



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Institutionen för kemi- och bioteknik

Avdelningen för kemiteknik

KURSNAMN	Bioseparationsteknik, KAA150	<i>Med förslag till lösningar av beräkningsuppgifter</i>
PROGRAM: namn åk / läsperiod	Civilingenjörsprogram bioteknik årskurs 3 läsperiod 3	
EXAMINATOR	Krister Ström	
TID FÖR TENTAMEN	Lördag 1 juni 2013, kl 08.30-12.30	
LOKAL	V	
HJÄLPMEDEL	Valfri räknedosa/kalkylator med tömt minne. Egna anteckningar och kursmaterial är ej godkänt hjälpmedel. "Data och Diagram" av Sven-Erik Mörtstedt/Gunnar Hellsten "Tabeller och Diagram" av Gunnar Hellsten "Physics Handbook" av Carl Nordling/Jonny Österman "BETA β " av Lennart Råde/Bertil Westergren Formelblad (vilket bifogats tentamenstesesen)	
ANSV LÄRARE: namn telnr besöker tentamen	Krister Ström 772 5708 Kl 09.30 resp kl 11.00	
DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning	Svar till beräkningsuppgifter anslås måndag 3 juni på kurshemsidan, studieportalen. Resultat på tentamen meddelas tidigast 18 juni efter kl 12.00 via e-post. Granskning torsdag 20 juni kl 12.30-13.00 samt måndag 19 augusti kl. 12.30-13.00 i seminarierummet, forskarhus II plan 2.	
ÖVRIG INFORM.	Tentamen består av en teoridel med sju teorifrågor samt en räknedel med fyra räkneuppgifter. Poäng på respektive uppgift finns noterat i tentamentesen. För godkänd tentamen fordras 50% av tentamens totalpoäng. Samtliga diagram och bilagor skall bifogas lösningen av tentamensuppgiften. Diagram och bilagor kan ej kompletteras med vid senare tillfälle. Det är Ditt ansvar att Du besitter nödvändiga kunskaper och färdigheter. Det material som Du lämnar in för rättning skall vara väl läsligt och förståeligt. Material som inte uppfyller detta kommer att utelämnas vid bedömningen. Betyg 3 motsvarar 30-39p, betyg 4 motsvarar 40-49p och betyg 5 50-60p.	

Del A: Teori

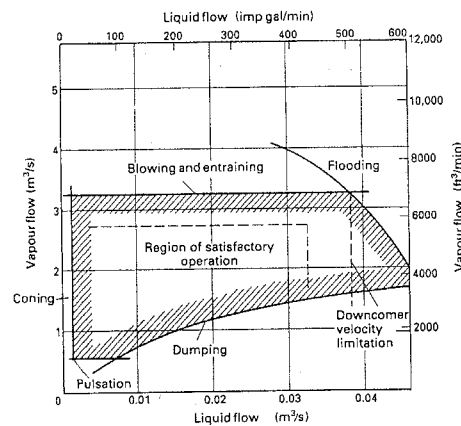
- A1.** a) För det fall den relativa flyktigheten är nära noll föreslå ett lämpligt separationsförfarande!
b) För det fall den relativa flyktigheten är nära 1.0 föreslå en lämplig separationsmetod!

Motivera dina svar!

(4p)

- A2.** För att en destillationskolonn skall arbeta under stabila driftbetingelser är det viktigt att ång- och vätskeflöden ligger inom ett lämpligt arbetsområde. I nedanstående figur visas förhållandena för en klockbotten.

- Redogör för vad som händer i kolonnen då den arbetar vid en driftpunkt i anslutning till eller nära begränsningslinjerna!
- Vilken begränsning brukar man i första hand beakta vid dimensionering av en bottenkolonn?



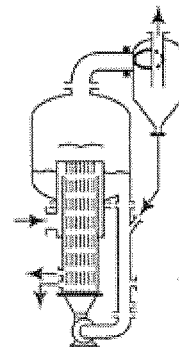
(6p)

- A3.** En lakningsoperation föregås vanligtvis av ett förbehandlingssteg, vad har denna förbehandling för funktion så att den efterföljande lakningen blir så effektiv som möjligt?

(1p)

A4.

- a) Vilken indunstartyp beskriver bilden till höger?
b) Beskriv funktionen hos indunstaren?
c) Vilken egenskap har lösningar som indunstas i denna typ av indunstare?



(4p)

A5. Ge förslag på vätska-vätskaextraktionsutrustning lämplig för;

- a) fall där separationskraven är mycket höga och golvutrymmet är begränsat,
- b) fall där separationskraven är mycket höga och där ej alltför hög utrustning kan installeras, samt
- c) fall där separationskraven är låga

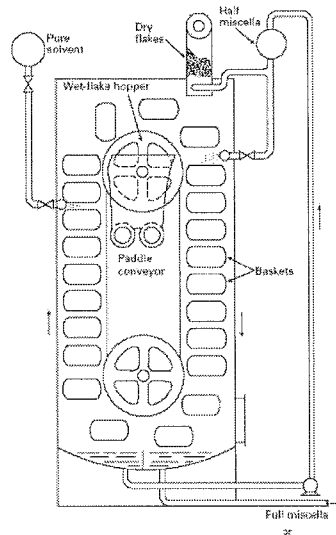
Visa med figur utrustningarnas funktionssätt och utformning!

(3p)

A6. • Beskriv funktionen hos en tubulär centrifug!
• Hur kan kapaciteten ökas hos en centrifug?

(3p)

A7. Beskriv funktionen hos lakningsutrustningen enligt nedan!



(3p)

Del B: Problemdel.

B1. I ett destillationstorn, utrustad med återkokare och totalkondensor, ska en kokvarm vätskeformig ström på 310 kmol/h hållande 30 mol-% metanol och resten vatten separeras till två produkter hållande 10 respektive 95 mol-% metanol. Separationen genomförs vid 760 mmHg och kolonnen arbetar vid ett yttre återflödesförhållande som är $R=1.75R_{\min}$. Återflödet är kokvarmt då det påförs till destillationskolonnen.

- Vilka produktflöden kan förväntas från kolonnen?
- Hur många verkliga destillationsbottnar fordras för att genomföra separationen då totalverkningsgraden för kolonnen har bestämts till 60%?
- Hur mycket värmande ånga fordras i återkokaren, kg/h, om 4 bar mättad vattenånga används?
- Hur stort är kylbehovet i totalkondensorn?

Jämviktsdiagram för systemet metanol/vatten bifogas!

Givna data:

1. Densitet, molmassa samt termodynamiska data.

	Metanol	Vatten
Vätskefasdensitet vid aktuellt tryck (kg/m ³)	793	999
Molmassa (kg/kmol)	32	18
Ångbildningsvärme för blandningen (kJ/mol)	35.4	
Värmekapacitet för vätskeformig blandning (J/mol·K)	77.62	

2. Ångtryck

$$\log P_i^o(\text{mmHg}) = A_i - \frac{B_i}{T(^\circ\text{C}) + C_i}$$

	A	B	C
Metanol	7.87863	1473.110	230.000
Vatten	7.96681	1668.210	228.000

(11p)

B2. Ur svaveldioxidhaltig luft ska svaveldioxid absorberas i rent vatten vid 1 atm i en fyllkroppskolonn med tvärsnittsytan 1.5 m². Den ingående luftströmmen, 0.062 kmol/s, håller 1.6 vol-% svaveldioxid och kravet är att 75% av inkommande svaveldioxid ska absorberas. Kolonnen arbetar vid ett förhållande L/L_{\min} lika med 1.18. Jämvikts sambandet för systemet kan tecknas;

$$y_{\text{Svaveldioxid}} = 40x_{\text{Svaveldioxid}}$$

Massgenomgångstalet, K_{Ga} , har funnits vara $4.44 \cdot 10^{-2} \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{atm}$.

- Beräkna erforderlig packningshöjd för separationen!

(8p)

B3. I en process kristalliseras partiklar ur en vattenlösning. De bildade partiklarna har en densitet på ca 2800 kg/m^3 och suspensionen håller 3.5 vikt-% fast material efter att kristallisationen avbrutits. Partiklarna separeras från vätskan i en platt- och ramfilterpress med en total tillgänglig filteryta på 66 m^2 . Filtreringen sker vid ett konstant tryckfall på 2.5 bar och en temperatur på 40°C . Filtret är fullt då man erhållit 1.5 m^3 filterkaka i platt- och ramfiltret. Filterkakan har då en genomsnittlig porositet på 55 %.

- Vid en normal filtreringscykel uppmättes en filtratmängd på 5 m^3 efter 2 min och 10 m^3 efter 7 min 15 s. Uppskatta hur lång tid det kommer att ta innan ramarna är fulla och filtreringen avslutas.
- Vid ett tillfälle upptäcktes att det var problem i processen, eftersom det tog 3 min 15 s att erhålla 5 m^3 filtrat och 12 min 15 s att erhålla 10 m^3 . Man vet inte orsaken, men den kan hittas längs något av två huvudspår:
 - 1) I filtermediet och/eller andra fenomen som påverkar initialskedet av kakans uppbyggnad.
 - 2) I delar av processen som påverkar partiklarna och därmed kakans struktur.

Visa med hjälp av överslagsräkning vilket av de två av huvudspåren man bör följa.

(9p)

Givna data:

Data för vatten vid 40°C

Densitet	992.2 kg/m^3
Viskositet	$6.56 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

B4. En lösning av aceton och etylacetat, 900 kg/h , skall extraheras med avseende på aceton. Ingående acetonhalt är 35 vikt-% och utgående i raffinatströmmen ska vara 4 vikt-%. Extraktionen sker med hjälp av 1250 kg vatten/h

- Bestäm mängd utgående extrakt- respektive raffinatström samt det antal ideala steg som fordras för separationen!

Jämvikts- samt triangeldiagram bifogas.

(8p)

Göteborg 2013-05-27
Krister Ström

Bioseparationsteknik

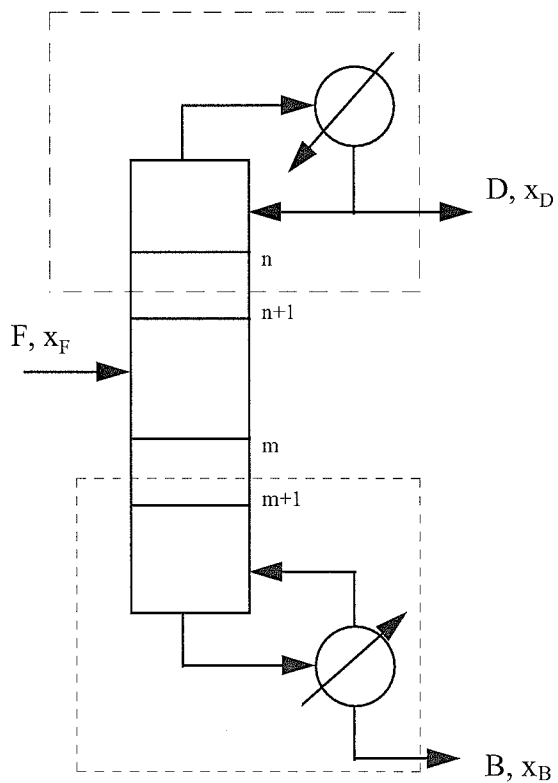
Formelsamling

DESTILLATION

Relativ flyktighet:
$$\alpha_{1,2} = \frac{\frac{y_1}{x_1}}{\frac{y_2}{x_2}}$$

där x anger vätskefassammansättning
 y anger ångfassammansättning
 1 anger lättflyktig komponent
 2 anger tung komponent

Destillation:



Materialbalanser:

$$V_{y_{n+1}} = Lx_n + Dx_D$$

$$\bar{V}_{y_{m+1}} = \bar{L}x_m - Bx_B$$

q-linje:

$$y = -\frac{q}{1-q}x + \frac{x_F}{1-q}$$

Beräkning av diameter för bottenkolonner

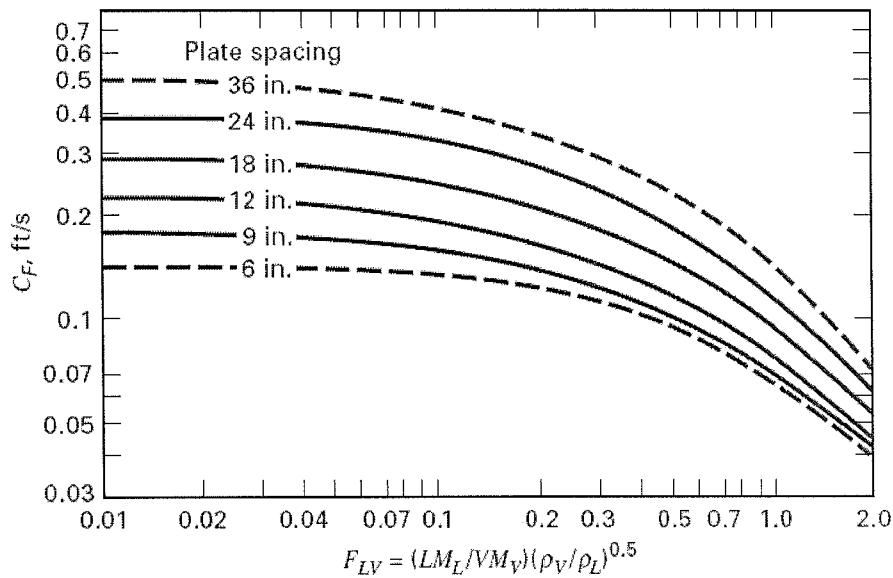


Figure 6.24 Entrainment flooding capacity in a trayed tower.

$$C = F_{ST}F_F F_{HA}C_F \quad \text{where}$$

$$F_{ST} = \{\text{surface tension factor}\} = (\sigma/20)^{0.2} \quad \{\text{liquid surface tension, dyne/cm}\}$$

$$F_F = \{\text{foaming factor}\} = 1.0 \text{ for many absorbers}$$

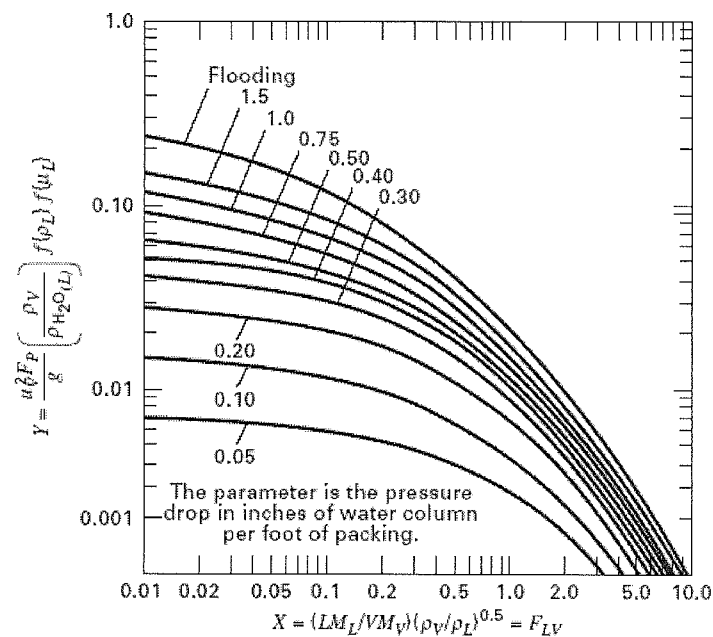
$$F_{HA} = \begin{cases} 1.0 & \text{for } A_h/A_a \geq 0.10 \\ 5(A_h/A_a) + 0.5 & \text{for } 0.06 \leq A_h/A_a \leq 0.1 \end{cases}$$

A_h is the area open to vapour as it penetrates into the liquid on a tray.

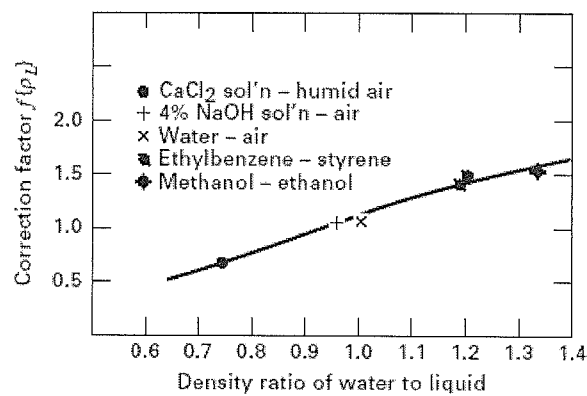
A_a is the active area for the tray.

$$U_f = C \left(\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V} \right)^{1/2} \quad U_f \text{ är gashastigheten vid flödning}$$

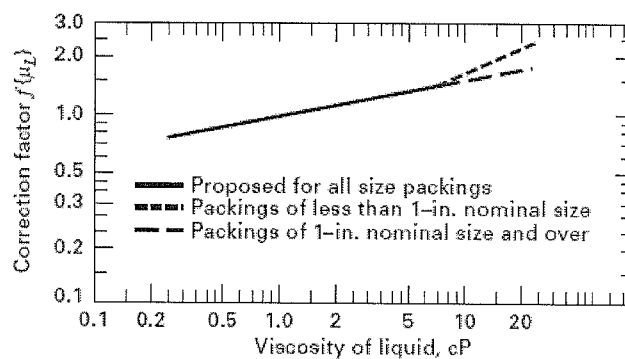
Beräkning av diameter för packade kolonner



(a)



(b)



(c)

Figure 6.36 (a) Generalized pressure-drop correlation of Leva for packed columns. (b) Correction factor for liquid density. (c) Correction factor for liquid viscosity.

[From M. Leva, *Chem. Eng. Prog.*, 88 (1), 65–72 (1992) with permission.]

ABSORPTION

Vätningshastigheten:
$$L_W = \frac{L'}{\rho_L \cdot S_B}$$

$L_W > 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ för ringar med diameter mellan 25 mm och 75 mm, och för galler med delning mindre än 50 mm.

$L_W > 3.3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ för större packningsmaterial.

Bindelinjens lutning:
$$\frac{y - y_i}{x - x_i} = - \frac{k_L \cdot a \cdot C_T}{k_G \cdot a \cdot P}$$

Packningshöjd: Vid låga halter:
$$l_T = \frac{V}{k_G \cdot a \cdot P} \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{(y - y_i)} = \frac{V}{K_G \cdot a \cdot P} \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{(y - y^*)}$$

$$l_T = \frac{L}{k_L \cdot a \cdot C_T} \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{(x_i - x)} = \frac{L}{K_L \cdot a \cdot C_T} \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{(x^* - x)}$$

$$l_T = \frac{V'}{k_G \cdot a \cdot P} \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{(Y - Y_i)} = \frac{V'}{K_G \cdot a \cdot P} \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{(Y - Y^*)}$$

$$l_T = \frac{L'}{k_L \cdot a \cdot C_T} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dX}{(X_i - X)} = \frac{L'}{K_L \cdot a \cdot C_T} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dX}{(X^* - X)}$$

Vid rät driftlinje
och rät jämvikts-
kurva:

$$l_T = \frac{V}{K_G \cdot a \cdot P} \cdot \frac{1}{1 - \frac{m \cdot V}{L}} \cdot \ln \frac{y_1 - m \cdot x_1}{y_2 - m \cdot x_2}$$

$$l_T = \frac{L}{K_L \cdot a \cdot C_T} \cdot \frac{1}{\frac{L}{m \cdot V} - 1} \cdot \ln \frac{y_1 - m \cdot x_1}{y_2 - m \cdot x_2}$$

Vid rät driftlinje och rät jämviktskurva gäller:

$$H_{OG} = H_G + \frac{m \cdot G}{L} \cdot H_L$$

$$H_{OL} = H_L + \frac{L}{m \cdot G} \cdot H_G$$

FILTRERING

$$\frac{dV}{dt} = \frac{A^2 \Delta P}{\mu(c \alpha_{av} V + AR_m)}$$

$$c = \frac{\rho J}{(1-J) - \frac{\epsilon_{av}}{1-\epsilon_{av}} J \frac{\rho}{\rho_s}}$$

SEDIMENTERING

Fri sedimentering:

$$v = \frac{D_p^2 (\rho_s - \rho) g}{18\mu}$$

SYMBOLFÖRTECKNING:

ABSORPTION

a	massöverförande yta per tornvolym, m^2/m^3
$C_{sb, flood}$	kapacitetsparameter, ft/s
C_T	vätskans totalkoncentration, $kmol/m^3$
e	packningens porositet, -
F	packningsfaktor, m^{-1}
F_{lv}	flödesparameter, -
g	tyngdaccelerationen, m/s^2
V	gasflöde, $kmol/(m^2 \cdot s)$
G'	gasflöde, $kg/(m^2 \cdot s)$
V'	inert gasflöde, $kmol/(m^2 \cdot s)$
H_G	höjd svarande mot en massöverföringsenhet, gasfilm, m
H_L	höjd svarande mot en massöverföringsenhet, vätskefilm, m
H_{OG}	höjd svarande mot en massgenomgångsenhet, gasfasstorheter, m
H_{OL}	höjd svarande mot en massgenomgångsenhet, vätskefasstorheter, m
k_G	massöverföringstal, gasfilm, $kmol/(m^2 \cdot s \cdot atm)$
k_L	massöverföringstal, vätskefilm, m/s
K_G	massgenomgångstal baserat på gasfasstorheter, $kmol/(m^2 \cdot s \cdot atm)$
K_L	massgenomgångstal baserat på vätskefasstorheter, m/s
L	vätskeflöde, $kmol/(m^2 \cdot s)$
L'	vätskeflöde, $kg/(m^2 \cdot s)$
L''	inert vätskeflöde, $kmol/s$
L_W	vätningshastighet, m^2/s
m	jämviktskurvans lutning, -
P	totaltryck, atm
S_B	specifik yta hos packningsmaterialet, m^2/m^3
u_G	gashastighet, m/s
u_{nf}	gashastighet vid flödning (baserad på aktiv area), ft/s
x	molbråk i vätskefas, -
X	molbråksförhållande i vätskefas, mol absorberbart/mol inert vätska
y	molbråk i gasfas, -
Y	molbråksförhållande i gasfas, mol absorberbart/mol inert gas
l_T	packningshöjd, m
μ_L	vätskans dynamiska viskositet, Pa·s
μ_W	dynamiska viskositeten för vatten vid 20°C, Pa·s
ρ_G	gasens densitet, kg/m^3
ρ_L	vätskans densitet, kg/m^3
ρ_W	densiteten för vatten vid 20°C, kg/m^3

σ ytspänning, dyn/cm (=mN/m)

FILTRERING

A filtreringsarea, m²

c förhållandet mellan vikten av det fasta materialet i filterkakan och filtratvolymen, kg/m³

J massbråk av fast material i suspensionen, -

ΔP tryckfall över filterkakan, Pa

R_m filtermediets motstånd, m⁻¹

t filtreringstid, s

V erhållen filtratvolym under tiden t , m³

α_{av} specifikt filtreringsmotstånd, m/kg

ϵ_{av} filterkakans porositet, -

μ fluidens viskositet, Pa·s

ρ fluidens densitet, kg/m³

ρ_s fasta fasens densitet, kg/m³

SEDIMENTERING

D_p partikelstorlek, m

g tyngdaccelerationen, m/s²

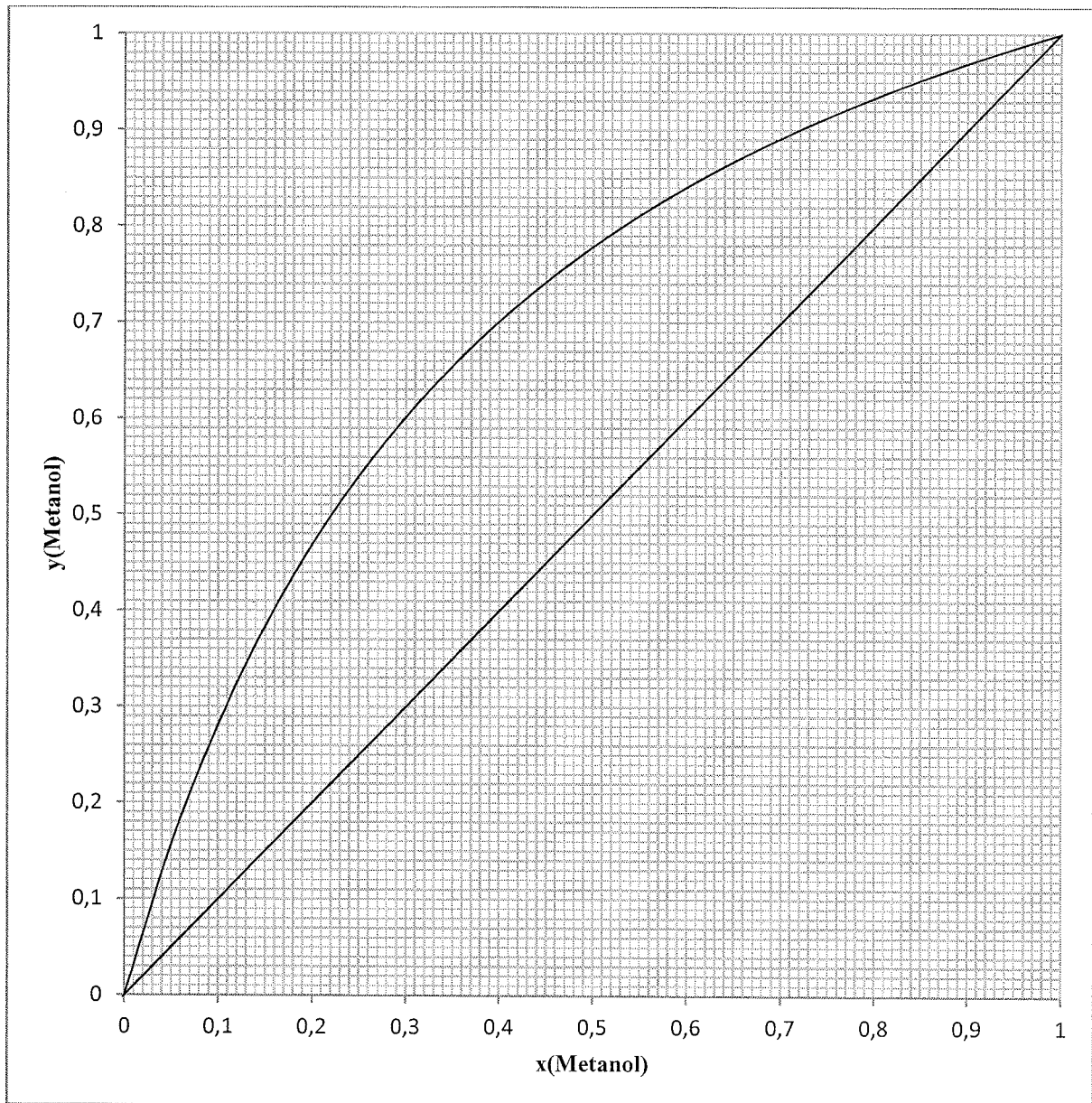
v partikelns sedimentationshastighet, m/s

μ fluidens viskositet, Pa·s

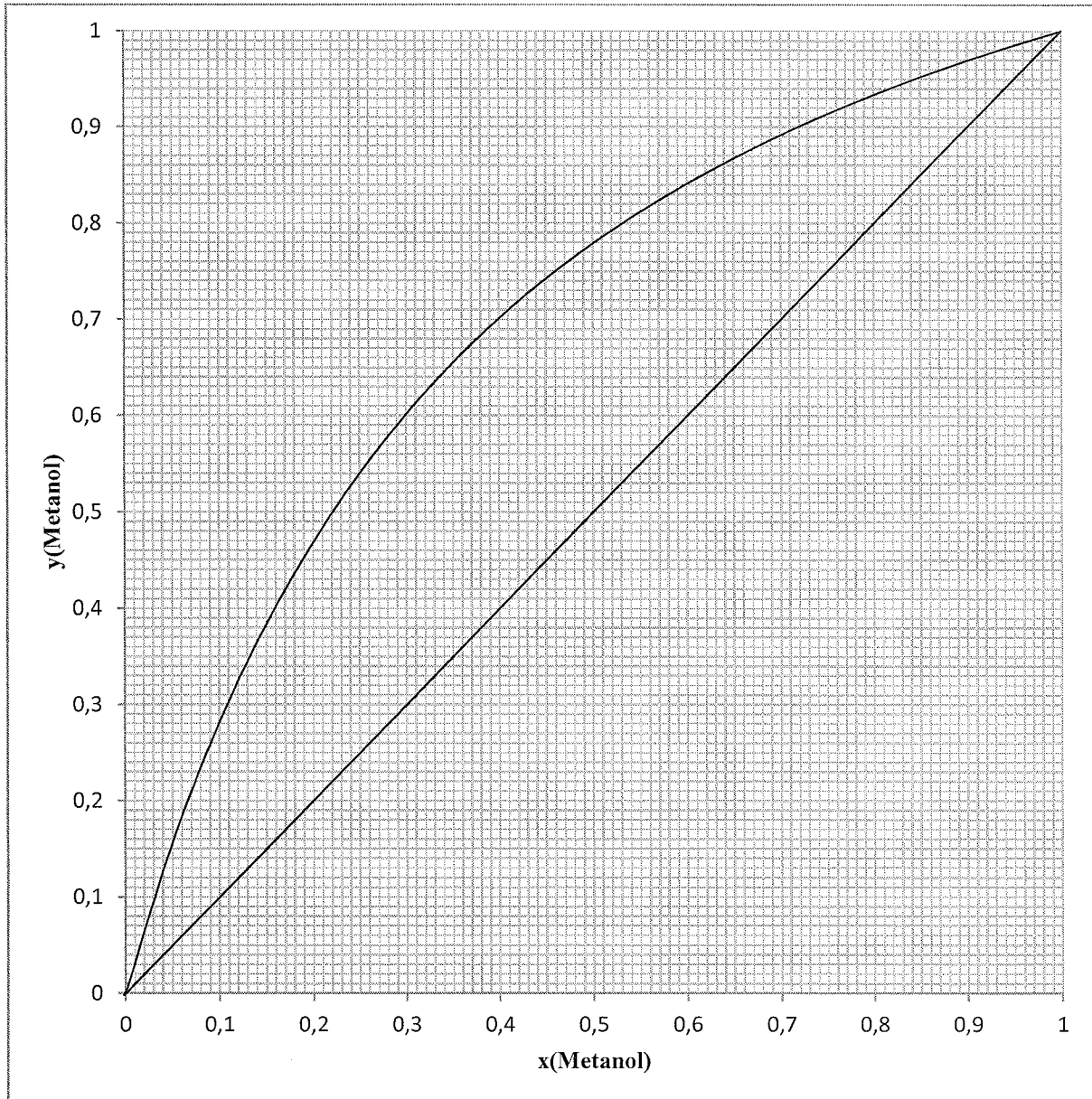
ρ fluidens densitet, kg/m³

ρ_s fasta fasens densitet, kg/m³

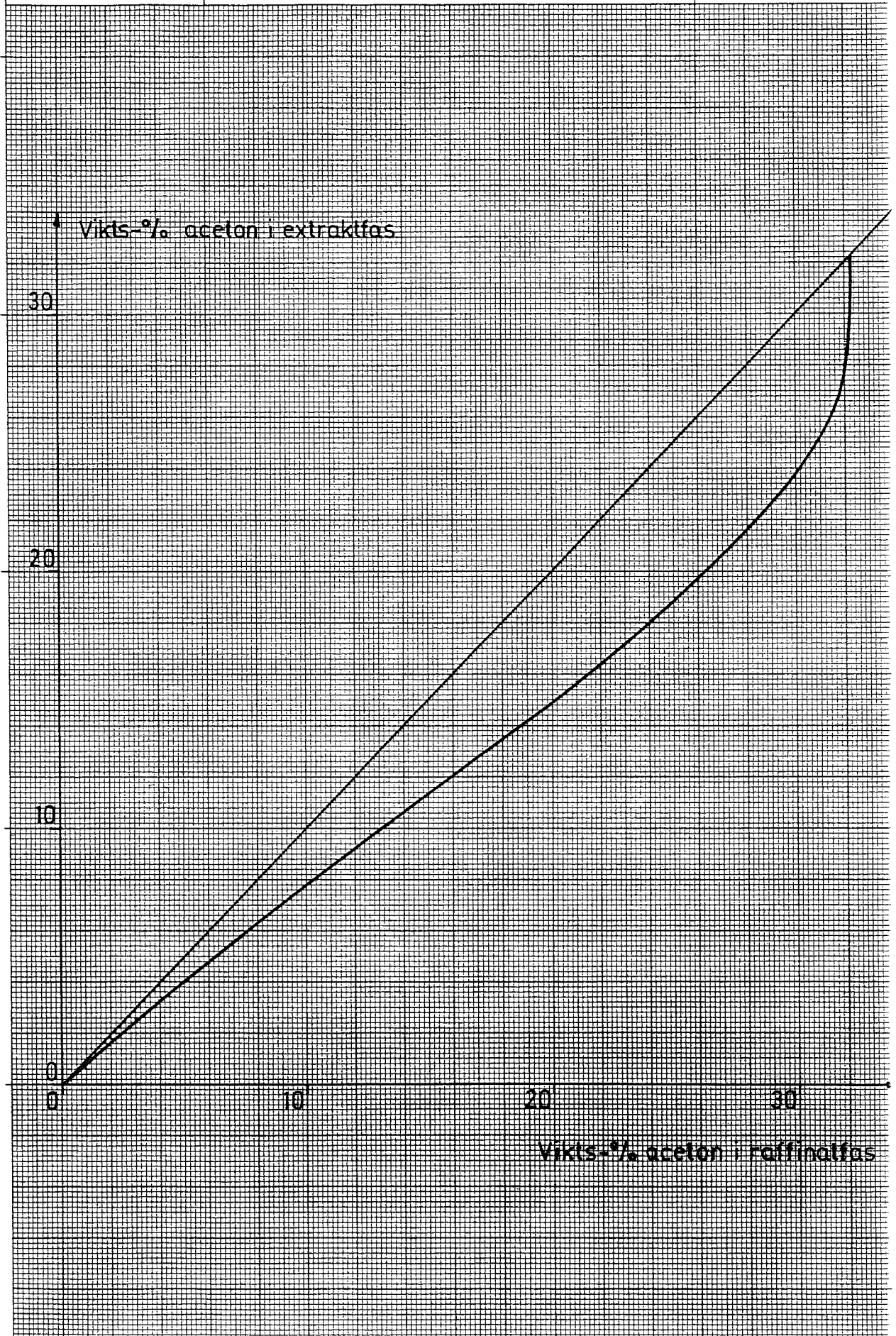
Jämviksdiagram systemet metanol/vatten vid 760 mmHg



Jämvikstdiagram systemet metanol/vatten vid 760 mmHg



Jämviktskurva för systemet
acetone-etylacetat-vatten vid 100 kPa.

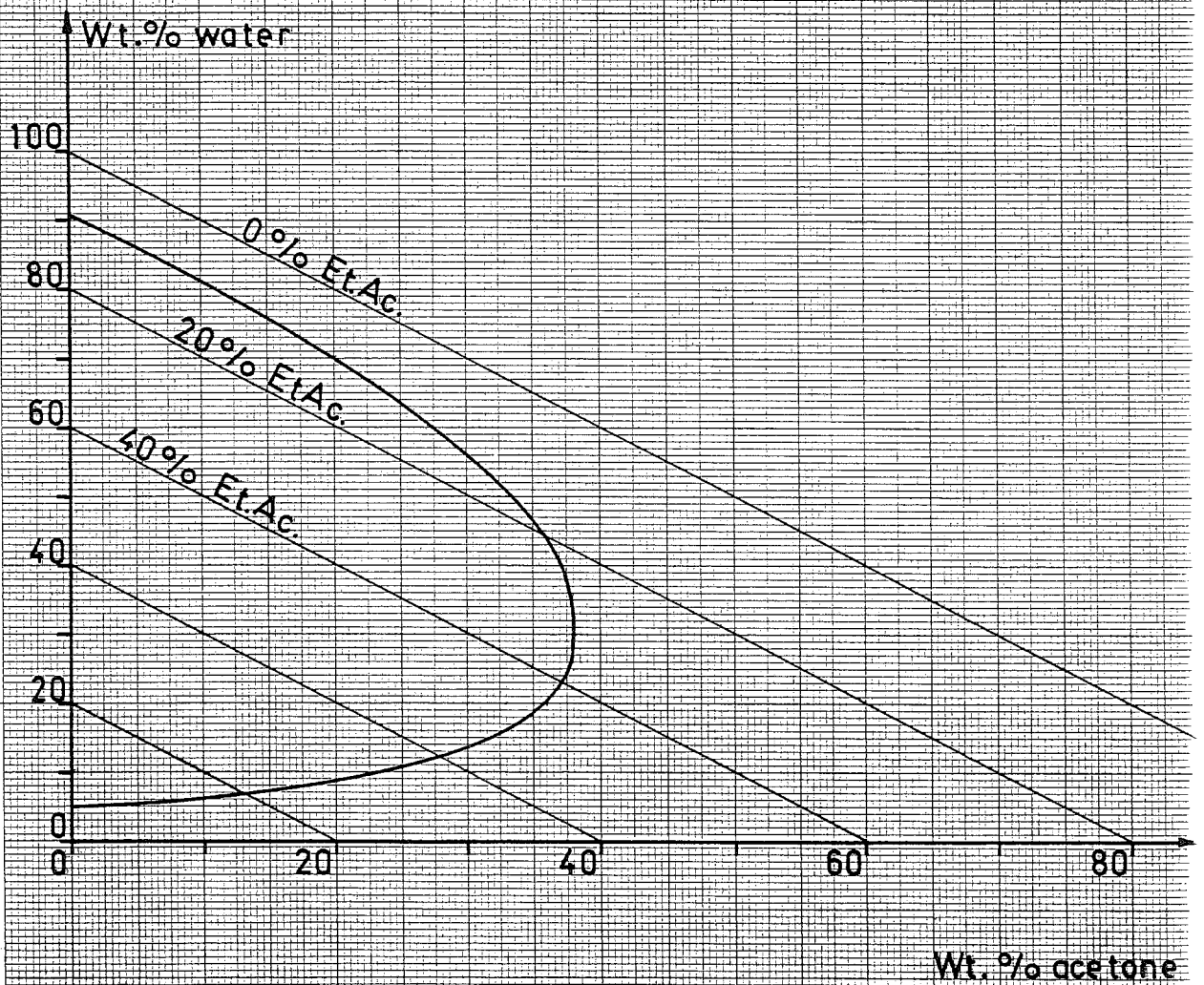


SIS
523 A4
732501

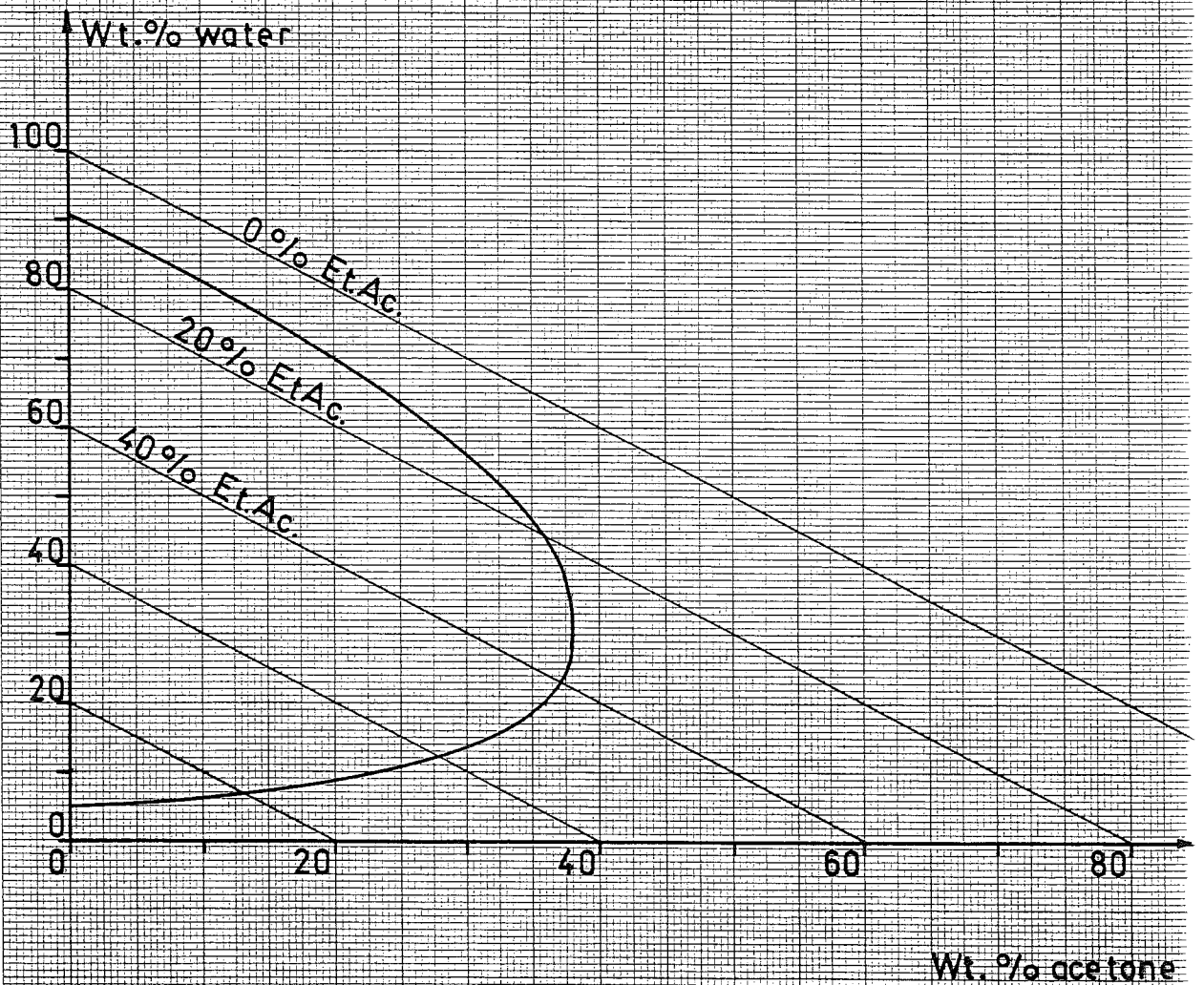


Nr 1634

SYSTEMET
ACETON-ETYLACETAT-VATTEN



SYSTEMET
ACETON-ETYLACETAT-VATTEN



Temp °C	ρ bar	ρ g/m ³	X g/kg	Temp °C	ρ bar	ρ g/m ³	X g/kg
+170	7,920	4 122		+320	112,89	64 790	
+180	10,027	5 157		+330	128,64	77 200	
+190	12,553	6 392		+340	146,08	92 900	
+200	15,550	7 857		+350	165,37	113 600	
+210	19,080	9 585		+360	186,74	143 600	
+220	23,202	11 610		+370	210,53	202 800	
+230	27,979	13 980		+372	215,63	222 000	
+240	33,480	16 750		+374	220,87	274 000	
+250	39,776	19 980		+374,15	221,29	329 000	
+260	46,941	23 740					
+270	55,052	28 110					
+280	64,191	33 220					
+290	74,449	39 180					
+300	85,917	46 240					
+310	98,694	54 640					

SPECIFIK ENTALPI OCH SPECIFIK ENTROPI FÖR MÄTTAD ÅNGA OCH VATTEN

Ur Ingenjörshandboken, Tekniska grundvetenskaperna.

Temperaturtabell

ρ bar, h kJ/kg, s kJ/(kg·°C), v m³/kg

Temp. °C	Tryck P	Volymitet v		Specifik entalpi h		Specifik entropi s	
		Vätska	Ånga	Vätska	Ånga	Vätska	Ånga
		Vätska	Ånga	Vätska	Ånga	Vätska	Ånga
0	0,006108	0,00100021	206,288	0,000	2501	0,000	9,155
5	0,008719	100008	147,150	21,05	2489	0,076	9,024
10	0,012271	100035	106,422	42,04	2477	0,151	8,900
15	0,017041	100095	77,973	62,98	2466	0,224	8,781
20	0,023368	100184	57,836	83,90	2453	0,296	8,666
25	0,031663	100301	43,401	104,81	2442	0,367	8,557
30	0,042418	100442	32,929	125,71	2430	0,437	8,452
35	0,056218	100605	25,245	146,60	2418	0,505	8,352
40	0,073750	100789	19,546	167,50	2406	0,572	8,256
45	0,095518	100993	15,275	188,40	2394	0,638	8,154
50	0,12335	10121	12,045	209,30	2382	0,704	8,075
55	0,15740	10145	9,578	230,21	2370	0,768	7,990
60	0,19919	10171	7,6776	251,13	2358	0,831	7,909
65	0,25008	10199	6,2014	272,07	2345	0,893	7,830
70	0,31161	10228	5,0453	293,01	2333	0,955	7,754

Temp °C	ρ mbar	ρ g/m ³	X g/kg	Temp °C	ρ mbar	ρ g/m ³	X g/kg
+10	12,27	9,39	7,74	+50	123,3	83,0	87,5
+11	13,12	10,00	8,27	+52	136,1	91,0	98,1
+12	14,03	10,66	8,85	+54	150,0	99,3	110
+13	14,97	11,30	9,45	+56	165,1	109,1	123
+14	15,99	12,03	10,10	+58	181,4	119,2	138
+15	17,04	12,79	10,79	+60	199,2	130,1	155
+16	18,17	13,60	11,50	+62	218,4	141,8	174
+17	19,37	14,52	12,30	+64	239,0	153,5	195
+18	20,64	15,41	13,12	+66	261,4	168,0	210
+19	21,97	16,36	14,00	+68	285,6	182,5	248
+20	23,37	17,34	14,88	+70	311,6	198,0	282
+21	24,86	18,38	15,86	+72	339,4	214,6	319
+22	26,44	19,47	16,89	+74	369,6	232,4	365
+23	28,09	20,62	17,98	+76	401,8	251,4	417
+24	29,84	21,82	19,13	+78	436,4	271,7	480
+25	31,66	23,09	20,34	+80	473,6	293,3	564
+26	33,61	24,42	21,63	+82	513,1	316,2	654
+27	35,65	25,81	22,99	+84	555,7	340,7	778
+28	37,80	27,28	24,44	+86	601,1	366,7	987
+29	40,05	28,81	25,95	+88	649,4	394,3	1 150
+30	42,42	30,37	27,55	+90	701,1	423,5	1 460
+31	44,93	32,09	29,26	+92	756,1	454,5	1 910
+32	47,54	33,85	31,06	+94	814,5	487,6	2 730
+33	50,30	35,70	32,94	+96	876,7	522,5	4 420
+34	53,19	37,64	34,94	+98	943,0	559,3	10 300
+35	56,22	39,63	37,05	+100	* 1,0132	598,4	
+36	59,41	41,75	39,27	+102	1,0878	639,3	
+37	62,75	43,96	41,64	+104	1,1667	682,6	
+38	66,25	46,12	44,13	+106	1,2504	728,3	
+39	69,91	48,66	46,75	+108	1,3391	777,1	
+40	73,75	51,18	49,52	+110	1,4327	827,1	
+41	77,7	53,8	52,4	+112	1,5314	880,3	
+42	82,0	56,5	55,5	+114	1,6362	936,4	
+43	86,4	59,4	58,6	+116	1,7464	995,1	
+44	91,1	62,3	62,4	+118	1,8627	1 057,1	
+45	95,8	65,4	66,0	+120	1,9854	1 122	
+46	100,9	68,7	69,7	+130	2,701	1 496	
+47	106,1	72,0	73,8	+140	3,614	1 967	
+48	111,6	75,5	78,6	+150	4,760	2 548	
+49	117,3	79,2	82,5	+160	6,180	3 260	

* Härifrån p bar.

Temp. °C	Volymitet v		Specifik entalpi h		Specifik entropi s		
	Tryck p	Vätska	Ånga	Vätska	Ånga	Vätska	Ånga
300	85,917	0,0014036	0,021643	1344,9	1404	3,255	5,705
305	92,135	14247	0,019916	1373,2	1366	3,303	5,655
310	98,694	14475	0,018316	1402,1	1325	3,351	5,623
315	105,61	14722	0,016831	1431,8	1282	3,400	5,580
320	112,89	14992	0,015451	1462,2	1238	3,450	5,535
325	120,57	15289	0,014167	1493,6	1190	3,500	5,489
330	128,64	1562	0,012967	1526,0	1140	3,552	5,441
335	137,15	1599	0,011841	1559,8	1086	3,606	5,391
340	146,08	1639	0,010779	1594,9	1027,0	3,661	5,336
345	155,47	1686	0,009771	1631,9	963,4	3,718	5,277
350	165,37	1741	0,008805	1671,9	893,1	3,779	5,212
355	175,77	1807	0,007869	1713,9	813,1	3,844	5,139
360	186,74	1884	0,006943	1761,6	719,7	3,916	5,053
365	198,30	2016	0,006095	1817,6	603,3	4,001	4,946
366	200,68	2048	0,005796	1830,4	575,7	4,020	4,921
367	203,11	2083	0,005593	1844,1	545,0	4,041	4,894
368	205,55	2123	0,005383	1858,7	513,7	4,063	4,865
369	208,02	2170	0,005164	1874,7	478,1	4,083	4,832
370	210,53	2225	0,004932	1892,5	438,4	4,114	4,795
371	213,06	2293	0,004681	1912,5	392,3	4,144	4,753
372	215,63	238	0,00440	1936,8	336,2	4,181	4,702
373	218,23	251	0,00405	1969,1	261,3	4,230	4,634
374	220,87	280	0,00347	2031,9	114,7	4,326	4,503
374,15	221,29	31	0,0031	2085	00	4,406	4,406

Specifik ENTALPI OCH SPECIFIK ENTROPI FÖR MÄTTAD ÅNGA OCH VATTEN
Efter O. H. Faxén, *Ångtabeller* (Serien Forskning och teknik, häfte 2, supplementet)

Trycktabell

p bar, h kJ/kg, s kJ/(kg·°C), v m³/kg

Temp. °C	P	v		h		s		
		vätska	ånga	vätska	ånga	vätska	ånga	
0,010	6,98	0,00100016	129,20	29,375	2484,28	2513,66	0,1061	8,9742
0,015	13,03	0,00100068	87,984	54,750	2470,08	2524,82	0,1958	8,8266
0,020	17,51	0,00100135	67,010	73,485	2459,54	2533,03	0,2608	8,7224
0,025	21,09	0,00100206	54,259	88,481	2451,10	2539,37	0,3120	8,6419
0,030	24,10	0,00100278	45,670	101,038	2444,00	2545,04	0,3545	8,5763
0,035	26,69	0,00100345	39,490	111,863	2437,87	2549,73	0,3907	8,5211
0,040	28,98	0,00100410	34,805	121,449	2432,44	2553,99	0,4225	8,4738
0,045	31,03	0,00100474	31,142	130,026	2427,57	2557,59	0,4509	8,4312
0,050	32,90	0,00100534	28,195	137,812	2423,14	2560,95	0,4764	8,3937

Temp. °C	Volymitet v		Specifik entalpi h		Specifik entropi s			
	Tryck p	Vätska	Ånga	Vätska	Ånga	Vätska	Ånga	
								Temp. °C
75	0,38547	0,0010258	4,1332	313,98	2321	2635	1,016	7,682
80	0,47358	10290	3,4083	334,96	2308	2643	1,075	7,612
85	0,57303	10324	2,8282	355,96	2296	2652	1,134	7,544
90	0,70109	10359	2,3609	376,98	2283	2660	1,192	7,479
95	0,84525	10396	1,9821	398,03	2270	2668	1,250	7,416
100	1,01325	10435	1,6730	419,11	2257	2676	1,307	7,356
105	1,2080	10474	1,4194	440,2	2243	2684	1,363	7,296
110	1,4327	10515	1,2101	461,3	2230	2691	1,419	7,239
115	1,6906	10558	1,0365	482,5	2217	2699	1,473	7,183
120	1,9854	10603	0,89171	503,8	2203	2706	1,528	7,130
125	2,3208	10649	0,77043	525,0	2188	2713	1,581	7,078
130	2,7011	10697	0,66832	546,3	2174	2721	1,635	7,027
135	3,1306	10747	0,58200	567,7	2160	2727	1,687	6,978
140	3,6136	10798	0,50866	589,2	2145	2734	1,739	6,930
145	4,1550	10851	0,44612	610,7	2130	2740	1,791	6,884
150	4,7597	10906	0,39257	632,2	2114	2747	1,842	6,838
155	5,4331	10962	0,34655	653,9	2099	2752	1,893	6,794
160	6,1804	11021	0,30685	675,5	2083	2758	1,943	6,751
165	7,0075	11081	0,27248	693,3	2066	2764	1,993	6,708
170	7,9202	11144	0,24262	719,2	2049	2769	2,042	6,667
175	8,9246	11208	0,21660	741,1	2032	2773	2,091	6,626
180	10,027	11275	0,19385	763,2	2015	2778	2,139	6,586
185	11,234	11344	0,17390	785,3	1997	2782	2,188	6,547
190	12,553	11415	0,15685	807,6	1979	2786	2,236	6,508
195	13,989	11489	0,14088	830,0	1960	2790	2,284	6,470
200	15,550	11565	0,12719	852,4	1941	2793	2,331	6,432
205	17,245	11644	0,11505	875,0	1921	2796	2,378	6,395
210	19,080	11726	0,104265	897,8	1900	2798	2,425	6,358
215	21,063	11812	0,094650	920,7	1879	2800	2,471	6,321
220	23,202	11900	0,086062	943,7	1858	2801	2,518	6,285
225	25,504	11992	0,078372	967,0	1836	2803	2,564	6,249
230	27,979	12087	0,071472	990,3	1813	2803	2,610	6,213
235	30,635	12187	0,065267	1013,9	1789	2804	2,656	6,178
240	33,480	12291	0,059674	1037,7	1766	2803	2,702	6,143
245	36,524	12399	0,054635	1061,7	1741	2802	2,748	6,107
250	39,776	12512	0,050056	1085,9	1715	2801	2,793	6,072
255	43,244	12631	0,045912	1110,3	1689	2799	2,840	6,037
260	46,941	12755	0,042149	1135,0	1661	2796	2,885	6,001
265	50,872	12886	0,038723	1160,0	1633	2793	2,931	5,966
270	55,052	13023	0,035659	1185,3	1604	2790	2,976	5,930
275	59,487	13168	0,032745	1210,9	1574	2785	3,022	5,894
280	64,191	13321	0,030133	1236,8	1543	2780	3,068	5,857
285	69,175	13483	0,027738	1263,2	1510	2773	3,115	5,821
290	74,449	13655	0,025537	1290,0	1476	2766	3,161	5,783
295	80,025	13839	0,023511	1317,2	1441	2758	3,208	5,744

p	Temp. °C	våtška	ånga	h		Temp. °C	våtška	ånga	Specifik ångbildnings-entalpi		våtška	ånga	s
				våtška	ånga				våtška	ånga			
1,1	102,32	0,0010453	1,5492	428,89	2250,61	2679,49	1,3331	7,3371					
1,2	104,81	0,0010472	1,4281	439,40	2243,98	2683,38	1,3610	7,2979					
1,3	107,13	0,0010491	1,3252	449,24	2237,57	2686,99	1,3869	7,2712					
1,4	109,32	0,0010510	1,2364	458,47	2231,87	2690,34	1,4110	7,2486					
1,5	111,37	0,0010527	1,1591	467,17	2226,30	2693,47	1,4337	7,2233					
1,6	113,32	0,0010544	1,0913	475,42	2220,38	2696,41	1,4551	7,2018					
1,7	115,17	0,0010560	1,0310	483,27	2215,92	2699,19	1,4753	7,1816					
1,8	116,93	0,0010575	0,97734	490,74	2211,05	2701,80	1,4945	7,1625					
1,9	118,62	0,0010591	0,92907	497,90	2206,39	2704,29	1,5138	7,1445					
2,0	120,23	0,0010605	0,88554	504,75	2201,89	2706,65	1,5302	7,1274					
2,1	121,78	0,0010619	0,84607	511,34	2197,55	2708,89	1,5469	7,1112					
2,2	123,27	0,0010633	0,80996	517,67	2193,38	2711,05	1,5629	7,0957					
2,3	124,71	0,0010646	0,77694	523,78	2189,32	2713,10	1,5783	7,0809					
2,4	126,09	0,0010660	0,74682	529,69	2185,38	2715,07	1,5930	7,0667					
2,5	127,43	0,0010672	0,71859	535,40	2181,56	2716,96	1,6073	7,0531					
2,6	128,73	0,0010685	0,69270	540,93	2177,85	2718,77	1,6210	7,0400					
2,7	129,99	0,0010697	0,66863	546,29	2174,23	2720,52	1,6344	7,0274					
2,8	131,21	0,0010709	0,64617	551,50	2170,71	2722,21	1,6472	7,0154					
2,9	132,39	0,0010721	0,62525	556,56	2167,28	2723,83	1,6597	7,0037					
3,0	133,54	0,0010732	0,60567	561,49	2163,92	2725,40	1,6718	6,9924					
3,1	134,66	0,0010744	0,58738	566,28	2160,64	2726,92	1,6835	6,9815					
3,2	135,76	0,0010755	0,57013	570,95	2157,43	2728,38	1,6949	6,9709					
3,3	136,82	0,0010765	0,55389	575,51	2154,29	2729,81	1,7060	6,9606					
3,4	137,86	0,0010776	0,53858	579,97	2151,21	2731,19	1,7169	6,9507					
3,5	138,88	0,0010787	0,52410	584,33	2148,20	2732,53	1,7274	6,9411					
3,6	139,87	0,0010797	0,51043	588,58	2145,24	2733,83	1,7377	6,9317					
3,7	140,84	0,0010807	0,49750	592,74	2142,33	2735,08	1,7477	6,9225					
3,8	141,79	0,0010817	0,48519	596,82	2139,48	2736,31	1,7576	6,9136					
3,9	142,72	0,0010827	0,47348	600,81	2136,69	2737,50	1,7672	6,9050					
4,0	143,63	0,0010836	0,46232	604,72	2133,94	2738,66	1,7765	6,8965					
4,1	144,52	0,0010846	0,45172	608,56	2131,23	2739,79	1,7857	6,8882					
4,2	145,39	0,0010855	0,44161	612,33	2128,56	2740,89	1,7946	6,8802					
4,3	146,25	0,0010865	0,43195	616,01	2125,94	2741,96	1,8035	6,8723					
4,4	147,09	0,0010874	0,42271	619,65	2123,36	2743,01	1,8120	6,8647					
4,5	147,92	0,0010883	0,41384	623,21	2120,82	2744,03	1,8205	6,8571					
4,6	148,73	0,0010892	0,40537	626,72	2118,31	2745,03	1,8288	6,8498					
4,7	149,53	0,0010901	0,39727	630,16	2115,84	2746,00	1,8369	6,8426					
4,8	150,32	0,0010909	0,38948	633,50	2113,40	2746,90	1,8449	6,8356					
4,9	151,09	0,0010918	0,38198	636,88	2111,00	2747,88	1,8528	6,8286					
5,0	151,85	0,0010926	0,37478	640,16	2108,62	2748,79	1,8604	6,8219					
5,1	152,61	0,0010934	0,36787	643,35	2106,28	2749,62	1,8678	6,8154					
5,2	153,33	0,0010944	0,36118	646,58	2103,97	2750,55	1,8754	6,8087					
5,3	154,04	0,0010953	0,35464	649,77	2101,69	2751,48	1,8828	6,8022					
5,4	154,71	0,0010962	0,34824	652,91	2099,43	2752,42	1,8900	6,7961					
5,5	155,36	0,0010971	0,34198	656,01	2097,20	2753,35	1,8970	6,7898					
5,6	156,00	0,0010979	0,33585	659,08	2095,00	2754,28	1,9038	6,7836					
5,7	156,62	0,0010987	0,32985	662,12	2092,82	2755,20	1,9104	6,7774					
5,8	157,23	0,0010995	0,32397	665,13	2090,66	2756,11	1,9168	6,7712					
5,9	157,84	0,0011003	0,31821	668,11	2088,52	2757,01	1,9230	6,7650					
6,0	158,44	0,0011010	0,31256	671,07	2086,40	2757,90	1,9290	6,7588					

p	Temp. °C	våtška	ånga	h		Temp. °C	våtška	ånga	Specifik ångbildnings-entalpi		våtška	ånga	s
				våtška	ånga				våtška	ånga			
0,055	34,60	0,00100591	25,777	144,947	2419,08	2564,03	0,4996	8,3598					
0,060	36,18	0,00100646	23,744	151,542	2415,32	2566,87	0,5209	8,3290					
0,065	37,68	0,00100700	21,983	157,797	2411,75	2569,55	0,5412	8,3001					
0,070	39,02	0,00100751	20,535	163,417	2408,54	2571,95	0,5592	8,2743					
0,075	40,32	0,00100801	19,239	168,814	2405,46	2574,27	0,5764	8,2500					
0,080	41,53	0,00100849	18,104	173,908	2402,54	2576,44	0,5927	8,2272					
0,085	42,69	0,00100896	17,099	178,735	2399,76	2578,50	0,6080	8,2058					
0,090	43,79	0,00100942	16,203	183,323	2397,14	2580,46	0,6225	8,1857					
0,095	44,83	0,00100986	15,400	187,697	2394,63	2582,32	0,6362	8,1667					
0,10	45,83	0,00101028	14,674	191,877	2392,22	2584,10	0,6494	8,1487					
0,11	47,71	0,0010111	13,414	199,724	2387,71	2587,43	0,6739	8,115					
0,12	49,45	0,0010119	12,361	206,983	2383,52	2590,50	0,6965	8,0848					
0,13	51,06	0,0010126	11,464	213,741	2379,62	2593,36	0,7173	8,0568					
0,14	52,58	0,0010134	10,693	220,066	2375,96	2596,02	0,7368	8,0309					
0,15	54,00	0,0010140	10,022	226,018	2372,50	2598,53	0,7551	8,0069					
0,16	55,34	0,0010147	9,4317	231,640	2369,25	2600,88	0,7722	7,9845					
0,17	56,62	0,0010153	8,9096	236,969	2366,15	2603,12	0,7884	7,9634					
0,18	57,83	0,0010160	8,4436	242,038	2363,20	2605,24	0,8037	7,9435					
0,19	58,98	0,0010166	8,0257	246,873	2360,38	2607,25	0,8183	7,9248					
0,20	60,09	0,0010171	7,6483	251,496	2357,68	2609,18	0,8322	7,9071					
0,21	61,15	0,0010177	7,3060	255,927	2355,09	2611,02	0,8454	7,8902					
0,22	62,16	0,0010182	6,9987	260,183	2352,60	2612,78	0,8581	7,8741					
0,23	63,14	0,0010188	6,7079	264,277	2350,20	2614,48	0,8703	7,8588					
0,24	64,08	0,0010193	6,4454	268,223	2347,89	2616,11	0,8820	7,8441					
0,25	64,99	0,0010199	6,2030	272,033	2345,65	2617,69	0,8933	7,8300					
0,26	65,87	0,0010204	5,9790	275,714	2343,48	2619,20	0,9042	7,8166					
0,27	66,72	0,0010209	5,7711	279,280	2341,39	2620,66	0,9147	7,8035					
0,28	67,55	0,0010214	5,5775	282,735	2339,36	2622,09	0,9248	7,7910					
0,29	68,35	0,0010218	5,3969	286,087	2337,38	2623,46	0,9347	7,7790					
0,30	69,13	0,0010223	5,2281	289,343	2335,45	2624,79	0,9442	7,7673					
0,32	70,62	0,0010232	4,9211	295,590	2331,75	2627,34	0,9624	7,7452					
0,34	72,03	0,0010240	4,6491	301,517	2328,25	2629,76	0,9797	7,7245					
0,36	73,37	0,0010248	4,4066	307,156	2324,89	2632,05	0,9959	7,7049					
0,38	74,66	0,0010256	4,1888	312,539	2321,68	2634,22	1,0114	7,6864					
0,40	75,89	0,0010263	3,9925	317,690	2318,61	2636,31	1,0262	7,6689					
0,45	78,74	0,0010281	3,5753	329,679	2311,44	2641,12	1,0604	7,6288					
0,50	81,35	0,0010298	3,2394	340,602	2304,88	2645,48	1,0913	7,5930					
0,55	83,74	0,0010315	2,9629	350,649	2298,81	2649,46	1,1195	7,5606					
0,60	85,90	0,0010331	2,7312	359,963	2293,16	2653,12	1,1456	7,5311					
0,65	88,02	0,0010345	2,5341	368,653	2287,88	2656,52	1,1696	7,5040					
0,70	89,96	0,0010359	2,3643	376,805	2282,89	2659,69	1,1921	7,4790					
0,75	91,78	0,0010371	2,2166	384,489	2278,18	2662,67	1,2132	7,4557					
0,80	93,51	0,0010384	2,0868	391,761	2273,70	2665,46	1,2331	7,4340					
0,85	95,15	0,0010397	1,9717	398,666	2269,44	2668,11	1,2518	7,4136					
0,90	96,71	0,0010409	1,8719	405,243	2265,36	2670,61	1,2697	7,3944					
0,95	98,20	0,0010421	1,7770	411,527	2261,46	2672,98	1,2866	7,3763					
1,0	99,63	0,0010431	1,6938	417,550	2257,71	2675,25	1,3028	7,3590					

Temp.- °C			våtka			ångbildnings- entalpi			våtka			ångbildnings- entalpi			våtka			ång		
p	Temp.- °C	våtka	våtka	ång	ångbildnings- entalpi	våtka	våtka	ång	ångbildnings- entalpi	våtka	våtka	ång	ångbildnings- entalpi	våtka	våtka	ång	ångbildnings- entalpi	våtka	våtka	ång
6,2	160,12	0,0011022	0,30594	2758,32	2758,32	1,9437	6,7495	0,08680	1859,74	941,62	2801,36	2,5137	6,2882							
6,4	161,38	0,0011038	0,29690	2759,69	2759,69	1,9563	6,7389	0,08497	1854,81	946,85	2801,66	2,5241	6,2800							
6,6	162,60	0,0011052	0,28838	2761,03	2761,03	1,9685	6,7284	0,08323	1849,98	951,95	2801,98	2,5343	6,2721							
6,8	163,79	0,0011066	0,28035	2762,31	2762,31	1,9803	6,7184	0,08155	1845,18	957,00	2802,17	2,5444	6,2643							
7,0	164,96	0,0011080	0,27275	2763,54	2763,54	1,9919	6,7086	0,07994	1840,41	961,98	2802,39	2,5543	6,2567							
7,2	166,10	0,0011095	0,26558	2764,74	2764,74	2,0031	6,6990	0,07839	1835,71	966,88	2802,59	2,5640	6,2491							
7,4	167,21	0,0011109	0,25876	2765,89	2765,89	2,0142	6,6897	0,07688	1831,02	971,75	2802,77	2,5737	6,2417							
7,6	168,30	0,0011122	0,25231	2767,01	2767,01	2,0250	6,6806	0,07544	1826,39	976,53	2802,92	2,5831	6,2343							
7,8	169,37	0,0011136	0,24617	2768,09	2768,09	2,0355	6,6718	0,07405	1821,80	981,24	2803,05	2,5924	6,2271							
8,0	170,41	0,0011149	0,24032	2769,13	2769,13	2,0458	6,6632	0,07271	1817,25	985,91	2803,16	2,6016	6,2201							
8,2	171,44	0,0011162	0,23475	2770,14	2770,14	2,0558	6,6548	0,07141	1812,74	990,51	2803,25	2,6107	6,2130							
8,4	172,45	0,0011175	0,22944	2771,12	2771,12	2,0657	6,6465	0,07016	1808,26	995,06	2803,32	2,6196	6,2061							
8,6	173,44	0,0011188	0,22437	2772,07	2772,07	2,0754	6,6385	0,06895	1803,82	999,55	2803,38	2,6284	6,1994							
8,8	174,40	0,0011200	0,21952	2772,99	2772,99	2,0849	6,6306	0,06779	1799,41	1004,00	2803,41	2,6370	6,1927							
9,0	175,36	0,0011213	0,21486	2773,89	2773,89	2,0942	6,6229	0,06666	1795,04	1008,39	2803,43	2,6455	6,1861							
9,2	176,29	0,0011225	0,21042	2774,76	2774,76	2,1033	6,6154	0,06549	1790,72	1012,72	2803,42	2,6532	6,1792							
9,4	177,21	0,0011237	0,20616	2775,59	2775,59	2,1123	6,6080	0,06433	1786,40	1017,02	2803,34	2,6607	6,1722							
9,6	178,12	0,0011250	0,20207	2776,42	2776,42	2,1210	6,6008	0,06324	1782,11	1021,28	2803,21	2,6681	6,1652							
9,8	179,01	0,0011261	0,19813	2777,21	2777,21	2,1298	6,5936	0,06220	1777,87	1025,48	2803,08	2,6753	6,1582							
10,0	179,88	0,0011273	0,19435	2777,99	2777,99	2,1383	6,5867	0,06121	1773,67	1029,58	2802,87	2,6824	6,1511							
10,5	182,01	0,0011302	0,18551	2779,82	2779,82	2,1588	6,5698	0,05943	1769,48	1034,61	2802,48	2,7402	6,1131							
11,0	184,06	0,0011331	0,17744	2781,53	2781,53	2,1786	6,5537	0,05791	1765,26	1039,56	2802,13	2,7548	6,1019							
11,5	186,04	0,0011359	0,17005	2783,14	2783,14	2,1977	6,5383	0,05646	1761,05	1044,31	2801,74	2,7690	6,0909							
12,0	187,96	0,0011385	0,16325	2784,64	2784,64	2,2161	6,5234	0,05510	1756,87	1048,90	2801,30	2,7829	6,0801							
12,5	189,81	0,0011412	0,15698	2786,04	2786,04	2,2338	6,5092	0,05386	1752,72	1053,31	2800,82	2,7966	6,0696							
13,0	191,60	0,0011438	0,15118	2787,36	2787,36	2,2510	6,4953	0,05272	1748,61	1057,56	2800,30	2,8102	6,0591							
13,5	193,35	0,0011464	0,14579	2788,59	2788,59	2,2676	6,4821	0,05167	1744,52	1061,66	2799,75	2,8232	6,0490							
14,0	195,04	0,0011490	0,14077	2789,74	2789,74	2,2836	6,4692	0,05069	1740,46	1065,62	2799,16	2,8361	6,0390							
14,5	196,68	0,0011514	0,13608	2790,81	2790,81	2,2993	6,4567	0,04977	1736,42	1069,45	2798,53	2,8488	6,0292							
15,0	198,28	0,0011539	0,13171	2791,82	2791,82	2,3145	6,4447	0,04890	1732,40	1073,15	2797,86	2,8613	6,0196							
15,5	199,84	0,0011563	0,12759	2792,76	2792,76	2,3292	6,4330	0,04805	1728,41	1076,72	2797,17	2,8736	6,0100							
16,0	201,37	0,0011586	0,12373	2793,65	2793,65	2,3436	6,4216	0,04722	1724,44	1080,15	2796,43	2,8856	6,0006							
16,5	202,85	0,0011610	0,12009	2794,48	2794,48	2,3576	6,4104	0,04641	1720,50	1083,45	2795,67	2,8975	5,9914							
17,0	204,30	0,0011633	0,11667	2795,25	2795,25	2,3713	6,3997	0,04562	1716,59	1086,62	2794,88	2,9092	5,9823							
17,5	205,72	0,0011656	0,11342	2795,98	2795,98	2,3847	6,3892	0,04484	1712,70	1089,66	2794,06	2,9207	5,9734							
18,0	207,10	0,0011679	0,11036	2796,66	2796,66	2,3976	6,3789	0,04405	1708,84	1092,56	2793,21	2,9322	5,9646							
18,5	208,46	0,0011701	0,10745	2797,29	2797,29	2,4103	6,3689	0,04328	1705,00	1095,33	2792,32	2,9432	5,9558							
19,0	209,79	0,0011723	0,10469	2797,89	2797,89	2,4228	6,3591	0,04253	1701,27	1097,96	2791,42	2,9543	5,9472							
19,5	211,09	0,0011745	0,10207	2798,44	2798,44	2,4350	6,3496	0,04179	1697,64	1100,45	2790,49	2,9651	5,9387							
20,0	212,37	0,0011766	0,09958	2798,96	2798,96	2,4469	6,3403	0,04105	1694,09	1102,88	2789,53	2,9758	5,9303							
20,5	213,62	0,0011788	0,09720	2799,44	2799,44	2,4586	6,3311	0,04031	1690,61	1105,18	2788,55	2,9865	5,9220							
21,0	214,85	0,0011809	0,09493	2799,89	2799,89	2,4700	6,3222	0,03958	1687,19	1107,35	2787,54	2,9968	5,9138							
21,5	216,05	0,0011830	0,09275	2800,30	2800,30	2,4812	6,3134	0,03885	1683,82	1109,41	2786,50	3,0074	5,9057							
22,0	217,24	0,0011851	0,09069	2800,69	2800,69	2,4922	6,3049	0,03812	1680,49	1111,36	2785,45	3,0172	5,8977							
22,5	218,40	0,0011871	0,08870	2801,04	2801,04	2,5030	6,2965	0,03740	1677,20	1113,19	2784,36	3,0274	5,8898							

P	Temp. °C	h				våtka	ångbildnings- entalpi	ång	våtka	våtka	ång	våtka	våtka	våtka	våtka	våtka	våtka	våtka
		Specifick																
		våtka	ång	våtka	ång													
61	276,64	0,0013217	0,03186	1219,34	1563,92	2783,26	3,0374	5,8917	0,001534	0,01394	1499,35	1181,10	2680,45	3,5093	5,4809			
62	277,71	0,0013250	0,03130	1224,88	1557,26	2782,13	3,0472	5,8740	0,001542	0,01364	1507,41	1168,62	2676,04	3,5233	5,4689			
63	278,76	0,0013282	0,03076	1230,36	1550,63	2780,99	3,0569	5,8663	0,001551	0,01335	1515,45	1156,11	2671,57	3,5352	5,4570			
64	279,80	0,0013315	0,03023	1235,79	1544,04	2779,82	3,0665	5,8588	0,001559	0,01306	1523,44	1143,56	2667,00	3,5479	5,4451			
65	280,83	0,0013347	0,02972	1241,13	1537,52	2778,65	3,0759	5,8512	0,001568	0,01278	1531,41	1130,97	2662,38	3,5605	5,4331			
66	281,85	0,0013379	0,02922	1246,52	1530,90	2777,42	3,0853	5,8437	0,001576	0,01251	1539,37	1118,31	2657,68	3,5732	5,4212			
67	282,85	0,0013412	0,02874	1251,82	1524,38	2776,19	3,0946	5,8363	0,001584	0,01224	1547,31	1105,60	2652,91	3,5858	5,4091			
68	283,85	0,0013445	0,02827	1257,07	1517,88	2774,94	3,1038	5,8288	0,001594	0,01198	1555,22	1092,82	2648,04	3,5983	5,3971			
69	284,83	0,0013477	0,02782	1262,27	1511,40	2773,67	3,1129	5,8216	0,001602	0,01173	1563,11	1079,97	2643,08	3,6108	5,3851			
70	285,80	0,0013510	0,02737	1267,44	1504,94	2772,37	3,1219	5,8143	0,001611	0,01149	1570,99	1067,03	2638,03	3,6232	5,3730			
71	286,76	0,0013543	0,02694	1272,56	1498,50	2771,06	3,1309	5,8071	0,001621	0,01125	1578,86	1054,03	2632,89	3,6356	5,3608			
72	287,71	0,0013575	0,02652	1277,65	1492,09	2769,74	3,1397	5,8000	0,001630	0,01102	1586,72	1040,92	2627,65	3,6478	5,3487			
73	288,66	0,0013608	0,02611	1282,70	1485,69	2768,38	3,1486	5,7929	0,001639	0,01079	1594,57	1027,72	2622,29	3,6601	5,3364			
74	289,58	0,0013640	0,02571	1287,70	1479,31	2767,01	3,1571	5,7859	0,001648	0,01056	1602,43	1014,41	2616,84	3,6724	5,3240			
75	290,51	0,0013673	0,02533	1292,68	1472,95	2765,62	3,1657	5,7788	0,001658	0,01033	1610,29	1000,99	2611,27	3,6846	5,3115			
76	291,42	0,0013706	0,02495	1297,62	1466,60	2764,21	3,1742	5,7719	0,001669	0,01013	1618,15	987,44	2605,59	3,6969	5,2990			
77	292,32	0,0013739	0,02458	1302,52	1460,27	2762,79	3,1826	5,7650	0,001678	0,009923	1626,03	973,76	2599,79	3,7091	5,2863			
78	293,22	0,0013772	0,02421	1307,40	1453,95	2761,35	3,1910	5,7581	0,001689	0,009718	1633,92	959,94	2593,86	3,7213	5,2735			
79	294,10	0,0013805	0,02386	1312,24	1447,64	2759,88	3,1993	5,7513	0,001699	0,009516	1641,83	945,97	2587,81	3,7336	5,2606			
80	294,98	0,0013838	0,02352	1317,05	1441,35	2758,40	3,2076	5,7446	0,001710	0,009319	1649,77	931,84	2581,61	3,7458	5,2476			
81	295,85	0,0013871	0,02318	1321,83	1435,08	2756,91	3,2158	5,7378	0,001722	0,009124	1657,74	917,53	2575,27	3,7581	5,2344			
82	296,71	0,0013905	0,02286	1326,58	1428,83	2755,41	3,2238	5,7311	0,001733	0,008934	1665,74	903,05	2568,79	3,7704	5,2211			
83	297,56	0,0013939	0,02254	1331,29	1422,56	2753,86	3,2319	5,7244	0,001745	0,008746	1673,78	888,35	2562,14	3,7827	5,2076			
84	298,40	0,0013971	0,02222	1335,98	1416,30	2752,29	3,2398	5,7177	0,001757	0,008562	1681,88	873,44	2555,32	3,7952	5,1949			
85	299,24	0,0014005	0,02191	1340,65	1410,07	2750,72	3,2478	5,7111	0,001769	0,008380	1690,02	858,31	2548,33	3,8076	5,1800			
86	300,07	0,0014039	0,02162	1345,30	1403,84	2749,15	3,2556	5,7046	0,001782	0,008201	1698,23	842,92	2541,15	3,8202	5,1651			
87	300,89	0,0014073	0,02133	1349,91	1397,61	2747,52	3,2634	5,6981	0,001795	0,008024	1706,51	827,26	2533,77	3,8328	5,1516			
88	301,70	0,0014106	0,02104	1354,49	1391,40	2745,89	3,2711	5,6915	0,001809	0,007850	1714,86	811,32	2526,18	3,8455	5,1369			
89	302,51	0,0014140	0,02076	1359,05	1385,19	2744,23	3,2788	5,6850	0,001824	0,007677	1723,30	795,06	2518,36	3,8584	5,1220			
90	303,31	0,0014174	0,02048	1363,59	1378,99	2742,59	3,2864	5,6786	0,001838	0,007507	1731,85	778,45	2510,30	3,8714	5,1068			
91	304,11	0,0014208	0,02021	1368,11	1372,79	2740,90	3,2940	5,6721	0,001854	0,007338	1740,51	761,47	2501,98	3,8845	5,0912			
92	304,89	0,0014242	0,01996	1372,59	1366,60	2739,19	3,3016	5,6657	0,001870	0,007170	1749,30	744,07	2493,37	3,8979	5,0753			
93	305,67	0,0014277	0,01970	1377,06	1360,41	2737,47	3,3090	5,6593	0,001887	0,007004	1758,24	726,24	2484,46	3,9114	5,0590			
94	306,45	0,0014311	0,01944	1381,51	1354,22	2735,73	3,3164	5,6529	0,001905	0,006839	1767,31	707,82	2475,23	3,9251	5,0422			
95	307,22	0,0014346	0,01919	1385,95	1348,04	2733,98	3,3239	5,6465	0,001924	0,006675	1776,57	689,05	2465,62	3,9391	5,0249			
96	307,98	0,0014381	0,01895	1390,35	1341,85	2732,19	3,3312	5,6402	0,001944	0,006510	1786,04	669,88	2455,62	3,9534	5,0071			
97	308,73	0,0014416	0,01871	1394,73	1335,67	2730,40	3,3385	5,6338	0,001965	0,006347	1795,76	649,41	2445,16	3,9681	4,9886			
98	309,48	0,0014451	0,01848	1399,10	1329,48	2728,58	3,3458	5,6276	0,001988	0,006184	1805,73	628,49	2434,21	3,9831	4,9695			
99	310,22	0,0014486	0,01825	1403,45	1323,29	2726,74	3,3530	5,6213	0,002012	0,006019	1816,02	606,69	2422,71	3,9986	4,9496			
100	310,96	0,0014521	0,01802	1407,78	1317,10	2724,88	3,3601	5,6149	0,002038	0,005853	1826,68	583,89	2410,56	4,0147	4,9286			
102	312,42	0,0014592	0,01758	1416,39	1304,73	2721,12	3,3743	5,6024	0,002067	0,005686	1837,76	559,93	2397,68	4,0314	4,9066			
104	313,86	0,0014664	0,01716	1424,93	1292,30	2717,32	3,3884	5,5900	0,002098	0,005517	1849,34	534,82	2383,96	4,0488	4,8835			
106	315,27	0,0014736	0,01675	1433,40	1280,04	2713,44	3,4023	5,5776	0,002131	0,005344	1861,56	507,65	2369,21	4,0672	4,8588			
108	316,67	0,0014809	0,01636	1441,83	1267,70	2709,52	3,4161	5,5654	0,002170	0,005166	1874,55	478,68	2353,22	4,0862	4,8322			
110	318,04	0,0014883	0,01598	1450,19	1255,36	2705,55	3,4298	5,5532	0,002212	0,004982	1888,54	447,14	2335,68	4,1079	4,8033			
112	319,40	0,0014958	0,01561	1458,49	1243,02	2701,52	3,4433	5,5410	0,002263	0,004788	1903,81	412,35	2316,16	4,1309	4,7714			
114	320,73	0,0015034	0,01526	1466,75	1230,67	2697,43	3,4567	5,5289	0,002320	0,004588	1920,95	372,92	2293,87	4,1568	4,7354			
116	322,05	0,0015111	0,01492	1474,96	1218,31	2693,27	3,4700	5,5169	0,002383	0,004385	1940,87	323,68	2267,55	4,1870	4,6932			
118	323,35	0,0015189	0,01458	1483,13	1205,93	2689,06	3,4832	5,5048	0,002450	0,004199	1965,68	268,67	2234,35	4,2246	4,6404			
120	324,64	0,0015267	0,01426	1491,26	1193,52	2684,78	3,4964	5,4929	0,002524	0,004031	2002,44	182,57	2185,02	4,2807	4,5630			
											2084,0	0,00	2084,0		4,4062			

ÖVERHETTAD VATTENÅNGA
v m³/kg, h kJ/kg, s kJ/(kg·°C)
(Utdrag ur Faxén; Ängtabelle)

0,10 bar/45,83 °C						0,24 bar/64,08 °C						0,50 bar/81,35 °C					
°C	v	h	s	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s			
50	14,87	2692	8,175						3,419	2683	7,696						
60	15,34	2612	8,233			6,760	2647	7,935	8,041	2686	8,041						
80	16,28	2650	8,344			7,151	2686	8,041	8,609	2722	7,798						
100	17,20	2688	8,449						3,797	2761	7,894						
120	18,13	2726	8,548			7,540	2724	8,142	3,984	2800	7,986						
140	19,05	2764	8,643			7,928	2763	8,232	4,170	2839	8,074						
160	19,98	2802	8,733			8,316	2801	8,328	4,356	2879	8,168						
180	20,90	2841	8,820			8,702	2840	8,415	4,542	2918	8,259						
200	21,82	2879	8,904			9,088	2879	8,499	4,728	2957	8,347						
220	22,75	2918	8,984			9,474	2918	8,579	4,913	2996	8,435						
240	23,67	2957	9,062			9,859	2957	8,657	5,099	3035	8,522						
260	24,60	2997	9,137			10,24	2996	8,732	5,284	3075	8,605						
280	25,52	3036	9,210			10,63	3036	8,805	5,469	3115	8,692						
300	26,45	3076	9,280			11,02	3075	8,876	5,654	3155	8,779						
320	27,37	3116	9,349			11,40	3115	8,944	5,839	3196	8,866						
340	28,29	3156	9,415			11,79	3156	9,011	6,024	3236	8,953						
360	29,22	3196	9,480			12,17	3196	9,076	6,209	3277	9,040						
380	30,14	3237	9,543			12,56	3237	9,139	6,394	3318	9,127						
400	31,06	3278	9,605			12,94	3278	9,201	6,579	3360	9,215						
420	31,99	3319	9,665			13,33	3319	9,261	6,764	3402	9,303						
440	32,91	3360	9,724			13,71	3360	9,320	6,949	3444	9,391						
460	33,83	3402	9,782			14,09	3402	9,377	7,134	3486	9,479						
480	34,76	3444	9,838			14,48	3444	9,434	7,318	3528	9,566						
500	35,68	3486	9,893			14,86	3486	9,489	7,503	3571	9,654						
520	36,60	3529	9,948			15,25	3528	9,543									
540	37,52	3571	10,001			15,63	3571	9,597									

1,0 bar/99,63 °C						1,4 bar/109,32 °C						2,0 bar/120,23 °C					
°C	v	h	s	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s			
120	1,794	2717	7,468			1,275	2713	7,304	0,9355	2749	7,231						
140	1,890	2757	7,567			1,345	2754	7,406	0,9845	2790	7,329						
160	1,984	2797	7,661			1,413	2794	7,501	1,033	2831	7,421						
180	2,079	2836	7,750			1,481	2834	7,591	1,081	2871	7,507						
200	2,173	2875	7,835			1,549	2874	7,677	1,128	2911	7,590						
220	2,266	2915	7,916			1,616	2913	7,759	1,175	2951	7,670						
240	2,360	2954	7,995			1,683	2953	7,838	1,223	2991	7,746						
260	2,453	2994	8,071			1,750	2993	7,914	1,270	3031	7,820						
280	2,546	3034	8,144			1,817	3033	7,997	1,316	3071	7,892						
300	2,639	3074	8,215			1,883	3073	8,068	1,363	3112	7,961						
320	2,732	3114	8,284			1,950	3113	8,127	1,410	3152	8,028						
340	2,825	3154	8,350			2,016	3153	8,194	1,456	3193	8,094						
360	2,917	3195	8,415			2,082	3194	8,259	1,503	3234	8,157						
380	3,010	3235	8,479			2,149	3235	8,323	1,549	3275	8,219						
400	3,103	3276	8,541			2,215	3276	8,385	1,596	3316	8,280						
420	3,195	3318	8,601			2,281	3317	8,445	1,642	3358	8,339						
440	3,288	3359	8,660			2,347	3359	8,504	1,689	3400	8,397						
460	3,380	3401	8,718			2,414	3400	8,562	1,735	3442	8,453						
480	3,473	3443	8,774			2,480	3443	8,618	1,781	3484	8,509						
500	3,565	3485	8,830			2,546	3485	8,674	1,828	3527	8,563						
520	3,658	3528	8,884			2,612	3528	8,728	1,874	3570	8,617						
540	3,750	3571	8,937			2,678	3570	8,782									

2,8 bar/131,21 °C						4,0 bar/143,63 °C						5,0 bar/151,95 °C					
°C	v	h	s	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s			
140	0,6626	2741	7,062			0,4840	2775	6,982	0,3837	2767	6,965						
160	0,6985	2784	7,163			0,5095	2819	7,081	0,4047	2813	6,967						
180	0,7338	2826	7,257			0,5345	2861	7,172	0,4251	2856	7,060						
200	0,7686	2867	7,346														
220	0,8029	2908	7,430			0,5590	2903	7,258	0,4451	2898	7,148						
240	0,8370	2948	7,511			0,5833	2944	7,340	0,4648	2940	7,231						
260	0,8710	2988	7,588			0,6073	2985	7,418	0,4832	2932	7,310						
280	0,9048	3029	7,662			0,6311	3026	7,493	0,5035	3023	7,386						
300	0,9384	3069	7,734			0,6549	3066	7,566	0,5227	3064	7,459						
320	0,9720	3110	7,804			0,6786	3107	7,636	0,5417	3105	7,530						
340	1,005	3151	7,871			0,7022	3148	7,704	0,5607	3146	7,598						
360	1,039	3191	7,937			0,7258	3189	7,769	0,5797	3187	7,664						
380	1,072	3232	8,000			0,7492	3230	7,834	0,5985	3229	7,729						
400	1,106	3274	8,063			0,7726	3272	7,896	0,6173	3270	7,791						
420	1,139	3315	8,123			0,7960	3313	7,957	0,6361	3312	7,852						
440	1,172	3357	8,183			0,8194	3355	8,016	0,6549	3354	7,912						
460	1,205	3399	8,241			0,8427	3397	8,074	0,6736	3396	7,970						
480	1,238	3441	8,297			0,8661	3440	8,131	0,6923	3438	8,027						
500	1,272	3483	8,353			0,8893	3482	8,187	0,7109	3481	8,083						
520	1,305	3526	8,407			0,9126	3525	8,242	0,7296	3524	8,138						
540	1,338	3569	8,461			0,9358	3568	8,295	0,7482	3567	8,191						

6,0 bar/158,84 °C						7,0 bar/164,96 °C						8,0 bar/170,41 °C					
°C	v	h	s	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s			
160	0,3167	2759	6,765			0,2848	2799	6,788	0,2472	2792	6,714						
180	0,3348	2806	6,871			0,3001	2845	6,888	0,2609	2840	6,817						
200	0,3522	2851	6,968														
220	0,3691	2894	7,057			0,3148	2890	6,979	0,2741	2885	6,910						
240	0,3858	2936	7,142			0,3293	2933	7,065	0,2870	2929	6,997						
260	0,4022	2978	7,222			0,3435	2975	7,146	0,2996	2972	7,080						
280	0,4184	3020	7,298			0,3575	3017	7,223	0,3120	3014	7,158						
300	0,4345	3061	7,372			0,3715	3059	7,298	0,3242	3056	7,233						
320	0,4505	3103	7,443			0,3853	3101	7,369	0,3364	3098	7,304						
340	0,4664	3144	7,512			0,3990	3142	7,438	0,3484	3140	7,340						
360	0,4822	3186	7,578			0,4126	3184	7,505	0,3604	3182	7,441						
380	0,4980	3227	7,643			0,4262	3225	7,570	0,3724	3224	7,506						
400	0,5137	3269	7,706			0,4398	3267	7,633	0,3843	3266	7,569						
420	0,5295	3311	7,767			0,4534	3309	7,694	0,3962	3308	7,631						
440	0,5451	3353	7,827			0,4668	3351	7,754	0,4080	3350	7,691						
460	0,5607	3395	7,885			0,4802	3394	7,813	0,4198	3393	7,750						
480	0,5763	3437	7,942			0,4936	3436	7,870	0,4316	3435	7,807						
500	0,5919	3480	7,998			0,5070	3479	7,926	0,4433	3478	7,863						
520	0,6075	3523	8,053			0,5204	3522	7,981	0,4551	3521	7,918						
540	0,6231	3566	8,106			0,5338	3565	8,034	0,4668	3564	7,972						

B1

DATA: $F = 310 \text{ kmol/h}$

$x_F = 0.30$

$x_B = 0.10$

$x_D = 0.95$

$R = 1.75 R_{min}$

SÖKT: $D, B, n_{VERKLIGA}, n_{ÄNGA}, Q_{KOND}$

LÖSNING:

PRODUKTFLÖDENÄ BEST. GENOM TOTAL- OCH KOMP.BALANS

T.B.: $F = D + B$

K.B.: $F x_F = D x_D + B x_B$

$D = F \frac{x_F - x_B}{x_D - x_B} \Rightarrow$

$\left\{ \begin{array}{l} D = 72.9 \text{ kmol/h} \\ B = 237.1 \text{ kmol/h} \end{array} \right.$

ANTALET IDEALA STEG BEST. MED MCLEBE-THIELES METOD

VERIFIKERAR ANTALET VERKLIGA KÄTT BEST. MHA AV VERKLIGR.

BEST. AV R_{min} :

$\phi_{min} = 0.44$

$\phi_{min} = \frac{x_D - x_B}{R_{min} + 1}$

$x_D = 0.95$

$R_{min} = 1.16$

$R = 2.03 \Rightarrow \phi = 0.31 \Rightarrow$ ÖVRE DRIFTLINJEN

KAN KONSTRUERAS. NEDRE DRIFTLINJEN KONSTRUERAS

"STEGNING" GER 6 IDEALA BOTTVAR SAMT ÅTERKOKARE $\Rightarrow \frac{6}{2} = \{ \eta = 0.60 \} = \underline{\underline{10 \text{ VERKLIGA BOTTVAR}}}$

VÄRMEBALANS ÖVER ÅTERKOKAREN

$m \Delta H_{VAP}^{H_2O} = \bar{V} \Delta H_{VA}$

$\Delta H_{VAP}^{H_2O} = \{ 4600 \} = 2133.94 \text{ kJ/kg}$

$\Delta H_{VAP} = 35.4 \text{ kJ/mol}$

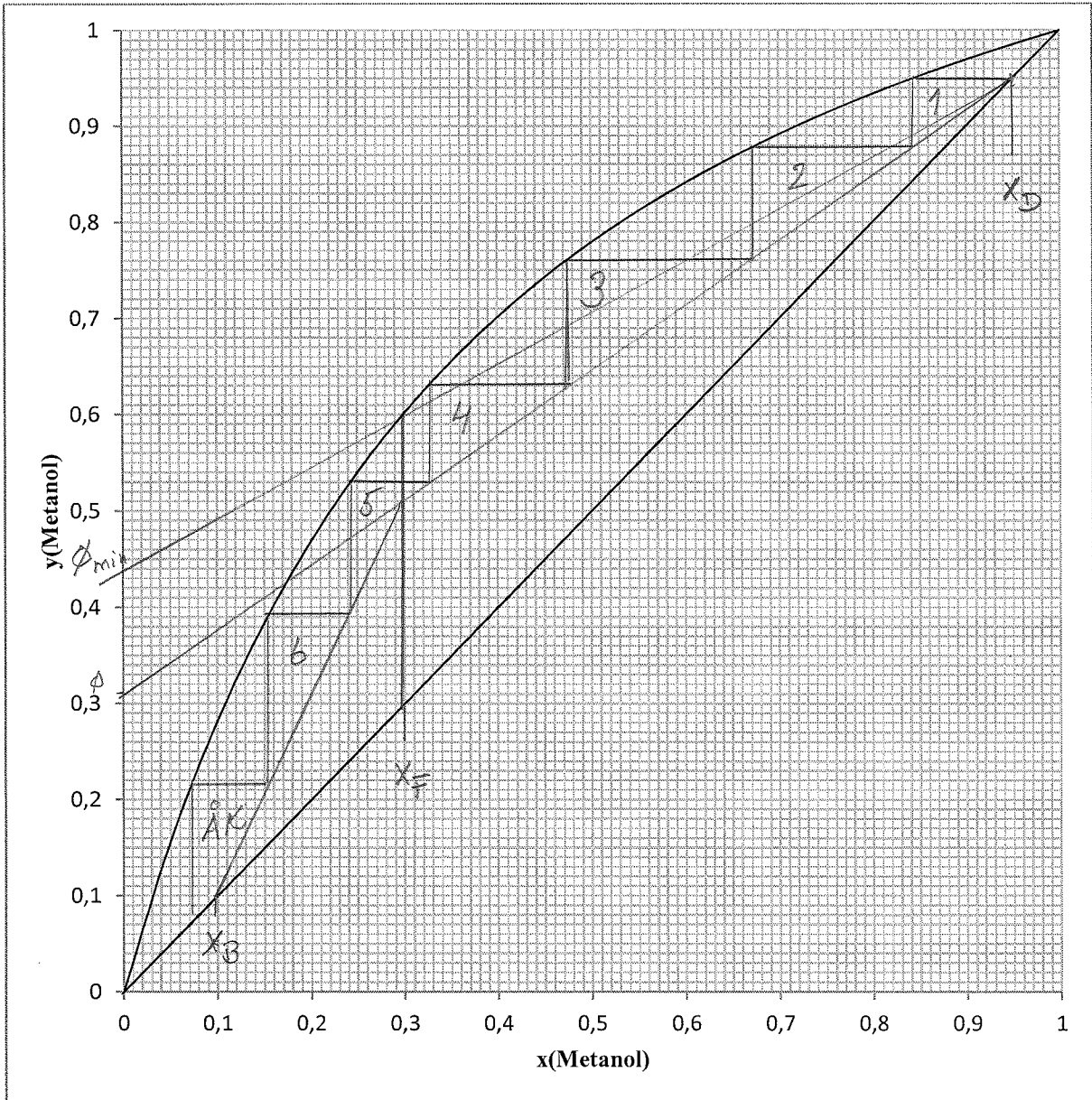
$\bar{V} = D(R + 1) = 220.9 \text{ kmol/h}$

$m = \bar{V} \cdot \frac{\Delta H_{VAP}^{H_2O}}{\Delta H_{VA}} \Rightarrow \underline{\underline{m = 3664.3 \text{ kg/h}}}$

VÄRMEBALANS ÖVER TOTALKONDENSOR GER KYLBEHOV

$$Q = \bar{V} \Delta H_{VAP} \Rightarrow \underline{\underline{Q = 6240.1 \text{ kJ/h.}}}$$

Jämvikstdiagram systemet metanol/vatten vid 760 mmHg



B2

DATA: $P = 1 \text{ atm}$

$$x_2 = 0,0$$

$$S = 1,5 \text{ m}^2$$

$$V_1 = 0,062 \text{ kmol/s}$$

$$y_1 = 0,016$$

$$\alpha = 0,75$$

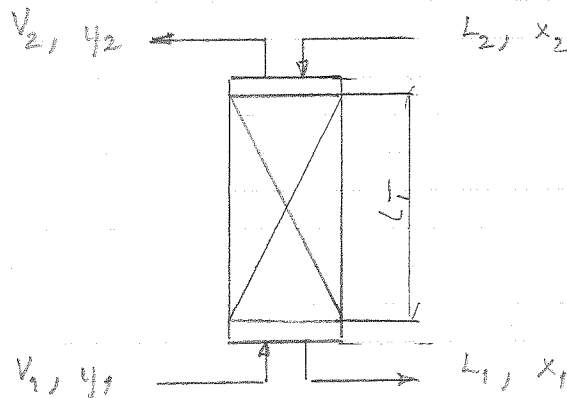
$$\frac{L}{L_{\min}} = 1,18$$

$$y = 40x$$

$$K_a a = 4,44 \cdot 10^{-2} \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{atm}$$

SÖKT: L_T

LÖSNING:

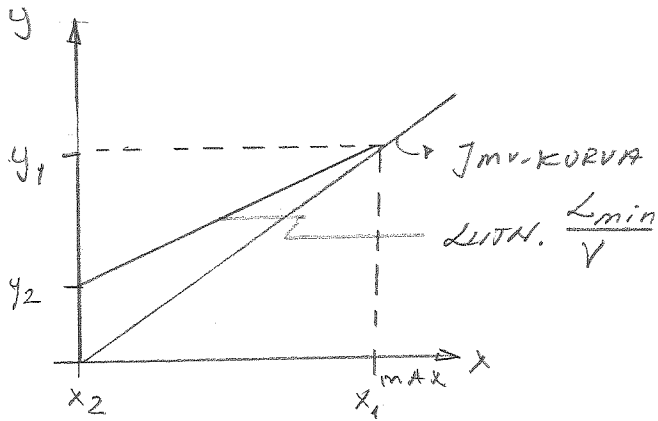


ANTAS LÅGA HASTER $\Rightarrow L_1 = L_2 = L$ SAMT $V_1 = V_2 = V$

FÖR "JÄMVIKSKURVA" OCH DRIFTLINJE GER ATT HÖJDEN
BERÄKNAS FRÅN

$$L_T = \frac{V/S}{K_a a P} \cdot \frac{1}{1 - \frac{mV}{L}} \ln \frac{y_1 - mx_1}{y_2 - mx_2}$$

BEST. VÄTSKEFLÖDET, L , FRÅN L_{\min}



$$\frac{L_{\min}}{V} = \frac{y_1 - y_2}{y_1/40}$$

$$(1 - 0,75) V y_1 = V y_2$$

$$y_2 = 0,004$$

$$L_{\min} = 1,86 \text{ kmol/s}$$

$$L = 2,19 \text{ kmol/s}$$

$$\therefore x_1? \quad 0,75 V y_1 = L x_1 \Rightarrow x_1 = 3,4 \cdot 10^{-4}$$

AVTÄNSANDET LÅGA HALTER OK!

$$L_T = H_{OG} N_{OG}$$

$$H_{OG} = \frac{V/S}{K_G a P}$$

$$H_{OG} = 0,93 \text{ m}$$

$$N_{OG} = \frac{1}{1 - mV/L} \ln \frac{y_1 - m x_1}{y_2 - m x_2}$$

$$N_{OG} = 3,86$$

$$L_T = 3,59 \text{ m}$$

SVAR: 3,6 m

23

DATA: $\rho_s = 2800 \text{ kg/m}^3$

$$J = 0,035$$

$$A = 66 \text{ m}^2$$

$$\Delta P = 2,5 \text{ bar}$$

$$T = 40^\circ\text{C}$$

$$V_{\text{KAKA}} = 1,5 \text{ m}^3$$

$$\epsilon = 0,55$$

$$\rho = 992,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 6,56 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$V = f(t) \text{ DATA.}$$

SÖKT: • UPPSKATTA TIDEN FÖR ATT FYLLA FILTRET

• ORSAKEN TILL PROBLEMET

LÖSNING:

FILTREKVATIONEN INTEGRERAS VILKET GER

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu \rho_{\text{KAKA}}}{2 A^2 \Delta P} V + \frac{\mu R_m}{A \Delta P}$$

VILKET KAN TECKNAS PÅ ALLMÄN FORM $t = kV^2 + mV$

k OCH m BESTÄMS FRÅN GIVNA $V = f(t)$ DATA

SAMT ATT FILTRATVOLYMEN BERÄKNAS.

t [s]	V [m ³]	$\frac{t}{V}$ [$\frac{\text{s}}{\text{m}^3}$]
120	5	24.0
435	10	43.5

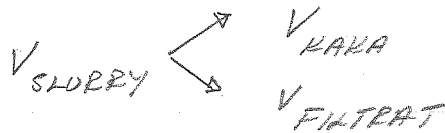
LINJÄ REGRESSION GER

$$r = 1,00$$

$$k = 3,96 / \text{m}^6$$

$$m = 4,5 \text{ s/m}^3$$

FILTRATVOLYMEN SÖKS



$$V_{KAKA} = 1.5 \text{ m}^3$$

$$m_{FAST} = V_{KAKA} \rho_s (1 - \epsilon) \Rightarrow V_{FAST} = 1890 \text{ kg}$$

$$J = \frac{m_{FAST}}{m_{FAST} + m_{FILTRAT}}$$

$$m_{FILTRAT} = 52110 \text{ kg}$$

$$V_{FILTRAT} = 52.5 \text{ m}^3$$

$$t = \epsilon V^2 + mV \Rightarrow t = 10993.7 \text{ s} \Rightarrow t = 183 \text{ min.}$$

TAR MAN HÄNTYNN TILL ATT DET FINNS VÄTJKA I KAKANS POREER FÖR $t = 177 \text{ min}$

DRÄKEN TILL PROBLEMET KAN LÖSAS GENOM ATT ANALYSERA DE NYA FILTRERINGSDATA. MAN KAN SNARBT FÅ EN UPPEFATTNING OM PROBLEMET LIGGER I FILTERMEDIET (OCH INITIALSKEDET AV FILTRERINGEN) ELLER I KAKUPPBYGGNADSKEDET. I DET FÖRITNÄMNDFA FALLET PÅVERKAS SLÄRNINGEN I FILTEREKVATIONEN VID KONST. TRYCK (TY P_m) I DET SENARE FALLET PÅVERKAS LUTNINGEN (TY α_{AV}).

TIDIGARE DATA $k = 3.96 / \text{m}^6$ $m = 4.56 / \text{m}^3$

NYA DATA $k = 6.9 \text{ s} / \text{m}^6$ $m = 4.56 / \text{m}^3$

AV DETTA FRÅMBÄR ATT STÖRSTA ÄNDRINGEN SEER I LUTNINGEN $\Rightarrow \alpha_{AV}$ ÄNDRAT \Rightarrow PARTIKELARNAS HÅR ÄNDRAT EGENSKAP

84

DATA: $L_0 = 900 \text{ kg/h}$

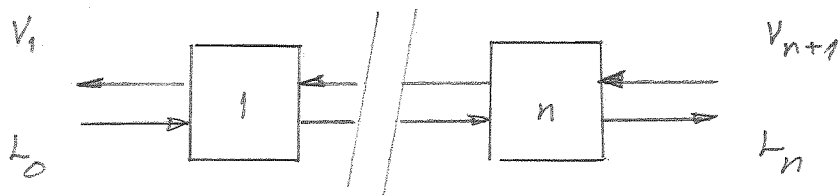
$$x_A^o = 0.35$$

$$x_A^n = 0.04$$

$$V_{n+1} = 1250 \text{ kg/h}$$

SÖKT: V_1, L_n, n

LÖSNING:



KÄNDA STRÖMMAR LÄGGS IN I TRIANGELDIAG.

SÖK BLANDP. PUNKTEN MELLAN L_0 OCH V_{n+1}

$$\left. \begin{array}{l} L_0 a = V_{n+1} b \\ a + b = 111 \end{array} \right\} \begin{array}{l} a = 64.5 \\ b = 46.5 \end{array}$$

V_1 KONSTRUERAS UTFRÅN L_n OCH M. POLEN

KONSTRUERAS. STEGNING GER 3.5 STEG \sim 4 STEG.

V_1 OCH L_4 BEST MED TOTALBALANS OCH HÄVSTÄNGEL-
REGLN.

$$L_0 + V_5 = V_1 + L_4 \Rightarrow 2150 = V_1 + \frac{d}{c} V_1 \Rightarrow V_1 = 1577 \text{ kg/h}$$

$$L_4 c = V_1 d \quad \left. \begin{array}{l} c = 55 \\ d = 20 \end{array} \right\} L_4 = \frac{V_1 d}{c} \quad L_4 = 573 \text{ kg/h}$$

SVAR: 4 STEG, $V_1 = 1577 \text{ kg/h}$. $L_4 = 573 \text{ kg/h}$

SYSTEMET ACETON-ETYLACETAT-VATTEN

2

