

Thermodynamica - hydrostatica

2e graad D en D&A-finaliteit

Online 23/6/2021



Doelen:

14u00 - 15u00:

- Fysica voorheen \leftrightarrow hydrostatica/thermodynamica nieuw
- Onderzoekend leren - leren onderzoeken
- Vergelijken fysische doelen in leerplan TW (D), Mt, Emt, Vt, Et (D/A)
- Overige doelen fysica?
- Inspiratie om deze doelen contextrijk aan te bieden

Na 15u00:

- Q&A

(Toegepaste) Fysica voorheen ↔ hydrostatica/thermodynamica nieuw



EM

Materie

Deeltjesmodel

- Moleculen
- Atoombouw - atoommodellen (eerste 18 elementen)
- Snelheid van deeltjes en temperatuur

Stoffen

- **Stofconstanten:** smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid
- Mengsels: scheidingstechnieken
- Chemische bindingen
- Formules
- Enkelvoudige en samengestelde
- Stofklassen
- Thermische uitzetting

Faseovergangen

- Verdampen, koken en condenseren

Stofomzettingen

- Chemische reacties – reactievergelijkingen

v, F, p

Snelheid

- Als vector

Krachtwerking

- Kracht is een vectoriële grootheid
- Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB

Soorten krachten

- Contactkrachten en veldkrachten
- Zwaartekracht, gewicht
- Veerkracht

Druk

- bij vaste stoffen
- in vloeistoffen
- in gassen (m.i. v. de gaswetten)

Energie

Energievormen

- **Warmte:** onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur

Energieomzettingen

- Arbeid, energie, vermogen berekenen
- **Wet van behoud van energie**
- Exo- en endo-energetische chemische reacties

Licht en straling

- **Licht:** rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, vlakke spiegels, optische toestellen

Wet. Vaardigh.

Waarnemen van verschijnselen

- Geleid en gericht

Metingen

- Meetnauwkeurigheid
- Kracht, druk
- SI-eenheden

Gegevens

- Begeleid zelfstandig:
 - ✓ grafieken opstellen en interpreteren
 - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren
 - ✓ verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig

Instructies

- Gesloten instructies
- Begeleid

Onderzoekend leren

- Onder begeleiding in kleine groepjes
- Voor een gegeven probleem onderzoeksstapen hanteren:
 - ✓ onderzoeksvraag hanteren
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ experiment uitvoeren volgens de aangereikte methode
 - ✓ reflecteren over het resultaat
 - ✓ beperkte rapportering

Technologische wetenschappen	Bouwwetenschappen	Biotechnische wetenschappen
Wiskunde:		
Gevorderde wiskunde	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen
Kernwetenschappen:		
Elektriciteit:	Elektriciteit:	Elektriciteit:
<ul style="list-style-type: none"> • elektrostatica • elektromagnetisme • elektrodynamica • gelijkstroomkringen 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrostatica • elektromagnetisme 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrostatica • elektromagnetisme
Elektronica (ICT)		
Mechanica:	Mechanica:	Mechanica:
<ul style="list-style-type: none"> • kracht • beweging • statisch evenwicht • arbeid, energie 	<ul style="list-style-type: none"> • kracht • beweging • statisch evenwicht • arbeid, energie 	<ul style="list-style-type: none"> • kracht • beweging • statisch evenwicht • arbeid, energie
Constructie leer		
Hydrostatica		
Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica
Informatica-wetenschappen	Informatica-wetenschappen	Informatica-wetenschappen
<ul style="list-style-type: none"> • algoritmen en programmeren • modelleren en simuleren 	<ul style="list-style-type: none"> • algoritmen en programmeren • moduleren en simuleren 	<ul style="list-style-type: none"> • algoritmen en programmeren • moduleren en simuleren

Elektrotechnieken	Elektromechanische technieken	Mechanische technieken	Voertuigtechnieken
Kernwetenschappen:			
Elektriciteit + elektronica	Elektriciteit + elektronica	Elektrische gelijkstroomkringen	Elektriciteit + elektronica
Mechanica	Mechanica	Mechanica + constructie leer	Mechanica
Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica
Hydrostatica	Hydrostatica		Hydrostatica

Organisatiemodellen

TW

Organisatiemodel 1 (8u)	Organisatiemodel 2 (10u)	Organisatiemodel 3 (10u)	Organisatiemodel 4 (13u)
2u mechanica (incl. onderzoek/engineering)	2u mechanica (incl. onderzoek)	3u mechanica (incl. onderzoek/engineering)	3u mechanica (incl. onderzoek)
2u elektriciteit (incl. onderzoek/engineering)	2u elektriciteit (incl. onderzoek)	3u elektriciteit (incl. onderzoek/engineering)	3u elektriciteit (incl. onderzoek)
1u fysica	1u fysica	0u fysica	1u fysica
	2u engineering I&C wet. (incl. computationeel, elektronica)	2u engineering I&C wet. (incl. computationeel, elektronica)	2u engineering I&C wet. (incl. computationeel, elektronica)
3u engineering (incl. elektronica, E.pn., mat.)	3u engineering Mechatronica (incl. E.pn., mat.)	2u engineering Mechatronica (incl. E.pn., mat., thermodyn.)	2u engineering Mechatronica (incl. E.pn., mat.)
Computationeel denken in wi			2u engineering TW en Eng. (focus op STEM doelen)

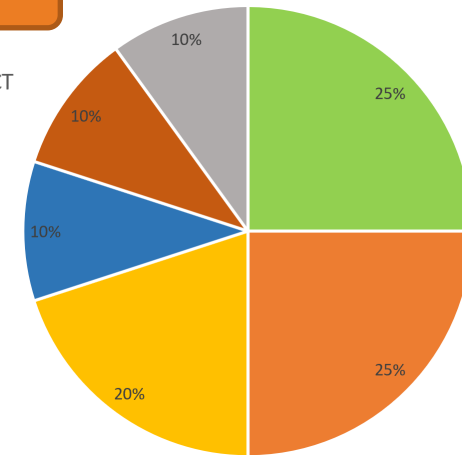
EMt

Organisatiemodel 1 (12u)	Organisatiemodel 2 (12u)	Organisatiemodel 3 (13u)	Organisatiemodel 4 (16u)
4u TV mechanica (incl. onderz., hydrostatica, thermodyn)	3u TV mechanica (incl. onderz.)	3u TV mechanica (incl. onderz.)	3u TV mechanica (incl. onderz.)
4u TV elektriciteit - elektronica (incl. onderzoek, programmeren)	3u TV elektriciteit (incl. onderzoek)	3u TV elektriciteit (incl. onderzoek)	3u TV elektriciteit (incl. onderzoek)
	1u TV fysica (thermodynamica + hydrostatica)	1u TV fysica (thermodynamica + hydrostatica)	1u TV fysica (thermodynamica + hydrostatica)
	2u TV elektronica (incl. progr.)	2u TV elektronica (incl. progr.)	2u TV elektronica (incl. progr.)
		Carrousel (waarvan 1u TV)	
4u Elektromechanische technieken (incl. E.pn., ontwerpen, montage)	3u Elektromechanische technieken (incl. E.pn., ontwerpen, montage)	4u EMT (E.pn., ontwerp, montage) 4u VT (mont., diagnose) 4u ET (resid., industr.)	7u Elektromechanische technieken (incl. E.pn., ontwerpen, montage, schakelen, diagnose)

Technologische wetenschappen

- Elektriciteit
- Mechanica
- Elektronica - ICT
- Hydrostatica
- Thermodynamica
- Eigen klemtoon

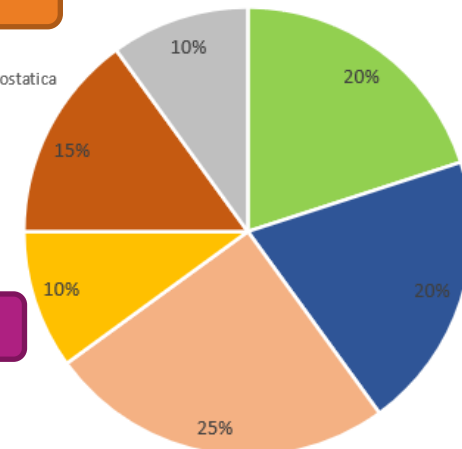
8u/week



Voertuigtechnieken

- Elektriciteit
- Onderhouds- en diagnosetechnieken
- Thermodynamica - hydrostatica
- Mechanica
- Elektronica - programmeerbare sturingen
- Eigen klemtoon

12-13u/week



Onderzoekend leren - leren onderzoeken

Wetenschappelijke methode Onderzoeken in stappen





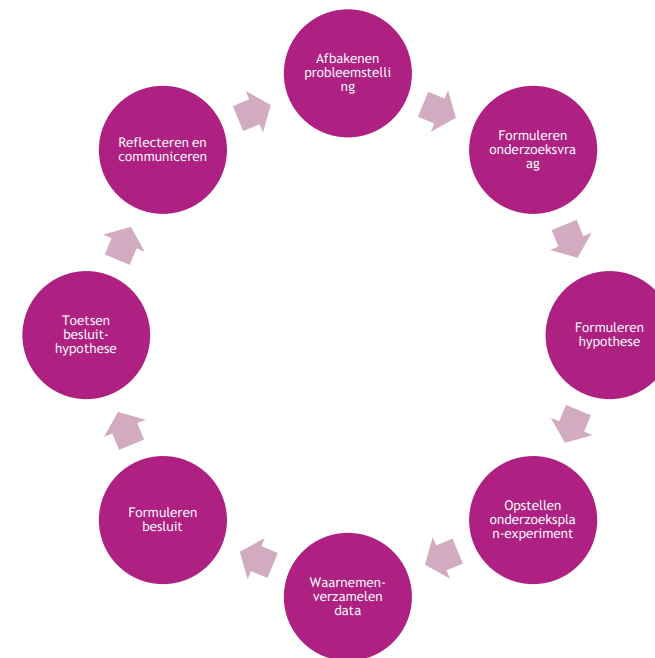
Onderzoekend leren - leren onderzoeken

LPD 1 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

- Verband tussen grootheden ?
- Beïnvloedende factoren ?
- Formule opstellen / controleren.
- Wetmatigheid opstellen.

- Hoe werkt iets?
- Wat is het effect van ... ?
- Wat is de invloed van ... op ... ?
- Hoe iets optimaliseren ?



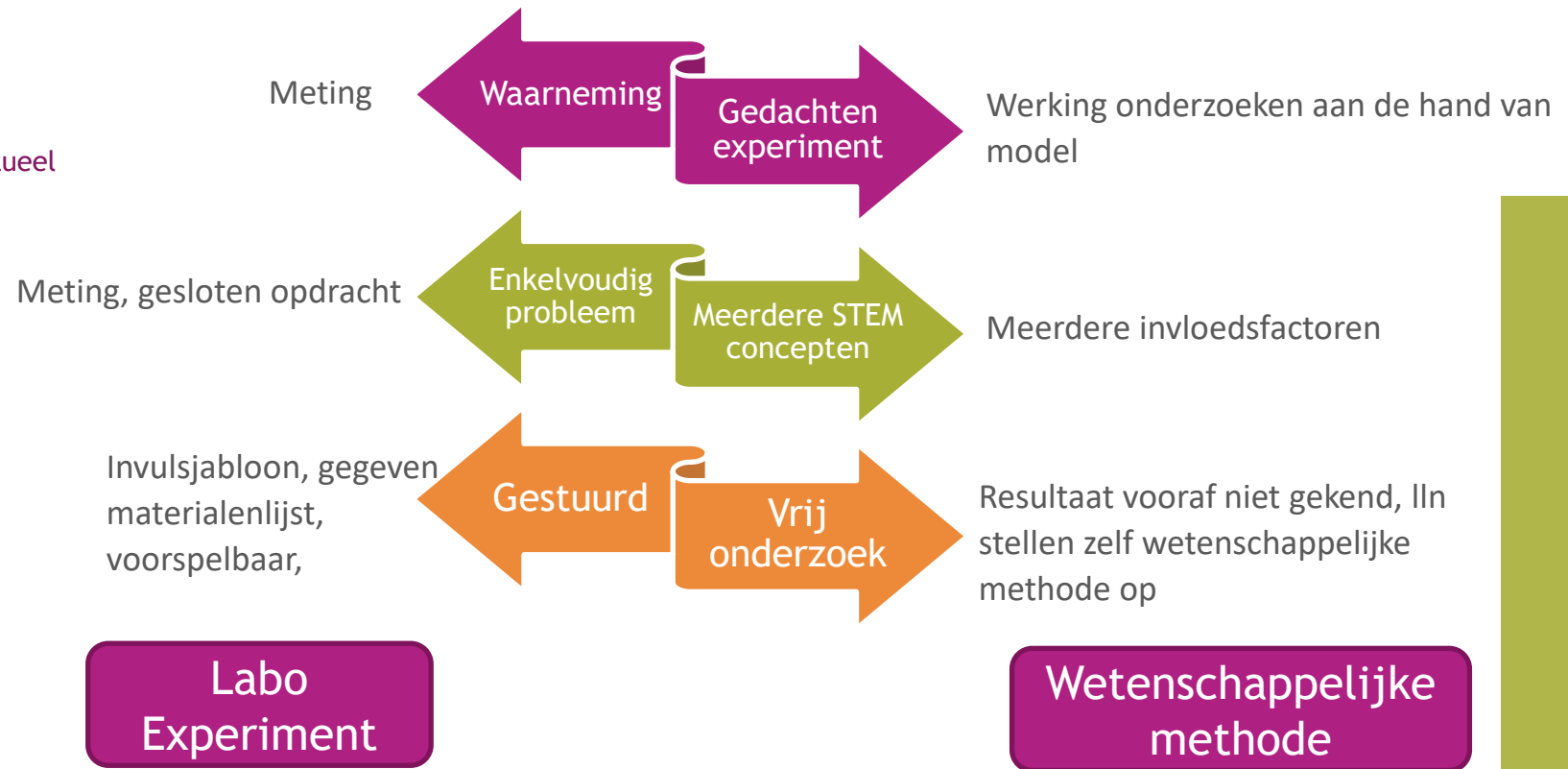
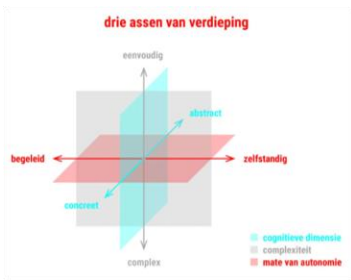


Onderzoekend leren - leren onderzoeken

- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

- Drie assen van verdieping

- **Cognitief**
 - Van concreet naar abstract/conceptueel
- **Inhoudelijk**
 - Van eenvoudig naar complex
- **Autonomie**
 - Van begeleid naar zelfstandig





Wat volgt:

Fysica algemeen

lpd	Theoretische onderbouw	Technische toepassingen / onderzoek
LPD 16 TW Eigenschappen mat.	<ul style="list-style-type: none">Verband massa, volume	

Kracht - druk

lpd	Theoretische onderbouw	Technische toepassingen / onderzoek

Ideale gaswet

lpd	Theoretische onderbouw	Technische toepassingen / onderzoek

Thermodynamica Temperatuur - warmte

Projecten- uitdagingen

Fysica algemeen

LPD 16 TW
Eigenschappen mat.
Massadichtheid

E_{mt}, V_t, E_t, M_t:
niet expliciet in
leerplandoelen

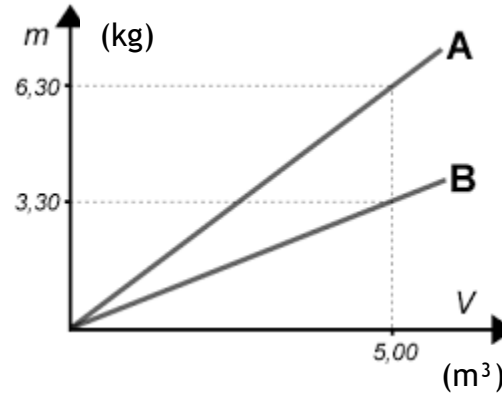
Mogelijk te
koppelen aan
LPD 2
STEM-concepten
Verhouding-hoeveelheid
Modellen: (deeltjesmodel)

- Verband massa, volume
- Massadichtheid van courante stoffen

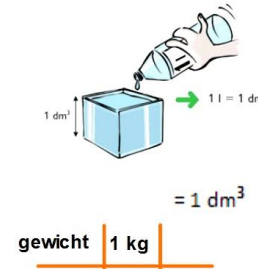
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$kg/m^3 = \frac{kg}{m^3}$$

- Olie drijft op water



piepschuim	0,03	rubber	0,93	glas	2,52
kurk	0,24	zuiver water (bij 4 °C)	1	arduin	2,6
dennenhout	0,54	melk	1,03	marmer	2,7
berkenhout	0,66	zeewater	1,03	aluminium	2,75
eikenhout	0,7	baksteen	1,45	diamant	3,52
benzine	0,72	zand	1,6	ijzer	7,8
stookolie	0,81	klontjessuiker	1,6	koper	8,9
boter	0,86	steenkool	1,6	zilver	10,5
olijfolie	0,92	keukenzout	2,15	lood	11,35
ijs	0,92	beton	2,4	goud	19,2



Niet expliciet in leerplandoelen
Opwaartse kracht - Archimedeskracht

Mogelijk te koppelen aan LPD 30 TW
 LPD 17 Emt, Vt
 Druk **onderzoeken** vloeistoffen

Mogelijk te koppelen aan LPD 17 Et
 Druk **toepassen** vloeistoffen

In combinatie met LPD 14 TW
 LPD 13 Emt, Vt, Et

Statisch evenwicht van krachten

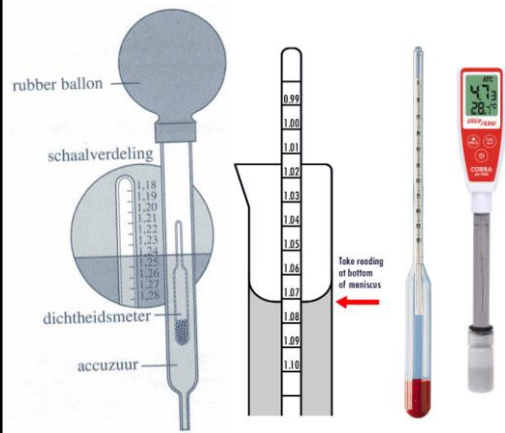
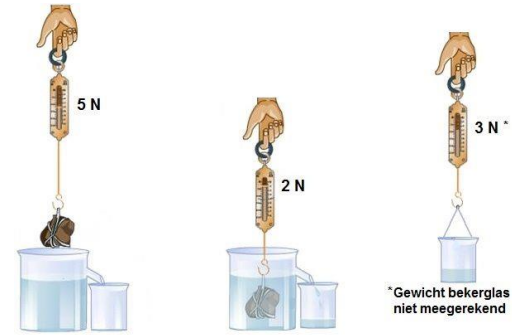
- Grootte opwaartse kracht = gewicht verplaatste hoeveelheid vloeistof

$$F_A = \rho_{vl} \cdot g \cdot V_{ond}$$

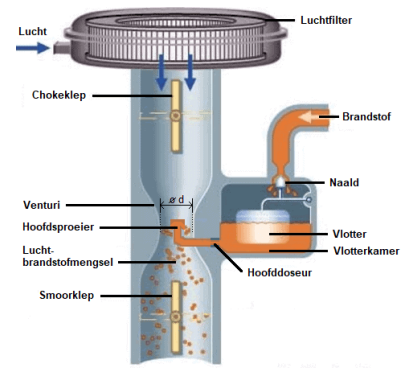
- Begrippen: drijven - zinken - zweven

- Densimeters

- Vlotters



Vlotter-sensor PP



Kracht - druk

LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Aggregatietoestand
- deeltjesmodel

Algemeen

- Herhaling aggregatietoestand stoffen (1^{ste} graad NW)
- Link met deeltjesmodel

Temperatuur → beweging deeltjes

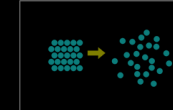
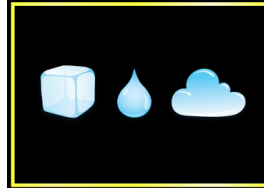
Druk → botsing van de deeltjes

Als Temperatuur ↗

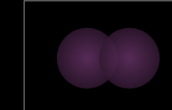
→ botsende deeltjes ↗

→ hardere botsingen ↗ → Druk ↗

Aggregatietoestanden

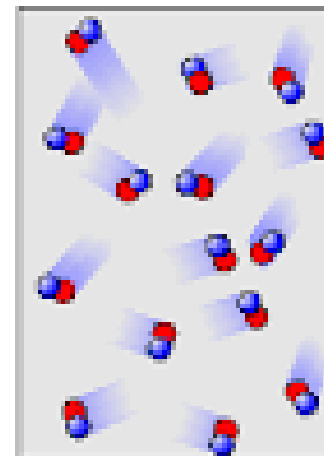
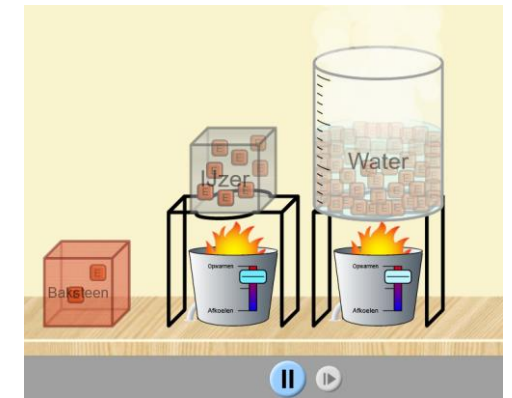


Veranderingen van fase

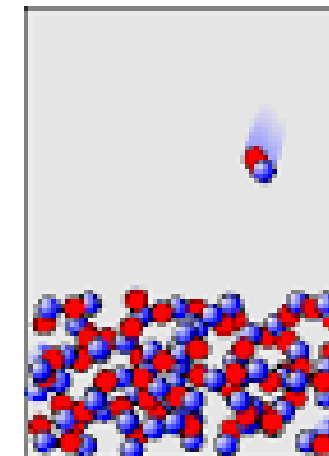


Interactie

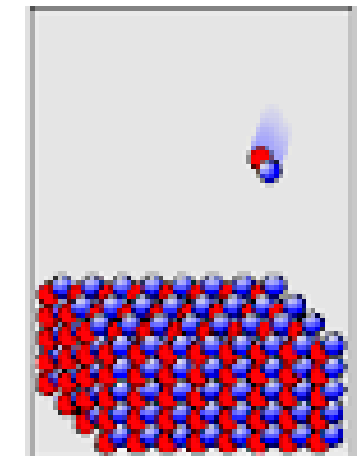
Toestanden



Gas
geen orde



Vloeistof
beperkte orde



Vast
orde

LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

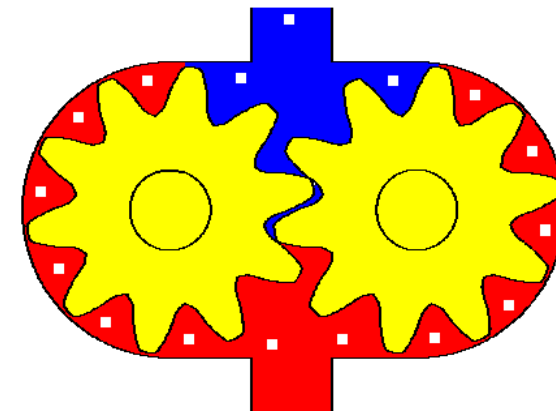
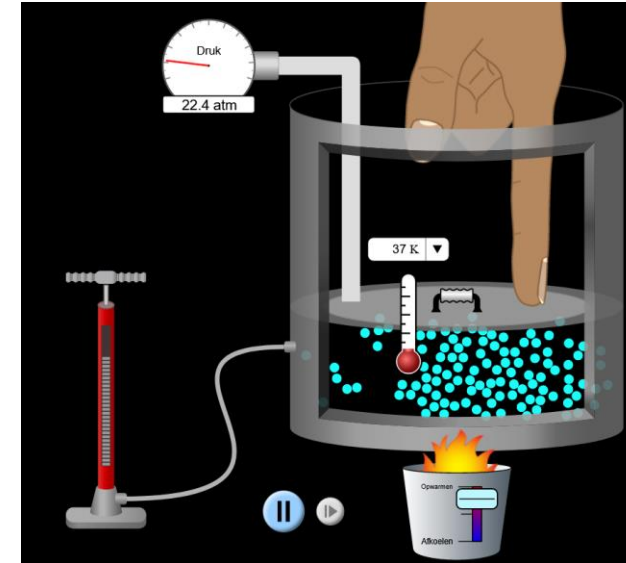
Druk

- Samendrukbaarheid gassen, vloeistoffen, vaste stoffen
- Link met deeltjesmodel

Verandering van aggregatietoestand door:

→ T ↗ of ↘

→ p ↗ of ↘



LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk

Algemeen

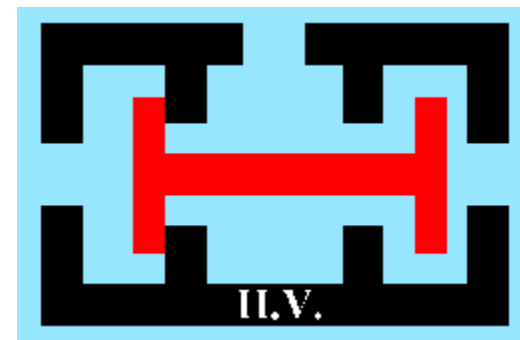
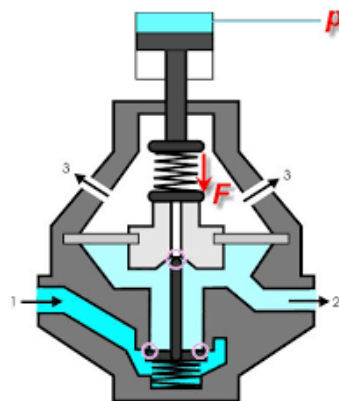
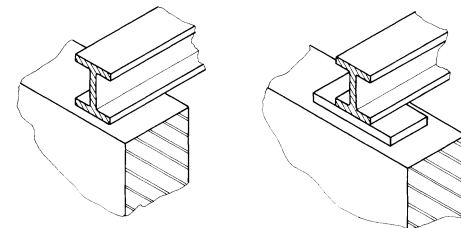
- Verband druk - oppervlakte - kracht

$$p = \frac{F}{A} \quad N/m^2 = \frac{N}{m^2} = Pa$$

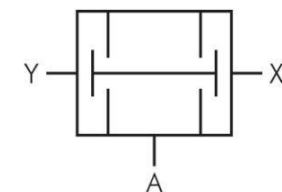
- Druk als oorzaak van gewenste vervorming

- Druk als oorzaak van ongewenste vervorming

- Kracht door drukverschil



Pneumatisch EN-ventiel



LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

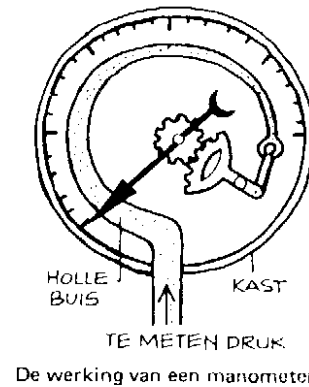
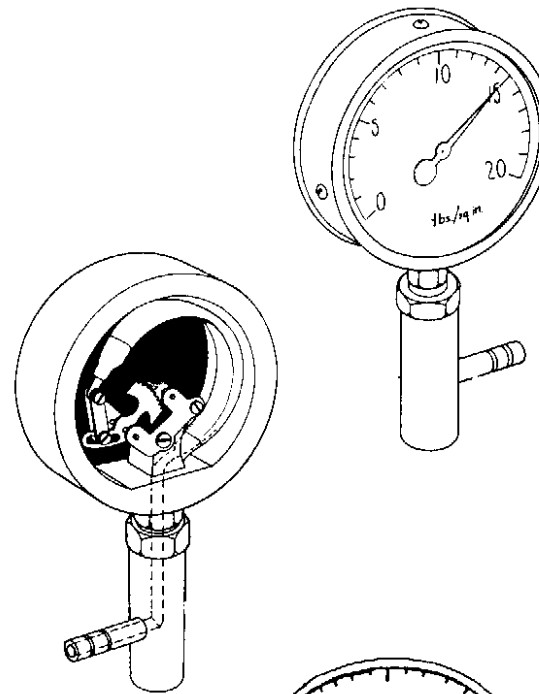
Druk

Algemeen

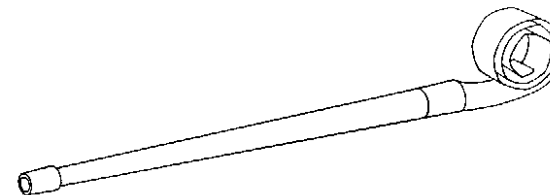
- Eenheden druk, omzetten eenheden (Pascal, bar, mbar, hPa)
- Meten van druk in gassen, vloeistoffen, vaste stoffen
- Courante drukken (autoband, atmosfeerdruk, CV, gasleiding, perslucht,...)
- Atmosferische druk

Tip : Druk laten vaststellen

- pomp, persluchtcilinder met manometer,...
- 1 bar \approx 1kg op vingertop (\approx 1cm²)



Gasleiding	1.03 bar
Bloeddruk	1.16 bar
Snelkookpan	1.6 bar
Centrale verwarming	1.5 tot 2 bar
Autoband	2 tot 3 bar
Waterleiding	4 tot 6 bar
Zuurstoffles	150 bar
Binnenste van de aarde	4000000 bar



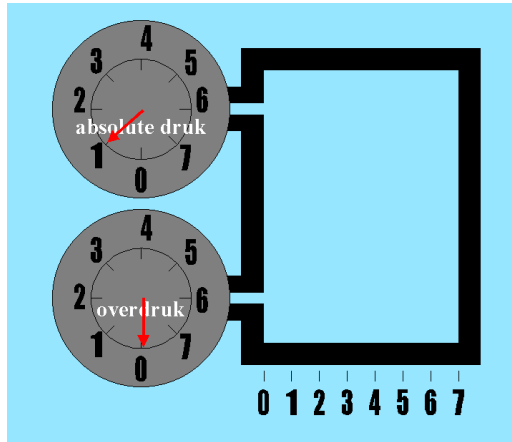
LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk

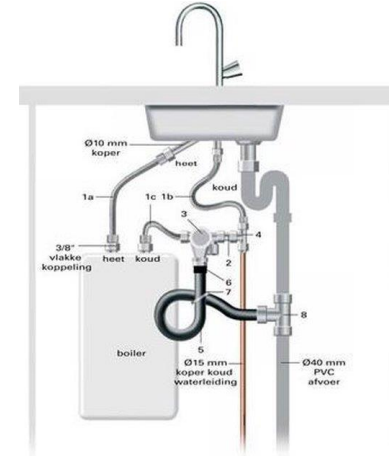
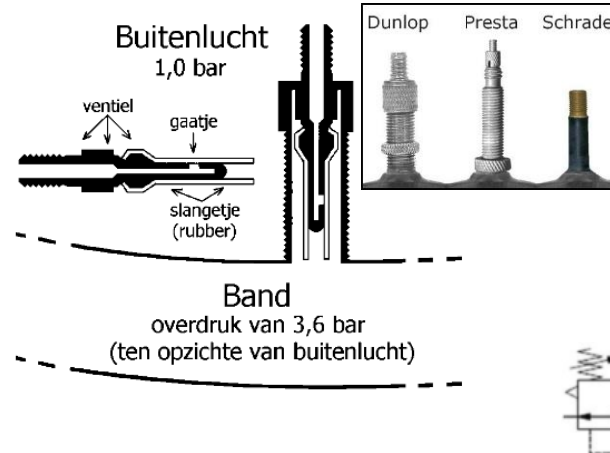
Algemeen

- Begrippen onderdruk - overdruk

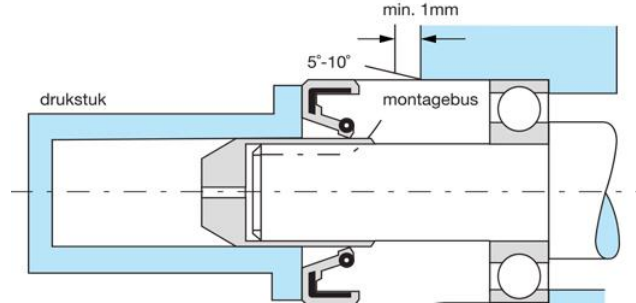
- Absolute druk - overdruk



Tip: beperk het aantal toepassingen zodat diepgang mogelijk

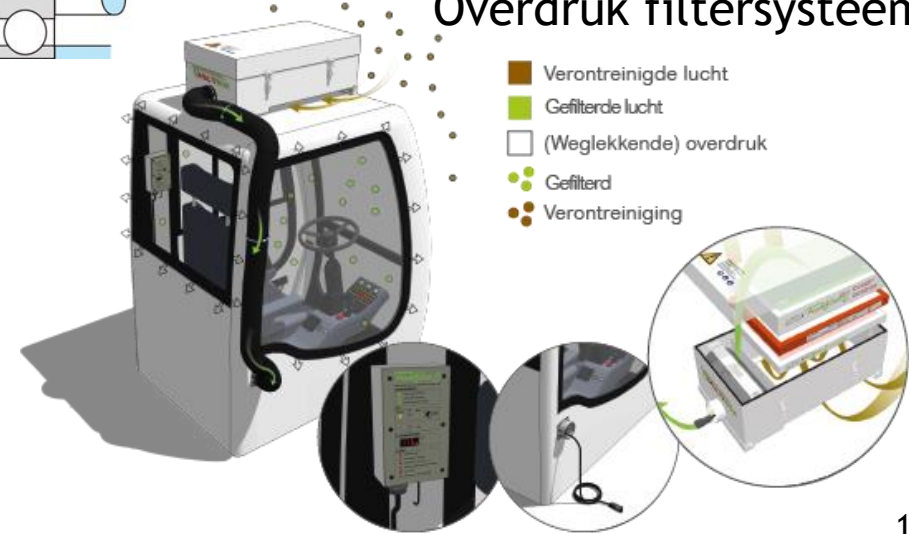


Oliekeerring = afdichting door overdruk



Overdruk filtersysteem

- Verontreinigde lucht
- Gefilterde lucht
- (Weglekkende) overdruk
- Gefilterd
- Verontreiniging

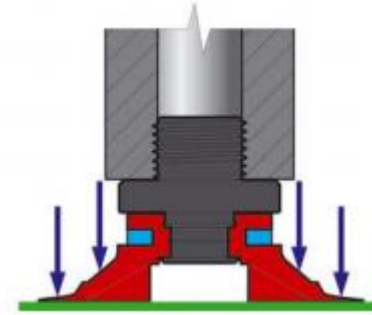
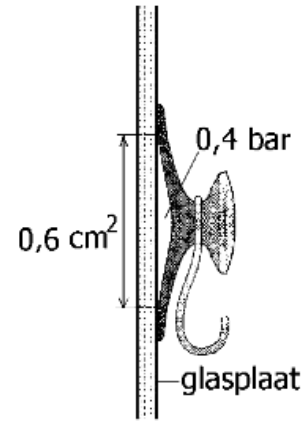


LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk
Abs. nulpunt druk

Algemeen

- Begrippen onderdruk - overdruk
→ vacuüm

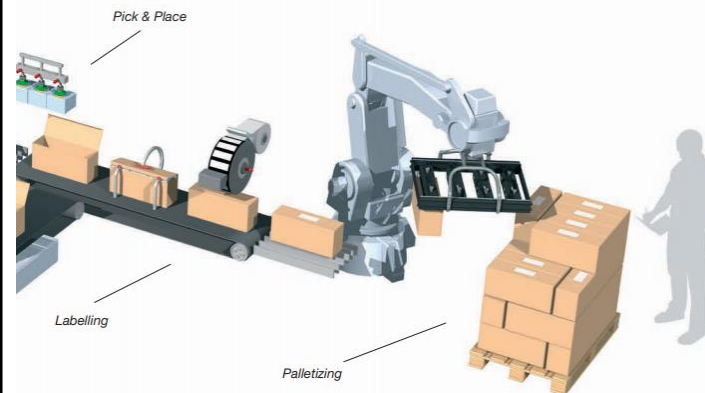


Vacuum moulding tires



Sheet brake

Tip: beperk het aantal toepassingen zodat diepgang mogelijk

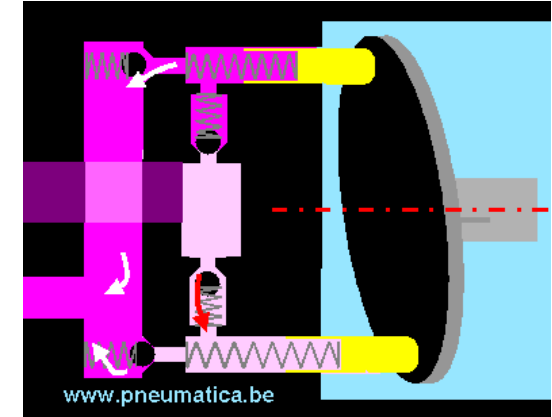
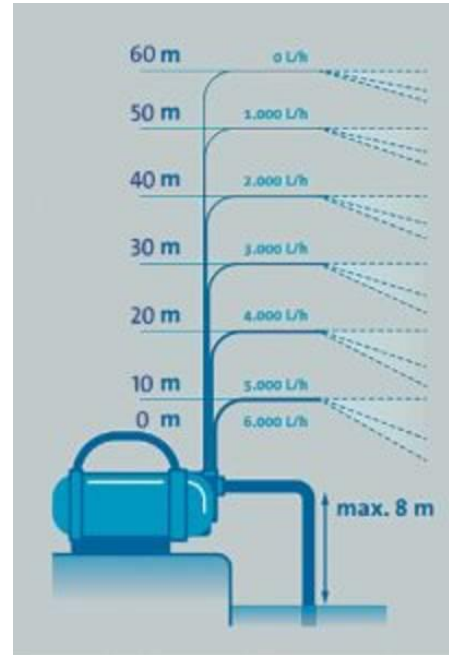


LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk

Algemeen

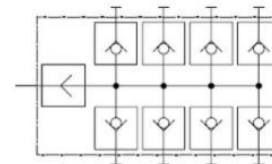
- Begrippen onderdruk - overdruk



Verdeelblok



Component



Symbol

Terugslagklep



Component



Symbol terugslagklep

LPD 30 TW

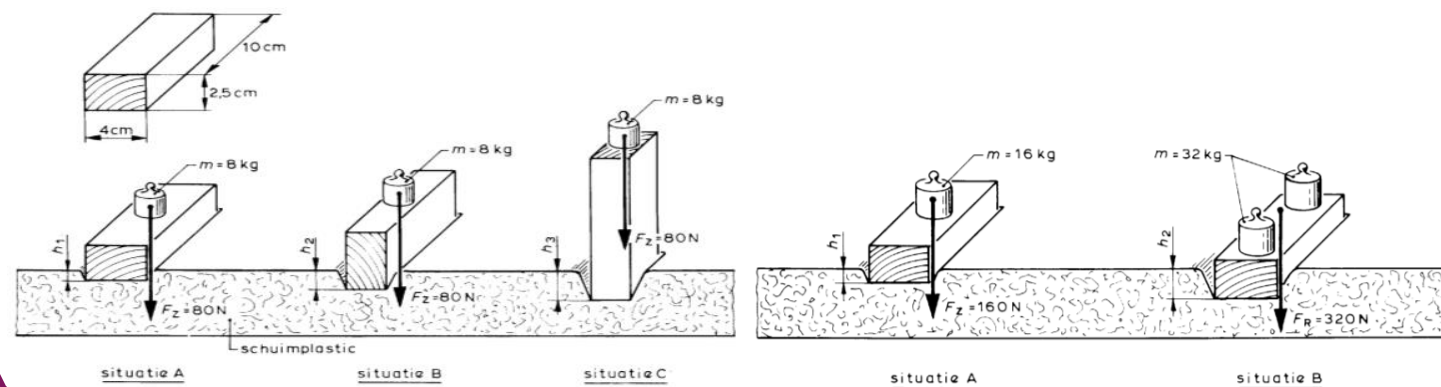
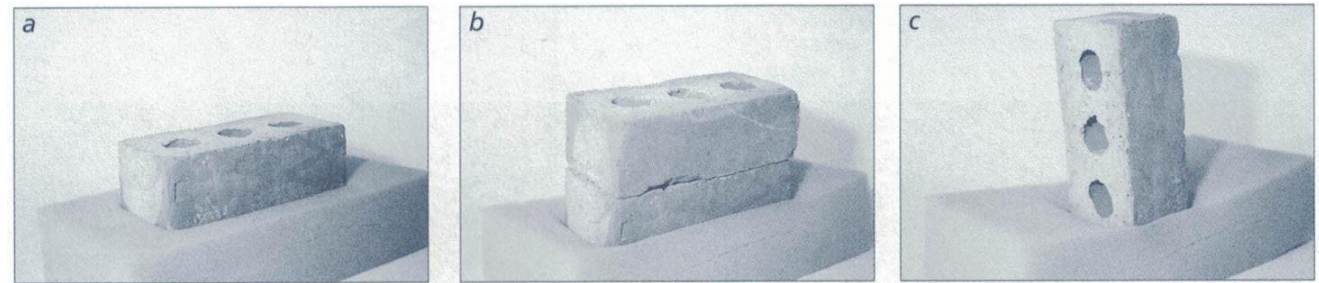
Druk **onderzoeken**
vaste stoffenIn combinatie met
LPD 1 TW
Wetenschappelijke
methode

- Onderzoek = kwalitatief of kwantitatief
- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

- Verband tussen grootheden ?
- Beïnvloedende factoren ?
- Formule opstellen / controleren.
- Wetmatigheid opstellen.

- Hoe werkt iets?
- Wat is het effect van ... ?
- Wat is de invloed van ... op ... ?
- Hoe iets optimaliseren ?

- Experiment:



LPD 30 TW

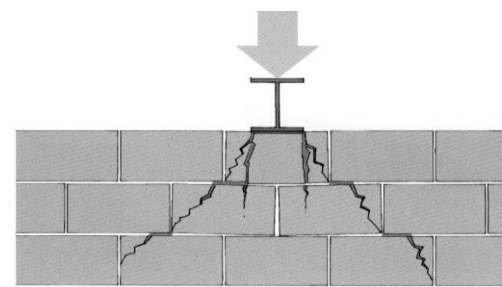
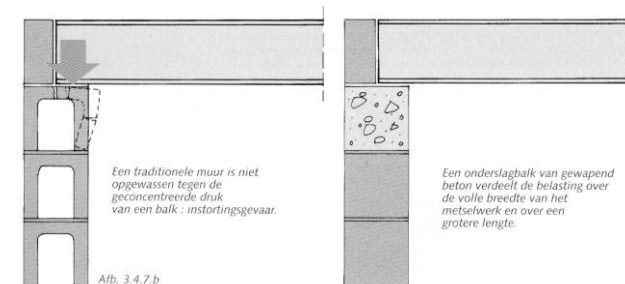
Druk **onderzoeken**
vaste stoffenIn combinatie met
LPD 1 TW
Wetenschappelijke
methode

- Onderzoek = kwalitatief of kwantitatief
- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

- Verbad tussen grootheden ?
- Beïnvloedende factoren ?
- Formule opstellen / controleren.
- Wetmatigheid opstellen.

- Hoe werkt iets?
- Wat is het effect van ... ?
- Wat is de invloed van ... op ... ?
- Hoe iets optimaliseren ?

- Bouw: korfboog, krachtverdeling



- Verband druk - vervorming



LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt; Et

Druk **toepassen**
vloeistoffen

In combinatie met
LPD 1 TW, EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

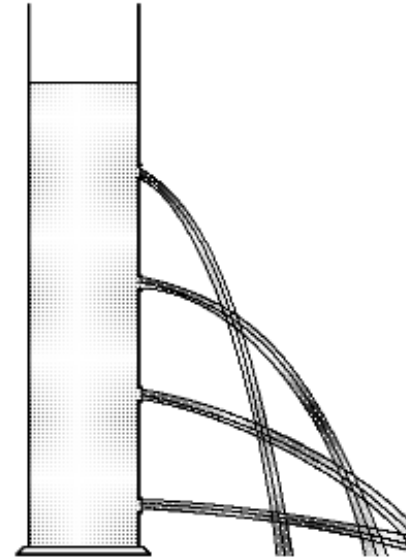
- Hydrostatische druk

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\frac{N}{m^2} = \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{N}{kg} \cdot m$$

- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

- Hydrostatische druk



Hoe lager in
de vloeistof,
des te hoger
de druk is.



Een vloeistof-
kolom kan
een grote druk
veroorzaken.

LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt

Druk **onderzoeken**
vloeistoffen

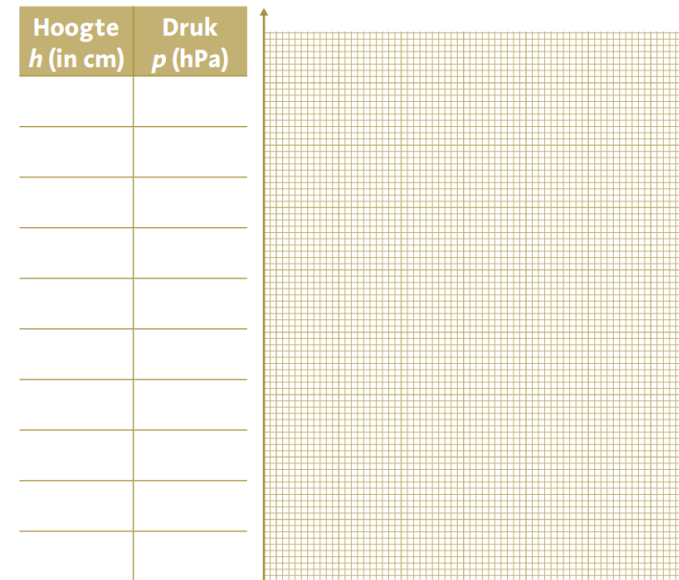
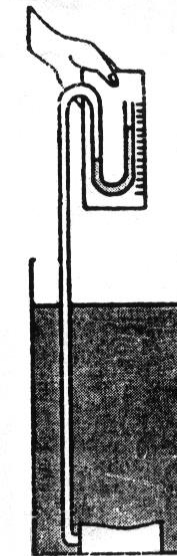
In combinatie met
LPD 1 TW, EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

In combinatie met
LPD 3 TW, EMT, Vt
Nauwkeurigheid
meetinstrumenten

In combinatie met
LPD 5 TW, EMT, Vt
Verbanden tussen
grootheden

- Hydrostatische druk
 - Totale druk in vloeistoffen
- $$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$$
- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

- Onderzoek hydrostatische druk toestel van Hartl.



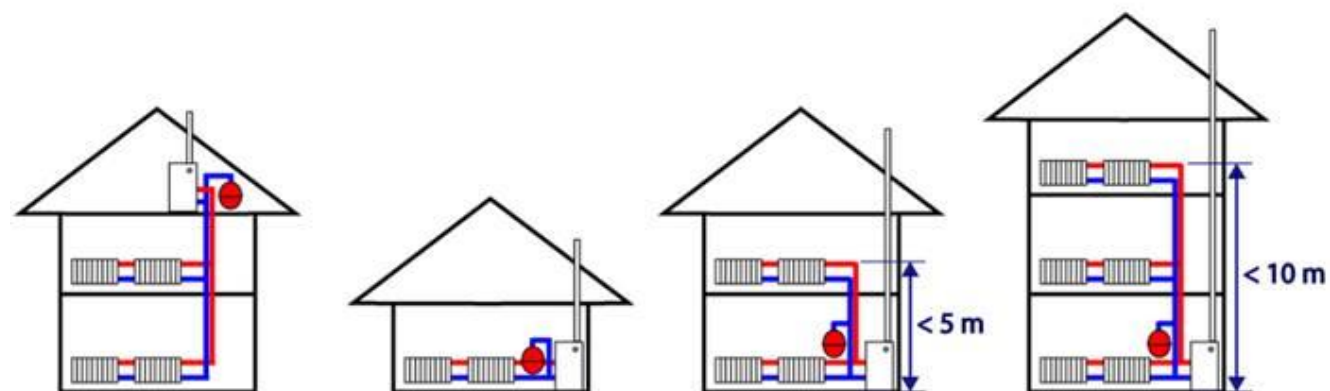
LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk toepassen van
wetmatigheden
op vloeistoffen

- Hydrostatische druk voor niveaubepaling



- Druk in CV installatie i.f.v. hoogte en plaats ketel



Voordruk
0,5 bar

Voordruk
0,5 bar

Voordruk
0,5 bar

Voordruk
1,0 bar

LPD 30 TW
LPD 17 EMt, Vt, (Et)

Druk toepassen en onderzoeken vloeistoffen

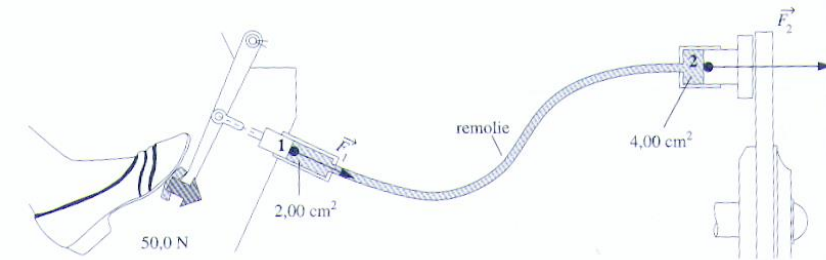
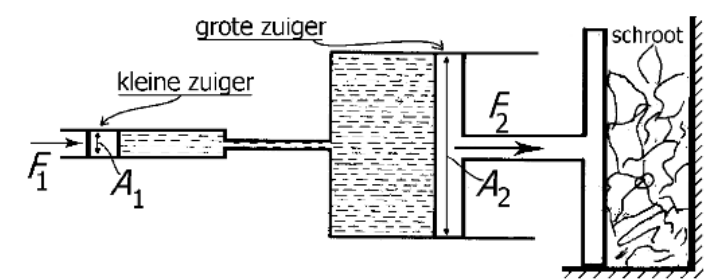
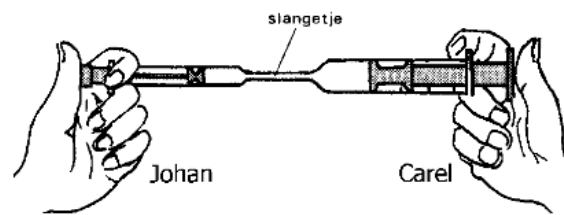
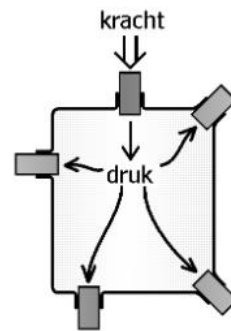
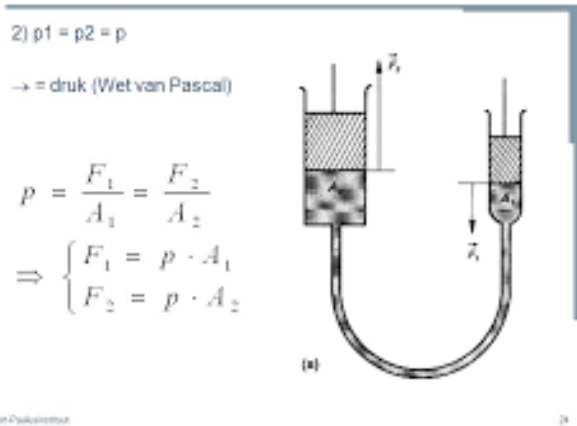
In combinatie met LPD 1 TW
Wetenschappelijke methode

In combinatie met LPD 4 TW, EMt, Et, Vt
Beduidende cijfers

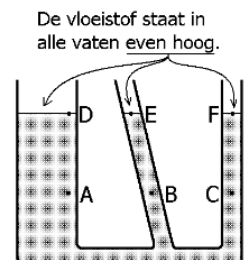
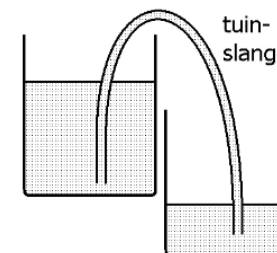
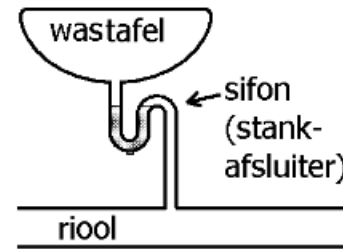
- Druk in een vloeistof
- Beginsel van pascal

- Wetenschappelijke methode om:
 - Kennis te ontwikkelen
 - Vragen te beantwoorden

Hydraulische pers



- Druk op dezelfde horizontale hoogte in vloeistof = overall gelijk

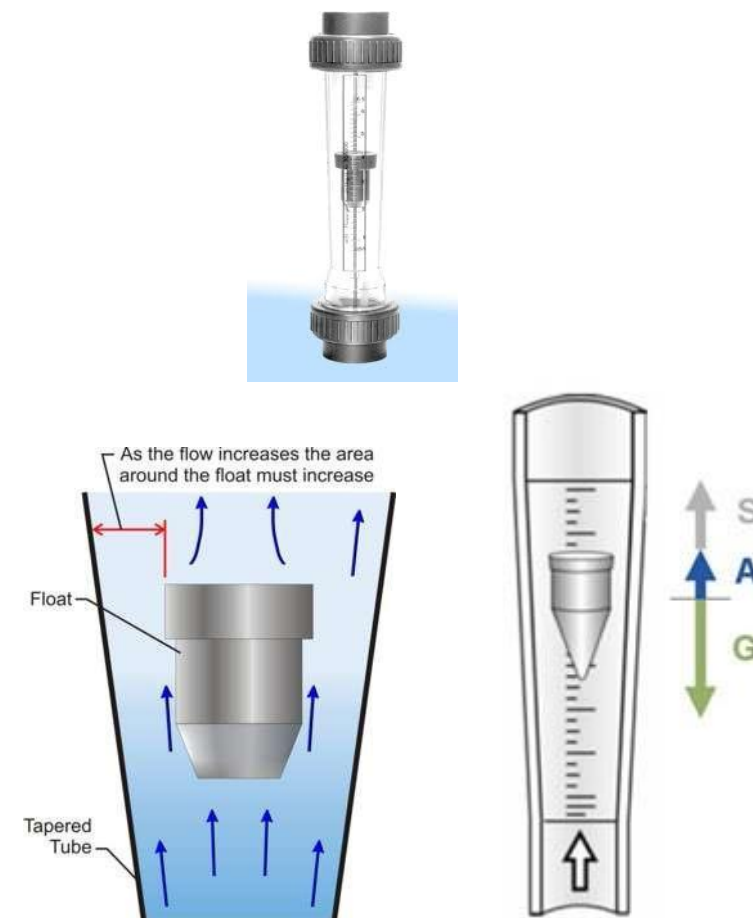
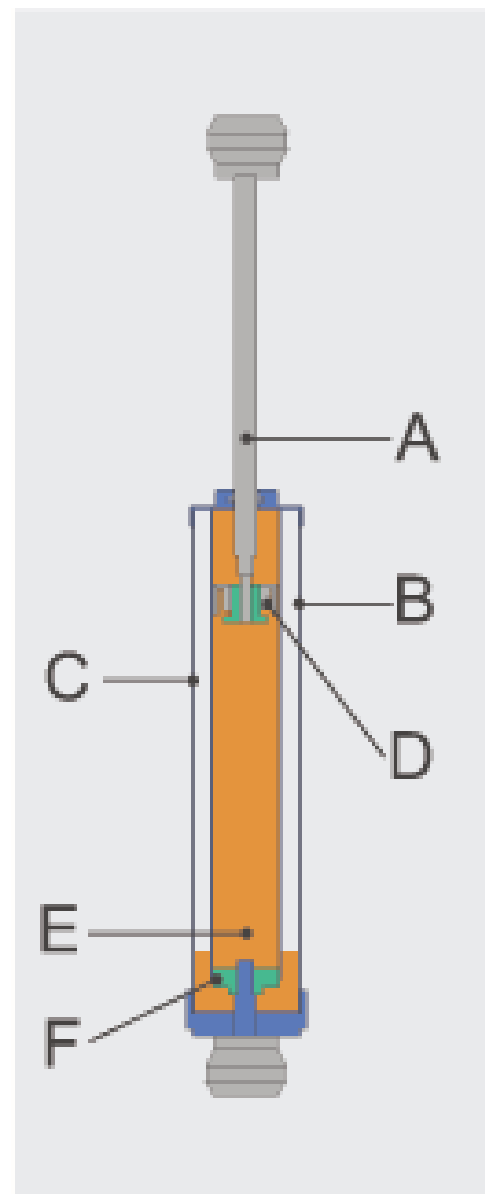


LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk toepassen van
wetmatigheden
op vloeistoffen

Gemiddeld debiet

- Toepassing vloeistofdemper
- Vademeter = debietmeting



Zwaartekracht (G) = Archimedes kracht + Stuwkracht

LPD 31 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk toepassen van
wetmatigheden
op gassen

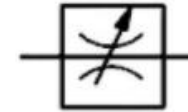
- Gemiddeld debiet
- Snelheidsregeling

•

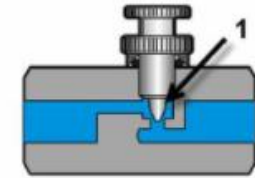
Smoorventiel



Component



Symbool



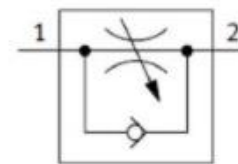
Een smoorventiel kan men vergelijken met een kraan die meer of minder geopend wordt.

De regeling gebeurt meestal door middel van een naald (1).

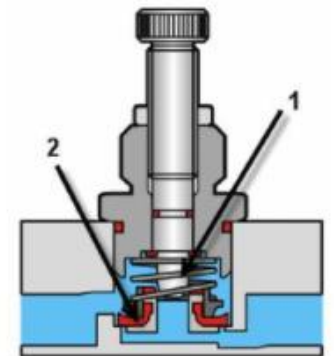
Snelheidsregelventiel



Component



Symbool



LPD 30 TW
LPD 17 EMT, Vt

Druk **onderzoeken**
gassen

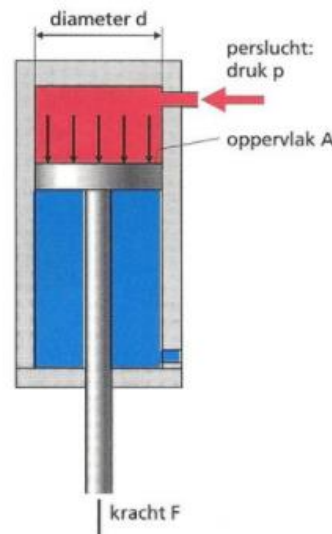
In combinatie met
LPD 1 TW, EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

In combinatie met
LPD 4 TW, EMT, Vt
Beduidende cijfers

- Oppervlakteverschil cilinder ingaande en uitgaande beweging cilinder
→ kracht

$$p = \frac{F}{A}$$

Kracht van een zuiger



Voorbeeld:

$$p = 600.000 \text{ Pa (6 bar)}$$

$$A = 12 \text{ cm}^2 = 0,0012 \text{ m}^2$$

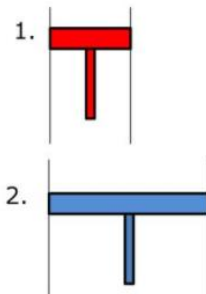
Kracht is druk maal oppervlakte

$$F = p \times A$$

$$F = p \times A$$

$$F = 600.000 \times 0,0012 = 720 \text{ N}$$

Hoeveel malen wordt de kracht groter als de diameter 2 x zo groot wordt?



Oplissing:

$$\text{Stel } p = 1; d_1 = 1 \text{ dus } d_2 = 2$$

$$A_1 = 1/4\pi \times d^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 1 = 0,785$$

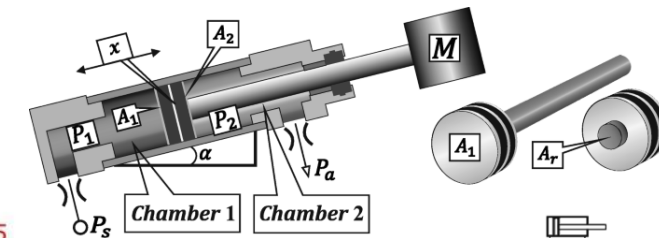
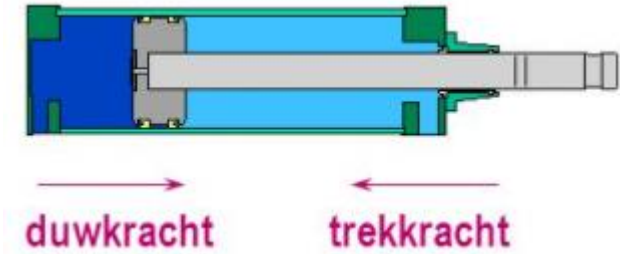
$$F_1 = p \times A = 1 \times 0,785 = 0,785$$

$$A_2 = 1/4\pi \times d^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 4 = 3,14$$

$$F_2 = p \times A = 1 \times 3,14 = 3,14$$

$$3,14 : 0,785 = 4$$

De kracht wordt 4x zo groot



$$F = p \cdot \pi \cdot D^2 / 4$$

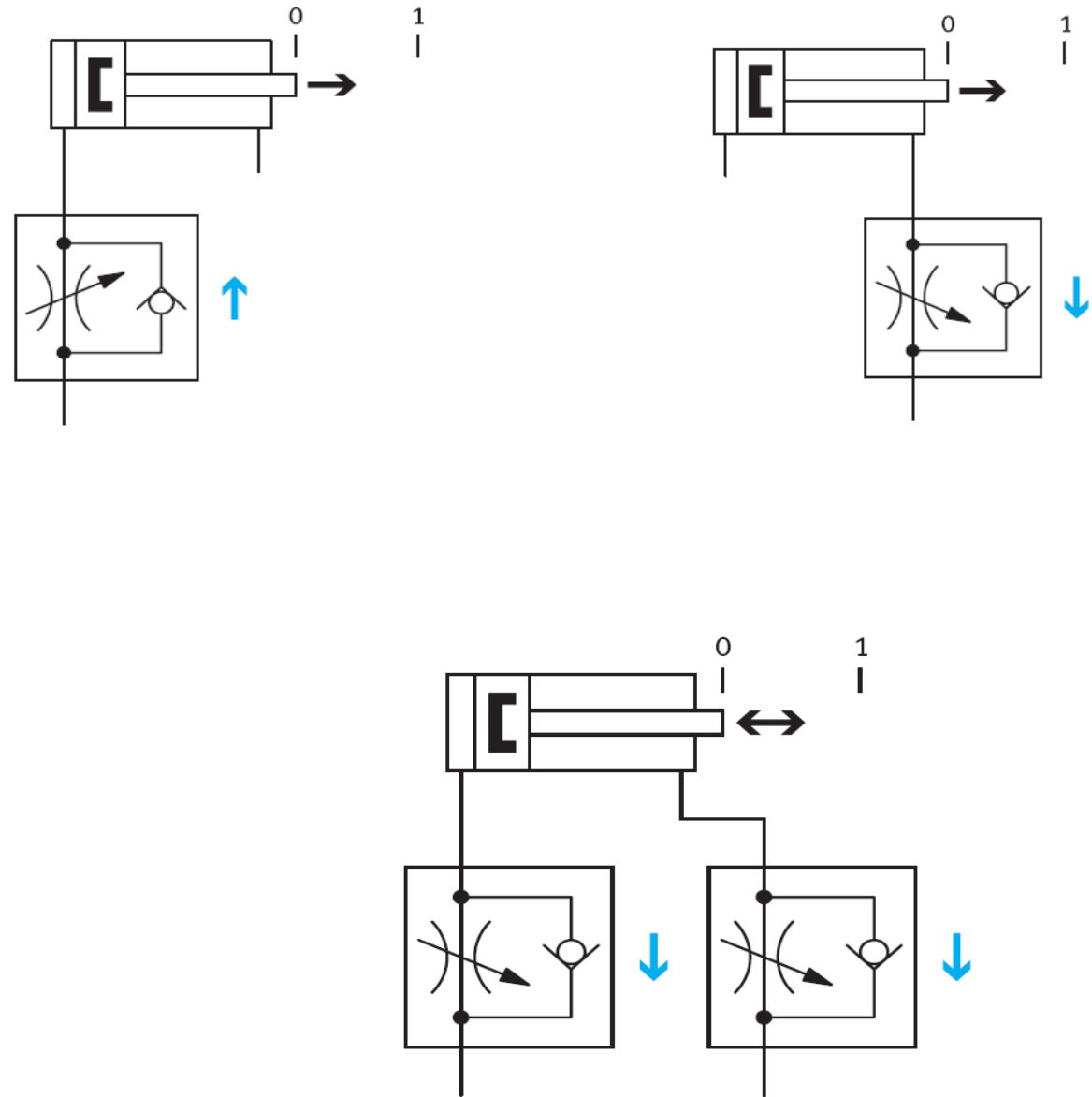
$$F' = p \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4$$

LPD 31 TW
LPD 17 EMt, Vt

Druk **onderzoeken**
gassen

In combinatie met
LPD 1 TW, EMt, Vt
Wetenschappelijke
methode

- Snelheidsregeling pneumatische cilinder op de uitgaande of ingaande lucht?



LPD 31 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et

Druk toepassen van
wetmatigheden
op gassen

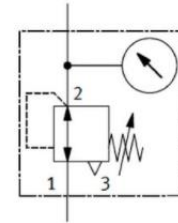
- Elektro pneumatica

- Druk- ondersteund schakelen
elektropneumatisch ventiel

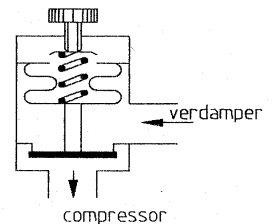
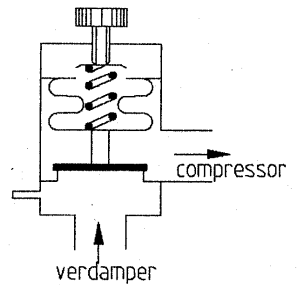
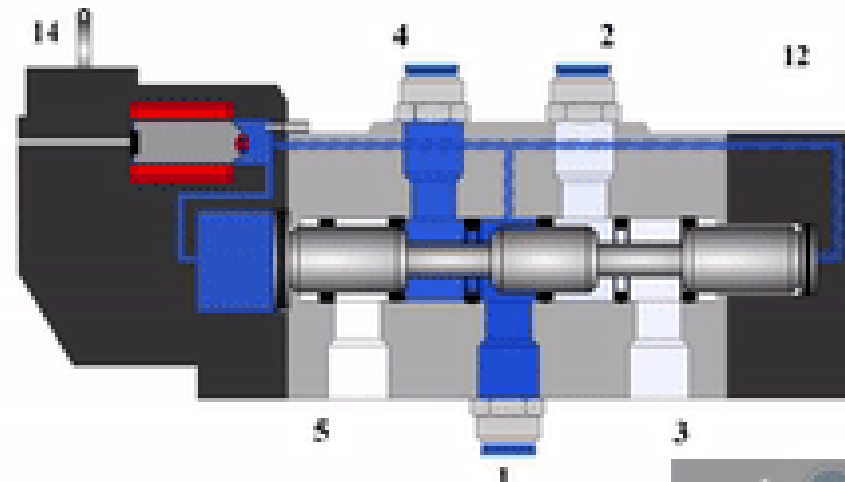
Drukreducerventiel met manometer



Component



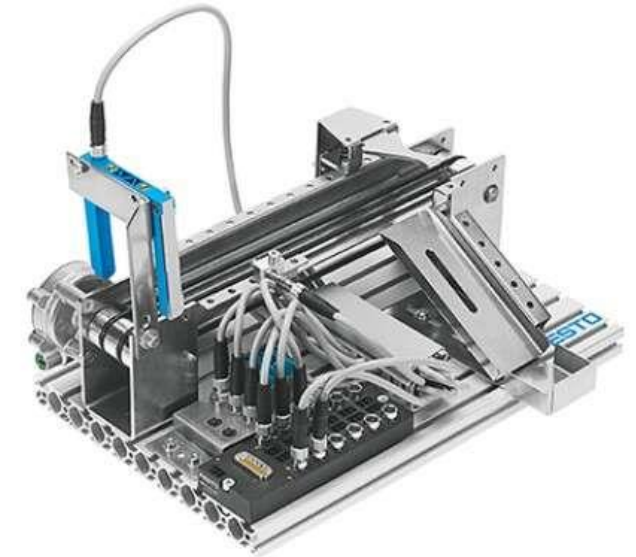
Symbol



LPD 31 TW
LPD 42 EMT, Vt
LPD 41 Et

Elektro-
pneumatische
schakelingen
realiseren

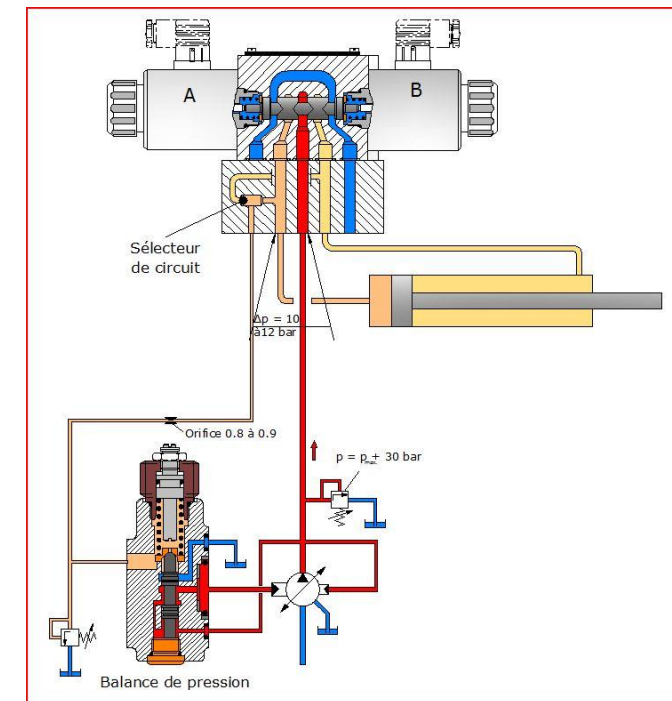
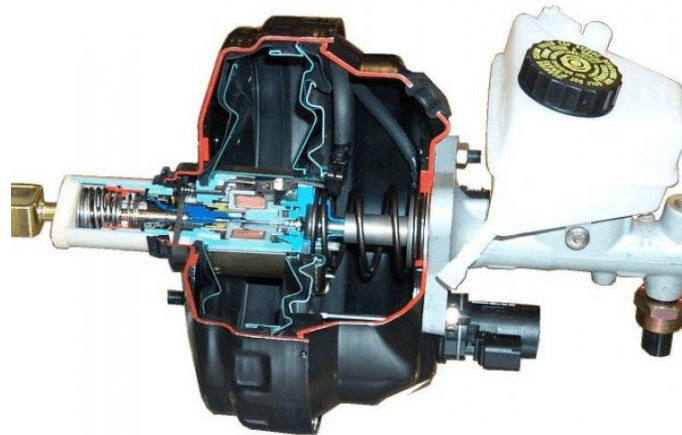
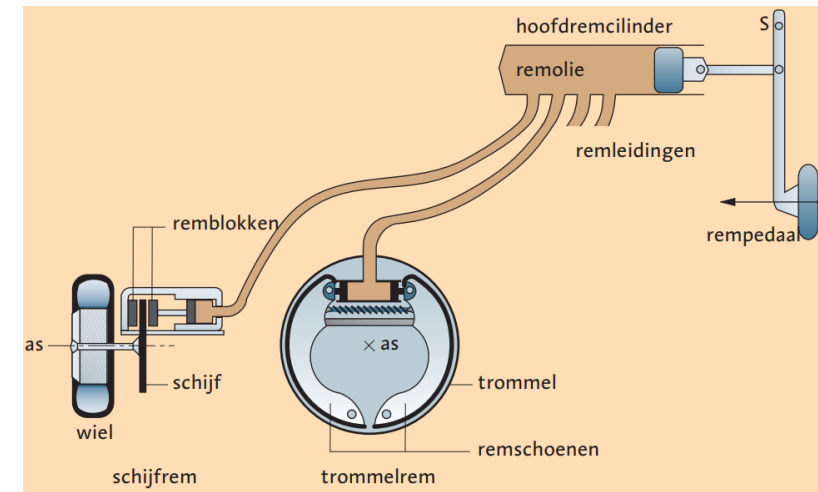
- Elektro pneumatica
- Oefeningen: zie <http://www.pneumatica.be/>



LPD 42 Vt

Elektro-
hydraulische
schakelingen
realiseren

- Elektro hydraulica
- Remventiel, reminstallatie
- Rembekrachtiging
- Eenvoudige elektro- hydraulische installatie
- Oefeningen: zie <http://www.pneumatica.be/>



Ideale gaswet

LPD 17 Emt, Vt

Onderzoeken
Ideale gaswet

In combinatie met
LPD Emt, Vt
Wetenschappelijke
methode

TW enkel toepassen

- Ideale gaswet
→ Niet noodzakelijk om alle afzonderlijke gaswetten op te stellen, je kan onmiddellijk van de algemene formule starten.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

↓
n, R niet gekend!

- Algemene gaswet

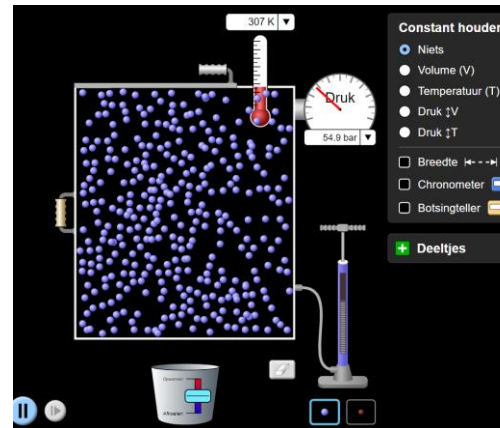
$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Druk in Pascal (Pa = N/m²)
Volume in kub. meter (m³)
Temperatuur in Kelvin (K)

Voor D/A:
kwalitatief

DE ALGEMENE GASWET CONTROLLEREN

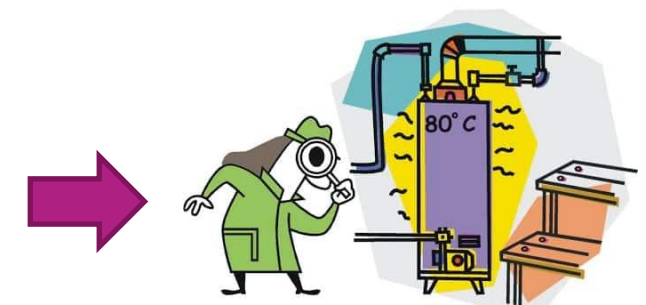
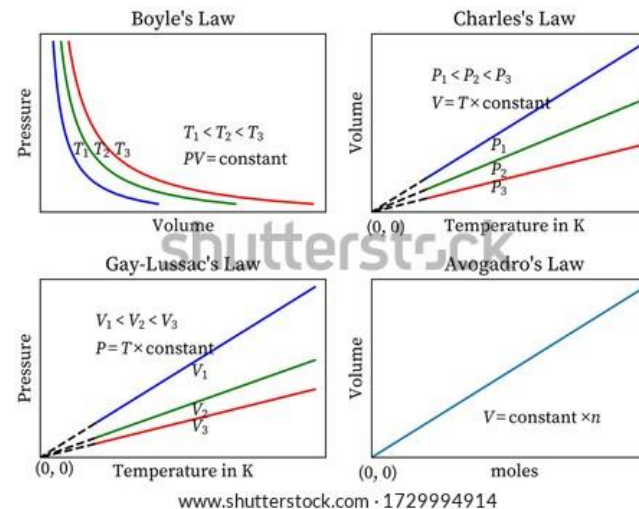
- Vertrekken van simulaties
https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_nl.html



Kwalitatieve verbanden:
 Als T ↑ → snelheid deeltjes ↑ + botsende deeltjes ↑ → p ↑
 Als aantal deeltjes ↑ → botsende deeltjes ↑ → p ↑
 Als T=cst; V ↓ → botsende deeltjes ↑ → p ↑

↓
aftoetsen met technische toepassingen

- Vertrekken vanuit de grafische voorstelling verbanden analyseren



Verbanden controleren
+ aftoetsen met technische toepassingen

LPD 17 EMT, Vt

Onderzoeken
Ideale gaswet

In combinatie met
LPD EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

TW enkel toepassen

- Ideale gaswet
→ Niet noodzakelijk om alle afzonderlijke gaswetten op te stellen, je kan onmiddellijk van de algemene formule starten.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$



n, R niet gekend!

- Algemene gaswet

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Druk
in Pascal
(Pa = N/m²)

Volume
in kub. meter
(m³)

Temperatuur
in Kelvin
(K)

DE ALGEMENE GASWET CONTROLEREN

- Vertrekken vanuit de algemene gaswet en onderzoeken door toestandsgrootheden constant te houden

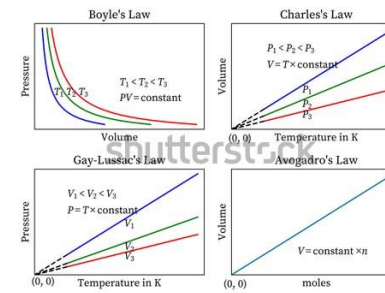
$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$



$$p = cst \rightarrow \frac{V}{T} = cst$$

$$V = cst \rightarrow \frac{p}{T} = cst$$

$$T = cst \rightarrow p \cdot V = cst$$



Voor D/A:
kwalitatief

LPD 17 Emt, Vt

Onderzoeken
Ideale gaswet

In combinatie met
LPD Emt, Vt
Wetenschappelijke
methode

TW enkel toepassen

- Ideale gaswet
→ Niet noodzakelijk om alle afzonderlijke gaswetten op te stellen, je kan onmiddellijk van de algemene formule starten.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

↓
n, R niet gekend!

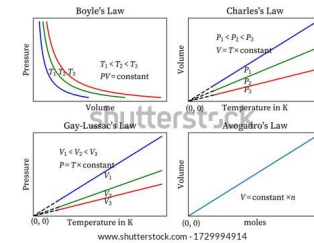
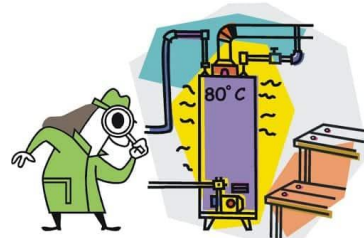
- Algemene gaswet

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Druk in Pascal (Pa = N/m²) Volume in kub. meter (m³) Temperatuur in Kelvin (K)

DE ALGEMENE GASWET OPSTELLEN

- Uit afzonderlijke enkelvoudige onderzoeken naar algemene gaswet



$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

- Uit afzonderlijke enkelvoudige onderzoeken en bouwen naar ideale gaswet
→ haalbaar voor D/A ???

$$p = cst \rightarrow \frac{V}{T} = cst$$

$$V = cst \rightarrow \frac{p}{T} = cst$$

$$T = cst \rightarrow p \cdot V = cst$$

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst \rightarrow p \cdot V = cst \cdot T$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Voor D/A:
kwalitatief

LPD 17 EMT, Vt

Onderzoeken
Ideale gaswet

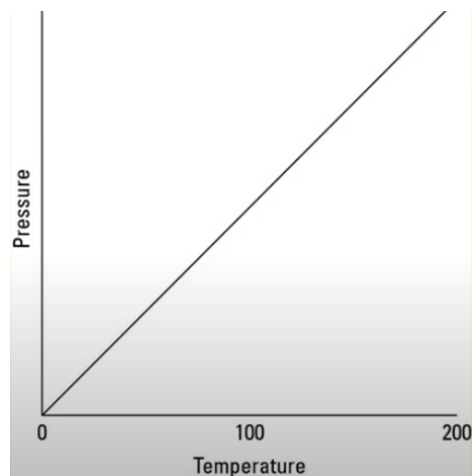
In combinatie met
LPD EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

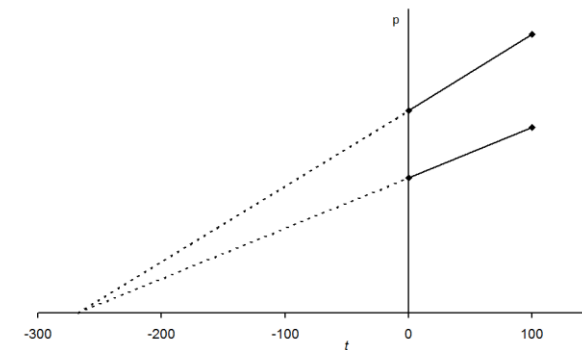
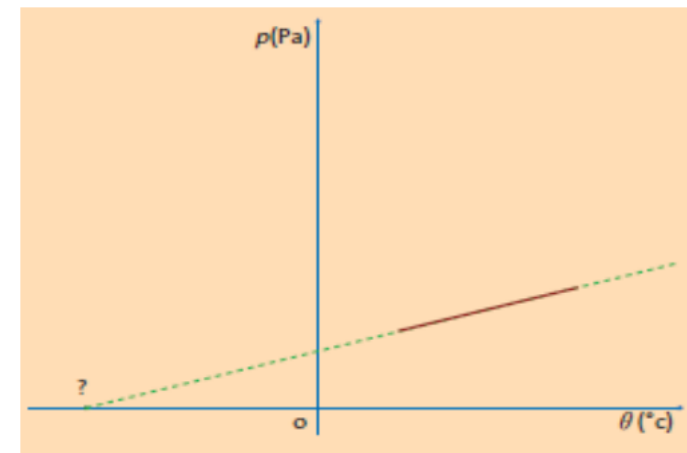
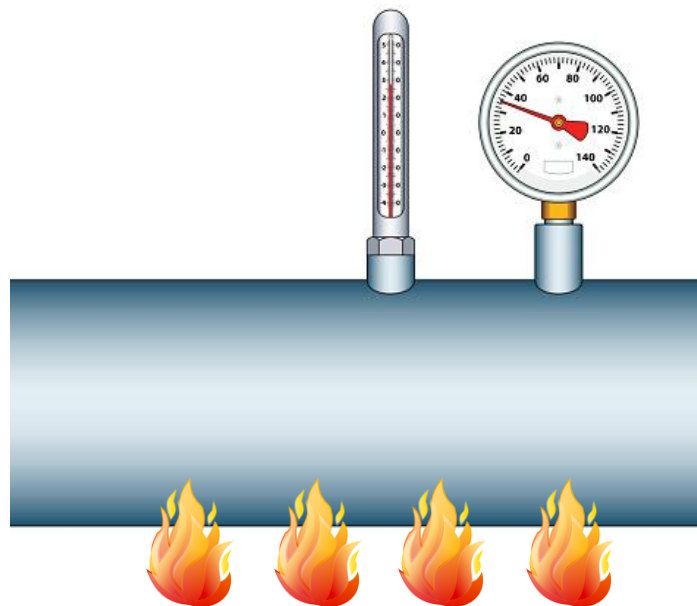
→ $V=cst: T \uparrow \Rightarrow p \uparrow$

→ Extra: extrapoleren tot absolute
nulpunt



$V = Cte \rightarrow$ Isochoor

- Een gesloten vat met lucht opwarmen: temperatuur en druk meten



Voor D/A:
kwalitatief

LPD 33 TW
LPD 17 Emt, Vt, Et
(Mt ?!)

**Toepassen van
Ideale gaswet**

- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

→ $V=cst: T \uparrow \Rightarrow p \uparrow$

Overdrukventiel

→ $V=cst: T \downarrow \Rightarrow p \downarrow$

Diepvries/koelcel openen na intern
temperatuurverschil.



LPD 17 EMT, Vt

Onderzoeken
Ideale gaswet

In combinatie met
LPD EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

→ $T=cst: V \downarrow \Rightarrow p \uparrow$

$T = Cte \rightarrow$ Isotherm

Mogelijk experiment:
Afgesloten pneumatische cilinder
blokkeren op verschillende posities:
 V en p meten

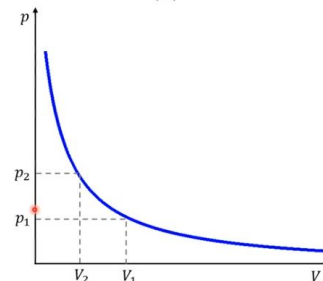
De Gaswetten

Verband tussen druk en volume bij constante temperatuur



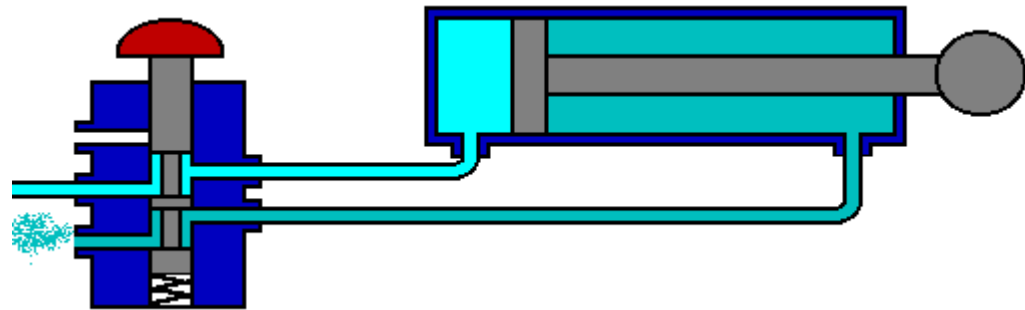
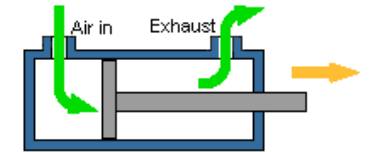
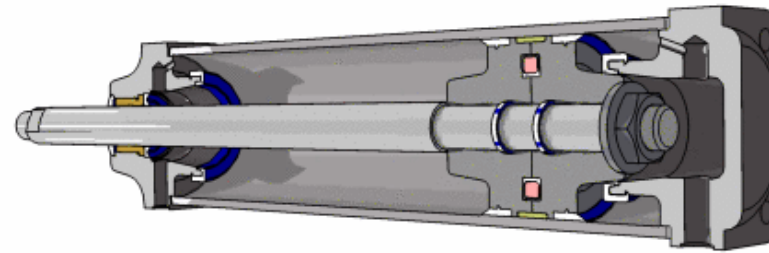
Bron: GodOfKittens

θ constant
 V verandert \leftrightarrow p verandert



Wet van Boyle-Mariotte

- Druk op cilinder: volume vergroot → beweging



Voor D/A:
kwalitatief

LPD 33 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et
(Mt ?!)

Toepassen van
Ideale gaswet

- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

→ $T=cst: V \uparrow \Rightarrow p \downarrow$

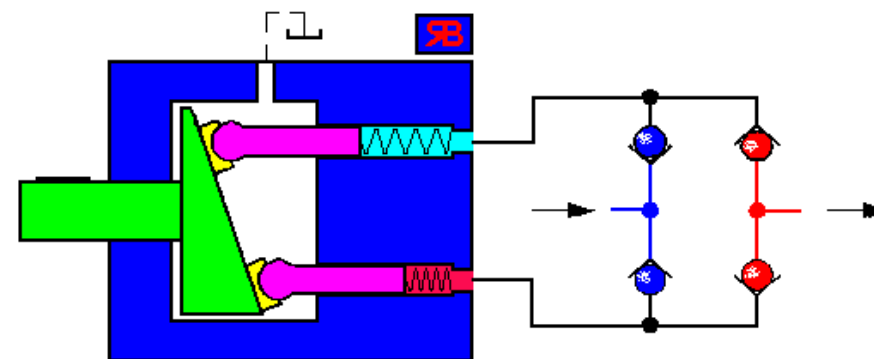
Desoldeerpomp:

Onderdruk via plunjerpomp:

→ $T=cst: V \downarrow \Rightarrow p \uparrow$

Hefkussen

Luchtvering



LPD 17 EMT, Vt

Onderzoeken
Ideale gaswet

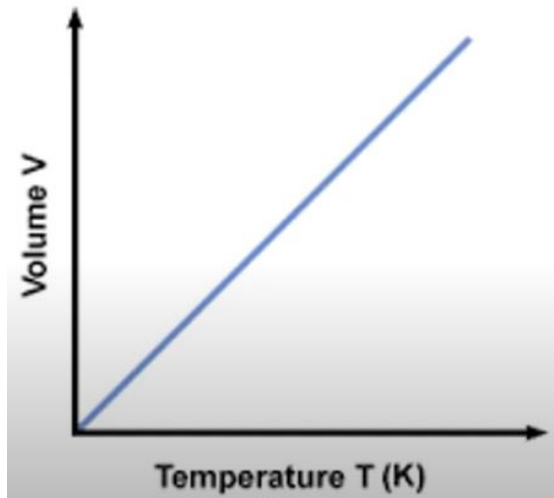
In combinatie met
LPD EMT, Vt
Wetenschappelijke
methode

- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

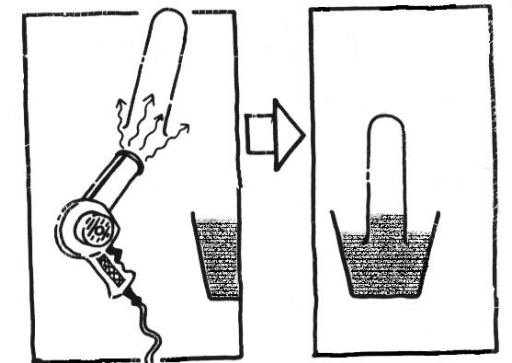
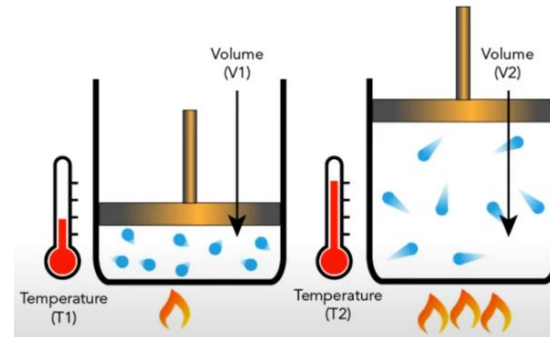
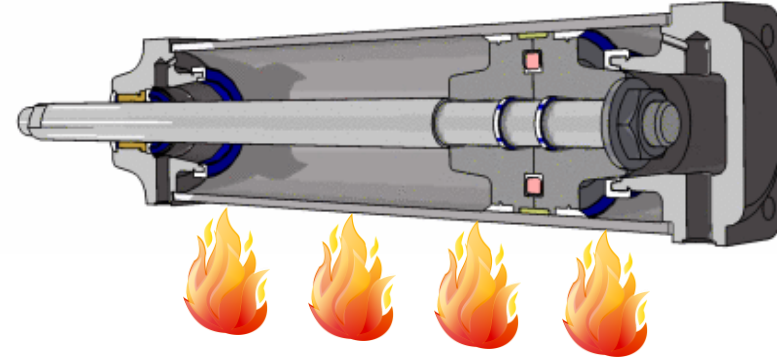
→ $p=cst$: $T \uparrow \Rightarrow V \uparrow$

Mogelijk experiment:
Afgesloten pneumatische cilinder
opwarmen in verschillend posities:
 V en T meten



$T = Cte \rightarrow$ Isotherm

- Druk op cilinder: volume vergroot → beweging



Voor D/A:
kwalitatief

LPD 33 TW
LPD 17 EMT, Vt, Et
(Mt ?!)

Toepassen van Ideale gaswet

- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

→ $p=cst: T \uparrow \Rightarrow V \uparrow$

Expansievat: $p=cst$

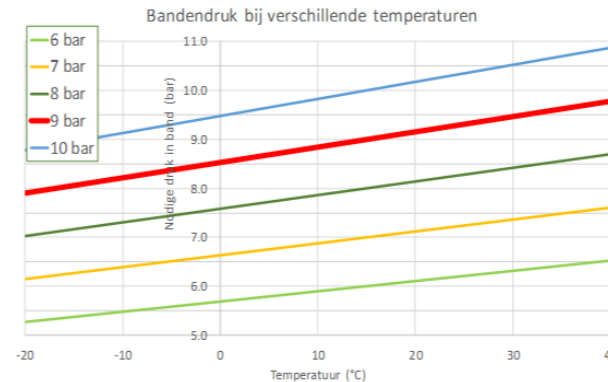
- Bandenspanning in functie van belasting en temperatuur



Expansievat niet aangesloten, alleen stikstofvoordruk

Expansievat in een koude installatie, cv-water in het vat (reservevolume)

Installatie heeft bedrijfstemperatuur en verwarmt



ADVIESSPANNING

Bandenmaat	Bar/psi/kPa			
	1-3	>3	1-3	>3
155/70 R 13	2,3/33/230	2,5/36/250	1,8/26/180	2,5/36/250
165/65 R 13	2,1/33/210	2,5/36/250	1,8/26/180	2,5/36/250
165/60 R 14	2,3/33/230	2,5/36/250	1,8/26/180	2,5/36/250



LPD 33 TW
~~LPD 17 EMT, Vt, Et~~

Toepassen van
 Ideale gaswet

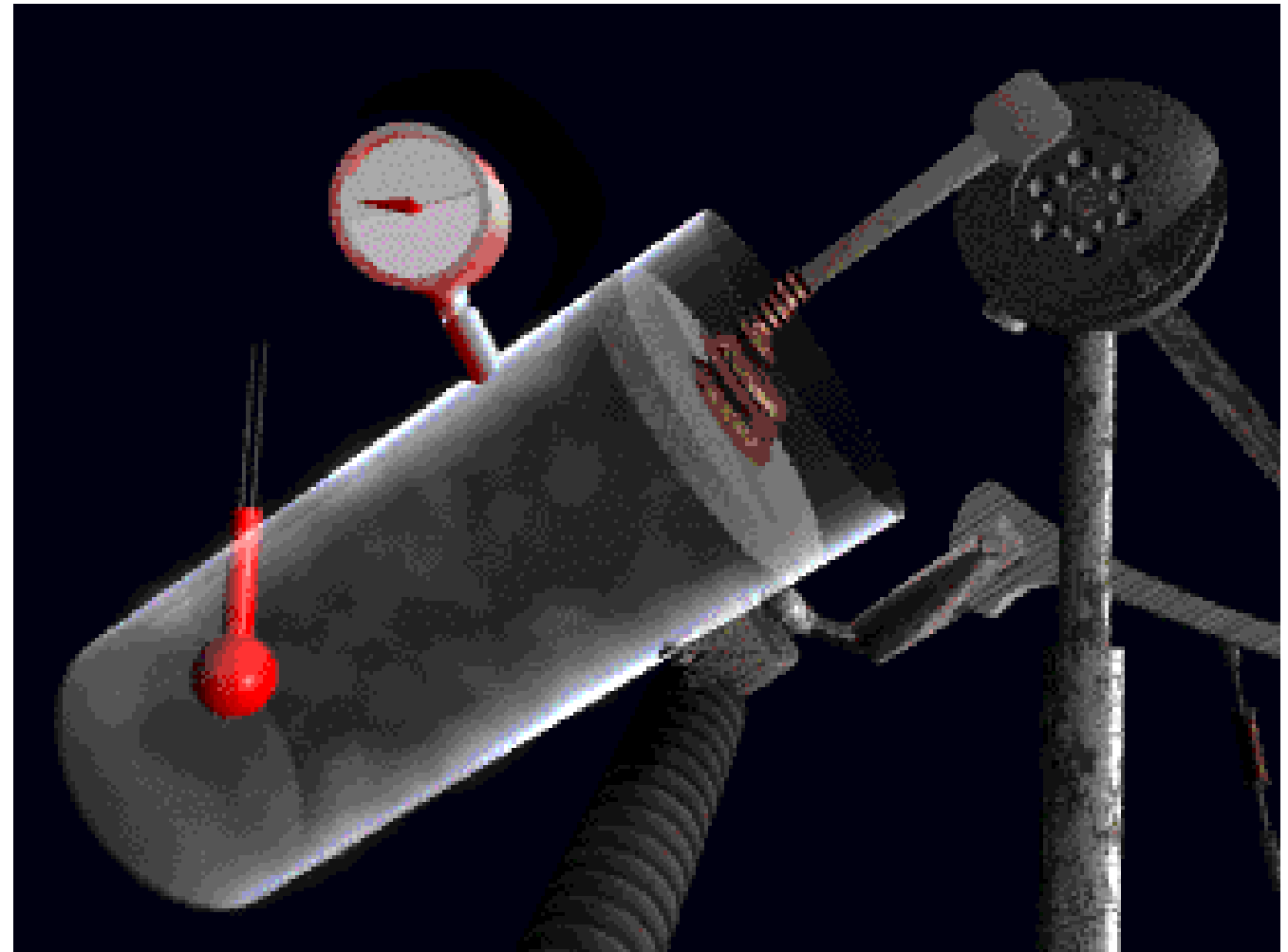
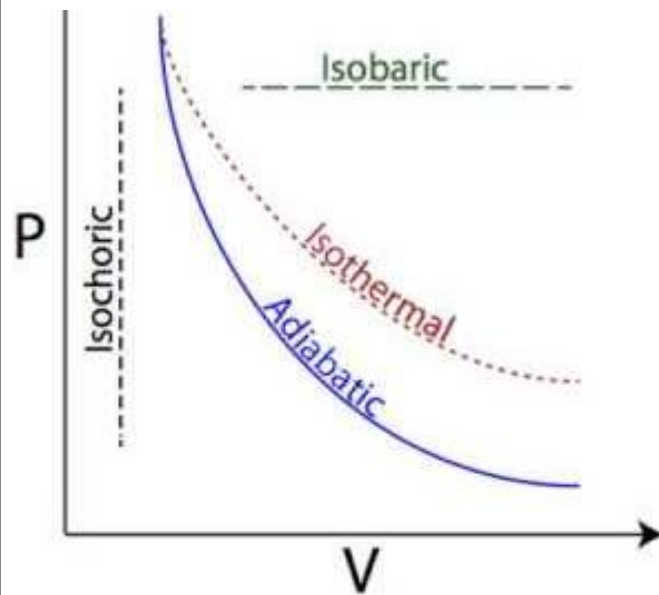
Thermodynamische
 processen

- Toepassingen op ideale gaswet
- Ideale gaswet / Algemene gaswet

$$\frac{p \cdot V}{T} = cst$$

Ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

- Compressorwerking



LPD 33 TW

toepassen
concepten
thermodynamica

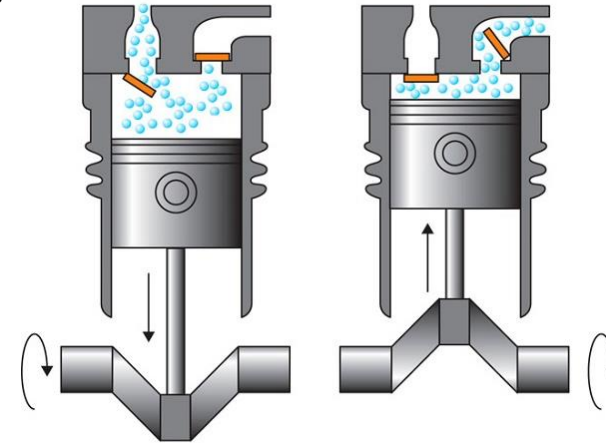
Fenomenen
verklaren

In combinatie met
LPD 10
Interacties
samenleving

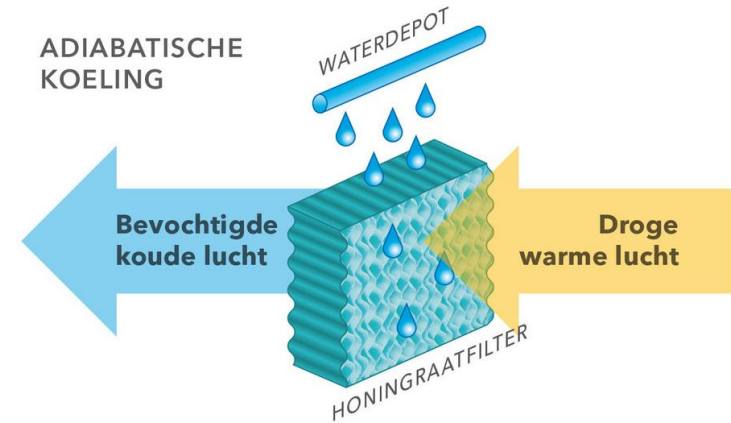
In de praktijk zijn er vier bijzondere toestandsveranderingen:

- o Isobaar ($p = Cte$)
- o Isochoor ($V = Cte$)
- o Isotherm ($T = Cte$)
- o Adiabaat ($Q = 0$)

- Adiabatische expansie / compressie bij snelle toestandsveranderingen: compressorwerking



- Adiabatische koeling



- Ontkurken champagne fles



LPD 33 TW

toepassen
concepten
thermodynamica

Fenomenen
verklaren

In combinatie met
LPD 10
Interacties
samenleving

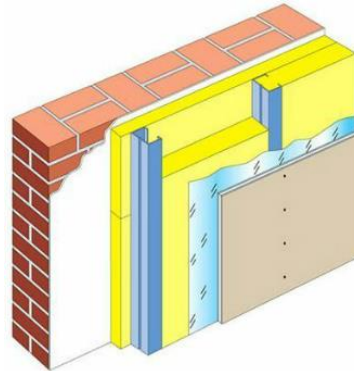
LPD 17, 18, 20 TW
Arbeid, vermogen,
energie

Eerste hoofdwet thermodynamica:
energie kan niet verloren gaan

Energievormen:

- Warmte: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Inwendige energie: potentiële energie
- Arbeid

- Belang thermische isolatie



- Energielabel

Hoe ziet het nieuwe energielabel eruit?

Huidige energielabel	Nieuwe energielabel
<ul style="list-style-type: none"> • Brand • Model reference • A++ • 62 kWh/annum • 160 L • 38 dB 	<ul style="list-style-type: none"> • De QR-code geeft toegang tot meer informatie over het model • De aangepaste energie-efficiëntieklasse voor deze koelkast (A+++ op het vroegere label, nu C) • De jaarlijkse energieconsumptie van de koelkast volgens de nieuwe berekeningswijze • Het volume van de koelkast, uitgedrukt in liter (L) • Het geluidsniveau, uitgedrukt in decibel (dB) en op een schaal van 4 niveaus (klasse C in dit geval)

economie be

- Eenvoudige energiemetingen



LPD 33 TW

toepassen
concepten
thermodynamica

Fenomenen
verklaren

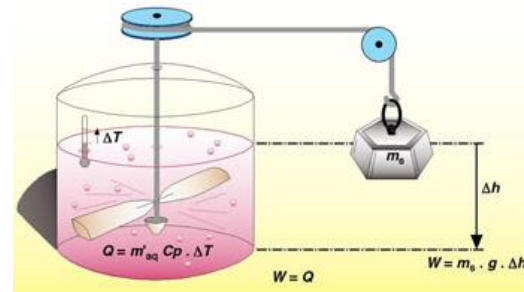
In combinatie met
LPD 10
Interacties
samenlevir

Eerste hoofdwet thermodynamica:
energie kan niet verloren gaan

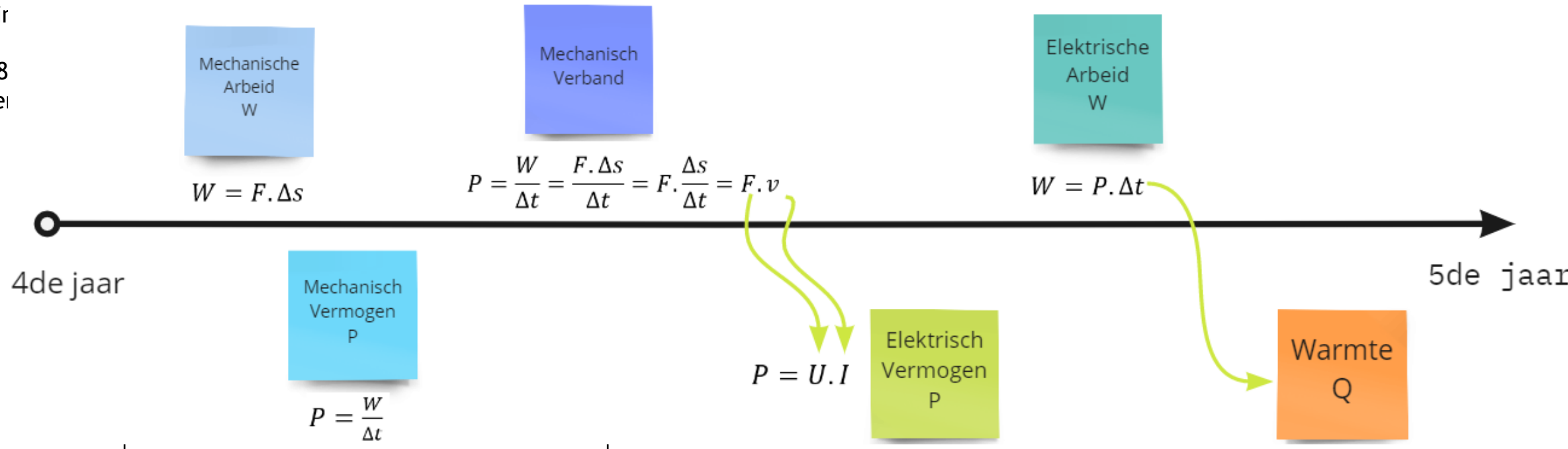
Energievormen:

- Warmte: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
- Inwendige energie: potentiële energie
- Arbeid

- Linken met mechanische/elektrische arbeid/vermogen/energie



Mogelijke leerlijn mechanica - elektriciteit



Thermodynamica

Temperatuur - warmte

Niet expliciet in leerplandoelen

Thermische uitzetting

Mogelijk te koppelen aan LPD 2

STEM-concepten

Oorzaak-gevolg
Verhouding-hoeveelheid
Modellen: (deeltjesmodel)

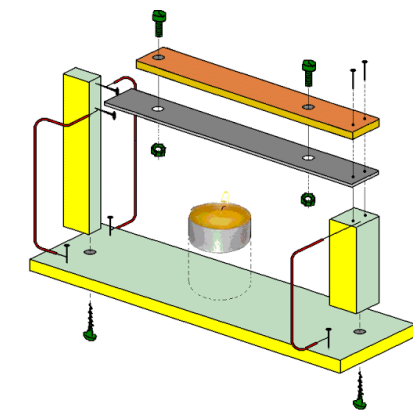
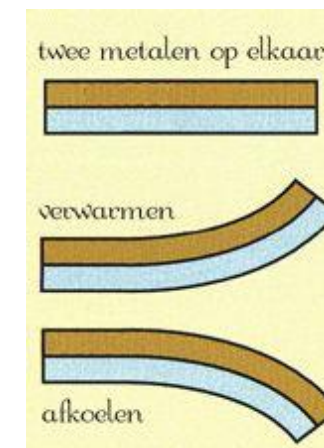
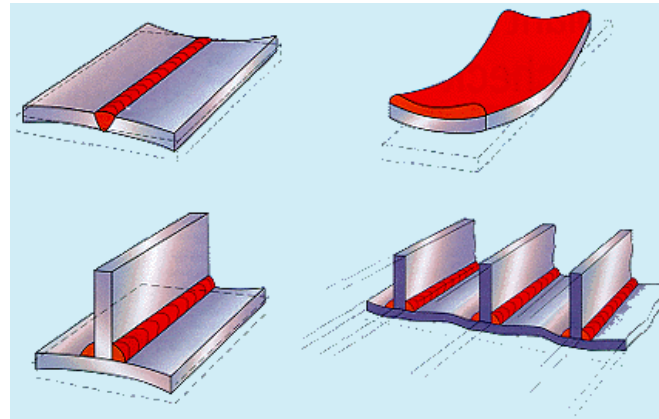
In combinatie met LPD 14 TW
Statisch evenwicht van krachten

LPD 16 TW
Eigenschappen materialen

- Voorkennis 1^{ste} graad NW: leerlingen lichtten aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van het deeltjesmodel en verklaarden uitzetting van stoffen via een deeltjesmodel
- Kwalitatief
- Uitzetting van metalen
- Bimetaalwerking

Thermische uitzetting

Verklaar dit fenomeen vanuit het deeltjesmodel.



LPD 32 TW

verklaren
energietransport
aan de hand van
het deeltjesmodel

LPD 28 Emt, Vt, Et
LPD 19 Mt

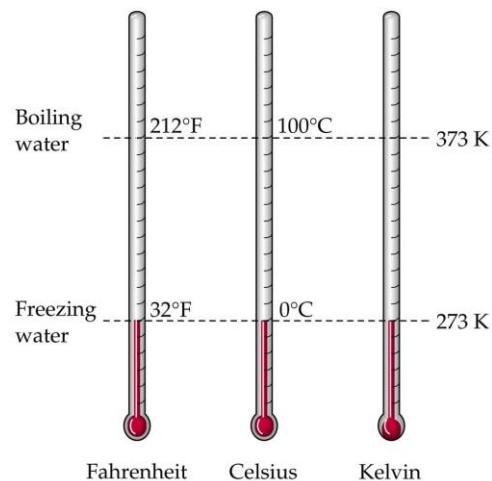
toelichten
energietransport
aan de hand van
het deeltjesmodel

Voor D/A:
kwalitatief

- Begrippen temperatuur - warmte
- → Temperatuur = beweging deeltjes
- → Warmte = energie, transport

- Tip:
Vergelijk lucifer → Hoge temperatuur
→ Weinig energie

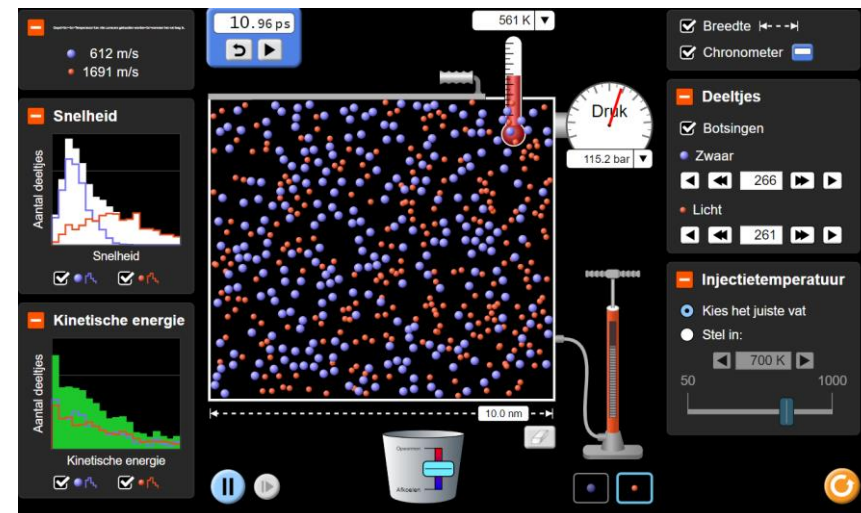
- Omzetten °C → K



-



https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_nl.html

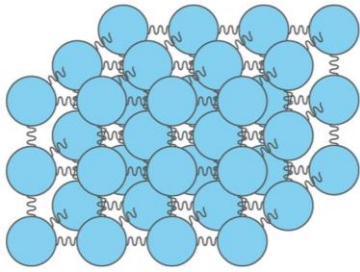


LPD 32 TW

verklaren

energietransport
aan de hand van
het deeltjesmodel

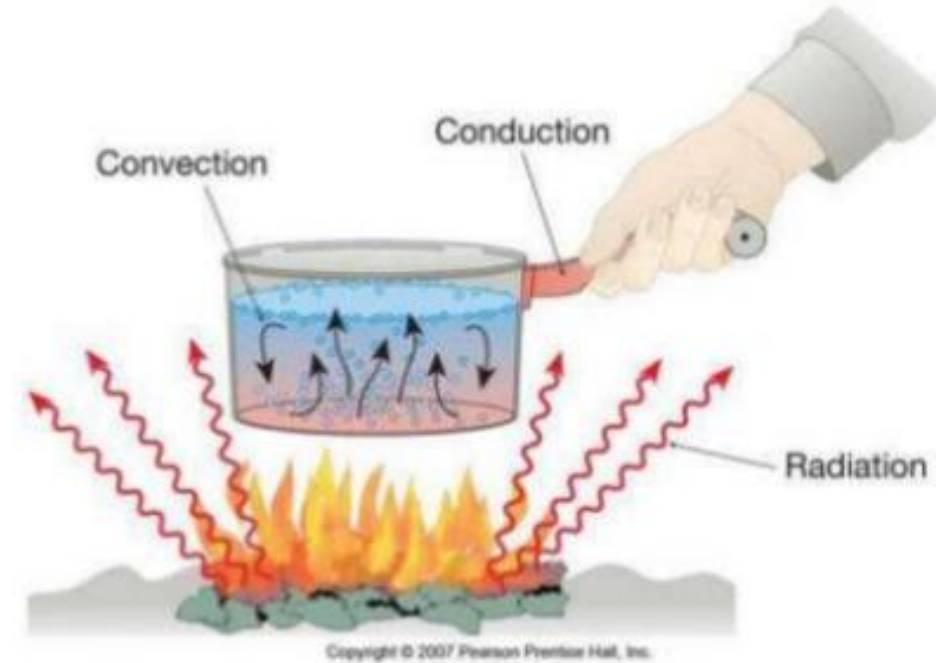
- Voorkennis uit 1^{ste} graad NW:
Begrippen:
geleiding
stroming/convectie
straling
- Link met deeltjesmodel



Niet in EMt, Vt, Et,
Mt

•

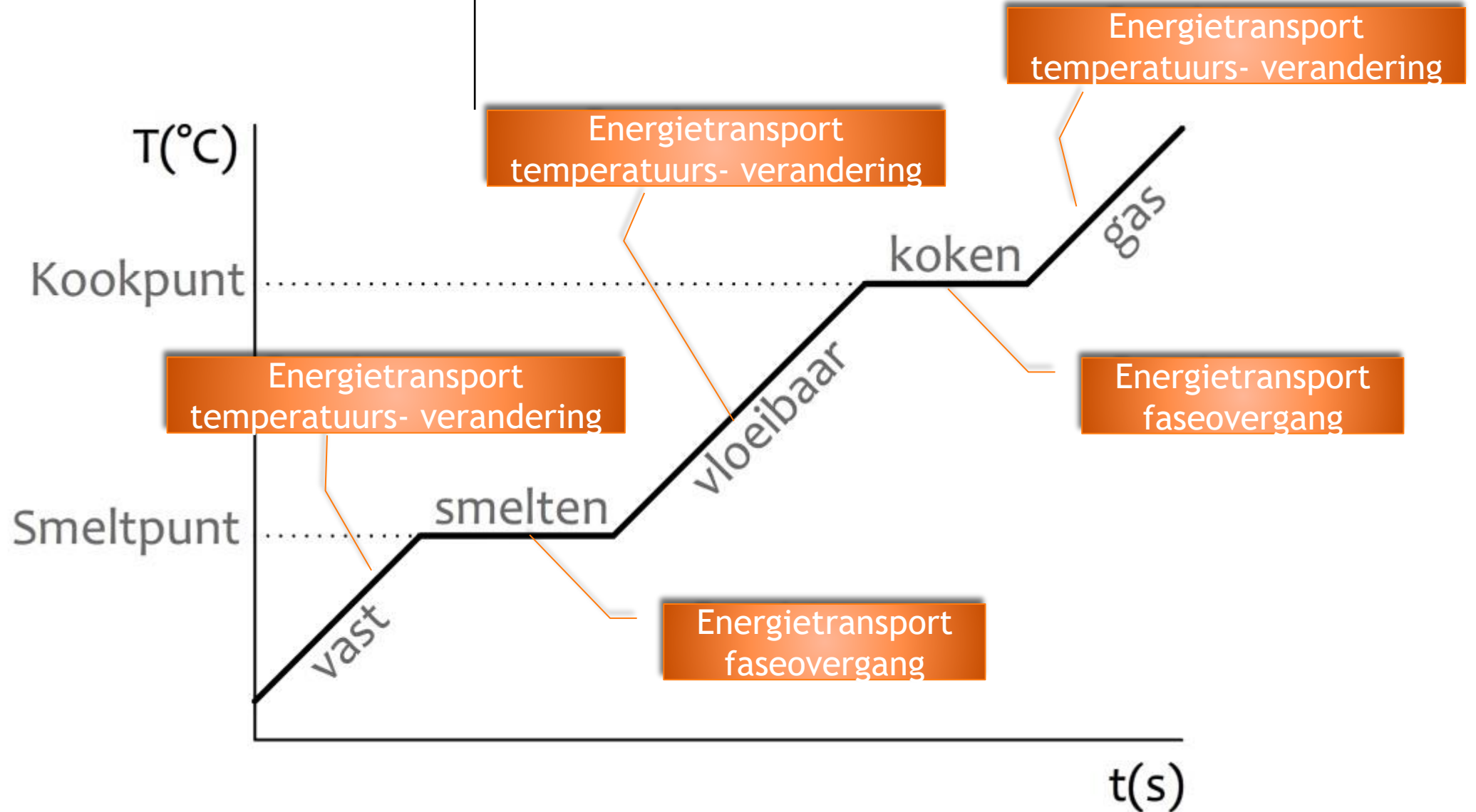
Warmtetransport



LPD 32 TW
Energietransport bij
faseovergang +
temperatuursver.

LPD 28 Emt, Vt, Et
LPD 19 Mt
Verband warmte en
temperatuurver.

Voor D/A:
kwalitatief



LPD 32 TW

verklaren

energietransport bij temperatuursveranderingen

LPD 28 Emt, Vt, Et
LPD 19 Mt

toelichten warmte vs temperatuursverandering

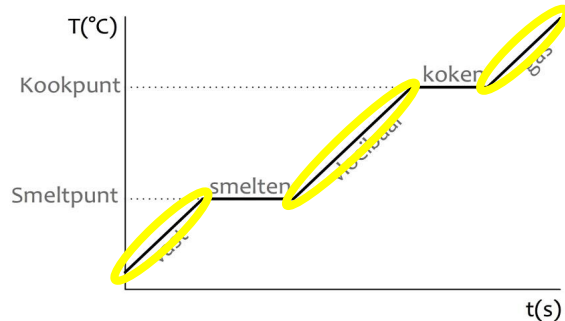
Warmtecapaciteit

Voor D/A: kwalitatief

- Warmte- capaciteit:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

- c van verschillende materialen = opslagmogelijkheid energie



Q **Nodig voor** ΔT

Afhankelijk van Soort stof c
Massa m



Materiaal	Soortelijke warmte (Jkg ⁻¹ K ⁻¹)	Warmtegeleidingscoëfficiënt (Wm ⁻¹ K ⁻¹)
Staal	480	50
Aluminium	880	237
Gietijzer	500	60
Koper	390	390
Glas	800	0,9

Vaste stoffen en Vloeistoffen		
Materiaal	Fasetoestand	Soortelijke warmte J/(kg.K)
aluminium	vast	880
brons	vast	380
olie	vloeistof	~ 2000
water	vloeistof	4186
	vast (0°C)	2060

LPD 32 TW

verklaren
energietransport bij
temperatuurs-
veranderingen

LPD 28 Emt, Vt, Et
LPD 19 Mt

toelichten warmte
vs temperatuurs-
verandering

Warmtecapaciteit

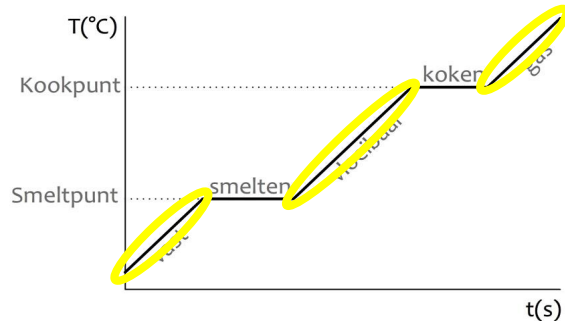
Voor D/A:
kwalitatief

- Warmte- capaciteit:
- materiaal boiler, motorblok,...

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

- Koelen met water
- Convectieverwarming, speksteen, ...

- Waterhoeveelheid opwarmen



afhankelijk van m en soort vloeistof

$$\frac{U \cdot I}{\Delta t} \rightarrow Q \rightarrow \Delta T$$

LPD 32 TW

verklaren

energietransport bij faseovergangen a.d.h.v. het deeltjesmodel

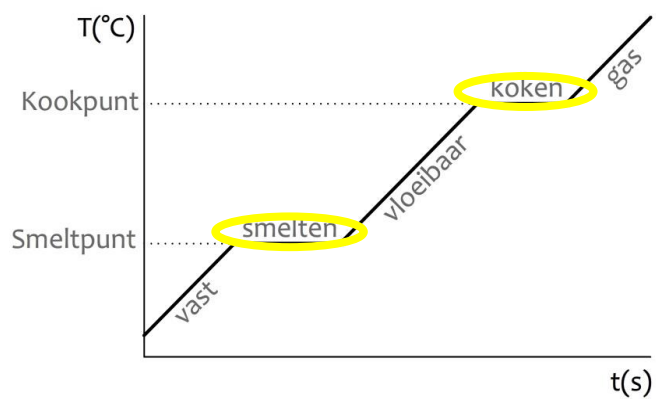
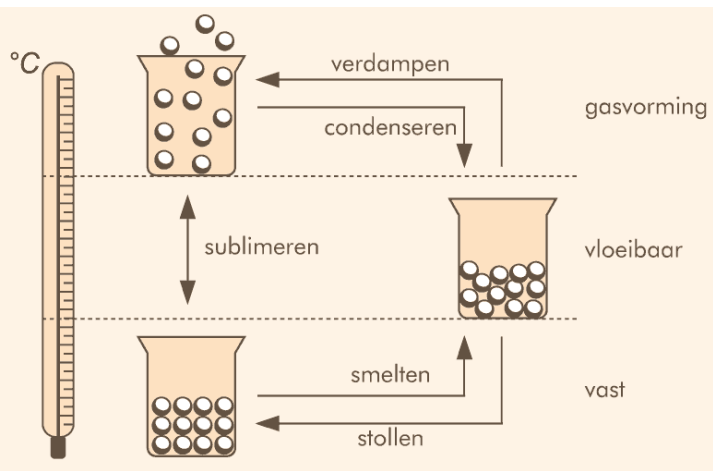
LPD 28 Emt, Vt, Et
LPD 19 Mt

toelichten

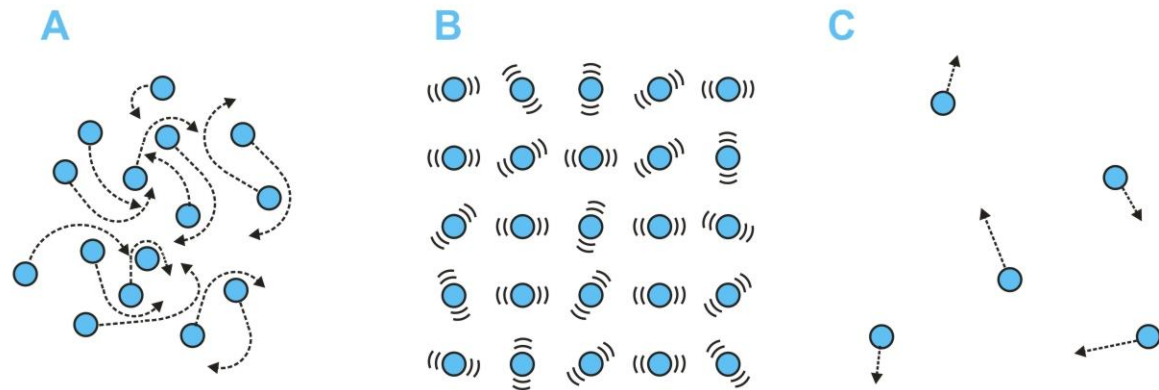
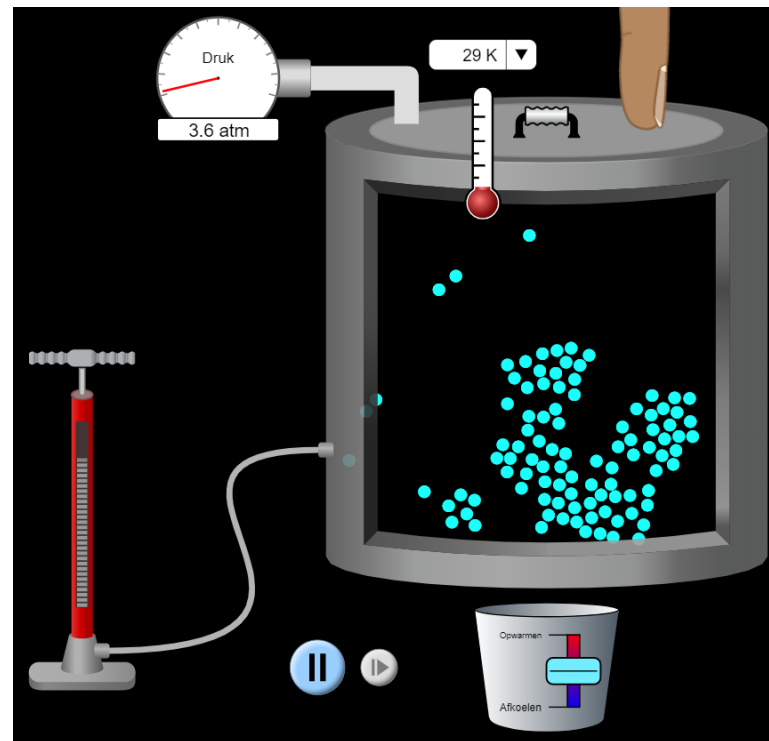
temperatuursverandering bij faseovergangen a.d.h.v. het deeltjesmodel

Voor D/A: kwalitatief

- Temperatuur ↗
→ beweging deeltjes ↗



https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_nl.html



LPD 32 TW

verklaren

energietransport bij faseovergangen a.d.h.v. het deeltjesmodel

LPD 28 Emt, Vt, Et
LPD 19 Mt

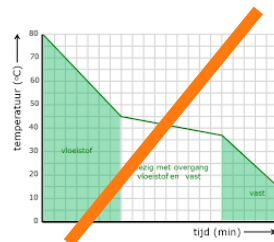
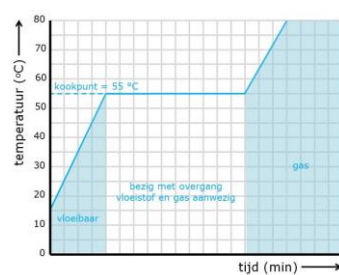
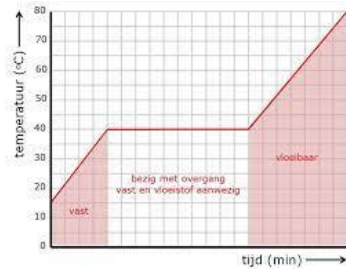
toelichten

temperatuursverandering bij faseovergangen a.d.h.v. het deeltjesmodel

Voor D/A: kwalitatief

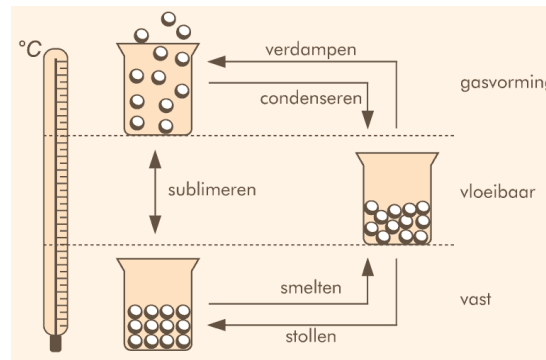
Onderscheid tussen :

- Merkbare warmte
 - kinetische energie deeltjes
 - specifieke warmtecapaciteit c
- Latente warmte bij faseovergangen
 - potentiële energie deeltjes
 - energie voor opbouw/afbraak cohesiekrachten
 - L



Tip: enkele zuivere stoffen in Emt, Vt en Et

Tip: mogelijk onderzoek temperatuur meten in bak smeltende ijsblokjes → 0°C gedurende uren



Stof	SLH van fusie (kJ / kg)	Melting point (° C)	SLH van verdamping (kJ/kg)	Boiling point (° C)
Ethylalcohol	108	-114	855	78.3
Ammoniak	332.17	-77.74	1369	-33.34
Kooldioxide	184	-78	574	-57
Helium			21	-268.93
Waterstof (2)	58	-259	455	-253
Lood	23.0	327,5	871	1750
Stikstof	25,7	-210	200	-196
Zuurstof	13.9	-219	213	-183
Koelmiddel R134a		101	215,9	-26.6
Koelmiddel R152a		-116	326.5	-25
Silicium	1790	1414	12800	3265
Tolueen	72.1	-93	351	110.6
Terpentijn			293	
Water	334	0	2264.705	100

LPD 32 TW
LPD 28 EMT, Vt, Et
LPD 19 Mt

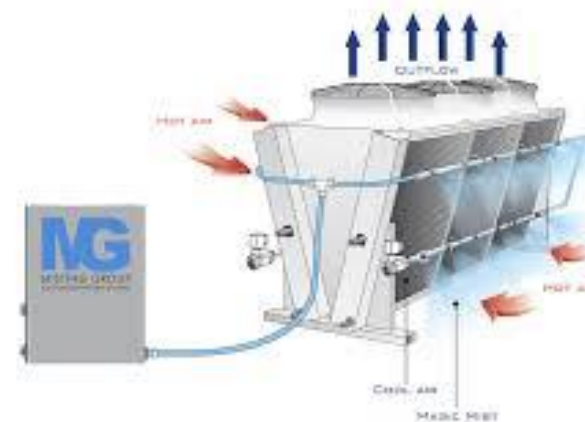
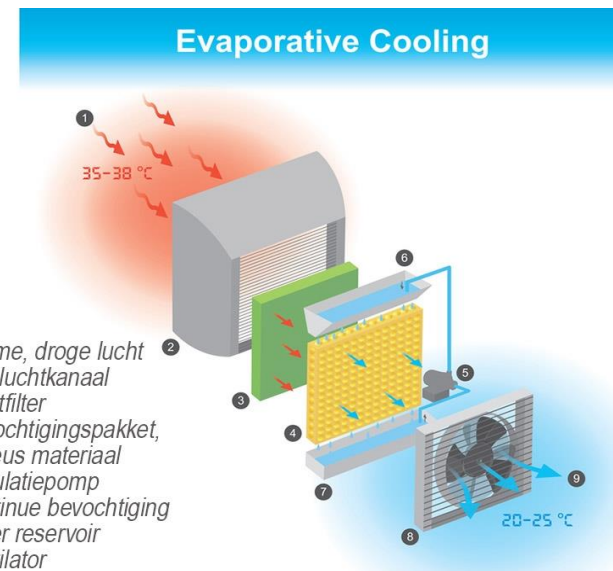
Aggregatietoestand
en faseovergangen
aan de hand van
het deeltjesmodel

Toepassingen

- Energie opname/afgifte bij faseovergangen
→ praktisch gebruik Latente warmte

Faseovergang: verdampen
vloeistof → gas

- Zweten, afkoelen na douche,
- Deo op lichaam
- Rijm op buizen / gasfles, ...



LPD 32 TW
LPD 28 EMT, Vt, Et
LPD 19 Mt

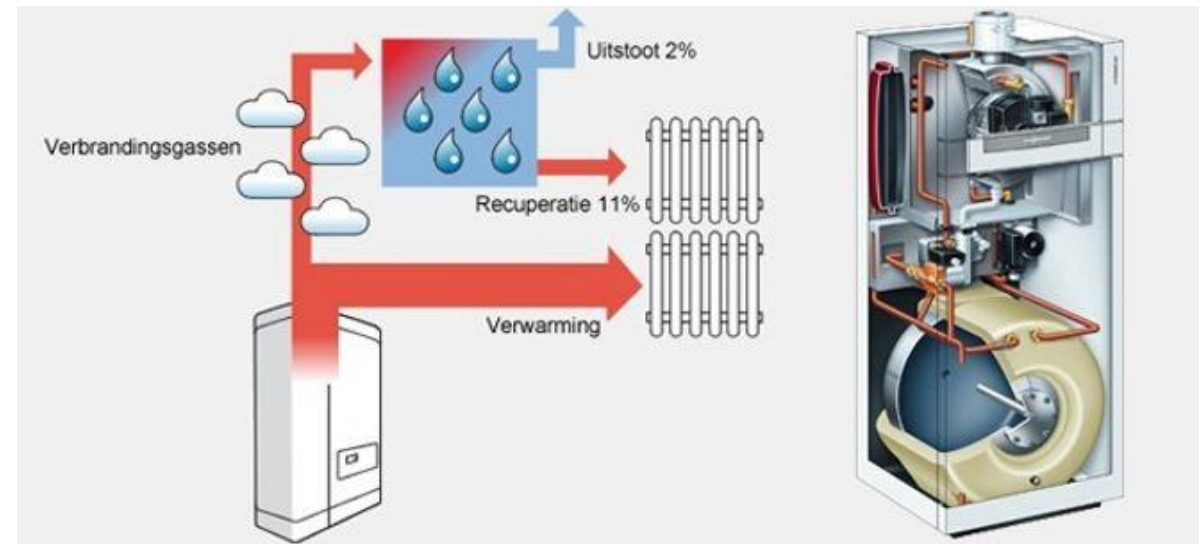
Aggregatietoestand
en faseovergangen
aan de hand van
het deeltjesmodel

Toepassingen

- Energie opname/afgifte bij faseovergangen
→ praktisch gebruik Latente warmte

Faseovergang: condenseren
gas → vloeistof

- Condensatie
- Condensatieketel



LPD 32 TW
LPD 28 EMT, Vt, Et
LPD 19 Mt

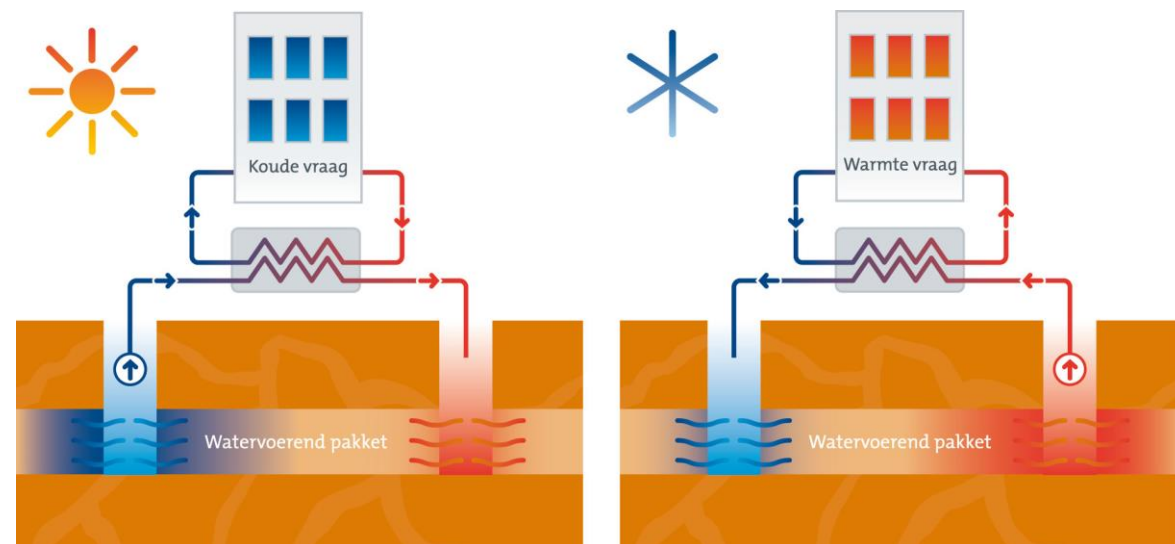
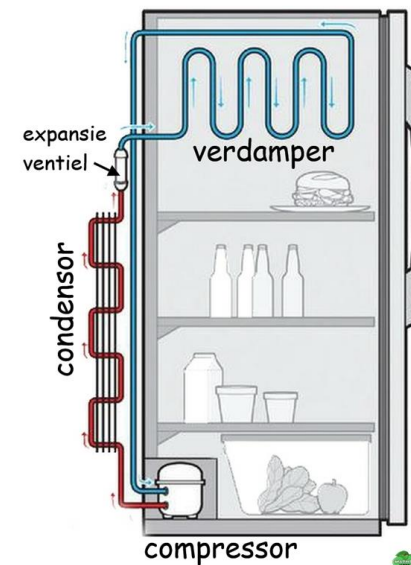
Aggregatietoestand
en faseovergangen
aan de hand van
het deeltjesmodel

Toepassingen

- Energie opname/afgifte bij faseovergangen
→ praktisch gebruik Latente warmte

Faseovergang: *condenseren - verdampen*
gas → vloeistof → gas

- Koelkastwerking
- Warmtepomp



LPD 32,33 TW

verklaren

energietransport
aan de hand van
het deeltjesmodel

LPD 29 EMT, Vt, Et
LPD 20 Mt

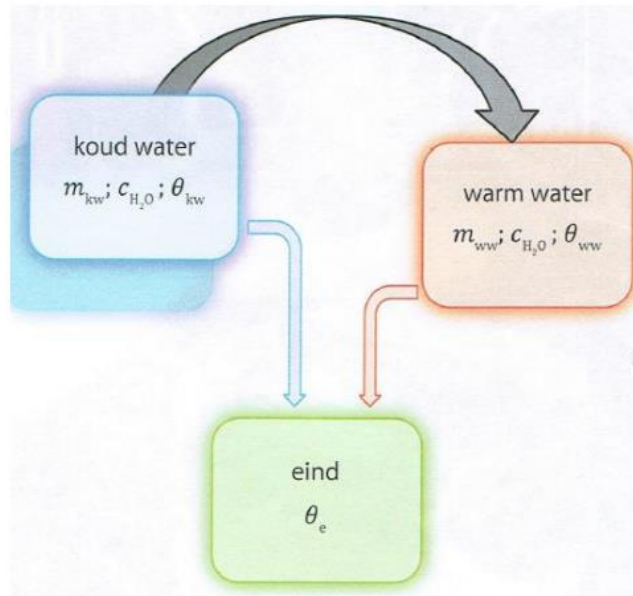
beredeneren

thermisch
evenwicht aan de
hand van
warmtebalans

Voor D/A:
kwalitatief

In combinatie met
LPD 2
STEM concept
systemen-modellen

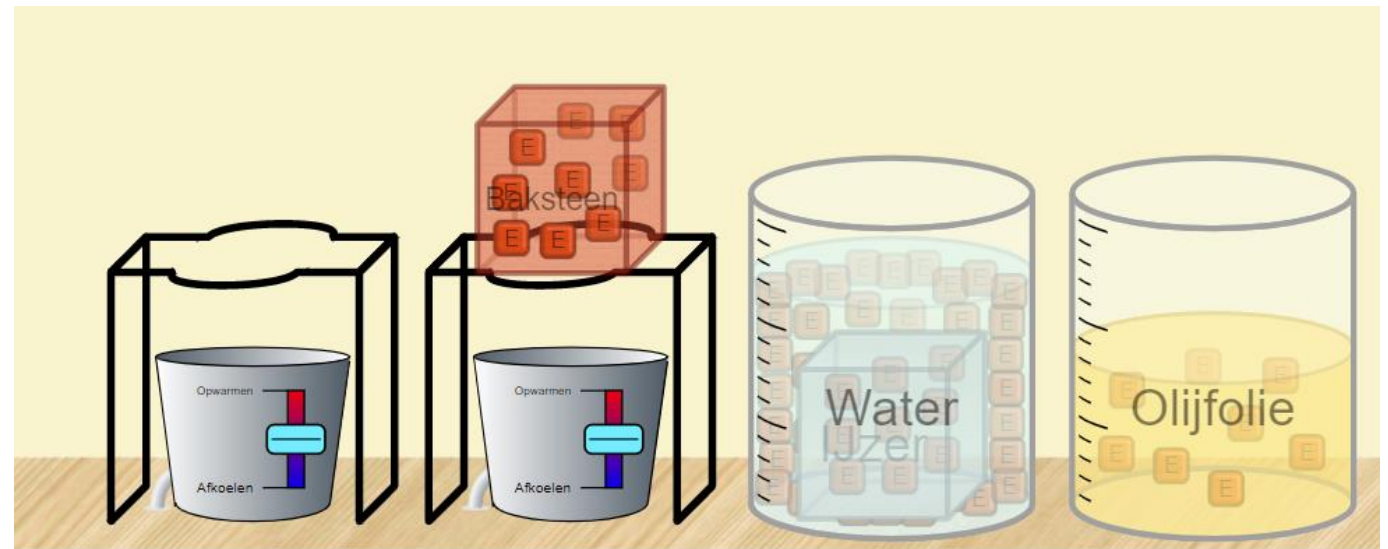
- Thermisch evenwicht
Warmte- balans: $Q_{af} = Q_{op}$



- 0^{de} hoofdwet (LPD 33 TW):

Thermisch evenwicht tussen 2 voorwerpen
in de ruimte → ook in thermisch
evenwicht met 3^{de} voorwerp

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_nl.html



Experiment eventueel zelf uit te voeren



LPD 32 TW
LPD 29 EMT, Vt, Et
LPD 20 Mt

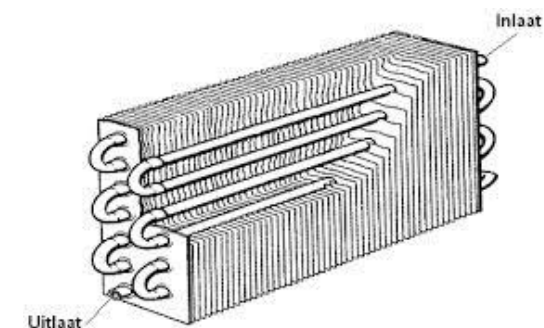
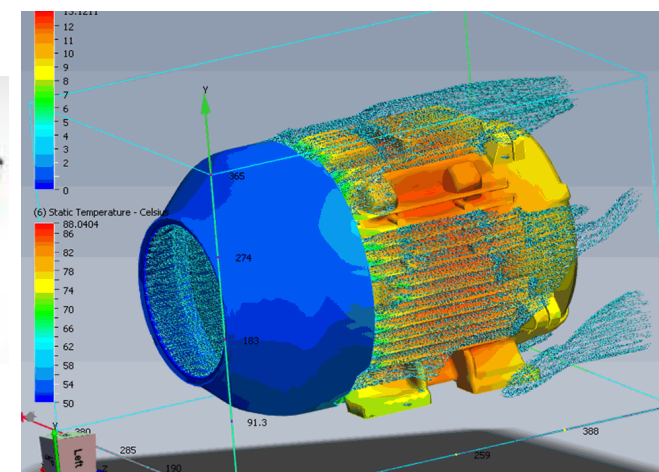
Toepassen
energietransport -
Thermisch
evenwicht

In combinatie met
LPD 2
STEM concept
systemen-modellen

- Thermisch evenwicht toepassen

Link met veiligheid

Tip: beperk het aantal
toepassingen zodat
diepgang mogelijk



LPD 32 TW
LPD 29 EMt, Vt, Et
LPD 20 Mt

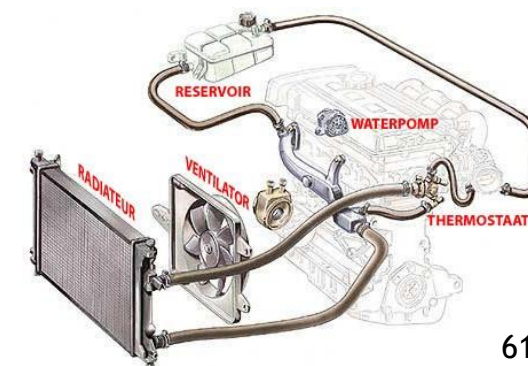
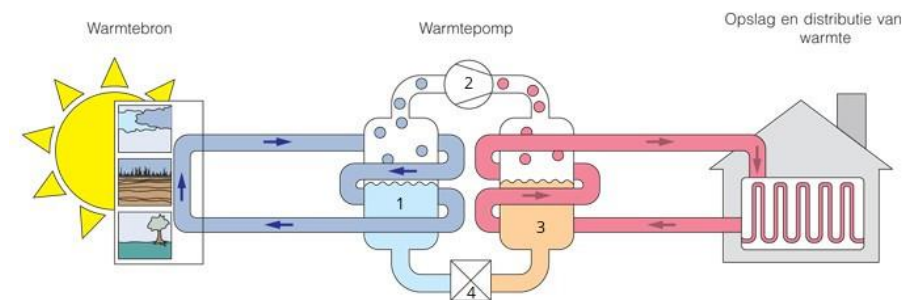
Toepassen
energietransport -
Thermisch
evenwicht

In combinatie met
LPD 2
STEM concept
systemen-modellen

- Thermisch evenwicht

Link met veiligheid

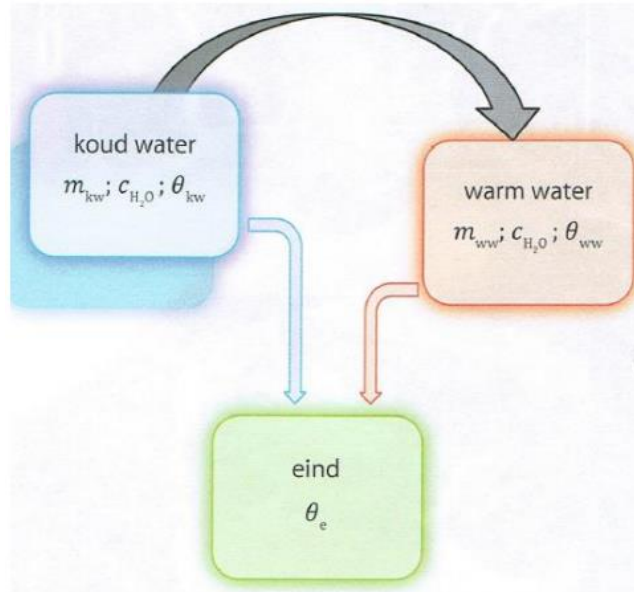
Tip: beperk het aantal
toepassingen zodat
diepgang mogelijk



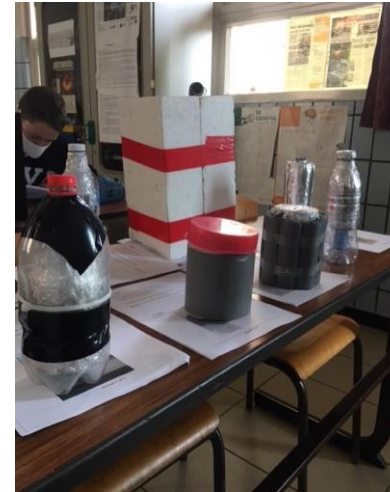
LPD 32 TW

Energietransport -
Thermisch
evenwichtIn combinatie met
LPD 2
STEM concept
systemen-modellen

- UITBREIDING: onderzoeken
- Thermisch evenwicht
Warmte- balans: $Q_{af} = Q_{op}$

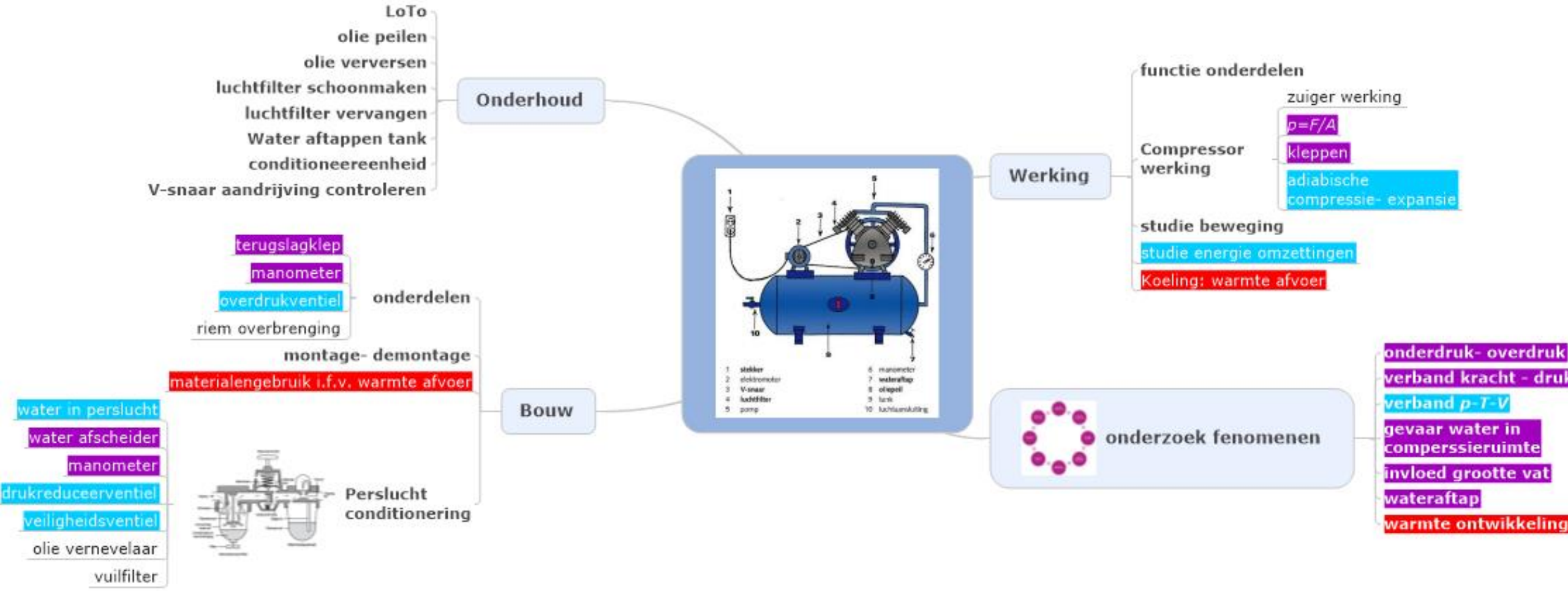


- 4STEM/IW maakte een toepassing van de theorie rond energietransport aan de hand van de vervaardiging van een thermos (calorimeter). Er werd kokend water erin gedaan en na 15' werd de temperatuur opgemeten. Conclusie: theorie goed begrepen - praktijk: indrukwekkend creatief en strak probleemoplossend denkwerk! #calorimeter #energietransport

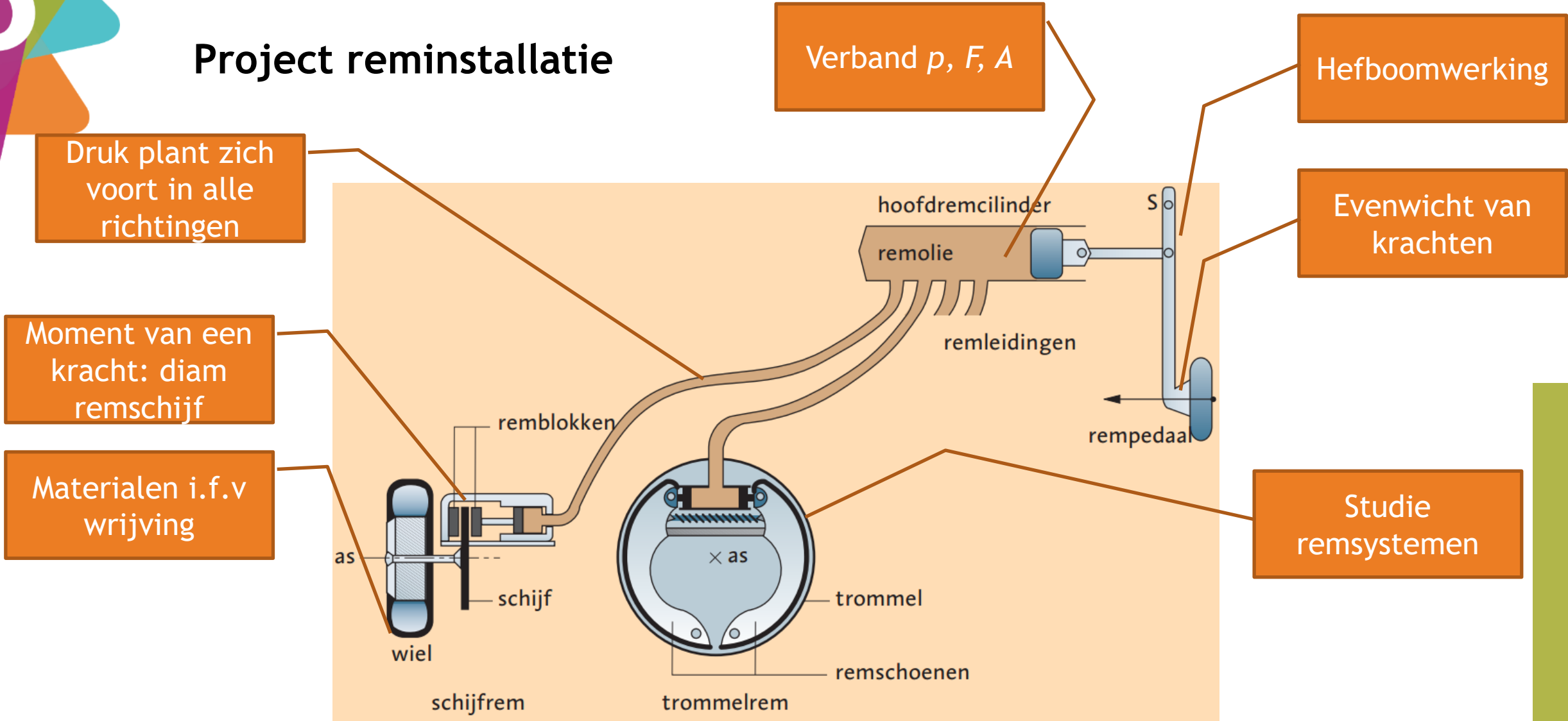


Projecten- uitdagingen

Project compressor



Project reminstallatie



Studie(bezoek) STEG centrale

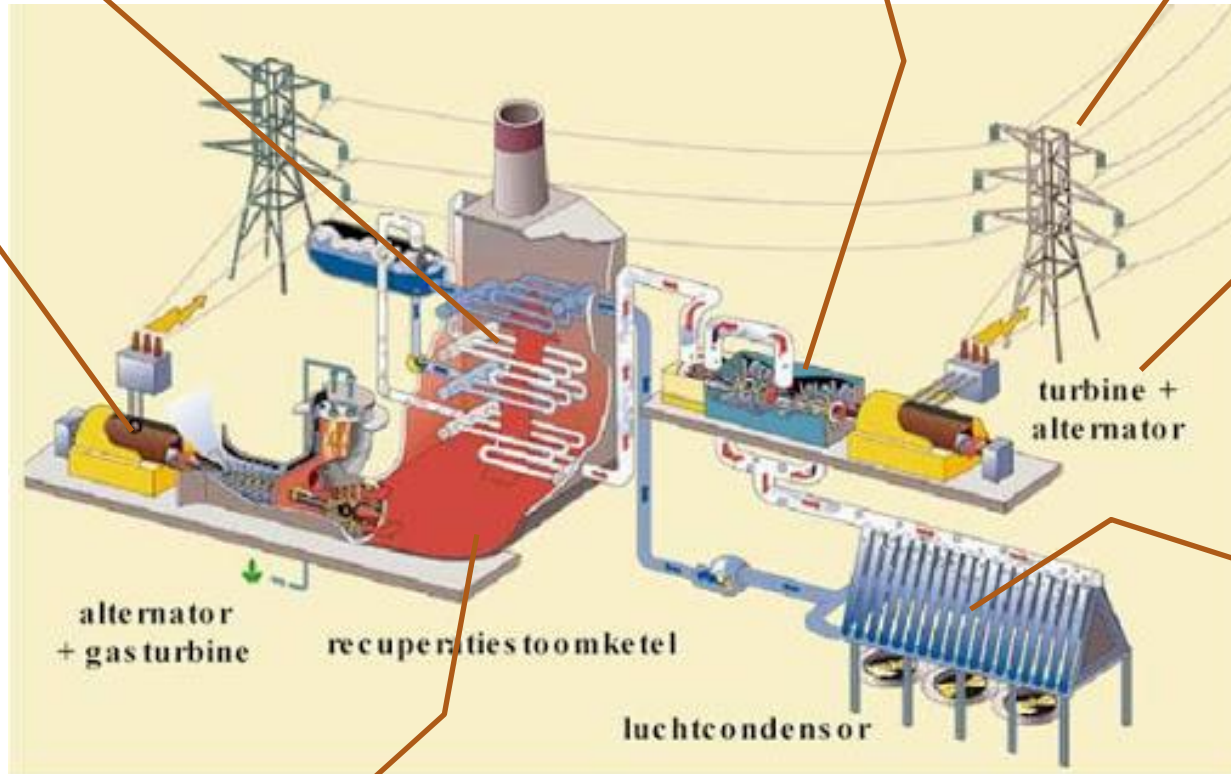
Warmtewisselaar

Water = goed koelmiddel door verdamping Lv

Elektriciteit distributie

Omzetten van energie: chem. → elektr.

Omzetten van energie: therm. → elektr.

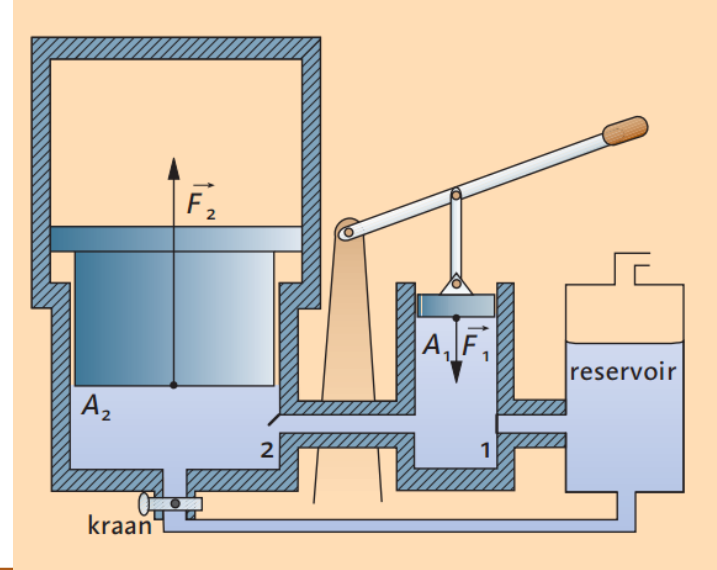
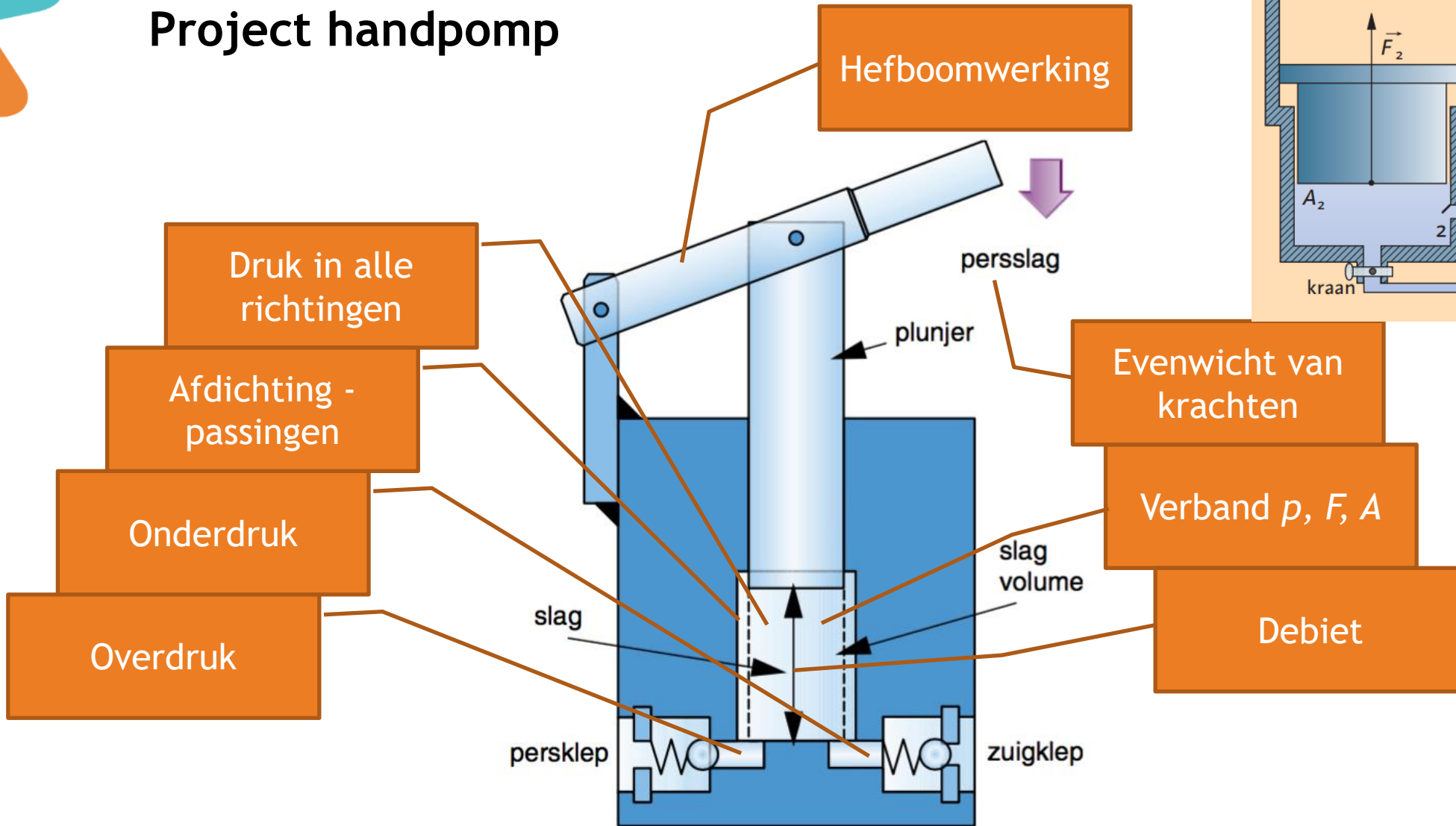


Gebruik van stoom: grote c → grote energieopslag

Nevel voorkoeling



Project handpomp



Project dompelpomp

Archimedes -
vlotterwerking

Evenwicht van
krachten

Pompwerking

Onderdruk

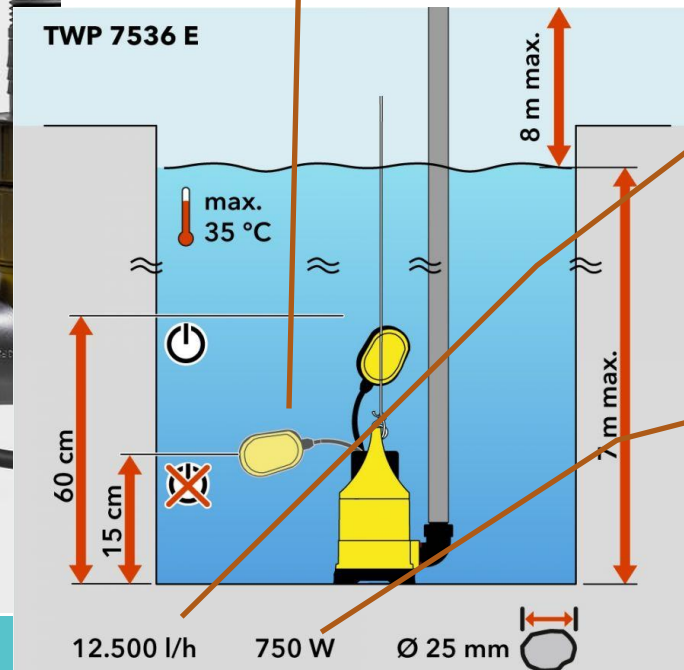
Hefboomwerking

Elektrische
aansluiting

Hydrostatische
druk

Debiet

Vermogen
energieomzetting

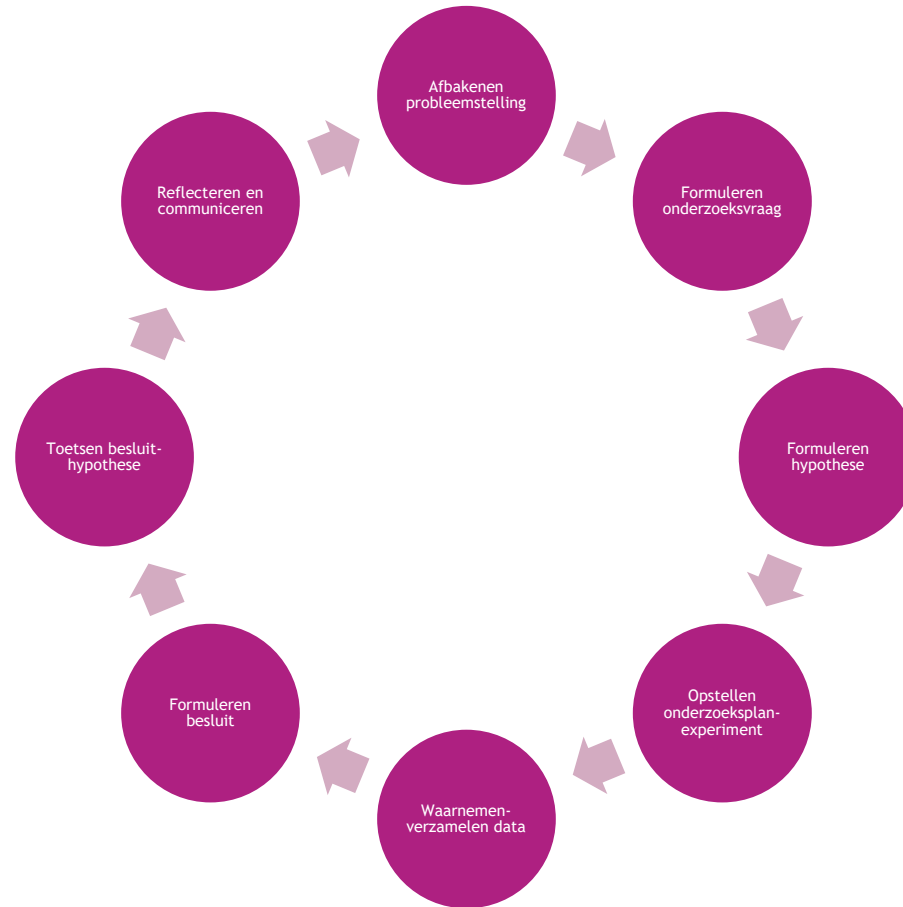


Energie- omzettingen

Vergelijk de opwarming van een elektrische boiler met een gasboiler

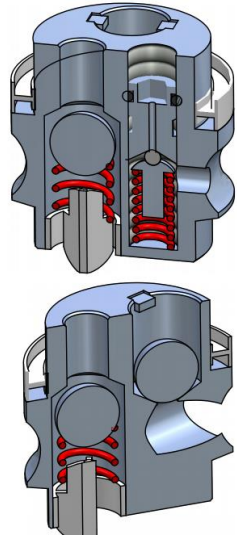
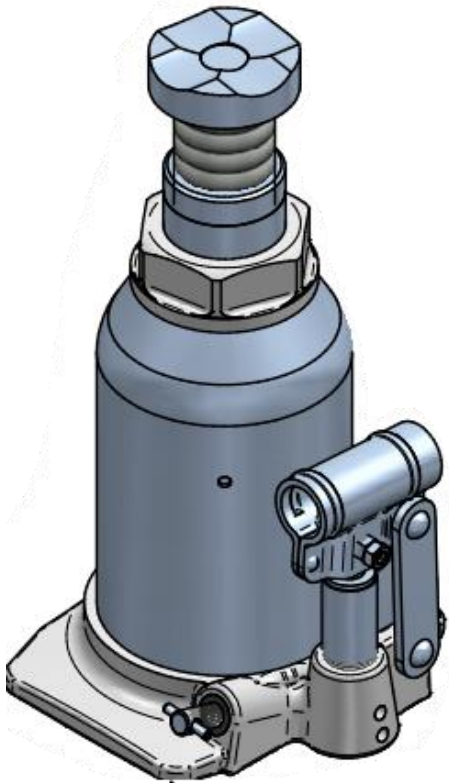


Vermogen $P=1500W$
Inhoud $I=15l$



Vermogen $P=5kW$
Inhoud $I=15l$

Project hydraulisch heftoestel



- De veer dient om de veiligheidsklep tegen zijn zitting te drukken. Bereken de minimale druk in de kleine cilinder, bij volledige ingedrukte veer, vooraleer de veiligheidsklep opent. Haal de nodige afmetingen uit de tekeningen.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{20,2N}{\frac{\pi \cdot 0,6^2}{4}} = 71,4 \frac{N}{mm^2} = 71,4 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} = 714bar$$

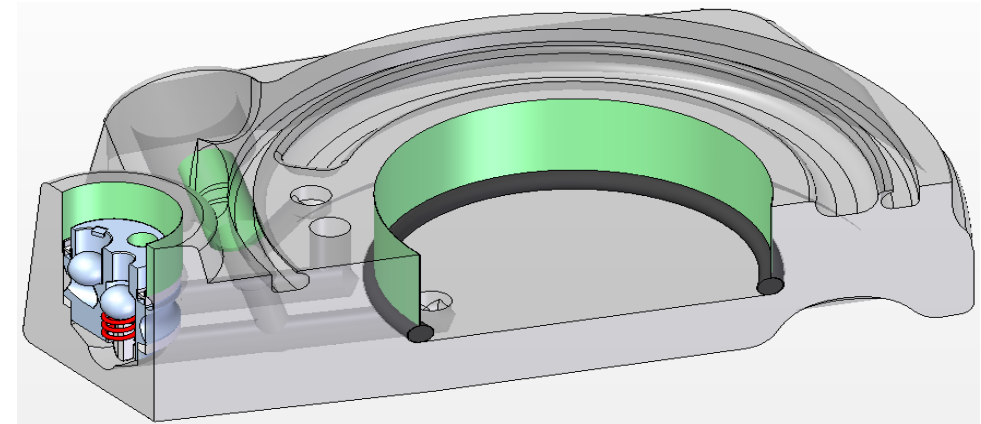
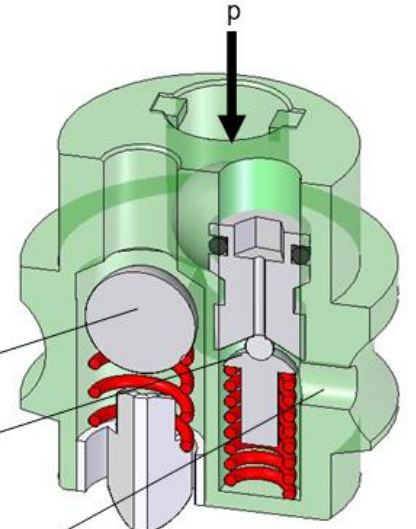
- Controleer aan de hand van de berekeningen van de cilinder, of deze druk volstaat om een belasting van 15 ton te heffen.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} = \frac{15000kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg}}{\frac{\pi \cdot 0,052^2}{4}} = 692,88 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} = 692,88bar$$

Wanneer een te grote druk p op de kleine cilinder van de hydraulische vijzel wordt uitgeoefend, dan zal de veiligheidsklep, tegen de veerdruk in, worden geopend.

⇒ De olie stroomt door de stelvijs terug naar de voorraad.

persklep
veiligheidsklep
Kanaal voert olie terug naar reservoir



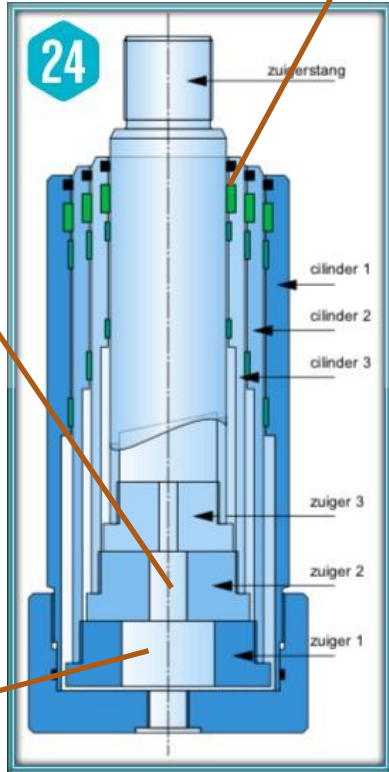


Project hefcilinder

Studie afdichting

Hefboomwerking

Druk plant zich voort in alle richtingen



Verband p, F, A

Evenwicht van krachten





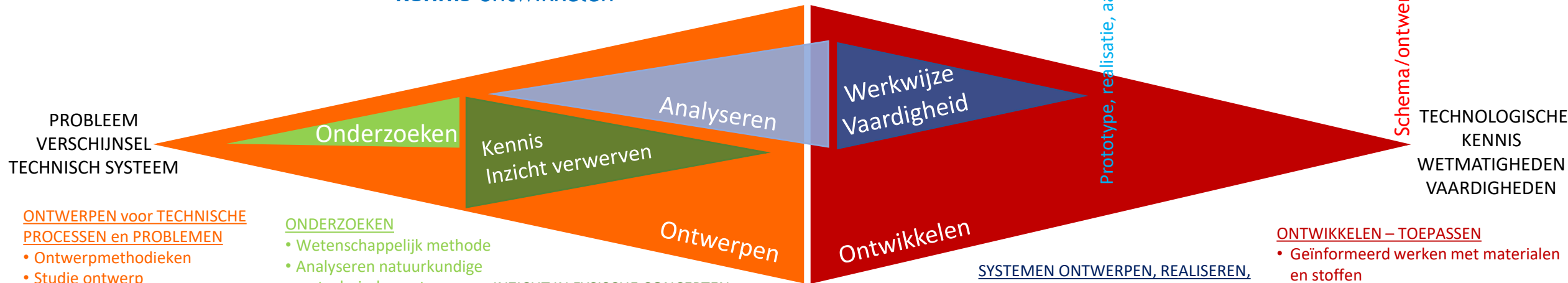
Q&A

Krachtlijnen D/A-finaliteit

Natuur- en technologische-wetenschappelijke vaardigheden, denk- en werkwijzen ontwikkelen.

Toepassen van ontwerpmethoden, realisatietechnieken in technische processen en systemen.

Natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis ontwikkelen



ONTWERPEN voor TECHNISCHE PROCESSEN en PROBLEMEN

- Ontwerpmethodieken
- Studie ontwerp
- Maken werkvoorbereiding
- Maken keuzes in functie van materialen, tools, productieproces, constructie...
- Beargumenteren keuzes
- Inzetten digitale technologieën
- Denken in functie van het proces
- Linken tussen STEM disciplines
- STEM concepten
- Vakoverschrijdende denkwijzen/perspectieven
- Uitdagingen aanpakken
- Vragen beantwoorden

ONDERZOEKEN

- Wetenschappelijk methode
- Analyseren natuurkundige en technische systemen
- STEM concepten
- Meten
- Grootheden- eenheden
- Beargumenteren keuzes

INZICHT IN FYSISCHE CONCEPTEN

- Elementen krachtenleer
- Verandering van beweging
- Statisch evenwicht in het vlak
- Arbeid en energie
- Hydrostatica
- Thermodynamica
- Elektrische gelijkstroomkringen
- Elektromagnetisme - inductie
- Electrostatica
- Elektronica

ANALYSEREN technische processen

- Onderhoudstechnieken
- Diagnostie technieken
- Meettechnieken - meetmethoden

SYSTEMEN ONTWERPEN, REALISEREN, AANPASSEN

- Technische systemen en processen
- Geïntegreerde projecten met betrekking tot:
 - Montage
 - Elektromechanische realisaties
 - Elektropneumatica
- Programmeerbare sturingen

ONTWIKKELEN – TOEPASSEN

- Geïnformeerd werken met materialen en stoffen
- Aansluiten en programmeren sturingen
- Milieuzorg
- Veiligheid
- Ergonomie

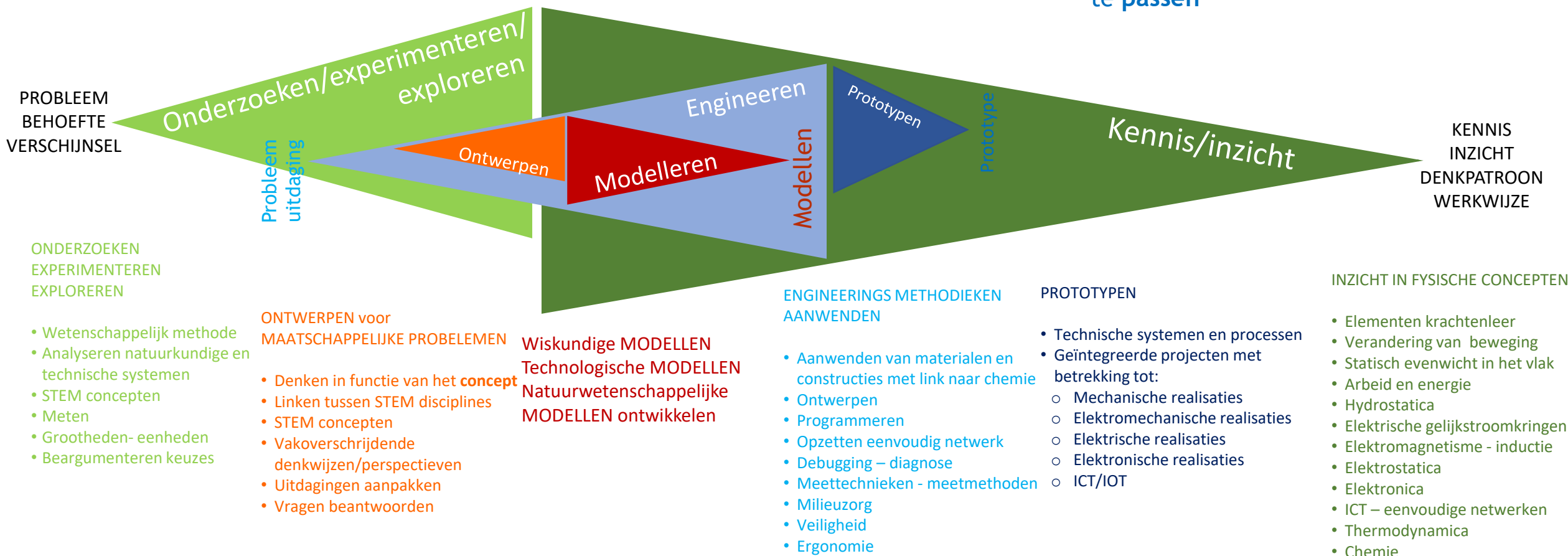
Interacties tussen wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde.

Krachtlijnen D-finaliteit

Technische processen en wetenschappelijke methoden toepassen om betrouwbare kennis te verwerven

Computationele, natuur- en technologische vaardigheden, denk- en werkwijzen verwerven

Engineeringmethodieken aanwenden om systemen te ontwerpen, realiseren of aan te passen



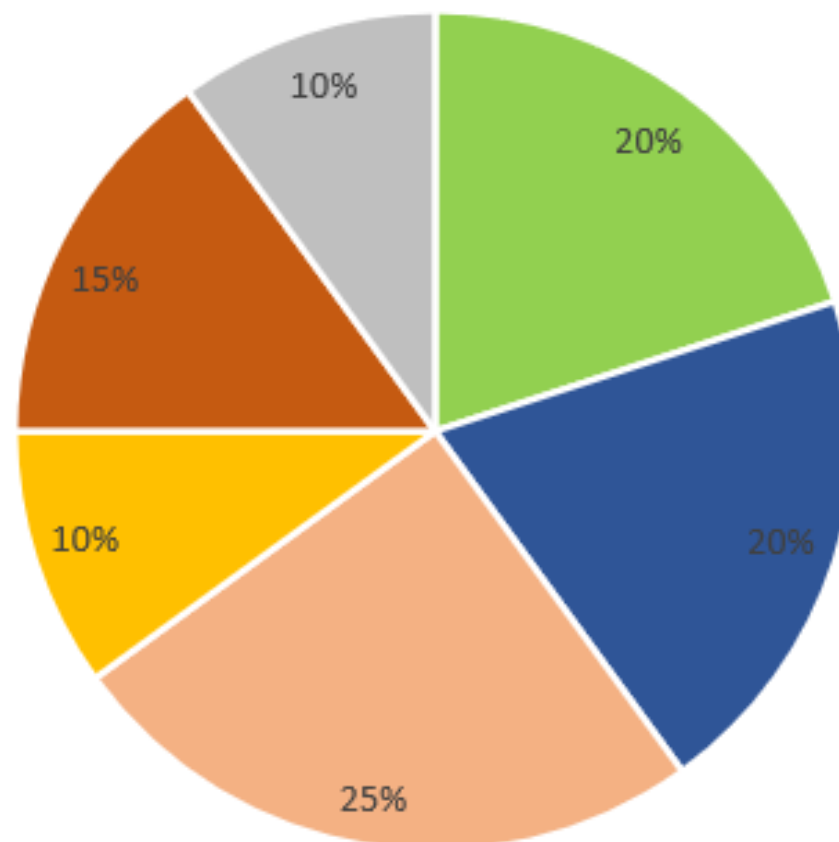
Interacties tussen wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde en de samenleving.

Tijdsindicatie leerplandelen

Het leerplan is gericht op 25 graduren en is bestemd voor de studierichting Voertuigtechnieken.

Een mogelijke verdeling van onderdelen over de tweede graad:

12u/13u jaar = 25u/graad



- Elektriciteit
- Onderhouds- en diagnosetechnieken
- Thermodynamica - hydrostatica
- Mechanica
- Elektronica - programmeerbare sturingen
- Eigen klemtoon

De tijdsbesteding – verdeling rubrieken - wordt % weergegeven in de graad; Deze rubrieken maken deel uit van het geïntegreerd projectmatig leerproces.

Verhoudingen te bekijken vanuit de context **voertuigtechnieken**

Grafiek maakt duidelijk dat onderdelen aan elkaar gelinkt zijn en niet zonder elkaar kunnen binnen geïntegreerde voertuigtechnische projecten

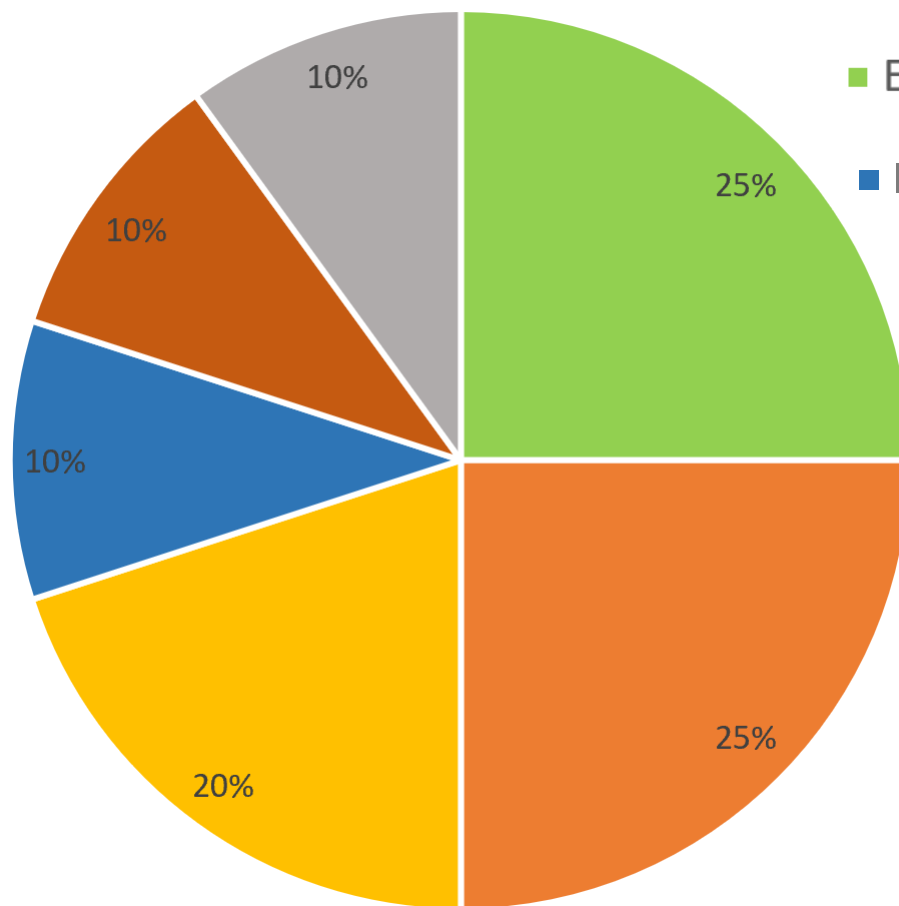


Het leerplan Technologische Wetenschappen - tijdsindicatie leerplandelen

Het leerplan is gericht op 16 graduren en is bestemd voor de studierichting Technologische wetenschappen.

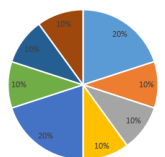
Een mogelijke verdeling van onderdelen over de tweede graad:

8 u/jaar x 2 jaar/graad



- Elektriciteit
- Mechanica
- Elektronica - ICT
- Hydrostatica
- Thermodynamica
- Eigen klemtoon

Grafiek maakt duidelijk dat onderdelen aan elkaar gelinkt zijn en niet zonder elkaar kunnen binnen geïntegreerde engineering-projecten



Doelen Thermodynamica - Hydrostatica in D en D&A finaliteit

Technologische wetenschappen	Bouwwetenschappen	Biotechnische wetenschappen
Wiskunde:		
Gevorderde wiskunde	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen
Kernwetenschappen:		
Elektriciteit: <ul style="list-style-type: none"> • elektrostatica • elektromagnetisme • elektrodynamica • gelijkstroomkringen 	Elektriciteit: <ul style="list-style-type: none"> • elektrostatica • elektromagnetisme 	Elektriciteit: <ul style="list-style-type: none"> • elektrostatica • elektromagnetisme
Elektronica (ICT)		
Mechanica: <ul style="list-style-type: none"> • kracht • beweging • statisch evenwicht • arbeid, energie 	Mechanica: <ul style="list-style-type: none"> • kracht • beweging • statisch evenwicht • arbeid, energie 	Mechanica: <ul style="list-style-type: none"> • kracht • beweging • statisch evenwicht • arbeid, energie
Constructieleer	Constructieleer	
Hydrostatica		
Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica
Informatica-wetenschappen <ul style="list-style-type: none"> • algoritmen en programmeren • modelleren en simuleren 	Informatica-wetenschappen <ul style="list-style-type: none"> • algoritmen en programmeren • moduleren en simuleren 	Informatica-wetenschappen <ul style="list-style-type: none"> • algoritmen en programmeren • moduleren en simuleren

Elektrotechnieken	Elektromechanische technieken	Mechanische technieken	Voertuigtechnieken
Kernwetenschappen:			
Elektriciteit + elektronica	Elektriciteit + elektronica	Elektrische gelijkstroomkringen	Elektriciteit + elektronica
Mechanica	Mechanica	Mechanica + constructieleer	Mechanica
Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica
Hydrostatica	Hydrostatica		Hydrostatica
Technologisch denken en vaardig zijn:			
Elektrotechnische realisaties: huishoudelijke niet-huishoudelijke installaties	Elektrotechnische realisaties: automatisatie niet-huishoudelijke installaties		Elektrotechnische realisaties: auto-elektriciteit
Programmeerbare sturingen	Programmeerbare sturingen		Programmeerbare sturingen
Elektropneumatica	Elektropneumatica		Elektropneumatica Elektrohydraulica
(de)Montagetechnieken	(de)Montagetechnieken	(de)Montagetechnieken	(de)Montagetechnieken
Onderhouds- en diagnosetechnieken	Onderhouds- en diagnosetechnieken		Onderhouds- en diagnosetechnieken
		CAD/CAM	
		Verspanende technieken	
		Niet-verspanende technieken	

Formularium Thermodynamica - Hydrostatica in D en D&A finaliteit

TW

3.6.4 Druk in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen, thermodynamica

Hydrostatica, thermodynamica.

Te kennen	Te begrijpen, toepassen
Druk $p = \frac{F}{A}$	Hydrostatische druk $p = \rho \cdot g \cdot h$
Ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	Totale druk in vloeistoffen $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$
	Merkbare warmte $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$
	Latente warmte $Q = l \cdot m$

Emt, Et, Vt

3.6.4 Druk in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen, thermodynamica

Hydrostatica, thermodynamica.

Te kennen	Te begrijpen, toepassen
Druk $p = \frac{F}{A}$	Hydrostatische druk $p = \rho \cdot g \cdot h$
Ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	Totale druk in vloeistoffen $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$
	Gemiddeld debiet $q_v = \frac{\Delta V}{\Delta t}$
	Vermogen $P = \Delta p \cdot q_v$

Mt

Te kennen	Te begrijpen, toepassen
Druk $p = \frac{F}{A}$	Hydrostatische druk $p = \rho \cdot g \cdot h$
Ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	Totale druk in vloeistoffen $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$



Hydrostatica in D&A finaliteit

4.2.5 Hydrostatica

LPD 17 De leerlingen onderzoeken wetmatigheden met betrekking tot de hydrostatica.

★ Druk, hydrostatische druk, atmosferische druk, drukverschil, debiet

Beginsel van Pascal

Gemiddeld debiet

Ideale gaswet

Samenhang tweede graad: II-WisS-da LPD 019, 020

- ✓ In de tweede graad Elektromechanische technieken ligt de focus op elektropneumatica.
- ✓ Bij de bespreking van de wetmatigheden tot de hydrostatica kan je aandacht hebben voor: overdruk, onderdruk, beginsel van Pascal.
- ✓ Je kan de (on)samendrukbaarheid van fluïda aan bod laten komen.
- ✓ Je kan werken met een simulatie-programma om begrippen in de hydrostatica te onderbouwen.



Hydrostatica in D&A finaliteit

4.2.9 Hydrostatica

LPD 30 De leerlingen onderzoeken druk bij vaste stoffen, gasen en vloeistoffen en hun toepassingen ervan.

★ Beginsel van Pascal

Druk, overdruk, onderdruk, atmosferische en hydrostatische druk

Absoluut nulpunt voor druk en temperatuur, absolute temperatuur, Kelvinschaal

Samenhang tweede graad: II-WisS-d LPD 037

Samenhang eerste graad: In de eerste graad vergelijken leerlingen materialen in functie van krachten bij trek en druk op een kwalitatieve manier (NRTa LPD 31).

- ✓ Je kan aandacht hebben voor:
 - grootte h als diepte in vloeistof;
 - (on)samendrukbaarheid van fluïda;
 - de wet van Archimedes.
- ✓ Je kan de link leggen met fenomenen zoals luchtdrukval in functie van de hoogte, druk en drukverschillen in de atmosfeer, wind.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan toepassingen zoals onderdruk en overdruk in een vat of een leiding, hoogtemeters die werken op basis van luchtdrukmeting, de invloed van luchtdrukbeïnvloeding in een vliegtuig op de constructiewijze, het gevaar voor caissonziekte bij het duiken, de invloed van de temperatuur op de luchtdruk in banden, de hydraulische pers als toepassing van het beginsel van Pascal.
- ✓ Je kan het deeltjesmodel gebruiken om de invloed van temperatuur op gasdruk en het verschijnsel absoluut nulpunt te verklaren.
- ✓ Je kan de link leggen met de engineeringdoelen en via een experiment het bestaan van het absoluut nulpunt aannemelijk maken door extrapolatie van een druk-temperatuur grafiek.
- ✓ Je kan ingaan op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte.
- ✓ In samenhang met de engineeringdoelen zijn mogelijke te bestuderen engineeringopdrachten:
 - een hydraulische lift;
 - een reminstallatie.



Hydrostatica in D&A finaliteit

LPD 31 De leerlingen realiseren elektro-pneumatische schakelingen.

- ★ Symbolen en schematische voorstelling

Ventielen: monostabiel, bistabiel, snelheidsregelventiel

Cilinders: enkelwerkend, dubbelwerkend

Samenhang tweede graad: vul hier de link met andere vakken in of wis deze tekst

- ✓ Je kan eigenschappen en schakelingen van componenten aan bod laten komen.
- ✓ Je kan werken met software voor het tekenen, interpreteren en simuleren van schakelingen.
- ✓ Je kan de link leggen met LPD 8.



Thermodynamica in D&A finaliteit

4.4 Thermodynamica

LPD 27 De leerlingen gebruiken het concept druk om fenomenen, toepassingen en veiligheidsaspecten uit het dagelijkse leven te verklaren.

★ Hydrostatische en atmosferische druk

Beginsel van Pascal

Omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte

Samenhang tweede graad: II-WisS-da LPD 019, 020

Samenhang eerste graad: In de eerste graad komen leerlingen vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (WISa LPD 32) reeds in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast leggen leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (WISa LPD 41).

- ✓ Je kan aandacht besteden aan het STEM-concept 'structuur en functie' door de nadruk te leggen op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte. Door het oppervlak van een systeem aan te passen kan je invloed van een gegeven kracht $F=p \cdot A$ gewijzigd worden. Je kan ook de grafiek $p=f(A)$ opstellen bij $F=C^{te}$ en zo het wiskundig model opbouwen van het omgekeerd evenredig verband.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan veiligheidsaspecten waar druk een belangrijke rol speelt: overdrukbeveiliging van een boiler, verlagen of verhogen van de druk op een ondergrond om het effect van de kracht aan te passen zoals bij het plaatsen van een ladder, het perforeren van materiaal, druk op het trommelvlies bij het duiken of vliegen.
- ✓ Je kan gasdruk verklaren als de kracht die uitgeoefend wordt door de op wand botsende gasdeeltjes per eenheid van oppervlakte in een bepaald afgesloten volume. Je kan dit het gemakkelijkst illustreren met een simulatie.
- ✓ Je kan aangeven dat de hydrostatische en de atmosferische druk veroorzaakt wordt door de zwaartekracht op de massa van de bovenliggende deeltjes en afhangt van de hoogte van de bovenliggende lagen.
- ✓ Je kan aangeven dat de luchtdruk kan gemeten worden met een barometer.
- ✓ Door een verschil tussen onderdruk en bovendruk ontstaat er een kracht waardoor de bewegingstoestand verandert (bijv. in het weer, in de longen, bloedcirculatie). Je ingaan op het belang van overdruk in steriele ruimtes en onderdruk in kerncentrales.
- ✓ Toepassingen zoals opzuigen van stoffen, rondpompen van vloeistoffen in verwarmingssystemen, ademhaling, watertoren, weersfenomenen.



Thermodynamica in D&A finaliteit

LPD 28 De leerlingen lichten kwalitatief het verband toe tussen warmtehoeveelheid en temperatuursverandering.

- ★ Thermische energie, warmte

Temperatuursveranderingen en faseovergangen aan de hand van het deeltjesmodel

Samenhang tweede graad: II-WisS-da LPD 019, 020

Samenhang eerste graad: In de eerste graad lichten leerlingen aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van een deeltjesmodel (NRTa LPD 46) en verklaren uitzetting van stoffen via een deeltjesmodel (NRTa LPD 47)

- ✓ Het is belangrijk om het onderscheid tot te lichten tussen temperatuur en warmte. In de dagelijkse omgangstaal wordt warmte immers vaak als synoniem voor temperatuur gebruikt: “het is hier warm”.
- ✓ Je kan aangeven dat de hoeveelheid warmte die nodig is om een temperatuursverandering te veroorzaken ook afhangt van de soort stof en de massa ervan. Denk aan de proef met een gloeiende spijker versus een bakje water.
- ✓ Je kan aangeven dat temperatuur geen bovengrens heeft, maar wel een ondergrens: het absolute nulpunt.



Thermodynamica in D&A finaliteit

LPD 29 De leerlingen beredeneren het ontstaan van thermisch evenwicht kwalitatief aan de hand van de warmtebalans.

★ **Veiligheidsaspecten**

Samenhang eerste graad: In de eerste graad leggen leerlingen geleiding, stroming/convectie en straling uit als transportmogelijkheden van thermische energie (NRTa LPD 40).

- ✓ Veiligheidsaspecten: zoals warmtecapaciteit, isolatie om te beschermen tegen hoge temperatuur, koelvinnen en ventilatoren om oververhitting te vermijden.
- ✓ Je kan simulaties rond thermodynamica inzetten.
- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept: systemen en hun modellen (aanduiden van de warmtestroom in een blokschema).



Thermodynamica in D finaliteit

LPD 32 De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

- ★ (absolute) temperatuur, thermische energie, warmte, cohesiekrachten, deeltjesmodel, smeltpunt, kookpunt

Aggregatietoestanden: vast, vloeibaar, gas

Faseovergangen: smelten, stollen, verdampen, condenseren, sublimeren, desublimeren

Samenhang eerste graad: In de eerste graad leggen leerlingen geleiding, convection en straling uit als transportmogelijkheden van thermische energie met voorbeelden uit het dagelijks leven (NRTa LPD 40). Ze lichten aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van een deeltjesmodel (NRTa LPD 46) en verklaren uitzetting van stoffen via een deeltjesmodel (NRTa LPD 47). De leerlingen van de eerste graad leggen de faseovergangen smelten, stollen, condenseren, verdampen, sublimeren en desublimeren van stoffen uit met behulp van een deeltjesmodel (NRTa LPD 48).

- ✓ Je kan geleiding en convection verklaren met het deeltjesmodel. Straling kan je duiden als een vorm van energietransport. Bijvoorbeeld warmtestaling van de zon doet deeltjes in materie harder trillen.
- ✓ Je kan de link leggen met praktische gevolgen van de grote specifieke warmtecapaciteit van water: de invloed van de zee op het klimaat, invloed van de grote hoeveelheid water in het menselijk lichaam op het constant houden van de lichaamstemperatuur.
- ✓ Link met leerplandoel, LPD 34.
- ✓ Je kan aandacht hebben voor de warmtebalans als behoud van energie en thermisch evenwicht.
- ✓ Je kan warmtecapaciteit C van een systeem duiden als de capaciteit om een hoeveelheid warmte op te nemen per Kelvin.
- ✓ Je kan aandacht hebben voor de omrekening tussen graden Kelvin naar graden Celsius en omgekeerd.
- ✓ Het is belangrijk dat leerlingen het verschil weten tussen:
 - Merkbare warmte bij temperatuursveranderingen:
 - kinetische energie van de deeltjes;
 - specifieke warmtecapaciteit.
 - Latente warmte bij faseovergangen:
 - potentiële energie van de deeltjes;
 - cohesiekrachten.
- ✓ Je kan aangeven dat de toegevoegde energie tijdens de faseovergang gebruikt wordt om de potentiële energie te laten toenemen en dus de cohesiekrachten te overwinnen. Dit geldt zowel bij smelten als bij koken. Cohesiekrachten zijn op moleculair niveau elektrische krachten.
- ✓ Je kan gebruik maken van tabellen om de leerlingen te verwonderen over de grootteorde van de latente warmte en de specifieke warmtecapaciteit van water. Je kan de beïnvloedende grootheden aangeven aan de hand van de formules voor latente en merkbare warmte.
- ✓ Je kan de link leggen met praktische gevolgen van latente warmte: afkoeling van het lichaam door verdamping van transpiratievocht, benutten van condensatie-energie in een condensatieketel.



Thermodynamica in D finaliteit

LPD 33 De leerlingen passen concepten met betrekking tot de thermodynamica toe om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

★ Ideale gaswet

Absolute temperatuur, Kelvin

- ✓ Je kan aandacht hebben voor de 0^{de} en 1^{ste} hoofdwet van de thermodynamica:
 - 0^{de}: transistieve relatie; als A in thermisch evenwicht is met B, en B met C, ook A in thermisch evenwicht is met C
 - 1^{ste}: wet van behoud van energie; energie kan niet verloren gaan of uit het niets ontstaan.
- ✓ Je kan de leerlingen het smelt- en kookproces visueel laten waarnemen (fase in functie van temperatuur).
- ✓ Het is belangrijk dat leerlingen het verschil weten tussen:
 - zuivere stoffen en mengsels;
 - Open, gesloten en geïsoleerd systeem;
 - Energiedissipatie, rendement.
- ✓ Een onderzoek kan ondersteunend zijn in de begripsvorming.
- ✓ De inwendige energie of thermische energie van een object wordt bepaald door het aantal deeltjes en hun bewegingsenergie. Een adiabatisch proces verloopt te snel om transport van energie onder de vorm van warmte mogelijk te maken. De te leveren arbeid om het gas samen te drukken doet de inwendige energie ervan toenemen. Leerlingen kunnen waarnemen dat de temperatuur van het gas toeneemt. Omgekeerd gebruikt een adiabatisch expanderend gas inwendige energie waardoor de temperatuur van het gas daalt. Deze energie wordt dan omgezet in arbeid om het gas te laten uitzetten.
- ✓ Je kan een adiabatisch proces laten observeren zoals het oppompen of aflaten van een fietsband. Bij het ontkurken van een fles schuimwijn ontstaat een adiabatische expansie. De daling van temperatuur zorgt voor de vorming van waterdruppels (condenspluimpje).
- ✓ Je kan dit doel koppelen aan het eingeeringsdoel rond interacties met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie.