

U16.6a

Rektifikace, nástřík je kap. při 20°C

> **restart; Digits:=5:**

Značení: A...ethanol, B...butanol

x,y,z...mol. zlomky

Údaje ze zadání:

> **zAF:=0.50:**

xAD:=0.95:

mFtok:=6400: # [kg/h]

mDtok:=2400: # [kg/h]

> **Ec:=0.55:** # celk. účinnost kolony

> **R:=2*Rmin:** # poměr zpět. toku (reflux)

a) počet pater kolony, je-li nástřík kapalina při 20°C

I. Přepočty zadaných údajů na jednotnou bázi - molární

> **MA:=46.07:** # mol. hm. ethanolu [kg/kmol]

MB:=74.12: # mol. hm. butanolu [kg/kmol]

MF:=zAF*MA+(1-zAF)*MB; # střední mol. hmotnost nástříku [kg/kmol]

MD:=xAD*MA+(1-xAD)*MB; # střední mol. hmotnost destilátu [kg/kmol]

nFtok:=mFtok/MF; # mol. tok nástříku [kmol/h]

nDtok:=mDtok/MD; # mol. tok destilátu [kmol/h]

MF := 60.095

MD := 47.472

nFtok := 106.50

nDtok := 50.556

II. Dopoty nezn. údajů z bilance

> **bcelk:=nFtok=nDtok+nWtok:**

bsloA:=nFtok*zAF=nDtok*xAD+nWtok*xAW:

res:=solve({bcelk,bsloA},{nWtok,xAW});

assign(res);

res := {nWtok = 55.944, xAW = 0.093343}

III. Určení minimálního poměru zpětného toku

- výpočet q ze vztahu (16.30)

> **tref:=20:** # volba ref. stavu - kap. při teplotě 20°C, při této volbě je $h_F=0$

hF:=0:

tLF:=90.65: # teplota varu kapaliny o slož. nástříku (z e-tabulek)

hLF:=(zAF*cpAL+(1-zAF)*cpBL)*(tLF-tref):

tLstredni:=(tLF+tref)/2; # střední teplota pro výpočet tepel. kapacit [°C]

tLstredni := 55.325

> **cpAL:=136.47:** # při $t_{Lstredni}$ [kJ/kmol/K]

cpBL:=231.63: # při $t_{Lstredni}$ [kJ/kmol/K]

> **tVF:=(103.26-106.18)/(0.5319-0.4429)*(0.5-0.4429)+106.18;** # teplota kondenzace páry o slož. nástříku (z e-tabulek, lin. interpolace)

hVF:=(zAF*cpAL2+(1-zAF)*cpBL2)*(tVF-tref)+(zAF*dhvypA+(1-zAF)*dh

vypB) :

tVstredni := (tVF+tref) / 2 ; # střední teplota pro výpočet tepel. kapacit [°C]

tVF := 104.31

tVstredni := 62.155

> cpAL2:=140.23: # při tVstřední [kJ/kmol/K]

cpBL2:=239.04: # při tVstřední [kJ/kmol/K]

dhvypA:=36149.5: # při tVF!!! [kJ/kmol]

dhvypB:=44895: # při tVF!!! [kJ/kmol]

> q:=(hVF-hF) / (hVF-hLF) ;

q := 1.2989

- výpočet střední hodnoty relativní těkavosti (geom. průměr z hodnot blízkých F,D,W)

> alfa1:=0.3311/0.10*(1-0.10)/(1-0.3311) ; # pro W: xA=0.10, yA:=0.3311

alfa2:=0.8230/0.50*(1-0.50)/(1-0.8230) ; # pro F: xA=0.50, yA:=0.8230

alfa3:=0.9885/0.95*(1-0.95)/(1-0.9885) ; # pro D: xA=0.95, yA:=0.9885

alfaAB:=(alfa1*alfa2*alfa3)^(1/3) ;

alfa1 := 4.4549

alfa2 := 4.6497

alfa3 := 4.5239

alfaAB := 4.5421

- nalezení Rmin: společné řešení rovnic q-přímky, rovn. vztahu a prac. přímky

> r1:=yA=q/(q-1)*xA-(zAF/(q-1)) : # rovnice q-přímky (16.32)

r2:=yA=alfaAB*xA/(1+(alfaAB-1)*xA) : # rovnováha (16.4)

r3:=yA*(Rmin+1)=Rmin*xA+xAD: # balance - prac. přímka obohac. části (16.23)

res2:=fsolve({r1,r2,r3},{xA,yA,Rmin},{xa=0.1..0.9,ya=0.1..0.9}) ;

assign(res2) :

res2 := { Rmin = 0.30531, xA = 0.58385, yA = 0.86436 }

IV. Počet rovnovážných stupňů pro R=2*Rmin

> R;

0.61062

- výpočet obohacovací části kolony - spojený bilanční a rovnov. vztah (16.26 a 16.27):

> xact:=xAD:

yAV[1]:=xAD:

for i from 1 while xact>=zAF do

 xAL[i]:=yAV[i]/(alfaAB+(1-alfaAB)*yAV[i]) :

 yAV[i+1]:=R/(R+1)*xAL[i]+xAD/(R+1) :

 lprint(i,xAL[i],yAV[i]) ; # tisk výsledků

 xact:=xAL[i] :

 nnastr:=i-1:

end do:

printf("nastrikove patro je teor. patro c. %2.0f odshora\n",nnastr) ;

1, .80707, .95

```

2, .65436, .89582
3, .53232, .83793
4, .45550, .79166
nastrikove patro je teor. patro c. 3 odshora

```

- výpočet ochuzovací části kolony - spojený bilanční a rovnov. vztah (16.26 a 16.27);
 POZOR - vztah 16.27 pro prac. přímku ochuz. části platí pouze za předpokladu $q = 1!!!$
 Obecný vztah pro prac. přímku ochuz. části viz přednášky a cvičení (ve skriptech není uveden)

```

> xact:=xAL[nnastr]:
  for i from nnastr while xact>xAW do
    xAL[i]:=yAV[i]/(alfaAB+(1-alfaAB)*yAV[i]):

    yAV[i+1]:=(R+q*nFtok/nDtok)/(R+1+(q-1)*nFtok/nDtok)*xAL[i]-nWtok
    /nDtok/(R+1+(q-1)*nFtok/nDtok)*xAW:
    lprint(i,xAL[i],yAV[i]); # tisk výsledků
    xact:=xAL[i]:
    Ncelrs:=i-1: # počet celých rovnovážných stupňů
  end do:
3, .53232, .83793
4, .39665, .74912
5, .20965, .54645
6, .74274e-1, .26709

```

výpočet necelého rovnovážného stupně:

```

> Nzlomek:=(xAW-xAL[Ncelrs])/(xAL[Ncelrs+1]-xAL[Ncelrs]);
Nzlomek := 0.85914

```

počet rovnovážných stupňů (vč. vařáku):

```

> Nrs:=Ncelrs+Nzlomek;
Nrs := 5.8591

```

počet skut. stupňů (vařák je rovnovážný stupeň):

```

> Nss:=(Nrs-1)/Ec;
Nss := 8.8347

```

```

> Nskpater:=9;
Nskpater := 9

```

Kolona bude mít 9 skutečných stupňů + rovnovážný vařák, celkem 10 stupňů.