

# Hoofdstuk 7

## De koelcyclus

### Doelstellingen

1. De werking van een smookklep begrijpen
2. De koelcyclus begrijpen

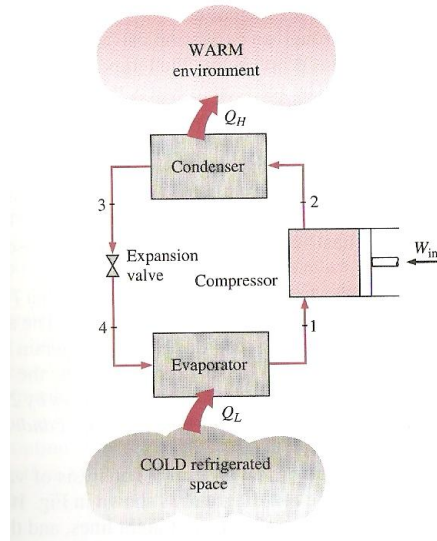
### 7.1 De koelcyclus:werking

De koelcyclus bestaat, zoals alle andere cycli ten andere, uit vier stappen zoals onderstaande tekening ons laat zien. De koelcyclus is echter een inverse cyclus, en wordt ten andere soms ook zo genoemd, want hij loopt tegen de klok in het Ts diagram. De cyclus bestaat uit vier stappen namelijk

1. Een compressor die het gas van de verdamper naar de condensor perst
2. Een condensor waar de warmte wordt afgegeven aan de omgeving en het fluidum dus terug koelt om genoeg warmte te kunnen opnemen in de verdamper
3. Een expansieventiel waar de vloeistof isenthalp expandeert en dus vloeistof-gas mengsel wordt op lage druk.
4. Een verdamper waar de warmte door het fluidum wordt opgenomen en de omgeving koelt

De expansie over het expansieventiel vergt nog enige verduidelijking. Dit proces is gebaseert op het Joule Thomson effect. Dit effect kan men enkel uitleggen aan de hand van reele gassen, met andere woorden de interactie tussen moleculen moet mee in rekening gebracht worden.

Door expansie van een gas verhoogt de potentiële energie want de intermoleculaire aantrekkingskracht vermindert. De wet van behoud van energie blijft gelden want er wordt op het gas in het ventiel geen arbeid verricht. Ten gevolge van de toename van  $E_{pot}$  zal de kinetische energie dus dalen.



Figuur 7.1: de koelcyclus

Een tweede mechanisme heeft het tegenovergestelde effect. Door de toename in afstand tussen de moleculen zullen er minder botsingen plaats vinden. Door dat een botsing de  $E_{pot}$  ( $E_{kin}$  wordt omgezet in  $E_{pot}$  tijdens een botsing) doet toenemen zal een daling van botsingen de  $E_{pot}$  dalen.

Dus vermits  $\Delta W = 0$  en  $\Delta e = 0$  en  $V$  vergroot

$$krachten_{attrac} \downarrow \Rightarrow E_p \uparrow \Rightarrow E_k \downarrow$$

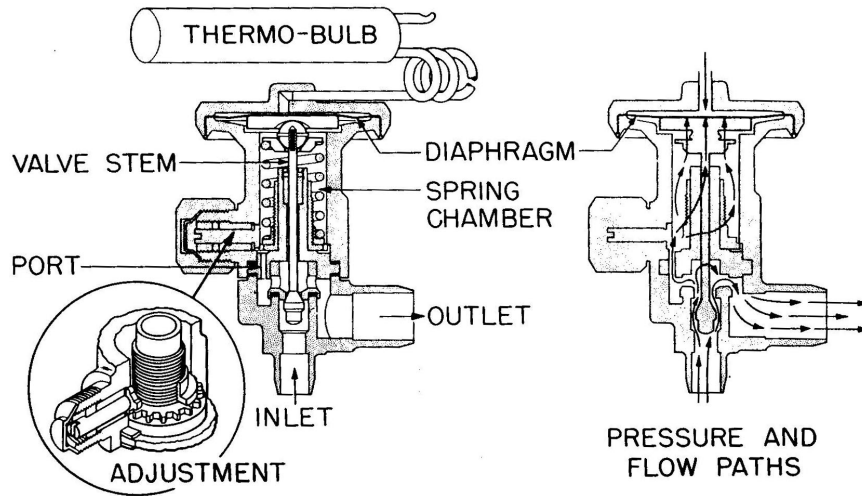
$$\#botsingen \downarrow \Rightarrow E_p \downarrow \Rightarrow E_k \uparrow$$

Beneden de inversietemperatuur overheerst het eerste effect en veroorzaakt een expansie een daling in temperatuur. Volgens de theorie van Boltzmann is temperatuur een maat voor de kinetische energie van een gas. Boven de inversietemperatuur heeft men dus het omgekeerde effect.

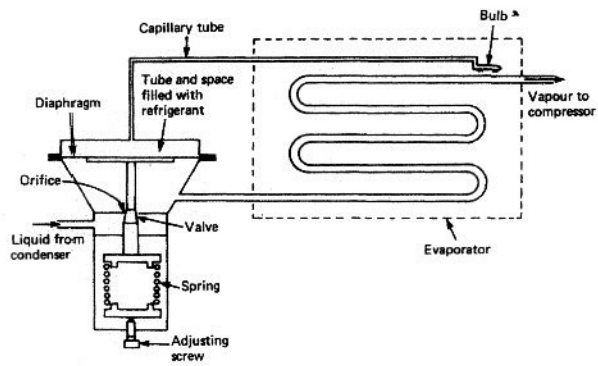
gas	$\mu_{JT}$	$\partial P$	$\partial T$	reaction
$T_g < T_{inv}$	$> 0$	$< 0$	$< 0$	cools
$T_g > T_{inv}$	$< 0$	$< 0$	$> 0$	warms up

$\mu_{JT} = \frac{\partial T}{\partial P}$  is een stofconstante.

## 7.2 Smoorklep

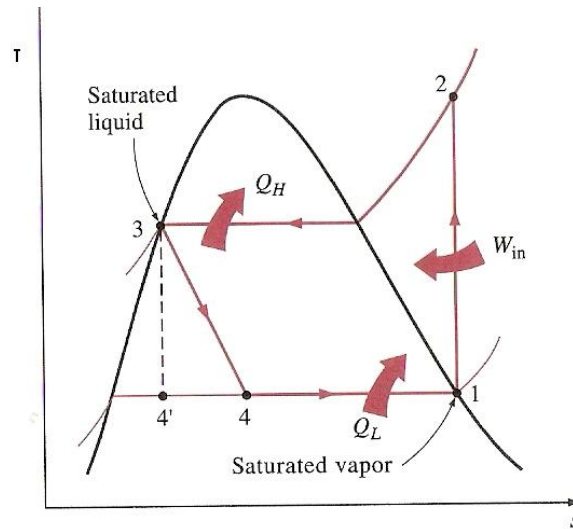


Figuur 7.2: expansieklep



Figuur 7.3: werking

### 7.3 De koelcyclus: Ts-diagram



Figuur 7.4: Ts diagram van de koelcyclus

Om de kwaliteit van een koelcyclus te bekijken kan men niet werken met het klassieke rendement want dit zou groter zijn dan 1.

Hiertoe definieert men dan een nieuwe parameter genaamd de Coefficient Of Performance kortweg COP.

$$COP = \frac{Q_L}{W_{in}}$$

Dus de verhouding van de warmte die van de koude naar de warme kant opgepompt wordt tegenover de arbeid die men daartoe nodig heeft.

$$W = h_2 - h_1$$

$$Q_H = h_2 - h_3$$

$$Q_L = h_4 - h_1$$

## 7.4 Koelstoffen

Het koelend medium moet aan een aantal eigenschappen voldoen zoals

- Thermodynamische eigenschappen
  1. hoge verdampingswarmte
  2. laag vriespunt
  3. hoge kritische temperatuur
- Fysische en chemische eigenschappen
  1. hoge dielektrische weerstand
  2. lage oplosbaarheid met water
  3. goede warmteoverdrachtscoëfficiënt
- Veiligheid
  1. niet brandbaar
  2. niet toxisch
  3. laag broeikaseffect

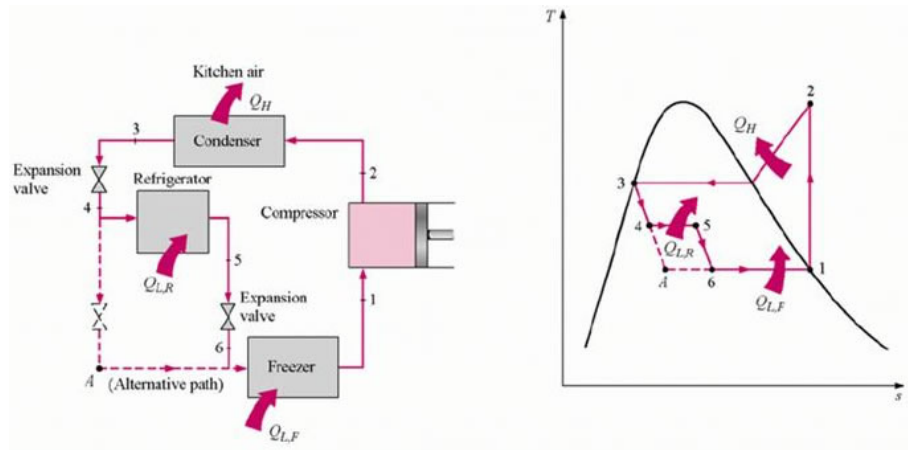
Om deze stoffen te classificeren gebruikt men zogenaamde R-zinnen.  $R_{xyz}$  staat voor

- $x$ =aantal C-atomen-1(0 wordt niet geschreven)
- $y$ =aantal H-atomen+1
- $z$ =aantal F-atomen

## 7.5 Vloeibaar maken van gassen

Dit deel wordt in het derde jaar verder behandeld maar eigenlijk zijn dit aanpassingen van de gewone koelcyclus. Dit zijn de processen van Claude of van Linde.

### 7.5.1 Proces van Linde



Figuur 7.5: proces van Linde