



Norges
teknisk–naturvitenskapelige
universitet
Institutt for kjemisk
prosessteknologi

TKP4120

Prosessteknikk

Vår 2020

Øving 11

Relevante kapitler i læreboka: 5, 6, 7 og 7.

1 En kjølesyklus opererer med CO_2 som kjølemedium. Kjølesyklusen består av følgende trinn:

- i) **Adiabatisk kompressor:** Mettet CO_2 -damp (tilstand S_1 , $T_{S_1} = -45^\circ\text{C}$, $p_{S_1} = 8 \text{ bar}$) komprimeres til $p_{S_2} = 40 \text{ bar}$ (tilstand 2).
- ii) **Varmeveksling med omgivelsene**(Q_H): Isobar kondensering til væske (tilstand S_3 , $T_{S_3} = 0^\circ\text{C}$).
- iii) **Ventil:** Avspenning av gassen til $p_{S_4} = 8 \text{ bar}$ (tilstand S_4 , $x_{\text{liq}} > x_{\text{vap}}$).
- iv) **Varmeveksling med omgivelsene**(Q_C): Isobar fordampning (fra tilstand 4 til tilstand 1).

Anta at kompressoren har virkningsgrad $\eta = 85\%$. Benytt vedlagt trykk-entalpi-diagram. En kopi med dine punkter inntegnet skal vedlegges oppgavebesvarelsen.

- a) Beregn entalpiendringen per kilogram kjølemedium for hvert trinn av kjølesyklusen. Hva er temperaturen i tilstand 2?
- b) Hva er kjøleeffekten (Q_C) når effektforbruket i kompressoren er $W = 10 \text{ kW}$? Hva blir massestrømmen av kjølemediumet?
- c) Hva er «kjølefactoren» Q_C/W og hvilken verdi får denne?
- d) Hva er teoretisk høyeste «kjølefaktor» dersom de varme omgivelsene¹ er ved -5°C og de kalde omgivelsene² er ved -45°C ? Hva er den termodynamiske virkningsgraden for kjølesyklusen? Hva er årsaken til at den *ikke* er 100 %?

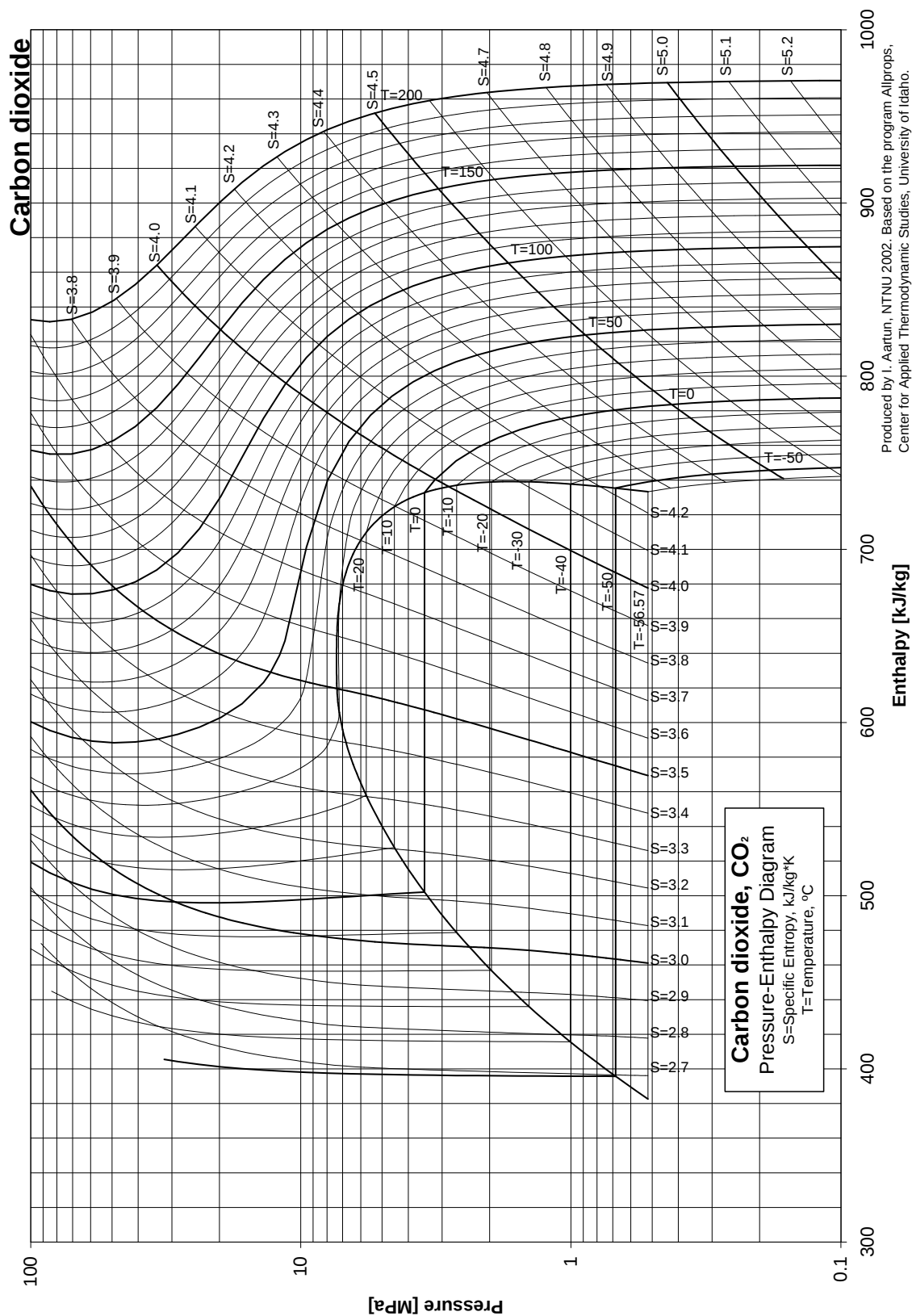
¹Varme omgivelser er i dette tilfellet en annen kjølekrets.

²Kalde omgivelser kan f.eks være et fryseler for fisk.

Utvalgte tallsvar:

Merk at som følge av avrundingsforskjeller kan det forekomme at dine tallsvar avviker noe fra disse.

- 1) b) $Q_C = 29,3 \text{ kW}$
 c) $\text{COP}_C = 2,9$
 d) $\text{COP}_{\text{rev}} = 5,7.$



Figur 1: Trykk-entalpi-diagram for CO₂