

# De ballon

Gaswet en rek in materialen

DynaLearn niveau 3 | Versie 0.9

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Samenvatting</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| In deze les gaat over de gaswet. Je gaat aan de slag met een computermodel over een ballon gevuld met gas. De ballon wordt opgeblazen. Er komt dus gas in. De druk en het volume kunnen dan veranderen. Ook kan de temperatuur stijgen of dalen. We maken het model stap voor stap realistischer. Tot slot ga je met het gebouwde model simulaties uitvoeren en kijken welke invloed bepaalde handelingen hebben op de uitkomst. |  |
| <b>Voornaam</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| <b>Achternaam:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| <b>Klas:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <b>Datum:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| <b>Opmerkingen van docent:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

## 1. Introductie

In deze les gaat over de gaswet. Je gaat aan de slag met een computermodel over een ballon gevuld met gas. Een ballon wordt opgeblazen. Er komt dus gas in. De druk en het volume kunnen dan veranderen. Ook kan de temperatuur stijgen of dalen.

We maken het model stap voor stap realistischer. Tot slot ga je met het gebouwde model simulaties uitvoeren en kijken welke invloed bepaalde handelingen hebben op de uitkomst.

Bekijk nu dit filmpje waarin twee mensen een ballon opblazen: <https://youtu.be/9JtxHWkrI-k>



**Figuur 1.** Ballon opblazen.

## 2. Dynalearn starten

Er zijn meerdere manieren om in te loggen. Gebruik één van de twee onderstaande opties. Controleer daarna of het inloggen is gelukt (zie 'controleren').

Via een code:

1. **Ga** naar DynaLearn (<https://create.dynalearn.nl/>).
2. **Klik** op 'inloggen met code', links onderin.
3. **Vul** de projectcode en je (school)email adres in.
4. **Kopieer** de code uit de bevestigingsmail van de afzender *dynalearn.nl* (zie eventueel het spam folder) en **vul** de overige gegevens in.
5. **Log in** op DynaLearn.

Via een uitnodiging:

1. **Kopieer** de inloggegevens uit de uitnodigingsmail van de afzender *dynalearn.nl*.
2. **Ga** naar DynaLearn (<https://create.dynalearn.nl/>).
3. **Log in** op DynaLearn.

### Controleren!

Na inloggen kom je automatisch in de werkruimte van de opdracht. Je herkent het aan het grijze vraagteken aan de rechterkant in het scherm . Ontbreekt het vraagteken? Doe dan eerst:

- **Klik** in DynaLearn op . **Klik** op 'Kies richtmodel'.
- **Kies** 'Gaswet' en **druk** op 'Laden'.

Model opslaan en beginnen:

1. **Klik** op  linksboven. Verander de naam in 'Gaswet' en **klik** op 'Opslaan'.
2. Hoe ga je verder aan de slag? **Volg** gewoon de stappen in dit werkboek. Let op! Je kan geen stappen overslaan. Vraag om hulp als je er bij een bepaalde stap niet uitkomt. De video-functie  in DynaLearn laat zien hoe een modelingrediënt gemaakt kan worden. In de **kaders** staat een korte uitleg over het modelingrediënt. Zet een vinkje ✓ door het nummer van een stap die je hebt uitgevoerd. Zo hou je bij waar je bent gebleven.

# 1. De grootheden van Gas

## 1. Lees Kader 1.

### Kader 1. Entiteit en grootheid.

Een entiteit  is meestal een fysiek ding in een systeem (bijv. auto, mens).

Een grootheid  is een meetbare eigenschap van een entiteit (bijv. temperatuur, lengte).

## 2. Maak de entiteit Gas (zie → ).

## 3. Lees Kader 2.

### Kader 2. Hulpfunctie.

Als het vraagteken  of een ingrediënt in je model  rood is, dan is er iets mis.

Klik op het vraagteken  voor een hint. Klik dan op een nummer, bijvoorbeeld  om te zien waar de fout in je model zit. Gebruik het vraagteken alleen als je er zelf niet uitkomt!

## 4. Gas heeft een aantal relevante **grootheden**, o.a. *Temperatuur*, *Botsingen* (van de moleculen), *Druk*, en *Volume*.

- o Voeg deze **grootheden** toe aan de entiteit Gas (zie  → ).
- o Let op het vraagteken. Verbeter fouten alvorens verder te gaan (zie Kader 2).

## 5. Lees Kader 3.

### Kader 3. Een oorzaak-gevolg verband.

In DynaLearn zijn er twee typen verbanden:

- Positief verband : de grootheden veranderen dezelfde kant op (als grootheid 1 toeneemt, dan neemt grootheid 2 ook toe)
- Negatief verband : de grootheden veranderen tegengesteld (als grootheid 1 toeneemt, dan neemt grootheid 2 af. Of andersom: als grootheid 1 afneemt, dan neemt grootheid 2 toe)

## 6. Wat zijn de **oorzaak-gevolg** ( of ) verbanden tussen de **grootheden** van het gas? Welke grootheid beïnvloedt welke andere grootheid? Is dat een positieve of negatieve invloed? Suggestie: werk vanaf Temperatuur.

- o Maak de drie verbanden tussen de vier **grootheden** van het gas (zie  → ).

## 7. Je kunt nu een simulatie gaan draaien. Daarvoor moet je eerst een beginverandering aangeven. Start met een toename van de temperatuur (zie → ).

- o Klik bij *Temperatuur* van de entiteit Gas op  en kies . Het zou er dan zo uit moeten

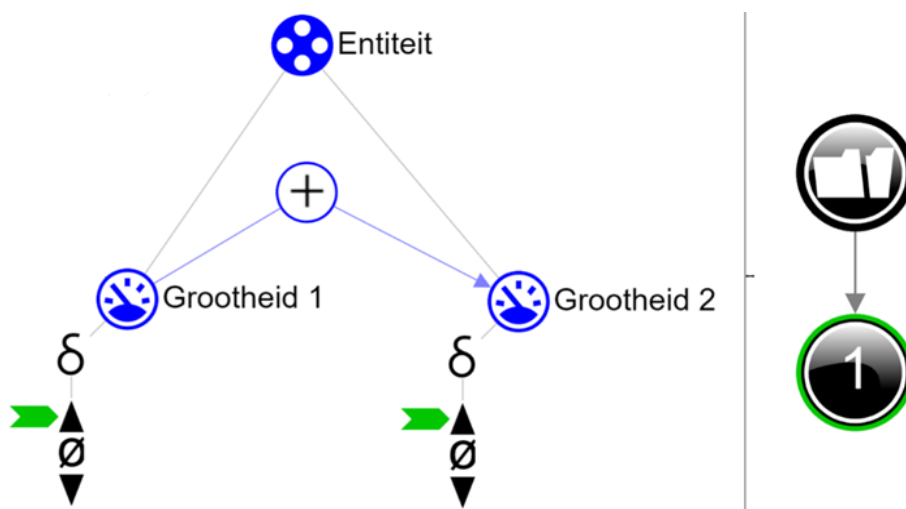
zien:  


8. Simuleer je model door op  te klikken.

9. Lees Kader 4.

**Kader 4.** De uitkomst van een simulatie aflezen.

Na het starten van een simulatie (met ) verschijnt aan de rechterkant een venster waarin de mogelijke toestanden van het systeem worden aangegeven. Er is in dit voorbeeld één mogelijke toestand .



Je kunt de toestand aanklikken om de uitkomst te bekijken. De toestand krijgt dan een groene rand. In het model worden de verandering voor deze toestand aangegeven met een groene pijl . In het model valt af te lezen dat in toestand  Grootheid 1 toeneemt en dat daardoor Grootheid 2 ook toeneemt.

10. Maak de onderstaande zin kloppend. Streep het foute antwoord door.

Als *Temperatuur* toeneemt dan *daalt* / *stijgt* het aantal *Botsingen*. Hierdoor zal de *Druk* *toenemen* / *afnemen*. Vervolgens zal het *Volume* van het gas *afnemen* / *toenemen*.

11. Klik op  om alles netjes uit te lijnen. Klik op  om je model passend te maken op je scherm.

## 2. Gas zit in Ballon

Een gas is meestal gevangen in een 'container', bijvoorbeeld een ballon. Je gaat nu de ballon als houder van het gas toevoegen. De ballon heeft zelf natuurlijk ook een paar unieke eigenschappen.

1. **Maak** een tweede **entiteit** en noem deze *Ballon* (zie  → ).
2. Wat is de relatie tussen **entiteit** *Gas* en **entiteit** *Ballon*?
  - o **Maak** een **configuratie** tussen beiden die deze relatie weergeeft ( → .
3. Voor de *Ballon* bekijken we twee **grootheden**, namelijk *Volume* en *Rek*.
  - o **Voeg** deze **grootheden** toe aan de **entiteit** *Ballon* (zie  → .
  - o Let op het vraagteken. Verbeter fouten alvorens verder te gaan (zie Kader 2).
4. Wat zijn de **oorzaak-gevolg** ( $\oplus$  of  $\ominus$ ) verbanden tussen deze **grootheden**? Welke grootheid beïnvloedt welke andere grootheid? Is dat een positieve of negatieve invloed?
  - o **Plaats** het **oorzaak-gevolg** verband tussen *Volume* en *Rek* ( → .
5. Veranderingen in het gas hebben een invloed op de ballon. Welke?

*Schrijf hier je uitleg...*

6. Welke **grootheid** van het *Gas* beïnvloedt nu welke **grootheid** van de *Ballon*?
  - o **Plaats** het **oorzaak-gevolg** verband tussen de juiste **grootheid** van *Gas* en de juiste **grootheid** van de *Ballon* ( → .
7. **Draai** de **simulatie** door te klikken op  (rechtsboven). Bekijk de uitkomst door te klikken op  (rechtterkant, halverwege scherm).
8. **Maak** de onderstaande zin kloppend. **Streep** het foute antwoord door.

Als Temperatuur van het Gas toeneemt dan **daalt** / **stijgt** het Volume van het Gas en daardoor neemt het Volume van de Ballon **af** / **toe**. Hierdoor wordt de Ballon **meer** / **minder** opgerekt.

9. **Klik** op  om alles netjes uit te lijnen. Klik op  om je model passend te maken op je scherm.

### 3. Wie blaast de ballon op?

Het gas-ballon systeem wordt door een *externe* factor beïnvloed, namelijk de persoon die de ballon opblaast.

1. Lees Kader 5.

#### Kader 5. Agent.

Een agent  is meestal een fysieke ding met een meetbare eigenschap die van buitenaf het systeem beïnvloedt (bijv. overheid, zon).

2. Voeg **agent** *Mens* toe aan het model ( → ).
3. Voeg de **grootheid** *Opblazen* toe aan de nieuw toegevoegde **agent** *Mens*.
4. Wat gebeurt er als iemand een ballon opblaast? Wat wordt meer in de ballon?

*Schrijf hier je uitleg...*

5. Voeg in je model de **grootheid** *Massa* toe aan de **entiteit** *Gas*.
6. Welke vier **oorzaak-gevolg** verbanden zijn er tussen de grootheden *Opblazen*, *Massa*, *Temperatuur* en *Botsingen*? Let op, één verband staat al in je model.
  - o Voeg de drie ontbrekende verbanden toe.
  - o Let op het vraagteken. Verbeter fouten alvorens verder te gaan.
7. Welke grootheid staat nu aan het begin van de gehele causale keten?

*Schrijf hier je uitleg...*

8. Laat i.p.v. de **grootheid** *Temperatuur* de **grootheid** *Opblazen* toenemen.

9. Lees kader 6

#### Kader 6. Hulpfunctie.

Als het uitroepteken  verschijnt dan is er iets niet in orde tijdens de simulatie. Klik op het uitroepteken  voor een hint. Klik vervolgens op een nummer, bijvoorbeeld  om te zien waar de fout in je simulatie zit.

10. Draai opnieuw de **simulatie** door te klikken op  en bekijk daarna de uitkomst. Is het resultaat zoals verwacht. Leg uit:

*Schrijf hier je uitleg...*

## 4. Het volume van een ballon is eindig

Een ballon kan niet eindeloos toenemen in volume. Op een bepaald moment bereikt het volume de maximale omvang en knapt de ballon. Je gaat nu in het model waardenbereiken toevoegen om deze details te kunnen weergeven.

1. Lees kader 7.

### Kader 7. Waardenbereik.

Een nieuw gemaakte grootheid  heeft nog geen waardenbereik. Door het toevoegen van een waardenbereik kan je aangeven welke waarden een grootheid kan aannemen. Een waardenbereik bestaat uit punten () en intervallen ()

- Een *puntwaarde* is slechts één waarde. Bijvoorbeeld een *kookpunt*. Een speciaal punt is het nulpunt, hiervoor is een apart symbool ( $\emptyset$ ) in DynaLearn.
- Een *interval* is een verzameling van waarden. De vloeibare fase van een stof is een voorbeeld van een interval. Bij water bevat het interval 'vloeibaar' alle waarden tussen 0 °C en 100 °C. De waarden 0 °C en 100 °C zijn resp. het 'smeltpunt' en het 'kookpunt' waartussen het interval 'vloeibaar' zich bevindt.

2. Maak een waardenbereik (zie  → ) voor de grootheid *Volume* (van de Ballon) met drie waarden, waarmee wordt weergegeven: geen volume (0), een verzameling van mogelijke volumes (+), en het maximale volume (Max). Het ziet er dan als volgt uit:



3. Zet de **beginwaarde**  op de laagste waarde van *Volume*, de waarde 0 (zie evt.  → ).
4. Draai de simulatie door te klikken op  en bekijk de uitkomst, klik op .
5. Stijgt **grootheid** *Volume* nu naar het hoogste niveau? Worden alle veranderingen nog steeds uitgerekend?

*Schrijf hier je uitleg...*

6. Ga naar de volgende opdracht voor uitleg.

## 5. Blijven opblazen...

Je ziet dat bij alle grootheden in toestand 3 de informatie over de verandering is weggefallen; ze nemen niet meer toe. Je hebt namelijk aangegeven dat de *Opblazen* in het begin van de simulatie toeneemt, maar nog niet dat *Opblazen* **blijvend stijgt** gedurende de gehele simulatie.

1. Lees Kader 8.

**Kader 8.** Wat is een exogene invloed.

Als je wilt dat een grootheid gedurende de **gehele** simulatie afneemt, stabiel blijft of toeneemt, dan moet je een invloed van buitenaf (een exogene invloed) aan de grootheid toevoegen.

2. Stel in als beginwaarde:

- Maak een stijgende exogene invloed  voor *Opblazen* bij agent *Mens* ( → ).

3. Simuleer het model en bestudeer de uitkomst. Blijven alle grootheden nu doorstijgen?

Geef hier je antwoord...

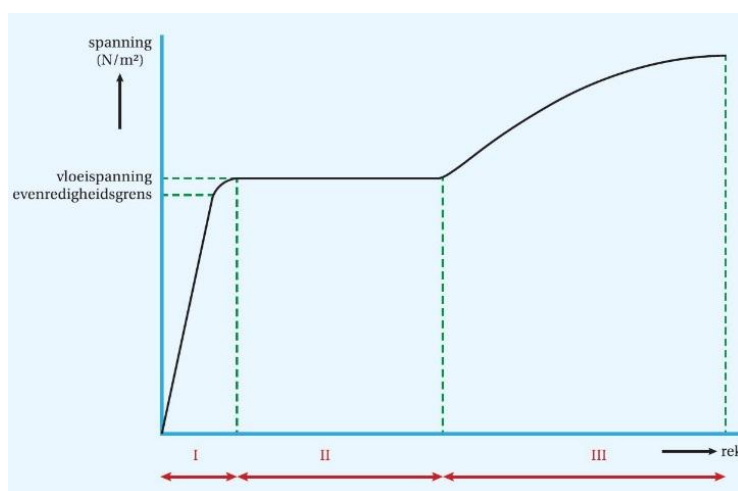
## 6. De ballon gaat knappen...

Nu gaan we kijken naar het materiaal van de ballon.

Als je blijft blazen wordt de druk in de ballon groter en het volume neemt ook toe. Hoe groter de ballon wordt, hoe dunner de ballonwand wordt, hoe eerder de ballon kan knappen. Hoe een materiaal zich gedraagt als het uitrekt zie je in het (spanning, rek)-diagram (Figuur 2). Kenmerkende gebieden zijn:

- Gebied I: elastische vervorming.
- Gebied II: plastische vervorming.

Na plastische vervorming, gaat de ballon op een bepaald moment knappen.



**Figuur 2.** Vervorming van het ballon materiaal.

1. Geef de **grootheid** *Rek* (van Ballon) een **waardenbereik** met vijf waarden, waarmee de kenmerkende **rek-toestanden** worden weergegeven: *rust*, *elastische vervorming*, *evenredigheids grens*, *plastische vervorming*, en *knappen*. Let steeds goed op het type: is de waarde een **punt** of een **interval**? (zie evt.  → )
2. Zet de **beginwaarde**  op de laagste waarde (*rust*) van *Rek*.
3. Draai de simulatie. Stijgt **grootheid** *Rek* nu naar het hoogste niveau (*knappen*)?
  - De uitkomst van deze simulatie is wellicht niet wat je verwacht. Je ziet dat er allerlei toestanden (situaties) ontstaan. Klik ze aan. Welke toestanden zijn niet waarschijnlijk? Geef hieronder de nummers van minimaal 2 toestanden die niet kloppen en **beschrijf** wat er niet klopt.

Geef hier je antwoord...

4. Ga naar de laatste opdracht voor uitleg en het afronden van je model.

## 7. Correspondentie

De uitkomst bij opdracht 6 is dus nog niet helemaal correct. Immers, de **grootheden** *Volume* en *Rek* zijn aan elkaar gekoppeld, ze corresponderen. Als het *Volume* stijgt dan stijgt *Rek* naar verhouding mee. Als *Volume* op max staat, dan staat *Rek* op knappen.

In het model kunnen we dit aangeven door een correspondentie te maken.

1. **Lees** Kader 9.

### **Kader 9.** Correspondentie.

In een systeem kan het voorkomen dat bepaalde waarden van verschillende grootheden alleen maar samen kunnen voorkomen. Je kan dan een **correspondentie** maken tussen het waardenbereik van beide grootheden.

2. **Maak** in je model twee **correspondenties** tussen *Volume* en *Rek*, namelijk:
  - o een tussen de **waarde** 0 (van *Volume*) en *rust* (van *Rek*), en
  - o een tussen de **waarde** *max* (van *Volume*) en *knappen* (van *Rek*).
3. **Zet** de beginwaarde ➡ op de laagste **waarde** (0) van *Volume*.
4. **Laat** *Opblazen* opnieuw blijvend stijgen (zoals eerder bij opdracht 5).
5. **Simuleer** het model opnieuw:
  - o Hoeveel toestanden ontstaan er nu?
  - o Komen deze toestanden overeen met je verwachting?
  - o **Leg** uit waarom.

**Geef** hier je antwoord...