



HØGSKOLEN I SØR-TRØNDELAG

AVDELING FOR MAT- OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Kandidatnr:						
Eksamensdato:	.august 2007					
Varighet:	Kl. 09:00-13:00 (4 timer)					
Fagnummer:	FO105N					
Fagnavn:	Anvendt fysikk					
Klasse(r):	1N					
Studiepoeng:	6					
Faglærer(e):	Ivar Dybvik (telefon 48147838)					
Hjelpemidler:	Godkjent kalkulator, type HP 30S					
Oppgavesettet består av:	5 oppgaver, og av 4 sider inkludert denne forside					
Vedlegg består av:	Totalt 5 sider: 1. Formler, konstanter og enheter (en side) 2. Tekniske data for matvarer (en side) 3. Mollier-diagram (3 sider, 1 for kladd og 2 for innlevering)					
Merknader: Ved bedømmelse vektlegges oppgavene som angitt i prosent. Studenten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig. Oppgaveteksten kan beholdes av studenten. Vedlegg 3a og 3 b skal leveres inn sammen med besvarelsen (Oppgave 3 og 4).						
Lykke til!						

OPPGAVE 1 (25 %)

En melkemengde på 400 kg med temperatur på 18°C skal langtidslagres ved -20°C.

- a) Beregn hvor stor varmemengde som totalt må fjernes fra melka ved henholdsvis nedkjøling, innfrysing og nedfrysing og totalt. Beregn effekten som kreves når prosessen skal skje i løpet av 5 timer. (Bruk data fra vedlagte tabell i vedlegg 2).

Til oppvarming brukes to elementer med motstand på henholdsvis $R_A = 22 \, \Omega$ og $R_B = 33 \, \Omega$.

Disse koples til en spenningskilde på 220 V (null indre motstand).

- b) Beregn samlet motstand og avgitt effekt når varmeelementene brukes henholdsvis i serie og parallell.
- c) Hvor lang tid vil det ta å varme 120 kg melk fra 5 til 50°C med parallellkoplingen når 85 % av den elektriske effekten går til melka?

En ståltank som rommer 200,0 liter ved 0°C fylles med 193,0 liter flytende melk ved 0 °C.

- d) Hvor stor temperaturøkning kan systemet (tank og melk) tåle uten at melka renner ut?

Volumutvidelseskoeffisienter: $\gamma_{\text{stål}} = 5,1 \cdot 10^{-5} \, \text{K}^{-1}$, $\gamma_{\text{Melk}} = 60 \cdot 10^{-5} \, \text{K}^{-1}$

- e) 4 kg melk ved 12°C blandes med 15 kg melk ved 65°C i en beholder som inneholder 25 kg melk ved 30°C. Beregn sluttemperaturen. Beholderen har varmekapasitet på 935 J/K.

Spesifikk varmekapasitet for melk: $c_{\text{melk}} = 3,88 \, \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

OPPGAVE 2 (15 %)

En lukket sylinder med et bevegelig stempel rommer 200,0 liter N_2 -gass med temperatur 0°C og trykk 250 kPa. Nitrogenet betraktes som en idealgass.

- a) Bestem gassmengde i mol og i antall molekyler.
- b) Beholderen med gass varmes til 120°C ved en isobar prosess.
Bestem volumet i beholderen ved 120 °C.
- c) Det foretas en isokor oppvarming av nitrogengassen med temperatur 0°C. Beregn temperaturen av gassen når trykket er 3 ganger så stort.

OPPGAVE 3 (15 %) (Mollierdiagram, med studentnummer, leveres med besvarelsen)

a) Luft med temperatur 50 °C inneholder 0,032 kg vanndamp pr. kg tørr luft. Avmerk lufttilstanden som et punkt (P) i Mollierdiagram og les av følgende verdier for tilstanden:

- relativ fuktighet
- spesifikk entalpi
- doggpunkt temperatur
- temperatur på vått termometer (psykrometermåling)

En høstdag har utelufta (A) temperatur 2°C og relativ fuktighet 50 % ($\phi = 0,5$).

Den brukte lufta (B) fra et hus går ut av ventilasjonsanlegget med temperatur 25 °C og relativ fuktighet 60 %.

b) Avmerk lufttilstandene (A og B) i Mollierdiagrammet og bestem forskjell i spesifikk entalpi mellom tilstandene.

For å spare energi vurderer man å bruke omluft slik at hver kg luft som leveres av anlegget består av 60 % uteluft (A) og 40 % brukt luft (B).

c) Beregn vanninnhold og spesifikk entalpi til lufta som leveres av ventilasjonsanlegget, og bruk Mollierdiagram til å bestemme temperatur og relativ fuktighet til denne lufta.

Formler:

$$(m_1 + m_2) \cdot x_{bl} = m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2$$

$$(m_1 + m_2) \cdot h_{bl} = m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2$$

OPPGAVE 4 (15 %) (Mollierdiagram, med studentnummer, leveres med besvarelsen)

Luft med tilstanden $t_i = +7^\circ\text{C}$ (tørrekuletemperatur) og relativ fuktighet $\phi = 0,8$ (tilstand 1) blir oppvarmet til $+18^\circ\text{C}$ (tilstand 2).

a) Hva blir den relative fuktigheten i tilstand 2?

Vann blir forstøvet og sprøytet inn i luften til den blir mettet (tilstand 3).

b) Hvilken temperatur vil luften få i tilstand 3? (Tips: Konstant entalpi)

c) Hvor mye vann per kilogram luft må tilføres ved befuktningen?

Etter befuktningen blir luften igjen varmet opp til $+18^\circ\text{C}$ (tilstand 4).

d) Hva blir den relative fuktigheten etter at luften igjen er varmet opp (tilstand 4)?

OPPGAVE 5 (30 %)

- a) Formelen $U_s/U_p = N_s/N_p$ gjelder for en ideell transformator.

Angi prinsipiell oppbygning av en transformator, og forklar symbolene i formelen samt hva som menes med en ideell transformator. Hvorfor brukes transformatorer ved overføring av elektrisk kraft over store avstander.

- b) Optikk

- i) En lysstråle går fra vann til flintglass. Beregn brytningsvinkel og refleksjonsvinkel og skisser strålegangen når innfallsvinkel er 60 grader.
- ii) Definer begrepene totalrefleksjon, og grensevinkel.
- iii) En lysstråle går fra flintglass til vann og videre til luft. Bestem den største innfallsvinkelen lysstrålen kan ha mot grenseflaten flintglass/vann hvis lysstrålen skal slippe ut i luften (grenseflatene flintglass/vann og vann/luft er parallelle).

Brytningsindekser: luft $n_o = 1,00$; vann $n_v = 1,33$; flintglass $n_f = 1,61$

- c) Forklar prinsippet for NIR-spektroskopi. Gi eksempel på bruken av NIR-spektroskopi i matindustrien.
- d) Hva menes med trippelpunktet til et stoff? Nevn eksempler på utnyttelse av egenskaper til stoffene vann og karbondioksid ved trykk under trippelpunktet.
- e) Beregn osmotisk trykk i en 0,05 M MgCl_2 løsning ved 17°C.

Data for MgCl_2 : Van't Hoffs i-faktor 2,7.

Vedlegg 1: Formler, konstanter og enheter.

$$\begin{aligned}
P &= Q / t & Q &= P \cdot t & Q &= c \cdot m \cdot \Delta T & Q &= l \cdot m \\
X &= \Delta x \cdot m & Q &= \Delta h \cdot m \\
\Delta L &= \alpha L_0 \Delta T & L &= L_0 (1 + \alpha \Delta T) & \Delta V &= \gamma V_0 \Delta T & V &= V_0 (1 + \gamma \Delta T) & \gamma &\approx 3\alpha \\
T[\text{K}] &= t[^\circ\text{C}] + 273 \text{ K} & t[^\circ\text{C}] &= T[\text{K}] - 273 \text{ }^\circ\text{C} \\
pV &= nRT & pV &= NkT & (n &= N/N_A) \\
U &= RI & (1\Omega &= 1V / A) & P &= UI & (P &= I^2 R & P &= U^2 / R) & W &= UIt \\
R &= R_1 + R_2 + \dots + R_n & \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \\
\Phi &= p_d / p_m & x &= 0,622 \frac{p_d}{p_0 - p_d} & h &= 1,0 \cdot t + (1,86 \cdot t + 2501,6) \cdot x \\
v_{rms} &= \sqrt{\frac{3kT}{m}} & U &= \frac{2n+1}{2} NkT \\
p &= p_0 + \rho gh & \pi V &= i nRT \\
U_s/U_p &= N_s/ N_p & \text{og} & U_s I_s = U_p I_p \\
n_1 \cdot \sin v_1 &= n_2 \cdot \sin v_2 & c_1 \cdot n_1 &= c_2 \cdot n_2 & c &= \lambda \cdot f & E &= h \cdot f
\end{aligned}$$

Fysiske konstanter

lydfart i luft ved 0 °C	$v_0 = 332 \text{ m/s}$	protonets masse	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
lysfart i vakuum	$c_0 = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	nøytronets masse	$m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
tyngdens akselerasjon	$g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$	elektronets masse	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Boltzmanns konstant	$k = 1,3807 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$	Molar gasskonst.	$R = 8,3145 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$
Avogados konstant	$N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Plancks konstant	$h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Enheter

$$1 \text{ mm} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad 1 \mu\text{m} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad 1 \text{ nm} = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad 1 \text{ \AA} = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
1 \text{ J} &= 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2 & 1 \text{ kJ} &= 1000 \text{ J} & 1 \text{ J} &= 1 \text{ Ws} & 1 \text{ J} &= 1 \text{ VAs} \\
1 \text{ kWh} &= 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} & 1 \text{ cal} &= 4,2 \text{ J} & 1 \text{ J} &= 1 / 3,6 \cdot 10^6 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} (= 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^3) \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ VA} \quad 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} (= 1 \text{ kJ/s}) \quad 1 \text{ Hk} = 735 \text{ W}$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$$

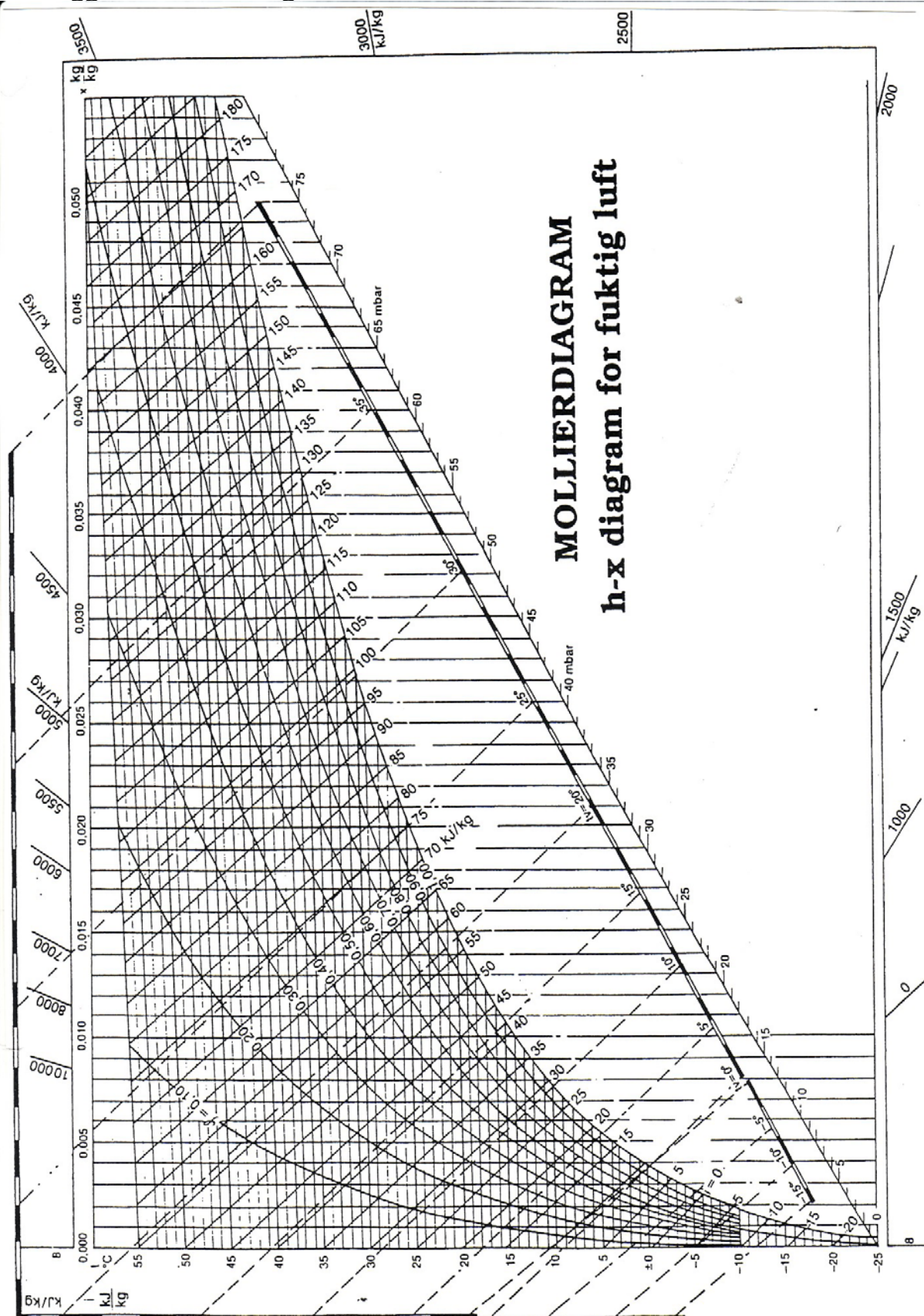
$$\begin{aligned}
1 \text{ Pa} &= 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg /s}^2\text{m} & 1 \text{ kPa} &= 1000 \text{ Pa} \\
1 \text{ atm.} &= 101,3 \text{ kPa} (= 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}) & 1 \text{ bar} &= 100 \text{ kPa} (= 100.000 \text{ Pa} \approx 1 \text{ atm.}) \\
1 \text{ mbar} &= 100 \text{ Pa} & 1 \text{ mmHg} &= 133,3 \text{ Pa} (1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg})
\end{aligned}$$

Vedlegg 2: Tekniske data for matvarer.

Vare	Spesifikk varme kjøling kJ/(kg · K)	Fryse- punkt °C	Spesifikk varme latent kJ/kg	Spesifikk varme frysing kJ/(kg · K)	Modnings- varme W/kg
Agurker	4,05	+0,8	318	2,05	0,012 - 0,014
Appelsiner	3,77	+0,8	288	1,92	0,014 - 0,019
Asparges	3,93	+1,2	312	2,01	0,161 - 0,081
Bacon	2,09	+3,9	67	1,26	
Bananer	3,35	+2,2	251	1,76	0,084 (12°C)
Blomkål	3,89	+1,0	307	1,97	0,061 - 0,081
Bringebær	3,56	+0,6	284	1,86	0,092 - 0,114
Broccoli	3,85	+0,6	302	1,97	0,102 - 0,474
Brød	2,99	+6,0	123	1,47	
Egg	3,18	+2,8	232	1,86	
Erter	3,30	+1,1	246	1,76	0,163 - 0,226
Epler	3,60	+2,0	281	1,88	0,015 - 0,021
Druer	3,68	+3,2	270	1,84	0,009 - 0,017
Fjørkre	3,30	+2,8	246	1,55	
Fisk	3,55	+2,5	270	1,85	
Grønsaker	3,77	+1,1	302	1,88	
Gulrøter	3,60	+1,3	293	1,88	0,028 - 0,063
Iskrem	3,26	+2,8	223	1,88	
Jordbær	3,89	+1,2	300	1,97	0,048 - 0,098
Kalvekjøt	2,97	+1,7	212	1,63	
Kirsebær	3,64	+1,8	280	1,88	0,028 - 0,042
Kremfløyte 40%	3,56	+2,2	209	1,68	
Kål	3,93	+0,5	308	1,97	0,028 - 0,063
Lammekjøt	2,97	+1,7	212	1,63	
Mjølke	3,88	+0,6	288	2,05	
Oksekjøt	3,22	+1,7	232	1,68	
Ost	2,68	+8,3	184	1,51	0,049
Plommer	3,68	+0,83	274	1,88	0,012 - 0,027
Poteter	3,60	+1,7	263	1,97	0,017 - 0,020
Pølser	3,72	+3,3	312	2,34	
Pærer	3,81	+2,2	284	2,10	0,015 - 0,046
Salat	4,01	+0,5	184	2,01	0,039 - 0,059
Selleri	3,97	+1,5	314	2,01	0,032
Skinke	2,53	+2,0	167	1,46	
Smør	2,68	+1,1	35	1,42	
Solbær	3,68	+1,0	280	1,88	
Sopp	3,89	+1,0	302	1,97	0,210
Svinekjøt	2,84	+2,2	201	1,59	
Tomater	3,85	+0,75	307	1,92	0,042 (+10°C)
Vann	4,19	0,0	333	2,10	

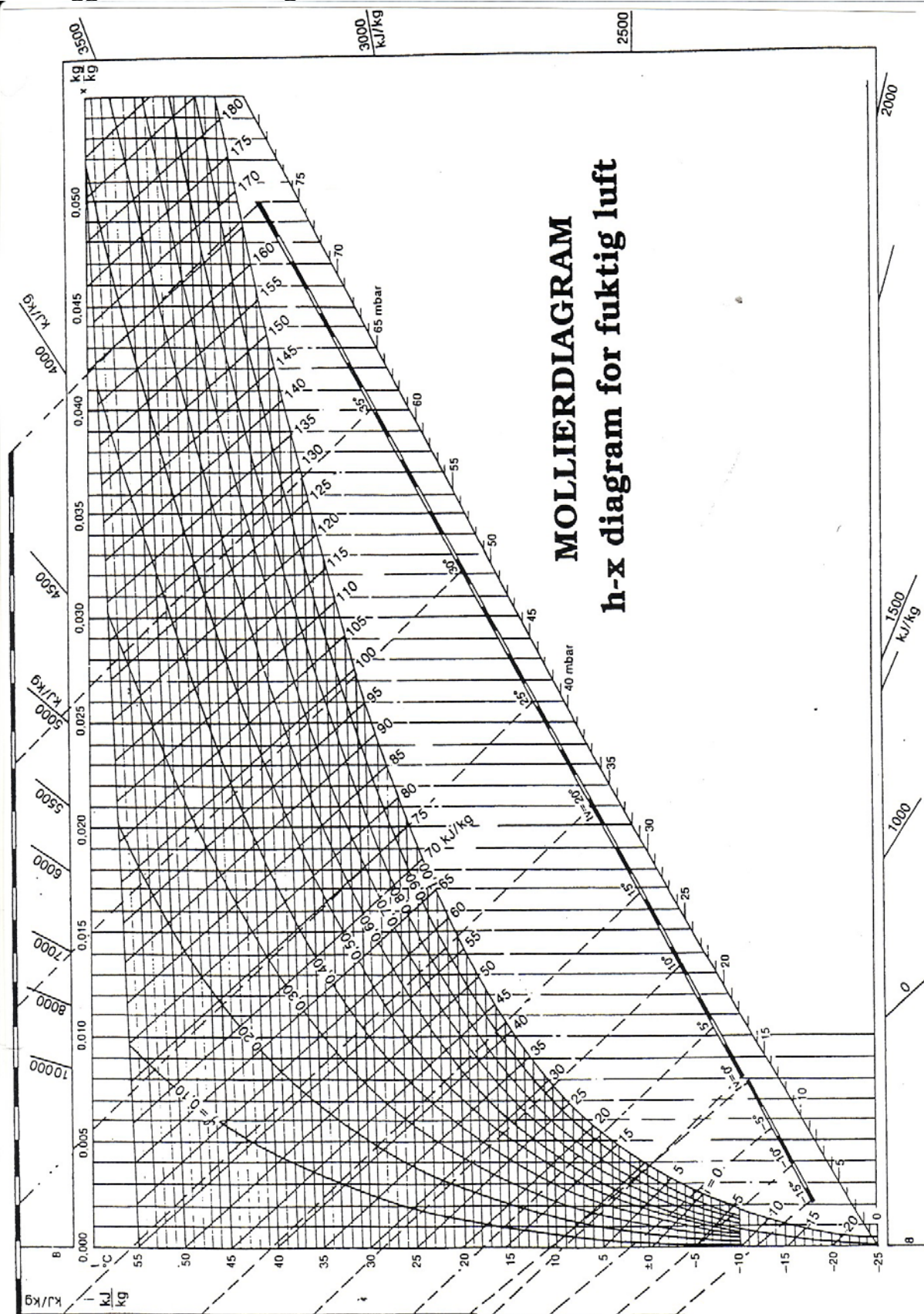
Vedlegg 3a: Mollierdiagram.

Studentnr. _____



Vedlegg 3b: Mollierdiagram.

Studentnr. _____



Vedlegg 3c: Mollierdiagram.

Studentnr. _____

