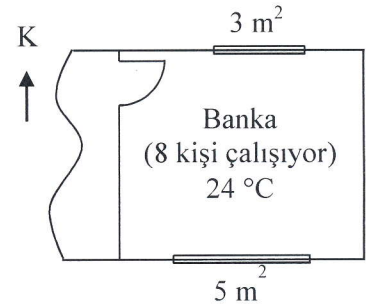


## MAK-440 (MAK 436) İKLİMLENDİRME VE SOĞUTMA

- Yalnız kitaplar açık olabilir.
- 1. ve 2. sorularla ilgili çözümler diyagramlar üzerine çizilecek ve diyagramlar cevap kağıdı ile birlikte teslim edilecektir.
- Soruda kullanılan kitabın adı, tablo ve formül numaraları belirtilecektir.

### SORULAR:

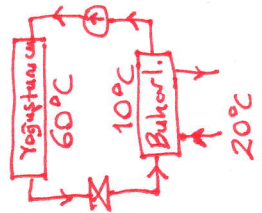
1. Bir ısı pompası ile 20 °C sıcaklığındaki atık sudan ısı çekilerek ısı kaybı 144000 kJ/h olan bir mahal ısıtılacaktır. Soğutucu akışkan olarak R-410 kullanılacak olup, yoğuşma sıcaklığı 60 °C olması gerekmektedir. Buna göre teorik çevrim kabulüyle, R-410'un buharlaşma sıcaklığını tespit ederek,
- Sistemin prensip şemasını ve  $\ln P-h$  diyagramını çiziniz. Şema üzerinde önemli noktaları ve bu noktalara ait entalpi değerlerini gösteriniz. (5 puan)
  - Buharlaştırıcı ve yoğuşturucu kapasitelerini kW olarak hesaplayınız. (5 puan)
  - Kompresör gücünü kW olarak hesaplayınız. (5 puan)
  - Kompresör çıkışında kızgın buhar sıcaklığını bulunuz. (5 puan)
  - Soğutma etkinlik katsayısını ( $COP_{IP}$ ) hesaplayınız. (5 puan)
  - Soğutma etkinlik katsayısının artırılması için neler önerirsiniz. (5 puan)
2. Yaz kliması yapılacak bir mahalın bilgileri aşağıda verilmiştir:  
Mahal duyulur ısı kazancı=18 kW, gizli ısı kazancı=2 kW,  
Mahal tasarım şartları: 24°C KT, %50 bağıl nem.  
Dış hava: 36 °C KT, 26 °C YT  
Soğutucu serpantiden geçen havanın serpantin çıkışındaki bağıl nemi %95 alınacaktır.  
Mahale üflenen hava miktarı 6000 m<sup>3</sup>/h olup bunun 2000 m<sup>3</sup>/h'i taze (dış) hava olacaktır.  
Bu verilere göre,
- Sistemi şematik olarak çizip, işlemleri psikrometrik diyagramda gösteriniz. (10 puan)
  - Odaya gönderilen havanın kuru ve yaş termometre sıcaklıklarını bulunuz. (10 puan)
  - Soğutucu serpantinde yoğuşan nem miktarını bulunuz. (10 puan)
  - Serpantinden geçen ve geçmeyen (by-pass edilen) hava miktarlarını hesaplayınız. (10 puan)
3. Yanda şekli verilen, bir banka ofisinin; güneş ışınımı, insanlar ve aydınlatmadan gelen duyulur ısı kazancını, Temmuz ayı, saat 15:00 için hesaplayınız. Büroda her biri 40 W güçte olan 16 adet floresen lamba gün boyu aydınlatma yapmaktadır. Verilmeyen dizayn şartlarının ilgili tablolarla aynı olduğunu varsayılacaktır. (30 puan)



*Kuzey yarıküre, 40° Kuzey enlemi.*

MAK 440 İklimlendirme Soğutma - Bütünleme Sınavı - Gözetimli.

1) a)



b) Yoğuşturucu kapasitesi  $Q_H = 144000 \frac{kJ}{h} = 40 kW$

$Q_H = 40 kW$

Buharlaştırıcı kapasitesi  $Q_L = \dot{m}_R (h_1 - h_4)$

$\dot{m}_R = ?$   $Q_H = \dot{m}_R (h_2 - h_3) \Rightarrow \dot{m}_R = \frac{Q_H}{(h_2 - h_3)} = \frac{40}{(460 - 310)}$

$\dot{m}_R = 0,2667 \text{ kg/s}$   $Q_L = 0,2667(425 - 310) = 30,67 kW$

$Q_L = 30,67 kW$

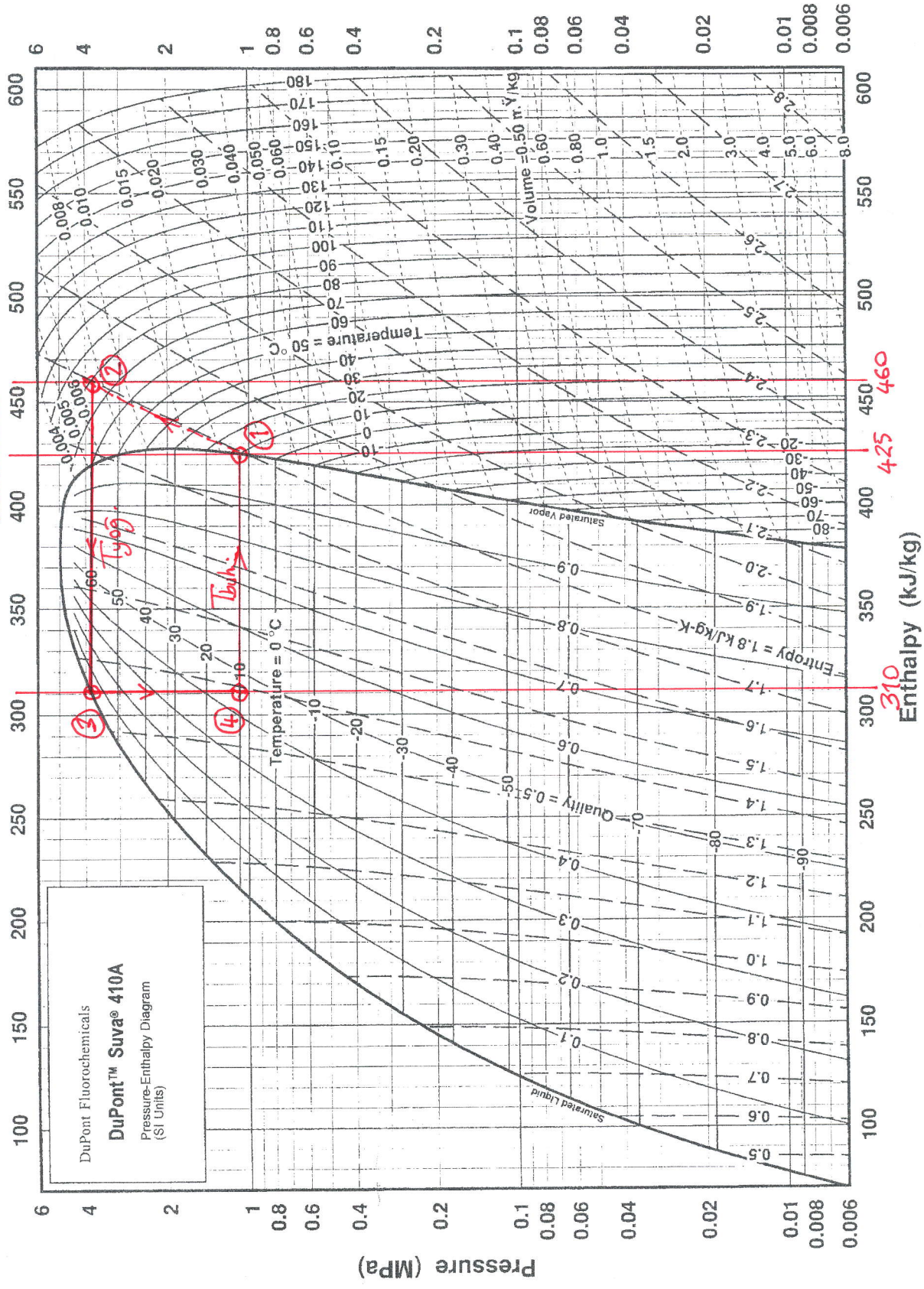
d)  $T_2 \approx 80^\circ C$   
(Diyagramdan)

e)  $COP_{iP} = \frac{Q_H}{W_k}$

$COP_{iP} = \frac{40}{9,33}$   
 $COP \approx 4,3$

f)  $COP$ 'u artırmak için:

- \*  $T_{buh.}$  artırılabilir.
- \* Afları soğutma yapılabilir.
- \* Afla soğutmada kompresör kullanılabilir.



27 Haziran 2011  
Pazartesi, 19:30

c)  $W_k = \dot{m}_R (h_2 - h_1) = Q_H - Q_L$   
 $W_k = 40 - 30,67 = 9,33$   
 $W_k = 9,33 kW$

$$2) a) DIO = \frac{\dot{Q}_D}{\dot{Q}_D + \dot{Q}_G} = \frac{18}{18 + 2} = 0,9$$

$$\text{Dönüş havası miktarı } \dot{V}_I = \dot{V}_h - \dot{V}_D = 6000 - 2000 = 4000 \frac{m^3}{h}$$

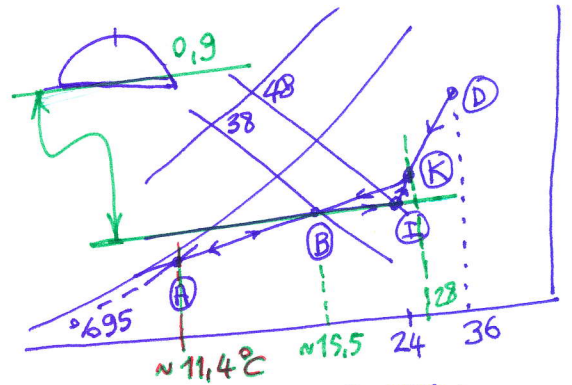
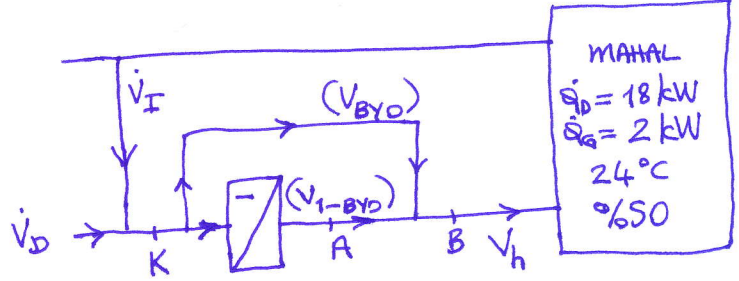
Karışım havası sıcaklığı :

$$T_K = \frac{\dot{V}_D}{\dot{V}_h} T_D + \frac{\dot{V}_I}{\dot{V}_h} T_I$$

$$T_K = \frac{2000}{6000} \cdot 36 + \frac{4000}{6000} \cdot 24$$

$$T_K = 12 + 16 = 28^\circ C$$

$$T_K = 28^\circ C$$



İFLEMLER:

- ① : I ve D belirtilir.
- ② :  $T_K$  hesaplanıp I-D'yi kesen yer K olarak ifade edilir.
- ③ :  $h_B$  hesaplanır ve B noktası OD'ya paralelinden bulunur.
- ④ : KD uzatılarak %95 bağıl nemli kestiği yer, A bulunur.
- ⑤ :  $T_A \approx 11,4^\circ C$  diyagramdan okunur.  
 $T_B = 15,5^\circ C$  (KT)  
 $13,5^\circ C$  (YT)

$$\dot{m}_h = \dot{V}_h \cdot \rho_h = 6000 \cdot 1,2$$

$$\dot{m}_h = 7200 \text{ kg/h} = 2 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q}_T = \dot{m}_h (h_I - h_B) \Rightarrow h_B = h_I - \frac{\dot{Q}_T}{\dot{m}_h}$$

$$h_B = 48 - \frac{20}{2} \Rightarrow h_B = 38 \text{ kJ/kgkWh}$$

By-pass oranı (BYO):

$$BYO = \frac{T_B - T_A}{T_K - T_A} = \frac{15,5 - 11,4}{28,1 - 11,4} = 0,24699 \approx 0,25$$

$$BYO = 0,25 = \%25$$

b) (B) noktası için KT sıcaklığı  $15,5^\circ C$   
YT " "  $13,5^\circ C$

c) Önce soğutucu serpantinden geçen hava miktarı bulunmalı.

$$\dot{V}_{1-BYO} = \dot{V}_h - \dot{V}_{BYO} = \dot{V}_h - (BYO) \dot{V}_h$$

$$= 6000 - 0,25 \cdot 6000 = 4500 \frac{m^3}{h}$$

$$\dot{m}_w = \dot{m}_{1-BYO} (w_K - w_A) = 4500 \cdot 1,2 (0,0119 - 0,008)$$

$$\dot{m}_w = 21,06 \text{ kg/h}$$

d) Serpantinden geçmeyen hava miktarı  $\dot{V}_{BYO} = \dot{V}_h \cdot (BYO) = 6000 \cdot 0,25$   $\dot{V}_{BYO} = 1500 \frac{m^3}{h}$   
" geçen hava miktarı  $\dot{V}_{1-BYO} = 6000 - 1500$   $\dot{V}_{1-BYO} = 4500 \frac{m^3}{h}$

# KLİMA ve HAVALANDIRMA

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

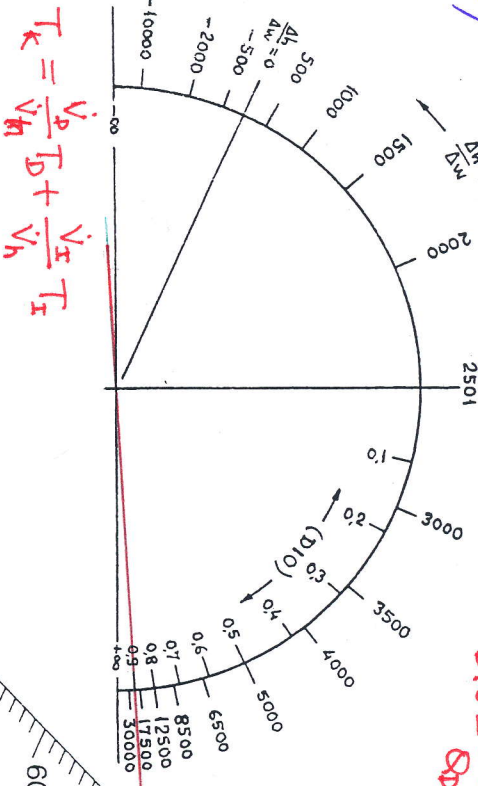
Kayınak : Şadi TAMER, "Klima ve Havalandırma"

MAK 440 İklimlendirme ve Soğutma - Bütçeleme - Gözetimler :

27 Haz. 2011

2) Hesaplar ek yapıtta.

$$D_{10} = \frac{Q_D}{Q_D + Q_G} = \frac{18}{18+2} = 0,9$$

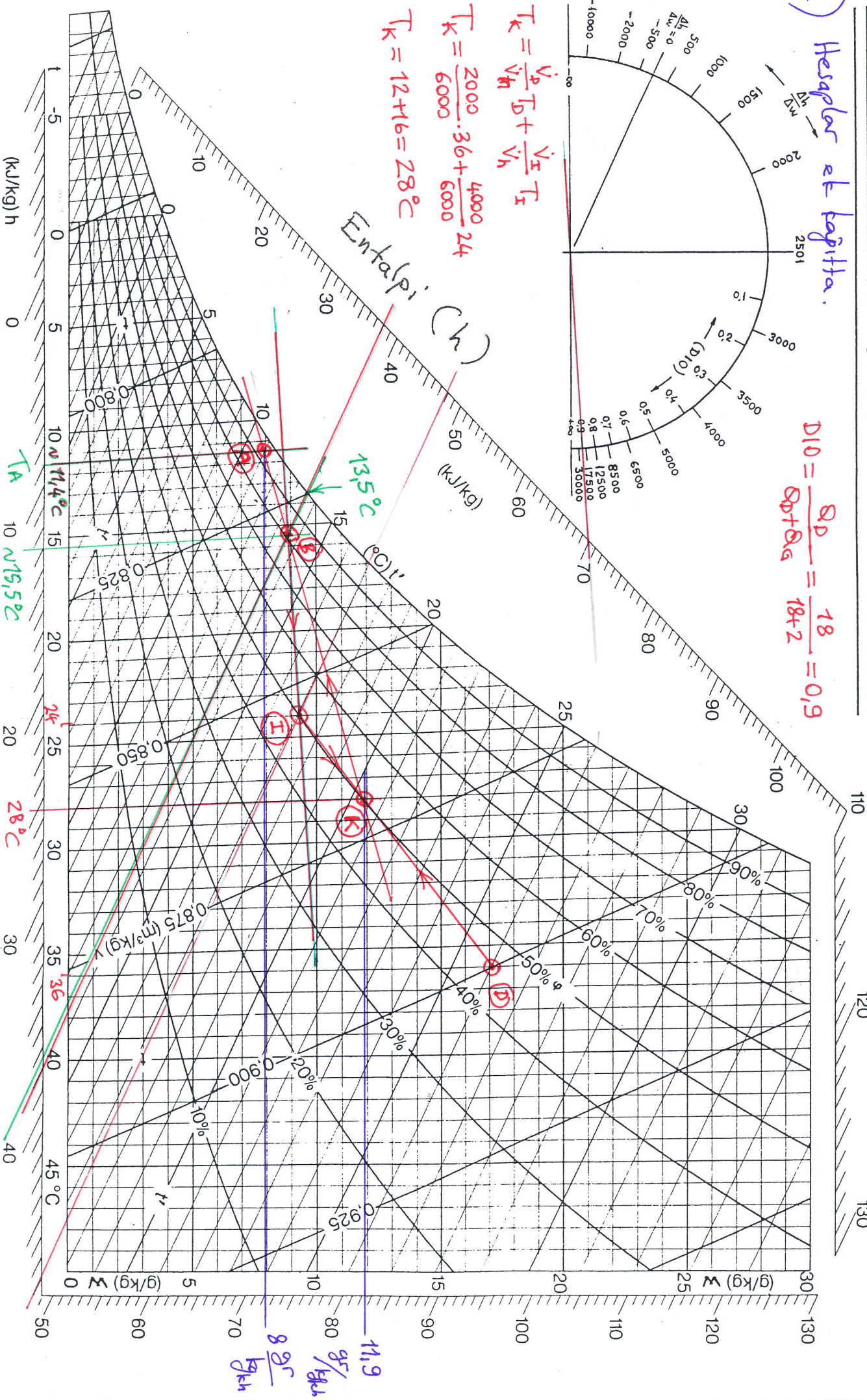


$$T_K = \frac{V_D}{V_h} T_D + \frac{V_I}{V_h} T_I$$

$$T_K = \frac{2000}{6000} \cdot 36 + \frac{4000}{6000} \cdot 24$$

$$T_K = 12 + 16 = 28^\circ\text{C}$$

Entalpi (h)



11,9 g/g  
8 g/g  
8 g/g

$T_A$  10 11,4°C  
 $T_B$  10 15,5°C

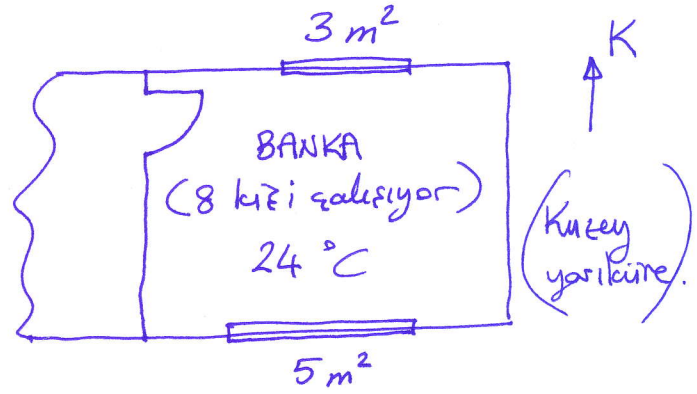
24 25 28°C

35 36

40 45°C

3)

Temmuz ayı, saat 15:00 için  
duyular ısı kazancının yalnız  
(- Güneş ısınımı  
- İnsanlar ve  
- Aydınlatma  
bileşenleri hesaplanacak.



Herbiri 40 W olan 16 adet floresan lamba yanıyor.

23 Temmuz saat 15:00 için güneş ısınımı değerleri:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Kuzey} : 38 \text{ W/m}^2 \\ \text{Güney} : 82 \text{ "} \end{array} \right) \text{ Tablo 6.5} \\ \text{Sayfa 206}$$

Pencerelerden giren ısınımla ısı:  $38 \times 3 + 82 \times 5 = 114 + 410 = 524 \text{ W}$

Bankada şahsanların verdiği ısı (duyular ısı):  $74 \text{ W/kişi}$  ( $24^\circ\text{C}$  için)  
Toplamı  $74 \times 8 = 592 \text{ W}$

Floresan lambalardan gelen ısı:

$$Q_{\text{ayd.}} = k_1 k_2 Q_{\text{TA}}$$

$$Q_{\text{TA}} = 40 \text{ W} \times 16 \text{ adet} = 640$$

$$k_1 = 1 \text{ (hepsi yanıyor.)}$$

$$k_2 = 1,2 \text{ (floresan)}$$

$$Q_{\text{ayd.}} = 640 \cdot 1 \cdot 1,2 = 768 \text{ W}$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Güneş ısınımı} + \text{insanlar} + \text{aydınlatmadan} \\ \text{gelen duyular ısıları} \end{array} \right) = 524 + 592 + 768$$

$$Q_{\text{toplam}} = 1884 \text{ W}$$