



# **BRODSKI RASHLADNI UREĐAJI**

BS 3

OSTALI RASHLADNI UREĐAJI

# Ostali tipovi

- apsorpcijski
- ejektorski (s mlaznim duhaljkama)
- indirektni – rasoline
- azeotropne smjese

# APSORPCIJSKI

- smjese: dva ili više sudionika
- dvojne (binarne) smjese
- homogene i heterogene

# Homogene i heterogene

- Homogene smjese imaju u svim po volji izvučenim volumenskim dijelovima isti tlak, temperaturu, gustoću i sastav i ne mogu se rastaviti na sastavne dijelove bez utroška rada
- Heterogene smjese mogu se teoretski bez utroška rada, samo mehaničkim sredstvima, rastaviti na tvari iz kojih su sastavljene

# Binarne

- Komponenta (1) –  $h'$ ,  $s'$ ,  $v'$ ,  $G'$ ;
- Komponenta (2) -  $h''$ ,  $s''$ ,  $v''$ ,  $G''$
- $\xi$  - udio tvari (2) u 1 kg smjese
- za čistu je tvar (1)  $\xi=0$ , a za čistu tvar (2)  $\xi=1$

$$G = G' + G''$$

$$\xi = \frac{G''}{G' + G''} = \frac{G''}{G}$$

# Toplinske pojave kod miješanja

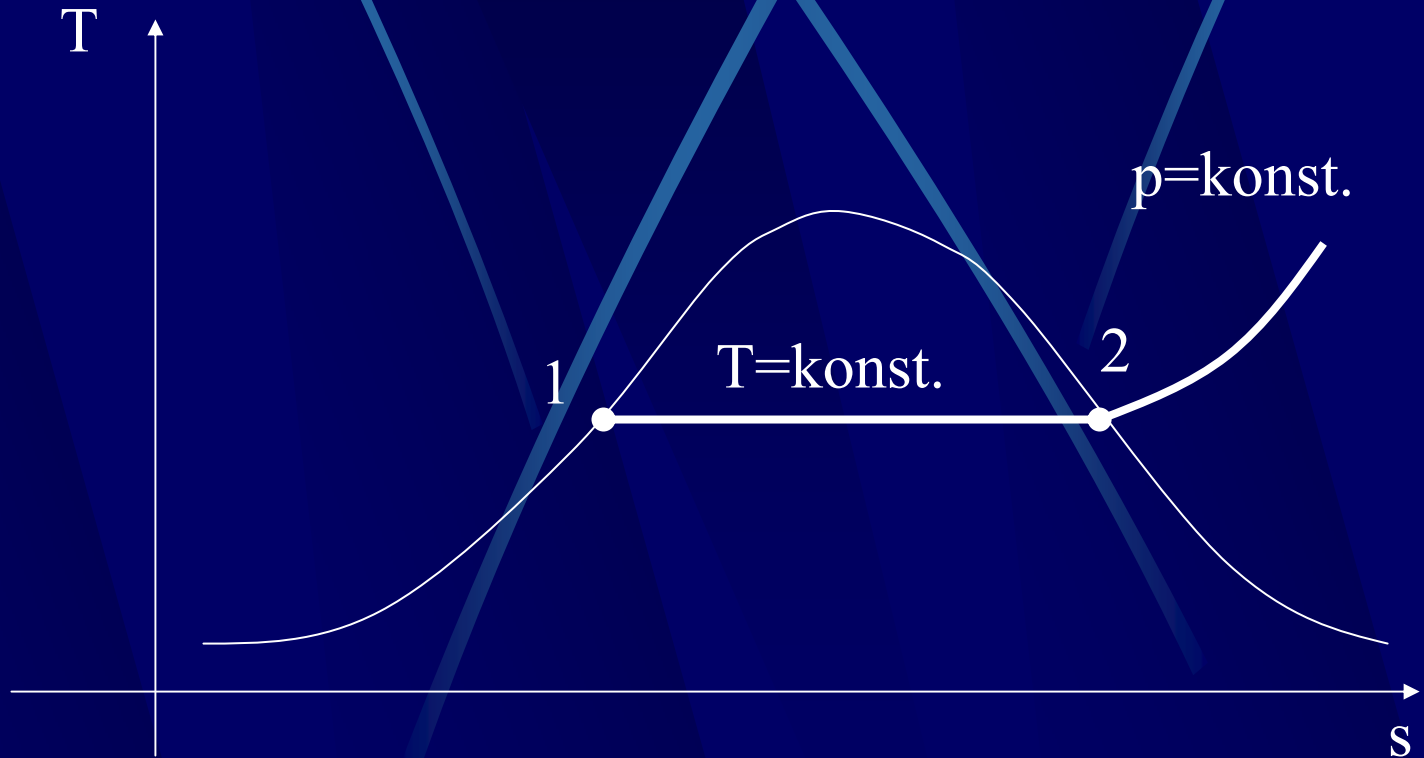


- idealni (realni) plinovi:  $t' = t'' = t$
- smjese  $\rightarrow q \Rightarrow t \neq 0$
- izotermna toplina miješanja  $q_t$  je toplina koju odvodimo ili dovodimo kako bi temperatura ostala ista

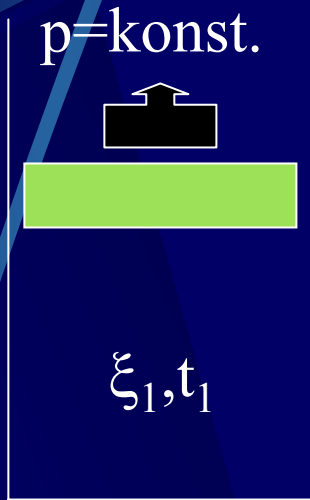
# Toplina miješanja

- ovisi o vrsti smjese, sastavu, a nekad i o temperaturi
- primjeri  $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$  i  $\text{H}_2\text{O} + \text{etilni alkohol}$

# Jednostavna tvar



# Binarna smjesa - isparivanje



$\xi$  je udio tvari 2 u 1 kg smjese.



# Udio pare i kapljevine

- $\varphi$  - udio kapljevine
- $\delta$  - udio pare
- $\varphi + \delta = 1$

# Binarne smjese

- kod  $p = \text{konst.}$  binarne smjese nemaju jednaku temp. vrenja već ovisi o sastavu
- za vrijeme isparivanja mijenja se sastav kapljevine i pare (prosječni je isti)
- za vrijeme isparivanja raste temperatura
- ako paru stanja 7 nastavimo grijati ulazi u područje pregrijanja i ponaša se kao plinska smjesa

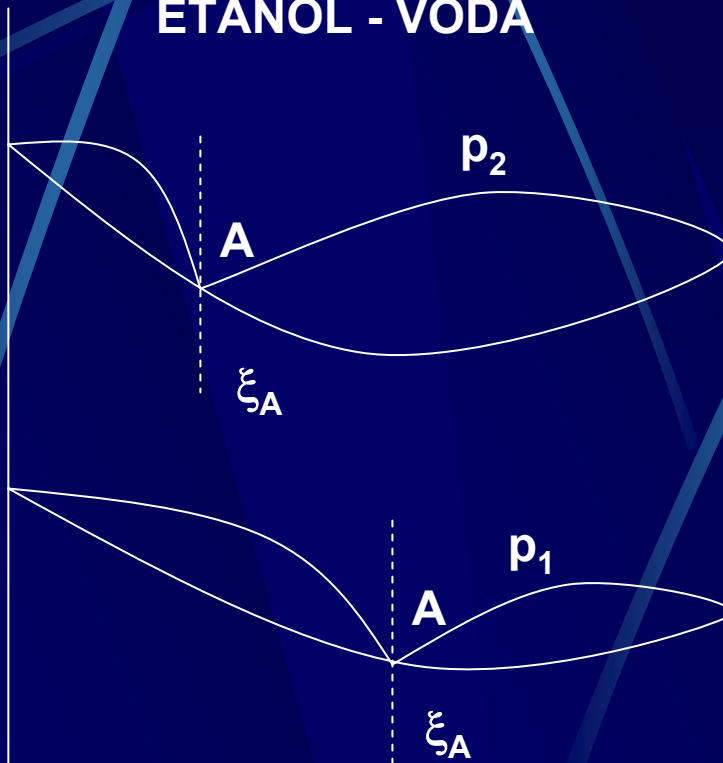
# Kondenzacija

1-2 HLAĐENJE  
2 – PRVE KAPLJICE  
SASTAVA  $\xi_3$



# Azeotropne smjese

ETANOL - VODA



ACETON - KLOOROFORM



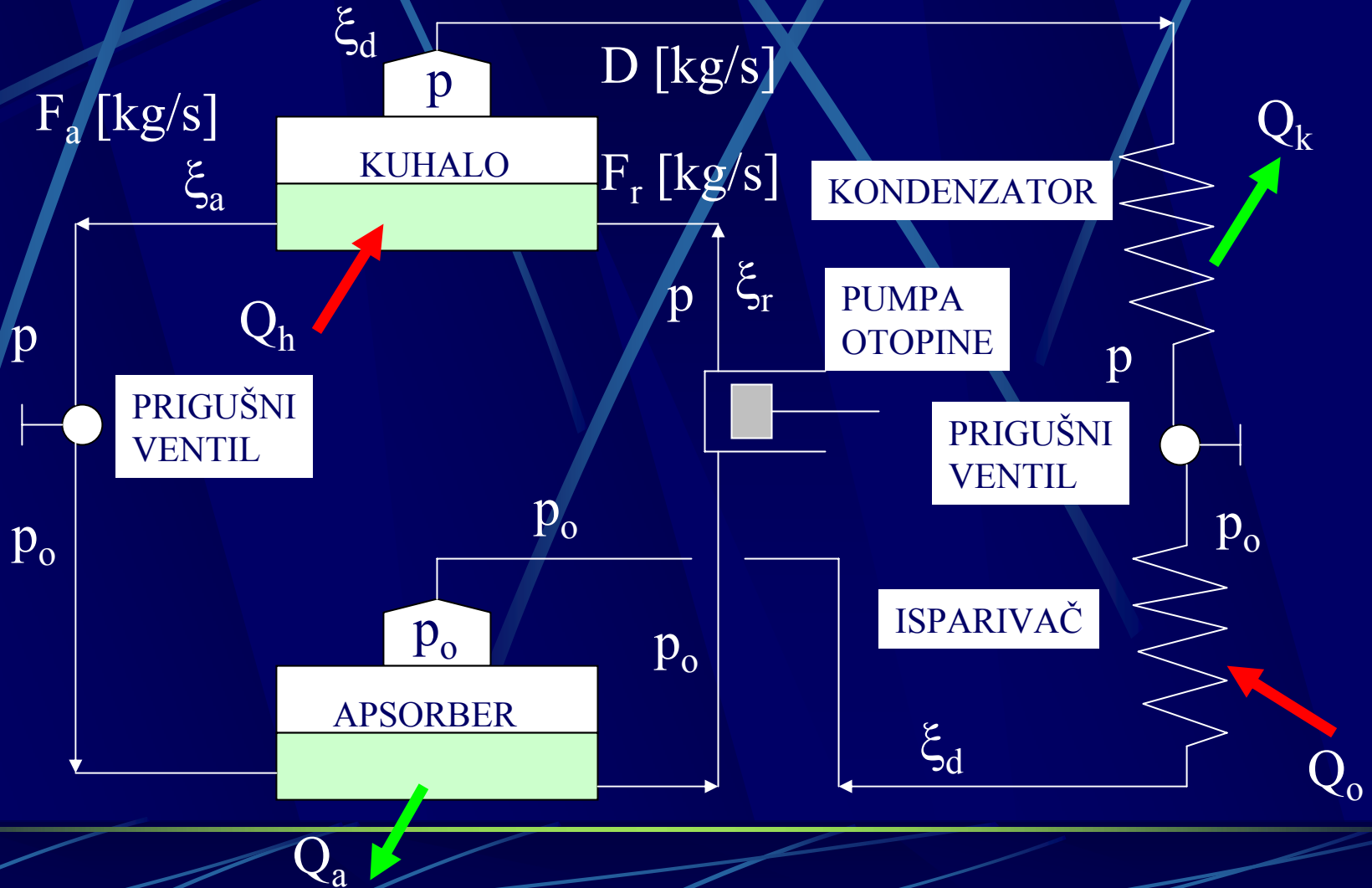
A je azeotropna točka  
Takva smjesa vrije kao  
jednostavna tvar

SMJESE S TEMPERATURNIM MINIMUMOM ILI MAKSIMUMOM  
U TOČKI A DODIRUJU SE LINIJE ROŠENJA I VRENJA PA PARA  
I KAPLJEVINA IMAJU ISTI SASTAV – TEMPERATURA SE NE  
MIJENJA DOK SVE NE ISPARI

# Apsorpcijski rashladni uređaji

- termodinamika smjesa
- većinom  $\text{H}_2\text{O}-\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}-\text{LiBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{SO}_4$  ...

# Apsorpcijski uređaj



# Bilance

- tvari

$$F_r = D + F_a$$

- tvari sudionika

$$F_r \xi_r = \xi_a (F_r - D) + D \xi_d$$

- topline

$$Q_h + Q_o + L_p = Q_a + Q_k$$

$$Q + Q_o = Q_a + Q_k$$

- bilance se mogu postaviti za svaki element

# Efikasnost

- toplinski omjer hlađenja (rashladni omjer):

$$\xi_{teor} = \frac{Q_o}{Q_h} = \frac{T_o}{T - T_o} \cdot \frac{T_h - T}{T_h}$$

$$\xi < \xi_{teor}$$

- ne može se uspoređivati s  $\varepsilon$

# Usporedba p-k i aps. ur.

- apsorpcijski rashladni uređaj troši toplinu
- parnokompresijski uređaj troši rad, a za proizvodnju rada treba toplina
- moguća usporedba  $\xi_{\text{apsorp}}$  i  $\xi_L$

$$\eta_t = \frac{L}{Q_L}$$

$$\xi_L = \frac{Q_o}{Q_L} = \frac{Q_o}{L} \cdot \frac{L}{Q_L} = \varepsilon \cdot \eta_t$$

# Poboljšanje

- opremanje kuhala s rektifikacijskom kolonom
- opremanje sa štednjacima (izmjenjivačima) topline
- dvostepeni

# Ejektorski

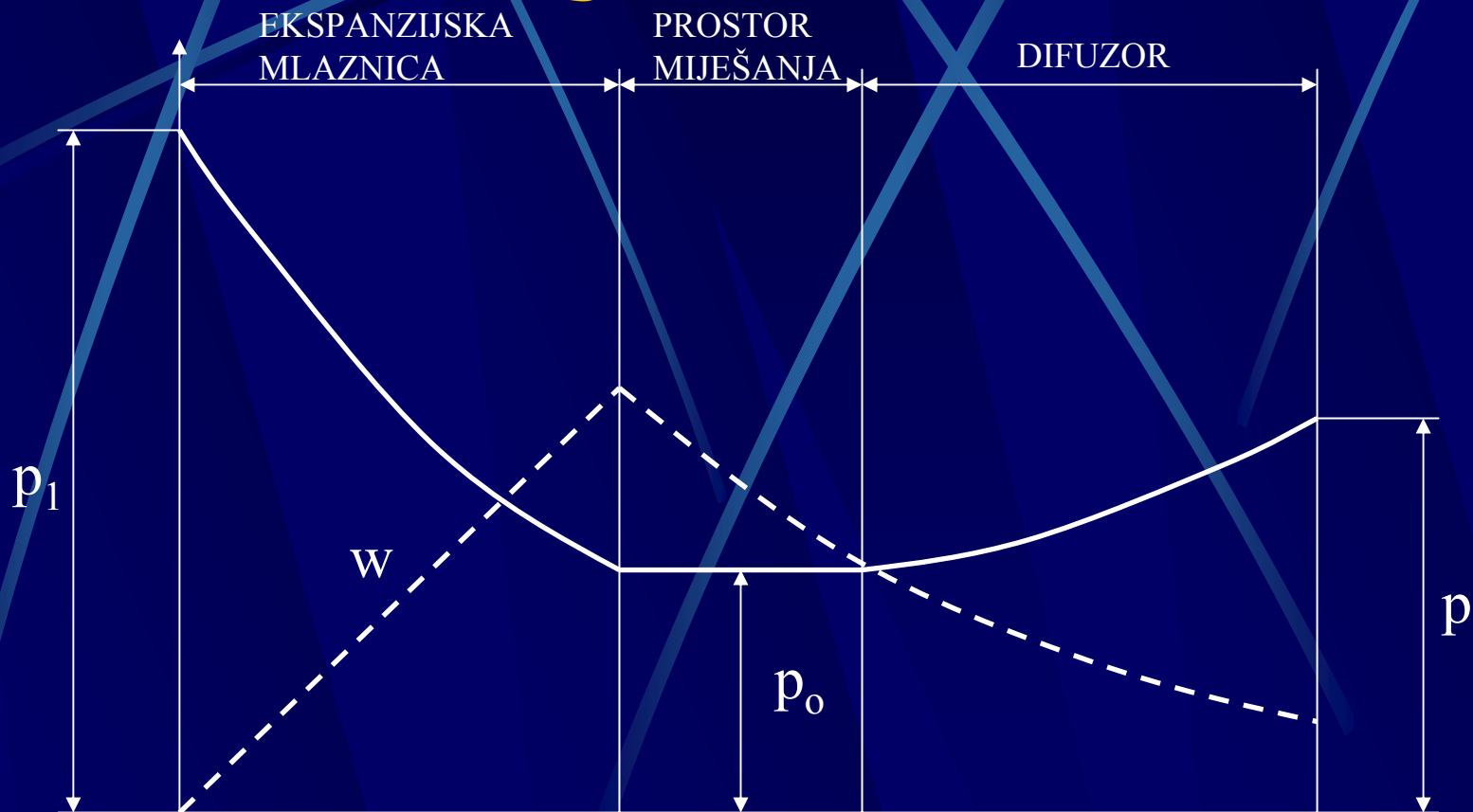
- uređaj s mlaznim duhaljkama
- miješanje dvaju parnih struja
- glomazan, potreban visoki vakuum

# Ejektorski

RADNA PARA D EKSPANDIRA U MLAZNICI NA TLAK NEŠTO NIŽI OD  $p_0$  PA SE KONTINUIRANO SIŠE PARA  $D_0$ . MJEŠAVINA PARA D I  $D_0$  ULAZI U DIFUZOR, BRZINA SE SMANJUJE, A TLAK RASTE DO  $p$  (KOJI OVISI O TEMP. RASHLADNE MORSKE VODE. KONDENZAT SE ODVODI PUMPOM.



# Ejektorski



# Karakteristike

- mlazne duhaljke rade s gubicima: najveći su zbog sraza i miješanja
- najracionalniji tlak radne pare 1 MPa, a minimalni 0,2 MPa
- pr.  $p_1=0,7$  MPa,  $t_{\text{rashl.vode}}=20^\circ\text{C}$  utrošak radne pare  $D$  za rashladni učin  $Q_o=1000$  kJ/h dat je tablicom

$t_o$	+15	+10	+6	+2
$D[\text{kg/h}]$	0,48	0,72	0,96	1,43

- utrošak rashladne vode je 3-4 puta veći nego kod kompresorskih rashladnih uređaja