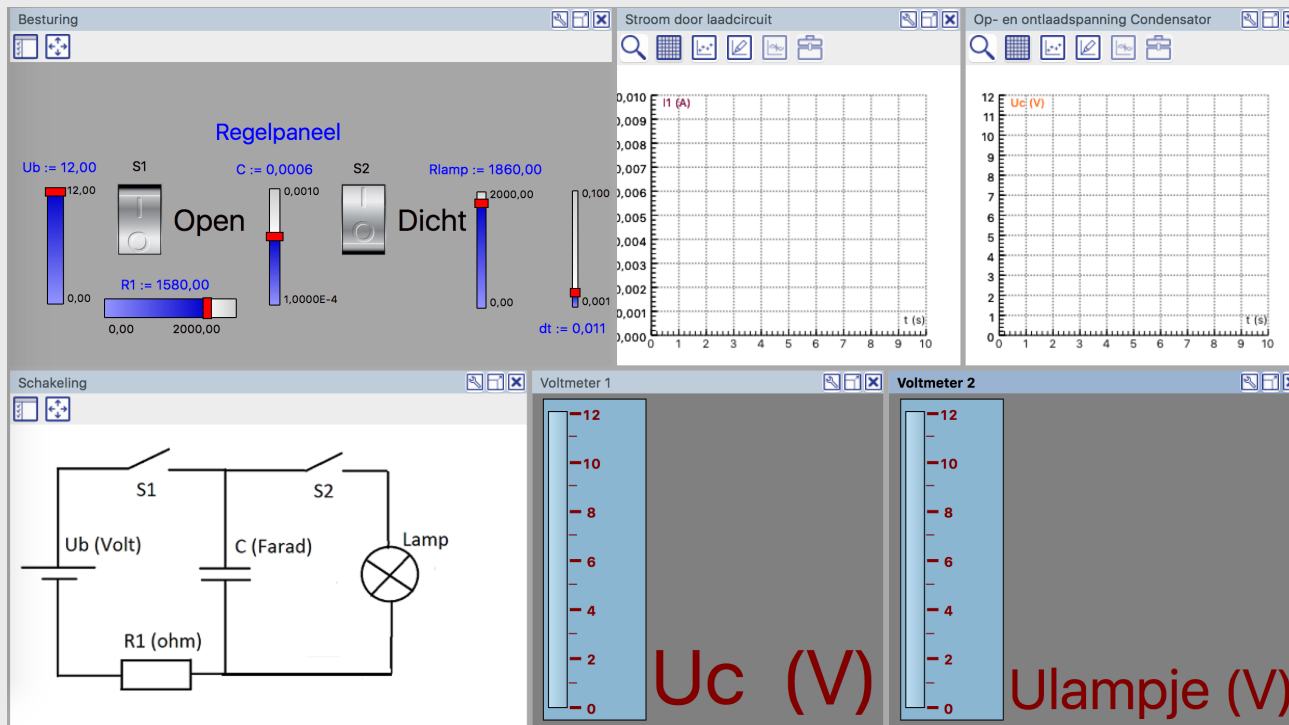
[http://www.ent.ohiou.edu/~et181/rocket/Nielsen\\_Rocket.pdf](http://www.ent.ohiou.edu/~et181/rocket/Nielsen_Rocket.pdf)





# Experimenten: Condensator

- Condensator: Metingen vergelijken met model. Opladen en ontladen.



# Experimenten: Slingergolf

- Slingergolf: Videometing en model (animatie)

Formules:

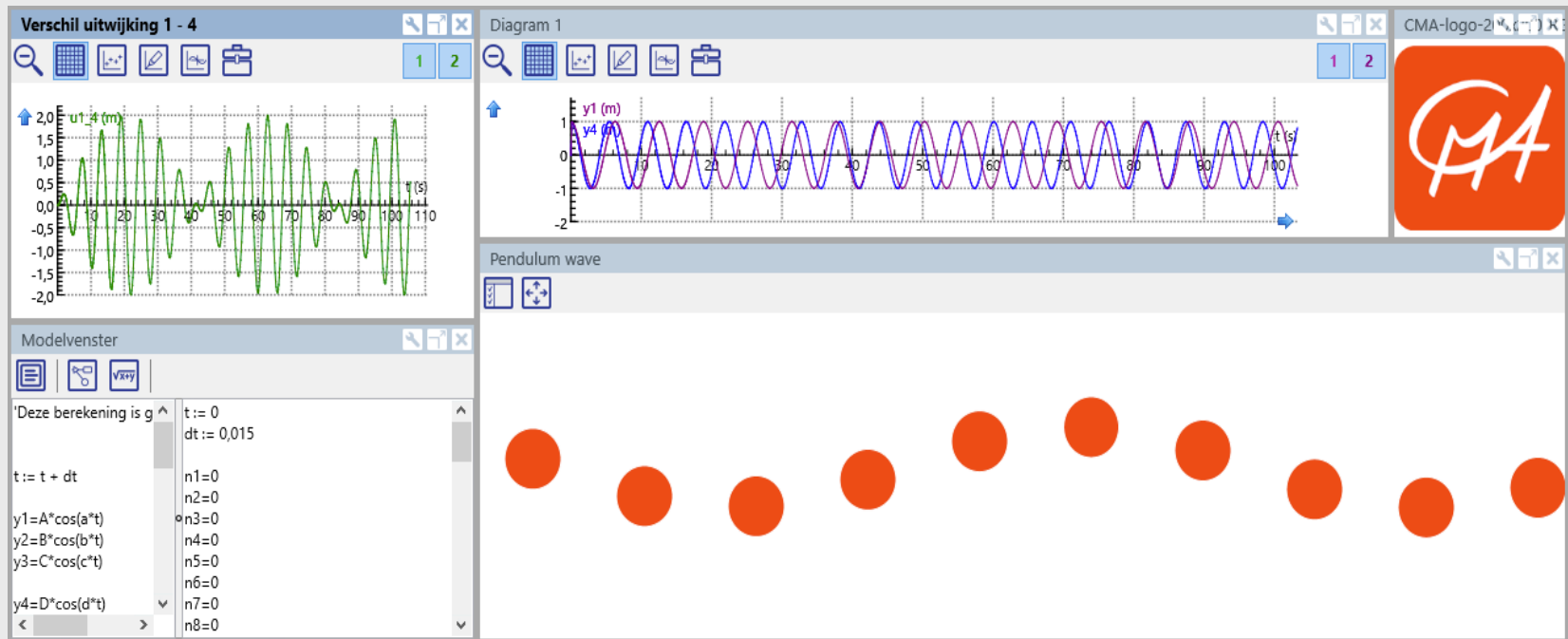
$$y(x, t) = A \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{\Gamma d} x + \frac{2\pi N}{\Gamma} t\right)$$

$$L_n = \left(\frac{N}{N+n}\right)^2 \cdot L_0$$



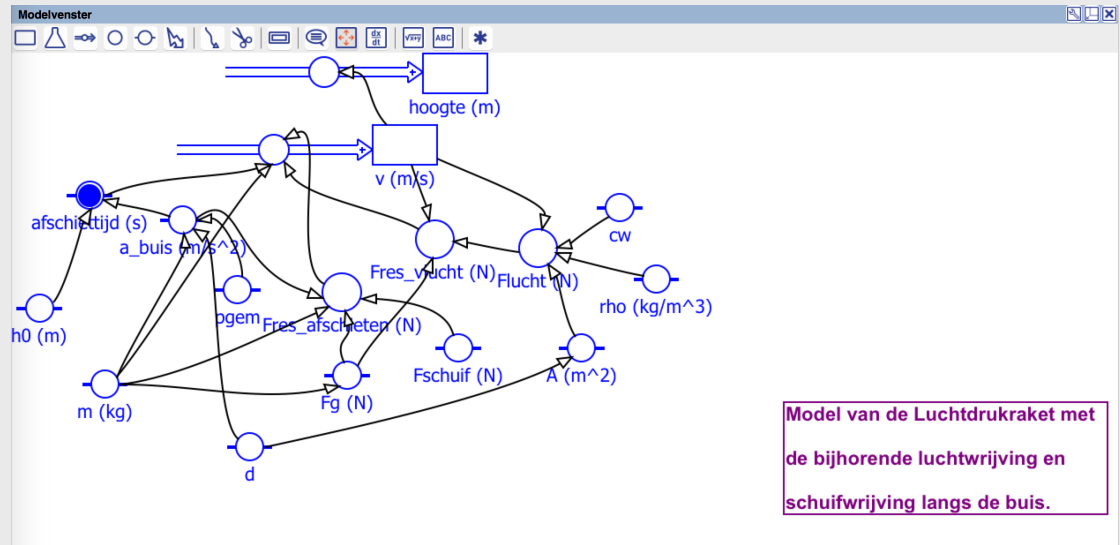
# Experimenten: Slingergolf

- Slingergolf: Videometing en model (animatie)



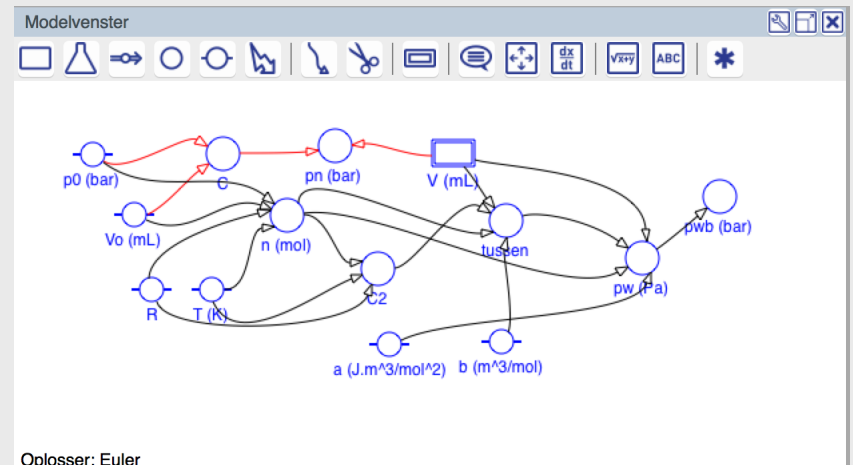
# Experimenten: Luchtdruk raket

- Raket: Videometing en model



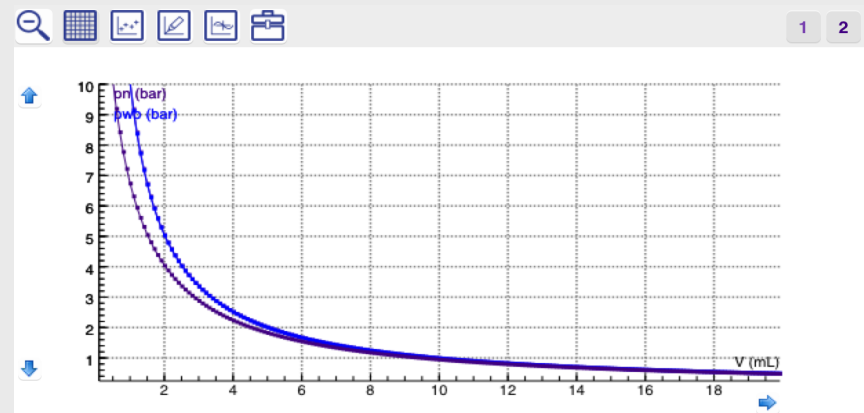
# Experimenten: Gaswet van Boyle

- Boyle: meting (eigenvolume) en model (+van der Waals)



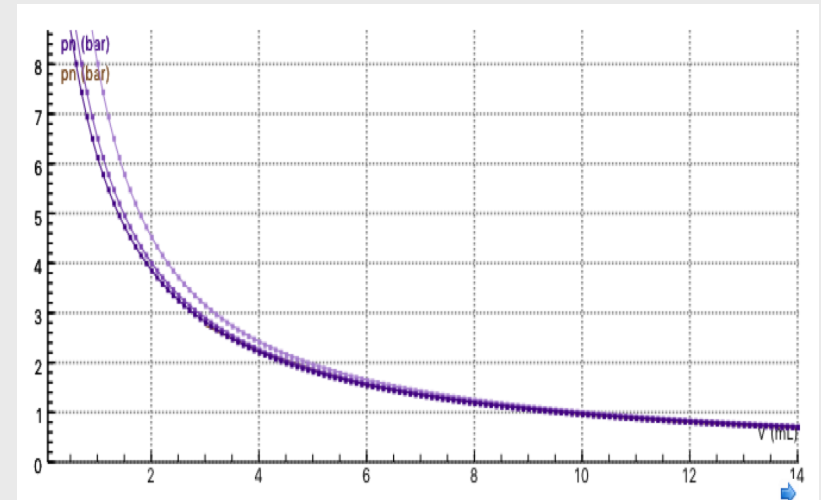
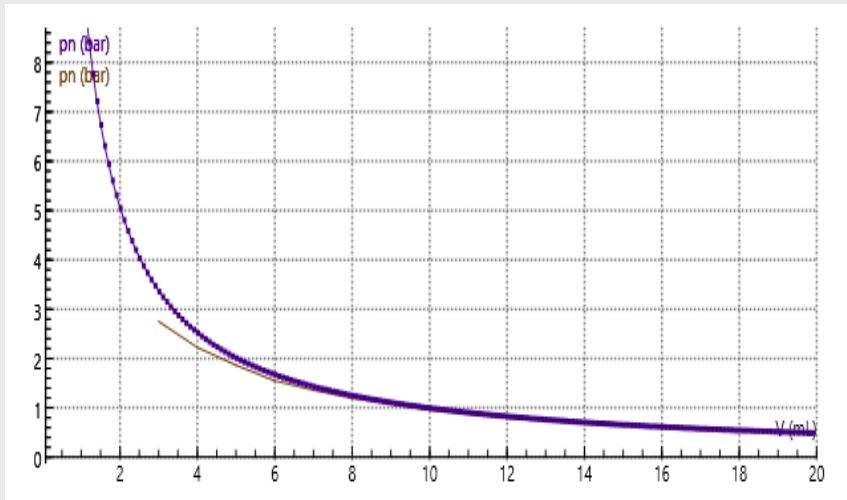
Formule:

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT$$



# Experimenten: Gaswet van Boyle

- Boyle: modelleren en eigenvolume bepalen met simulatie omgeving.



# Experimenten: Gloeilampje

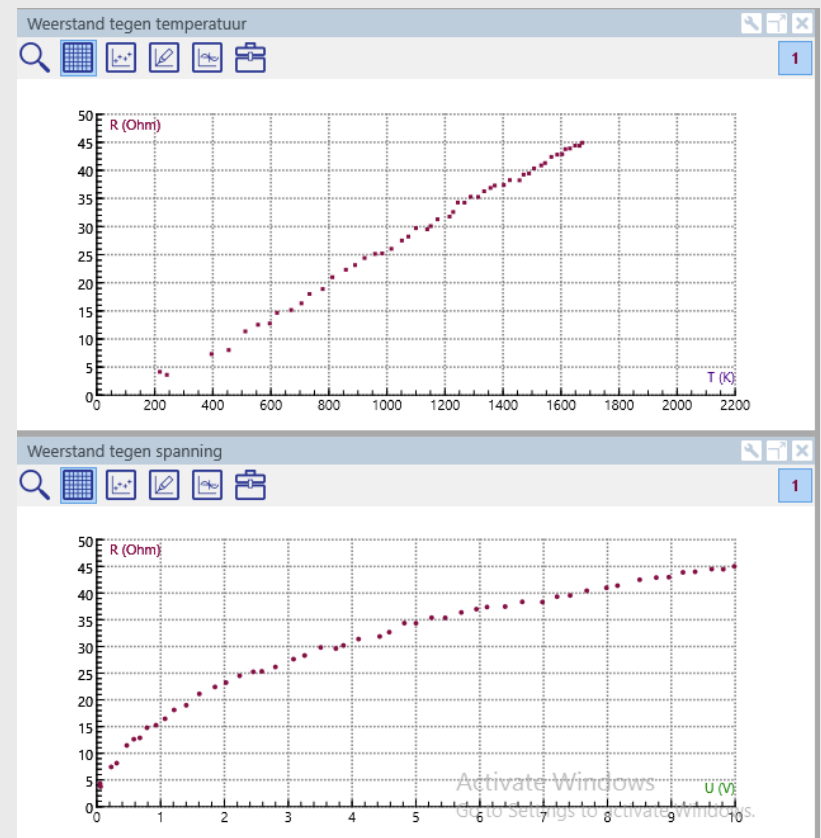
- Gloeilamp: meting (U en I) resulteert in R(T) diagram.

Formule stralingsevenwicht:

$$P_{el} = P_{rad}$$
$$U \cdot I = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$$

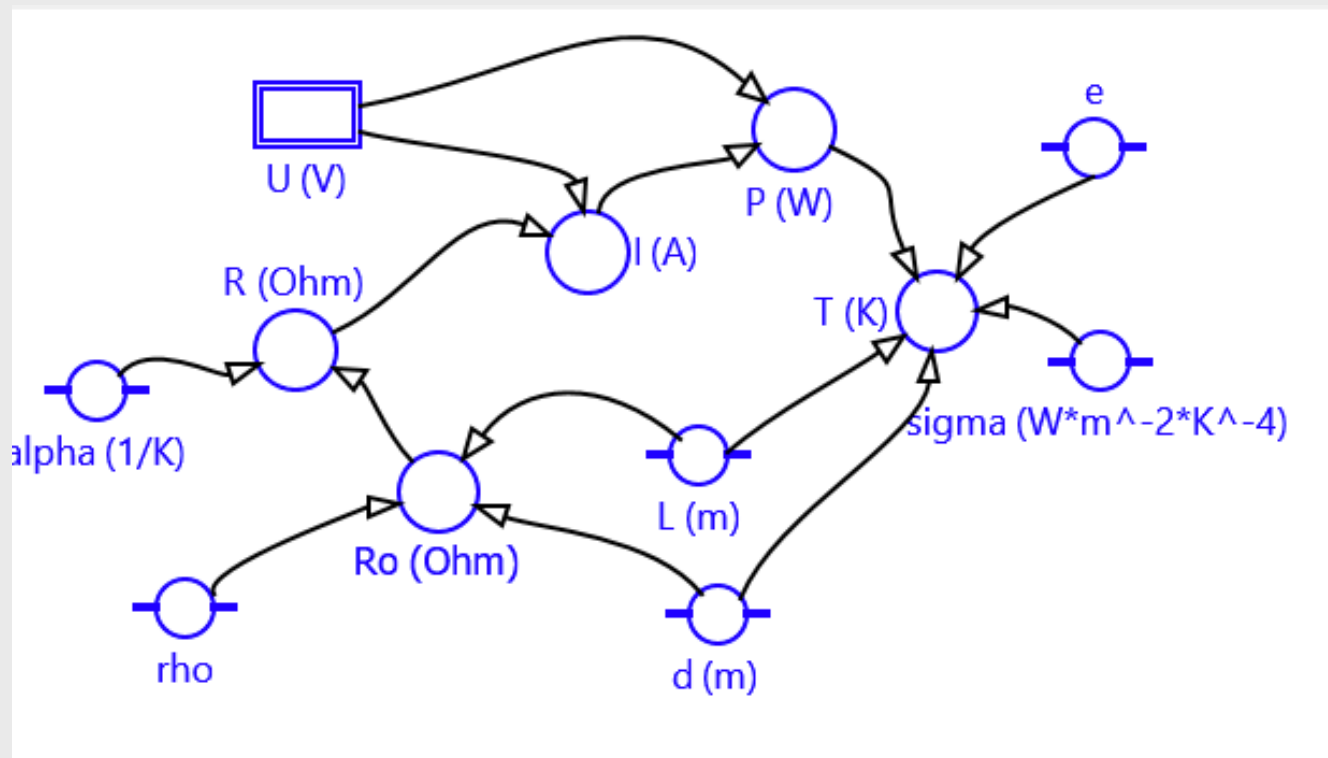
$$T = \sqrt[4]{\frac{U \cdot I}{e \cdot \sigma \cdot A}}$$

e = 0,32 voor wolfram.



# Experimenten: Gloeilampje

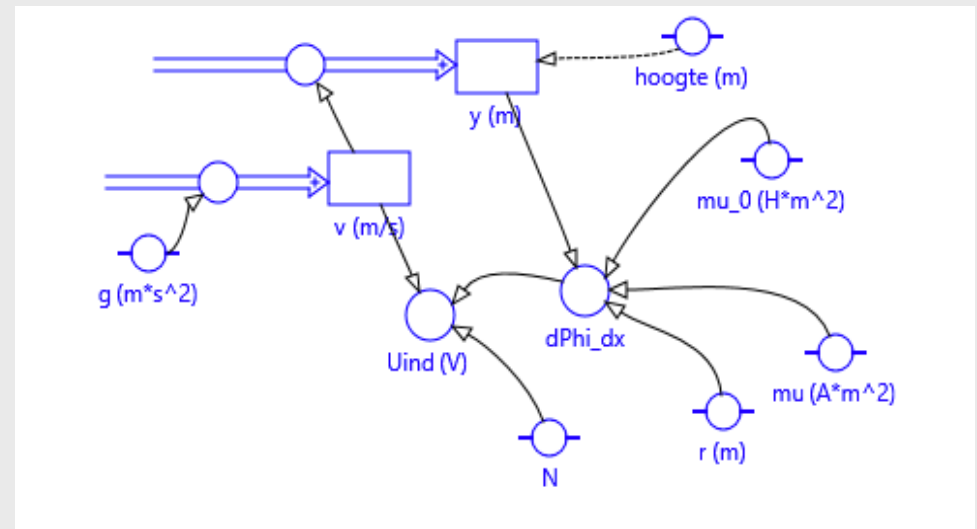
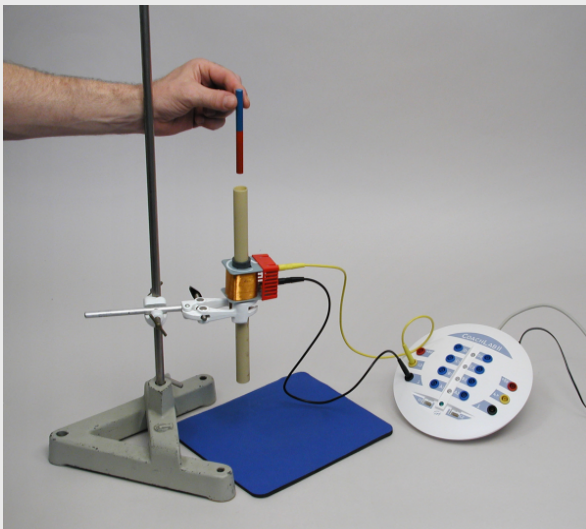
- Gloeilamp: modelleren





# Experimenten: inductiespanning

- Meten en modelleren



Formules:

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{3}{2}r^2\mu_0\mu \frac{x}{(x^2 + r^2)^{\frac{5}{2}}}$$

$$U_{ind} = -N \frac{d\Phi}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dx} \frac{dx}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dx} \cdot v$$

# Experimenteren & modelleren

Bedankt voor uw aandacht!

[norbert@cma-science.nl](mailto:norbert@cma-science.nl)



[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

# Nascholing

---

- Cursussen
  - Werken met Coach 7
    - Basiscursus
    - Verdiepingscursus voor uw vakgebied
  - Modelleren in Coach 7
  - Robotica: LEGO EV3
- Maatwerk bij u op school
  - Inhoud gebaseerd op uw leervraag, beta-breed.
    - Bv. modelleren in de beta-vakken
    - Gebruik Coach
    - Implementatie ICT-practica in curriculum.