

## Separationsteknik

- ↳ Utmärkande för en sep. metod
- ↳ Karakteristiska drag
- ↳ Drivande kraft - **fasjämvikt**

## Apparatteknik

- ↳ Funktion av kemisk utrustning
- ↳ Dimensionering

Vitlut  $\equiv$  white liquor

Indunstning  $\equiv$  evaporation

Lakning  $\equiv$  leaching

ex. kaffekokning!

Störst energibehov vid torkning och indunstning!

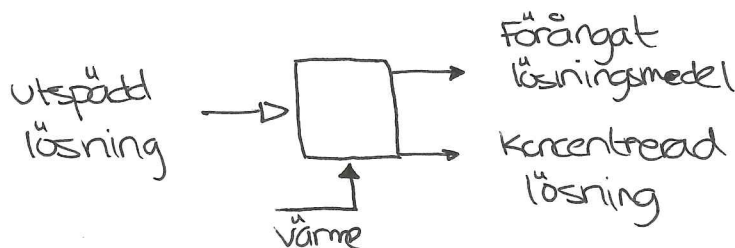
Fluidisation: ex. på torkningsprocess, studeras i laboration!

Mollière-diagram: behandlar fuktig luft, viktigt för termodyn. data

## Indunstning

Def. Indunstning innebär uppkoncentrering av en lösning genom en bortkokning av lösningsmedel

dvs.



"består av  $H_2O$  i 98 fall av 100"

Jämför med destillation! Då har vi en vätske- resp. ångblandning vid indunstning har vi ett icke-flyktigt ämne  $\rightarrow$  ångan är således rent lösningsmedel!

Ex. Indunstrning i ~~kem~~ processindustrin:

- Cellulosa ~~fabrikering~~ industrin (svartlutsindustrning)
- Livsmedels industrin (socker framställn., mjölk, kaffe)
- Läkemedelsindustrin (enzym, insulin)
- "Kemisk industri" ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaCl}_2$ )
- Avsättning av ~~H~~ vatten

Mängder av applikationer  $\rightarrow$  olika lösningar!

"Att tänka på vid indunstrning:"

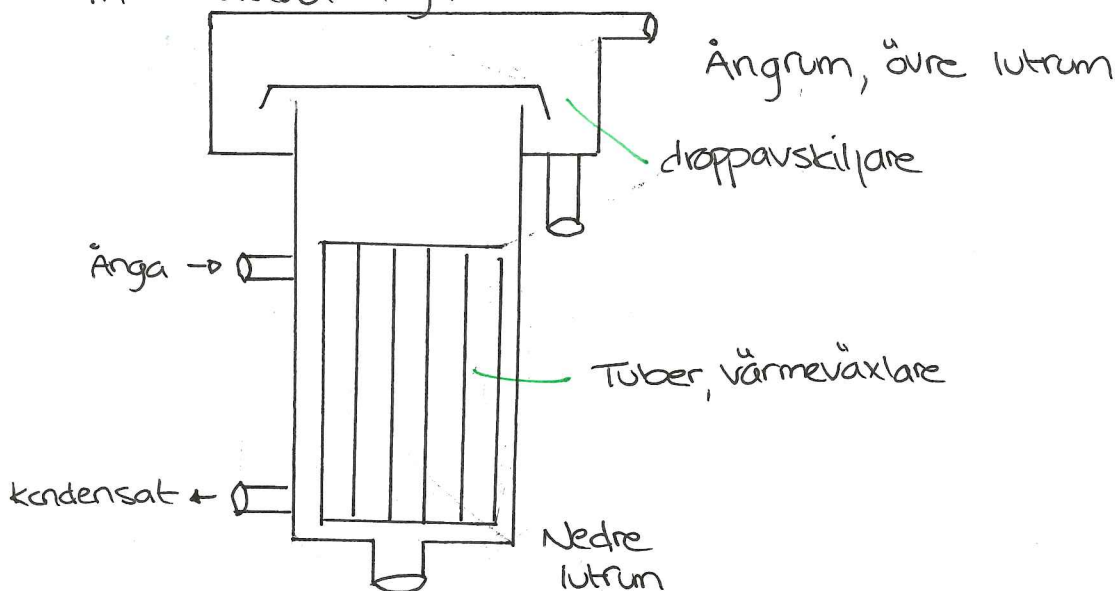
- 1) Värme känslighet
- 2) Kristallutfällning  $\rightarrow$  Inkrusterbildning (försämrad värmeöverföring)
- 3) Kokpunktsförhöjning

## Apparatur

- 1) Värmeväxlare
  - 2) Separationszon
- Inflödet: en-fas, underkyld el. vid kokpunkten  
Utflödet: två-fas, ångan kan vara överhettad

Uppvärmningen ~~sker~~ åstadkoms av ångans ångbildningsvärme!

In: mättad ånga  $\rightarrow$  Ut: mättad vätska



# Kokning i värmeväxlarrör

- (1) Vätska värms till kokpunkten  $\rightarrow$  Enfas strömning
- (2) Ångblåsar bildas som slås samman till stora bubblor  
 $\rightarrow$  Pluggflöde av ånga med en tunn vätskefilm på väggen
- (3) Tunn vätskefilm

Komplicerad värmeöverföring!

- Komplexa strömningsförhållanden
- Ångbildning sker ej på hela värmeöverförande ytan
- Inkrusterbildning

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

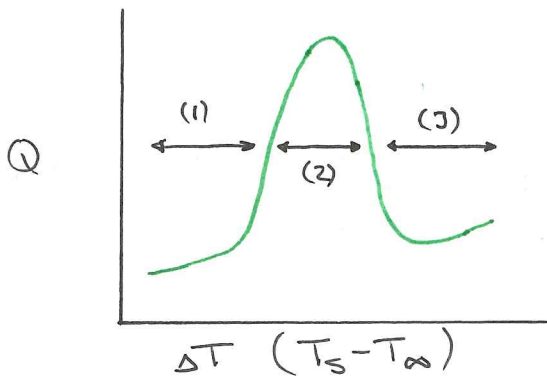
överförd värme (värmeflöde)

Wärmeöverförande ytan

Obs!  $U$  påverkas av  
inkrusterbildning  
 $U$  är således olika på olika  
punkter i röret

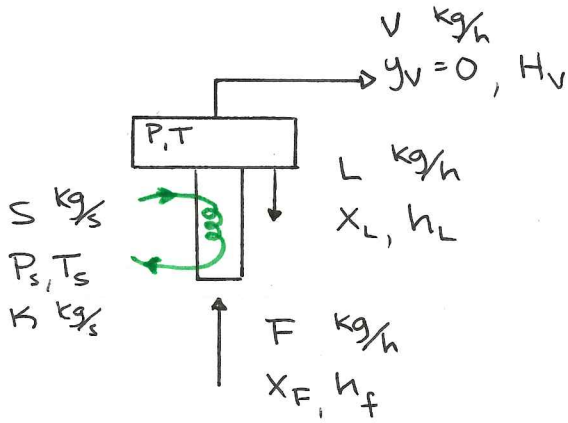
$U_{SKB}$  - Skenbart värmeöverföringskoefficient

typ ett medelvärde över hela tubens längd  
(kan bortse från att det är olika  $U$  på olika ställen)



- (1) Konvektion
- (2) Bubbelkokning *strävar efter!*
- (3) Ångfilmbildning

# Balanser



$h_i$  = entalpi ~~för~~ för vätska

$H_i$  = — " — ånga

Ångsidans drivande kraft:  $P_s > P$

$P_s$ : mättnadsstrycket på den mätt. ångan

## Materialbalanser

Totalbalans:  $F = V + L$

komp. balans:  $F X_F = V y_v + L X_L$   
 $y_v = 0$

$F X_F = L X_L$

} Obs!  
 Lutsidan  
 (alltid!)

## Värmebalans

$$S \Delta H_{vap,s} + F h_f = V H_v + L h_L + K h_K$$

$H_s$

$S = K$

$S(H_s - h_K) + F h_f = V H_v + L h_L$

$S \Delta H_{vap,s} + F h_f = V H_v + L h_L$

$Q = U_{skB} A \Delta T$

$\Delta T = T_s - T$

kapacitetskv.

{  $T$  - temperatur i ÖVRE LUTRUMMET!  
 $T_s$  - ångans mätt. temp.

$Q = S \Delta H_{vap,s}$