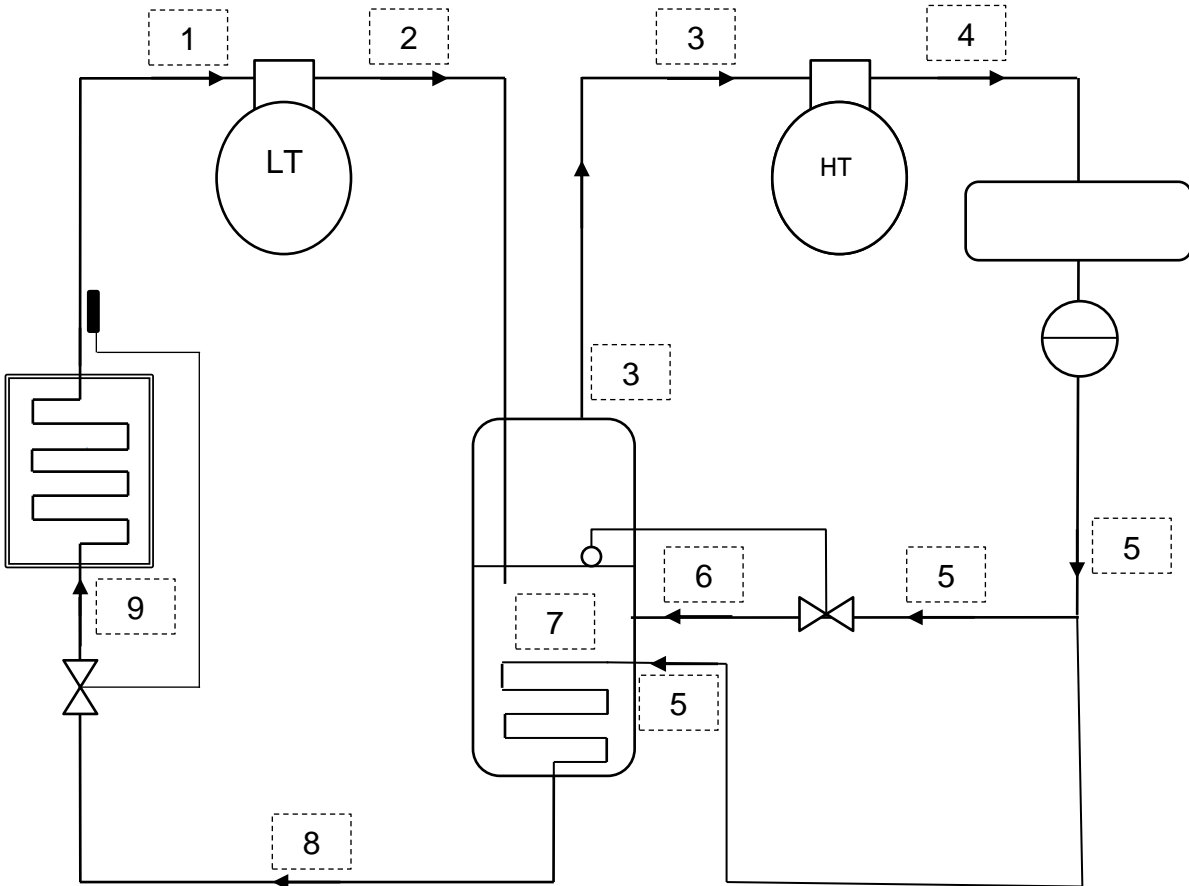


Besvarelse af 2-trins køleanlæg med lukket mellemkøler.

Nedenstående figur viser systemet:



Alle de kendte værdier opskrives ud fra punkterne:

Kondenseringstemperatur: 50 °C

Kølemiddeltemperatur i receiver: 45 °C

Temperaturen ved pos. 8: 15 °C

2. Trykgas-temperaturen efter LT-kompressoren: 30 °C

4. Trykgas-temperaturen efter HT-kompressoren: 70 °C

Begge kompressorers volumetriske virkningsgrad: $\eta_v = 0,7$

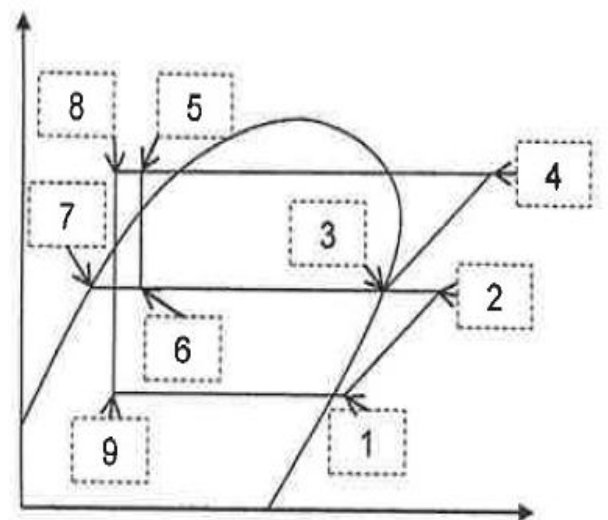
Begge kompressorers mekaniske virkningsgrad: $\eta_m = 0,9$

Begge elmotorers virkningsgrad: $\eta_{EL} = 0,95$

Fordampertryk: 1,02 bar_{abs}

Overhedning 6 K

Fordamperbelastning: 120 kW.



Dernæst udfyldes nedenstående skema inden de næste opgaver besvares, værdierne findes i [coolpack](#):

Ref. Punkt.	Beskrivelse.	Symbol.	Resultat.	Enhed.
1.	Massestrøm af kølemiddel ved indsugningen af kompressor.	\dot{m}_{R134a}		m^3/h
1.	Entalpi før LT kompressor.	h_1	386,49	kJ/kg
1.	Specifik volumen ved indsugning til kompressor.	v_1	0,19323	m^3/kg
1.	Entropi før LT kompression.	s_1	1,761	$kJ/kg * K$
2.	Virkelig entalpi ved afgang fra LT kompressor.	h_2	423,32	kJ/kg
2.*	Teoretisk entalpi ved afgang fra LT kompressor.	h'_2	413,03	kJ/kg
2.	Trykgastemperatur ved afgang fra LT kompressor.	t_2	30	$^{\circ}C$
3.	Entalpi før HT kompressor.	h_3	401,09	kJ/kg
3.	Specifik volumen ved indsugning til HT kompressor.	v_3	0,05537	m^3/kg
3.	Entropi før HT kompression.	s_3	1,719	$kJ/kg * K$
4.	Virkelig entalpi ved afgang fra HT kompressor.	h_4	446,87	kJ/kg
4.*	Teoretisk entalpi ved afgang fra HT kompressor.	h'_4	427,30	kJ/kg
4.	Trykgastemperatur ved afgang fra HT kompressor.	t_4	70	$^{\circ}C$
5.	Entalpi på væsken efter receiveren.	h_5	263,74	kJ/kg
7.	Entalpi på væsken i mellemkøleren.	h_7	208,67	kJ/kg
8.	Entalpi på væsken efter mellemkøleren.	h_8	220,28	kJ/kg

Og det er velkendt at $h_5 = h_6$ og $h_8 = h_9$

Opgave 1.1

Beregn mellemkølertrykket.

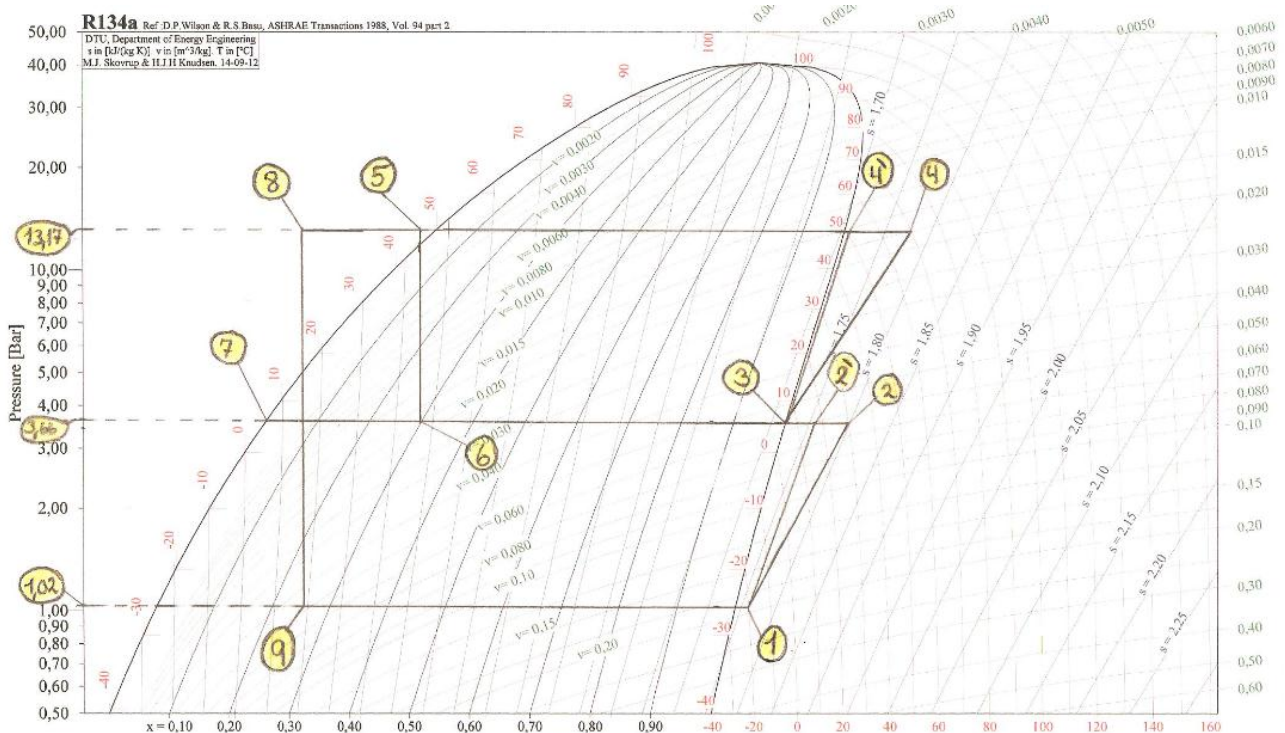
Først findes kondensatortrykket i damptabel for det pågældende kølemiddel ved 50 °C og aflæses til 13,176 bar:

Så anvendes nedenstående formel for, at finde mellemkølertrykket:

$$p_m = \sqrt{p_{kond} * p_o} = \sqrt{13,176 * 1,02} = \underline{\underline{3,6659}} [bar_a]$$

Opgave 1.2

Indtegn køleprocessen på et log p,h diagram fra coolpack, og marker tilstandspunkterne på diagrammet, i overensstemmelse med pos. Numrene på anlægstegningen.



Opgave 1.3

Beregn den cirkulerede kølemiddel-masse gennem LP kompressoren.

Da vi har kendskab til fordampereffekten/belastningen, beregnes kølemiddelmassen således:

$$P_o = \dot{m}_{R134aLT} * (h_1 - h_9) \Rightarrow \dot{m}_{R134aLT} = \frac{P_o}{(h_1 - h_9)} = \frac{120}{(386,49 - 220,28)}$$

⇕

$$\dot{m}_{R134aLT} = \underline{\underline{0,722}} [kg/s]$$

Opgave 1.4

Beregn den cirkulerede kølemiddel-masse gennem HP kompressoren.

Til dette udnytter vi energibalancen for hele systemet og løser ligningen med hensyn til $\dot{m}_{R134a_{HT}}$:

$$\dot{m}_{R134a_{LT}} * h_2 + \dot{m}_{R134a_{HT}} * h_5 = \dot{m}_{R134a_{LT}} * h_8 + \dot{m}_{R134a_{HT}} * h_3$$

⇓

$$\dot{m}_{R134a_{HT}} = \frac{(h_2 - h_8)}{h_3 - h_5} * \dot{m}_{R134a_{LT}} = \frac{(423,32 - 220,28)}{401,09 - 263,74} * 0,722 = \underline{\underline{1,065}} \left[\frac{kg}{s} \right]$$

Opgave 1.5

Beregn den cirkulerede kølemiddelmasse gennem svømmerventilen i mellemkøleren.

Med viden om de to massestrømme i LT og HT-kompresserne, kan jeg beregne massestrømmen af kølemiddel gennem svømmerventilen således:

$$\dot{m}_{R134a_{SVØMMERVENTIL}} = \dot{m}_{R134a_{HT}} - \dot{m}_{R134a_{LT}} = 1,065 - 0,722$$

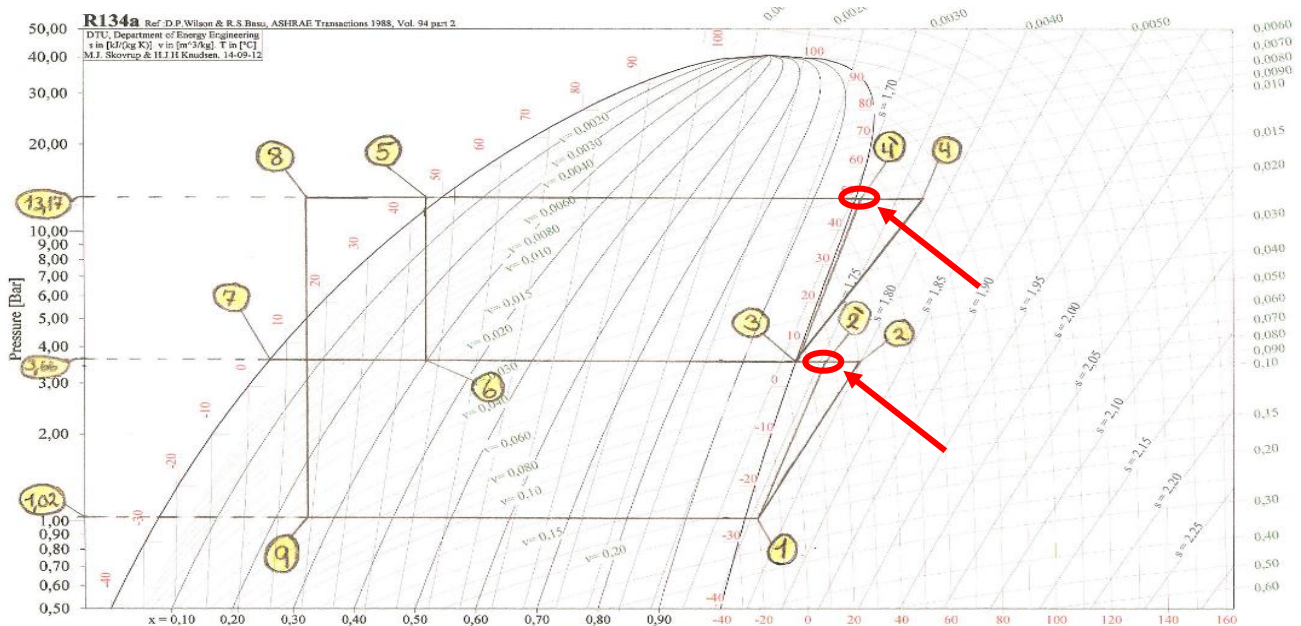
⇕

$$\dot{m}_{R134a_{SVØMMERVENTIL}} = \underline{\underline{0,345}} \left[\frac{kg}{s} \right]$$

Opgave 1.6

Beregn LT kompressorens isentropiske virkningsgrad.

Først indtegner vi den teoretiske proces i log p,h diagrammet for at aflæse de to værdier $h_{2,is}$ og $h_{4,is}$:



Dem aflæste jeg tidligere henholdsvis til:

$$h_{2,is} = 413,03 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{4,is} = 427,3 \text{ kJ/kg}$$

Og endelig kan den isentropiske virkningsgrad beregnes for LP kompressoren:

$$\eta_{is,LT} = \frac{h'_2 - h_1}{h_2 - h_1} = \frac{413,03 - 386,49}{423,32 - 386,49} = \underline{\underline{0,72}} [-]$$

Opgave 1.7

Beregn HT kompressorens isentropiske virkningsgrad.

Dette gøres ved samme fremgangsmåde som opgave 1.6, blot med andre værdier:

$$\eta_{is,HT} = \frac{h'_4 - h_3}{h_4 - h_3} = \frac{427,3 - 401,09}{446,87 - 401,09} = \underline{\underline{0,573}} [-]$$

Opgave 1.8

Beregn LT kompressorens indre effekt.

Dette gøres således:

$$P_{i,LT} = \dot{m}_{R134a,LT} * (h_2 - h_1) = 0,722 * (423,32 - 386,49) = \underline{\underline{26,6}} [kW]$$

Opgave 1.9

Beregn HP kompressorens indre effekt.

Dette gøres således:

$$P_{i,HT} = \dot{m}_{R134a,HT} * (h_4 - h_3) = 1,065 * (446,87 - 401,09) = \underline{\underline{48,76}} [kW]$$

Opgave 2.0

Beregn mellemkølerens temperaturvirkningsgrad.

Temperaturvirkningsgraden er defineret således:

$$\eta_t = \frac{t_5 - t_8}{t_5 - t_7} = \frac{45 - 15}{45 - 6,425} = \underline{\underline{0,778}} [-]$$

Opgave 2.1

Beregn kondensatoreffekten.

$$P_{KOND} = \dot{m}_{R134a,HT} * (h_4 - h_5) = 1,065 * (446,87 - 263,74) = \underline{\underline{195}} [kW]$$

ELLER:

$$P_{KOND.} = P_{FORD} + P_{i,LT} + P_{i,HT} = 120 + 26,3 + 48,76 = 195,06 [kW]$$