

MAK-440 (MAK 436) İKLİMLENDİRME VE SOĞUTMA

- Notlar açık
- Sorular ilgili diyagramlar üzerine çizilecek ve diyagramlar cevap kağıdı ile birlikte teslim edilecektir.
- Çözüm için kullanılan kitabın adı, tablo ve formül numaraları belirtilecektir.

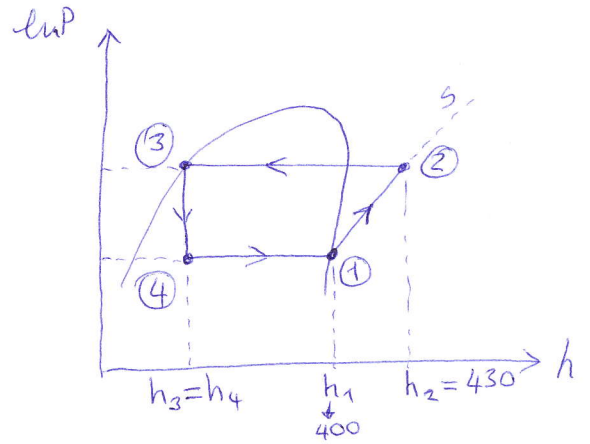
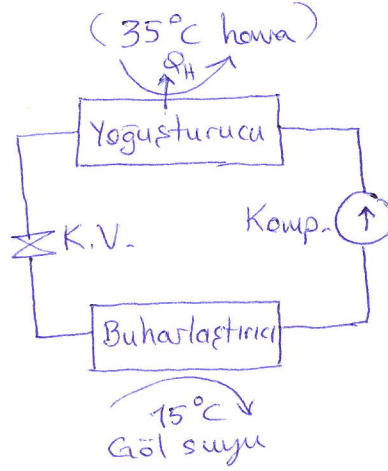
SORULAR:

1. Bir ısı pompasının $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik göl suyundan çektiği ısı ile hava $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a kadar ısıtılacaktır. Isıtılacak mahalın ısı kaybı 72000 kJ/h 'tir. Soğutkan olarak HFC-134a (R-134a) kullanılacaktır. Buna göre çevrimi teorik kabul edip, buharlaşma ve yoğuşma sıcaklıklarını seçerek,
 - a) Sistemin prensip şemasını ve $\ln P-h$ diyagramını çizin. (10 puan)
 - b) Buharlaştırıcı (evaporatör) kapasitesini kJ/h olarak hesaplayınız. (10 puan)
 - c) Kompresör gücünü kW olarak hesaplayınız. (10 puan)
 - d) Kompresör çıkışında kızgın buhar sıcaklığını bulunuz. (5 puan)
 - e) Soğutma etkinlik katsayısını (COP_P) hesaplayınız. (5 puan)
2. Kış kliması yapılacak bir mahalın (odanın) duyulur ısı kaybı 32 kW , gizli ısı kazancı 6.4 kW ve mahalde bulunan insanların taze hava (dış hava) ihtiyacı $3000\text{ m}^3/\text{h}$ olarak hesaplanmıştır. Mahalde olması istenen sıcaklık $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ KT ve bağıl nem $\%50$ 'dir. Dış hava tasarım değerleri $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ KT ve $\%40$ bağıl nemdir. Sistemde tek ısıtıcı kullanılacak ve nemlendirme işlemi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de doymuş buhar ile yapılacaktır. Odaya üflenen hava sıcaklığının, odanın ortalama sıcaklığından $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ fazla olması istenmektedir (menfez sıcaklık farkı $10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Bu bilgilere göre,
 - a) Sistemi şematik olarak çizerek, işlemleri psikrometrik diyagramda gösteriniz. (10 puan)
 - b) Odaya gönderilmesi gereken hava miktarını bulunuz. (10 puan)
 - c) Nemlendirme için harcanan buhar miktarını hesaplayınız. (10 puan)
 - d) Isıtıcı kapasitesini hesaplayınız. (5 puan)
3. Bir odadan, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ KT ve $\%50$ bağıl nemdeki hava alınarak, kuru termometre sıcaklığı $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, yaş termometre $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan dış hava ile eşit miktarda karıştırılmaktadır. Karışım havası daha sonra, CÇN sıcaklığı $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve by-pass oranı $\%25$ olan bir soğutma serpantininde soğutulmaktadır. Soğutucudan çıkan hava, sıcaklığı $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ yükselecek şekilde ısıtıldıktan sonra aynı odaya gönderilmektedir. Bu veriye göre ve birim kütleli debi için,
 - a) İşlemleri psikrometrik diyagramda gösteriniz (10 puan)
 - b) Soğutucuda havadan çekilen ısıyı hesaplayınız (5 puan)
 - c) Soğutucu serpantininde yoğuşan nem miktarını bulunuz. (5 puan)
 - d) Bu odanın Oda Duyulur Isı Oranı (ODIO) nedir? (5 puan)

U. Aygün

1)

a)



- * Buharlaşma sıcaklığı 0°C seçildi ($P_L \approx 0,3 \text{ MPa}$)
- * Yoğuşma sıcaklığı 50°C seçildi ($P_H \approx 1,3 \text{ MPa}$)

b) $Q_H = 72000 \text{ kJ/h}$ (Yoğusturucunun havaya vereceği ısı miktarı)
 $Q_L = \dot{m}(h_1 - h_4)$ (Buharlaştırıcının 15°C 'deki göl suyundan çekmesi gereken ısı.)

\dot{m} : Bilinmiyor.

$$Q_H = \dot{m}(h_2 - h_3) \Rightarrow \dot{m} = \frac{Q_H}{h_2 - h_3}$$

$$h_2 \approx 430 \text{ kJ/kg} \quad h_3 \approx 268 \text{ kJ/kg} \quad \left. \vphantom{h_2, h_3} \right\} \text{ lnP-h Diyagramından}$$

$$\dot{m} = \frac{72000}{430 - 268} = \frac{72000}{162} = 444,44 \text{ kg/h} = 0,12346 \text{ kg/s}$$

$$Q_L = 444,44(400 - 268) = 444,44 \cdot 132 = 58666,08 \text{ kJ/h}$$

$$\boxed{Q_L \approx 58666 \text{ kJ/h} = 16,3 \text{ kW}}$$

c) $W = \dot{m}(h_2 - h_1) = 0,12346(430 - 400) = 3,7038 \text{ kW}$

$$\boxed{W \approx 3,7 \text{ kW}}$$

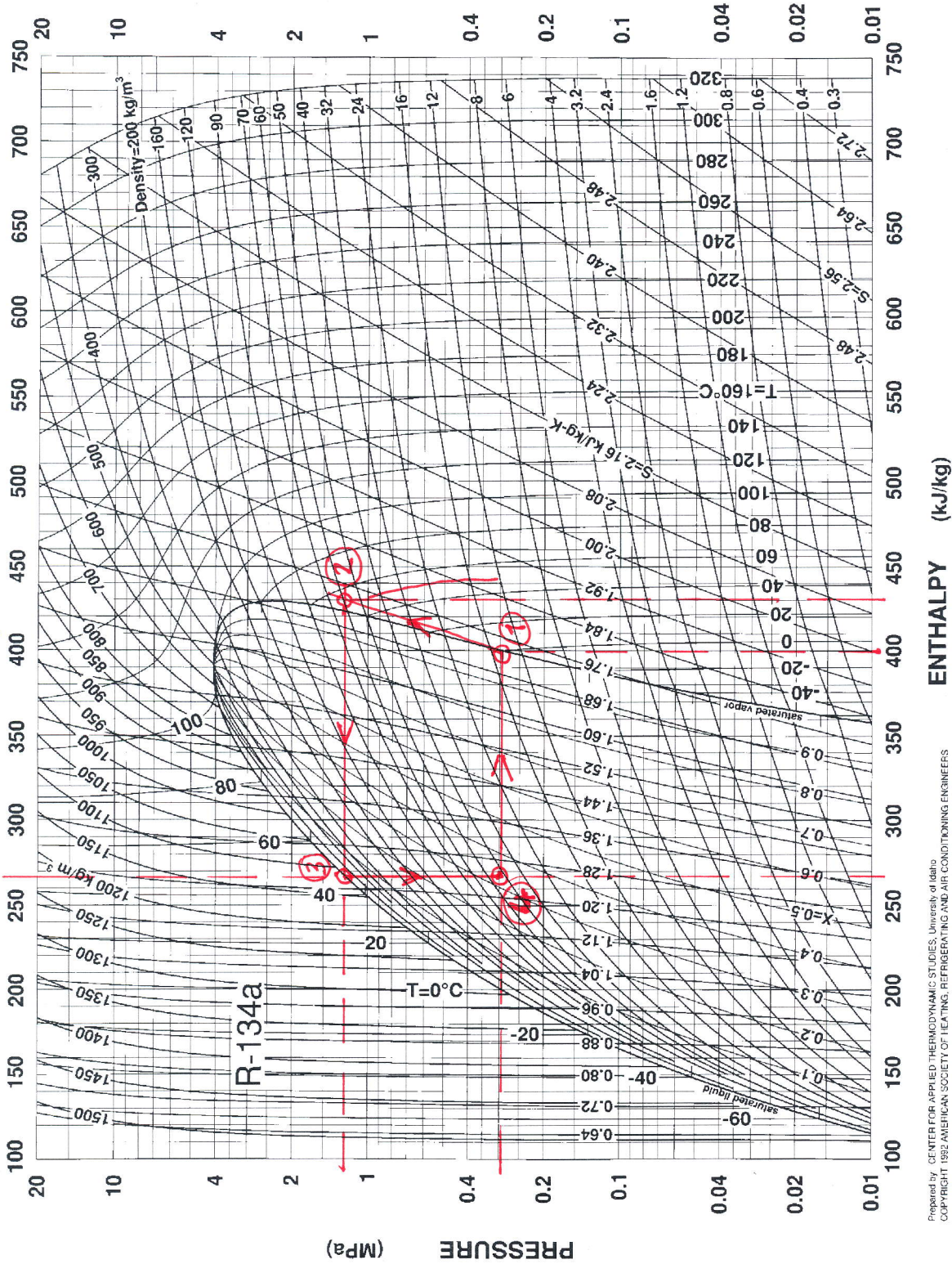
d) $\boxed{T_2 \approx 55^\circ\text{C}}$ (lnP-h diyagramından)

e) $\text{COP}_{\text{IP}} = \frac{Q_H}{W} = \frac{\frac{72000}{3600}}{3,7} = \frac{20}{3,7} \approx 5,405$

$$\boxed{\text{COP}_{\text{IP}} \approx 5,41}$$

28 Nisan 2010
Sali, 17:30

MAK 440
1. Soruya ait enp-h diyagramı.



Prepared by: CENTER FOR APPLIED THERMODYNAMIC STUDIES, UNIVERSITY OF ISHIK
COPYRIGHT 1992 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS

Fig. 12 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 134a

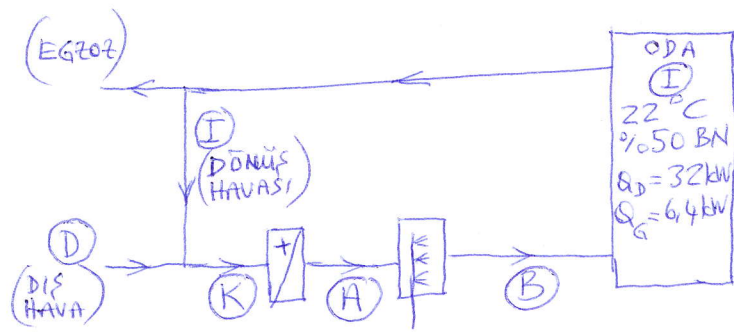
2) a) İşlemlerin psikrometrik diyagramda gösterilmesinde izlenecek yol:

- ① ① ve ④ noktaları, koşulları bilindiği için işaretlenir.
- ② $ODI = \dot{m}_h \cdot c_p (\Delta T_{\text{merkez}})$ 'den \dot{m} bulunur. Böylece ③ noktası bulunabilir.

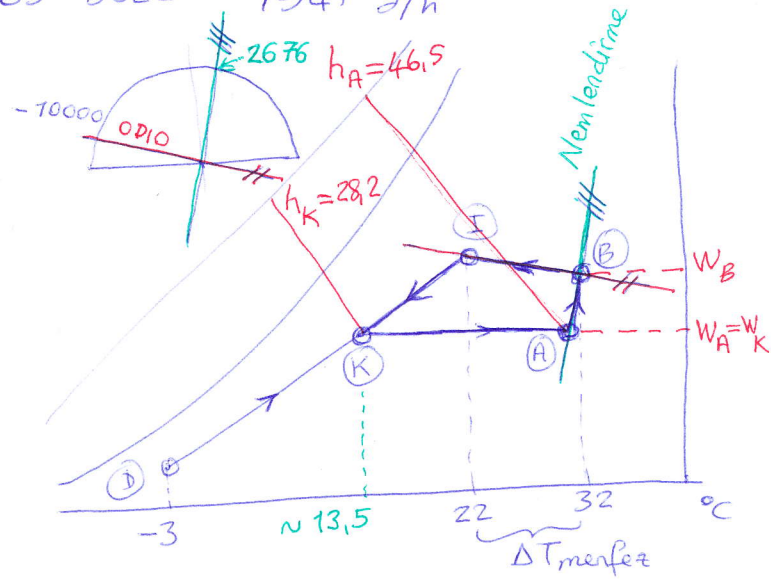
$$\dot{m}_h = \frac{ODI}{c_p \Delta T_{\text{merkez}}} = \frac{32 \text{ kW}}{1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 10 \text{ K}} = 3,1841 \text{ kg/s} = 3,1841 \cdot 3600 = 11463 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Dış hava: } 3000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow \dot{m}_{\text{dış}} = \frac{3000}{0,765 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = \frac{3000 \text{ m}^3/\text{h}}{0,765 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \approx 3922 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Dönüş havası miktarı} = 11463 - 3922 = 7541 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$



$$T_K = \frac{7541 \cdot 22 + 3922 (-3)}{7541 + 3922} = 13,45 \approx 13,5^\circ \text{C}$$



$$\textcircled{3} \Delta T_{\text{merkez}} = 10^\circ \text{C} \Rightarrow T_B = 22 + 10 = 32^\circ \text{C}$$

$$ODIO = \frac{ODI}{ODI + OGI} = \frac{32}{32 - 6.4} = 1,25 \Rightarrow \frac{\Delta h}{\Delta w} = \frac{2500}{1 - ODIO} = \frac{2500}{1 - 1,25} = -10000$$

Oda (I) noktasından geçip, $ODIO \equiv \frac{\Delta h}{\Delta w} = -10000$ doğrusuna paralel olan doğrunun 32°C (KT) doğrusunu kestiği yer ② noktası olur.

- ④ ③'den itibaren örgül nem sabit kalacak şekilde duyular ısıtma yapılacaktır. ④ noktası ise nemlendiriciye giriş koşullarını göstermektedir. Nemlendirme (\overline{AB}) $\frac{\Delta h}{\Delta w} = h_w$ (Burada $h_w = 100^\circ \text{C}$ 'de doymuş buharın entalpisidir.) olacak şekilde gerçekleşmektedir.

$$h_w \equiv h_b = 2676 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (\text{Tablo 5, Sayfa 594})$$

$\left(\frac{\Delta h}{\Delta w}\right)$ ekseninde 2676 ile merkez birleştirilir (yeşil çizgi).

②'den geçip $\frac{\Delta h}{\Delta w} = 2676$ doğrusuna paralel olan doğru çizilir.

Bu doğrunun w_K doğrusu ile kesiştiği yer ④ noktasıdır.

Böylece işlemlerin psikrometrik diyagramda gösterimi tamamlanmış olur.

2 - Devam)

b) $\dot{m}_h = 3,1841 \text{ kg/s} = 11643 \text{ kg/h}$ (a) sıklıkta hesaplanmıştır.

c) Nemlendirme (A) ve (B) noktaları arasında olup toplam hava debisine uygulanmaktadır.

$$\dot{m}_w = \dot{m}_h (w_B - w_A) = 11463 (7,6 - 5,8) \times 10^{-3} = 20,633 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_w = 20,63 \text{ kg/h} = 5,73 \text{ g/s}$$

d) Isıtıcı kapasitesi :

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = \dot{m}_h (h_A - h_K) \quad \text{veya} \quad Q_{\text{ısıtıcı}} = \dot{m}_{\text{hava}} c_p (T_A - T_K)$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} = 3,1841 (46,5 - 28,2) = 58,27 \text{ kW} = 209768,5 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{ısıtıcı}} \approx 58,3 \text{ kW} \approx 210000 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

28 Nisan 2010
Salı, 17:30

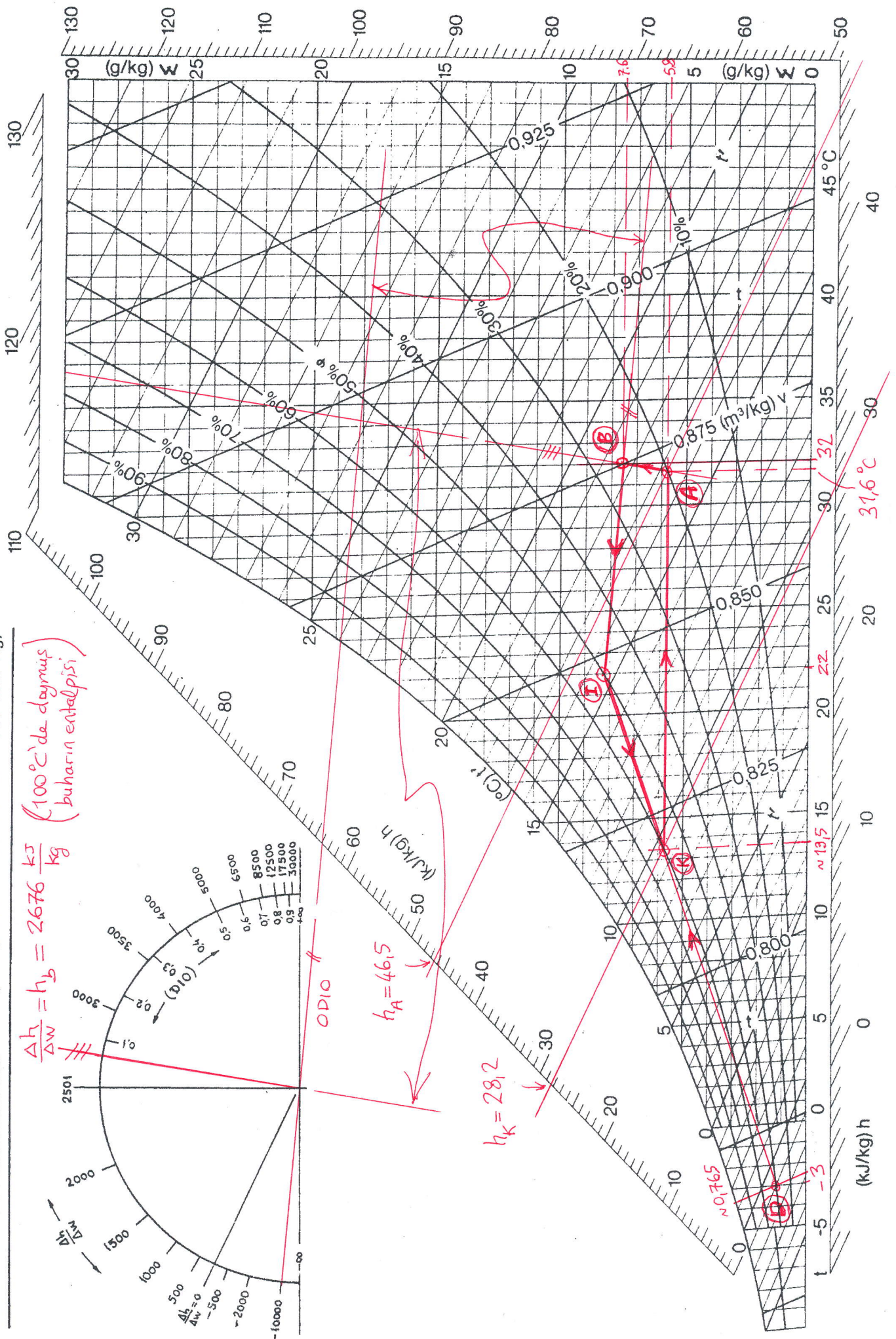
MAK 440 İklimlendirme ve Soğutma
Arasınav, Cevap 2

Psikrometrik Diyagram

(Basınç 101,3 kPa = 1013 m bar = 760 mm Hg)

KLİMA ve HAVALANDIRMA

$$\frac{\Delta h}{\Delta w} = h_b = 2676 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (100^\circ\text{C}'\text{de doymuş buharın entalpisi})$$



3) a) Diyagram üzerinde.

$$T_K = \frac{T_I + T_D}{2} = \frac{25 + 35}{2} = 30^\circ\text{C}$$

$$T_K = 30^\circ\text{C}$$

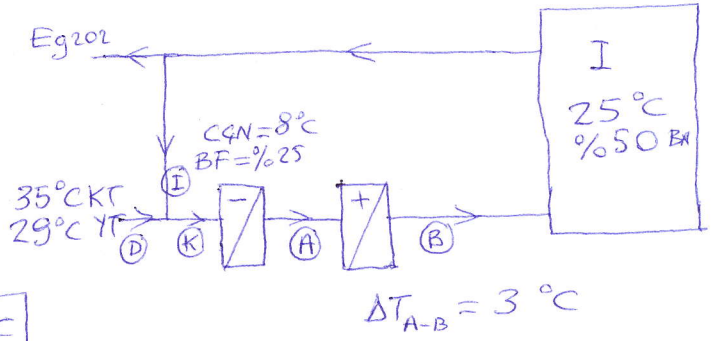
$$T_A = 0,25 \cdot T_K + 0,75 \cdot T_{CGN}$$

$$T_A = 0,25 \cdot 30 + 0,75 \cdot 8$$

$$T_A = 13,5^\circ\text{C}$$

$$T_B = T_A + 3 = 13,5 + 3 = 16,5^\circ\text{C}$$

$$T_B = 16,5^\circ\text{C}$$



$$b) Q_{\text{soğutucu}} = Q_{K-A} = \dot{m}_h (h_K - h_A)$$

$$\dot{m}_h = 1 \text{ kg/s} \quad (\text{Birim kütlesel debi})$$

$$Q_{\text{soğutucu}} = (72 - 36,5) = 35,5 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\text{soğutucu}} = 35,5 \text{ kJ/kg.kh}$$

$$c) \dot{m}_w = (W_K - W_A) = (16,3 - 9,1) \times 10^{-3} = 7,2 \times 10^{-3} = 0,0072 \text{ kg/kg.kh}$$

$$\dot{m}_w = 0,0072 \text{ kg}_{su} / \text{kg}_{kh} \quad 25,92 \text{ kg} / \text{kg.kh.h}$$

d) (I) Noktası belli.

(B) Noktası da bulundu. (Karışım oranı ve By-Pass Oranı belli olduğundan)

\overline{BI} : Oda içindeki hal değişimini ifade etmektedir. O halde \overline{BI} 'nin eğimi ODIO (Oda Duyulur Isı Oranı) değerini verir.

DIO ölçeğinde, \overline{BI} 'ya paralel çizilirse ODIO $\cong 0,82$ bulunur.

$$\text{ODIO} \cong 0,82$$

KLİMA ve HAVALANDIRMA

Psikrometrik Diyagram

(Basınç 101,3 kPa = 1013 m bar = 760 mm Hg)

28 Nisan 2010
Salı, 17:30

MAK 440 İklimlendirme ve Soğutma
Anasınavı 3. Sorunun Cevabına ait

