

Høgskolen i Østfold, Avdeling for ingeniørfag

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: IRM32513 Prosess- og energisystemer (10 studiepoeng)

Foreleser og emneansvarlig: Ole Kr. Førriisdahl, 69 10 40 81 (kontor), 974 973 78 (mobil)

Grupper: M3	Dato: 11.12.2020	Tid: 0900-1230 (siste 30 min er påtenkt opplastning av .pdf fil)
Antall oppgavesider: 6 (denne side inkludert)	Antall vedleggsider: 15	
Hjelpemidler: Alle skriftlige kilder. Det er forbudt å kommunisere med andre om eksamensoppgavene under skriftlig hjemmeeksamen. .		
Sensureringsfrist: 27.01.2021	Oppgaven er kontrollert: Ja av sensor	
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG THE CANDIDATE MUST CHECK THAT EXAME IS COMPLETE		

Dersom du savner opplysninger som er nødvendige for at du skal kunne løse oppgavene, bruker du symboler eller rimelige verdier med begrunnelse.

Oppgi alle svar i SI-enheter hvis annet ikke er spesifisert.

Oppgavesettet består av oppgaver som til sammen utgjør 112%.

Du trenger ikke å besvare flere oppgaver enn at summen av disse utgjør 100 %.

Sagt på en annen måte: Du kan velge vekk en eller flere deloppgaver på til sammen 12 %.

Du kan ikke velge vekk oppgaver som må besvares (oppgave 1, 2a, 2b, 3), disse utgjør til sammen 76 %.

Hvis du velger å besvare så mange oppgaver at summen utgjør mer enn 100 %, vil din karakter bli satt i forhold til det antall oppgaver du har besvart, for eksempel er $81/106 = 0.76$.

Problem 1 (6 %) (MÅ BESVARES)

I faget Prosess- og energisystemer er det høsten 2020 gitt en teknisk rapport med temaet ulykker som skal leveres på eksamen.

Besvarelsen på denne oppgaven skal leveres i Inspira senest torsdag 08.01.2021 kl. 12.00. Det er mulig å erstatte innlevert fil helt frem til innleveringsfristen. Rapporten skal leveres som en (1) .pdf fil. Filnavnet skal inneholde ditt kandidatnummer og navn på ulykke. Filens størrelse skal ikke overstige 1 GB.

Det må klart fremgå av første side av rapporten, hvem du har samarbeidet med i form av kandidatnummer på denne.

Teknisk rapport «Ulykker» vil bli evaluert.

Etter innlevering, sjekk at opplastet fil samstemmer med hva du leverte inn.

Problem 2 (50 %) (MÅ BESVARES)

a) (45 %) (MÅ BESVARES)

I faget Prosess- og energisystemer er det høsten 2020 gitt en større prosjektoppgave.

Besvarelsen på denne oppgaven skal leveres i Inspira senest torsdag 08.01.2021 kl. 12.00. Rapporten skal leveres som en (1) .pdf fil. Filnavnet skal inneholde ditt kandidatnummer samt ett ord/navn relatert til oppgaven. Filens størrelse skal ikke overstige 1 GB.

Det må klart fremgå av første side av rapporten, hvem du har samarbeidet med i form av kandidatnummer på disse.

Den skriftlige rapporten på den større prosjektoppgaven vil bli evaluert.

Etter innlevering, sjekk at opplastet fil samstemmer med hva du leverte inn.

b) (5 %) (MÅ BESVARES)

I faget Prosess- og energisystemer er det høsten 2020 gitt en større prosjektoppgave, det skal utarbeides er elektronisk presentasjon av denne.

Besvarelsen på denne oppgaven skal leveres i Inspira senest torsdag 08.01.2021 kl. 12.00. Den elektroniske presentasjonen skal leveres som en fil (.pptx .avi eller .mp4 se innleveringsinfo i Canvas). Filnavnet skal inneholde ditt kandidatnummer samt ett ord/navn relatert til oppgaven. Filens størrelse skal ikke overstige 1 GB.

Det må klart fremgå i presentasjonen, hvem du har samarbeidet med i form av kandidatnummer på disse.

En elektronisk presentasjon av prosjektoppgaven vil bli evaluert.

Etter innlevering, sjekk at opplastet fil samstemmer med hva du leverte inn.

Problem 3 (20 %) MÅ BESVARES

I en prosessbedrift har man behov for både oppvarming og avkjøling av forskjellige fluidstrømmer. I et prosessavsnitt finnes følgende 4 strømmer A, B, C og D:

Strøm A skal kjøles fra 150 °C til 30 °C med $CP_A = 1,0 \text{ kWK}^{-1}$

Strøm B skal varmes opp fra 80 °C til 140 med $CP_B = 4,5 \text{ kWK}^{-1}$

Strøm C skal varmes fra 20 °C til 135 °C med $CP_C = 2,0 \text{ kWK}^{-1}$

Strøm D skal kjøles fra 180 °C til 60 °C med $CP_D = 3,0 \text{ kWK}^{-1}$

Der CP_i er massestrøm multiplisert med spesifikk varmekapasitet for strøm i .

Du skal komme med ett konkrete forslag til optimal varmeintegrasjon for prosessavsnittet. Samt komme med begrunnelser for å implementere ditt forslag. Hver kandidat skal ta utgangspunkt i verdiene gitt i tabell 1. Spesifiser alle nødvendige antagelser.

Tabell 1. Oversikt over hvilke variable hver kandidat skal bruke i sin analyse.

Kandidatnummer	ΔT_{\min}	Totalt oppvarmingsbehov eksisterende prosess	Totalt kjølebehov eksisterende prosess
101	10 K	300 kW	300 kW
102	10 K	310 kW	310 kW
103	10 K	300 kW	310 kW
104	10 K	310 kW	320 kW
105	15 K	340 kW	340 kW
106	15 K	350 kW	350 kW
107	15 K	355 kW	350 kW
108	15 K	350 kW	355 kW
109	20 K	400 kW	400 kW
110	20 K	410 kW	410 kW
111	20 K	415 kW	415 kW

Problem 4 (12 %)

En binær blanding der den komponenten med det laveste kokepunktet utgjør 40 vekt % av føden skal skilles i en rektifikasjonskolonne. Føden består av $500 - X$ kg/h væske og $500 + X$ kg/h damp, der X er gitt i tabell 2. (Kandidat 103 skal bruke $500 - 15$ og $500 + 15$)

Destillat og bunnprodukt skal inneholde henholdsvis 95 vekt % og 5 vekt % av komponenten med det laveste kokepunktet.

Tilbakeførsforholdet, R , og den relative flyktigheten, α , er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over hvilke variable hver kandidat skal bruke i sine beregninger.

Kandidatnummer	X	R	α
101	5	2,9	2,5
102	10	3,0	3,0
103	15	3,1	3,5
104	10	3,2	3,0
105	15	3,3	2,5
106	20	3,4	3,0
107	5	3,5	4,0
108	15	3,4	3,0
109	20	3,5	3,5
110	10	2,9	3,0
111	10	2,8	2,5

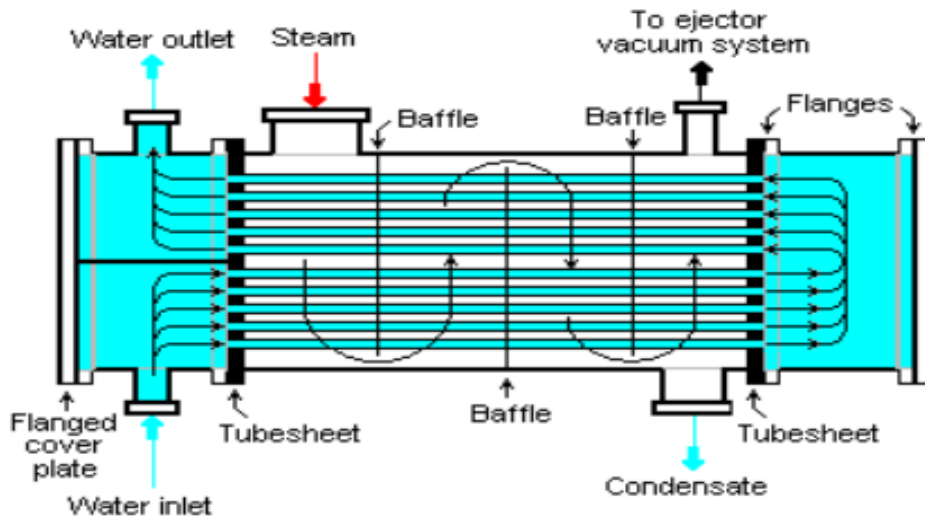
a) (6 %)

Sett opp masse og energibalanse for rektifikasjonskolonnen, spesifiser alle nødvendige antagelser. Estimer destillatstrømmen i kg/h

b) (6 %)

Beregn antall reelle plater i kolonnen hvis den totale trinnvirkningsgraden er 0,8. Besvarelsen skal inneholde beregninger og en skisse av hvordan du kom frem til svaret.

Problem 5 (12 %)



Figur 1. Illustrasjon av en mangerørsvarmeveksler. Du trenger ikke å bruke dette designet ved løsning av oppgaven.

Du arbeider i en bedrift som bruker en mangerørsvarmeveksler. I mangerørsvarmeveksleren kondenserer vanndamp på varm side og vann varmes opp på kald side. Spesifiser hvilken informasjon man trenger for å bestemme temperaturøkningen til vannet på kald side. Spesifiser antagelser, sett opp ligninger og beregningsgang. Hva må man tenke på hvis man skal gå til innkjøp av en ny varmeveksler?

Problem 6 (12 %)

a (6 %)

Diskuter forskjellige utfordringer ved naturgass hydrater

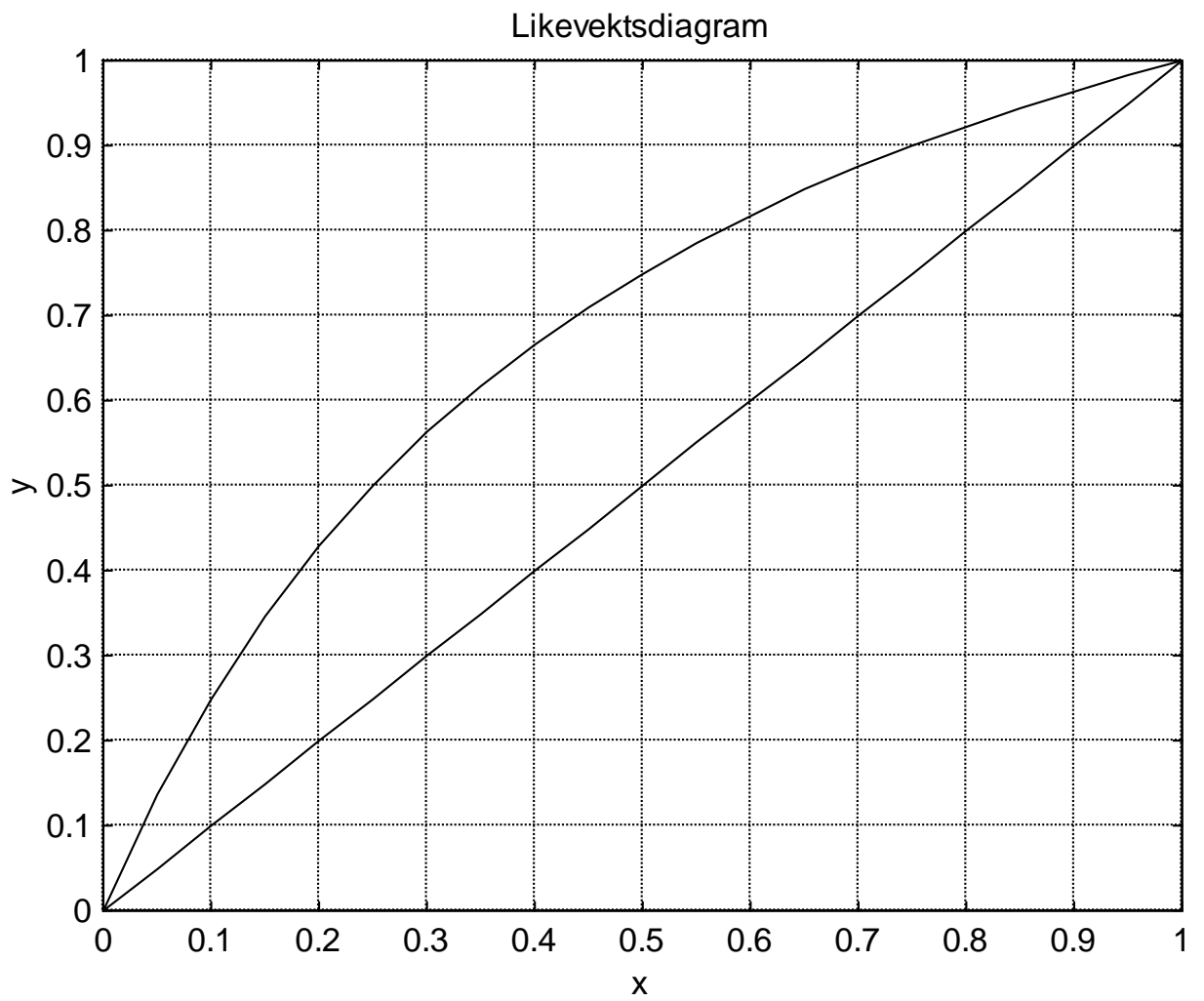
b) (6 %)

Vis du har lært deg noe (relatert til faget) i løpet av kurset i prosess- og energisystemer, som du ikke har fått spørsmål om på denne eksamen.

Appendix 1

Kandidat nummer: _____

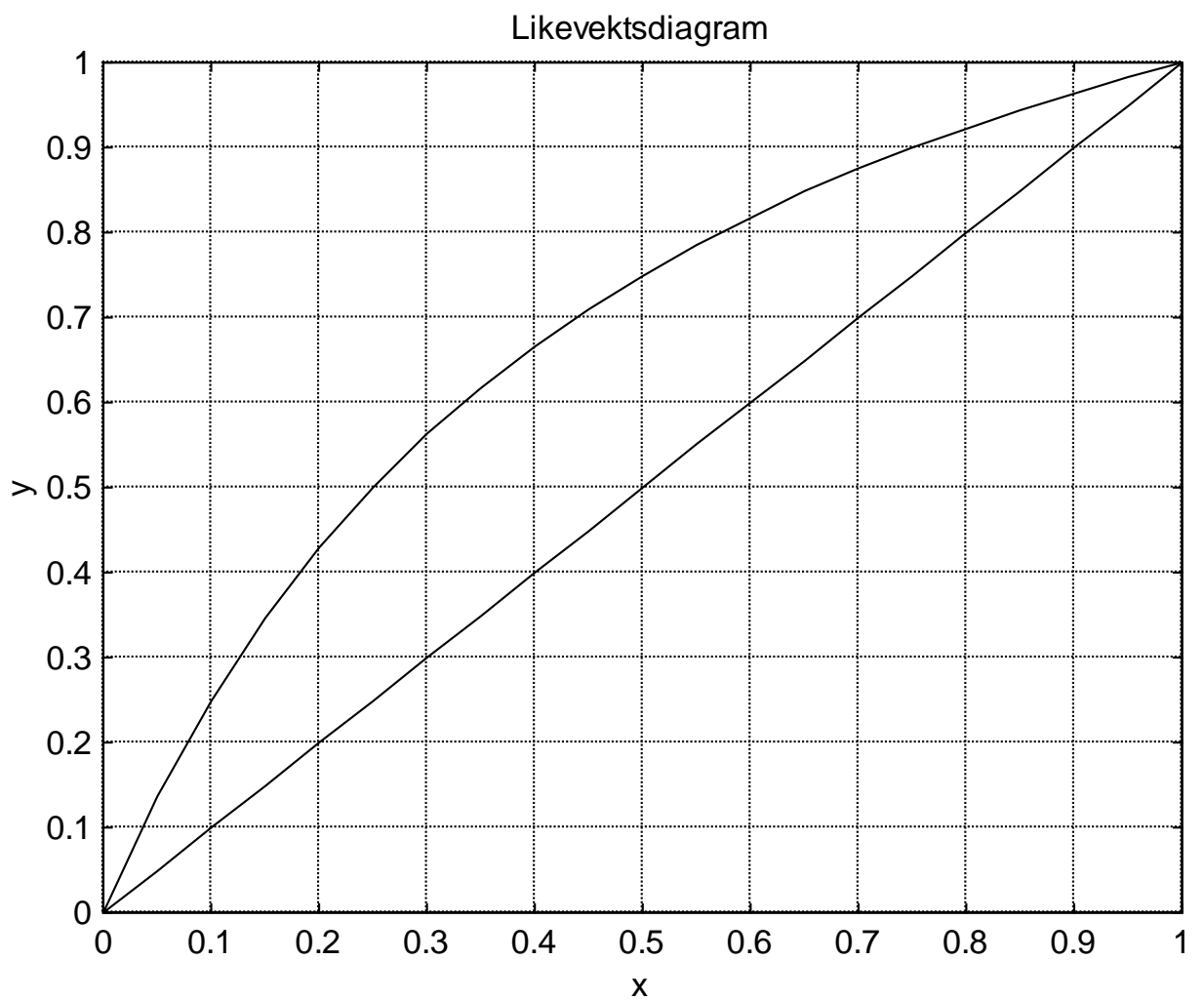
Equilibrium diagram (x weight %, y weight %)



Appendix 1

Kandidat nummer: _____

Equilibrium diagram (x weight %, y weight %)



Appendix 2

Destillasjon

$$\text{Relativ flyktighet: } \alpha_A = \frac{P_A x_B}{P_B x_A}$$

$$\text{eller: } \alpha = \frac{y(1-x)}{x(1-y)}$$

$$\text{For ideelle blandinger: } P_A = P_A^0 x_A \quad P_B = P_B^0 x_B \quad \alpha = \frac{P_A^0}{P_B^0}$$

$$x = \frac{P - P_B^0}{P_A^0 - P_B^0} \quad y = \frac{P_A}{P} = \frac{P_A^0 x}{P} \quad y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$$

Differensialdestillasjon:

$$\text{Raleighs ligning: } \ln \frac{L_0}{L} = \int_x^{x_0} \frac{dx}{y-x}$$

Når α for blandingen er konstant:

$$\ln \frac{L_0}{L} = \frac{-1}{\alpha - 1} (\ln \frac{x}{x_0} - \alpha \ln \frac{1-x}{1-x_0})$$

Likevektsdestillasjon:

Materialbalanse over flyktigst komponent:

$$F x_F = D x_D + B x_B = D x_D + (F - D) x_B$$

$$\text{som gir: } \frac{D}{F} = \frac{x_F - x_B}{x_D - x_B}$$

Vanndampdestillasjon:

$$\frac{W_A}{W_{H_2O}} = \frac{P_A^0 M_A}{(P - P_A^0) 18} \quad \text{idet } P = P_A^0 + P_{H_2O}^0$$

Rektifikasjon:

$$q = \frac{H_D - H_F}{\lambda_m} \quad \text{eller: } q = \text{den del av fødingen som går nedover som væske}$$

der H_F er fødingens entalpi

H_D er entalpien av fødingen når den foreligger som mettet damp

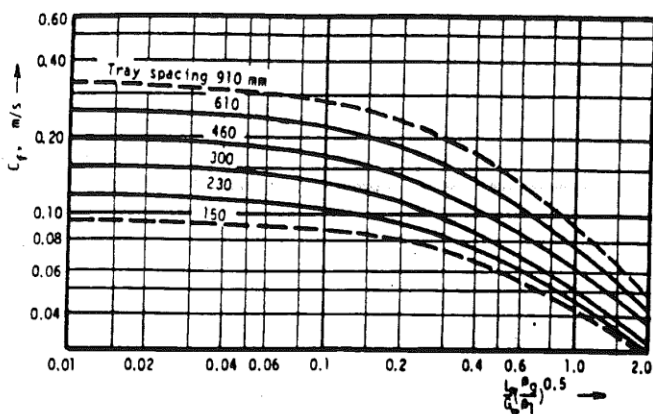
$$\text{Forsterkerens arbeidslinje: } y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_D}{R+1}$$

$$\text{Avdriverens arbeidslinje: } y = \frac{L'}{V'} x - \frac{B}{V'} x_B$$

$$q\text{-linjen: } y = \frac{q}{q-1} x - \frac{x_F}{q-1}$$

Avdriverens driftslinje ved direkte dampinnblåsing:

$$y = \frac{B}{S} x - \frac{B}{S} x_B$$



Konstanten C_f som funksjon av plateavstanden og av en f parameter der L/G er masseforholdet mellom væske og gass i kg/kg. ρ_1 og ρ_g er væskens og gassens densitet

Floodinghastigheten av dampen, V_f , i m/s:

$$V_f = C_f \gamma^{0,2} \left[\frac{\rho_1 - \rho_g}{\rho_g} \right]^{0,5}$$

der γ er væskeblandings overflatespenning

Normal damphastighet, v i $\frac{m}{s}$:

$$v = a \cdot \phi \cdot V_f$$

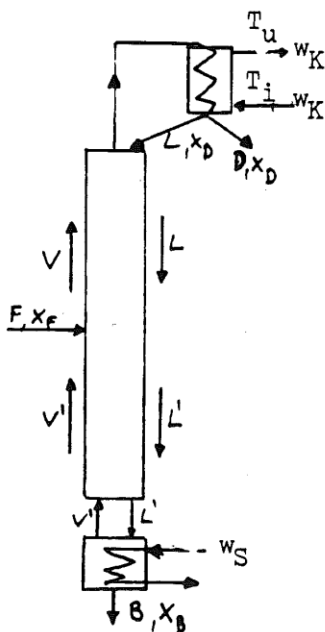
der ϕ er en korreksjonsfaktor, normalt 0,6-0,7

a er en faktor som tar hensyn til skummingen:

$a = 1$ for ikke-skummende væsker

$a = 0,3$ for sterkt skummende væsker

Densitet av ideelle gasser: $\rho = \frac{MP}{RT}$



Fra materialbalanser får man:

$$\begin{aligned} L &= R \cdot D \\ V &= L + D = D \cdot (1+R) \\ V &= V' + (1-q) F \\ L' &= L + q F \\ L' &= B + V' \end{aligned}$$

Fra energibalanser får man:

$$w_K \cdot c_p \cdot (T_u - T_i) = V \lambda_V$$

$$w_S \lambda_S = V' \lambda_{V'}$$

der w_K = kg kjølevann/s

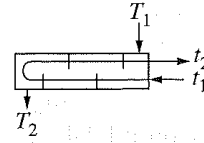
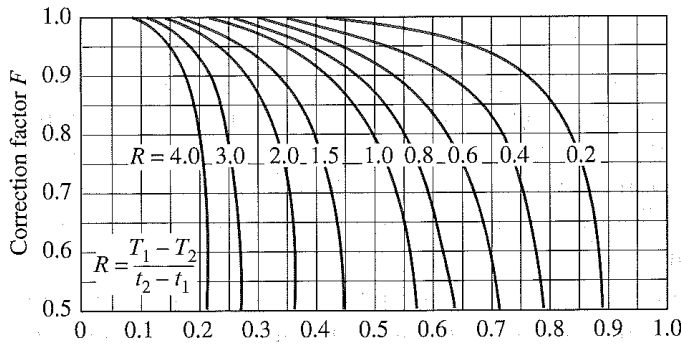
w_S = kg varmedamp/s

λ_S = varmedampens kondensasjonsvarme J/kg

λ_V og $\lambda_{V'}$ = kondensasjonsvarmen for V og V' i J/mol

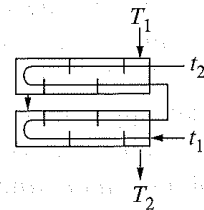
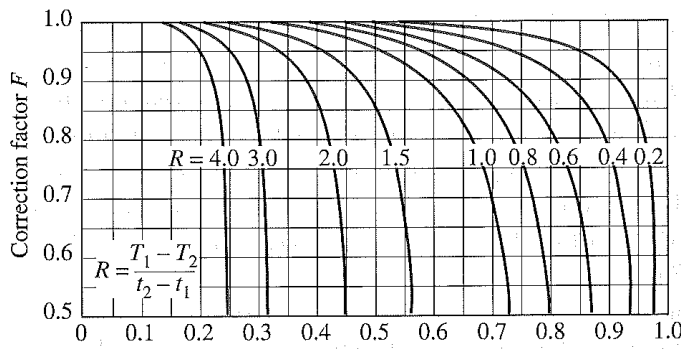
c_p = kjølevannets spesifikke varmekapasitet

T_i og T_u = kjølevannets temperatur inn i og ut av kondensatoren



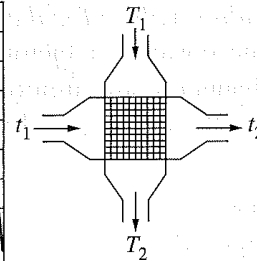
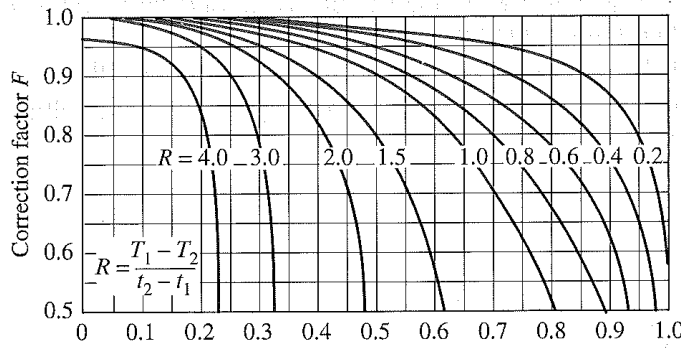
$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

(a) One-shell pass and 2, 4, 6, etc. (any multiple of 2), tube passes



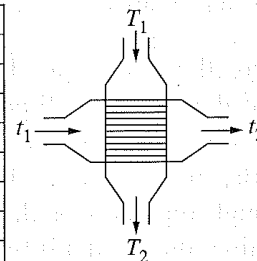
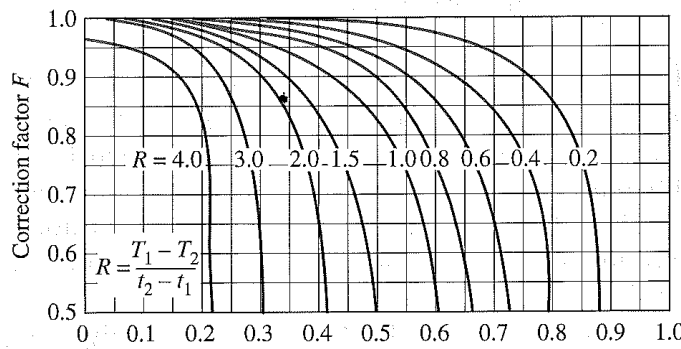
$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

(b) Two-shell passes and 4, 8, 12, etc. (any multiple of 4), tube passes



$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

(c) Single-pass cross-flow with both fluids *unmixed*



$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

(d) Single-pass cross-flow with one fluid *mixed* and the other *unmixed*

Correction factor F charts for common shell-and-tube and cross-flow heat exchangers. T and t represent the shell- and tube-side temperatures respectively.

Appendix 4

Assume that the table give 2019 cost and $1.0 \text{ USD}_{2019} = 9.5 \text{ NOK}_{2019}$

Table 3.4 Utilities Provided by Off-Sites for a Plant with Multiple Process Units
(costs represent charges for utilities delivered to the battery limit of a process)

Utility	Description	Cost \$/GJ	Cost \$/ Common Unit
Air Supply	Pressurized and dried air		
	a. Process		\$2.3/100 m ³
	b. Instrument		\$4.7/100 m ³
Steam from Boilers	Process steam: Latent heat only		
	a. Low pressure (5 barg, 160°C)	3.17	\$6.62/1000 kg
	b. Medium pressure (10barg, 184°C)	3.66	\$7.31/1000 kg
	c. High pressure (41 barg, 254°C)	5.09	\$8.65/1000 kg
Cooling Tower Water	Processes cooling water: 30°C to 40°C or 45°C	0.16	\$6.7/1000 m ³ ¹
Other Water	High purity water for		
	a. Process use		\$0.04/1000 kg
	b. Boiler feed water ²		\$2.54/1000 kg
	c. Potable (drinking)		\$0.26/1000 kg
	d. Deionized water		\$1.00/1000 kg
Electrical Substation	Electric Distribution	16.8	\$0.06/kWh
	a. 110 V		
	b. 220 V		
	c. 440 V		
Fuels	a. Fuel Oil (no. 2)	4.0	\$170/m ³
	b. Natural Gas	2.5 ³	\$0.085/std. m ³
	c. Coal (FOB mine mouth)	1.2	\$31/tonne
Refrigeration	a. Moderately low T: 5°C ⁴	20	Based on Process
	b. Low T: -20°C	32	Cooling Duty
	c. Very low T: -50°C	60	
Thermal Systems	a. Moderately high T: to 330°C	4.9	Based on Process
	b. High T: to 400°C	5.2	Heating Duty
	c. Very high T: to 600°C	5.9	
Waste Disposal (solid and liquid)	(a) Non-Hazardous		\$36/tonne
	(b) Hazardous		\$145/tonne
Waste Water Treatment	(a) Primary (filtration)		\$39/1000 m ³
	(b) Secondary (filtration + activated sludge)		\$41/1000 m ³
	(c) Tertiary (filtration, activated sludge, and chemical processing)		\$53/1000 m ³

¹Based on $\Delta T_{\text{cooling water}} = 10^\circ\text{C}$. Cooling water return temperatures should not exceed 45°C due to excess scaling at higher temperatures.

²Approximately equal credit is given for condensate returned from exchangers using steam.

³Based on Lower Heating Value of Natural Gas.

⁴Cost for refrigerated water supplied at 5°C and returned at 15°C.

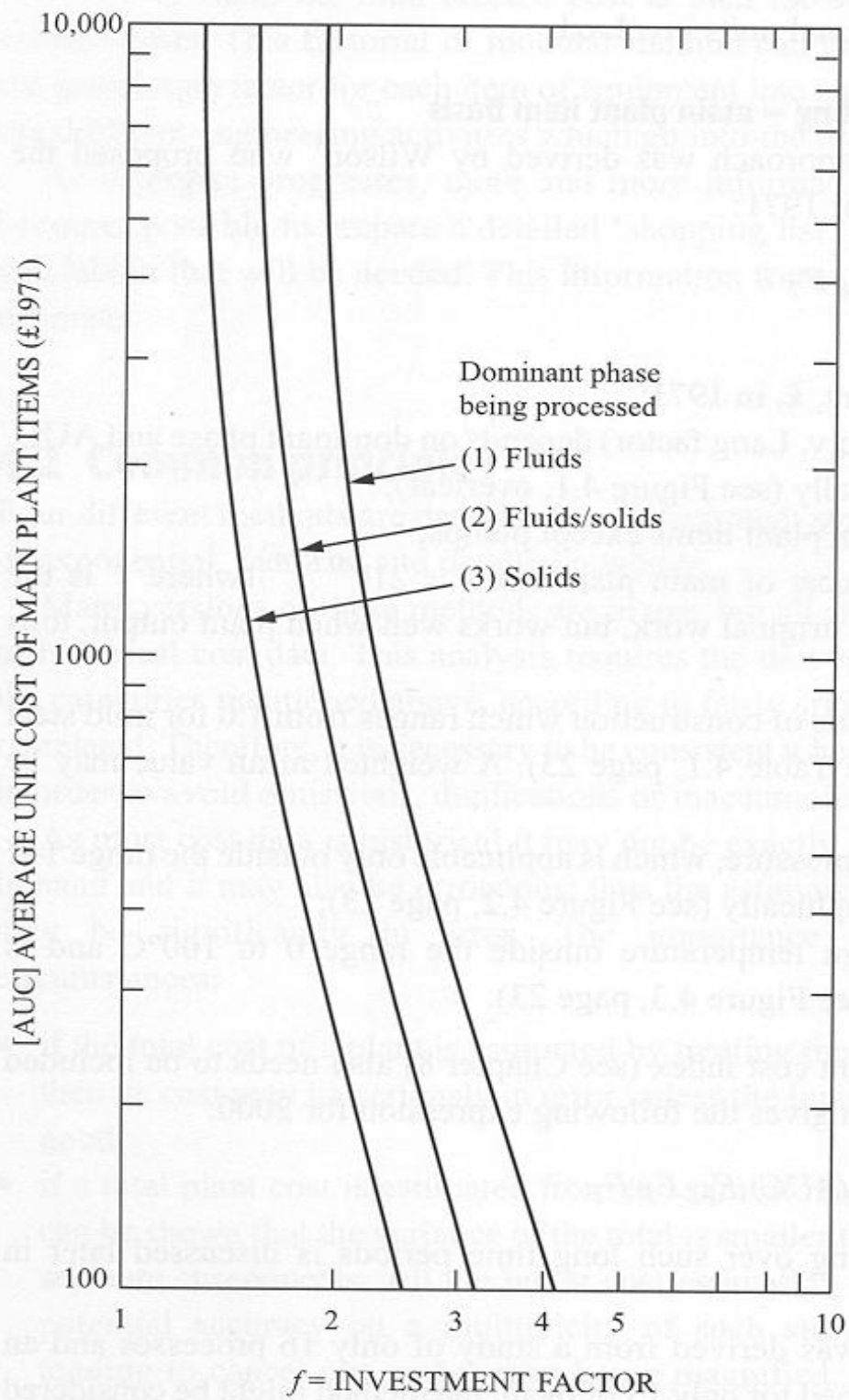


Figure 4.1 Investment factors

Table 4.1 Materials of construction factors

1.0	Mild steel	1.55	Hastelloy C
1.07	Aluminium and bronze	1.65	Monel
1.1	Cast steel	1.7	Nickel and iconel
1.3	Stainless steel	2.0	Titanium
1.5	Higher grades of stainless steel		

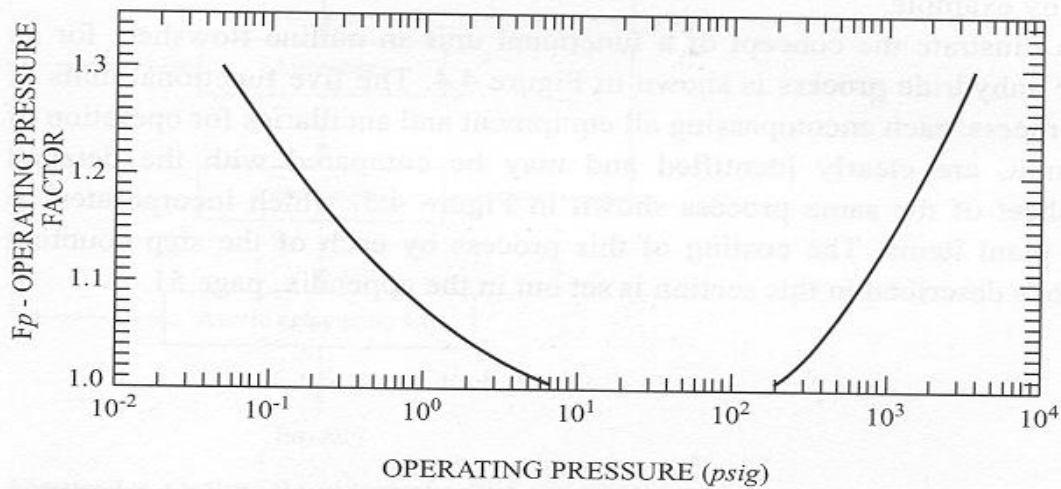


Figure 4.2 Pressure factor

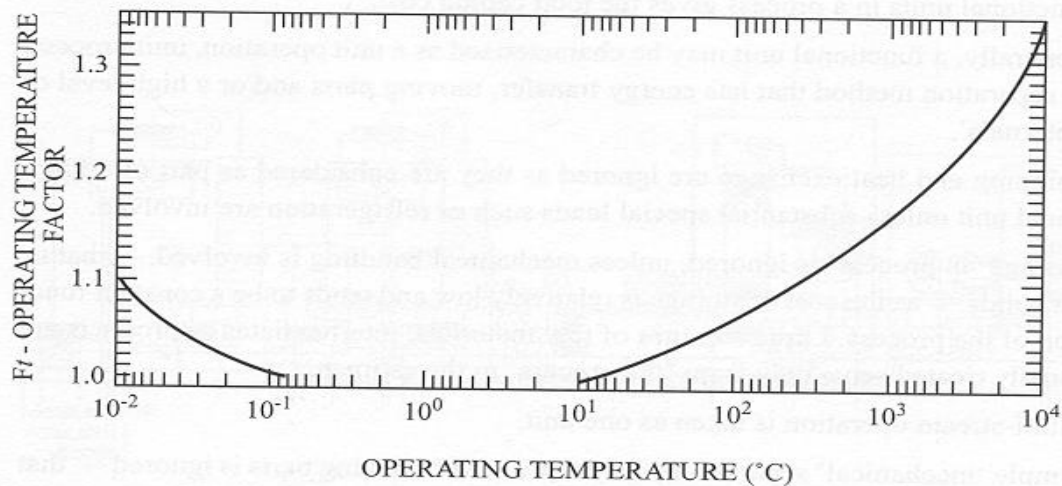


Figure 4.3 Temperature factor

Table 8.6 Exchange rates against US dollar (annual average rates)

	1979	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	2000
France (franc)	4.26	5.45	5.64	5.29	5.66	5.55	4.99	5.12	5.84	5.90
Germany (mark)	1.82	1.62	1.66	1.56	1.65	1.62	1.43	1.51	1.73	1.76
Holland (guilder)	2.01	1.82	1.87	1.76	1.86	1.82	1.61	1.69	1.95	1.98
Italy (lire)	830	1200	1240	1230	1570	1610	1630	1540	1700	1740
Japan (yen)	220	145	134	127	111	102	94	109	121	131
Norway (krone)	5.07	6.26	6.48	6.21	7.09	7.06	6.34	6.46	7.07	7.55
UK (pound)	0.47	0.56	0.57	0.57	0.67	0.65	0.63	0.64	0.61	0.60

All exchange rates are shown based on their equivalence to \$1 and represent an average value for the stated year

Table 8.7 Location factors in 1979 for chemical plants of similar function

Country		UK = 1.0	USA = 1.0
Australia		1.4	1.3
Austria		1.1	1.0
Belgium		1.1	1.0
Canada		1.25	1.15
Central Africa		(2.0)	(2.0)
Central America		1.1	1.1
China	Imported element	1.2	1.1
	Indigenous element	0.5	0.55
Denmark		1.1	1.0
Eire		0.9	0.8
Finland		1.3	1.2
France		1.05	0.95
Germany (West)		1.1	1.0
Greece		1.0	0.9
Holland		1.1	1.0
India	Imported element	2.0	1.8
	Indigenous element	0.6	0.55
Italy		1.0	0.9
Japan		1.0	0.9
Libya		2.7	2.4
Malaysia		0.9	0.8
Middle East		1.9	1.7
Newfoundland		1.3	1.2
New Zealand		1.4	1.3
North Africa	Imported element	1.2	1.1
	Indigenous element	0.8	0.75
Norway		1.2	1.1
Portugal		0.8	0.75
South Africa		1.25	1.15
South America (North)		(1.5)	(1.35)
South America (South)		(2.5)	(2.25)
Spain	Imported element	1.2	1.1
	Indigenous element	0.8	0.75
Sweden		1.2	1.1
Switzerland		1.2	1.1
Turkey		0.8	0.7
UK		1.0	0.9
USA		1.1	1.0
Yugoslavia		1.0	0.9

Parameters: identical function. Industrial centre and major import centre within 100 miles. Above 100 miles, add 10% for each 1000 miles apart.

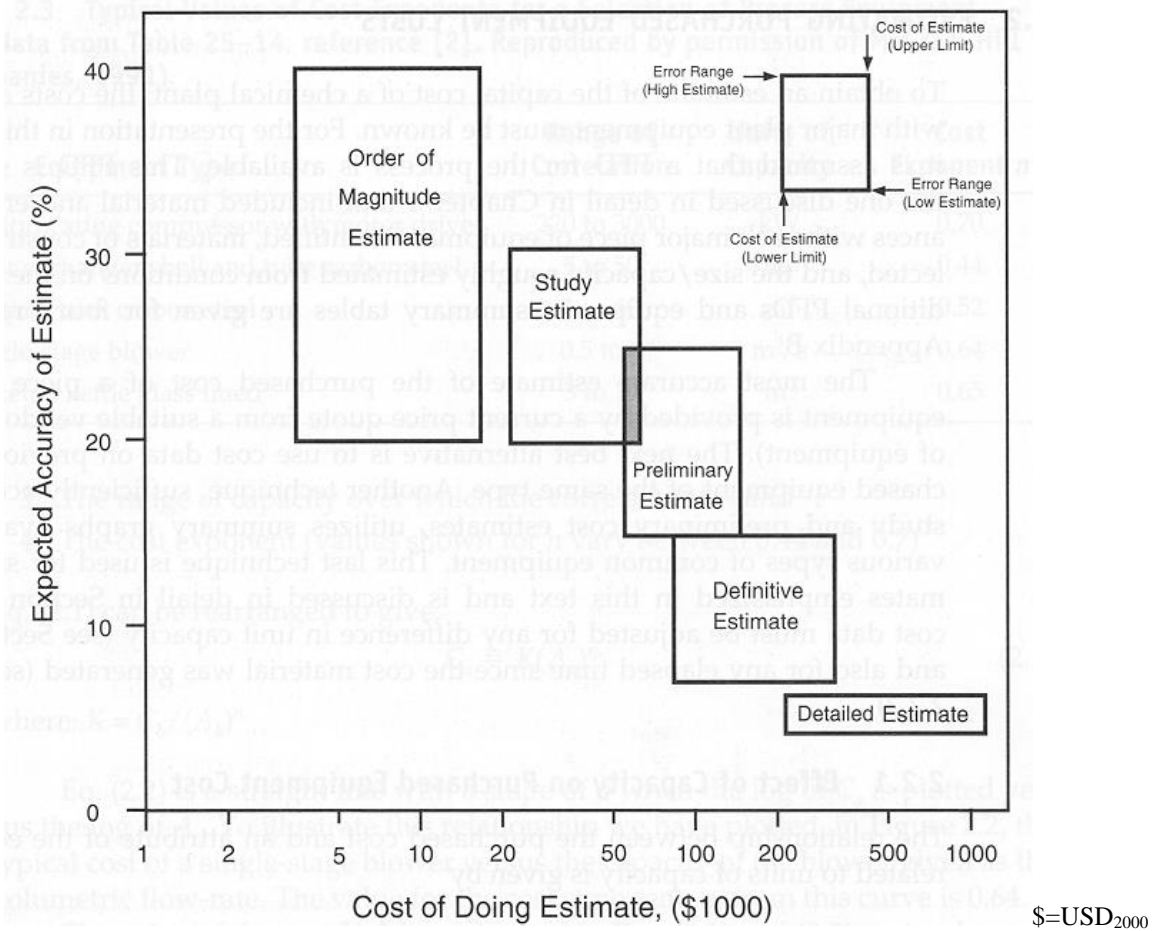
(This table is based on Table 2 from Bridgwater, A.V., 1979, International construction cost factors, *Chemical Engineering*, 86(24): 119–121.)

Table 2.4 Values for the Chemical Engineering Plant Cost Index and the Marshall and Swift Equipment Cost Index from 1978 to 1996

Year	Marshall & Swift Equipment Cost Index	Chemical Engineering Plant Cost Index
1978	552	219
1979	607	239
1980	675	261
1981	745	297
1982	774	314
1983	786	317
1984	806	323
1985	813	325
1986	817	318
1987	814	324
1988	852	343
1989	895	355
1990	915	358
1991	931	361
1992	943	358
1993	964	359
1994	993	368
1995	1028	381
1996 (mid year)	1037	382

1997	1057	387
1998	1062	390
1999	1068	391
2000	1089	394
2001	1095	398

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX (CEPCI)				Annual Index:
(1957-59 = 100)	Aug. '18 Prelim.	July '18 Final	Aug. '17 Final	
CE Index	613.6	607.2	571.9	2010 = 550.8
Equipment	749.8	740.1	690.6	2011 = 585.7
Heat exchangers & tanks	669.3	656.2	605.8	2012 = 584.6
Process machinery	728.1	724.3	684.8	2013 = 567.3
Pipe, valves & fittings	979.8	966.5	892.7	2014 = 576.1
Process instruments	421.3	422.6	405.9	2015 = 556.8
Pumps & compressors	1029.1	1025.8	984.7	2016 = 541.7
Electrical equipment	539.7	538.0	521.7	2017 = 567.5
Structural supports & misc.	826.6	809.9	741.4	
Construction labor	335.7	335.7	330.0	
Buildings	602.1	602.5	562.6	
Engineering & supervision	307.5	307.6	310.5	



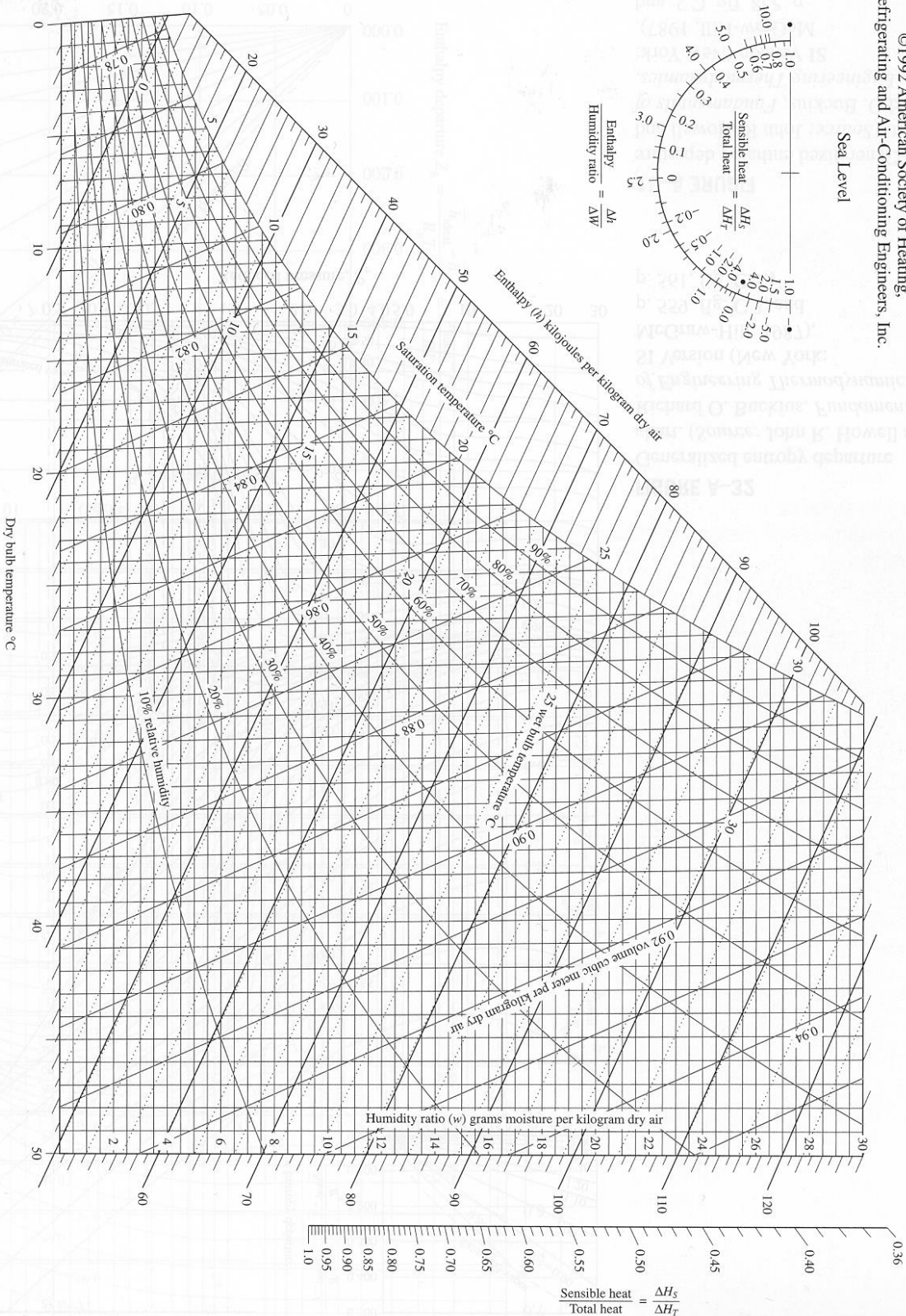
Kandidat nummer: _____

ASHRAE Psychrometric Chart No. 1
 Normal Temperature
 Barometric Pressure: 101.325 kPa



©1992 American Society of Heating,
 Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Sea Level



Prepared by Center for Applied Thermodynamic Studies, University of Idaho.

FIGURE A-33

Psychrometric chart at 1 atm total pressure.

(Reprinted by permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA; used with permission.)

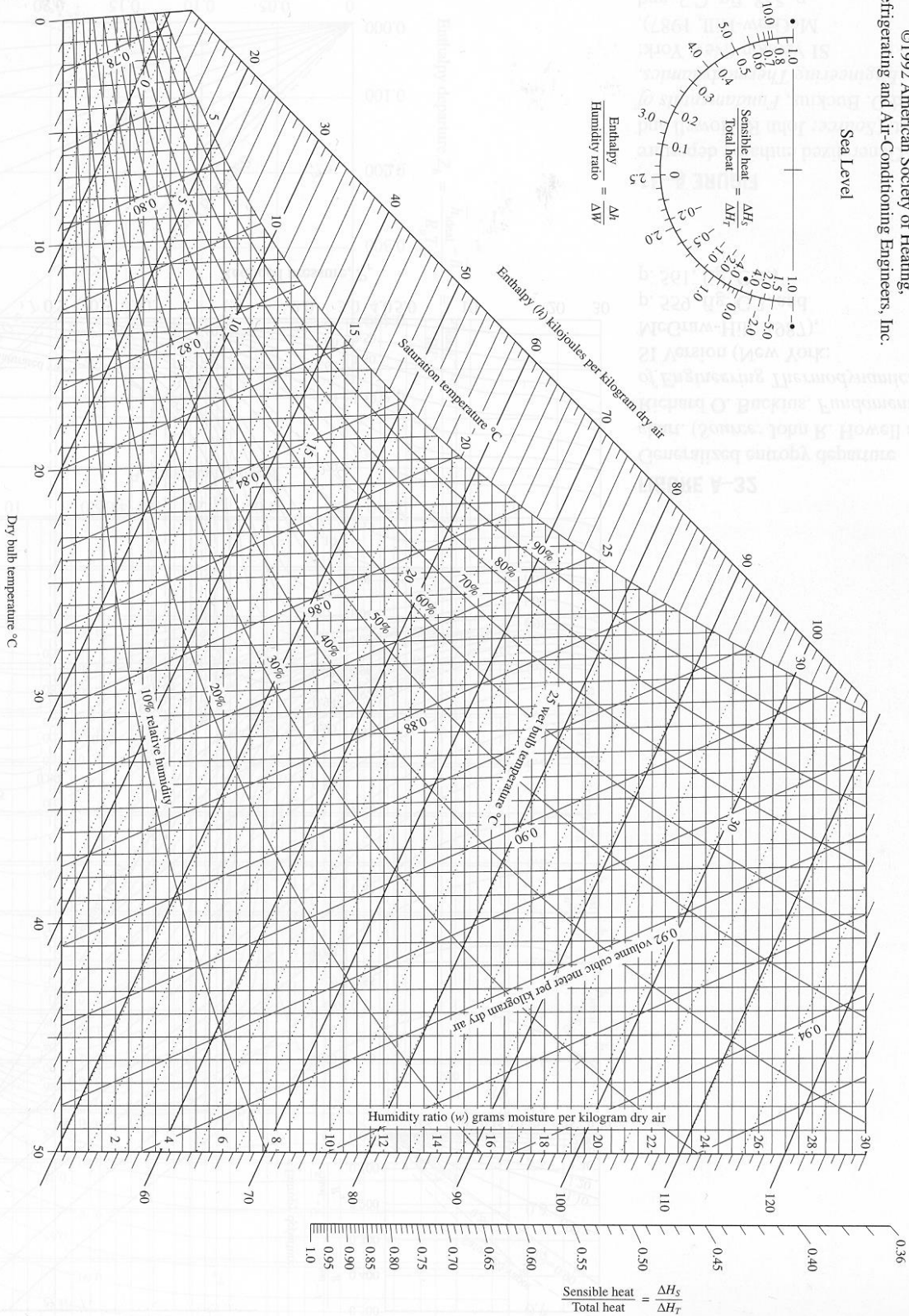
Vedlegg 11

Kandidat nummer: _____

ASHRAE Psychrometric Chart No. 1
 Normal Temperature
 Barometric Pressure: 101.325 kPa



©1992 American Society of Heating,
 Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.



Prepared by Center for Applied Thermodynamic Studies, University of Idaho.

FIGURE A-33 Psychrometric chart at 1 atm total pressure.

(Reprinted by permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA; used with permission.)

Appendix 12

TABLE A-4

Saturated water—Temperature table (Continued)

Temp., T °C	Sat. press., P_{sat} kPa	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg·K		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841