

(7%)

1. Hitastig fyrir utan kæliklefa er  $12^{\circ}\text{C}$  en inni í klefanum er  $2^{\circ}\text{C}$  hiti
  - a) Hver er hitastigsmunurinn í K?
  - b) Hvert er hitastigið utan við klefann í  $^{\circ}\text{F}$ ?
  - c) Streymir varminn inn eða út úr klefanum?

(3%)

2. Þrýstimælir sýnir  $-0,4$  bar. Hver er abs þrýstingurinn?

(6%)

3. Settu X fyrir framan rétt svar.

Loft í kælikerfinu hefur þau áhrif?

- Að eimsvlaþrýstingur hækkar og afköst eimsvala minnka.
- Að eimsvlaþrýstingur lækkar og afköst eimsvala aukast.
- Að eimunarþrýstingur lækkar og afköst eimis aukast.

Á sjónglasinu er oft litapunktur í miðju sem gefur til kynna þegar raki er í kerfinu. Ef allt er eðlilegt þá er liturinn á litapunktinum?

- Gulur.
- Blár.
- Grænn.

(6%)

4. Í hitakút eru 180 ltr. af  $12^{\circ}\text{C}$  heitu vatni sem þarf að hita í  $75^{\circ}\text{C}$ .  
Hítarinn sem notaður er við verkið er 5 kW.  
Hve langan tíma tekur að hita vatnið?

(7%)

5. Í mjólkurtanki eru 300 kg af  $2^{\circ}\text{C}$  heitri mjólk. Saman við hana er bætt 80 kg af  $35^{\circ}\text{C}$  heitri mjólk. (eðlisvarmi mjólk = 3,88)  
Hvert verður blöndunarhitastigið?

(7%)

6. Hve mikinn varma þarf til að breyta 20 kg af  $0^{\circ}\text{C}$  heitum ís í  $100^{\circ}\text{C}$  heitan eim?

(8%)

7. Í sláturhúsi þarf að frysta 500 kg af lambakjöti sem búið er að kæla í  $2^{\circ}\text{C}$ , að frystingu lokinni þarf að kæla kjötið í  $-24^{\circ}\text{C}$ . Verkið þarf að framkvæma á 4 klst.

Hver þurfa kæliafköstin að vera til að framkvæma þetta?

(8%)

8. Loft er  $20^{\circ}\text{C}$  heitt og rakastig þess 50%. Loftið er sent gegnum rakatæki þar sem úðað er í það raka þar til það verður mettað af raka. Varmainnihald þess er óbreytt
- Hvert er mettnarhitastigið?
  - Hve mikið vatn þarf að setja í hvert kg af lofti?

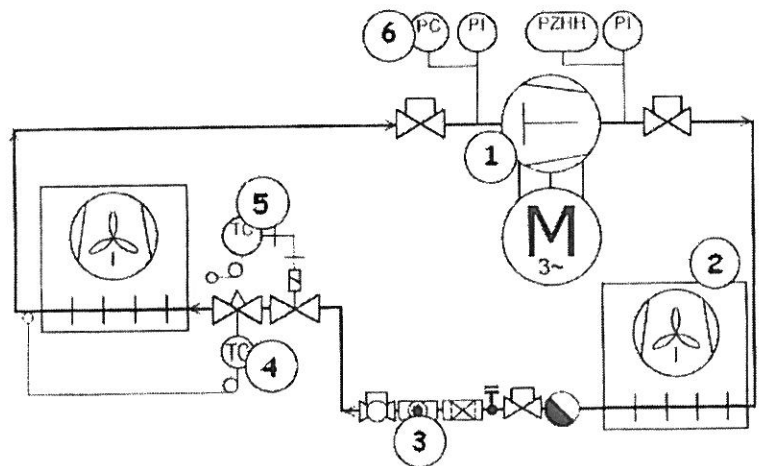
(10%)

9. Loft sem fer inn á lofttemprunarkerfi er 25°C heitt og 70% rakt. Loftið á að kæla niður í 18°C og taka úr því raka. Yfirborðshitastig kælisins er 10°C.

- Hvert er rakastig loftins eftir kælingu?
- Hve mikill raki fellur út við niðurkælinguna?
- Hver verður varmabreytingin á loftinu?

(12%)

10. Skrifðu við númerin fyrir neðan hvaða íhlutir kerfisins eiga við númerin 1 til 6 á myndinni.



1: \_\_\_\_\_

2: \_\_\_\_\_

3: \_\_\_\_\_

4: \_\_\_\_\_

5: \_\_\_\_\_

6: \_\_\_\_\_

(18%)

11. Á kælikerfi með kælimiðilinn R134a er eimunarhitastigið  $-10^{\circ}\text{C}$  og þéttunarhitastigið  $35^{\circ}\text{C}$ . Kælimiðilsvökvinn er undirkældur um 8K og yfirhitun á einnum er 6K. Pressan vinnur eftir s línunni.

- a) Teiknaðu hringferilinn í þh línuritið.
- b) Hvaða þrýsting sýna mælarnir á háþrýsti og lágþrýstihlið?
- c) Hvert er eiminnihald kælimiðilsins eftir þensluloka?
- d) Hve mikinn varma tekur kælimiðillinn til sín í eiminum?
- e) Hve mikill varmi myndast við þjöppunina?
- f) Hvað þarf eimsvalinn að fjarlægja mikinn varma?
- g) Hvert er hitastigið eimsins frá þjöppunni?
- h) Hvert er eðlisrúmtak eimsins við sogloka pressu?

(8%)

12. Hvað er átt við með ODP tölu og hvort er betra að hún sé lág eða há?

---

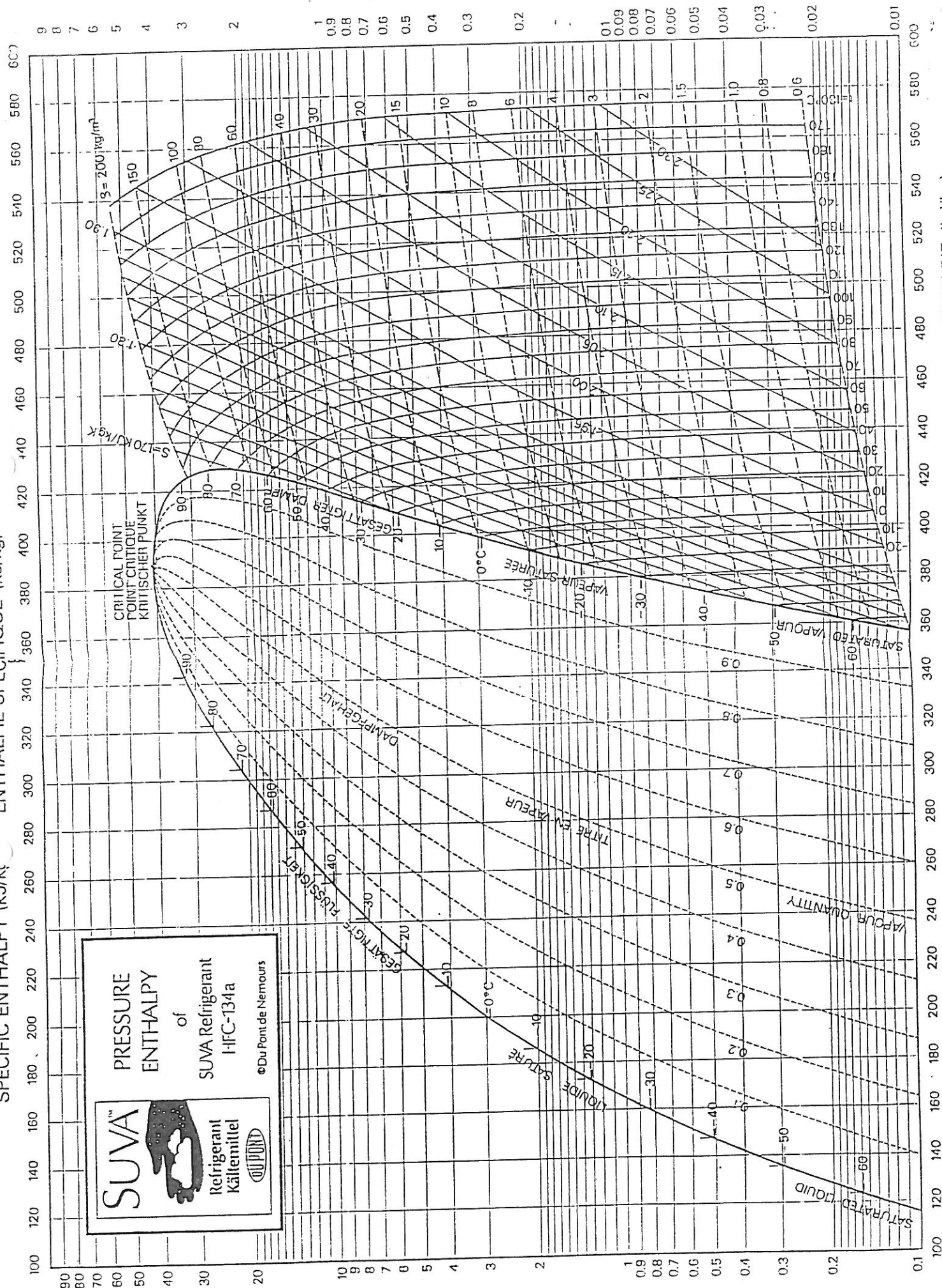
---

---

---

PRESSURE (MPa) PRESSION (MPa) DRUCK (MPa)

SPECIFIC ENTHALPY (kJ/kg) ENTHALPIE SPECIFIQUE (kJ/kg) SPECIFISCHE ENTHALPIE (kJ/kg)



**SUVA**  
 Refrigerant  
 Kältemittel

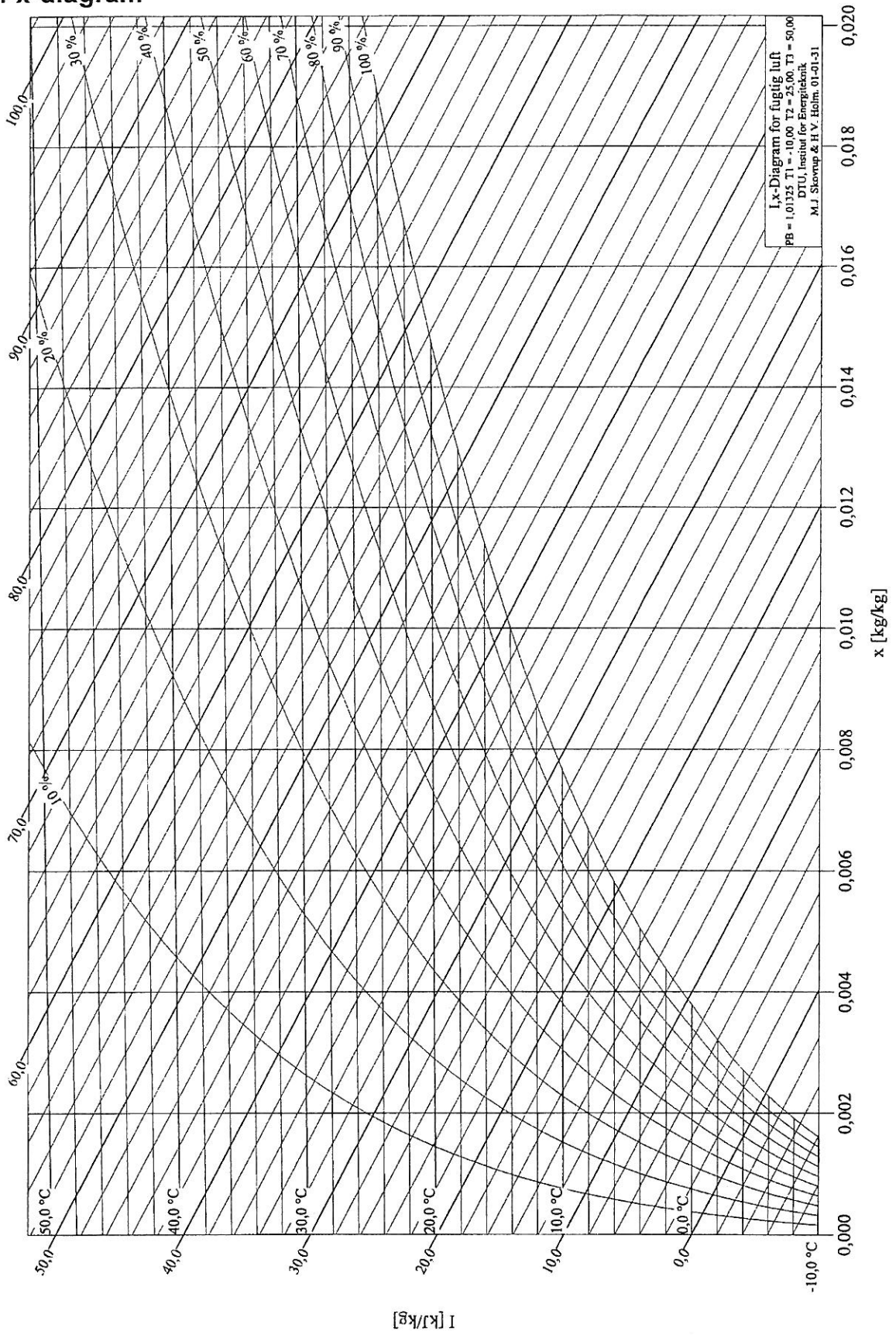
of  
 SUVA Refrigerant  
 HFC-134a

©Du Pont de Nemours

**DUPONT**

PRESSURE (bar) PRESSION (bar) DRUCK (bar)

# I-x-diagram



## Formúlor í KÆL – 122

[ Ph - línurit ]

$P_s$  = Fræðileg aflþorf þjoppunnar

$$P_s = \dot{m} \cdot \Delta h_s \text{ [kW]}$$

$P_r$  = Raunveruleg aflþorf þjoppu

$$P_r = \dot{m} \cdot \Delta h_r \text{ [kW]}$$

$t_1$  = hitastigið á einnum frá þjoppunni

$t_2$  = þettunarhitastig eimsvala

$t_3$  = eimunarhitastig

$p_1$  = þettunarþrygtingur

$p_2$  = eimunarþrygtingur

$\Phi_c$  = kæliafkost eimis [kW = kJ/s]

$$\Phi_c = \Delta h_c \cdot \dot{m}$$

$\Phi_s$  afkost eimsvalans

$$\Phi_s = \Delta h_s \cdot \dot{m}$$

$\Delta h_c$  = varmaorkuaukningin sem verður í einnum kJ/kg

$$\Delta h_c = h_2 - h_1$$

$\Delta h_s$  = varmaorka sem eimsvalinn gefur frá sér [kJ/kg]

$$\Delta h_s = h_3 - h_2$$

$\Delta h_{cs}$  = fræðileg varmaorkuaukningin sem verður í einnum við þjoppunina kJ/kg

$\Delta h_r$  = raunveruleg varmaorkuaukningin sem

verður í einnum við þjoppunina kJ/kg

$$\Delta h_r = \Delta h_{cs} \cdot \eta_{1-2}$$

$u_2$  = eðlisrúmtak eimsins við þjoppu

$V_f$  = fræðilegt rúmtaksstreymi

$$V_f = V_R / \eta_v$$

$V_R$  = raunverulegt rúmtaksstreymi

$$V_R = \dot{m} \cdot u_2 \text{ [m}^3 \text{/s]}$$

$\eta_{1-2}$  = isentropísk - nýtni

$$\eta_{1-2} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$\eta_v$  = rúmnýtni

$$\eta_v = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$\dot{m}$  = massastreymi

Punktur a er við sogloka þjoppu, allur kælimiðill gúfaður upp

Punktur d er astand eftir þensluloka

Punktur b yfirhitadur eimur frá heitgasloka þjoppu

Punktur c allur kælimiðill er orðinn vökvi.

$$V_f = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot s \cdot n \cdot c}{4 \cdot 60}$$

**Þrýstifall í vökva:**

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$p$  = þrýstingur,  $\rho$  = eðlismassi,  $g$  = þyngdarhröðun,  $h$  = vökvahæð og  $v$  = eðlisrúmtak

$$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$$

Ef gefið er upp eðlisrúmtak í staðinn fyrir eðlismassa þá er formúlan

$$p = g(h/v)$$

### Tákn og formúlur notaðar í kælitækni

Varmi er í reynd sú vinna sem sameindir á tilteknum stað miðla til sameinda með minni meðalhraða á kaldari stað

$Q$  = varmaorka í (J) eða (kJ)

$$\Delta t = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2}{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}$$

$m$  = massi (kg)

$c$  = eðlisvarmi efnis [kJ / (kg \* K)]

$\Delta T$  = hitastigsmismunur í kelvin (K)

$T_2$  = lokahitastig í kelvin (K)

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$T_1$  = byrjunarhitastig í kelvin (K)

$$P_a = P_o + P_b$$

$t_2$  = lokahitastig í gráðum á selsius (°C)

$P_a$  = abs. þrýst.

$t_1$  = byrjunarhitastig í gráðum á selsius (°C)

$P_o$  = þrýst. lesinn af mæli

Fyrir upphitun eða niðurkælingu gildir

$P_b$  = Andrúmsloftsþrýst.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Formúla fyrir bráðnun og storknun

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1,8}$$

$l_s$  = bræðsluvarmi í J/kg eða kJ/kg

$$Q = m \cdot l_s$$

Formúla fyrir eimun og þéttingu á eimi

$l_f$  = eimunarvarmi í J/kg eða kJ/kg

$$Q = m \cdot l_f$$

Afl (afkastageta) er þekkt í vélfræði sem vinna á tímæiningu eða  $P = W/t$ . Á sama hátt er hægt að finna afkastagetu á varma tilfærslu þegar varmamagnið og tíminn eru þekktar stærðir. Þetta getum við kallað kæliafkost (varmaafkost)

### **Kæliafköst**

$\Phi$  = kæliafköst í wöttum (w)

Q = varmamagn í joule (J)

t = tíminn í sekúndum (s)

$$\Phi = Q/t \text{ [W]}$$

Ef nota á reiknilíkan til þess að finna út kæliafköst kælikertis er vaninn að reikna út vorustreymi í kilogrömmum á sekúndu. Kæliafköst eru reiknuð út í wöttum eða kilowöttum. Þetta á við hvort sem verið er að kæla vökva eða fastefni niður. Við utreikninga á kæliafköstum er massastreymið (kg/s) notað til að finna hversu mikið hlutaalagið er af samanlögðum afköstum.

$$\Phi = q_m \cdot c \cdot \Delta T \text{ einingin er þá kg/s} \cdot \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot \text{K} = \text{kW}$$

$\Phi$  = kæliafköst í wöttum (kW)

$q_m$  = massastreymi mælt í kilogrömmum á sekúndu (kg/s)

c = eðlisvarmi efnis [kJ / (kg · K)]

$\Delta T$  = hitastigsmismunur í kelvin (K)

### **Formúlur**

Q = varmi [kJ eða J]

m = massi [kg]

$\Delta t$  = hitastigsmismunur [ $t_2 - t_1$ ]

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$\Phi$  = kæliafköst [kW eða W]

Q = varmi [kJ eða J]

t = tíminn í sekúndum

$$\Phi = Q / t$$

$$Q_{\text{E}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

Eimunarvarmi vatns = 2260 kJ / kg

Eðlisvarmi vatns = 4,18 kJ / (kg · K)

Storknunarvarmi vatns = 332 kJ/kg

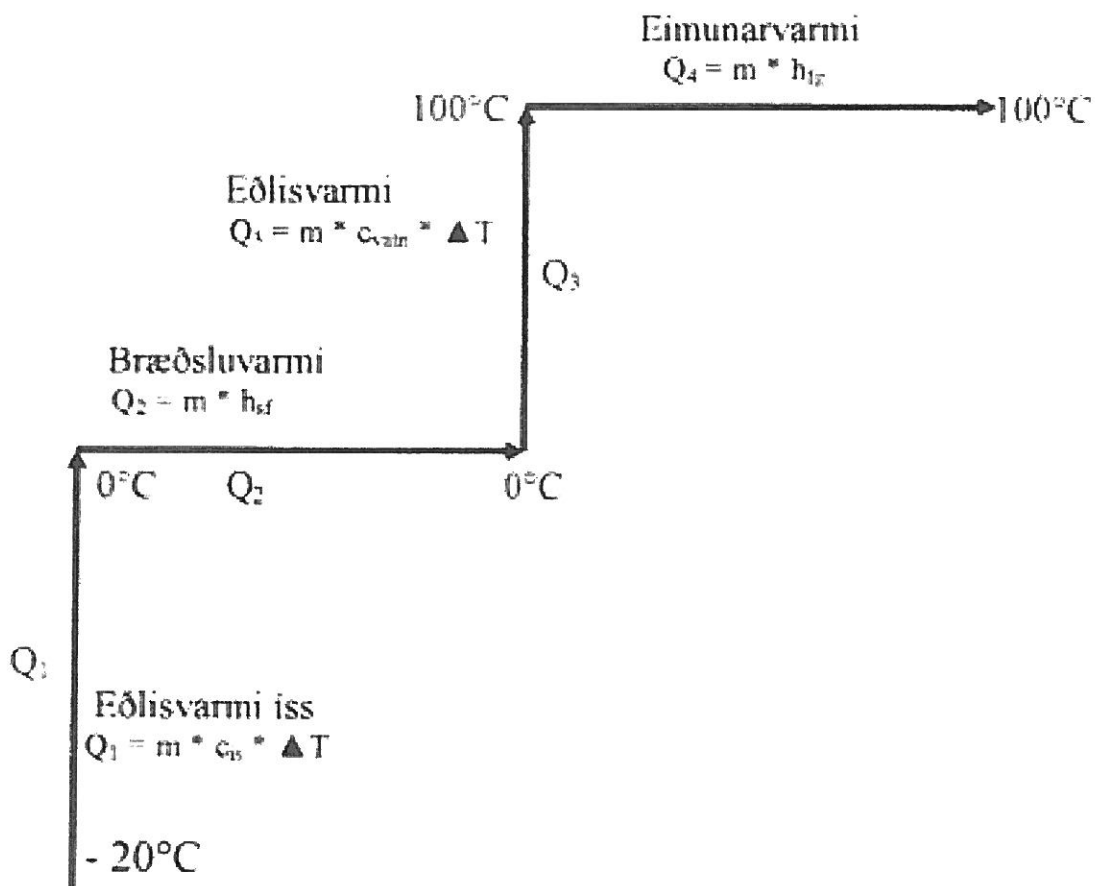
Bræðsluvarmi iss = 332 kJ/kg

Eðlisvarmi iss = 2,1 kJ/(kg · K)

$h_{\text{sf}}$  = bræðsluvarmi [J/kg] = [kJ/kg]

$h_{\text{fg}}$  = eimunarvarmi [kJ/kg]

$\Delta T$  = Hitastigsmunurinn [K] kelvin



### Lofttemprun

Kæliafkost  $\Phi = \dot{m} \cdot \Delta h$

$$\varphi = \frac{x}{x_1} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

Loftblöndun  $h_3 = \frac{m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2}{m_1 + m_2}$

$$m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2 = (m_1 + m_2) h_3$$

$$m_1 = x \cdot \frac{\varphi}{100} - x_1 \left( \frac{m_2}{1 + m_2} \right)$$

**Mollier línuritíð:**

$h$  = stendur fyrir varmáinnihald lofts

$x$  = er fyrir vatnsinnihald loftsins

$\dot{m}$  = massastreymi

$$\Phi = \dot{m} \cdot \Delta h$$

$\varphi$  (hlutfallslegt rakastig)

$x$  (raunverulegt rakastig)

$x_1$  (100% rakastig)

$m_2$  (vatnsútfelling)