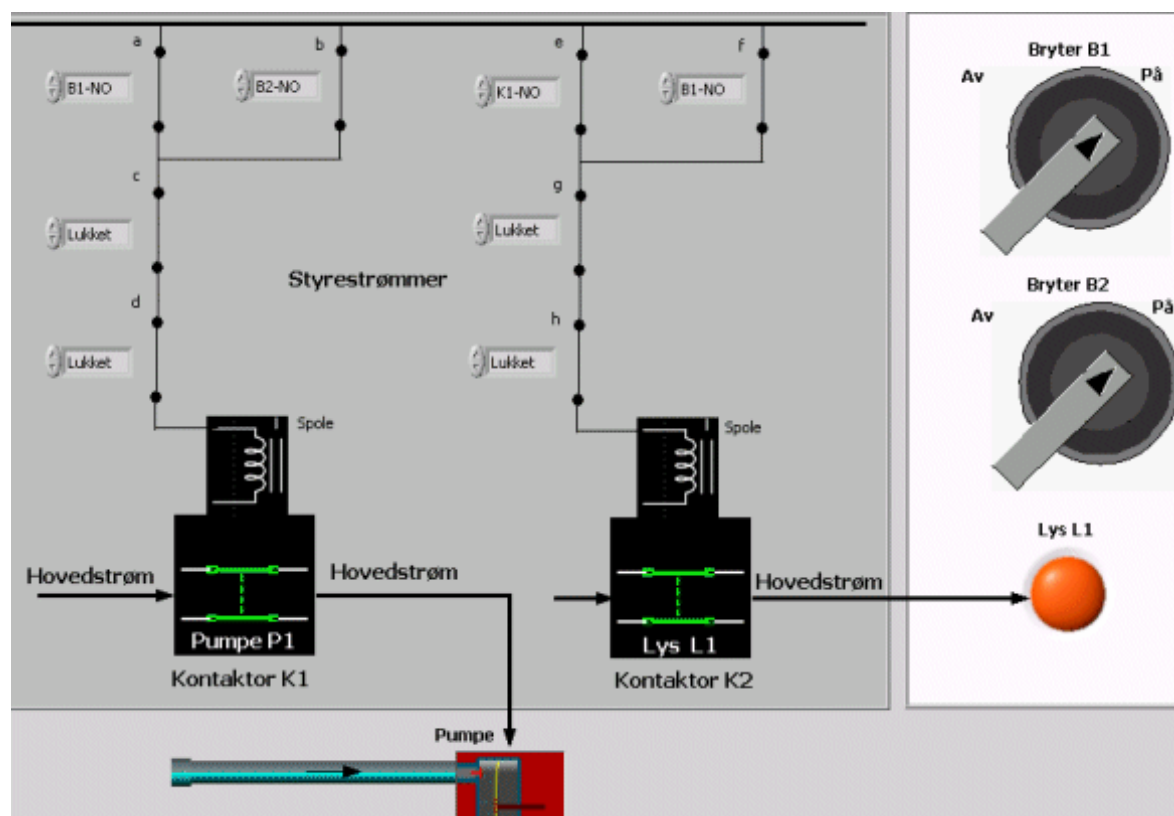


HØGSKOLEN
I SØR-TRØNDELAG**HØGSKOLEN I SØR-TRØNDELAG****AVDELING FOR
MAT- OG MEDISINSK TEKNOLOGI**

Kandidatnr:						
Eksamensdato:	27. mai 2005					
Varighet:	09 – 14 (5 timer)					
Fagnummer:	FO173N					
Fagnavn:	Prosessteknologi					
Klasse(r):	1 klasse					
Studiepoeng:	9					
Faglærer(e):	Brita Utne, Morten Christian Svensson og Jørgen Mæhle					
Hjelpemidler:	Kalkulator					
Oppgavesettet består av:	5 oppgaver på 8 sider (inkludert denne forsiden)					
Vedlegg består av:	Totalt 3 sider: vedlegg 1: Formelsamling (2-sider) vedlegg 2: log p-h diagram Freon 22					
Merknad: NB! Kandidaten skal starte hver ny oppgave på ny side Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig						
Lykke til!						

Oppgave 1 (25 %) (Hvert delspørsmål kan besvares for seg)**Ansvarlig Morten Chr. Svensson**

- a) Forklar hva vi mener med kontaktorer (hjelpereleer). Hva er sammenhengen mellom de fysiske bryterne (B1 og B2), kontaktene (K1 og K2) og symbolene på styrestrømskjemaet (B1-NO, B2-NO, K1-NO)? Hva betyr NO (Normally Open)?



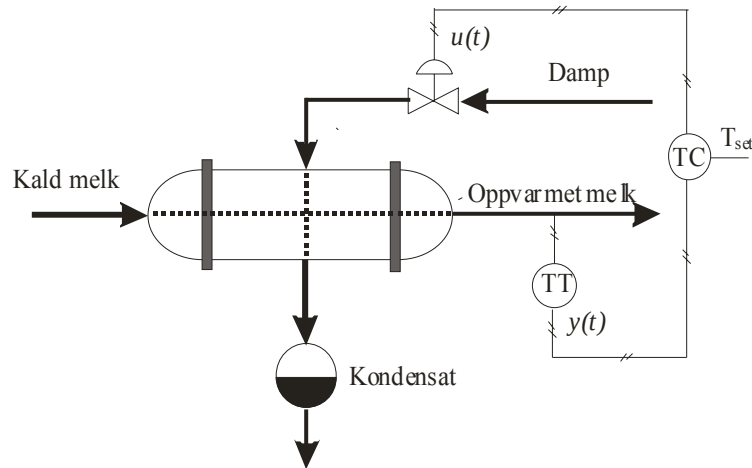
- b) Bryterne B1 og B2 skal være koblet i **OG**-funksjon, dvs. pumpen skal gå dersom både bryter B1 **OG** bryter B2 er gitt. Lampen skal lyse når pumpen går. Følgende innstilling er valgt:

a	b	c	d	e	f	g	h
B1-NO	B2-NO	Lukket	Lukket	K1-NO	B1-NO	Lukket	Lukket

Stemmer styrestrømskjemaet med kravene gitt ovenfor? Forklar! Dersom ikke, foreslå nye innstillinger som tilfredsstiller kravene gitt ovenfor. Begrunn svaret ditt!

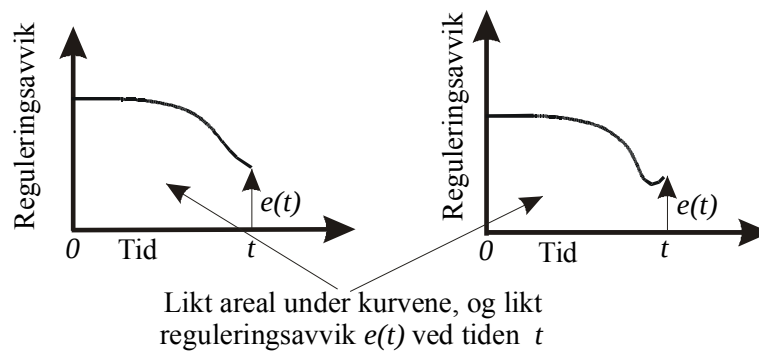
- c) Hva menes med reguleringsavviket, $e(t)$, i en reguleringsløyfe, og hvordan bør dette være ved regulering av en prosess (for eksempel ved temperaturregulering i en varmeveksler)? Nevn to måter du kan bruke for å fjerne det stasjonære reguleringsavviket i en reguleringsløyfe.

Figuren under viser en varmeveksler med temperaturregulering. I varmeveksleren varmes kald melk opp ved hjelp av damp som kondenserer inne i varmeveksleren. Tegn blokkdiagrammet til reguleringsløyfen. Husk å beskrive hva hver blokk i diagrammet representerer, og hva som kommer ut av hver blokk.



- d) Figuren under viser hvordan to reguleringsavvik $e(t)$ varierer med tiden t . Det brukes en PID-regulator og denne ble koblet inn ved tidspunkt $t=0$. Ved tidspunkt t er begge reguleringsavvikene like store (for eksempel $e(t) = 5\%$) og arealene under begge kurvene er like store. Sammenlign bidragene fra P-delen, I-delen og D-delen i regulatoren i de to tilfellene ved tidspunkt t . (Du trenger ikke å foreta utregninger her, bare forklare eventuelle likheter/ulikheter).

HINT: Arealet under kurvene er gitt av ligningen: $\int_0^t e(t) dt$



Formler som det kan være greit å kjenne til:

$$u(t) = K_p e(t) \quad e(t) = y_0 - y(t) \quad u(t) = K_p e(t) + u_0 \quad u(t) = K_p (e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt)$$

$$u(t) = K_p (e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt})$$

Oppgave 2 (20 %)**Ansvarlig Jørgen Mæhle**

Vi betrakter et fryseskap med glassdører i et kjøpesenter. Halve døgnet, når butikken er stengt fra kl. 21:00 til 9:00, er dørene dekt med en isolerende matte på utsiden av skapet.

Data

Samlet areal glassdører:	2,4 m ²
Glassdør:	
Tykkelse	6,0 mm
Varmeledningsevne	0,80 W/mK
Isolasjonsmatte:	
Tykkelse	15 mm
Varmeledningsevne	0,01 W/mK

Varmeovergangskoeffisient: $h = 8,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (gjelder på begge sider av døren)

- a) Vis at varmeoverføringskoeffisientene til dørene i fryseskapet for dag og natt henholdsvis blir $K_d = 3,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ og $K_n = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- b) Beregn varmestrøm gjennom dørene til skapet om dagen og om natta, og beregn total energimengde ved varmetransport gjennom skapets dører pr. døgn. Temperaturene inne i og utenfor skapet er -20°C og $+18^\circ\text{C}$.
- c) Beregn overflatetemperaturen til glasset på innsiden av skapet om natten og om dagen.
- o - O - o -
- d) Kuldekretsen i skapet arbeider med Freon 22 som kuldemedium med fordamper- og kondensator-temperatur på -30°C og $+30^\circ\text{C}$. Betrakt kretsprosessen som ideell og skisser denne i vedlagte log p-h diagram.
- e) Bestem fra diagrammet trykk i fordamper og kondensator, og bestem endring i spesifikk entalpi i fordamper og kompressor. Beregn prosessens kuldefaktor.
- f) Fryseskapets kuldeytelse (varmestrøm i fordamper) skal være 990 W. Beregn massestrøm av kuldemedium og effektforbruk i kompressoren.

Oppgave 3 (15 %)**Ansvarlig Jørgen Mæhle**

En lukket gassmengde komprimeres fra 10 dm^3 til 4 dm^3 på forskjellige måter.

- a) Skisser i samme pV-diagram prosessene gassen gjennomgår når kompresjonen er henholdsvis isoterm, isobar og adiabatisk. I hvilken av prosessene utføres det største arbeidet.

I resten av deloppgavene komprimeres $0,32 \text{ mol}$ idealgass fra starttilstand $V_0 = 10 \text{ dm}^3$, $p_0 = 80 \text{ kPa}$ og $T_0 = 27^\circ\text{C}$ slik at den i slutttilstanden får volumet $V_1 = 4 \text{ dm}^3$.

Data for gassen: $C_{mV} = 20,8 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ $C_{mP} = 29,1 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ $\gamma = 1,4$

- b) Gassen komprimeres isotermt

- i. Beregn arbeid og varme tilført eller avgitt til gassen gjennom prosessen.
- ii. Beregn gassens trykk i slutttilstanden.

- c) Gassen komprimeres isobart

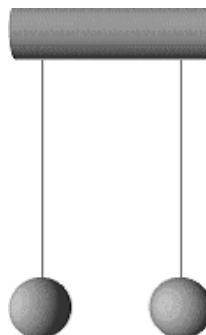
- i. Beregn gassens temperatur i slutttilstanden.
- ii. Beregn arbeid og varme tilført eller avgitt til gassen gjennom prosessen.

- d) Gassen komprimeres adiabatisk

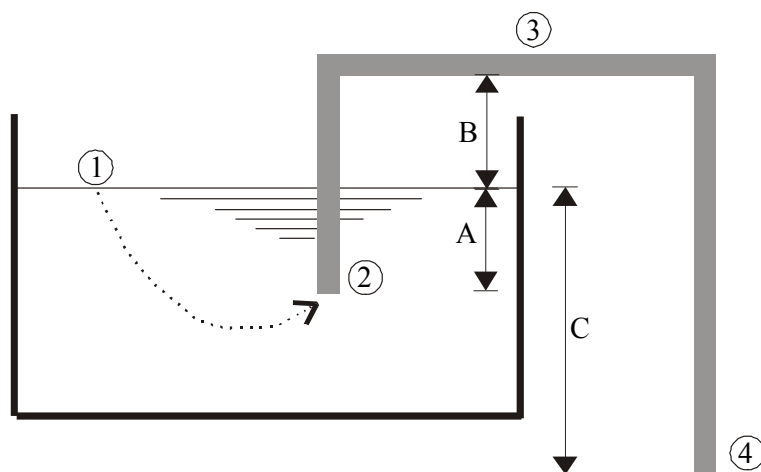
- i. Hvordan defineres en adiabatisk prosess.
- ii. Beregn temperatur og trykk i slutttilstanden.
- iii. Beregn arbeid og endring i gassens indre energi gjennom prosessen.

Oppgave 4 (25%)**Ansvarlig Morten Chr. Svensson**

- a) I en lab-oppgave ble du kjent med redskapet vist i figuren til venstre under. Hva brukte du dette redskapet til og forklar virkemåten til dette redskapet? Forklar også hva som skjer når du blåser mellom ballene vist i figuren til høyre.



- b) Figuren under viser en tank som blir tømt med en hevert. På figuren er det merket av 4 punkt. Punkt 1 er ved væskeoverflaten, punkt 2 er inne i heverten der væsken går inn, punkt 3 er det høyeste punktet på heverten (fortsett inne i heverten), og punkt 4 er inne i heverten ved væskeutløpet. A, B og C er avstander som vist på figuren.



Følgende prosessdata er gitt for tanken og heverten:

Prosessdata	Symbol	Verdi
Væskedybde punkt 2	A	10 cm
Hevertutløp punkt 4 (målt fra væskeoverflaten)	C	30 cm
Væskevolum tank	V	30 l
Diameter hevert (sirkulær)	d	5 mm
Lengde hevert	l	100 cm
Motstandstall hevert (friksjon)	λ	0,019
Tetthet tankvann	ρ	1000 kg/m ³
Atmosfæretrykk	p_{atm}	1,0 bar
Tyngdeakselerasjon	g	9,81 m/s ²

NB! I oppgavene under så kan du utføre beregninger på hvert delspørsmål selv om du ikke klarer å utlede ligningen som inngår i spørsmålet.

- c) Sett opp bernoullis ligning for punkt 1, 2, 3 og 4. Anta at hastigheten på væskeoverflaten i punkt 1 er neglisjerbar (dvs. 0).
- d) Vis at følgende ligning gjelder for væskehastigheten i heverten.

$$v_{\text{hevert}} = \sqrt{2gC}$$

Hva blir hastigheten i heverten?

Vil væskehastigheten i heverten variere med hvor langt innløpet er plassert nede i tanken? Forklar! Hva vil skje med væskehastigheten etter hvert som tanken tømmes dersom heverten holdes i ro? Forklar!

- e) Anta at du justerer heverten slik at væskehastigheten i denne er konstant. Hvor lang tid bruker du på å tømme tanken? Dersom du ikke fant svaret under a) så kan du anta en væskehastighet i heverten lik 2 m/s.
- f) Du skal nå anta at det er friksjon i hevertrøret. Vis at væskehastigheten nå kan skrives som:

$$v_{\text{hevert}} = \sqrt{\frac{2gC}{1 + \lambda \frac{l}{d}}}$$

Hva blir nå volumstrømmen i røret? Sammenlign denne med svaret i d) og forklar årsaken til ulikheten!

Formler du muligens får bruk for:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad \text{Re} = \frac{vd}{\nu} \quad A = \frac{\pi d^2}{4} \quad \Delta p_{\text{tap}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho}{2} v^2 \quad v = \frac{\dot{Q}}{A} \quad A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$H_{\text{pumpe}} = \Delta H_p + H_{\text{geo}} + H_{\text{tap}} \quad \Delta H_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} \quad H_{\text{geo}} = z_2 - z_1 \quad H_{\text{tap}} = \frac{\Delta p_{\text{tap}}}{\rho g} \quad H_a = H_{\text{pumpe}}$$

$$\dot{Q} = A_1 \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho((A_1/A_2)^2 - 1)}} \quad p_0 = p_v + \frac{1}{2} \rho v^2 \quad p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2$$

Oppgave 5 (15 %)**Ansvarlig Jørgen Mæhle****NB! Velg 3 av 4 deloppgaver. Hvis alle 4 velges, vil de 3 deloppgavene med best skår telle med i bedømmelsen av besvarelsen.****a) Lys og bølger**

- i. Beskriv kort forskjeller og likheter mellom synlig lys, røntgenstråling og gammastråling.
- ii. Bestem energi og frekvens til fotoner med bølgelengde 0,180 nm.
- iii. Lys med bølgelengden 632 nm i vakuum får ny bølgelengde 390 nm i en type glass. Bestem lysfarten i glasset og glassets brytningsindeks.

Lysfart i vakuum: $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s

b) Vi betrakter en lysstråle som går fra flintglass til luft.

- i. Beregn innfallsvinkel og refleksjonsvinkel i flintglass når brytningsvinkelen i luft er 75 grader. Skisser strålegangen.
- ii. Forklar kort begrepene totalrefleksjon og grensevinkel.
- iii. Beregn grensevinkelen for lys som går fra flintglass til luft.

Brytningsindekser: luft $n_l = 1,0$ flintglass $n_f = 1,62$

c) Radioaktivitet

- i. Hva måles i becquerel (Bq) og sievert (Sv)?
- ii. Radioaktivt Radon opptrer i radioaktive serier. Hva er en radioaktiv serie, og hvorfor er Radonisotopene spesielt skadelige?
- iii. Sett opp en formel som beskriver radioaktiv nedbrytning av Strontium-isotopen Sr-90 som har en fysisk halveringstid på 28 år. Bestem hvor stor mengde Sr-90 en radioaktiv kilde vil innholde om 100 år i prosent av mengden i dag.

d) En varmeveksler arbeider med en blanding av vann og damp slik at temperaturen holdes konstant på 100 °C i primærkretsen. I sekundærkretsen varmes melk fra 40 °C til 72 °C.

- i. Lag en skisse som viser temperaturforløpet i varmeveksleren og vis at logaritmisk middeltemperaturdifferens (LMTD) blir 42,0 K.
- ii. Varmeveksleren har et plateareal på $A = 1,44 \text{ m}^2$ og varmeoverføringskoeffisient $K = 190 \text{ W/m}^2\text{K}$. Beregn varmestrømmen gjennom varmeveksleren og massestrøm av melk gjennom den.

Varmekapasitet for melk: $c = 3,88 \text{ kJ/kgK}$