



HØGSKOLEN I SØR-TRØNDELAG

AVDELING FOR MAT- OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Kandidatnr:						
Eksamensdato:	19.desember 2006					
Varighet:	kl 09:00-13:00 (4 timer)					
Fagnummer:	FO105N					
Fagnavn:	Anvendt fysikk					
Klasse(r):	1N					
Studiepoeng:	6 studiepoeng					
Faglærer(e):	Arild Heggset					
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 5).						
Lykke til!						

OPPGAVE 1 (30 %)

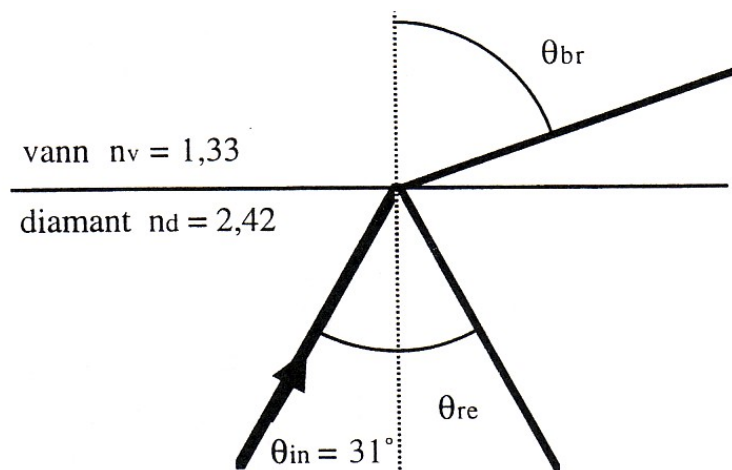
- a) Bestem motstanden i henholdsvis serie- og parallell-kopling av tre motstander på 20, 50 og 200 Ω .
- b) Varmeelementet til en elektrisk ovn produserer 3,3 kW når det er koplet til ei spenningskilde på 240 V. Hva er resistansen til varmeelementet?
- c) Hva menes med en ideell transformator?

En transformator har 600 viklinger og en spenning på 230 V på primærsiden, mens spenningen og strømmen på sekundærsiden er 30 V og 17,8 A. Bestem antall viklinger på sekundærsiden og strømmen på primærsiden.

- d) Hva menes med et foton? Beregn energien til et foton med frekvens $1,3 \cdot 10^{18}$ Hz.
- e) Forklar prinsippet for NIR-spektroskopi. Gi eksempel på bruken av NIR-spektroskopi i matindustrien.
- f) Beregn osmotisk trykk for en vandig løsning som inneholder 5,0 gram sukrose (vanlig sukker) pr. liter når temperaturen er 25°C.

Data: Molmasse for sukrose: $M_m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342,0$ g/mol

- g) Figuren nedenfor viser strålegangen til en lysstråle som går fra diamant til vann.



- i) Bruk verdiene i figuren og bestem brytningsvinkel θ_{br} og refleksjonsvinkel θ_{re} .
- ii) Definer begrepene totalrefleksjon og grensevinkel.
- iii) Bestem grensevinkelen for overgangen fra diamant til vann.
- iv) Forklar hvordan totalrefleksjon kan utnyttes i praksis.

OPPGAVE 2 (15 %)

- a) I en laboratorieoppgave bestemte du temperaturen i en gassflamme ved hjelp av kalorimetri. Forklar hvilket utstyr og framgangsmåte som ble brukt samt hvilke størrelser som måtte beregnes for å komme fram til svaret.
- b) En prøve av 50 milliliter flytende temperert melkesjokolade med temperatur 40°C avkjøles i et temperemeter for bestemmelse av krystallisasjonstemperatur og tempereringsgrad. Temperaturen synker jevnt til den når 23°C (krystallisasjonstemperaturen). Ved denne temperaturen avgis varme ved konstant temperatur til all sjokolademassen er størknet. Temperaturen i prøven synker deretter videre til 18°C der målingen avsluttes.

Beregn total varmemengde som fjernes fra prøven.

Data for melkesjokolade:

Latent varme melkesjokolade: 44 J/g

Spesifikk varmekapasitet flytende melkesjokolade: 1670 J/(kg.K)

Spesifikk varmekapasitet fast melkesjokolade: 1590 J/(kg.K)

Massetetthet for flytende melkesjokolade: 1,2 g/cm³

Massetetthet for fast melkesjokolade: 1,3 g/cm³

- c) En melkemengde på 500 kg og temperatur 25°C skal langtidslagres ved -20°C. Beregn hvor stor varmemengde som totalt må fjernes fra melka. (Bruk data fra vedlagte tabell). Avkjølingen skal skje i løpet av 3 timer. Bestem effekten på kjølinga.

OPPGAVE 3 (20 %)

- a) Hva sier Daltons lov om partialtrykk (deltrykk)?
- b) En beholder som har et volum på 20 dm³ inneholder 8,0 gram karbondioksid (CO₂) og et ukjent antall gram Nitrogengass (N₂). Totaltrykket er 1,03 atm ved 30°C. Alle gassene betraktes som idealgasser.

Beregn følgende:

1. Totalt antall mol gass i beholderen.
2. Partialtrykket av hver gass.
3. Antall gram N₂-gass.

Molmasser: $M_m(\text{CO}_2) = 44,1 \text{ g/mol}$

$M_m(\text{N}_2) = 28,0 \text{ g/mol}$

- c) Hva blir det nye totaltrykket dersom gassblandingen beskrevet i b) gjennomgår en isokor prosess der temperaturen øker til 95°C?

OPPGAVE 4 (10 %)

En jevntykk stålstang har en diameter $d_{st} = 200,0$ mm ved 10°C . Stanga legges opp i kokende vann.

- a) Hvor stor blir diameteren til stålstanga etter oppvarming?

Stanga skal settes i et hull i en kobberplate(Cu) og dette ønskes så kompakt som mulig ved normale temperaturer, derfor er hulldiameteren bare $d_{Cu} = 199,8$ mm ved 10°C .

- b) Stang og plate varmes opp. Ved hvilken temperatur blir de to diametrene like store?

Lengdeutvidelseskoeffisienter: $\alpha_{stål} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{Cu} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

OPPGAVE 5 (25 %)

Bruk vedlagte Mollierdiagram og forklar hvordan du finner de nødvendige data for å løse spørsmålene i denne oppgaven. Diagrammene leveres med besvarelsen (et for a)-d) og et for g)).

En matbedrift har et kjølerom med innvendig volum på 57 m^3 . Et friskluftanlegg sørger for at lufta skiftes ut 13 ganger per døgn.

Utetemperaturen er $+30^{\circ}\text{C}$, og relativ fuktighet ute er 60 %. Temperaturen i kjølerommet skal være $+2^{\circ}\text{C}$ og den relative fuktigheten 80 %.

Vi regner med at luften har midlere massetettheten på $1,25 \text{ kg/m}^3$.

- a) Tegn tilstandene for utelufta og lufta i kjølerommet inn i Mollierdiagrammet.
- b) Hvor mange kilogram luft må kjøles ned og avfuktes per sekund?
- c) Hvor stor mengde vann skilles det ut i løpet av en time?
- d) Hvor mye varme må fjernes fra lufta pr. time på grunn av luftutskiftningen?
- e) Hvor stor effekt er nødvendig for å kjøle ned og avfukte luften som skiftes ut i kjølerommet?
- f) Dersom varmen som fjernes blir benyttet til oppvarming av prosessvann via en varmeveksler, hvor mange $^{\circ}\text{C}$ kan 100 liter prosessvann per time varmes opp? Varmetapet i varmeveksleren er beregnet til 15 %. Spesifikk varmekapasitet for vann er $4,19 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$. Massetettheten til vann settes til 998 kg/m^3 .

I et ventilasjonsanlegg blandes en luftmengde på 3 kg med temperatur på $+5^{\circ}\text{C}$ og relativ fuktighet på 60 % med en luftmengde på 9 kg som har temperatur på $+26^{\circ}\text{C}$ og relativ fuktighet på 80 %.

- g) Tegn tilstandene inn i Mollierdiagrammet og finn blandingstilstanden (temperatur, absolutt fuktighet, relativ fuktighet og spesifikk entalpi).

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	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Bolzmanns 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

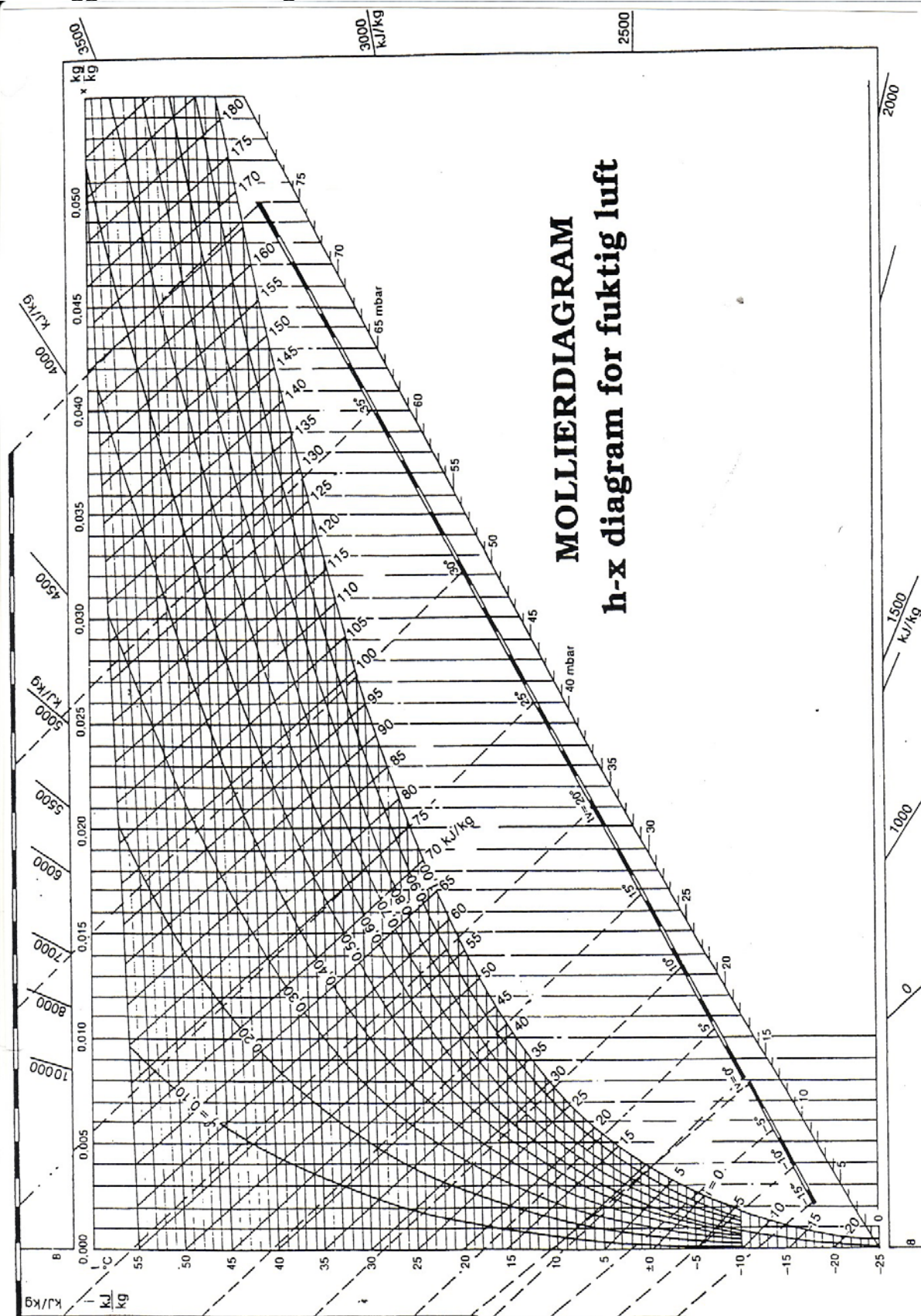
$$\begin{aligned}
1 \text{ mm} &= 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} & 1 \mu\text{m} &= 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m} & 1 \text{ nm} &= 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m} & 1 \text{ \AA} &= 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m} \\
1 \text{ J} &= 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2 & 1 \text{ kJ} &= 1000 \text{ J} & 1 \text{ J} &= 1 \text{ Ws} & 1 \text{ J} &= 1 \text{ VAs} \\
1 \text{ kWh} &= 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} & 1 \text{ cal} &= 4,2 \text{ J} & 1 \text{ J} &= 1 / 3,6 \cdot 10^6 \text{ kWh} \\
1 \text{ W} &= 1 \text{ J/s} (= 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^3) & 1 \text{ W} &= 1 \text{ VA} & 1 \text{ kW} &= 1000 \text{ W} (= 1 \text{ kJ/s}) & 1 \text{ Hk} &= 735 \text{ W} \\
1 \text{ N} &= 1 \text{ kg m/s}^2 \\
1 \text{ Pa} &= 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg /s}^2\text{m} & 1 \text{ kPa} &= 1000 \text{ Pa} \\
1 \text{ atm.} &= 101,3 \text{ kPa} (= 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}) & 1 \text{ bar} &= 100 \text{ kPa} (= 100.000 \text{ Pa} \approx 1 \text{ atm.}) \\
1 \text{ mbar} &= 100 \text{ Pa} & 1 \text{ mmHg} &= 133,3 \text{ Pa} (1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg})
\end{aligned}$$

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	

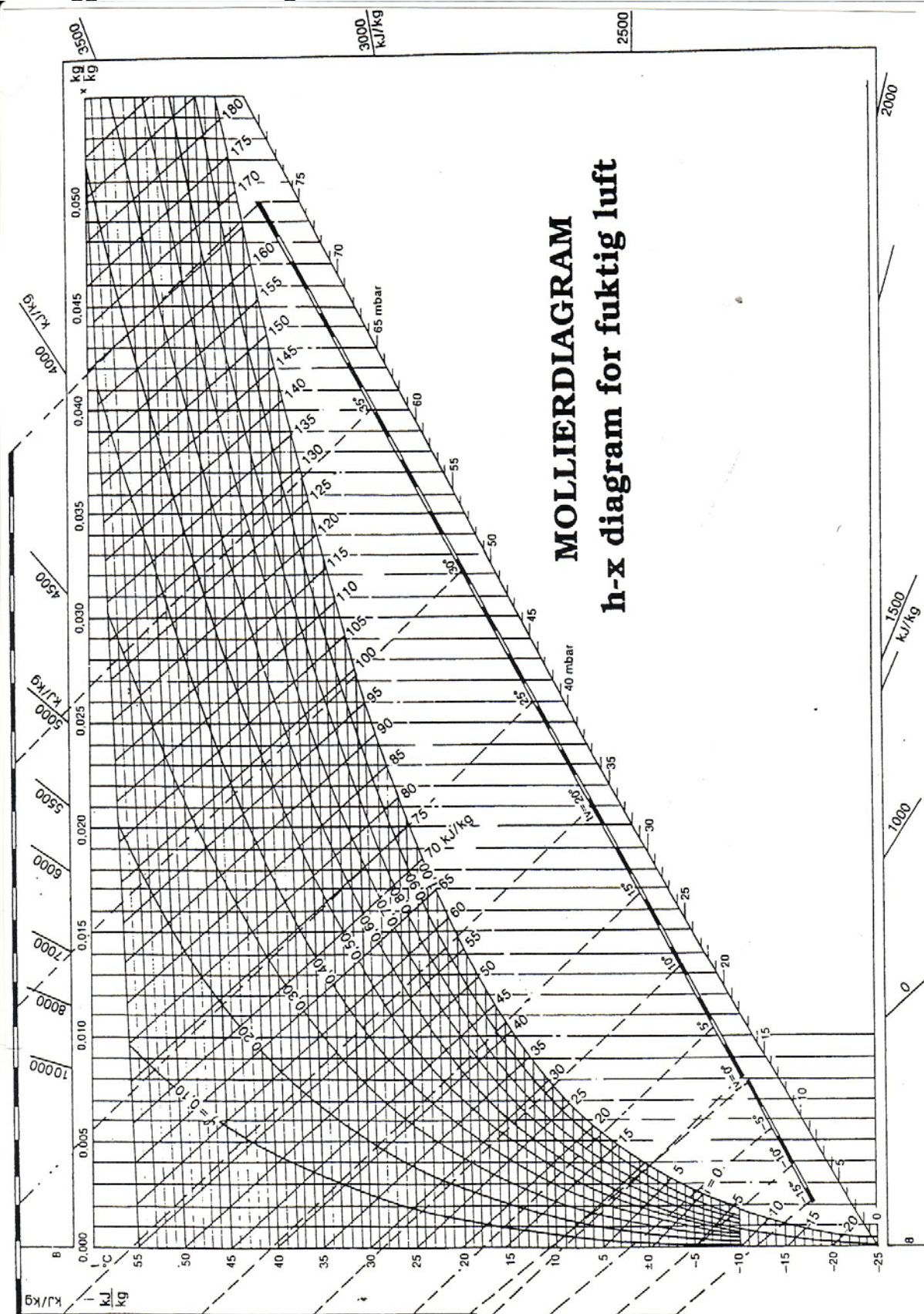
Vedlegg 3a: Mollierdiagram.

Kandidatnr. _____



Vedlegg 3b: Mollierdiagram.

Kandidatnr. _____



Vedlegg 3c: Mollierdiagram.

Kandidatnr. _____

