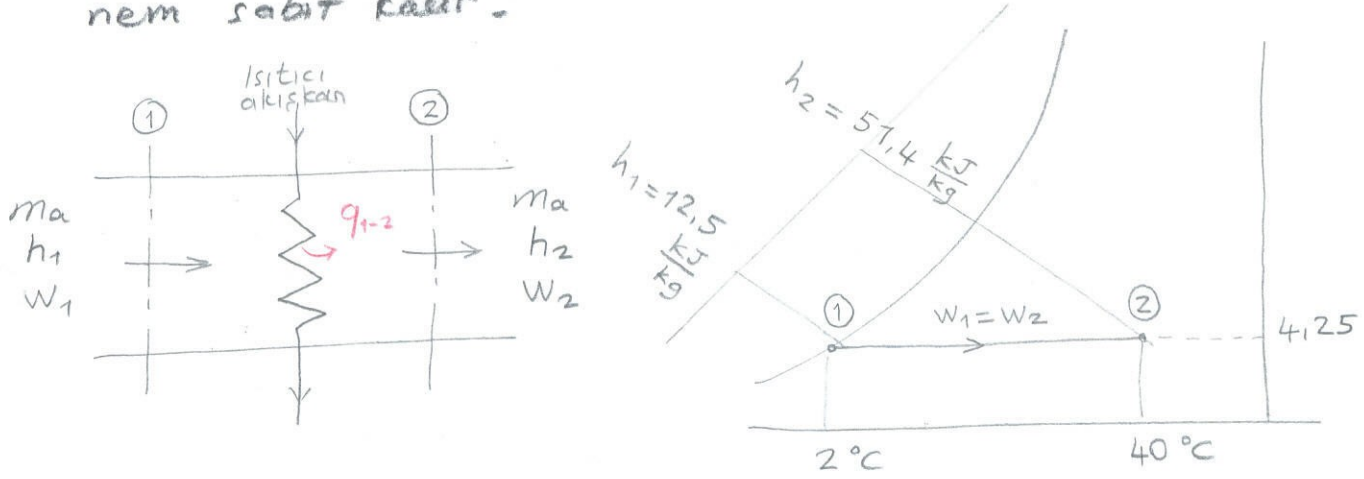


BAZI TİPİK İKLİMLENDİRME İŞLEMLERİ

Nemli Havanın Duyulur Isıtılması

Nemli havanın sıcak yüzeylere temas ettirilerek ısıtılması şeklinde gerçekleştirilir. Nem alış-verisi olmadığından özgül nem sabit kalır.



Sürekli akış koşullarında :

$$q_{1-2} = m_a (h_2 - h_1) \quad [W], [kW]$$

ÖRNEK : 3000 m³/h debisinde, 2 °C sıcaklıktaki doymuş hava, ısıtıcı bir serpantin üzerinden geçirilerek 40 °C'a kadar ısıtılmaktadır. Serpantinden havaya geçmesi gereken ısı miktarını bulunuz :

GÖZÜM :

Sekilde ① noktasına ait değerler : ②'ye ait değerler:

$$h_1 = 12,5 \text{ kJ/kg}_{kh}$$

$$h_2 = 51,4 \text{ kJ/kg}_{kh}$$

$$w_1 = 4,25 \text{ g}_{sb}/\text{kg}_{kh}$$

$$w_2 = w_1 = 4,25 \text{ g}_{sb}/\text{kg}_{kh}$$

$$v_1 = 0,785 \text{ m}^3/\text{kg}_{kh}$$

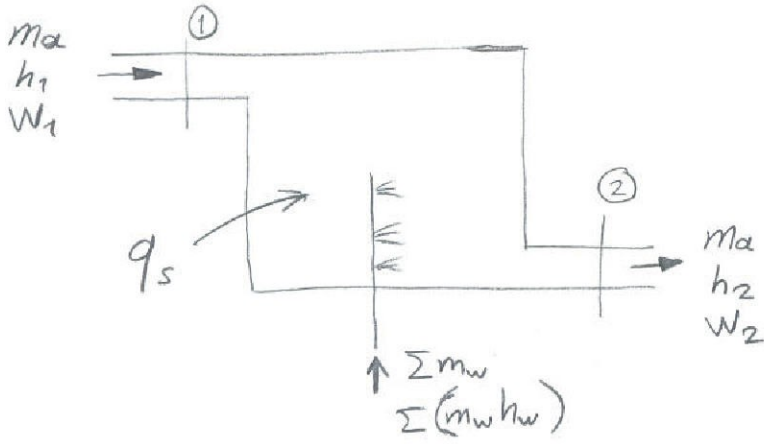
$$m_a = \frac{V_1}{v_1} = \frac{10000}{0,785} = 3822 \text{ kg}_{kh}/h$$

$$q_{1-2} = m_a (h_2 - h_1) = 3822 (51,4 - 12,5) = 148675,8 \text{ [kJ/h]}$$

$$q_{1-2} = \frac{148675,8}{3600} = 41,2988 \Rightarrow$$

$$q_{1-2} \approx 41,3 \text{ [kW]}$$

ODAYA GÖNDERİLMESİ GEREKEN HAVA MİKTARI



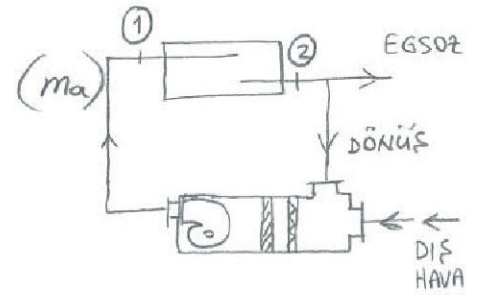
Odaya gönderilen (m_a) kütleli debisindeki nemli hava; odaya dışarıdan giren veya oda içinde ortaya çıkan duyulur ve gizli ısıları alarak dışarı çıkacaktır. Böylece oda içindeki sıcaklık ve bağıl nem sabit tutulmaya çalışılır.

Dolayısıyla sürekli rejim şartlarında odaya gönderilmesi gereken hava miktarı odaya enerjinin korunumu ilkesi uygulanarak,

$$m_a h_1 + q_s + \Sigma(m_w h_w) = m_a h_2$$

$$q_s + \Sigma(m_w h_w) = m_a (h_2 - h_1)$$

$$m_a = \frac{q_s + \Sigma(m_w h_w)}{(h_2 - h_1)}$$



Önceki örnek esas alınırsa :

$$m_a = \frac{30000 + (5)(2555,52)}{(54 - 32)}$$

$$\Rightarrow m_a = 2851,8 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

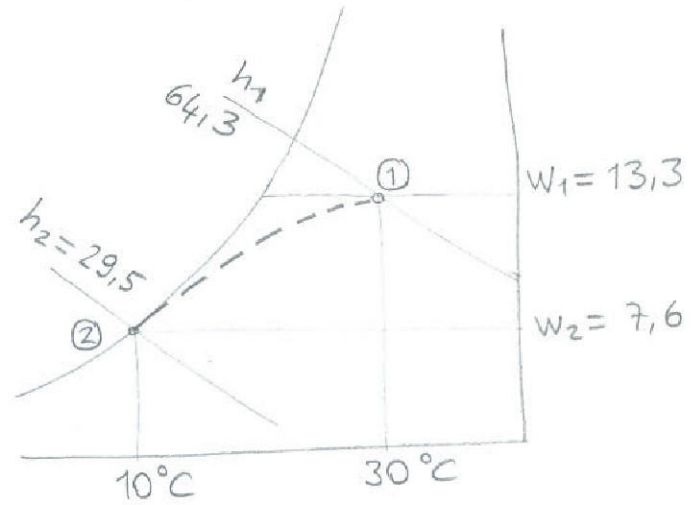
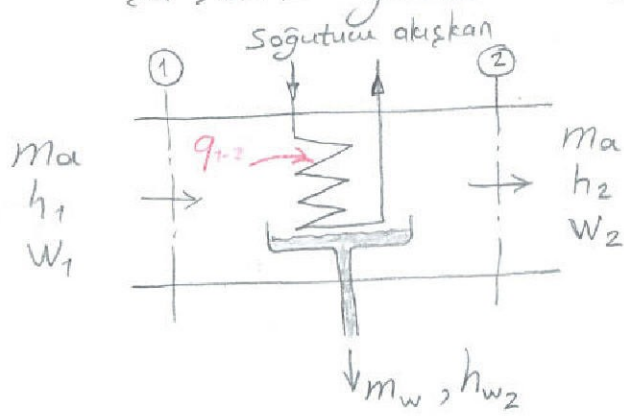
Hacimsel debi :

$$\dot{V} = m_a v_1 = 2851,8 \cdot (0,828) = 2361,3 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$\dot{V} = 2361,3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Nemli Havanın Soğutulması

Nemli hava, bulunduğu koşullara ait çiy noktası sıcaklığının altında bir sıcaklık değerine soğutulursa, içindeki nem yoğunlaşarak sıvı halde havadan ayrılır. Bu durumda havadan ayrılan suyun sıcaklığı, havanın soğutucuyu terk ettiği andaki sıcaklığına eşit varsayılır. Bu durumda sistem için enerji ve kütle dengeleri şu şekilde yazılabilir (Şekile bakınız):



$$m_a h_1 = m_a h_2 + q_{1-2} + m_w h_{w2} \quad (\text{Enerji dengesi})$$

$$m_a W_1 = m_a W_2 + m_w \quad (\text{Kütle dengesi})$$

Buradan, $m_w = m_a (W_1 - W_2)$

$$m_a h_1 = m_a h_2 + q_{1-2} + m_a (W_1 - W_2) h_{w2}$$

$$q_{1-2} = m_a h_1 - m_a h_2 - m_a (W_1 - W_2) h_{w2}$$

$$q_{1-2} = m_a [(h_1 - h_2) - (W_1 - W_2) h_{w2}] \quad [\text{kW}]$$

bulunur.

ÖRNEK :

17000 m³/h debisinde , %50 bağıl neme sahip , 30°C kuru termometre sıcaklığındaki nemli hava , 10°C'de doymuş hale gelene kadar bir serpantin üzerinde soğutuluyor . Havadan çekilmesi gereken ısı miktarını hesaplayınız .

ÇÖZÜM :

Psikrometrik diyagramdan :

① Koşulları :

$$h_1 = 64,3 \text{ kJ/kgkh}$$

$$w_1 = 13,3 \text{ gsb/kgkh}$$

$$v_1 = 0,877 \text{ m}^3/\text{kgkh}$$

② Koşulları :

$$h_2 = 29,5 \text{ kJ/kgkh}$$

$$w_2 = 7,6 \text{ gsb/kgkh}$$

$$h_{w_2} = 42,01 \text{ kJ/kg}_{su}$$

10°C için doymuş suyun entalpisini . Su buharı tablolarından .

$$m_a = \frac{V_1}{v_1} = \frac{17000}{0,877} = 19384 \text{ kgkh/h}$$

$$q_{1-2} = m_a [(h_1 - h_2) - (w_1 - w_2) h_{w_2}]$$

$$= 19384 [(64,3 - 29,5) - (0,0133 - 0,0076) \cdot 42,01]$$

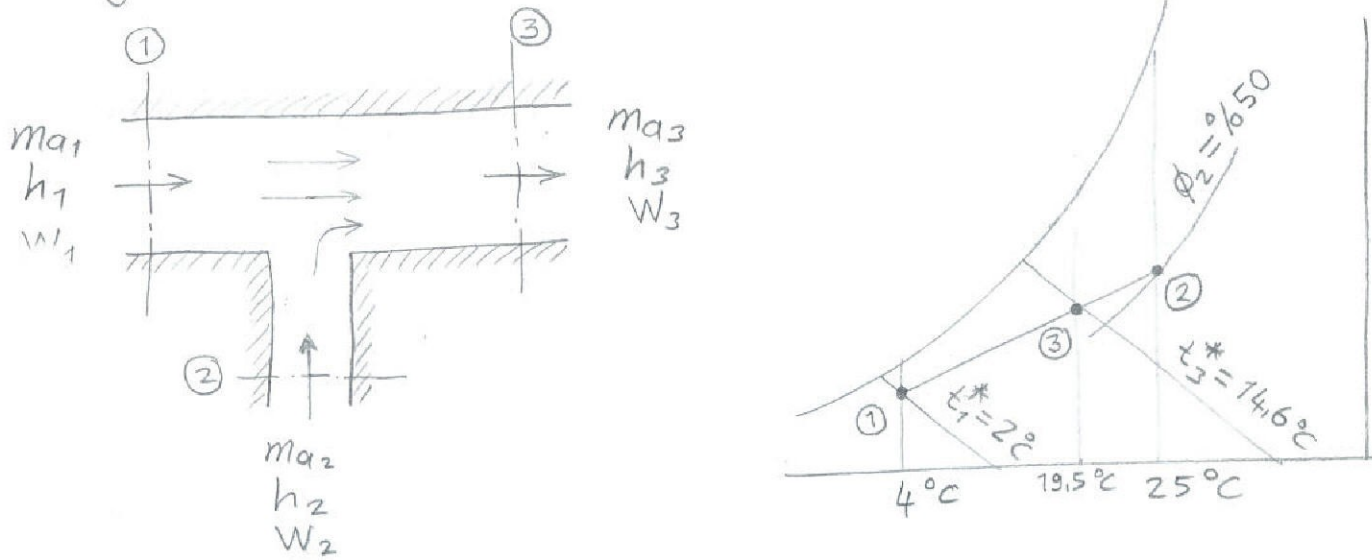
$$= 679204,8 \text{ kJ/h}$$

$$= 188,67 \text{ kJ/s}$$

$$q_{1-2} \approx 187 \text{ [kW]}$$

İki Nemli Havanın Adyabatik Karışımı

Birbirinden farklı özelliklere sahip iki nemli hava karıştığında, karışım havasının özelliklerinin belirlenebilmesi için karışma işlemi adyabatik olduğu varsayılır. Şekle göre, sistem için enerji dengesi ve kütle dengeleri (su buharı ve kuru hava için ayrı ayrı) yazılarak karışım havasının özellikleri bulunabilir.



$$\text{Enerji dengesi : } m_{a1} h_1 + m_{a2} h_2 = m_{a3} h_3$$

$$\text{Kuru hava kütlesi : } m_{a1} + m_{a2} = m_{a3}$$

$$\text{Su buharı kütlesi : } m_{a1} w_1 + m_{a2} w_2 = m_{a3} w_3$$

m_{a3} yerine eşdeğeri yazılarak :

$$m_{a1} h_1 + m_{a2} h_2 = (m_{a1} + m_{a2}) h_3$$

$$= m_{a1} h_3 + m_{a2} h_3$$

$$m_{a2} h_2 - m_{a2} h_3 = m_{a1} h_3 - m_{a1} h_1$$

$$m_{a2} (h_2 - h_3) = m_{a1} (h_3 - h_1)$$

$$\boxed{\frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_1} = \frac{m_{a1}}{m_{a2}}} \quad \text{d)}$$

Aynı şekilde :

$$m_{a1} w_1 + m_{a2} w_2 = (m_{a1} + m_{a2}) w_3$$

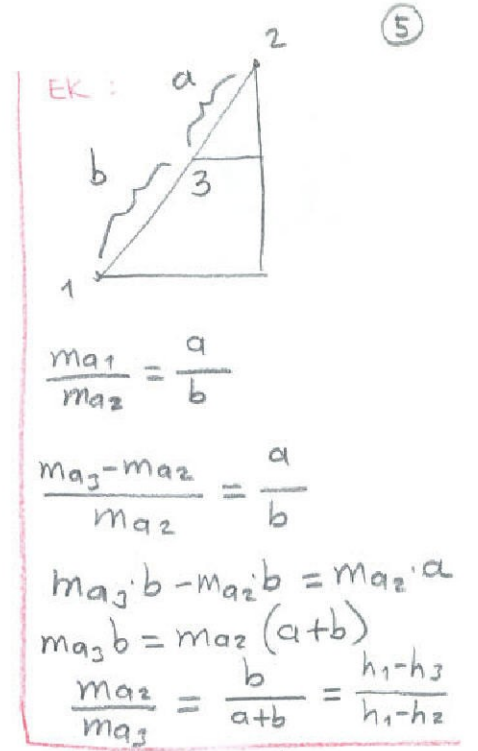
$$m_{a1} W_1 + m_{a2} W_2 = m_{a1} W_3 + m_{a2} W_3$$

$$m_{a2} (W_2 - W_3) = m_{a1} (W_3 - W_1)$$

$$\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} = \frac{m_{a1}}{m_{a2}} \quad (b)$$

(a) ve (b) eşitlikleri birleştirilirse :

$$\frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_1} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} = \frac{m_{a1}}{m_{a2}} \quad (c)$$



Uygulamada $(h_2 - h_3)$ sayısal değeri yerine $\overline{23}$ doğrusunun cetvelle ölçülen uzunluğu, aynı şekilde $(h_3 - h_1)$ yerine $\overline{13}$ doğrusunun uzunluğu alınabilir. Aynı şeyler özgül nem farkları için de geçerlidir.

(c) Eşitliği gereğince; karışım havasını tanımlayan (3) noktası, (1) ile (2) noktalarını birleştiren doğru üzerinde yer almalıdır.

ÖRNEK : $8000 \text{ m}^3/\text{h}$ debisinde, 4°C kuru termometre ve 2°C yaş termometre sıcaklığındaki dış hava ile $25000 \text{ m}^3/\text{h}$ debisinde, 25°C kuru termometre sıcaklık ve %50 bağıl nemindeki iç hava adyabatik olarak karıştırılmaktadır. Karışım havasının kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıklarını bulunuz.

ÇÖZÜM : Psikrometrik diyagramdan : $v_1 = 0,789 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{kh}}$
 $v_2 = 0,858 \text{ "}$

$$m_{a1} = \frac{8000}{0,789} = 10140 \text{ kg}_{\text{kh}}/\text{h}$$

$$m_{a2} = \frac{25000}{0,858} = 29140 \text{ "}$$

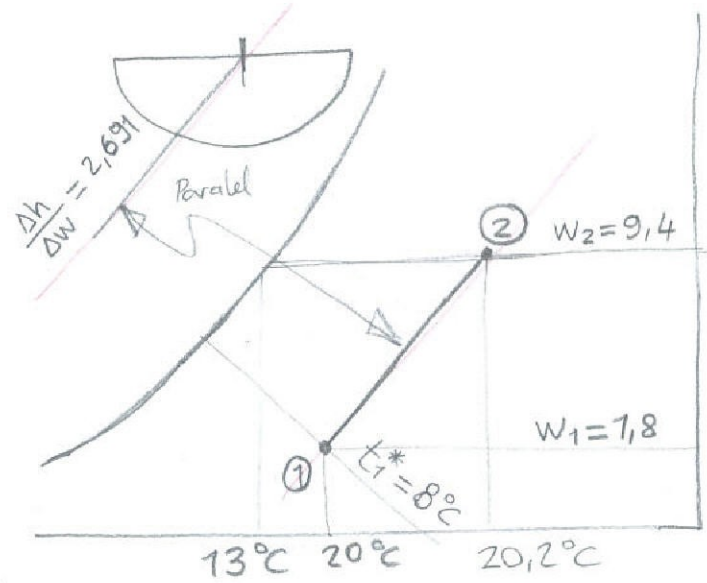
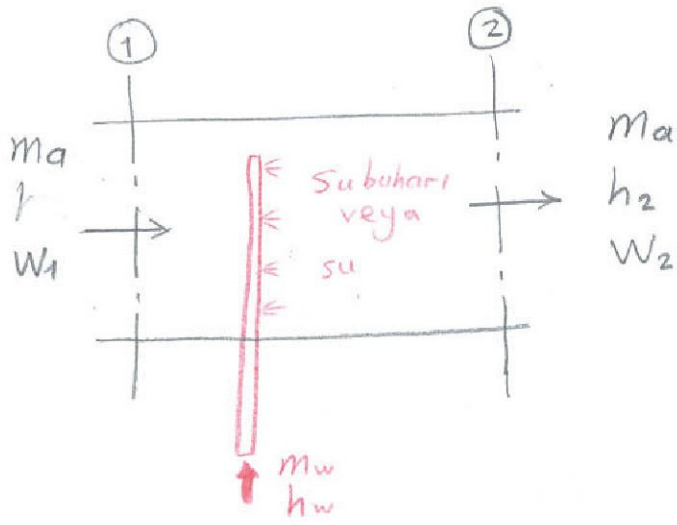
$$\frac{\overline{32}}{\overline{13}} = \frac{m_{a1}}{m_{a2}} \text{ veya } \frac{\overline{13}}{\overline{12}} = \frac{m_{a2}}{m_{a1}} = \frac{29140}{(10140 + 29140)} = 0,742$$

Diyagramdan ölçüm ile :

$$t_3 = 19,5^\circ\text{C} \quad t_3^* = 14,6^\circ\text{C}$$

Nemli Hava İcine Adyabatik Su Püskürtme

Nemli hava icine sıvı halde su veya su buharı püskürterek havanın nemi artırılabilir. İşlemin adyabatik olduğu varsayılırsa, hal değişiminin ne şekilde gerçekleşeceği yine kontrol hacmine enerji ve kütle dengesi uygulanarak bulunabilir (Şekile bakınız):



$$m_a \cdot h_1 + m_w h_w = m_a h_2 \Rightarrow \underline{m_w h_w = m_a (h_2 - h_1)}_{TTB}$$

$$m_a \cdot W_1 + m_w = m_a W_2 \Rightarrow m_w = m_a (W_2 - W_1)$$

$$\boxed{\frac{h_2 - h_1}{W_2 - W_1} = h_w}$$

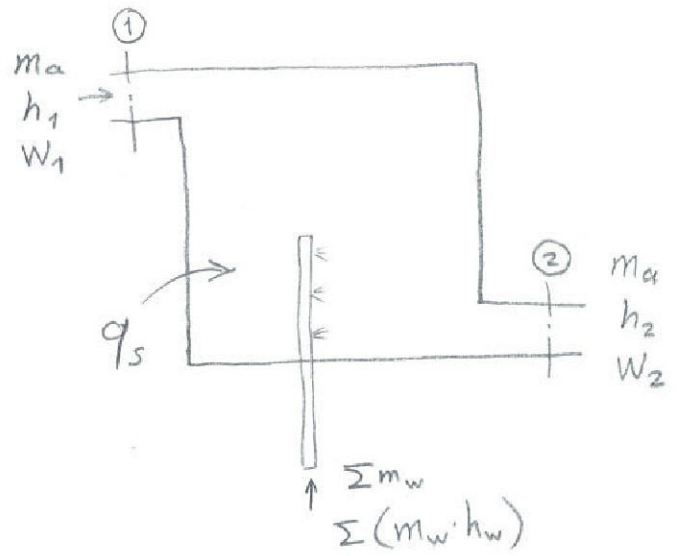
ÖRNEK : Kuru hava kütleli debisi 100 kg/dak, kuru termometre sıcaklığı 20°C, yağ termometre sıcaklığı 8°C olan hava, icine bir nemlendirme hücresinde 110°C sıcaklıkta doymuş buhar verilerek nemlendiriliyor. Nemlendirici çıkışındaki havanın çiy noktası sıcaklığı 13°C olması istendiğine göre, bu işlem için gerekli buhar debisini bulunuz.

Çözüm : 110°C'de doymuş buharın entalpisi $h_g = 2691 \text{ kJ/kg}$
 $\frac{\Delta h}{\Delta W} = 2,691 \text{ kJ/gsb} \Rightarrow$ Paralel çizilir ve 13°C çiy noktası ile ② bulunur. ($W_2 = 9,4 \text{ gsb/kg}_{kH}$)
 $m_w = m_a (W_2 - W_1) = \frac{100}{60} (0,0094 - 0,0018) = 0,01267 \text{ kg}_{sb}/s \Rightarrow \boxed{m_w = 45,6 \text{ kg}_{sb}/h}$

Bir Salondaki Isı ve Nem Kazancının Nemli Hava ile Alınması

Bir salonda iklimlendirilmesi ile ilgili problemlerde, içerideki sıcaklık ve istenen bağıl nemin sağlanabilmesi için gerekli nemli hava debisinin belirlenmesi gerekir. Değişik yollarla odaya giren duyulu ısılar ve nem bu hava debisi ile dışarıya atılacaktır.

Şekilde odaya giren duyulu ısıların toplamı q_s ile, nemin miktarı da Σm_w ile gösterilmiştir. Buna göre sisteme enerjinin ve kütlelerin korunumu prensipleri uygulanarak çözüme gidilebilir.



Devamlı rejim halinde

$$m_a h_1 + q_s + \Sigma (m_w h_w) = m_a h_2$$

$$m_a W_1 + \Sigma m_w = m_a W_2$$

veya $q_s + \Sigma (m_w h_w) = m_a (h_2 - h_1)$

$$\Sigma m_w = m_a (W_2 - W_1)$$

yazılabilir.

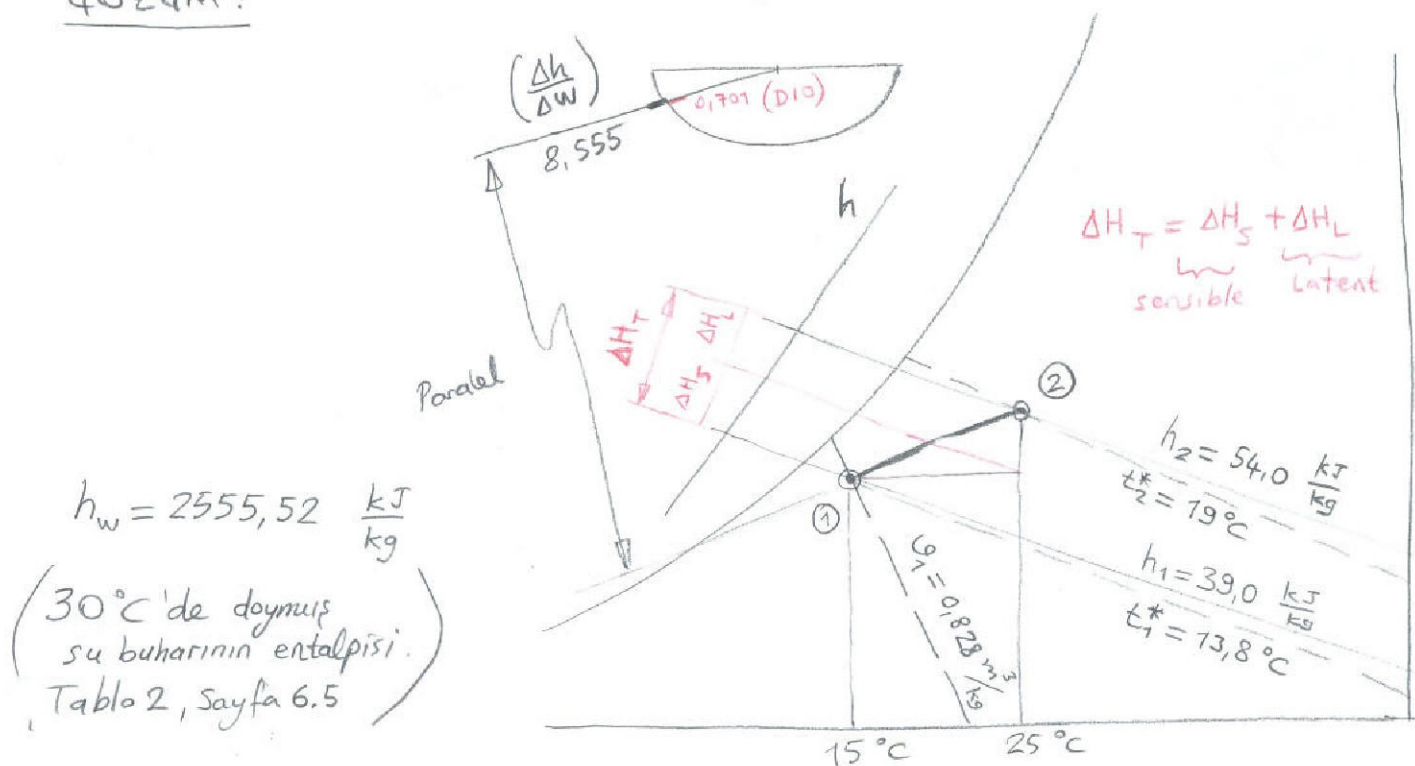
Son iki denklemler:

$$\frac{h_2 - h_1}{W_2 - W_1} = \frac{q_s + \Sigma (m_w h_w)}{\Sigma m_w} = \frac{\Delta h}{\Delta W}$$

ÖRNEK :

Bir salondan emilen havanın kuru termometre sıcaklığı 25°C , termodinamik yaş termometre sıcaklığı ise 19°C değerlerindedir. Bu salonda duyulu ısı kazancının 30000 kJ/h ve salondaki insanlardan olan nem kazancının 5 kg/h olduğu bilinmektedir. Üretilen nemin doymuş ve 30°C sıcaklıkta, salona gönderilen temiz havanın kuru termometre sıcaklığının 15°C olduğu bilindiğine göre, salona gönderilmesi gereken temiz havanın hacimsel debisi ile termodinamik yaş termometre sıcaklığını bulunuz.

ÇÖZÜM:



$$\frac{h_2 - h_1}{W_2 - W_1} = \frac{\Delta h}{\Delta W} = \frac{q_s + \sum (m_w h_w)}{\sum m_w}$$

$$\frac{\Delta h}{\Delta W} = \frac{30000 + (5)(2555,52)}{5} = 8555 \frac{\text{kJ}}{\text{kg sb}}$$

(Yarım dairede işaretlenir ve merkezden geçen doğru çizilir.)

$\frac{\Delta h}{\Delta W}$ doğrusuna ② noktasından paralel çizilir. Paralelin 15°C kuru termometre sıcaklığını kestiği nokta ① noktasıdır.

DUYULUR ISI ORANI

$\frac{\Delta h}{\Delta W}$ oranı yerine salondaki duyulur ısı kazancının toplam ısı kazancına oranı olan $\Delta H_S / \Delta H_T$ de kullanılabilir. Bu örnekte bu oran

$$\frac{\Delta H_S}{\Delta H_T} = \frac{q_s}{q_s + \sum (m_w h_w)} = \frac{30000}{30000 + (5)(2555,52)} = 0,701$$