2.750

m → Kütle , V → Hacim

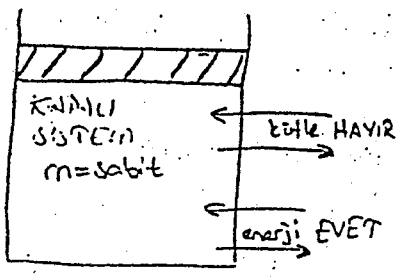
MAK-2/2

67

TERMO I

1. Çeşit

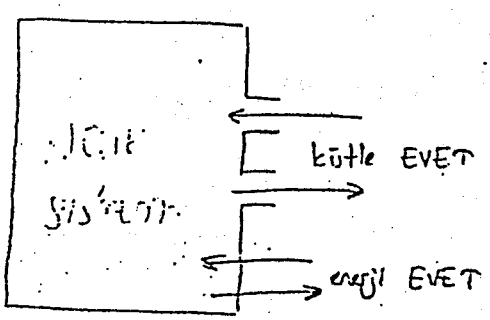
– Kapalı ve Açık Sistemler –



Kapalı sistemde kütle (m) sabittir. Yani kapalı sistemde kütle giriş veya çıkışı olmaz. Ancak enerji giriş veya çıkışı olabilir.

Kapalı sistem ⇒ m=sabit

TERMODİNAMİK ÇÖZÜMLER



Açık sistem kütle giriş veya çıkışı olur. Yani kapalı sistemden farkı kütle sabit değildir.

– Enerjinin Birimleri –

Sistemin birim kütlesi esas alınarak tanımlanan enerjiye "sistemin özgül enerjisi" denir ve "e" ile gösterilir.

$$e = \frac{E}{m} \quad [kJ/kg]$$

KE → Kinetik Enerji

$KE = \frac{1}{2} m V^2$ [kJ] $\quad ke = \frac{1}{2} V^2$ [kJ/kg]

m'e (kütleye) bölünce indisler küçülüyor.

PE → Potansiyel Enerji

$PE = mgz$ [kJ] $\quad pe = gz$ [kJ/kg]

E → Sistemin toplam enerjisi

KE → Kinetik Enerji

PE → Potansiyel Enerji

U → Sistemin İç Enerjisi

$E = U + KE + PE \Rightarrow E = U + \frac{1}{2}mV^2 + mgz$ [kJ]

$e = u + ke + pe \Rightarrow e = u + \frac{1}{2}V^2 + gz$ [kJ/kg]

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$$

v → özgül hacim [m^3/kg]

Özgül hacim, yoğunluğun tersidir. Yani $v = \frac{1}{\rho}$

$v = \frac{V}{m}$ $\rho = \frac{m}{V}$ $\Rightarrow v = \frac{1}{\rho}$

- BASINÇ -

$P_{gösterge} = P_{mutlak} - P_{atm}$ (P_{atm}'den daha büyük basınçlar için)

$P_{vakum} = P_{atm} - P_{mutlak}$ (P_{atm}'den daha küçük basınçlar için)

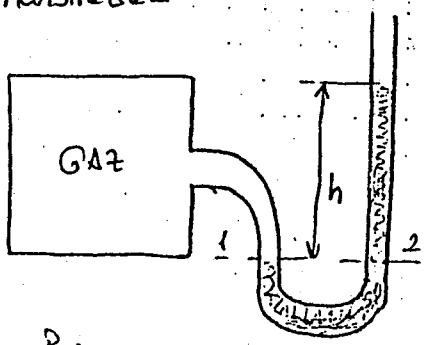
Mutlak basınç → Bir noktadaki gerçek basınçtır.

örnek 1-3 =

$P_{MUTLAK} = P_{atm} - P_{vakum} \Rightarrow P_{MUTLAK} = 101 - 40$

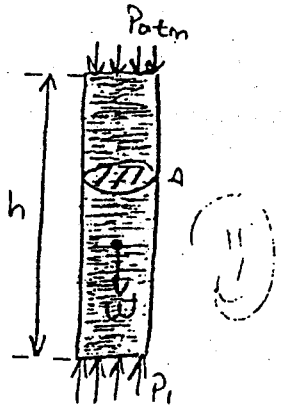
$\Rightarrow P_{MUTLAK} = 61\ kPa$

- Manometre -



1 ve 2 noktalarında basınç eşittir.

$P_1 = P_2$



$\Delta P_1 = \Delta P_{atm} + W$

$W = mg = \rho V g = \rho A h g$

$P_1 = P_{atm} + \rho g h$

$P_1 = P_{atm} + \rho g h$ [kPa]

$\Delta P = P_1 - P_{atm} = \rho g h$ [kPa]

Örnek 1-4 =

$\rho_S = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} \Rightarrow 0{,}85 = \frac{\rho}{1000\ kg/m^3} \Rightarrow \rho = 850\ kg/m^3$

$P = P_{atm} + \rho g h \Rightarrow P = 96\ kPa + (850\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)(0{,}55\ m)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)$

$\Rightarrow P = 100{,}6\ kPa$

$1\ Pa = 1\ N/m^2$ $\quad 1\ kPa = 1000\ N/m^2$ $\quad 1\ Pa = 1\ N/m^2$ $\quad 1\ Pa = 1\ N/m^2$ $\quad 1\ kPa = 1000\ N/m^2$

$\rho_S = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$

$\rho_S \rightarrow$ özgül ağırlık

$\rho \rightarrow$ Yoğunluk

$\rho_{H_2O} \rightarrow 4°C$ sıcaklıktaki suyun yoğunluğu

$\rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3$

$\rho_S = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$ $\quad \rho_S = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$ $\quad \rho_S = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$ $\quad \rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3$

-Barometre-

$P_{atm} = \rho g h$

Burada ρ → civanın yoğunluğu

0°C sıcaklıkta $\rho_{Hg} = 13595\ kg/m^3$

Örnek 1-5 =

$$P_{atm} = \rho g h \Rightarrow P_{atm} = (13570\ kg/m^3)(9,7\ m/s^2)(0,74\ m)\left(\frac{1\ N}{1\ kg\ m/s^2}\right)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)$$

$$\Rightarrow P_{atm} = 97,141\ kPa$$

Örnek 1-6 =

a) $P = P_{atm} + P_{silindir} \Rightarrow P = (0,97 \times 100\ kPa) + \frac{(60kg)(9,8\ m/s^2)}{(0,04\ m^2)}\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)$

$$\Rightarrow P = 97\ kPa + 14,7\ kPa \Rightarrow P = 111,7\ kPa$$

$1\ Pa = 1\ N/m^2$ $\quad 1\ kPa = 1000\ N/m^2$

$S = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$ $\quad \rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3$

$P = P_{atm} + \rho g h$ $\quad P = P_{atm} + \rho g h$

$P = P_{atm} + \rho g h$ $\quad P = P_{atm} + \rho g h$ $\quad P = P_{atm} + \rho g h$

$P = P_{atm} + \rho g h$ $\quad P = P_{atm} + \rho g h$ $\quad P = P_{atm} + \rho g h$

760 mm Hg — 101,325 kPa

715 mm Hg — x

$x = 100,65\ kPa$

1-7) $\rho_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{V_{H_2O}} \Rightarrow 1000\,kg/m^3 = \frac{m_{H_2O}}{0,2m^3} \Rightarrow m_{H_2O} = 200\,kg$

$\Sigma W = W_{kap} + W_{H_2O} \Rightarrow \Sigma W = (5kg \times 9,807\,m/s^2) + (200kg \times 9,807\,m/s^2)$

$\Rightarrow \Sigma W = 2010N \qquad 1kgm/s^2 = 1N$

1-8) $\rho_{HAVA} = \frac{m_{HAVA}}{V_{HAVA}} \Rightarrow m_{HAVA} = (1,16kg/m^3)(288\,m^3) \Rightarrow m_{HAVA} = 334,1\,kg$

1-30) $P_{vakum} = P_{atm} - P_{mutlak} \Rightarrow P_{mutlak} = \rho gh - P_{vakum}$

$\Rightarrow P_{mutlak} = (13550\,kg/m^3)(9,807\,m^2/s^2)(0,75m)\left(\frac{1N}{1kgm/s^2}\right)\left(\frac{1kPa}{1000N/m^2}\right) - 30kPa$

$\Rightarrow P_{mutlak} = 70,6\,kPa$

$P_{atm} = \rho gh$ (barometrede sıvıdaki ise) $\qquad P_{atm} = \rho_{Hg} gh$

1-31) $P_{gösterge} = P_{mutlak} - P_{atm}$

$P_{mutlak} = P_g + \rho_{Hg} gh$

$P_{mutlak} = (3,5\,bar) + (13590kg/m^3)(9,807\,m^2/s^2)(0,75m)\left(\frac{1N}{1kgm/s^2}\right)\left(\frac{1bar}{10^5N/m^2}\right)$

$P_{mutlak} = 3,5 + 1 = 4,5\,bar$

1-33) $0,78\,bar = 0,93\,bar - (1,20kg/m^3)(9,7m/s^2)\,h\left(\frac{1N}{1kgm/s^2}\right)\left(\frac{1bar}{10^5N/m^2}\right)$

$0,15\,bar = \frac{11,64}{10^5}\,h \Rightarrow h = 1289m$

1-34) $755\,mm\,Hg = 100,65\,kPa$

$730\,mm\,Hg = 97,325\,kPa$

$(100,65 - 97,325)\,kPa = (1,18kg/m^3)(9,807m/s^2)h\left(\frac{1kPa}{1000N/m^2}\right)$

$h = 287m$

1-35) $\rho_s = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} \Rightarrow \rho = 1,03 \times (1000\,kg/m^3) \Rightarrow \rho = 1030\,kg/m^3$

$P = P_{atm} + \rho gh \Rightarrow P = 101\,kPa + (1030kg/m^3)(9,807\,m/s^2)(30m)\left(\frac{1N}{1kgm/s^2}\right)\left(\frac{1kPa}{1000N/m^2}\right)$

$\Rightarrow P = 404\,kPa$

c) $W_{piston} = 4 \times 0{,}8 \times 9{,}81 \Rightarrow W_p = 39{,}2\ N$

$F_{NET} = 60 + 39{,}2 \Rightarrow F_{NET} = 99{,}2\ N$ $\quad P_{piston} = \frac{99{,}2\ N}{35 \times 10^{-4}\ m} \left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right) \Rightarrow P_{piston} = 28{,}4\ kPa$

$P_{GAZ} = P_{ATM} + P_{piston} \Rightarrow P_{GAZ} = 95\ kPa + 28{,}4\ kPa$

$\Rightarrow P_{GAZ} = 123{,}4\ kPa$

** Burada yay pistonu yukarıya doğru çekmiyor. Aksine pistonu aşağıya doğru 60 N'luk bir kuvvetle çekiyor.

1-38) a) $85\ kPa = (13600\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)\,h \left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right) \Rightarrow h = 0{,}6\ m$

b) $85\ kPa = (1000\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)\,h \left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right) \Rightarrow h = 8{,}15\ m$

1-39) $P_{mutlak} = P_{atm} + \rho g h$

$P_{mutlak} = 98\ kPa + (855\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)(0{,}15\ m)\left(\frac{1\ N}{1\ kg\,m/s^2}\right)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)$

$P_{mutlak} = 101{,}95\ kPa$

$P_{gösterge}$ → Mutlak basınç ile yerel atmosfer basıncı arasındaki farktır.

Manometrelerde $\boxed{P_{gösterge} = \rho g h}$

Manometrelerde $\quad P_{mutlak} = P_{atm} + \rho g h \quad \rho g h = P_{mutlak} - P_{atm}$ (↓ $P_{gösterge}$) $\Rightarrow P_{gösterge} = \rho g h$

1-40) a) Atmosfer basıncının üstündedir.

b) $P_{MUTLAK} = P_{ATM} + \rho g h \Rightarrow P_{MUTLAK} = 100\ kPa + (13600\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)(0{,}015\ m)\left(\frac{1\ N}{1\ kg\,m/s^2}\right)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)$

$\Rightarrow P_{MUTLAK} = 102\ kPa$

1-48) $V_{balão} = \frac{1}{6}\pi D^3 \Rightarrow V_{balão} = \frac{1}{6}\pi 10^3 \Rightarrow V_{balão} = 523{,}6\ m^3$

$F_b = \rho_{HAVA}\, g\, V_{balão} \Rightarrow F_b = 1{,}16 \times 9{,}807 \times 523{,}6 \Rightarrow F_b = 5956{,}5\ N$

$\rho_{HE} = \frac{m_{HE}}{V_b} \Rightarrow \frac{1}{7} \cdot 1{,}16 = \frac{m_{HE}}{523{,}6} \Rightarrow m_{HE} = 86{,}8\ kg$

65,25
1708,16
851
851

1-52) $\rho_S = \frac{\rho_{óleo}}{\rho_{H_2O}} \Rightarrow 0{,}85 = \frac{\rho_{óleo}}{1000} \Rightarrow \rho_{óleo} = 850\ kg/m^3$

$P_{alt} = (1000\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)(5\ m)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right) + (850\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)(10\ m)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)$

$P_{alt} = 132{,}4\ kPa$

$P_{úst} = (850\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)(5\ m)\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right) \Rightarrow P_{úst} = 41{,}7\ kPa$

$\Delta P = P_{alt} - P_{úst} \Rightarrow \Delta P = 132{,}4 - 41{,}7 \Rightarrow \Delta P = 90{,}7\ kPa$

1-53) $P_{gas} = P_{atm} + P_{pistão} \Rightarrow 500\ kPa = 100\ kPa + \frac{m_p (9{,}807\ m/s^2)}{33 \times 10^{-4}\ m^2}\left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)\left(\frac{1\ N}{1\ kg\ m/s^2}\right)$

$\Rightarrow 400 = \frac{9{,}807\, m_p}{3} \Rightarrow m_p = 122\ kg$

1-54) $100\ kPa = \frac{m\ 9{,}807}{4 \times 10^{-6}}\left(\frac{1\ kPa}{1000}\right) \Rightarrow m = 0{,}0408\ kg = 40{,}8\ g$

1-55) $P_{sv} = P_{atm} + \rho_{sv} g h \Rightarrow 115\ kPa = 92\ kPa + (1000\ kg/m^3)(9{,}807\ m/s^2)\, h \left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right)\left(\frac{1\ N}{1\ kg\ m/s^2}\right)$

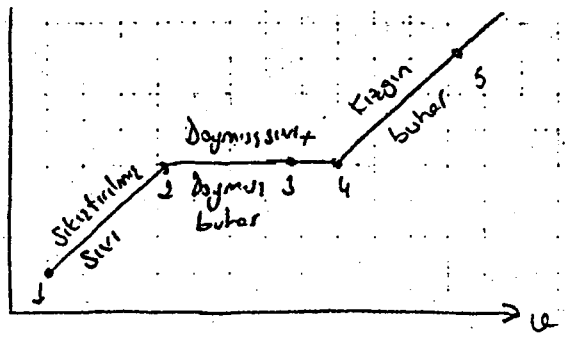
$\Rightarrow 23 = 9{,}807\, h$

$\Rightarrow h = 2{,}35\ m$

1-51) 760 mmHg — 101,325 kPa
753 mmHg — x
$x = 100{,}4\ kPa$

760 mmHg — 101,325 kPa
690 mmHg — x
$x = 92\ kPa$

$(100{,}4 - 92)\ kPa = (1{,}20\ kg/m^3)(9{,}8\ m/s^2)\, h \left(\frac{1\ kPa}{1000\ N/m^2}\right) \Rightarrow h = 714\ m$



Sıkıştırılmış Sıvı
Doymuş Sıvı
Doymuş buhar
Kızgın buhar

Doymuş buhar
Kızgın buhar

Sıkıştırılmış Sıvı
Doymuş Sıvı
Doymuş Buhar
Kızgın Buhar

Sıkıştırılmış Sıvı, Doymuş buhar, Kızgın buhar

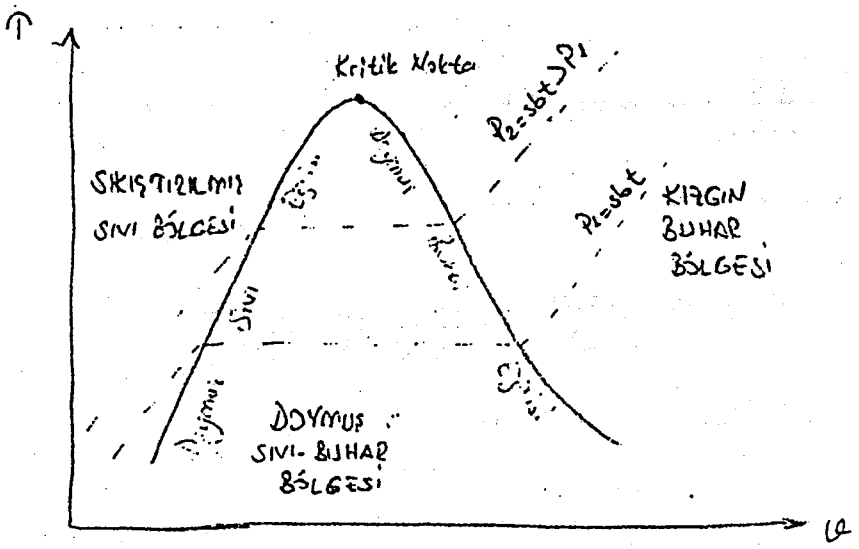
Sıkıştırılmış Sıvı, Doymuş buhar, Kızgın buhar

Sıkıştırılmış Sıvı, Doymuş Sıvı, Doymuş Buhar, Kızgın Buhar

= T-v Diyagramı =

Kritik Nokta = Doymuş sıvıyla doymuş buhar hallerinin aynı olduğu haldir.

T_{cr} → Kritik sıcaklık, P_{cr} → kritik basınç, v_{cr} → kritik özgül hacim

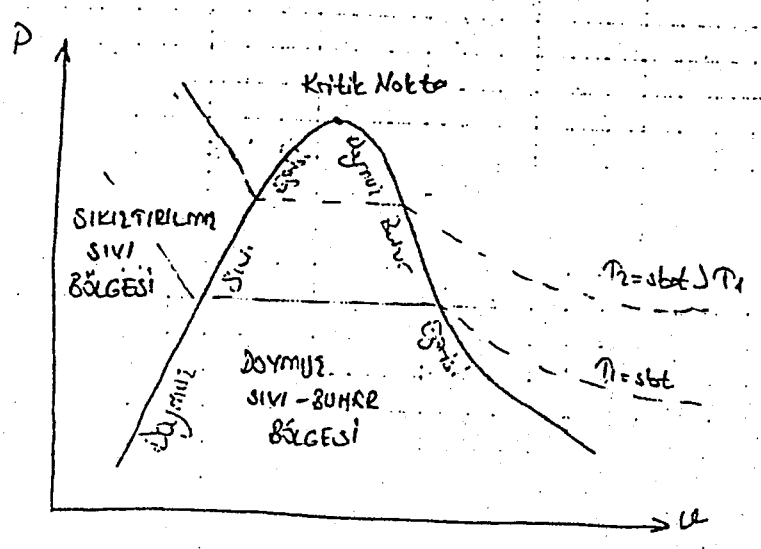


Sıkıştırılmış Sıvı Bölgesi, Doymuş Sıvı Eğrisinin solunda yeralır.

Kızgın Buhar Bölgesi, Doymuş Buhar Eğrisinin sağında yeralır.

Her iki fazın dengede olduğu yer ise Doymuş Sıvı - Buhar Bölgesidir.

= P-v Diyagramı =



Kızgın Buhar Bölgesi

a	y
b	x
c	z

$$\frac{a-b}{a-c} = \frac{y-x}{y-z}$$

- Entalpi -

$H = U + PV$	[kJ]	H → Entalpi
$h = u + Pv$	[kJ/kg]	U → İç Enerji

h → Birim kütle için entalpi
u → " " " iç enerji

- Doymuş Sıvı ve Doymuş Buhar Halleri -

v_f = Doymuş sıvının özgül hacmi

v_g = Doymuş buharın özgül hacmi

v_{fg} = v_g ile v_f'nin farkı ($v_{fg} = v_g - v_f$)

$v_{fg} = v_g - v_f$ $\quad v_{fg} = v_g - v_f$

Örnek 2-1 =

Kap içerisinde 90°C sıcaklıkta 50 kg doymuş sıvı su bulunuyor tablosuna göre basınç 90°C'de doyma basıncı olacaktır.

$P = P_{doyma,90°C} = 70,14 \text{ kPa}$

$v_{kap} = v_{f,90°C} = 0,001036 \text{ m}^3/\text{kg}$

$v = \frac{V}{m} \Rightarrow V = 0,001036 \times 50 \Rightarrow V = 0,0518 \text{ m}^3$

Örnek 2-2 =

$T = T_{doyma,\,50kPa} = 81,33\ ^\circ C$

$v_{g,\,50kPa} = 3,240\ m^3/kg \qquad v_g = \frac{V}{m} \Rightarrow 3,240 = \frac{2}{m} \Rightarrow m = 0,6173\ kg$

Örnek 2-3 =

a) $v_{fg} = v_g - v_f \Rightarrow v_{fg} = 1,6940 - 0,001043 \Rightarrow v_{fg} = 1,6930\ m^3/kg$

$\Delta V = m v_{fg} \Rightarrow \Delta V = (0,2\ kg)(1,6930\ m^3/kg) \Rightarrow \Delta V = 0,3386\ m^3$

b) $h_{fg,\,0,100MPa} = 2258\ kJ/kg$

$m h_{fg} = (0,2\ kg)(2258\ kJ/kg) = 451,6\ kJ$

$v = v_f + x v_{fg} \qquad v = v_f + x v_{fg}$

$x = \frac{v - v_f}{v_{fg}} \qquad x = \frac{v - v_f}{v_{fg}}$

Bir maddenin birim kütlesini sabit basınçta buharlaştırmak için gerekli enerji, o basınçtaki buharlaşma entalpisidir.

h_{fg} → buharlaşma entalpisi [kJ/kg]

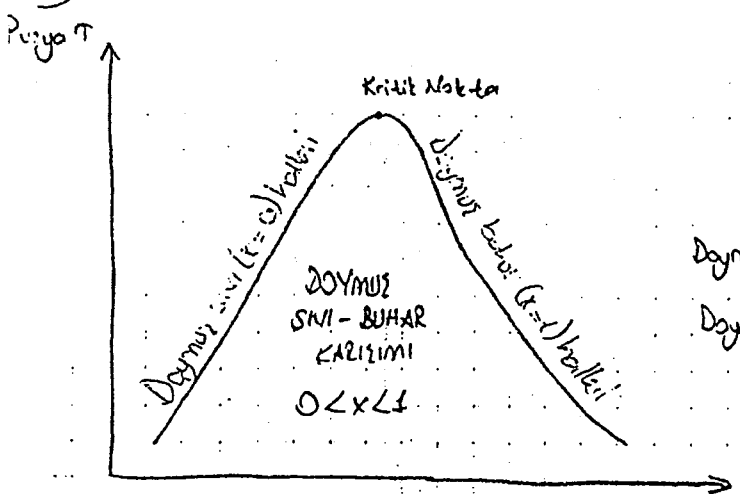
- Doymuş Sıvı – Buhar Karışımı –

$$x = \frac{m_{buhar}}{m_{toplam}} \qquad m_{toplam} = m_f + m_g \qquad x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$$

x → Kuruluk derecesi $\quad 0 < x < 1$

Doymuş sıvı halindeki bir sistemin kuruluk derecesi sıfırdır.

Doymuş buhar " " " " " 1 'dir.



$$x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$$

Doymuş sıvı halindeki bir sistemin kuruluk derecesi sıfır

Doymuş buhar " " " " " 1 'dir.

$v = v_f + x v_{fg}$ $[m^3/kg]$

$x = \frac{v - v_f}{v_{fg}}$

$u = u_f + x u_{fg}$ $v = v_f + x v_{fg}$

$h = h_f + x h_{fg}$ $u = u_f + x u_{fg}$

$h = h_f + x h_{fg}$

Örnek 2-4 =

a) $x = \frac{m_g}{m_f + m_g} \Rightarrow x = \frac{2}{2+8} \Rightarrow x = 0,2$

Bu karışımın %20'si buhar, %80'i sudur. Bu nedenle doymuş sıvı – buhar karışımıdır. Bu nedenle bu karışım doymuş bir karışımdır.

$P = P_{doyma, 80°C} = 70,14 kPa$

b) $V = V_f + V_g \Rightarrow V = m v_f + m v_g \Rightarrow V = (8kg)(0,001) + (2kg)(2,361)$

$\Rightarrow V = 4,73 m^3$

II. Yol =

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v = 0,01 kg/m^3 + (0,2)(2,361 - 0,001)$

$\Rightarrow v = 0,473 m^3/kg$

$V = mv \Rightarrow V = 10 \times 0,473 \Rightarrow V = 4,73 m^3$

Doymuş sıvı

Doymuş buhar

Doymuş sıvı – buhar karışımı → Doymuş bir karışımdır.

Örnek 2-5 =

a) $v = \frac{V}{m} \Rightarrow v = \frac{0,080}{4} = 0,02 m^3/kg$

$v_{f, 160kPa} = 0,0006876 m^3/kg$ $v_{g, 160kPa} = 0,1031 m^3/kg$

$v_f < v < v_g$ olduğundan soğutucu akışkan – 12 doymuş sıvı – buhar karışımıdır.

$T_{doyma, 160kPa} = -15,43°C$

b) $x = \frac{v - v_f}{v_{fg}} \Rightarrow x = \frac{0,02 - 0,0007}{0,1031 - 0,0007} \Rightarrow x = 0,188$

c) $h = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h = 19,18 + 0,188 \times 160,23$

$\Rightarrow h = 49,3 \text{ kJ/kg}$

d) $x = \frac{m_g}{m_t} \Rightarrow 0,188 = \frac{m_g}{4} \Rightarrow m_g = 0,752 \text{ kg}$

$V_g = m_g v_g \Rightarrow V_g = (0,752)(0,1031) \Rightarrow V_g = 0,0775 \text{ m}^3$

(!!) Bir atıştakanın doymuş sıvı, doymuş buhar veya doymuş sıvı-buhar karışımı olduğunu bazı parametreleri karşılaştırarak buluruz.

Bu parametreler → $v, h, u, s, - - - -$

$v_f < v < v_g$ veya $v_f < v < v_g$, $h_f < h < h_g$, $u_f < u < u_s$

$h_f < h < h_g$ veya $\Rightarrow$ Karışım doymuş sıvı-buhar karışımıdır.

$u_f < u < u_g$ $\quad v = v_f + x v_{fg}$ $\quad x = \frac{m_g}{m_t}$ $\quad x = \frac{m_g}{m_t}$

$v = v_f + x v_{fg}$ / $h = h_f + x h_{fg}$ / $u = u_f + x u_{fg}$ $\quad x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$

$m_g \rightarrow$ Doymuş buharın kütlesi

$m_f \rightarrow$ " sıvının "

– Kızgın Buhar –

Kızgın Buhar Bölgesi tek fazlı bir bölgedir. Yani sadece buhar fazı vardır.

Basınç (verilen bir sıcaklık T'de $P < P_{doyma}$)

Sıcaklık (verilen bir basınç P'de $T > T_{doyma}$)

Özgül hacim (verilen bir sıcaklık T veya basınç P'de $v > v_g$)

Entalpi (" " " " " " " $h > h_g$)

İç Enerji (" " " " " " " $u > u_g$)

$P < P_{doyma}$
$T > T_{doyma}$
$v > v_g$
$h > h_g$
$u > u_g$
} Kızgın buhar

Örnek 2-6=

$T_{doyma,300kPa} = 133,55°C$

$T > T_{doyma}$ olduğundan sayun hali kizgin buhar bölgesindedir.

$v = 2650,7$ kJ/kg

Örnek 2-7=

$h_{g,0,5MPa} = 2748,7$ kJ/kg

$h > h_g$ olduğundan hal kizgin buhar bölgesindedir.

200°C	2855,4 kJ/kg	$x = 216,4°C$
x	2850 kJ/kg	
250°C	2960,7 kJ/kg	

$v > v_g$
$h > h_g$
$u > u_g$
$P < P_{doyma}$
$T > T_{doyma}$
$\Rightarrow$ hal kizgin buhar bölgesindedir.

- Sikiştirilmiş Sivi -

Sikiştirilmiş sivi özelliklerini doymuş sivi özellikleriyle eşit almak gerekir. Böylece sikiştirilmiş sivi için

$v \cong v_{f,T}$

$h \cong h_{f,T}$ yazabiliriz.

$u \cong h_{f,T}$

$$h \cong h_{f,T} + v_f (P - P_{doyma})$$ (11)

$P > P_{doyma}$
$T < T_{doyma}$
$v < v_f$
$h < h_f$
$u < u_f$
$\Rightarrow$ hal sikiştirilmiş sivi bölgesindedir.

Örnek 2-8 =

a) $T_{doyma,5MPa} = 263,99\,^{\circ}C$

$T < T_{doyma}$ olduğundan hal sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir.

$u_{src} = 333.72\ kJ/kg$

b) $u \cong u_{f,183^{\circ}C} \cong 334,86\ kJ/kg$

$v \cong v_{f,T}$ $v \cong v_{f,T}$ $v \cong v_{f,T}$

$h \cong h_{f,T}$ $h \cong h_{f,T}$ $h \cong h_{f,T}$

$u \cong u_{f,T}$ $u \cong u_{f,T}$ $u \cong u_{f,T}$

TABLO A-4 → Doymuş su - Sıcaklık tablosu

TABLO A-5 → Doymuş su - Basınç tablosu

TABLO A-6 → Kızgın su buharı

TABLO A-7 → Sıkıştırılmış sıvı su

f → Doymuş sıvı

g → Doymuş buhar

v_f → Doymuş sıvının özgül hacmi

v_g → " buharın " "

Örnek 2-9 =

f → Doymuş sıvı

g → Doymuş buhar

f → Doymuş sıvı

g → " buhar

c) Doymuş sıvı - buhar karışımıdır.

$T_{doyma,200kPa} = 120,23\,^{\circ}C$

$u_{f,200kPa} = 504,49\ kJ/kg$, $u_{fg} = 2025\ kJ/kg$

$u = u_f + x\,u_{fg} \Rightarrow u = (504,49\ kJ/kg) + (0,6)(2025\ kJ/kg) \Rightarrow u = 1719,49\ kJ/kg$

b) $P_{doyma,125^{\circ}C} = 232,1\ kPa$

$u_{f,125^{\circ}C} = 524,74\ kJ/kg$ $u_{g,125^{\circ}C} = 2534,6\ kJ/kg$ $u = 1600\ kJ/kg$

$u_f < u < u_g$ olduğundan doymuş sıvı - buhar karışımıdır.

$u = u_f + x\,u_{fg} \Rightarrow 1600 = 524,74 + x \cdot 2009,9 \Rightarrow x = 0,535$

c) ~~Doymuş sıvı - buhar~~

$u_{f,1MPa} = 761,68\ kJ/kg$ $u_{g,1MPa} = 2583,6\ kJ/kg$ $u = 2950\ kJ/kg$

$u > u_g$ olduğundan hal kızgın buhar bölgesindedir.

350	2957,2
400	2957,3
x	2950

$\Rightarrow T = 395,6\,^{\circ}C$

d) $P_{doyma,75°C} = 38,58\ kPa$

$P > P_{doyma}$ olduğundan hal sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir.

$u \cong u_{f,75°C} = 313,99\ kJ/kg$

e) Hal, doymuş sıvıdır ($x=0$)

$T_{doyma,850kPa} = 172,96\ °C$ $\quad u = u_{f,850kPa} \Rightarrow u = 731,27\ kJ/kg$

Hal, sıkıştırılmış sıvı bölgesinde olabilir

Hal, doymuş sıvı olabilir

Hal, doymuş buhar ".

Hal, doymuş sıvı-buhar bölgesinde olabilir.

Hal, kızgın buhar bölgesinde olabilir.

$u_f < u < u_g$
$h_f < h < h_g$
$u_f < u < u_g$

$\Rightarrow$ Hal, DOYMUŞ SIVI - BUHAR KARIŞIMI BÖLGESİNDEDİR

Bu bölgede sıcaklık $\rightarrow T_{doyma}$, basınç $\rightarrow P_{doyma}$

$v = v_f + x v_{fg}$, $h = h_f + x h_{fg}$, $u = u_f + x u_{fg}$

$P < P_{doyma}$
$T > T_{doyma}$
$v > v_g$
$h > h_g$
$u > u_g$

$\Rightarrow$ Hal, KIZGIN BUHAR BÖLGESİNDEDİR.

Bu bölgede sıcaklık ve basınç artık birbirinden ayrılmıştır. Bu bölgede sıcaklık veya basınç T_{doyma} ve P_{doyma} olmayabilir.

Yani hemen sıcaklık verilirse hemen P_{doyma}'yı arama çünkü TABLO 6'ya bakıcaksın.

$P > P_{doyma}$
$T < T_{doyma}$
$v < v_f$
$h < h_f$
$u < u_f$

$\Rightarrow$ HAL, SIKIŞTIRILMIŞ SIVI BÖLGESİNDEDİR

$v \cong v_{f,T}$, $h \cong h_{f,T}$, $u \cong u_{f,T}$

$u_f < u < u_g$ olduğundan hal doymuş sıvı-buhar karışımı bölgesindedir.

$P = P_{doyma,\,T=?} = 42,348\ kPa$

400 mPa
600 kPa 140°C

b) $T_{doyma,\,200kPa} = 120,23\ °C$ $\quad u = u_g = 2529,5\ kJ/kg$

c) $T_{doyma,\,400kPa} = 143,63\ °C$ $\quad T = 250\ °C$ $\quad v \cong v_{f,T}$

$T > T_{doyma}$ olduğundan hal, kızgın buhar bölgesindedir. $\quad h \cong h_{f,T}$

$u = 2726,1\ kJ/kg$ $\quad f \rightarrow$ Doymuş sıvı $\quad u \cong u_{f,T}$

$g \rightarrow$ Doy- - - $\quad v \cong v_{f,T}$

d) $T_{doyma,\,0.6mPa} = 158,85\ °C$ $\quad T = 110\ °C$

$f \rightarrow$ Doymuş sıvı

$T < T_{doyma}$ olduğundan hal, sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir. $\quad g \rightarrow$ " "

$u \cong u_{f,\,110°C} = 461,14\ kJ/kg$ $\quad T < T_{doyma}$

2-26) a) $u_{f,\,133°C} = 546,02\ kJ/kg$ $\quad u_{g,\,133°C} = 2539,8\ kJ/kg$ $\quad u = 2300\ kJ/kg$

$u_f < u < u_g$ olduğundan hal, doymuş sıvı - buhar karışımı bölgesindedir.

500 kPa ba

$P = P_{doyma,\,133°C} = 220,1\ kPa$

$T_{doyma} = ?$

b) Doymuş sıvı olduğu için sıcaklık doyma sıcaklığı, iç enerji de u_f 'dir.

$T = T_{doyma,\,200kPa} = 158,85\ °C$ $\quad u_{f,\,200kPa} = 669,90\ kJ/kg$

c) $T_{doyma,\,500kPa} = 151,86\ °C$ $\quad T = 400\ °C$

$T > T_{doyma}$ olduğundan hal kızgın buhar bölgesindedir.

$u = 2963,2\ kJ/kg$

$x = \frac{m_g}{m_t}$

$x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$

$m_t = m_f + m_g$

$x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$

d) $T_{doyma,\,200kPa} = 164,97\ °C$ $\quad T = 80\ °C$

$T < T_{doyma}$ olduğundan hal, sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir.

$u \cong u_{f,\,80°C} = 376,85\ kJ/kg$

$x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$ $\quad x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$

$x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$ $\quad x = \frac{m_g}{m_f + m_g}$

2-27) a) $x = 0,4$ olduğundan hal, doymuş sıvı – buhar karışımı bölgesindedir. (9)

$T = T_{doyma,325kPa} = 136,30°C$ $\quad h_{f,325kPa} = 573,25\ kJ/kg$ $\quad h_{fg,325kPa} = 2155,8\ kJ/kg$

$h = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h = 573,25 + 0,4 \times 2155,8 \Rightarrow h = 1435,57\ kJ/kg$

b) $h_{f,150°C} = 675,55\ kJ/kg$, $h_{g,150°C} = 2758,1\ kJ/kg$. $h = 1682\ kJ/kg$

$h_f < h < h_g$ olduğundan hal doymuş sıvı – buhar karışımı bölgesindedir.

$P = P_{doyma,150°C} = 617,8\ kPa$

$h = h_f + x h_{fg} \Rightarrow 1682 = 675,55 + x \cdot 2082,6 \Rightarrow x = 0,483$

c) $x = 0$ olduğu için doymuş sıvıdır.

$T = T_{doyma,850kPa} = 177,69\ °C$ $\quad h = h_{f,850kPa} = 753,02\ kJ/kg$

d) $T_2 = T_{doyma,500kPa} = 151,86°C$ $\quad T_1 = 80°C$

$T < T_{doyma}$ olduğundan hal, sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir.

$h \cong h_{f,80°C} = 334,81\ kJ/kg$

e) $h_{f,800kPa} = 721,11\ kJ/kg$ $\quad h_{g,800kPa} = 2769,1\ kJ/kg$ $\quad h = 3161,7\ kJ/kg$

$h > h_g$ olduğundan hal, kızgın buhar bölgesindedir.

$T = 350°C$

(11) Verilen bir basınçta saf maddenin kaynamaya başladığı sıcaklık doyma sıcaklığı (T_{doyma}) olarak bilinir.

Verilen bir sıcaklıkta saf maddenin kaynamaya başladığı basınç doyma basıncı (P_{doyma}) olarak tanımlanır.

2-28) a) $P_{doyma,-5°C} = 219,12$ kPa

$P > P_{doyma}$ olduğundan hal, sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir.

$v \cong v_{f,-15°C} = 0,0007000$ m³/kg

b) $v_{f,120°C} = 0,0007525$ m³/kg $\quad v_{g,120°C} = 0,03078$ m³/kg $\quad v = 0,022$ m³/kg

$v_f < v < v_g$ olduğundan hal, doymuş sıvı-buhar karışımı bölgesindedir.

$P = P_{doyma,120°C} = 567,29$ kPa

c) $T = T_{doyma,320kPa} = 134,11$ °C $\quad v = v_{g,320kPa} = 0,05351$ m³/kg

d) $T_{doyma,600kPa} = 22°C$ $\quad T = 100°C$

$T > T_{doyma}$ olduğundan hal, kızgın buhar bölgesindedir.

$v_{100°C,600kPa} = 0,04032$ m³/kg

2-33)

1000 m	96,3°C
1610 m	x °C
2000 m	93,2°C

$$\frac{1000-1610}{1000-2000} = \frac{96,3-x}{96,3-93,2} \Rightarrow \frac{610}{1000} = \frac{96,3-x}{3,1}$$

$$\Rightarrow 1891 = 96300 - 1000x$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 94,4°C}$$

II. Yol

75 kPa	91,78°C
83,4 kPa	x °C
100 kPa	99,63

$$\frac{75-83,4}{75-100} = \frac{91,78-x}{91,78-99,63} \Rightarrow \frac{-8,4}{-25} = \frac{91,78-x}{-7,85}$$

$$\Rightarrow 65,94 = 25x - 2254,5$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 94,4°C}$$

2-35) $A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow A = \frac{\pi 0,2^2}{4} \Rightarrow A = 0,0314\ m^2$

$P = P_{atm} + P_{kapak} \Rightarrow P = 101kPa + \frac{4 \times 9,807}{0,0314}\left(\frac{1kPa}{1000 N/m^2}\right) \Rightarrow P = 102,25\ kPa$

100 kPa	99,63 °C
102,25 kPa	x °C
125 kPa	105,99 °C

$\frac{100-102,25}{100-125} = \frac{99,63-x}{99,63-105,99}$

$\frac{-2,25}{-25} = \frac{99,63-x}{-6,36} \Rightarrow 14,31 = 25x - 2490,75$

$\Rightarrow x = 100,20\ °C$

2-36) $P = P_{atm} + P_{piston} \Rightarrow P = 100kPa + \frac{20 \times 9,807}{100 \times 10^{-4}}\left(\frac{1kPa}{1000 N/m^2}\right) \Rightarrow P = 119,614\ kPa$

100 kPa	99,63 °C
119,614 kPa	x °C
125 kPa	105,99 °C

$\frac{100-119,614}{100-125} = \frac{99,63-x}{99,63-105,99}$

$\frac{-19,614}{-25} = \frac{99,63-x}{-6,36} \Rightarrow 124,745 = 25x - 2490,75$

$\Rightarrow x = 104,62\ °C$

2-37) $v = \frac{V}{m} \Rightarrow v = \frac{2,5}{5} \Rightarrow v = 0,5\ m^3/kg$

Kap sabit hacimli olduğundan $v_1 = v_2 = v_g = 0,5 m^3/kg$

5kg doymuş sıvı-buhar karışımı bulunuyor dediğine göre bize sorulan sıcaklık doyma sıcaklığı (T_{doyma}) dır. Kap sabit hacimli $v_1 = v_2 = v_g = 0,5 m^3/kg$ $v_g = 0,5 m^3/kg$

0,4463	145 °C
0,5 m^3/kg	x °C
0,5089	140 °C

$\frac{0,4463-0,5}{0,4463-0,5089} = \frac{145-x}{145-140}$

$\frac{-0,0537}{-0,0626} = \frac{145-x}{5} \Rightarrow -0,2685 = -0,0626x - 9,077$

$\Rightarrow x = 140,7\ °C$

75 °C İmkânlı değil

2-38) $T_{doyma,\ 85kPa} = 37,37°$ ... $T = 80°C$

$T > T_{doyma}$ oldugundan akiskan kizgin buhar bolgesindedir.

$v = 0,02407\ m^3/kg$ $V = vm \Rightarrow V = 0,02407 \times 2 \Rightarrow V = 0,0481\ m^3$

a) $U = mu \Rightarrow U = 2 \times 212,37 \Rightarrow U = 424,7\ kJ$

b) $v = \frac{V}{m} \Rightarrow v = \frac{0,5}{10} \Rightarrow v = 0,05\ m^3/kg$

$v_{f,-20°C} = 0,0006827\ m^3/kg$ $v_{g,-20°C} = 0,10885\ m^3/kg$

$v_f < v < v_g$ oldugundan akiskan -12 doymus sivi-buhar karisimi bolgesinde olabilir.

a) $P = P_{doyma,\ -20°C} = 150,93\ kPa$

b) $v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,05 = 0,00068 + x(0,10885 - 0,00068)$

$\Rightarrow 0,05 = 0,00068 + 0,10817x \Rightarrow x = 0,456$

$u = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u = 17,72 + 0,456(162,31 - 17,72) \Rightarrow u = 83,65\ kJ/kg$

$U = mu \Rightarrow U = 10 \times 83,65 \Rightarrow U = 836,5\ kJ$

c) $x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow 0,456 = \frac{m_g}{10} \Rightarrow m_g = 4,56\ kg$ $m_f = 5,44\ kg$

$V_f = m_f v_f \Rightarrow V_f = 5,44 \times 0,0006827 \Rightarrow V_f = 0,00373\ m^3$

$v_f + v_g \neq v$ bu bağıntı yanlıştır. Ancak kendi kütleleri ile carparsak yani

$m_f v_f + m_g v_g = V$

$V_f = m_f v_f$ $V_g = m_g v_g$ $V_f + V_g = V$

$V_f = m_f v_f$ $V_g = m_g v_g$ $V_f = 5,44 \times 0,0006827 \Rightarrow V_f = 0,00373\ m^3$

$V_f = m_f v_f$ $V_g = m_g v_g$

$V_f = m_f v_f$

$V_g = m_g v_g$

$V_f = m_f v_f$ $V_f = m_f v_f$ $V_f = m_f v_f$ $V_f = m_f v_f$

$V_g = m_g v_g$ $V_g = m_g v_g$ $V_g = m_g v_g$ $V_g = m_g v_g$

41) a) $T_{doyma, 500kPa} = 170,43\ °C$

b) $V_f = 0,1 m^3$, $V_g = 0,8 m^3$

$v_{f, 500kPa} = 0,001115\ m^3/kg$, $v_{g, 500kPa} = 0,2404\ m^3/kg$

$V_f = m_f v_f \Rightarrow 0,1 = m_f \times 0,001115 \Rightarrow m_f = 89,68\ kg$

$V_g = m_g v_g \Rightarrow 0,8 = m_g \times 0,2404 \Rightarrow m_g = 3,74\ kg$ $\Rightarrow$ $m_T = m_f + m_g \Rightarrow m_T = 93,42\ kg$

c) $T = 350°C$ $T > T_{doyma}$ olduğundan kızgın buhar bölgesindedir. $P = 500kPa$

$v = 0,3544\ m^3/kg$ (TABLO A-6)

$V = mv \Rightarrow V = 0,3544 \times 93,42 \Rightarrow V = 33,1\ m^3$

v, v_f, v_g, h, h_f, h_g, --- vb değerler sabit değerlerdir. Biz bu değerleri Tablolardan bulup problemde kullanabiliriz. Bunlar sabit değerlerdir. Çünkü birim kütle başına düşen değerlerdir.

V, V_f, V_g, H, H_f, H_g --- vb. değerler her problemde farklı olabilir. Çünkü bu değerler kütleye göre değişir. Her kütle için farklı değerler ortaya çıkar.

$V_f = m_f v_f$

$V_g = m_g v_g$

$V = m_T v$

$v_f + v_g \neq v$

$m_f v_f + m_g v_g = m_T v$

$V_f + V_g = V$

$V_f + V_g = V$

2-42) a) $v_1 = 0,2579\ m^3/kg$ $\quad v_1 = v_2 = v$

$v_{f,150°C} = 0,001081\ m^3/kg$ $\quad v_{g,150°C} = 0,3928\ m^3/kg$

$v_f < v < v_g$ olduğundan 150°C 'de doymuş sıvı-buhar karışımı bölgesindedir.

Doymuş sıvı-buhar karışımı bölgesinde olduğundan bize sorulan basınç, doyma basıncı (P_{doyma}) dir.

$\boxed{P = P_{doyma,150°C} = 475,8\ kPa}$

b) $v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,2579 = 0,0010 + x(0,3928 - 0,0010)$

$\Rightarrow \boxed{x = 0,656}$

c) $h = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h = 632,20 + 0,656 \times 2114,3 \Rightarrow \boxed{h = 2018,18\ kJ/kg}$

2-43) a) $V = 0,05\ m^3$

$T_{doyma,300kPa} = 133,55°C$ $\quad 25°C < 133,55°C$ olduğundan sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir.

$v \cong v_{f,25°C} = 0,001003\ m^3/kg$

$V = m v \Rightarrow 0,05 = m_{su} \times 0,001003 \Rightarrow \boxed{m_{su} = 49,85\ kg}$

b) $V \rightarrow$ sabit değil. Ağırlığı pistonlu bir kap onark basınç sabit.

Su tamamen buharlaşınca artık kızgın buhar bölgesindedir.

$v_{g,300kPa} = 0,6058\ m^3/kg$

$P = 300kPa$, $v = 0,6058\ m^3/kg$ $\Rightarrow T = 133,55°C$

c) $\Delta V = m_1(h_2 - h_1) \Rightarrow \Delta V = 49,85(2725,3 - 104,89)$

$\Rightarrow \Delta V = 130627\ kJ$

2-44) $T_{kr} = 374,14\ °C$ $v_2 = v_{top} = v_f = v_g = 0,003155\ m^3/kg$

$v_2 = v_1 = v_{top}$

$V = m v_{top} \Rightarrow 0,5 = m_T \times 0,003155$

$\Rightarrow m_T = 158,48\ kg$

$v_{f,100°C} = 0,001044\ m^3/kg$ $\quad v_{g,100°C} = 1,6729\ m^3/kg$

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,003155 = 0,001044 + x(1,6729 - 0,001044)$

$\Rightarrow x = 0,001263$

$x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow 0,001263 = \frac{m_g}{158,48} \Rightarrow m_g = 0,2\ kg$ $\quad m_f = 158,48 - 0,2 \Rightarrow \boxed{m_f = 158,28\ kg}$

$V_f = m_f v_f \Rightarrow V_f = 158,28 \times 0,001044 \Rightarrow \boxed{V_f = 0,165\ m^3}$

2-46) $v_{f,200kPa} = 0,0006862\ m^3/kg$ $\quad v_{g,200kPa} = 0,08354\ m^3/kg$

$V_f = V_T \frac{10}{100} \Rightarrow V_f = 0,05 m^3$ $\quad V_g = 0,45 m^3$

$v_f = \frac{V_f}{m} \Rightarrow 0,0006862 = \frac{0,05}{m_f} \Rightarrow m_f = 72,86\ kg$ $\quad 0,08354 = \frac{0,45}{m_g} \Rightarrow m_g = 5,38\ kg$

$m_T = m_f + m_g \Rightarrow m_T = 72,86 + 5,38 \Rightarrow \boxed{m_T = 78,24\ kg}$

$x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow x = \frac{5,38}{78,24} \Rightarrow x = 0,0687$

2-47) b) $T_{doyma,1MPa} = 179,91\ °C$ $\quad T > T_{doyma}$ olduğundan hal kızgın su buharı bölgesindedir.

$v_1 = 0,2579\ m^3/kg$ $\quad V_1 = v_1 m \Rightarrow V_1 = 0,2579 \times 0,8 \Rightarrow V_1 = 0,206\ m^3$

$\boxed{T_2 = T_{doyma,1MPa} = 179,91\ °C}$

c) $v_{f,1MPa} = 0,001127\ m^3/kg$ $\quad v_{g,1MPa} = 0,19444\ m^3/kg$

$V_f = 0,4 \times 0,001127 \Rightarrow V_f = 4,508 \times 10^{-4}\ m^3$ $\quad V_g = 0,4 \times 0,19444 \Rightarrow V_g = 0,078\ m^3$

$v_2 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v_2 = 0,001127 + 0,5 \times 0,19444 \Rightarrow v_2 = 0,098347\ m^3/kg$

$\Delta V = V_2 - V_1 \Rightarrow \Delta V = 0,07868 - 0,206 \Rightarrow \Delta V = -0,127\ m^3$

2-48) $v_{f,110^\circ C} = 0,001127\ m^3/kg$ $v_{g,110^\circ C} = 0,13405\ m^3/kg$

1,40 mPa	$0,18228\ m^3/kg$
x mPa	$0,19517\ m^3/kg$
1,20 mPa	$0,2138\ m^3/kg$

$$\frac{1,40-x}{1,40-1,20} = \frac{0,18228-0,19517}{0,18228-0,2138}$$

$$\frac{1,40-x}{0,2} = \frac{-0,01289}{-0,03152}$$

$$0,03152x - 0,04412 = -2,578 \times 10^{-3}$$

$$x = 1,398\ mPa$$

= Mükemmel (İdeal) Gaz Hal Denklemi =

$Pv = RT$ → Mükemmel Gaz Hal Denklemi

$R = \frac{R_u}{M}$ $\quad m = Mn$

$V = mv \Rightarrow PV = mRT$

$mR = (Mn)R = nR_u \Rightarrow PV = nR_uT$

İdeal Gazda basınç artınca, sıcaklık yükselir.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

Örnek 2-10 =

$V = 4m \times 5m \times 6m \Rightarrow V = 120\ m^3$

$PV = mRT \Rightarrow 100\ kPa \times 120\ m^3 = m \times 0,2870\ kPa.m^3/kg.K \times 298\ K$

$\Rightarrow m = 140,3\ kg$

– Sıkıştırılabilme Çarpanı –

Z → Sıkıştırılabilme Çarpanı

$$Z = \frac{Pv}{RT} \Rightarrow Pv = ZRT$$

$$Z = \frac{v_{gerçek}}{v_{mükemmel}}$$

T_R → İndirgenmiş Sıcaklık , P_R → İndirgenmiş Basınç

$$P_R = \frac{P}{P_{cr}} \quad , \quad T_R = \frac{T}{T_{cr}}$$

Örnek 2-11)

a) $R = 0{,}0688$ kPa.m³/(kg.K)

$P_{cr} = 4{,}01$ MPa

$T_{cr} = 384{,}7$ K

b) $T_{doyma,\ 1MPa} = 41{,}64\ ^\circ C$. $T > T_{doyma}$ olduğundan hal kızgın buhar bölgesindedir.

$v_{1MPa,\ 50^\circ C} = 0{,}01837\ m^3/kg$

b) $Pv = RT \Rightarrow 1000\,v = 0{,}0688 \times 323 \Rightarrow v = 0{,}02222\ m^3/kg$

c) $P_R = \frac{P}{P_{cr}} \Rightarrow P_R = \frac{1\text{MPa}}{4{,}01\text{MPa}} \Rightarrow P_R = 0{,}249$

$T_R = \frac{T}{T_{cr}} \Rightarrow T_R = \frac{323}{384{,}7} \Rightarrow T_R = 0{,}840$

$\Rightarrow Z = 0{,}83$

$Z = \frac{v}{v_{mükemmel}} \Rightarrow v = 0{,}83 \times (0{,}02222) \Rightarrow v = 0{,}1844\ m^3/kg$

$$v_R = \frac{v_{gerçek}}{RT_{cr}/P_{cr}}$$

v_R → İndirgenmiş özgül hacim

Örnek 2-12)

a) $T = 350°C$, $v = 0{,}03524\ m^3/kg$ } $P = 7\ MPa$

b) $R = 0{,}4615\ kPa.m^3/(kg.K)$ $P_{cr} = 22{,}09\ MPa$ $T_{cr} = 647{,}3\ K$

$Pv = RT \Rightarrow P \times 0{,}03524 = 0{,}4615 \times 623 \Rightarrow P = 8158{,}8\ kPa$

c) $v_R = \dfrac{v_{gerçek}}{RT_{cr}/P_{cr}} \Rightarrow v_R = \dfrac{0{,}03524 \times 22090}{647{,}3 \times 0{,}4615} \Rightarrow v_R = 2{,}7075$

$T_R = \dfrac{T}{T_{cr}} \Rightarrow T_R = \dfrac{623}{647{,}3} \Rightarrow T_R = 0{,}862$ $\quad P_R = 0{,}31$

$P_R = \dfrac{P}{P_{cr}} \Rightarrow 0{,}31 = \dfrac{P}{22090} \Rightarrow P = 6847{,}9\ kPa$

$v_R \rightarrow$ sanki indirgenmiş özgül hacimdir. P ve T yerine P ve v veya T ve v verildiği zaman Z yerine kullanılır.

2-52) $V = \dfrac{1}{6}\pi D^3 \Rightarrow V = \dfrac{1}{6}\pi 6^3 \Rightarrow V = 113{,}09\ m^3$

Helyum için $R = 2{,}0769\ kPa.m^3/(kg.K)$

$PV = mRT \Rightarrow 200 \times 113{,}09 = m \times 2{,}0769 \times 293 \Rightarrow m = 37{,}15\ kg$

$M_{He} = 4{,}003\ kg/kmol$ $\quad m = Mn \Rightarrow n = \dfrac{m}{M} \Rightarrow n = \dfrac{37{,}15}{4{,}003} \Rightarrow n = 9{,}28\ kmol$

$P_s V_s = m_s R T_s$

$P_s \times 3{,}21 = 10{,}85 \times 0{,}287 \times 293 \Rightarrow P_s = 284{,}1\ kPa$

2-53) $P_{mutlak} = P_{atm} + P_{gerçek} \Rightarrow P_{mutlak} = 100 + 210 = 310\ kPa$

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{310 \times 0,025}{298} = \frac{P_2 \times 0,025}{323} \Rightarrow \boxed{P_2 = 336\ kPa}$

$P_1V_1 = m_1RT_1 \Rightarrow 310 \times 0,025 = m_1 \times 0,2870 \times 298 \Rightarrow m_1 = 0,0906\ kg$

$P_1V_2 = m_2RT_2 \Rightarrow 310 \times 0,025 = m_2 \times 0,2870 \times 323 \Rightarrow m_2 = 0,0836\ kg$

$\Delta m = 0,0906 - 0,0836 \Rightarrow \Delta m = 0,007\ kg$

2-54) $P_{mutlak} = P_{atm} + P_{gös} \Rightarrow P_{mutlak} = 98 + 150 \Rightarrow P_{mutlak} = 248\ kPa$

$P_{mutlak} = P_{atm} + P_{gösterge} \Rightarrow P_{mut} = 98 + 200 \Rightarrow P_{mut} = 298\ kPa$

$P_1V_1 = m_1RT_1 \Rightarrow 248 \times 0,015 = m_1 \times 0,2870 \times 303 \Rightarrow m_1 = 0,04278\ kg$

$P_2V_2 = m_2RT_2 \Rightarrow 298 \times 0,015 = m_2 \times 0,2870 \times 303 \Rightarrow m_2 = 0,05140\ kg$

$\Delta m = m_2 - m_1 \Rightarrow \Delta m = 0,05140 - 0,04278 \Rightarrow \Delta m = 0,00862\ kg$

$1\ m^3 \quad 1000\ L$

$\quad\quad 5\ L$

2-55) $P_m = P_{atm} + P_g \Rightarrow P_m = 97 + 500 \Rightarrow P_m = 597\ kPa$

$PV = mRT \Rightarrow 597 \times 1,2 = m \times 0,2598 \times 297 \Rightarrow m = 9,284\ kg$

2-56) $\frac{P_1V}{P_2V} = \frac{m_1RT_1}{m_2RT_2} \Rightarrow \frac{150 \times V}{250 \times V} = \frac{10 \times R \times 293}{m_2 R \times 303} \Rightarrow m_2 = 16,12\ kg \quad \Delta m = m_2 - m_1 \Rightarrow \Delta m = 16,12 - 10$

$\Rightarrow \Delta m = 6,12\ kg$

2-57) $PV = mRT \Rightarrow P \times 0,8 = 10 \times 0,287 \times 298 \Rightarrow P = 1069,1\ kPa$

$P = P_{atm} + P_{gös} \Rightarrow 1069,1 = 97 + P_{gös} \Rightarrow P_{gös} = 972,1\ kPa$

2-58) $PV = mRT \Rightarrow 200 \times V = 5 \times 0,287 \times 308 \Rightarrow V = 2,21\ m^3$

$PV = mRT \Rightarrow 500 \times 1 = m \times 0,287 \times 298 \Rightarrow m = 5,85\ kg$

$\frac{P_1V_1}{P_3V_3} = \frac{m_1RT_1}{m_3RT_3} \Rightarrow \frac{500 \times 1}{P_3 \times 3,21} = \frac{5,85R \times 298}{10,85 \times R \times 293} \Rightarrow \boxed{P_3 = 284,1\ kPa}$

$PV = mRT$

$P \times 3,21 = 10,85 \times 0,287 \times 293$

$\boxed{P = 284,1\ kPa}$

$\frac{200 \times 2,21}{P_3 \times 3,21} = \frac{5 \times R \times 308}{10,85 \times R \times 293} \Rightarrow \boxed{P_3 = 284,1\ kPa}$

2-62) a) $Pv = RT \Rightarrow 10000v = 0,4615 \times 673 \Rightarrow v = 0,03106\ m^3/kg$

b) $P_R = \frac{P}{P_{cr}} \Rightarrow P_R = \frac{10}{22,09} \Rightarrow P_R = 0,452$

$T_R = \frac{T}{T_{cr}} \Rightarrow T_R = \frac{673}{647,3} \Rightarrow T_R = 1,04$

$\Rightarrow Z = 0,84$

$Z = \frac{v}{v_{mü}} \Rightarrow 0,84 = \frac{v}{0,03106} \Rightarrow v = 0,02609\ m^3/kg$

c) $v_{13mPa, 400°C} = 0,02641\ m^3/kg$

$\%H = \frac{|0,02641 - 0,03106|}{0,02641} \Rightarrow \%H = \%17,6$ $\%H = \frac{|0,02641 - 0,02638|}{0,02641} = \%1,2$

2-63) a) $Pv = RT \Rightarrow 1400v = 0,0688 \times 413 \Rightarrow v = 0,020286\ m^3/kg$

a) $P_R = \frac{P}{P_{cr}} \Rightarrow P_R = \frac{1,4}{4,01} \Rightarrow P_R = 0,35$

$T_R = \frac{T}{T_{cr}} \Rightarrow T_R = \frac{413}{384,7} \Rightarrow T_R = 1,0735$

$\Rightarrow Z = 0,87$

$Z = \frac{v}{v_{mü}} \Rightarrow v = 0,87 \times 0,020286 \Rightarrow v = 0,017657\ m^3/kg$

c) $T_{doyma,\ 1,4mPa} = 56,08\ °C$ $T = 140°C$ $T > T_{doyma}$ olduğundan hal kızgın buhar bölgesindedir.

$v_{140°,\ 1,4mPa} = 0,01832\ m^3/kg$

$\%H = \frac{|0,01832 - 0,020286|}{0,01832} \Rightarrow \%H = 10,7$

$\%H = \frac{|0,01832 - 0,017657|}{0,01832} \Rightarrow \%H = 3,6$

2-64) a) $Pv = RT \Rightarrow 10000v = 0,2968 \times 150 \Rightarrow v = 0,004452\ m^3/kg$

$\%H = \frac{|0,002388 - 0,004452|}{0,002388} \Rightarrow \%H = \%86,4$

b) $P_R = \frac{P}{P_{cR}} \Rightarrow P_R = \frac{10}{3,39} \Rightarrow P_R = 2,95$

$T_R = \frac{T}{T_{cR}} \Rightarrow T_R = \frac{150}{126,2} \Rightarrow T_R = 1,18$

$\Big\} Z = 0,54$

$Z = \frac{v}{v_{mü}} \Rightarrow v = 0,54 \times 0,004452 \Rightarrow v = 0,002404\ m^3/kg$

$\%H = \frac{|0,002388 - 0,002404|}{0,002388} \Rightarrow \%H = \%\ 0,7$

2-65) a) $Pv = RT \Rightarrow 1600v = 0,4615 \times 498 \Rightarrow v = 0,1436\ m^3/kg$

b) $P_R = \frac{P}{P_{cR}} \Rightarrow P_R = \frac{1,6}{22,09} \Rightarrow P_R = 0,0724$

$T_R = \frac{T}{T_{cR}} \Rightarrow T_R = \frac{498}{647,3} \Rightarrow T_R = 0,769$

$\Big\} Z = 0,93$

$v = 0,93 \times 0,1436 \Rightarrow v = 0,1335\ m^3/kg$

c) $v_{1,6MPa,225°C} = 0,13287\ m^3/kg$

2-67) a) $v = \frac{V}{m} \Rightarrow v = 0,014\ m^3/kg$

$Pv = RT \Rightarrow P \times 0,014 = 0,0688 \times 383 \Rightarrow P = 1,882\ MPa$

b) $T_R = \frac{T}{T_{cR}} \Rightarrow T_R = \frac{383}{384,7} \Rightarrow T_R = 0,995$

$v_R = \frac{v_{gerçek}}{RT_{cR}/P_{cR}} \Rightarrow v_R = \frac{0,014 \times 4010}{0,0688 \times 384,7} \Rightarrow v_R = 2,121$

$\Big\} P_R = 1,3$

$P_R = \frac{P}{P_{cR}} \Rightarrow 1,3 = \frac{P}{4,01} \Rightarrow P = 1,604\ MPa$

2-76) $Pv = RT \Rightarrow v = \frac{RT}{P} \Rightarrow v = \frac{0,1889 \times 350}{5} \Rightarrow v = 0,01322\ m^3/kg$

$$P_R = \frac{P}{P_{cr}} \Rightarrow P_R = \frac{5}{7,39} \Rightarrow P_R = 0,677$$
$$T_R = \frac{T}{T_{cr}} \Rightarrow T_R = \frac{350}{304,2} \Rightarrow T_R = 1,15 \Rightarrow Z = 0,84$$

$v = 0,01322 \times 0,84 \Rightarrow v = 0,01110\ m^3/kg$

$$\%H = \frac{|0,01110 - 0,01322|}{0,01110} \Rightarrow \%H = \%19$$

2-77) $P = P_{doyma,120^\circ C} = 198,53\ kPa$

2-78) $v = 0,09\ m^3/kg$

$T_{doyma,400kPa} = 8,15\ ^\circ C$

8 °C	0,39815 mPa
8,15 °C	x mPa
12 °C	0,44862 mPa

$$\frac{8 - 8,15}{8 - 12} = \frac{0,39815 - x}{0,39815 - 0,44862}$$
$$\frac{-0,15}{-4} = \frac{0,39815 - x}{-0,05147} \Rightarrow 7,7205 \times 10^{-3} = -1,5926 + 4x$$
$$\Rightarrow x = 0,4\ mPa$$

2-80) $V = 0,004\ m^3 \qquad v = \frac{0,004}{2} \Rightarrow v = 0,002\ m^3/kg$

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,02 = 0,0010 + x(12,03 - 0,0010)$

$\Rightarrow x = 1,58 \times 10^{-3}$

$x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow 1,58 \times 10^{-3} = \frac{m_g}{2} \Rightarrow m_g = 3,16 \times 10^{-3}\ kg$

$v_{fr} = 0,003155\ m^3/kg$

$m = \frac{0,04}{0,003155} \Rightarrow m = 1,267\ kg$ TAMAMEN ZUHAR

2-81) $v_{400c,0,1MPa} = 0,02283\ m^3/kg$ $\Rightarrow V_1 = 10 \times 0,02283 \Rightarrow V_1 = 0,2283\ m^3$

$u_{400c} = 187,81\ kJ/kg$ $U_1 = 10 \times 187,81 \Rightarrow U_1 = 1878,1\ kJ$

$v \cong v_{f,20°C} \Rightarrow v = 0,0007525\ m^3/kg$ $V_2 = 10 \times 0,0007525 \Rightarrow V_2 = 0,007525\ m^3$

$u \cong u_{f,20°C} \Rightarrow u = 54,44\ kJ/kg$ $U_2 = 10 \times 54,44 \Rightarrow U_2 = 544,4\ kJ$

b) $\Delta V = V_2 - V_1 \Rightarrow \Delta V = 0,007525 - 0,2283 \Rightarrow \Delta V = -0,221\ m^3$

c) $\Delta U = U_2 - U_1 \Rightarrow \Delta U = 544,4 - 1878,1 \Rightarrow \Delta U = -1333,7\ kJ$

$v_f \rightarrow$ Doymuş Sıvı

$v_g \rightarrow$ Doymuş Buhar

2-82) $P_1 V_1 = m_1 R T_1 \Rightarrow 600 \times 0,5 = m_1 \times 4,1240 \times 293 \Rightarrow m_1 = 0,248\ kg$

$P_2 V_2 = m_2 R T_2 \Rightarrow 150 \times 0,5 = m_2 \times 4,1240 \times 303 \Rightarrow m_2 = 0,06\ kg$

$P_3 V_3 = m_3 R T_3 \Rightarrow P_3 \times 1 = 0,308 \times 4,1240 \times 288 \Rightarrow P_3 = 365,81\ kPa$

$v_f \rightarrow$ Doymuş sıvı

$v_g \rightarrow$ Doymuş buhar

2-83) $P_1 V_1 = m_1 R T_1 \Rightarrow 800 \times 20 = m_1 \times 0,2868 \times 288 \Rightarrow m_1 = 180,9\ kg$

$P_2 V_2 = m_2 R T_2 \Rightarrow 600 \times 20 = m_2 \times 0,2962 \times 293 \Rightarrow m_2 = 138\ kg$

$\Delta m = m_1 - m_2 \Rightarrow \Delta m = 180,9 - 138 \Rightarrow \Delta m = 42,9\ kg$

$v_f \rightarrow$ Doymuş sıvı

$v_g \rightarrow$ Doymuş buhar

2-84) a) $Pv = RT \Rightarrow P \times 0,02 = 0,4615 \times 673 \Rightarrow P = 15529\ kPa$

b) $T_R = \frac{T}{T_{cr}} \Rightarrow T_R = \frac{673}{647,3} \Rightarrow T_R = 1,04$

$v_R = \frac{v_{gerçek}}{RT_{cr}/P_{cr}} \Rightarrow v_R = \frac{0,02}{\frac{0,4615 \times 647,3}{22,09}} \Rightarrow v_R = 0,0148$

$\Big\} P_R = 569,98$

$v_f \rightarrow$ Doymuş sıvı

$v_g \rightarrow$ Doymuş buhar

c) $P_{400°C,\ 0,02\ m^3/kg} = 12500\ kPa$

2-85) $v_{f,1500kPa} = 0,0007802\ m^3/kg$ $m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{0,01}{0,0007802} \Rightarrow m = 12,8\ kg$

$T_{d,1500kPa} = -12,53\ °C$ $T_2 = 25°C$

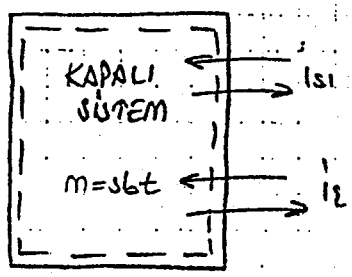
$T_2 > T_d$ olduğundan II. hal kızgın buhar bölgesindedir.

$v_f \rightarrow$ Doymuş sıvı

$v_g \rightarrow$ Doymuş buhar

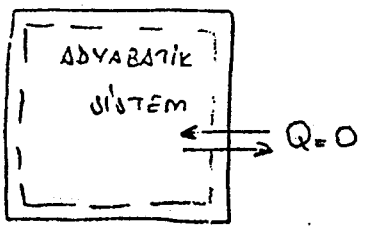
20°C	$0,0964\ m^3/kg$	$\frac{-5}{-10} = \frac{0,0964 - x}{-3,8 \times 10^{-3}} \Rightarrow 10x - 0,964 = 0,019$
25°C	x	$\Rightarrow x = 0,0983\ m^3$
30°C	$0,1002\ m^3/kg$	

$V = mv \Rightarrow V = 12,8 \times 0,0983 \Rightarrow V = 1,25\ m^3$



Kapalı sistemlerde m (kütle) sabittir. Kütle değişimi olmaz. Ancak ısı ve iş değişimi görülür.

– ISI –



* Adyabatik sistemlerde ısı geçişi olmaz.

$Q \rightarrow kJ$

$$q = \frac{Q}{m} \quad (kJ/kg)$$

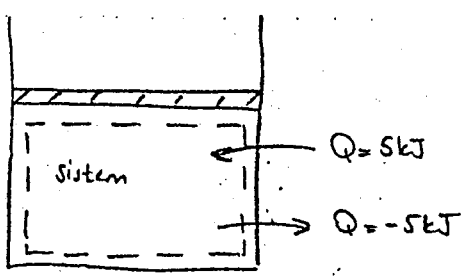
$\dot{Q} \rightarrow$ Birim zamanda geçen ısı

$$\dot{Q} = \frac{dQ}{dt} \quad [kJ/s \text{ veya } kW]$$

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} \dot{Q}\, dt \quad (kJ)$$

$\dot{Q} \rightarrow kJ/s$ veya kW

$q \rightarrow kJ/kg$



Sisteme giren ısı pozitif işaretlidir. Çıkan ısı ise negatif işaretlidir.

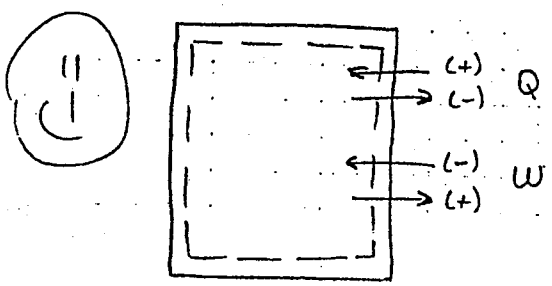
- İŞ -

$W \rightarrow$ iş (kJ)

$w = \frac{W}{m}$ (kJ/kg)

* Birim zamanda yapılan iş güç diye tanımlanır.

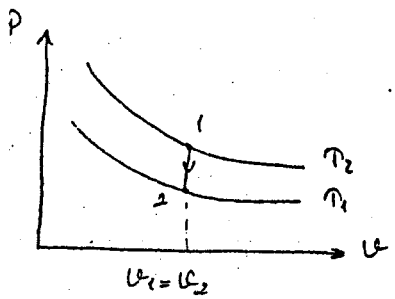
$\dot{W} \rightarrow$ güç (kJ/s veya kW)



1) İzotor (sabit hacim)

V = sabit $\Rightarrow dV = 0$

$W_s = \int P dV = 0$

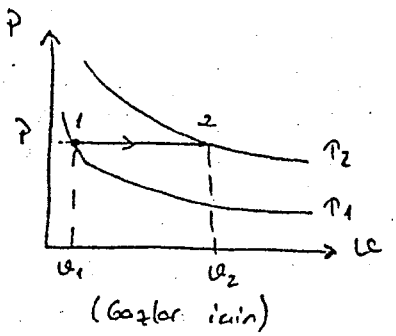


2) İzobar (sabit basınç)

P = sbt

$W_s = \int P dV \Rightarrow W_s = P(V_2 - V_1)$

$\Rightarrow W_s = P.m(v_2 - v_1)$



(Gazlar için)

P-v grafiği altında kalan alan bize iş verir.

3) İzoterm (sabit sıcaklık)

T = sabit

Gazlar için

$W_s = \int P dV$

$PV = mRT$

$= \int mRT \frac{dV}{V}$

$= mRT \ln \frac{V_2}{V_1}$ | $= mRT \ln \frac{P_1}{P_2}$

$= mV_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$ | $= mRT \ln \frac{P_1}{P_2}$

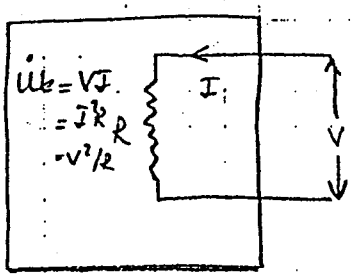
$W_s = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$

P-v grafiğinin altında kalan alan bize iş verir.

Isı geçişi, sıcaklık farkından kaynaklanır.

Isı geçişi sıcaklık farkından kaynaklanır.

- Elektrik İşi -



$W_e = VI\Delta t$ (kJ)

$\dot{W}_e = VI$ (kW)

$\dot{W}_e = VI = I^2R = V^2/R$

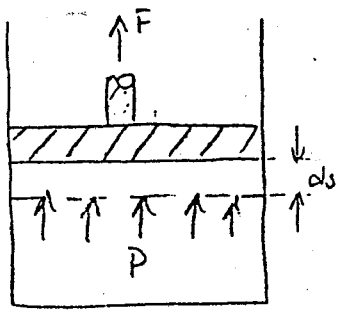
$W_e = \int_1^2 VI\,dt \Rightarrow W_e = VI\Delta t$ (kJ)

- Mekanik İş -

$W = F.s$ (kJ)

$W = \int_1^2 F.s$ (kJ)

a) Hareketli Sınır İşi



$\delta W_s = F\,ds = PA\,ds = P\,dV$

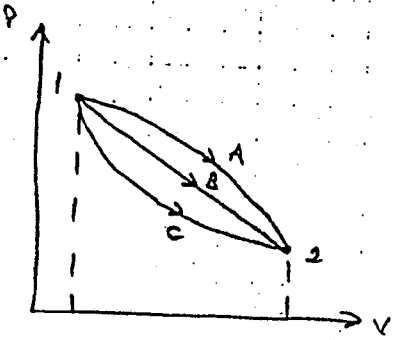
P → mutlak basınç (İşareti daima +)

dV → genişleme (hacim artışı) sırasında (+), sıkıştırma (hacim azalması) sırasında (-) işaretlidir.

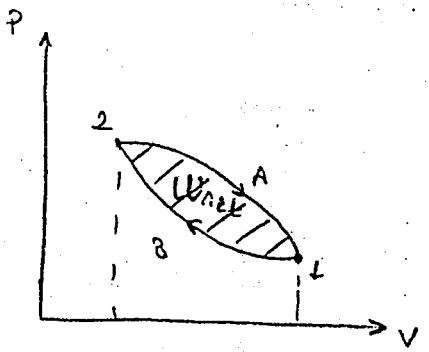
Sınır İşi, hacim artışı sırasında pozitif (+), hacim azalması sırasında negatif (-) olacaktır.

$W_s = \int_1^2 P\,dV$ (kJ)

P-V diyagramında hal değişimi eğrisi altında kalan alan bize yapılan işi verir.



$W_A > W_B > W_C$



Pistonlu kaplarda pistonun kütlesi ve atm basıncı değişmedikçe kabın içindeki gazın basıncı da değişmez.

$P = sbt \Rightarrow W = \int_1^2 P\,dV$

$\Rightarrow W = P(V_2 - V_1)$

$\Rightarrow W = P.m(v_2 - v_1)$

Örnek 3-f =

$v_1 = v_{400kPa,150^\circ C} = 0,4708\ m^3/kg$ $\quad v_2 = v_{400kPa,200^\circ C} = 0,5342\ m^3/kg$

$W = P.m(v_2 - v_1) \Rightarrow W = 400 \times 5(0,5342 - 0,4708) \Rightarrow W = 126,8\ kJ$

Örnek 3-g =

$W_3 = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow W_3 = 100 \times 0,4 \ln \frac{0,1}{0,4} \Rightarrow W_3 = -55,45\ kJ$

- Ağırlık İşi -

$W_y = mg(z_2 - z_1)$

Sistem aşağı doğru hareket ediyorsa iş pozitif (+), yukarı doğru hareket ediyorsa negatif (-) tir.

- Hız İşi -

$W_i = \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2)$

- Mil İşi -

$\tau \rightarrow$ Tork (burulma momenti)

$\boxed{\tau = Fr}$ $\boxed{s = (2\pi r)n}$ $n \rightarrow$ devir

$W_{mil} = Fs \Rightarrow W_{mil} = \frac{\tau}{r} 2\pi r n \Rightarrow \boxed{W_{mil} = 2\pi r n . \tau} \ (kJ)$

$\dot{W}_{mil} = 2\pi \dot{n} \tau \ (kW)$

$x = \frac{\Delta V}{A}$

Örnek 3-12 =

$W_{mil} = 2\pi \dot{n} \tau \Rightarrow \dot{W}_{mil} = 2\pi 4000 \frac{1}{60} 2000 . \frac{1}{1000}$

$\Rightarrow \dot{W}_{mil} = 83,7 \ kW$

$F = kx \Rightarrow F = 30 \ kN$

$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = 120 kPa$

$120 + 200 = 320 kPa$

Örnek 3-13 =

a) $V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 2 \times 0,05 = 0,1 m^3$

$x = \frac{\Delta V}{A} \Rightarrow x = \frac{(0,1 - 0,05)}{0,25} \Rightarrow x = 0,2 m$

$F = kx \Rightarrow F = 150 \times 0,2 = 30 kN$

$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{30}{0,25} = 120 kPa$

$\boxed{200 + 120 = 320 kPa}$

b) $W_g = W_1 + W_2$

$W_g = 200(0,1 - 0,05) + \frac{1}{2} 150 (0,2^2 - 0^2)$

$W_g = 13 kJ$

c) $W_{yay} = \frac{1}{2} k(x_2^2 - x_1^2) \Rightarrow W_{yay} = \frac{1}{2} 150 (0,2^2 - 0^2)$

$\Rightarrow W_{yay} = 3 kJ$

= TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASI =

$Q = \Delta E$ $= W_e = \Delta E$

$Q = Q_{NET} = \Delta E$

$W = 0 \Rightarrow Q = \Delta E$

$Q = 0 \Rightarrow -W = \Delta E$

[Sisteme veya sistemden ısı veya iş olarak net enerji geçişi] = [Sistemin toplam enerjisindeki net artış veya azalma] veya $Q - W = \Delta E$

$Q - W_s - W_{diğer} = \Delta E$

$Q - W = \Delta U$

$Q - W = U_2 - U_1$

$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$ $\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

Örnek 3-14 = $Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W = U_2 - U_1$

$\Rightarrow -500 - (-100) = U_2 - 800 \Rightarrow U_2 = 400 kJ$

Hareketsiz kapalı sistemlerin kinetik ve potansiyel enerjilerindeki değişim sıfırdır.

$Q - W = \Delta E \Rightarrow Q - W = \Delta U + \overset{0}{\cancel{\Delta PE}} + \overset{0}{\cancel{\Delta KE}}$

$\Rightarrow Q - W = \Delta U$

$\Rightarrow Q - W = U_2 - U_1$

270

Örnek Problem 1 =

$v_{başlangıç} = 0{,}4249\ m^3/kg$ ... $u = 2642{,}9\ kJ/kg$ ... $v_2 = v_1 = 0{,}4249\ m^3/kg$

$V = mv \Rightarrow 0{,}1 = m \times 0{,}4249 \Rightarrow m = 0{,}235\ kg$

$v_{f,\,50^\circ C} = 0{,}001012\ m^3/kg$ $v_{g,\,50^\circ C} = 12{,}03\ m^3/kg$ $v = 0{,}4249\ m^3/kg$

$v = v_f + x\,v_{fg} \Rightarrow 0{,}4249 = 0{,}001 + x(12{,}03 - 0{,}001)$

$\Rightarrow x = 0{,}0352$

$v = v_f + x\,v_{fg}$

$u = u_f + x\,u_{fg} \Rightarrow u = 209{,}32 + 0{,}0352(2443{,}5 - 209{,}32)$

$\Rightarrow u = 288\ kJ/kg$

$Q - W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 0 = 0{,}235(288 - 2642{,}9) \Rightarrow \boxed{Q = -553{,}4\ kJ}$

$\boxed{P_{50^\circ C} = 12{,}349\ kPa}$

Örnek 3-15 =

$v_{g,\,300\,kPa} = 0{,}6058\ m^3/kg$ $V = v \cdot m \Rightarrow V = 0{,}6058 \times 0{,}025 \Rightarrow V = 0{,}015\ m^3$

$h_1 = h_{g,\,300\,kPa} = 2725{,}3\ kJ/kg$

$W_e = VI\Delta t \Rightarrow W_e = 120 \times 0{,}2 \times 300 \Rightarrow W_e = 7{,}2\ kJ$

$Q - W = m(h_2 - h_1) \Rightarrow -3{,}7 - (-7{,}2) = 0{,}025(h_2 - 2725{,}3)$

$\Rightarrow h_2 = 2865{,}3\ kJ/kg$

$P = 300\ kPa$
$h_2 = 2865{,}3\ kJ/kg$
$\Rightarrow T_2 = 200^\circ C$

Örnek 3-16)

a) $T_{doyma,0.6MPa} = 32,76°C$ $T = 60°C$ $T > T_{doyma}$ olduğundan 1. hal kızgın buhar bölgesinde.

1. hal =

$v_1 = v_{0,6MPa} = 0,02525\ m^3/kg$ $V = mv \Rightarrow m = \frac{0,1}{0,02525} \Rightarrow m = 3,96\ kg$

b) $v_2 = v_1 = 0,02525\ m^3/kg$

$v_{f\,1-5°C} = 0,0007078\ m^3/kg$ $v_{g\,1-5°C} = 0,06486\ m^3/kg$

$v_f < v_2 < v_g$ olduğundan 2. hal doymuş sıvı - buhar bölgesindedir.

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,02525 = 0,00070 + x(0,06486 - 0,00070)$

$\Rightarrow x = 0,382$

$P_{doyma,1-5°C} = P = 260,96\ kPa$

$v = sbt \Rightarrow v_2 = v_1 = 0,02525\ m^3/kg$

$Q - W = m(u_2 - u_1)$

$v_2 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,02525 = \ldots$

x

$u_2 = u_f + x u_{fg} \ldots \quad u_2 = ?$

$u_1 = \ldots$

c) $U_1 = 200,52\ kJ/kg$

$u_{f\,1-5°C} = 31,27\ kJ/kg$ $u_{g\,1-5°C} = 168,42\ kJ/kg$

$u_2 = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u_2 = 31,27 + 0,382(168,42 - 31,27) \Rightarrow u_2 = 83,66\ kJ/kg$

$Q - W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 0 = 3,96.(83,66 - 200,52) \Rightarrow Q = -462,8\ kJ$

Örnek 3-17 =

a) $v_1 = v_{f\,125°C} = 0,001003\ m^3/kg$ $V = mv \Rightarrow V = 5 \times 0,001003 \Rightarrow V = 0,005\ m^3$

$V_T = 2V \Rightarrow V_T = 0,01\ m^3$

b) $v_2 = 0,022\ m^3/kg$ $v_{f\,125°C} = 0,001003\ m^3/kg$ $v_{g\,125°C} = 43,36\ m^3/kg$

$v_f < v_2 < v_g$ olduğundan 2. Hal doymuş sıvı buhar bölgesindedir.

$P_2 = P_{doyma,125°C} \Rightarrow P_2 = 3,169\ kPa$

c) $v_2 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,022 = 0,0010 + x(43,36 - 0,001)$

$\Rightarrow x = 0,000523$

$U_2 = U_f + x U_{fg} \Rightarrow U_2 = 104,88 + 0,000523(2304,9 - 104,88)$

$\Rightarrow U_2 = 104,93$ kJ/kg

$U_2 = 104,93$ kJ/kg $\quad U_1 = 104,88$ kJ/kg

$Q - W = m(U_2 - U_1) \Rightarrow Q - 0 = 5(104,93 - 104,88)$

$\Rightarrow Q = 0,25$ kJ

3-35) $v_1 = v_{g,200kPa} = 0,8857$ m³/kg $\quad T_{d,200kPa} = 120,23$ °C

$T_2 = 300$ °C $\quad T_2 > T_{doy}$ olduğundan 2. Hal kızgın buhar bölgesindedir.

$v_2 = 1,3162$ m³/kg

$P = sbt \Rightarrow W = P.m(v_2 - v_1) \Rightarrow W = 200 \times 5(1,3162 - 0,8857) \Rightarrow W = 430,5$ kJ

3-36) $V_1 = 0,2$ m³ $\quad T = T_{d,800kPa} = 32,74$ °C

$v_1 = v_{f,800kPa} = 0,0007802$ m³/kg $\quad m = \frac{0,2}{0,0007802} = 256,34$ kg

$T > T_{doy}$ olduğundan 2. Hal kızgın buhar bölgesindedir.

$v_2 = 0,02407$ m³/kg

$P = sbt \Rightarrow W = Pm(v_2 - v_1) \Rightarrow W = 800 \times 256,34(0,02407 - 0,00078)$

$\Rightarrow W = 4775$ kJ

Politropik Hal Değişimi

$PV^n = C \quad P = CV^{-n}$

$W_b = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{1-n} = \frac{mR(T_2 - T_1)}{1-n} \quad n \neq 1$

3-37) $v_1 = v_{500kPa, 300°C} = 0,5226\ m^3/kg$

$m_f = 5,6\ kg$, $m_g = 2,4\ kg$ $\quad x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow x = \frac{2,4}{8} \Rightarrow x = 0,3$

$v_{f,150kPa} = 0,001083\ m^3/kg$ $\quad v_{g,150kPa} = 0,3748\ m^3/kg$ $\quad P = sbt$

$v_2 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v_2 = 0,0010 + 0,3(0,3748 - 0,0010)$

$\Rightarrow v_2 = 0,11317\ m^3/kg$

$P = sbt \Rightarrow W = P.m(v_2 - v_1) \Rightarrow W = 500 \times 8 \times (0,11317 - 0,5226)$

$\Rightarrow W = -1637,72\ kJ$

3-38) $W = mRT \ln \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow W = 1,2 \times 0,2870 \times 285 \times \ln \frac{150}{600}$

$\Rightarrow W = -136,1\ kJ$

Sıcaklık sabit ise sınır işi yukarıdaki denklem ile bulunur.

3-39) $PV = mRT \Rightarrow 150 \times 0,2 = m \times 0,2968 \times 300 \Rightarrow m = 0,337\ kg$

$W_s = mRT \ln \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow W_s = 0,337 \times 0,2968 \times 300 \times \ln \frac{150}{800} \Rightarrow W_s = -50,23\ kJ$

II. Yol: $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 150 \times 0,2 = 800 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 0,0375\ m^3$

$W_s = P_1V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow W_s = 150 \times 0,2 \ln \frac{0,0375}{0,2} \Rightarrow W_s = -50,23\ kJ$

3-42) $W_s = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{1-n} \Rightarrow W_s = \frac{150 \times 0,2 - 150 \times 0,03}{1 - 1,3} \Rightarrow W_s = -85\ kJ$

Yanıt: a

3-43) $W_s = \frac{mR(T_2 - T_1)}{1-n} \Rightarrow W_s = \frac{2 \times 0,1368(360 - 300)}{1 - 1,4} \Rightarrow W_s = -89\ kJ$

3-46) $P = \alpha V^{-2} \Rightarrow P_1 = 8 \times 0,3^{-2} \Rightarrow P_1 = 88,88\ kPa$

$P = \alpha V^{-2} \Rightarrow P_2 = 8 \times 0,1^{-2} \Rightarrow P_2 = 800\ kPa$

$P = \alpha V^{-2} \Rightarrow P = \alpha \frac{1}{V^2} \Rightarrow PV^{\overrightarrow{n}} = \alpha \rightarrow$ sabit $\quad n = 2$

$W_s = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{1-n} \Rightarrow W_s = \frac{800 \times 0,1 - 88,88 \times 0,3}{1 - 2} \Rightarrow W_s = -53,3\ kJ$

3-46) a) $V_1 = 1m$, $V_2 = 2m$

$x = \frac{\Delta V}{A} \Rightarrow x = \frac{2-1}{0,8} \Rightarrow x = 1,25\,m$

$F = kx \Rightarrow F = 200 \times 1,25 \Rightarrow F = 250\,kN$ $\quad P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{250}{0,8} \Rightarrow P = 312,5\,kPa$

$P_3 = P_1 + P_2 \Rightarrow P_3 = 100 + 312,5 \Rightarrow P_3 = 412,5\,kPa$

b) $W_T = W_1 + W_2 \Rightarrow W_T = 100(2-1) + \frac{1}{2} 200(1,25^2 - 0^2) \Rightarrow W_T = 256,25\,kJ$

c) $W_{yay} = \frac{1}{2} kx^2 \Rightarrow W_{yay} = \frac{1}{2} 200(1,25^2 - 0^2) \Rightarrow W_{yay} = 256,25\,kJ$

$W_s = P(V_2 - V_1)$ veya $W_s = P.m(v_2 - v_1)$

P, kabın içindeki gazın basıncı

⊖ $W = Pm(v_2 - v_1)$

3-47) a) $T_{doyma,1\,atm} = 111,37°C$ $\quad T < T_{doyma}$ sıkıştırılmış sıvı bölgesinde

$v_1 = v_{f,\,25°C} = 0,001003\,m^3/kg$ $\quad V_1 = 50 \times 0,001003 \Rightarrow V_1 = 0,05\,m^3$

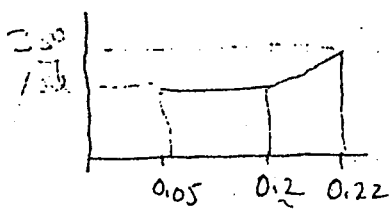
$x = \frac{\Delta V}{A} \Rightarrow 0,2 = \frac{V_2 - 0,2}{0,1} \Rightarrow V_2 = 0,22\,m^3$

$F = kx \Rightarrow F = 100 \times 0,2 \Rightarrow F = 20N$ $\quad P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{20}{0,1} \Rightarrow P = 200\,kPa$

$P_3 = P_1 + P_2 \Rightarrow P_3 = 150 + 200 \Rightarrow \underline{P_3 = 350\,kPa}$

b) $W_T = W_3 + W_y \Rightarrow W_T = 150(0,22 - 0,05) + \frac{1}{2} 100(0,2^2 - 0^2)$

$\Rightarrow W_T = 27,5\,kJ$



3-48) a) $P = P_{doy,-10^\circ C} = 219,12$ kPa

$x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow x = \frac{1}{10} = 0,2$ (22)

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v = 0,00070 + 0,2(0,07665 - 0,00070)$

$\Rightarrow v = 0,01588 \ m^3/kg \qquad V_1 = 10 \times 0,01588 \Rightarrow V_1 = 0,159 \ m^3$

$V_2 = 0,4 \ m^3 \qquad v_2 = 0,04 \ m^3/kg$ $\because v_f < v_1 < v_g$ oldığından 2 hal doymuş sıvı-buhar karışımı

II. hal de hala I. hal gibi doymuş sıvı buhar karışımındadır. Bu nedenle sıcaklık hala $-10^\circ C$'dir.

b) $W = P(V_2 - V_1) \Rightarrow W = 219,12(0,4 - 0,159) \Rightarrow \boxed{W = 52,6 \ kJ}$

1) İzokor (sbt hacim)

$V = sbt \Rightarrow W_s = \int P dV = 0 \qquad (V = sbt \Rightarrow dV = 0)$

(!!) Hacim sabit ise sınır işi sıfırdır. $(V = sbt \Rightarrow W_s = 0)$

2) İzobar (sbt basınç)

$P = sbt \Rightarrow W_s = \int P dV \Rightarrow W_s = P(V_2 - V_1)$

$\Rightarrow W_s = P.m(v_2 - v_1)$

3) İzoterm (sbt sıcaklık)

$W_s = mRT \ln \frac{V_2}{V_1}$, $W_s = mRT \ln \frac{P_1}{P_2}$, $W_s = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$

=TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASI=

$$Q - W = \Delta E$$

$\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$ (ΔKE ve ΔPE = 0)

$$Q - W = \Delta U$$

$$Q - W_{diğer} - W_b = \Delta E$$

$P = sbt \Rightarrow$ $$Q - W_b = H_2 - H_1$$

$h = u + RT$ $h = u + RT$ $h = u + RT$ $h = u + RT$ $h = u + RT$ $h = u + RT$

$\Delta U = m(u_2 - u_1)$

- Özgül Isılar -

$C_v \rightarrow$ Sabit hacimde özgül ısı , $C_p \rightarrow$ Sabit basınçta özgül ısı

$$C_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v \qquad C_p = \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_p$$

$\Delta U = m(u_2 - u_1)$

$\Delta u = m(u_2 - u_1)$

$\Delta U = C_{ort}(T_2 - T_1)$

- Mükemmel Gazların İç Enerji, Entalpi ve Özgül Isıları -

$u = u(T)$, $h = h(T)$, $C_v = C_v(T)$, $C_p = C_p(T)$

$$h = u + RT$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = \int_1^2 C_v dT \qquad \Delta h = h_2 - h_1 = \int_1^2 C_p dT$$

$$\Delta u = u_2 - u_1 = \int_1^2 C_v dT \quad , \quad \Delta h = h_2 - h_1 = \int_1^2 C_p dT$$

$Q - W = \Delta U$

$$u_2 - u_1 = C_{v,ort}(T_2 - T_1) \quad , \quad h_2 - h_1 = C_{p,ort}(T_2 - T_1)$$

$Q - W = \Delta U$

- Mükemmel Gazlar için Özgül Isı Bağıntıları -

$h = u + RT \Rightarrow dh = du + R\,dT$

~~ΔU~~ için

ΔU için C_v

dH için C_p

$$C_p = C_v + R$$ → Mükemmel Gazlar için

$C_p = C_v + R$

$\bar{C}_p = \bar{C}_v + R_u$ → Özgül ısılar mol esasına göre verilmişse

Örnek 3-18 =

$\Delta H = W_s + \Delta U$

(23)

a) $u_{1,300K} = 214,07$ kJ/kg $\quad u_{2,600K} = 434,78$ kJ/kg $\quad \Delta u = u_2 - u_1 \Rightarrow \Delta u = 220,71$ kJ/kg

b) $\bar{C}_p(T) = a + bT + cT^2 + dT^3$

$\bar{C}_p = \bar{C}_v + R_u \Rightarrow \bar{C}_v = \bar{C}_p - R_u$

$u_2 - u_1 = C_{v,ort}(T_2 - T_1)$

Basınç sabit ise

$W = P(V_2 - V_1)$

$W = Pm(v_2 - v_1)$

$u_2 - u_1 = \int_1^2 C_v (T_2 - T_1)$ $\quad W_s + \Delta U = \Delta H$

$h_2 - h_1 = \int_1^2 C_p (T_2 - T_1)$ $\quad W_s + \Delta U = \Delta H$

Sabit basınçta $\quad W_s + \Delta U = \Delta H$

c) $C_{v,ort} = C_{v,450K} = 0,733$ kJ/(kg.K)

$\Delta u = C_{v,ort}(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta u = 0,733(600 - 300) \Rightarrow \Delta u = 219,9$ kJ/kg

$W_s + \Delta U = \Delta H$

$W_s + \Delta U = \Delta H$

$W_s + \Delta U = \Delta H$

Örnek 3-19 =

$W = P(V_2 - V_1)$

$W = Pm(v_2 - v_1)$

$W = P(V_2 - V_1)$ ~~$W = Pm$~~ $W = Pm(v_2 - v_1)$

$W_s + \Delta U = \Delta H$

a) $W = \dot{W}\Delta t \Rightarrow W = -0,12 \times 0,5 \times 3600 \Rightarrow W = -36$ kJ

$Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W = m C_{v,ort}(T_2 - T_1) \Rightarrow 0 - (-36) = 1 \times 3,1156 (T_2 - 27)$

$\Rightarrow T_2 = 38,6°C$

$\Delta H = W_s + \Delta U$

c) $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{350}{300} = \frac{P_2}{311,6} \Rightarrow P_2 = 363,53$ kPa

$\Delta H = W_s + \Delta U$

$\Delta H = W_s + \Delta U$ $\quad \Delta H = W_s + \Delta U$

3-20) $W_e = VI\Delta t \Rightarrow W_e = -120 \times 2 \times 5 \times 60 \frac{1}{1000} \Rightarrow W_e = -72$ kJ

Örnek 3-21)

$W_s = P(V_2 - V_1) = Pm(v_2 - v_1)$

a) $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{150 \times 0,4}{300} = \frac{350 \times 0,8}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1400$ K

$P = sbt \Rightarrow W_s + \Delta U = \Delta H$

$P = sbt \Rightarrow W_s + \Delta U = \Delta H$

b) $W = P(V_2 - V_1) \Rightarrow W = 350(0,8 - 0,4) \Rightarrow W = 140$ kJ

c) $P_1 V_1 = m R T_1 \Rightarrow m = 0,697$ kg

$u_{1,300K} = 214,07$ kJ/kg

$u_{3\,\text{ile}\,1400K} = 1113,52$ kJ/kg

$Q - W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q = 766,9$ kJ

3-67) $Q-W=\Delta E \Rightarrow (50-8)+5 \Rightarrow \Delta E = 37$ kJ

3-72) a) $Q_{net}=W_{net} \Rightarrow Q_2+40=45-60 \Rightarrow Q_2=-25$ kJ

3-73) $V_1=0,02\ m^3$ $u_1=2728,7$ kJ/kg $v_1=v_2=v=0,7964\ m^3/kg$

$v_{f,200kPa}=0,001043\ m^3/kg$ $v_{g,200kPa}=1,6940\ m^3/kg$

$v_f<v<v_g$ olduğundan doymuş sıvı buhar karışımıdır.

$v=v_f+xv_{fg} \Rightarrow 0,7964=0,0010+x(1,6940-0,0010) \Rightarrow x=0,47$

$u=u_f+xu_{fg} \Rightarrow u=417,36+0,47\times 2088,7 \Rightarrow u=1399,05$ kJ/kg

$Q-W=m(u_2-u_1) \Rightarrow Q-0=0,025(1399,05-2728,7) \Rightarrow Q=-33,4$ kJ

3-74) a) $v=v_f+xv_{fg} \Rightarrow v=0,0006862+0,4(0,08354-0,0006842)$

$\Rightarrow v=0,033\ m^3/kg$

$V=mv \Rightarrow m=\frac{0,5}{0,033} \Rightarrow m=15,15$ kg

b) $u_1=u_f+xu_{fg} \Rightarrow u_1=24,43+0,4(165,36-24,43) \Rightarrow u_1=80,8$ kJ/kg

$v_{f,80kPa}=0,0007802\ m^3/kg$ $v_{g,80kPa}=0,02188\ m^3/kg$

$v>v_g$ olduğundan kızgın buhar bölgesindedir.

$u_{2,80kPa}=251,39$ kJ/kg

$Q-W=m(u_2-u_1) \Rightarrow Q-0=15,15(251,39-80,8) \Rightarrow Q=2584,43$ kJ

3-75) a) $T_1 = T_{d,100kPa} = 32,74\ ^\circ C$ ..... $T_2 = -12,53\ ^\circ C$

b) $0,0007832 + x(0,02188 - 0,0007832) = 0,0006862 + x(0,08354 - 0,0006862)$ (24)

$9,4 \times 10^{-5} = 0,061754x \Rightarrow x = 1,52 \times 10^{-3}$

$v = 0,0006862 + 1,52 \times 10^{-3}(0,08354 - 0,0006862) \Rightarrow v =$ Bu sorunun cevabı ve çözümü arkadaş 80. Sorudan sonra.

3-76) $v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v = 0,001043 + 0,25(1,6940 - 0,001043)$

$\Rightarrow v = 0,42425 m^3/kg$

0,4140	2557,6
0,4242	x
0,4625	2553,6

$\frac{0,4140 - 0,4242}{0,4140 - 0,4625} = \frac{2557,6 - x}{2557,6 - 2553,6} \Rightarrow \frac{-0,0102}{-0,0485} = \frac{2557,6 - x}{4}$

$\Rightarrow -0,0408 = 0,0485x - 10^4$

$\Rightarrow x = 2150,70\ kJ/kg$

$U_1 = U_f + x U_{fg} \Rightarrow U_1 = 417,36 + 0,25 \times 2088,7$

$\Rightarrow U_1 = 939,535\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_a = m(u_2 - u_1) \Rightarrow 110 \times 8 \times \Delta t \times \frac{1}{1000} = 5(2150,70 - 939,535)$

$\Rightarrow \Delta t = 1,91$ saat

3-77) $v_1 = v_{f,60^\circ C} = 0,001017\ m^3/kg$ $V_1 = m v_1 \Rightarrow V_1 = 2,5 \times 0,001017$

$\Rightarrow V_1 = 2,54 \times 10^{-3}\ m^3$

$V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 0,005\ m^3$ $v = 0,002\ m^3/kg$

$v_{f,10kPa} = 0,001010\ m^3/kg$ $v_{g,10kPa} = 14,67\ m^3/kg$

$v_f < v < v_g$ olduğundan doymuş sıvı buhar karışımı bölgesindedir.

$T = T_{d,10kPa} = 45,81\ ^\circ C$

3-78) $T_{d,800kPa} = 32,74°C$ ... $T = 60°C$ ... $T_2 > T_d$ olduğundan 1. hal kızgın buhar bölgesindedir

$v_1 = 0,02525\ m^3/kg$ ... $h_1 = 220,72\ kJ/kg$

$T_2 = 20°C$ ... $T < T_d$ olduğundan 2. hal doymuş sıvı. T↓ P↑ Sıkıştırılmış sıvı

$v_2 = v_{f,20°C} = 0,0007525\ m^3/kg$ ... $h_2 = h_{f,20°C} = 54,87\ kJ/kg$

$Q - W_b = m(h_2 - h_1) \Rightarrow Q - 0 = 5(54,87 - 220,72)$

$\Rightarrow Q = -829,25\ kJ$

$V_1 = v_1 m$

$m = \frac{V_1}{v_1}$

3-79) $V_1 = m v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{0,08}{0,2} \Rightarrow v_1 = 0,4\ m^3/kg$

$v_{f,800kPa} = 0,001115\ m^3/kg$ $v_{g,800kPa} = 0,2404\ m^3/kg$

$v_1 > v_g$ olduğundan I. hal kızgın buhar bölgesindedir. $h_1 =$

$0,3843\ m^3/kg$	$3267,1\ kJ/kg$	$\frac{0,3843 - 0,4}{0,3843 - 0,44433} = \frac{3267,1 - x}{3267,1 - 3480,6}$
$0,4\ m^3/kg$	x	$\frac{-0,0157}{-0,059} = \frac{3267,1 - x}{-213,5}$
$0,44133\ m^3/kg$	$3480,6\ kJ/kg$	

$3,35 = 0,059x - 192,75 \Rightarrow x = 3323,72\ kJ/kg$

$Q - W_b = m(h_2 - h_1) \Rightarrow 180 - 0 = 0,2(h_2 - 3323,72) \Rightarrow h_2 = 4223,72\ kJ/kg$

$800°C$	$4155,6\ kJ/kg$	$\frac{800 - x}{800 - 900} = \frac{4155,6 - 4223,72}{4155,6 - 4383,7}$
$x\ °C$	$4223,72\ kJ/kg$	$\frac{800 - x}{-100} = \frac{-68,12}{-238,1} \Rightarrow 238,1x - 190480 = 6812$
$900°C$	$4383,7\ kJ/kg$	$\Rightarrow x = 828,6\ °C$

$v_1 = 0,02525$ $u_1 = 220,72$

$v_2 = 0,0007525$ $u_2 = 54,44$

$Q - 800 \times 5(0,0007525 - 0,02525) = 5(54,44 - 220,72)$

$Q + 98 = -830,4 \Rightarrow Q = 828,4\ kJ$

3-80) $V_1 = 0,005\ m^3$ $v_1 = v_{f,1MPa} = 0,001053\ m^3/kg$ $m = 4,74\ kg$ $h_1 = h_{f,1MPa} = 467,11\ kJ/kg$

(25)

$h_2 = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h_2 = 467,11 + 0,15 \times 2226,5$

$\Rightarrow h_2 = 1580,36\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta H \Rightarrow 300 + 8V \times 2700 \times \frac{1}{1000} = 4,74(1580,36 - 467,11)$

$\Rightarrow 300 + 21,6V = 5276,80 \Rightarrow V = 230,8V$

3-81)a) $T_{d,1MPa} = 179,91\ °C$ $T_1 = 350\ °C$ $T_1 > T_d$ old. I. hal kızgın buhar bölgesindedir.

$v_1 = 0,2825\ m^3/kg$ $m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{1,5}{0,2825} \Rightarrow m = 5,3\ kg$

b) $T_2 = T_d = 179,91\ °C$

c) $h_1 = 3157,7\ kJ/kg$ $h_2 = 2778,1\ kJ/kg$

$Q - W_b = m(h_2 - h_1) \Rightarrow Q - 0 = 5,3(2778,1 - 3157,7)$

$\Rightarrow Q = -2011,88\ kJ$

$v_1 = 0,2825\ m^3/kg$ $v_2 = 0,19444\ m^3/kg$

$u_1 = 2875,2\ kJ/kg$ $u_2 = 2783,6\ kJ/kg$

$Q - W_b = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 1000(0,19444 - 0,2825) = 5,3(2783,6 - 2875,2)$ (×5,3)

$\Rightarrow Q =$

$Q = -484,718$

3-52) $T_{d,200kPa} = 120,23^\circ C$ $T_1 = 200^\circ C$ $T_1 > T_d$ olduğundan 1. hal kızgın buhar bşl.

$v_1 = 1,0803\ m^3/kg$ $m = \frac{0,5}{1,0803} \Rightarrow m = 0,462\ kg$

$P_{Top} = P_{bu} + P_{yay} \Rightarrow 500 = 200 + P_{yay}$

$\Rightarrow P_{yay} = 300 kPa$

3-53) $v_1 = v_{g,200kPa} = 0,8857\ m^3/kg$ $m = \frac{0,5}{0,8857} \Rightarrow m = 0,564\ kg$

$V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 1\ m^3$

a) $v_2 = 1,7714\ m^3/kg$ $v_2 > v_g$ olduğundan kızgın buhar bölgesindedir.

$P_2 = 300 kPa$

1,6499	800°C
1,7714	x °C
1,8041	850°C

$\frac{1,6499 - 1,7714}{1,6499 - 1,8041} = \frac{800 - x}{800 - 850}$

$\frac{-0,1215}{-0,1542} = \frac{800-x}{-50} \Rightarrow 12,15 = 0,1542x + 123,36$

$\Rightarrow x = 878,9^\circ C$

b) $W = P(V_2 - V_1) \Rightarrow W = 300(1-0,5) \Rightarrow W = 150 kJ$

c) $u_1 = 2529,5\ kJ/kg$

800°C	3662,9 kJ/kg
878,9°C	x kJ/kg
900°C	3854,2 kJ/kg

$\frac{-78,9}{-100} = \frac{3662,9 - x}{-191,3}$

$15093,57 = 100x - 366290$

$x = 3813,83\ kJ/kg$

$Q - 300(1-0,5) = 0,564(3813,83 - 2529,5) \Rightarrow Q = 875 kJ$

$P_2 = 300 kPa$ $P_2 = 300 kPa$ $P_2 = 300 kPa$

$P_2 = 300 kPa$ $P_2 = 300 kPa$ $W = P(V_2 - V_1)$

$W = 300(1-0,5) = 150 kJ$

3-84) a) $v_{f,200kPa} = 0,001061 \ m^3/kg$ ..... $V_1 = 3 \times 0,001061 \Rightarrow V_1 = 3,183 \times 10^{-3} \ m^3$

$V_2 = 0,06 \ m^3$ ... $v_2 = 0,02 \ m^3/kg$. $P_2 = 400kPa$ .....

$v_{f,400kPa} = 0,001084 \ m^3/kg$. $v_{g,400kPa} = 0,4625 \ m^3/kg$

$v_f < v_2 < v_g$ old. 2. hal islak buhar bölgesindedir.

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,02 = 0,001084 + x(0,4625 - 0,001084)$

$\Rightarrow x = 0,04$

$x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow 0,04 = \frac{m_g}{3} \Rightarrow m_g = 0,12 \ kg \quad m_f = 3 - 0,12 = 2,88 \ kg$ //

b) $T_2 = T_{d,400kPa} = 143,63 \ ^\circ C$

c) $W_s = P(V_2 - V_1) \Rightarrow W_s = 400 \times (0,06 - 3,183 \times 10^{-3}) \Rightarrow W_s = 22,72 \ kJ$

$u_1 = 604,48 \ kJ/kg$

$u_2 = 604,31 + 0,04 \times 1948,3 \Rightarrow u_2 = 682,28 \ kJ/kg$

$Q - W_s = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 22,72 = 3(682,28 - 604,48) \Rightarrow Q = 556,1 \ kJ$ //

3-85) $v_A = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v_A = 0,0010 + 0,8(0,4625 - 0,0010)$

$\Rightarrow v_A = 0,37 \ m^3/kg$ $\quad u = 604,31 + 0,8 \times 1849,3 \Rightarrow u = 2163,75$

$m_A = \frac{0,2}{0,37} \Rightarrow m_A = 0,54 \ kg$

$T_{d,200kPa} = 120,23^\circ C$. $T_1 = 250^\circ C > T_d$ olduğundan kızgın buhar bölgesindedir.

$v_B = 1,1988 \ m^3/kg$. $m_B = \frac{0,5}{1,1988} \Rightarrow m_B = 0,417 \ kg$

$V_T = 0,2 + 0,5 = 0,7 \ m^3$ $\quad m_T = m_A + m_B \Rightarrow m_T = 0,54 + 0,417 = 0,957 \ kg$

$v_T = 0,731 \ m^3/kg$ old. son hal ıslak buhar bölgesindedir.

$0,731 = 0,0010 + x(43,36 - 0,0010) \Rightarrow x = 0,0168$

$u_{son} = 104,88 + 0,0168 \times 2304,9 \Rightarrow u_{son} = 143,6 \ kJ/kg$

$Q - W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 0 = 0,54(143,6 - 2163,75) + 0,417(143,6 - 2731,2)$

$\Rightarrow Q = -2170 \ kJ$ //

3-75) a) $V_1 = V_2 = V = 0,6 m^3$

$v = v_{g,800kPa} = 0,02188 m^3/kg$ $\quad m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{0,6}{0,02188} \Rightarrow m = 27,42$ kg

$v_{f,200kPa} = 0,0006862 m^3/kg$ $\quad v_{g,200kPa} = 0,08854 m^3/kg$

$v_f < v < v_g$ olu. / II. hal islak buhar bölgesinde $\quad T_2 = T_{d,200kPa} = -12,53°C$

b) $v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 0,02188 = 0,0006862 + x(0,08854 - 0,0006862)$

$\Rightarrow x = 0,255$

$x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow 0,255 = \frac{m_g}{27,42} \Rightarrow m_g = 7 kg$ $\quad m_f = 27,42 - 7 \Rightarrow m = 20,42$ kg

c) $U_1 = U_{g,800kPa} = 183,13$ kJ/kg

$U_2 = U_f + x U_{fg} \Rightarrow U_2 = 24,43 + 0,255(165,36 - 24,43)$

$\Rightarrow U_2 = 60,36$ kJ/kg

$Q - W_s = m(U_2 - U_1) \Rightarrow Q - 0 = 27,42(60,36 - 183,13)$

$\Rightarrow Q = -3360$ kJ

3-94) a) $\bar{h}_1 = 17,563$ kJ/kmol $\quad \bar{h}_2 = 30,129$ kJ/kg

$\Delta \bar{h} = \bar{h}_2 - \bar{h}_1 \Rightarrow \Delta \bar{h} = 30,129 - 17,563 \Rightarrow \Delta \bar{h} = 12,566$ kJ/kg

$\Delta h = \frac{\Delta \bar{h}}{M} \Rightarrow \Delta h = \frac{12,566}{28,013} \times 100 \Rightarrow \Delta h = 448,6$ kJ/kg

$\Delta u = \frac{\Delta \bar{u}}{M}$ $\quad \Delta h = \frac{\Delta \bar{h}}{M}$

P=sbt $\Rightarrow \Delta H = W_s + \Delta U$

b) — — — —

c) $T_{ort} = \frac{T_1 + T_2}{2} \Rightarrow T_{ort} = 800K$ $\quad C_{p,ort} = 1,121$ kJ/(kg.K)

$\Delta h = C_{p,ort}(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta h = 1,121 \times (1000 - 600) \Rightarrow \Delta h = 448,4$ kJ/kg

d) $C_p = 1,039$ kJ/(kg.K)

$\Delta h = C_p(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta h = 1,039(1000 - 600) \Rightarrow \Delta h = 415,6$ kJ/kg

3-95) a) $\bar{h}_1 = 14,770$ kJ/kmol ... $\bar{h}_2 = 24,523$ kJ/kmol

$\Delta\bar{h} = \bar{h}_2 - \bar{h}_1 \Rightarrow \Delta\bar{h} = 24,523 - 14,770 \Rightarrow \Delta\bar{h} = 9,753$ kJ/kmol

(22)

$\Delta h = \frac{\Delta\bar{h}}{M} \Rightarrow \Delta h = \frac{9,753}{31,999} \times 1000 \Rightarrow \Delta h = 304,8$ kJ/kg

c) $T_{ort} = \frac{500+800}{2} = 650$ K ... $C_{p,ort} = 1,017$ kJ/(kg.K)

$\Delta h = C_{p,ort}(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta h = 1,017 \times (800-500) \Rightarrow \Delta h = 305,1$ kJ/kg

d) $C_p = 0,918$ kJ/(kg.K) $\Delta h = C_p(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta h = 0,918 \times (800-500) \Rightarrow \Delta h = 275,4$ kJ/kg

3-96) a) $\bar{u}_1 = 8,100$ kJ/kmol $\bar{u}_2 = 20,839$ kJ/kmol

$\Delta\bar{u} = \bar{u}_2 - u_1 \Rightarrow \Delta\bar{u} = 12,739$ kJ/kmol $\Delta u = \frac{\Delta\bar{u}}{M} \Rightarrow \Delta u = \frac{12,739}{2,016} \times 1000 \Rightarrow \Delta u = 6318,94$ kJ/k

c) $T_{ort} = \frac{400+1000}{2} = 700$ K $C_{v,ort} = 10,480$ kJ/(kg.K)

$\Delta u = C_{v,ort}(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta u = 10,480(1000-400) \Rightarrow \Delta u = 6288$ kJ/kg

d) $C_v = 10,183$ kJ/(kg.K) $\Delta u = 10,183(1000-400) \Rightarrow \Delta u = 6109,8$ kJ/kg

3-98) a) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 200 \times V_1 = 10 \times 0,2870 \times 300 \Rightarrow V_1 = 4,305 m^3$

b) $T_1 = 300$ K

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{200\cancel{V}}{300} = \frac{400\cancel{V}}{T_2} \Rightarrow T_2 = 600$ K

Acaba u'yu mu kullanca-i yok-sa h'ı mı? Burada u'yu kullan Çünkü basınç sabit değil. h'ı sadece basınç sabit ise kullanı

$u_{1,300K} = 214,07$ kJ/kg

$u_{2,600K} = 434,78$ kJ/kg

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E \Rightarrow Q = m(u_2 - u_1)$

$\Rightarrow Q = 10(434,78 - 214,07)$

$\Rightarrow Q = 2207,1$ kJ

3-99) a) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 250 \times 1 = m \times 4,1240 \times 500$

$\Rightarrow m = 0,12$ kg

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{250 \times 1}{500} = \frac{P_2 \times 1}{300} \Rightarrow P_2 = 150$ kPa //

b) $\bar{U}_{1,500K} = 10,183$ kJ/kmol $\quad \bar{U}_{2,300K} = 6,027$ kJ/kmol

$Q - W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 0 = 0,12 \frac{1000}{2,016}(6,027 - 10,183)$

$\Rightarrow Q = -247,876$ kJ

3-100) $P_1V_1 = mRT_2 \Rightarrow 100 \times 120 = m \times 0,2870 \times 280$

$\Rightarrow m = 149,32$ kg

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\Delta U = C_v(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta U = 0,718(286 - 280)$

$\Rightarrow \Delta U = 11,488$ kJ/kg

$Q - W = m\Delta U \Rightarrow 0 - (-W) = 149,32 \times 11,488$

$\Rightarrow W = 1715,38$ kJ

$\dot{W} = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow \dot{W} = \frac{1715,38}{900} \Rightarrow \dot{W} = 1,905$ kW

3-101) $V = 4 \times 5 \times 7 \Rightarrow V = 140\ m^3$

$PV = mRT \Rightarrow 100 \times 140 = m \times 0,2870 \times 280 \Rightarrow m = 172,4$ kg

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta U \Rightarrow (0,1 + \frac{10000}{3600} - \frac{5000}{3600})\Delta t = mC_v(T_2 - T_1)$

$\Rightarrow (0,1 + 2,78 - 1,38)\Delta t = 172,4 \times 0,718(20 - 10)$

$\Rightarrow 1,5\Delta t = 1237,8 \Rightarrow \Delta t = 825$ sn

$\dot{W} = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow W = \dot{W} \cdot \Delta t$

$Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W = mC_v(T_2 - T_1)$ $\quad \Delta U = C_v(T_2 - T_1)$

$Q - W = mC_v(T_2 - T_1)$ $\quad \Delta U = mC_v(T_2 - T_1)$

3-102) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 100 \times 144 = m \times 0,2870 \times 288$

$\Rightarrow m = 174,21$ kg

(28)

$Q - W = mC_v(T_2 - T_1) \Rightarrow 0 - (-0,15 \times 36000) = 174,21 \times 0,718 (T_2 - 288)$

$\Rightarrow 5400 = 125,08 T_2 - 36023,84 \Rightarrow T_2 = 331,2$ K

$\Rightarrow T_2 = 58,2$ °C

3-103) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 100 \times 0,3 = m \times 0,2598 \times 300$

$\Rightarrow m = 0,385$ kg

$\bar{U}_{1,300K} = 6,242$ kJ/kmol $\qquad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100V}{300} = \frac{150V}{T_2} \Rightarrow T_2 = 450$ K

$\bar{U}_{2,450K} = 9,487$ kJ/kmol

$Q - W = \Delta U \Rightarrow -2 - W = 0,385 \times \frac{1000}{31,999} (9,487 - 6,242)$

$\Rightarrow W = -40,94$ kJ

3-106) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 400 \times 0,1 = m \times 0,2870 \times 298$

$\Rightarrow m = 0,467$ kg

$\Delta H = mC_p(T_2 - T_1)$

$Q - W_b = \Delta H \Rightarrow 0 - (-15) = mC_p(T_2 - T_1)$

$\Rightarrow 15 = 0,467 \times 5,1926 (T_2 - 298)$

$\Rightarrow 15 = 2,42 T_2 - 721,16 \Rightarrow T_2 = 304,2$ K $\Rightarrow T_2 = 31,2$ °C

3-107) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 300 \times 0,6 = m \times 0,2968 \times 600$

$\Rightarrow m = 1,347$ kg

$Q - W_b = \Delta H \Rightarrow Q - 0 = 1,347 \times \frac{1000}{28,013} (10,180 - 17,563)$

$\Rightarrow Q = -355,01$ kJ

3-107) $V_1 = V_2 = V = sbt$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100V}{288} = \frac{500V}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1440\,K$$

$$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q - W_s = mC_v(T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow Q - 0 = 0,5 \times 3,1156(1440 - 288)$$

$$\Rightarrow Q = 1857\,kJ$$

Piston V_1 hacminde 100kPa basinçta durdurucular üzerinde dunuyo Pistonun hareket etmesi için 500kPa basinç olması ve bir T_2 sicakliği olma. si gerekir. Bu halde iken $V_1 = V_2 = V$

3-108) $Q - W_s = \Delta H \Rightarrow Q - W_b = mC_p(T_2 - T_1)$

$$\Rightarrow -60 - W_b = 15 \times 1,005(77 - 25)$$

$$\Rightarrow -60 - W_b = 783,9 \Rightarrow W_b = -844\,kJ$$

$$\dot{W} = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow \dot{W} = \frac{844}{3600} \Rightarrow \dot{W} = 0,234\,kWh$$

3-109) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 200 \times 0,3 = m \times 0,1889 \times 300$

$$\Rightarrow m = 1,06\,kg$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P \times 0,3}{300} = \frac{P \times 0,6}{T_2} \Rightarrow T_2 = 600K$$

$$Q - W_s = \Delta H \Rightarrow Q - VI\Delta t = m(h_2 - h_1)$$

$$\Rightarrow 0 - (-110I \times 600 \times \frac{1}{1000}) = 1,06 \times \frac{1000}{44,01}(22,280 - 9,431)$$

$$\Rightarrow 66I = 309,47 \Rightarrow I = 4,7\,A$$

3-111) $Q - W = \Delta U$

$\Delta U = mC_v(T_2 - T_1) \Rightarrow \Delta U = 0 \quad (T_1 = T_2 = T = sbt)$

$Q - W = 0 \Rightarrow \dot{W} = \dot{Q} \Rightarrow \dot{W} = \frac{8000}{3600} \Rightarrow \dot{W} = 2,22\,kW$

3-112) $T_1 = T_2 = sbt \Rightarrow \Delta U = 0$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q = W_s \Rightarrow W_s = 40\,kJ$ //

(29)

3-113) $T_1 = T_2 = sbt \Rightarrow \Delta U = 0$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q = W$

$\Rightarrow Q = 15 - 3 \Rightarrow Q = 12\,kJ$ //

3-114) $P_1 V_1 = mRT_1 \Rightarrow 200 \times V_1 = 3 \times 0{,}2870 \times 300$

$\Rightarrow V_1 = 1{,}29\,m^3 \qquad V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 2{,}58\,m^3$

$W_s = P(V_2 - V_1) \Rightarrow W_s = 400(2{,}58 - 1{,}29)$

$\Rightarrow W_s = 516\,kJ$ //

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{200 \times 1{,}29}{300} = \frac{400 \times 2{,}58}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1200\,K$

$u_1 = u_{300K} = 214{,}07\ kJ/kg \qquad u_2 = u_{1200K} = 933{,}33\ kJ/kg$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q - 516 = 3(933{,}33 - 214{,}07) \Rightarrow Q = 2674\,kJ$ //

3-115) $P_1 V_1 = mRT_1 \Rightarrow 200 V_1 = 3 \times 0{,}2870 \times 300$

$\Rightarrow V_1 = 1{,}29\,m^3 \qquad V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 2{,}58\,m^3 \qquad P_1 = P_2$

$W_s = P(V_2 - V_1) \Rightarrow W_s = 200(2{,}58 - 1{,}29) \Rightarrow W_s = 258\,kJ$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \Rightarrow \frac{200 \times 1{,}29}{300} = \frac{400 \times 2{,}58}{T_3} \Rightarrow T_3 = 1200\,K$

$u_1 = u_{300K} = 214{,}07\ kJ/kg \qquad u_{3,1200K} = 933{,}33\ kJ/kg$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q - W_{12} - W_{23} = m(u_3 - u_1)$

$\Rightarrow Q - 258 - 0 = 3(933{,}33 - 214{,}07)$

$\Rightarrow Q = 2416\,kJ$ //

$W_{23} = 0$ 'dır. Çünkü burada hacim sabittir. Sadece basınç ve sıcaklık artıyor.

$W_s = P(V_2 - V_1) \leftarrow (V_2 = V_1 = sbt)$

$W_s = 0$

3-116) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{400 \times 0,4}{300} = \frac{200 \times V_2}{300}$

$\Rightarrow V_2 = 0,8 m^3$

$T_1 = T_2 = T \Rightarrow \Delta U = mC_v(T_2 - T_1) = 0$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q = W_s \Rightarrow Q = P(V_2 - V_1) \Rightarrow Q = 200(0,8 - 0,4)$

$\Rightarrow Q = 80 kJ$

= Katı ve Sıvıların İç Enerji, Entalpi ve Özgül Isıları =

Katı ve sıvılar için,

$$\boxed{C_p = C_v = C}$$

$\Delta u = u_2 - u_1 = \int_1^2 C(T)dT$ (kJ/kg) $\qquad \Delta u \cong C_{ort}(T_2 - T_1)$

$h_2 - h_1 = (u_2 - u_1) + v(P_2 - P_1) \quad (v_1 = v_2 = v)$

$$\boxed{\Delta h = \Delta u + v\Delta P}$$

$T_2 = T_1 = T = sbt$ yani $\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta u = 0$ olur.

$$\boxed{h_2 - h_1 = v(P_2 - P_1)}$$

!! Eğer 2 hali sıkıştırılmış sıvı, 1 hali de aynı sıcaklıkta doymuş sıvı hali olarak alınırsa, verilen bir basınç P ve sıcaklık T'de sıkıştırılmış sıvının entalpisi

$$\boxed{h_{@P,T} \cong h_{f@T} + v_{f@T}(P - P_{doyma})}$$

Örnek 3-22 =

$\cancel{Q}^{0} - \cancel{W}^{0} = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0$

$\Delta U_{sis} = \Delta U_{Fe} + \Delta U_{su} = 0 \Rightarrow [mC(T_2 - T_1)]_{Fe} + [mC(T_2 - T_1)]_{su} = 0$

$\Rightarrow [50 \times 0,450 (T_2 - 80)] + [500 \times 4,184 (T_2 - 25)] = 0$

$\Rightarrow T_2 = 25,6^\circ C$

Örnek 3-23 = a) $\left.\begin{matrix} 100^\circ C \\ 15 MPa \end{matrix}\right\} \Rightarrow h = h_f = 430,28 \text{ kJ/kg}$

b) $h_{f, 100^\circ C} = 419,04 \text{ kJ/kg}$

c) $h_{@P,T} = h_{f@T} + v_f (P - P_{doyma}) \Rightarrow h_{@P,T} = 419,04 + 0,001 (15000 - 101,35)$

$\Rightarrow h_{@P,T} = 433,94 \text{ kJ/kg}$

3-117) $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 1000 \times 0,04 \Rightarrow m = 40 kg$

$\cancel{Q}^{0} - \cancel{W}^{0} = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0$

$\Delta U_{sis} = \Delta U_{Al} + \Delta U_{su} \Rightarrow 0 = [mxC(T_2 - T_1)]_{Al} + [mxC(T_2 - T_1)]$

$\Rightarrow 0 = mx 0,900 (30 - 60) + 40 \times 4,184 (30 - 25)$

$\Rightarrow m = 31 kg$

3-118) $Q = 0 \quad W_s = 0$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0$

$\Rightarrow 0 = [mxC(T_2 - T_1)]_{Cu} + [mxC(T_2 - T_1)]_{su}$

$\Rightarrow 50 \times 0,386 (T_2 - 70) + 80 \times 4,184 (T_2 - 25) = 0$

$\Rightarrow 19,3 T_2 - 1351 + 334,72 T_2 - 8368 = 0 \Rightarrow T_2 = 27,45^\circ C$

3-120) $\rho_{su} = \frac{m_{su}}{V_{su}} \Rightarrow m_{su} = 1000 \times 0,08 \Rightarrow m_{su} = 80\,kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta U \Rightarrow 0,12 \times 1500 = m \times 0,450(27-99) + 80 \times 4,184(27-20)$

$\Rightarrow 300 = -28,35m + 2343,04 \Rightarrow m = 72,1\,kg$ //

3-121) $\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta U \Rightarrow 0 - 600 = 50 \times 0,386(T_2 - 70) + 20 \times 0,450(T_2 - 80) + 150 \times 4,184(T_2 - 25)$

$\Rightarrow -600 = 19,3T_2 - 1351 + 9T_2 - 720 + 627,6T_2 - 12552$

$\Rightarrow T_2 = 21,38\,°C$ //

3-135) $PV = mRT \Rightarrow 100 \times 140 = m \times 0,2870 \times 283 \Rightarrow m = 172,36\,kg$

$v = 1,0803\,m^3/kg \quad n = \frac{0,015}{1,0803} \Rightarrow n = 0,0138\,kg \quad u_1 = 2654,4\,kJ/kg$

$v_{f,100kPa} = 0,001043\,m^3/kg \quad v_{g,100kPa} = 1,6940\,m^3/kg$

$v_f < v < v_g \Rightarrow$ 2. hal Islak buhar bölgesindedir.

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 1,0803 = 0,0010 + x(1,6940 - 0,0010)$

$\Rightarrow x = 0,637$

$u = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u_2 = 419,36 + 0,637 \times 2088,7$

$\Rightarrow u_2 = 1747,86\,kJ/kg$

$Q - W = \Delta U_{sis} \Rightarrow Q - W = m(u_2 - u_1) + mC_v(T_2 - T_1)$

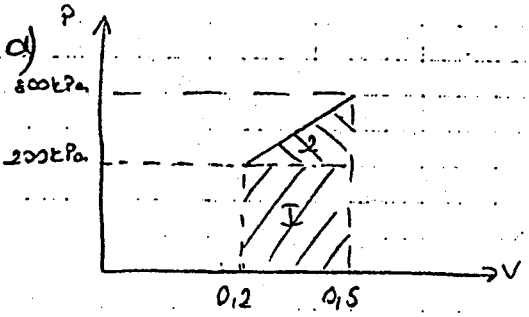
$\Rightarrow 0,12 \times 1800 = 0,0138(1747,86 - 2654,4) + 172,36 \times 0,718(T_2 - 283)$

$\Rightarrow 216 = -12,51 + 123,75T_2 - 35021,25$

$\Rightarrow T_2 = 284,84\,K$

$\Rightarrow T_2 = 11,85\,°C$ //

3-140) a)



$W_T = W_{ALAN} = \frac{(800+200)\times 0,3}{2}$

$\Rightarrow W_T = 150kJ$ //

(3p)

b) $W_{yay} = W_{ALAN(2)} \Rightarrow W_{yay} = \frac{(800-200)\times 0,3}{2}$

$\Rightarrow W_{yay} = 90kJ$ //

3-141) $x = \frac{m_g}{m_T} \Rightarrow x = \frac{3}{5} \Rightarrow x = 0,6$

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v = 0,0010 + 0,6 \times (1,6940 - 0,0010)$

$\Rightarrow v = 1,0168 m^3/kg \qquad V_l = m v_l \Rightarrow V_l = 5 \times 1,0168 \Rightarrow V_l = 5,084 m^3$

$T = T_{sat,100kPa} = 99,63 °C$

$V_2 = 6,1 m^3 \qquad v_2 = \frac{V_2}{m} \Rightarrow v_2 = \frac{6,1}{5} \Rightarrow v_2 = 1,22 m^3/kg$

$v_{f,200kPa} = 0,001061 m^3/kg \qquad v_{g,200kPa} = 0,8857 m^3/kg$

$v_2 > v_g$ old. 2. hal kızgın buhar bölgesindedir.

250 °C	1,1988 m^3/kg
x °C	1,22 m^3/kg
300 °C	1,3162 m^3/kg

$\frac{250-x}{-50} = \frac{-0,0212}{0,1174} \Rightarrow 29,35 - 0,1174x = 1,06$

$\Rightarrow x = 240,97 °C$

$T_2 = 240,97 °C$ //

b) $m_s = 0$

936 kJ

$T_2 = 1587$

$\frac{P_1}{P_2} = 1,587$

$V_1 = \frac{1}{6}\pi D^3 = 3,58\ m^3$ $V_2 = 8V_1 \Rightarrow V_2 = 28,64\ m^3$.

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{200 \times 3,58}{500} = \frac{50 \times 28,64}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1000K$

$u_{1,500K} = 359,49\ kJ/kg$ $u_{2,1000K} = 758,94\ kJ/kg$

$W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow W = 5(758,94 - 359,49)$

3-143) $v_1 = v_{g,200kPa} = 0,08354\ m^3/kg$ $h_1 = h_{g,200kPa} = 182,07\ kJ/kg$

$T_{d,200kPa} = -12,53°C$ $T_2 = 70°C \Rightarrow T_2 > T_d$ olur. Kızgın buhar bölgesi

60°C	227,93 kJ/kg
70°C	x
80°C	241,08 kJ/kg

$\frac{-10}{-20} = \frac{227,93 - x}{-13,15} \Rightarrow 131,9 = 20x - 4558$

$\Rightarrow x = 234,495\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_a = \Delta U \Rightarrow 250 + 110I \times 360 \times \frac{1}{1000} = 12(234,495 - 182,07)$

$\Rightarrow I = 9,57\ A$

3-144) a) $x = 0,25$

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v = 0,0006862 + 0,25(0,08354 - 0,0006862)$

$\Rightarrow v = 0,0214\ m^3/kg$

$V = mv \Rightarrow V = 0,2 \times 0,0214 \Rightarrow V = 4,28 \times 10^{-3}\ m^3$ 0,00428

b) $v_2 = v_{g,200kPa} = 0,08354\ kJ/kg$

$W = Pm(v_2 - v_1) \Rightarrow W = 200 \times 0,2(0,08354 - 0,0214)$

$\Rightarrow W = 2,4856\ kJ$

$u_1 = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u_1 = 24{,}43 + 0{,}25(165{,}36 - 24{,}43)$

$\Rightarrow u_1 = 59{,}66 \text{ kJ/kg}$ $\quad u_2 = u_{g,200kPa} = 165{,}36 \text{ kJ/kg}$

$Q - W = m(u_2 - u_1) \Rightarrow Q - 2{,}4856 = 0{,}2(165{,}36 - 59{,}66)$

$\Rightarrow Q = 23{,}62 \text{ kJ}$

3-145) $v_1 = v_{g,150kPa} = 0{,}3748 \text{ m}^3/\text{kg}$ $\quad m = \frac{0{,}4}{0{,}3748} \Rightarrow m = 1{,}067 \text{ kg}$

$T_1 = T_{d,150kPa} = 151{,}86 \text{ °C}$ $\quad v_2 = v_{g,300kPa} = 0{,}6058 \text{ m}^3/\text{kg}$

$Q - W = mC_v(T_2 - T_1) \Rightarrow 0 - 200(0{,}6058 - 0{,}3748) = 1{,}067 \times 1{,}4108(T_2 - 151{,}86)$

$\Rightarrow -46{,}18 = 1{,}53T_2 - 228{,}6 \Rightarrow T_2 = 121{,}61 \text{ °C}$

3-146) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{150 \times 0{,}5}{293} = \frac{400 \times V_2}{413} \Rightarrow V_2 = 0{,}264 \text{ m}^3$

$P_1V_1^n = P_2V_2^n \Rightarrow 150 \times 0{,}5^n = 400 \times 0{,}264^n$

$\Rightarrow \left(\frac{0{,}5}{0{,}264}\right)^n = \frac{400}{150}$

$12 C_v 1T$

$12 C_v 1T$

$P(V_2 - V_1)$

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow$ ——

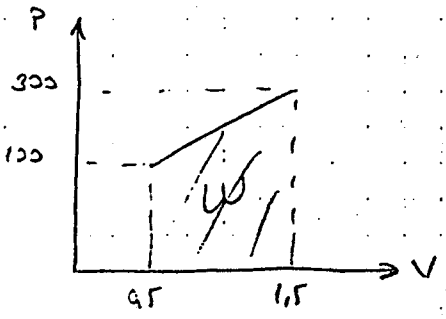
$\frac{V_1}{1} = \frac{V_2}{2}$

$V_2 = 2{,}1 V_1$

3-148) a) $P_1V_1 = mRT_1 \Rightarrow 100 \times 0,5 = m \times 2,0769 \times 298$

$\Rightarrow m = 0,08\ kg$

$P_2 = 300\ kPa \quad V_2 = 1,5\ m^3$



$W = W_A = \frac{(100+300)(1,5-0,5)}{2} \Rightarrow W = 200\ kJ$

0,02

b) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100 \times 0,5}{298} = \frac{300 \times 1,5}{T_2} \Rightarrow T_2 = 2682\ K$

$Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W = mC_v(T_2 - T_1) \Rightarrow Q - 200 = 0,08 \times 3,1156 (2682 - 298)$

$\Rightarrow Q = 794,2\ kJ/kg$

3-153) $PV = mRT \Rightarrow 100 \times 120 = m \times 0,2870 \times 295$

$\Rightarrow m = 141,735\ kg$

$Q = 0 \quad W = 0 \Rightarrow Q - W = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0$

$141,735 \times 0,718 (T_2 - 22) + 1000 \times 4,184 (T_2 - 80) = 0$

$101,765 T_2 - 2238,83 + 4184 T_2 - 334720 = 0 \Rightarrow T_2 = 78,6\ °C$

3-154) $Q - W = \Delta U \Rightarrow -\frac{10000}{3600} 24 \times 3600 = 1000 \times 4,184 (20 - T_1)$

$\Rightarrow -240000 = 83680 - 4184 T_1 \Rightarrow T_1 = 77,36\ °C$

3-155) $P_1V_1 = mRT \Rightarrow 500 \times 1 = m \times 0,2968 \times 353$

$\Rightarrow m_{N_2} = 4,77$ kg

$PV = mRT \Rightarrow 500 \times 1 = m \times 2,0769 \times 288$

$\Rightarrow m_{He} = 0,807$ kg

$Q - W = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow 4,77 \times 0,743 (T_2 - 80) + 0,807 \times 3,1156 (T_2 - 25) = 0$

$\Rightarrow 3,54 T_2 - 283,52 + 2,51 T_2 - 62,85 = 0$

$\Rightarrow T_2 = 57,25\,^{\circ}C$ //

3-156) $Q - W = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow 4,77 \times 0,743 (T_2 - 80) + 0,807 \times 3,1156 (T_2 - 25) + 5 \times 0,386 (T_2 - 52,5) =$

$\Rightarrow 3,54 T_2 - 283,52 + 2,51 T_2 - 62,85 + 1,93 T_2 - 101,325 = 0$

$\Rightarrow T_2 = 56,1\,^{\circ}C$ //

22,84

3-157) $m_{su} = \rho_{su} \times V_{su} \Rightarrow m_{su} = 1000 \times 0,001 \Rightarrow m_{su} = 1$ kg

$Q - W = \Delta U \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow 1 \times 4,184 (T_2 - 3) + 68 \times 3,6 (T_2 - 38) = 0$

$\Rightarrow 4,184 T_2 - 12,552 + 244,8 T_2 - 9302,4 = 0$

$\Rightarrow T_2 = 37,41\,^{\circ}C$ $\qquad 38 - 37,41 = 0,59\,^{\circ}C$ diyer

3-158) a) $Q - W = \Delta U = 0 \Rightarrow [mc(T_2 - T_1)]_{su} + [mc(T_2 - T_1)]_{bak} = 0$

$\Rightarrow 0,2 \times 4,184 (5 - 20) + m \times 22,84 (5 - 0) = 0$

$\Rightarrow -12,552 + 114,2m = 0 \Rightarrow m = 0,110$ kg

b) $0,2 \times 4,184 (5 - 20) + m \times (22,84)(5 - (-81)) = 0$

$-12,552 + 206,82m = 0 \Rightarrow m = 0,042$ kg

c) $0,2 \times 4,184 (5 - 20) + m \times 4,184 (5 - 0) = 0 \Rightarrow -12,552 + 20,92m = 0$

$\Rightarrow m = 0,6$ kg

3-162) $Q-W=\Delta U=0 \Rightarrow 1000\times4,184(T_2-20)+80\times22,64(T_2+5)=0$

$\Rightarrow 4184T_2-83680+1827,2T_2+9136=0$

$\Rightarrow T_2=12,4\,^\circ C$

3-163) $v=v_f+x v_{fg} \Rightarrow v=0,0010+0,2(1,67129-0,0010)$

$\Rightarrow v=0,335\ m^3/kg$

$m=\frac{0,01}{0,335} \Rightarrow m=0,03\ kg$

$v_{f,100^\circ C}=0,001044\ m^3/kg \qquad m_2=\frac{0,01}{0,001044} \Rightarrow m_2=9,578\ kg$

$m_2=m_1+m_{buz} \Rightarrow 9,578=0,03+m_{buz} \Rightarrow m_{buz}=9,548\ kg$ //

3-164) $P=\frac{F}{A} \Rightarrow 100=\frac{F_{ilk}}{0,1} \Rightarrow F_{ilk}=10\ kN$ //

$v_1=v_{g,100kPa}=1,6940\ m^3/kg \qquad m=\frac{0,05}{1,6940} \Rightarrow m=0,0295\ kg$

$v_{f,33^\circ C}=0,001004\ m^3/kg \qquad v_{g,33^\circ C}=32,89\ m^3/kg$

$v_f<v<v_g$ olduğundan 2. hal ıslak buhar bölgesindedir.

$v=v_f+x v_{fg} \Rightarrow 1,6940=0,0010+x(32,89-0,0010)$

$\Rightarrow x=0,05$

$u_1=u_{g,100kPa}=2506,1\ kJ/kg$

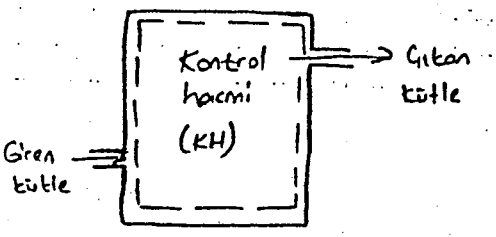
$u_2=u_f+x u_{fg} \Rightarrow u_2=125,78+0,05\times2290,8$

$\Rightarrow u_2=240,32\ kJ/kg$

$Q-W=m(u_2-u_1) \Rightarrow Q-0=0,0295(240,32-2506,1)$

$\Rightarrow Q=-66,84\ kJ$ //

34



— Kütlenin Korunumu İlkesi —

$$\left(\begin{array}{c}\text{KH'ne giren}\\ \text{toplam kütle}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{KH'den çıkan}\\ \text{toplam kütle}\end{array}\right) = \left(\begin{array}{c}\text{KH içinde}\\ \text{toplam kütle}\\ \text{değişimi}\end{array}\right)$$

$$\boxed{\Sigma m_g - \Sigma m_c = \Delta m_{KH}}$$

— Kütle Debisi ve Hacimsel Debi —

$\dot{m}$ → Kütle debisi

$$d\dot{m} = \rho v_n \, dA$$

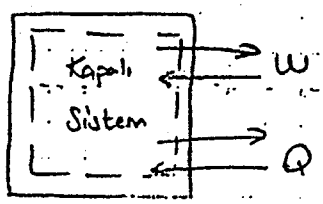
$$\boxed{\dot{m} = \rho v_{ort} A} \quad (kg/s) \qquad \rho = \frac{1}{v}$$

$\dot{V}$ → Hacimsel Debi

$$\dot{V} = \int_A v_n \, dA \Rightarrow \boxed{\dot{V} = v_{ort} A} \quad (m^3/s)$$

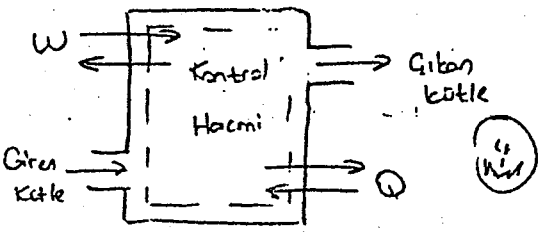
$$\boxed{\dot{m} = \rho \dot{V} \Rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{V}}{v}}$$

- Enerjinin Korunumu İlkesi -



Kapalı Sistem için

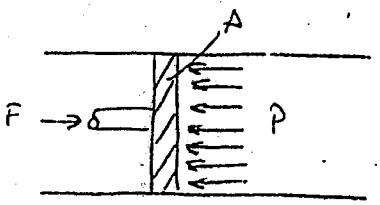
$$Q - W = \Delta E$$



(Sınırları ısı ve iş olarak geçen toplam enerji) + (KH'ne giren kütlenin toplam enerjisi) − (KH'den çıkan kütlenin toplam enerjisi) = (KH'nin net enerji değişimi)

$$Q - W + \Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{KH}$$

- Akış İşi -



$$F = PA$$

$$W_{AKIŞ} = FL \Rightarrow W_{AKIŞ} = PAL \Rightarrow W_{AKIŞ} = PV \quad (kJ)$$

$(V = AL)$

$$W_{AKIŞ} = Pv \quad (kJ/kg)$$

- Akışkanın Toplam Enerjisi -

$$e = u + ke + pe \Rightarrow e = u + \frac{v^2}{2} + gz \quad (kJ/kg)$$

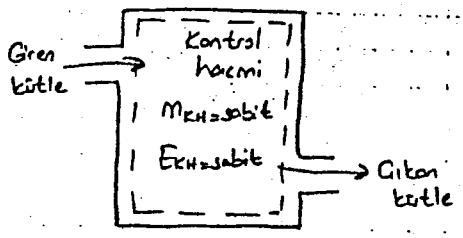
Bir kontrol hacmine giren veya çıkan akışkan, yukarıda belirtildiği gibi fazladan bir enerjiye, akış enerjisine (Pv) sahiptir. Bu nedenle, akış olan bir ortamda, akışkanın birim kütlesinin toplam enerjisi (θ)

$$\theta = Pv + e = Pv + (u + ke + pe) \quad (kJ/kg)$$

$$u + Pv = h$$

$$\theta = h + ke + pe. \quad (kJ/kg)$$

- SÜREKLİ AKIŞLI AÇIK SİSTEM -



Kontrol hacmi içinde yoğun veya yoğuşma hiç bir zamanla değişmez. Böylece kontrol hacminin kütlesi(m) hacmi (V) ve toplam enerjisi(E) sürekli akışlı açık sistemde sabittir. Bunun bir sonucu olarak sürekli akışlı açık sistemler için sınır iş sıfırdır. Çünkü V_{KH} sabittir. Ayrıca, kontrol hacmine giren toplam kütle ve enerji, kontrol hacminden çıkan toplam kütle ve enerjiye eşittir. Çünkü m_{KH} ve E_{KH} sabittir.

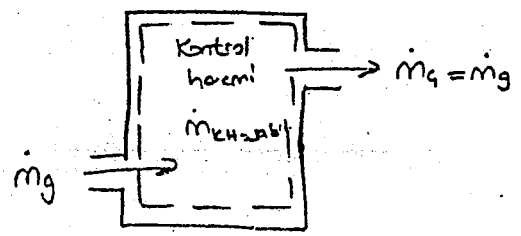
$\Sigma m_g = \Sigma m_c$ Çünkü m_{KH} = sabittir.

$\Sigma E_g = \Sigma E_c$ Çünkü E_{KH} = sabittir.

Ayrıca V_{KH} = sabittir.

- Kütlenin Korunumu -

(Birim zamanda KH'ne giren toplam kütle) = (Birim zamanda KH'den çıkan toplam kütle)



$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c$ (kg/s)

m_{KH} = sbt $\dot{m}_{KH}$ = sbt

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$

$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$

$\frac{1}{v_1} v_1 A_1 = \frac{1}{v_2} v_2 A_2$

$\dot{m} = \rho v A$ $\dot{V} = v A$

$\dot{m} = \rho v A$

- Enerjinin Korunumu -

$E_{KH} = \text{sabit} \Rightarrow \Delta E_{KH} = 0$

$\dot{Q} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_c \theta_c - \Sigma \dot{m}_g \theta_g \quad (\theta = h + ke + pe)$

$\dot{\theta} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_c \left(h_c + \frac{v_c^2}{2} + g z_c \right) - \Sigma \dot{m}_g \left(h_g + \frac{v_g^2}{2} + g z_g \right)$ (kW) VEYA

$$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0$$
$$Q_g + W_g + m\theta_g - Q_c - W_c - m\theta_c = 0$$

(Tek giriş ve çıkışlı sistemler için) $m_1 = m_2 = m$

$\dot{m} = \dot{m}_1 = \dot{m}_2 \rightarrow$ Tek giriş ve çıkışlı sistemler için

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} \left[h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right]$ (kW) veya

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} (\Delta h + \Delta ke + \Delta pe)$ (kW).

$$q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \quad , \quad w = \frac{\dot{W}}{\dot{m}}$$

Mükemmel gazlar için entalpi yaklaşık olarak

$\Delta h = C_{p\,ort} (T_2 - T_1)$

Lüleler → basıncı düşürüp hızı arttırır

Yayıcılar → basıncı arttırıp hızı düşürür.

4-14) a) $P v_1 = RT \Rightarrow 300 v_1 = 0,2870 \times 473 \Rightarrow v_1 = 0,452\ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v_1} v_1 A_1 \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,452} 30 \times 0,008 \Rightarrow \dot{m} = 0,5304\ kg/s$ //

(3)

b) $h_1 = h_{f,473K} = 475,315\ kJ/kg$

$q - w = \Delta h + \Delta ke + \Delta pe \Rightarrow 0 = h_2 - 475,315 + \frac{180^2 - 30^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}$

$\Rightarrow h_2 = 459,565\ kJ/kg$

$P_2 = 100\ kPa$, $h_2 = 459,565\ kJ/kg$ $\Rightarrow T_2 = 457,6\ K \Rightarrow t_2 = 184,6\ ^\circ C$ //

c) $P_2 v_2 = R T_2 \Rightarrow 100 v_2 = 0,2870 \times 457,6 \Rightarrow v_2 = 1,313\ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v_2} v_2 A_2 \Rightarrow 0,5304 = \frac{1}{1,313} 180 \times A_2 \Rightarrow A_2 = 38,7\ cm^2$ //

4-15)

$P_1 = 5\ MPa$, $T_1 = 500^\circ C$, $v_1 = 80\ m/s$, $A_1 = 50\ cm^2$ → → $P_2 = 2\ MPa$, $T_2 = 400^\circ C$

a) $T_{d,5MPa} = 263,98^\circ C$ $T_1 > T_2$ olduğundan I. hal kızgın buhar bölgesidir.

$P_1 = 5\ MPa$, $T_1 = 500^\circ C$ $\Rightarrow h_1 = 3433,8\ kJ/kg$, $v_1 = 0,06857\ m^3/kg$

$P_2 = 2\ MPa$, $T_2 = 400^\circ C$ $\Rightarrow h_2 = 3247,6\ kJ/kg$, $v_2 = 0,15120\ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v_1} v_1 A_1 \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,06857} \times 80 \times 0,005 \Rightarrow \dot{m} = 5,833\ kg/s$

b) $\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta ke + \Delta pe)$ $(\dot{W} = \Delta pe = 0)$

$-90 = 5,833\left(3247,6 - 3433,8 + \frac{v_2^2 - 80^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}\right)$

$-90 = -1086,10 - \frac{v_2^2 - 80^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} \Rightarrow v_2 = 1413,72\ m/s$

$\dot{m} = \frac{1}{v} v_2 A_2 \Rightarrow 5,833 = \frac{1}{0,1512} \times 1413,72 \times A_2 \Rightarrow A_2 = 6,238\ cm^2$ //

4-16, a) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 1000\, v_1 = 0,1889 \times 773$

$\Rightarrow v_1 = 0,146\ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v_1} V_1 A_1 \Rightarrow \frac{6000}{3600} = \frac{1}{0,146} \times V_1 \times 0,004 \Rightarrow V_1 = 60,8\ m/s$

b) $\left.\begin{matrix} P_1 = 1\ MPa \\ T_1 = 773\ K \end{matrix}\right\} \bar{h}_1 = \bar{h}_{773} = 30,797\ kJ/kmol$

$q - w = \Delta h + \Delta ke + \Delta pe \quad (q = w = \Delta pe = 0)$

$0 = 44,01 (h_2 - 30,797) + \frac{450^2 - 60,8^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}$

$0 = 44,01 h_2 - 1355,508 + 99,40 \Rightarrow h_2 = 28,54\ kJ/mol$

4-17, a) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 300\, v_1 = 0,2870 \times 350$

$\Rightarrow v_1 = 0,334\ m^3/kg$

$h_1 = h_{350K} = 350,49\ kJ/kg$

$q - w = \Delta h + \Delta ke + \Delta pe \quad (w = pe = 0)$

$-3,2 = h_2 - 350,49 + \frac{320^2 - 50^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}$

$-3,2 = h_2 - 350,49 + 49,95 \Rightarrow h_2 = 297,34\ kJ/kg$

$h_2 = 297,34\ kJ/kg \Rightarrow T_2 = 24,2\ ^\circ C$

b) $P_2 v_2 = RT_2 \Rightarrow 100\, v_2 = 0,2870 \times 297,2$

$\Rightarrow v_2 = 0,852\ m^3/kg$

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \frac{1}{v_1} V_1 A_1 = \frac{1}{v_2} V_2 A_2$

$\Rightarrow \frac{1}{0,334} 50 \times 0,01 = \frac{1}{0,852} 320 \times A_2 \Rightarrow A_2 = 39,7\ cm^2$

4-18) $T_{d,700kPa} = 27,65°C$ ∴ $T_1 = 100°C > T_d$ old. I. hal kızgın buhar bölgesi

(25)

$P_1 = 700kPa$, $T_1 = 100°C$ → $h_1 = 250,33\ kJ/kg$, $v_1 = 0,03419\ m^3/kg$

$P_2 = 300kPa$, $T_2 = 30°C$ → $h_2 = 207,12\ kJ/kg$, $v_2 = 0,06573\ m^3/kg$

a) $q - w = \Delta h + \Delta ke + \Delta pe \quad (q = w = \Delta pe = 0)$

$$0 = 207,12 - 250,33 + \frac{v_2^2 - 20^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} \Rightarrow 43,21 = \frac{v_2^2 - 20^2}{2000} \Rightarrow v_2 = 294,65 m/s$$

b) $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \frac{1}{v_1} v_1 A_1 = \frac{1}{v_2} v_2 A_2$

$$\Rightarrow \frac{1}{0,03419} 20 A_1 = \frac{1}{0,06573} 294,65 A_2 \Rightarrow 20 \times 0,06573 \times A_1 = 294,65 \times 0,03419 \times A_2$$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{294,65 \times 0,03419}{20 \times 0,06573} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 7,66$$

4-19) $P_1 = 3MPa$, $T_1 = 400°C$ → $h_1 = 3230,9\ kJ/kg$, $v_1 = 0,09936\ m^3/kg$

$$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (q = w = \Delta pe = 0)$$

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} - h_2 - \frac{v_2^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} = 0$$

$$3230,9 + \frac{40^2}{2000} = h_2 + \frac{300^2}{2000} \Rightarrow h_2 + 45 = 3231,7$$

$$\Rightarrow h_2 = 3186,7\ kJ/kg$$

$h_{f,2,5MPa} = 862,11\ kJ/kg$ ∴ $h_{g,2,5MPa} = 2803,1\ kJ/kg$

$h_2 > h_g$ olduğundan II. hal kızgın buhar bölgesindedir.

$P_2 = 2,5MPa$, $h_2 = 3186,7\ kJ/kg$ → $T_2 = \underline{376,725°C}$, $v_2 = 0,11528\ m^3/kg$

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$

$$\frac{1}{v_1} V_1 A_1 = \frac{1}{v_2} V_2 A_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{v_1 v_2}{v_2 v_1}$$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{0,09836 \times 300}{0,11528 \times 40} \Rightarrow A_1/A_2 = 6,464$$

4-20) a) $P_1 = 600\,kPa$, $T_1 = 500K$ $\Big\}$ $h_1 = h_{500K} = 503,02\ kJ/kg$

$$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \qquad (q = w = \Delta pe = 0)$$

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} - h_2 - \frac{v_2^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} = 0$$

$$503,02 + \frac{170^2}{2000} = h_2 + \frac{380^2}{2000} \Rightarrow 503,02 + 7,2 = h_2 + 72,2$$

$$\Rightarrow h_2 = 438,02\ kJ/kg$$

$h_2 = 438,02\ kJ/kg \Rightarrow T_2 = 436,5\ K$

b) $P v_1 = R T_1 \Rightarrow 600\, v_1 = 0,2870 \times 500$

$$\Rightarrow v_1 = 0,239\ m^3/kg$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \frac{1}{0,239} 120\,\cancel{A} = \frac{1}{v_2} 380\,\cancel{A} \Rightarrow v_2 = 0,378$$

$$P_2 v_2 = R T_2 \Rightarrow P_2 \times 0,378 = 0,2870 \times 436,5$$

$$\Rightarrow P_2 = 331,416\ kPa$$

4-21) a) $\left.\begin{matrix} P_1 = 80\,kPa \\ T_1 = 400\,K \end{matrix}\right\} \Rightarrow h_1 = h_{400K} = 400,98\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_s + \Delta E_{sis} = 0 \Rightarrow (q = w = \Delta pe) = 0$

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2}\cdot\frac{1}{1000} = h_2 + \frac{v_2^2}{2}\cdot\frac{1}{1000}$$

$$400,98 + \frac{230^2}{2000} = h_2 + \frac{80^2}{2000} \Rightarrow 400,98 + 26,45 = h_2 + 0,45$$

$$\Rightarrow h_2 = 426,98\ kJ/kg$$

$\left.\begin{matrix} P_2 = 100\,kPa \\ h_2 = 426,98\ kJ/kg \end{matrix}\right\} \Rightarrow T_2 = 425,6\ K$

b) $P_2 v_2 = RT_2 \Rightarrow 100 v_2 = 0,2870 \times 425,6$

$\Rightarrow v_2 = 1,221\ m^3/kg$

$$\dot{m} = \frac{1}{v_2} v_2 A_2 \Rightarrow \frac{6000}{3600} = \frac{1}{1,221} 30 A_2 \Rightarrow A_2 = 678,33\ cm^2$$

4-22) a) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 80 v_1 = 0,2870 \times 265$

$\Rightarrow v_1 = 0,950\ m^3/kg$

$\left.\begin{matrix} P_1 = 80\,kPa \\ T_1 = -8^\circ C \end{matrix}\right\} h_1 = 265,1\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_s = \Delta E_{sis} = 0 \quad (q = w = \Delta pe = 0)$

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2} = h_2 + \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow 265,1 + \frac{200^2}{2}\cdot\frac{1}{1000} = h_2 + \frac{0^2}{2}\cdot\frac{1}{1000}$$

$\Rightarrow h_2 = 285,1\ kJ/kg$

$\left.\begin{matrix} P_2 = 95\,kPa \\ h_2 = 285,1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow T_2 = 284,96\ K$

b) $P_2 v_2 = RT_2 \Rightarrow 95 v_2 = 0,2870 \times 284,96 \Rightarrow v_2 = 0,860\ m^3/kg$

$$\frac{1}{0,950} 200 A = \frac{1}{0,860} v_2 5A \Rightarrow v_2 = 36,21\ m/s$$

4-23) a) $P_1 = 80\,kPa$, $T_1 = 300\,K$ $\Rightarrow h_1 = h_{300K} = 300,19\ kJ/kg$

$h_2 = h_{315K} = 315,27\ kJ/kg$

AYDAN

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{W} = \Delta PE = 0)$

$\dot{m}\left(h_1 + \frac{v_1^2}{2}\right) = \dot{m}\left(h_2 + \frac{v_2^2}{2}\right) + \dot{Q}$

$2,5\left(300,19 + \frac{220^2}{2}\cdot\frac{1}{1000}\right) = 2,5\left(315,27 + \frac{v_2^2}{2}\cdot\frac{1}{1000}\right) + 18$

$810,975 = 788,175 + \frac{2,5v_2^2}{2000} + 18 \Rightarrow \frac{2,5v_2^2}{2000} = 4,8$

$\Rightarrow v_2 = 62\ m/s$

b) $\dot{m} = \frac{1}{v_2} v_2 A_2 \Rightarrow 2,5 = \frac{1}{v_2} \times 62 \times 0,04$

$\Rightarrow v_2 = 0,992\ m^3/kg$

$P_2 v = RT_2 \Rightarrow P_2 \times 0,992 = 0,287 \times 315 \Rightarrow P_2 = 91,1\ kPa$

4-24) a) $P_1 = 60\,kPa$, $T_1 = 280\,K$ $\Rightarrow \bar{h}_1 = 8,141\ kJ/kmol$; $P_2 = 85\,kPa$, $T_2 = 295\,K$ $\Rightarrow \bar{h}_2 = 8,580\ kJ/kmol$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (q = w = \Delta pe = 0)$

$h_1 + \frac{v_1^2}{2} = h_2 + \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow \frac{\bar{h}_2 - h_1}{M} = \frac{v_1^2}{2} - \frac{v_2^2}{2}$

$1000 \cdot \frac{8,580 - 8,141}{28,013} = \frac{200^2}{2}\cdot\frac{1}{1000} - \frac{v_2^2}{2}\cdot\frac{1}{1000}$

$\Rightarrow 15,67 = 20 - \frac{v_2^2}{2000}$

$\Rightarrow v_2 = 93,06\ m/s$

b) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 60 v_1 = 0,2968 \times 280$ $\quad P_2 v_2 = RT_2 \Rightarrow 85 v_2 = 0,2868 \times 295$

$\Rightarrow v_1 = 1,385\ m^3/kg$ $\quad \Rightarrow v_2 = 1,030\ m^3/kg$

$$\frac{1}{v_1} v_1 A_1 = \frac{1}{v_2} v_2 A_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{v_1 v_2}{v_2 v_1} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{1,385 \times 93,06}{1,030 \times 200}$$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 0,625$$

11-25) a) $v_{g,700kPa} = 0,02701\ m^3/kg$ $\quad h_{g,700kPa} = 188,74\ kJ/kg$

$P_2 = 800kPa$, $T_2 = 40°C$ $\Rightarrow$ $v_2 = 0,02283\ m^3/kg$, $h_2 = 206,07\ kJ/kg$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \frac{1}{v_1} v_1 A_1 = \frac{1}{v_2} v_2 A_2 \Rightarrow \frac{1}{0,02701} 140 = \frac{1}{0,02283} v_2 1,8$$

$$\Rightarrow v_2 = 71\ m/s$$

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Sigma E_{sis} = 0$ $\quad (\dot{w} = \Delta pe = 0)$

$$\dot{m}\left(h_1 + \frac{v_1^2}{2}\right) = \dot{m}\left(h_2 + \frac{v_2^2}{2}\right) + 3$$

$$3 + \dot{m}\left(188,74 + \frac{140^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}\right) = \dot{m}\left(206,07 + \frac{71^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}\right)$$

$$3 + 208,54\dot{m} = 208,59\dot{m} \Rightarrow \dot{m} = 59,4\ kg/s$$

4-32) $P_1 = 10MPa$, $T_1 = 450°C$ $\Rightarrow$ $h_1 = 3240,9\ kJ/kg$, $v_1 = 0,02975\ m^3/kg$

$h_2 = 191,83 + 0,92 \times 2392,8 \Rightarrow h_2 = 2393,2\ kJ/kg$

c) $\Delta ke = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \Rightarrow \Delta ke = \frac{50^2 - 80^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} \Rightarrow \Delta ke = -1,95\ kJ/kg$

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Sigma E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \Delta pe = 0)$

$\dot{m}\left(h_1 + \frac{v_1^2}{2}\right) + \dot{W} = \dot{m}\left(h_2 + \frac{v_2^2}{2}\right)$

1 ⟵ 2 ⟵ (−)

(+) ⟶ 1 2

$12\left(3240,9 + \frac{80^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}\right) + \dot{W} = 12\left(2393,2 + \frac{50^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}\right)$

$38829,2 + \dot{W} = 28733,4 \Rightarrow \dot{W} = 10195,8 \text{ kW}$

$\Rightarrow \dot{W} = 10,1958 \text{ MW}$ //

c) $\dot{m} = \frac{1}{v_1} v_1 A_1 \Rightarrow 12 = \frac{1}{0,02975} 80 A_1 \Rightarrow A_1 = 0,00446 \text{ m}^2$ //

4-33) $P_1 = 10 \text{ MPa}$, $T_1 = 400^\circ C$ $\Big\}$ $h_1 = 3096,5 \text{ kJ/kg}$

$h_2 = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h_2 = 251,40 + 0,80 \times 2358,3 \Rightarrow h_2 = 2373,87 \text{ kJ/kg}$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta U_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \Delta KE = \Delta PE = 0)$

$\dot{m}h_1 - \dot{W} - \dot{m}h_2 = 0 \Rightarrow 3096,5\dot{m} - 5000 = 2373,87\dot{m}$

$\Rightarrow \dot{m} = 6,919 \text{ kg/s}$ //

4-34) $P_1 = 8 \text{ MPa}$, $T_2 = 450^\circ C$ $\Big\}$ $\Rightarrow h_1 = 3272,0 \text{ kJ/kg}$ $\quad h_2 = h_{g,30kPa} = 2625,3 \text{ kJ/kg}$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sistem} = 0 \quad (\Delta KE = \Delta PE = 0)$

$\dot{m}h_1 - \dot{m}h_2 - \dot{W}_c - \dot{Q}_c = 0$

$\frac{25000}{3600}(3272 - 2625,3) - 4000 = \dot{Q}_c \Rightarrow \dot{Q}_c = 491 \text{ kW}$ //

II. Yol

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$

$\dot{Q} - 4000 = \frac{25000}{3600}(2625,3 - 3272) \Rightarrow \dot{Q} = -491 \text{ kW}$ //

4-35) $P_1 = 10\,MPa$, $T_1 = 500^\circ C$ $\Rightarrow h_1 = 3373,7\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0$

$\dot{m} h_1 - \dot{m} h_2 - 2000 = 0 \Rightarrow 3 \times 3373,7 - 3h_2 = 2000 \Rightarrow h_2 = 2707,03\ kJ/kg$

$h_{f,20kPa} = 251,40\ kJ/kg$ $h_{g,20kPa} = 2609,7\ kJ/kg$

$h_2 > h_g$ olduğundan II. hal kızgın buhar bölgesindedir.

$P_2 = 20\,kPa$, $h_2 = 2709,03\ kJ/kg$ $\Rightarrow T_2 = 110,8^\circ C$ //

4-36) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 800 v_1 = 0,2081 \times 723$ $\dot{m} = \frac{1}{0,167} 80 \times 0,006 \Rightarrow \dot{m} = 2,87\ kg/s$

$\Rightarrow v_1 = 0,167\ m^3/kg$

$\dot{Q}^{0} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta ke^{0} + \Delta pe^{0})$

$-250 = 2,87\left[0,5203(T_2 - 450) + \frac{150^2 - 80^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}\right]$

$-250 = 1,493 T_2 - 671,96 + 23,1035 \Rightarrow T_2 = 267^\circ C$ //

Gazlar için

$\Delta h = C_p(T_2 - T_1)$ veya $\Delta H = m C_p(T_2 - T_1)$

$\Delta u = C_v(T_2 - T_1)$ veya $\Delta U = m C_v(T_2 - T_1)$

4-37) a) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 1000 v_1 = 0,2870 \times 773$

$\Rightarrow v_1 = 0,221\ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v_1} v_1 A_1 \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,221} 120 \times 0,008 \Rightarrow \dot{m} = 4,344\ kg/s$

b) $P_1 = 1\,MPa$, $T_1 = 773\,K$ $\Rightarrow h_1 = 792,3821\ kJ/kg$

$P_2 = 150\,kPa$, $T_2 = 423\,K$ $\Rightarrow h_2 = 424,311\ kJ/kg$

$$0 - \dot{W} = 4,344(624,311 - 782,3825) + 4,344 \frac{253^2 - 120^2}{2} \cdot \frac{1}{1000}$$

$$-\dot{W} = -1598,80 + 104,47$$

$$\dot{W} = 1494,43 \text{ kW}$$

4-35) $v_1 = v_{g,-12°C} = 0,10885 \text{ m}^3/\text{kg}$ $\quad h_1 = h_{g,-0°C} = 178,74 \text{ kJ/kg}$

$$\left.\begin{array}{l} P_2 = 0,7 \text{ MPa} \\ T_2 = 70°C \end{array}\right\} \Rightarrow h_2 = 229,095 \text{ kJ/kg} \quad v_2 = 0,030615 \text{ m}^3/\text{kg}$$

a) $\sum E_g - \sum E_a = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \Delta KE = \Delta PE = 0)$

$$\dot{W} + \dot{m}h_1 - \dot{m}h_2 = 0 \Rightarrow \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

$$\Rightarrow \dot{W} = 1,2(229,095 - 178,74)$$

$$\Rightarrow \dot{W} = 60,426 \text{ kW}$$

b) $\dot{m} = \frac{1}{v_1} v_1 A_1 \qquad \dot{V} = v_1 A_1 \Rightarrow 1,2 = \frac{1}{0,10885} \dot{V}$

$$\Rightarrow \dot{V} = 0,13062 \text{ m}^3/\text{s}$$

4-39) $\left.\begin{array}{l} P_1 = 100 \text{ kPa} \\ T_1 = 288 \text{ K} \end{array}\right\} \Rightarrow h_1 = 288,182 \text{ kJ/kg} \qquad \left.\begin{array}{l} P_2 = 1 \text{ MPa} \\ T_2 = 620 \text{ K} \end{array}\right\} \Rightarrow h_2 = 628,07 \text{ kJ/kg}$

$$\sum E_g - \sum E_a = \Delta E_{sis} = 0$$

$$-\frac{1500}{60} + 250 + \dot{m} \times 288,182 - \dot{m} \times 628,07 - \dot{m}\frac{80^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} = 0$$

$$-25 + 250 + 288,182\dot{m} - 628,07\dot{m} - 4,05\dot{m} = 0$$

$$333,938\dot{m} = 225 \Rightarrow \dot{m} = 0,680 \text{ kg/s}$$

4-40) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 100 v_1 = 0,2870 \times 295$

$\Rightarrow v_1 = 0,846 \text{ kg/s}$

a) $\dot{m} = \frac{1}{v} VA \quad \dot{V} = VA \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,846} \times \frac{150}{60} \Rightarrow \dot{m} = 2,95 \text{ kg/s}$ //

b) $P_1 = 100 \text{kPa}$, $T_1 = 295 \text{K}$ $\Rightarrow h_1 = 295,17 \text{ kJ/kg}$ $\quad q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \Rightarrow \dot{Q} = 16 \times 2,95 = 47,2 \text{ kJ/s}$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (\Delta ke = \Delta pe = 0)$

$-47,2 - (-500) = 2,95(h_2 - 295,17) \Rightarrow 452,8 = 2,95 h_2 - 870,75$

$\Rightarrow h_2 = 448,66 \text{ kJ/kg}$

$P_2 = 1 \text{MPa}$, $h_2 = 448,66 \text{ kJ/kg}$ $\Rightarrow T_2 = 447 \text{K} = 174 ^\circ\text{C}$ //

4-41) $q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \Rightarrow \dot{Q} = q \cdot \dot{m} \Rightarrow \dot{Q} = 20 \times \frac{90}{60} \Rightarrow \dot{Q} = 30 \text{ kJ/s}$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta ke + \Delta pe) \quad (\Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} c_p (T_2 - T_1) \Rightarrow -30 - \dot{W} = 1,5 \times 5,1926 (430 - 310)$

$\Rightarrow -30 - \dot{W} = 934,668 \Rightarrow \dot{W} = -964,668 \text{ kW}$ //

4-42) a) $P_1 v_1 = RT_1 \Rightarrow 100 v_1 = 0,1889 \times 300 \Rightarrow v_1 = 0,5667 \text{ m}^3/\text{kg}$

$\dot{m} = \frac{1}{v_1} V_1 A_1 \Rightarrow \dot{V} = V_1 A_1 \Rightarrow 0,5 = \frac{1}{0,5667} \dot{V} \Rightarrow \dot{V} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$

b) $P_1 = 100 \text{kPa}$, $T_1 = 300 \text{K}$ $\Rightarrow \bar{h}_1 = 9,431 \text{ kJ/kmol}$ $\quad P_2 = 600 \text{kPa}$, $T_2 = 450 \text{K}$ $\Rightarrow \bar{h}_2 = 15,483 \text{ kJ/kmol}$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sistem} = 0 \quad (\dot{Q} = \Delta EK = \Delta EP = 0)$

$\dot{W} = \dot{m}(15,483 - 9,431) \frac{1}{M} \times 1000$

$\dot{W} = 0,5 \times 6,052 \frac{1}{44,01} \times 1000 \Rightarrow \dot{W} = 68,8 \text{ kW}$ //

Kısılma Vanaları

Kısılma vanası bir giriş ve bir çıkışlı ise,

$h_2 \equiv h_1$ olduğundan $\Delta h = 0$

$u_1 + P_1 v_1 = u_2 + P_2 v_2$ VEYA İç Enerji + Akış Enerjisi = sabit

Eğer akışkan bir mükemmel gaz ise, mükemmel bir gaz için $h = h(T)$ olduğundan kısılma işlemi sırasında mükemmel bir gazın sıcaklığı sabittir.

Örnek 4-5 = $v_1 = v_{f\ 0,1MPa} = 0,0007802\ m^3/kg$ $u_1 = u_f = 66,68\ kJ/kg$

$h_1 = h_{f\ 0,1MPa} = 67,30\ kJ/kg$

$h_{f\ 0,12MPa} = 12,66\ kJ/kg$ $h_{fg\ 0,12MPa} = 163,48\ kJ/kg$

$h_1 = h_2 \Rightarrow 67,30 = 12,66 + x\ 163,48 \Rightarrow x = 0,334$

$T_1 = T_{d,\ 0,1MPa} = 32,74\ °C$ $T_2 = T_{d,\ 0,12MPa} = -25,74\ °C$

$\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow \Delta T = -25,74 - 32,74 \Rightarrow \Delta T = -58,48\ °C$

4-47) $h_{f\,600kPa} = h_1 = 67,30$ kJ/kg $h_{f\,100kPa} = 16,09$ kJ/kg $h_{g\,100kPa} = 177,87$ kJ/kg

$h_2 = h_1 = h_2 = 67,30$ kJ/kg $h_f < h_2 < h_g$ old. II. durum sıvı-buhar karışımıdır. (43)

$T_1 = T_{d\,600kPa} = 32,74°C$ $T_2 = T_{d\,100kPa} = -21,91°C$ $\Delta T = T_2 - T_1 \Rightarrow \Delta T = -21,91 - 32,74$

$\Rightarrow \Delta T = -54,65°C$

$67,30 = 16,09 + x\,161,78 \Rightarrow x = 0,316$

$v_2 = 0,0006828 + 0,316 \times (0,1168 - 0,0006828) \Rightarrow v_2 = 0,0375\ m^3/kg$

4-48) $T_{d\,150kPa} = 32,74°C$ $T_1 = 25°C < T_d$ old. sıkıştırılmış sıvı bölgesi

$h_1 = h_{c\,25°C} = 59,705$ kJ/kg $h_{f\,-25°C} = 17,82$ kJ/kg $h_{g\,-25°C} = 178,74$ kJ/kg

$h_2 = h_1 = 59,705$ kJ/kg $h_f < h_2 < h_g$ old. II. hal ıslak buhar bölgesindedir.

$P_2 = P_{doy,\,-25°C} = 151$ kPa $59,705 = 17,82 + x\,160,82 \Rightarrow x = 0,260$

$u_2 = 17,72 + 0,260\,(162,31 - 17,72) \Rightarrow u_2 = 55,3$ kJ/kg

$u_f + u_{fg}(P - P_{doy})$

4-49) $\left.\begin{matrix} P_1 = 8MPa \\ T_1 = 500°C \end{matrix}\right\} \Rightarrow h_1 = 3398,3$ kJ/kg

$h_2 = h_1 = 3398,3$ kJ/kg $h_{f,6MPa} = 1213,35$ kJ/kg $h_{g,6MPa} = 2784,3$ kJ/kg

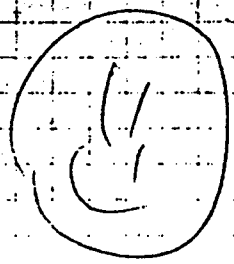
$h_2 > h_g$ old. II. hal kızgın buhar bölgesi

$\left.\begin{matrix} P_2 = 6MPa \\ h_2 = 3398,3\ kJ/kg \end{matrix}\right\} \Rightarrow T_2 = 490,1°C$

4-50) Hava mükemmel bir gaz olduğundan $h = h(T)$ ve $h = sbt$ yani $\Delta h = 0$ olduğundan sıcaklık da sabit kalır.

$T_2 = T_1 = 30°C$

– Karışma Odaları –



Karışma Odalarında

$$\boxed{\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_ç}$$

Karışma odalarında her iki akışkanın da son sıcaklıkları da eşittir.

Örnek 4-6

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_ç$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \dot{W} = \Delta PE = \Delta KE = 0)$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3$

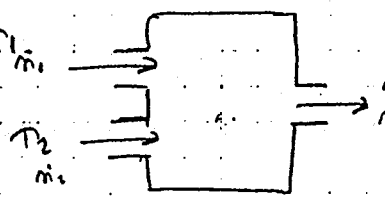
$T_{doy,\,150kPa} = 111,37°C$

$T_1, T_2, T_3 < T_{doy}$ olduğundan sıkıştırılmış sıvı

$h_1 = h_{f\,60°C} = 251,13\ kJ/kg$

$h_2 = h_{f\,10°C} = 42,01\ kJ/kg$

$h_3 = h_{f\,40°C} = 167,57\ kJ/kg$



T_3 ikisinin de son sıcaklığıdır.

Her iki sıvı için son sıcaklık T_3'dür.

$\dot{m}_1 \times 251,13 + \dot{m}_2 \times 42,01 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) \times 167,57 \Rightarrow \dfrac{\dot{m}_1}{\dot{m}_2} = 1,5$ //

– Isı Değiştiriciler –

Örnek 4-7

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}_{SA}$

$\dot{m}_3 = \dot{m}_4 = \dot{m}_{SU}$

$P_{SA} = 1MPa,\ T_{1SA} = 75°C \Rightarrow h_1 = 225,32\ kJ/kg$

$P_{SA} = 1MPa,\ T_{2SA} = 35°C \Rightarrow h_2 = h_{f\,35°C} = 69,49\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0 \Rightarrow \dot{m}_{SA} h_1 + \dot{m}_{SU} h_3 = \dot{m}_{SA} h_2 + \dot{m}_3 h_4$

$P_{SU} = 300kPa,\ T_{1SU} = 15°C \Rightarrow h_3 = h_{f\,15°C} = 62,99\ kJ/kg$

$0,1 \times 225,32 + 62,99 \dot{m}_{SU} = 0,1 \times 69,49 + 104,89 \dot{m}_{SU}$

$P_{SU} = 300kPa,\ T_2 = 25°C \Rightarrow h_4 = h_{f\,25°C} = 104,89\ kJ/kg$

$\dot{m}_{SU} = 22,3\ kg/dak$ //

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0$

$\dot{m}_{SA} h_1 = \dot{m}_{SA} h_2 + \dot{Q} \Rightarrow \dot{Q} = 6\,(225,32 - 69,48) \Rightarrow \dot{Q} = 934,4\ kJ/dakika$

II. Yol

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0$

$\dot{m}_{SU} h_3 + \dot{Q} = \dot{m}_{SU} h_4 \Rightarrow \dot{Q} = \dot{m}_{SU}\,(104,89 - 62,99) \Rightarrow \dot{Q} = 934,4\ kJ/kg$

4-54) $T_{doy,2MPa} = 127,44°C$ $T_1, T_2, T_3 < T_{doy} \Rightarrow$ Sıkıştırılmış sıvı bölgesindedir. (44)

$h_1 = h_{f,85°C} = 334,91$ kJ/kg , $h_2 = h_{f,173°C} = 83,96$ kJ/kg , $h_3 = h_{@42°C} = 175,92$ kJ/kg

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_ç$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0$ $(\dot{Q} = \dot{W} = \Delta EK = \Delta EP = 0)$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3 \Rightarrow 0,5 \times 334,91 + \dot{m}_2 \times 83,96 = (0,5 + \dot{m}_2) \times 175,92$

$\Rightarrow 167,455 + 83,96 \dot{m}_2 = 87,96 + 175,92 \dot{m}_2$

$\Rightarrow \dot{m}_2 = 0,864$ kg/s //

Σ Girenlerin kütle debisi = Σ Çıkanların kütle debisi

Ayrıca son durumlar tüm akımların ortak son sıcaklığıdır.

4-55) $P_1 = 300$ kPa, $T_1 = 20°C$ $\Rightarrow h_1 = h_{f,20°C} = 83,96$ kJ/kg

$P_2 = 300$ kPa, $T_2 = 300°C$ $\Rightarrow h_2 = 3069,3$ kJ/kg

$h_3 = h_{f,100°C} = 251,13$ kJ/kg

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sistem} = 0$ $(\dot{Q} = \dot{W} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3 \Rightarrow 1,8 \times 83,96 + \dot{m}_2 \times 3069,9 = (1,8 + \dot{m}_2) \times 251,13$

$\Rightarrow 151,128 + 3069,9 \dot{m}_2 = 452,034 + 251,13 \dot{m}_2$

$\Rightarrow \dot{m}_2 = 0,107$ kg/s //

4-56) $P = 800\,kPa$, $T = 50^\circ C$ $\Rightarrow h_1 = h_{f,50^\circ C} = 209,33\ kJ/kg$

$P = 800\,kPa$, $T = 200^\circ C$ $\Rightarrow h_2 = 2839,3\ kJ/kg$

$h_3 = h_{f\,800kPa} = 721,11\ kJ/kg$

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c \Rightarrow \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sb} = 0 \quad (\dot{Q} = \dot{W} = \Delta k_e = \Delta p_e = 0)$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3$

$209,33 \dot{m}_1 + 2839,3 \dot{m}_2 = 721,11 \dot{m}_1 + 721,11 \dot{m}_2 \Rightarrow 511,78 \dot{m}_1 = 2118,19 \dot{m}_2$

$\Rightarrow \frac{\dot{m}_1}{\dot{m}_2} = \frac{2118,19}{511,78} = 4,14$ //

4-57) $P = 300\,kPa$, $T = 25\,^\circ C$ $\Rightarrow h_1 = h_{f\,25^\circ C} = 104,89\ kJ/kg$

$h_2 = h_{g\,300kPa} = 2725,3\ kJ/kg$

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c \Rightarrow \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3 \Rightarrow \dot{m} + \dot{m} = \dot{m}_3 \Rightarrow \dot{m}_3 = 2\dot{m}$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sb} = 0$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3 \Rightarrow 104,89 \dot{m} + 2725,3 \dot{m} = 2\dot{m} h_3 \Rightarrow h_3 = 1415,095\ kJ/kg$

$T_3 = T_{d,300kPa} = 133,55\,^\circ C$ //

$h_3 = h_f + x h_{fg} \Rightarrow 1415,095 = 561,47 + x \cdot 2163,8$

$\Rightarrow x = 0,3945$ //

4-58) $T_{d,1MPa} = 41,64°C$

$P_1 = 1MPa$, $T_1 = 12°C$ $\Rightarrow h_1 = h_{f,12°C} = 47,26\ kJ/kg$

$P_2 = 1MPa$, $T_2 = 60°C$ $\Rightarrow h_2 = 217,87\ kJ/kg$

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3 \Rightarrow 2\dot{m} + \dot{m} = \dot{m}_3 \Rightarrow \dot{m}_3 = 3\dot{m}$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \dot{W} = \Delta pe = \Delta ke = 0)$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3 \Rightarrow 2\dot{m} \times 47,26 + \dot{m} \times 217,87 = 3\dot{m} h_3$

$\Rightarrow h_3 = 104,163\ kJ/kg$

$T_3 = T_{d,1MPa} = 41,64°C$

$104,163 = 76,26 + x\ 127,50 \Rightarrow x = 0,218$

4-59) $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}_{SA}$, $\dot{m}_3 = \dot{m}_4 = \dot{m}_{hava}$

$P_1 = 1MPa$, $T_1 = 80°C$ $\Rightarrow h_1 = 282,91\ kJ/kg$

$P_3 = 1MPa$, $T_3 = 30°C$ $\Rightarrow h_3 = h_{f,30°C} = 64,59\ kJ/kg$

$h_4 - h_2 = C_p(T_2 - T_1)$

$h_4 - h_2 = 1,005 \times (60 - 27)$

$h_4 - h_2 = 33,165\ kJ/kg$

$Pv = RT \Rightarrow 100v = 0,287 \times 300$

$\Rightarrow v = 0,861\ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v}\dot{V} \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,861} \times 800 = 929,152\ kg/dak$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \dot{W} = \Delta pe = \Delta ke = 0)$

$\dot{m}_{SA} h_1 + \dot{m}_{ha} h_2 = \dot{m}_{SA} h_3 + \dot{m}_{hava} h_4$

$\dot{m}_{SA}(282,91 - 64,59) = 929,152 \times 33,165 \Rightarrow \dot{m}_{SA} = 188,1\ kg/dak$

4-60) $P\upsilon = RT \Rightarrow 100\upsilon = 0,287 \times 300$ $\quad \dot{m}_{HAVA} = \frac{1}{0,861} \cdot 12 \Rightarrow \dot{m}_{HAVA} = 13,937$ kg/dak

$\Rightarrow \upsilon = 0,861\ m^3/kg$

$P_{HAVA} = 100kPa$, $T = 300K$ $\Rightarrow h_{HAVA,1} = 300,19$ kJ/kg

$h_{SA,1} = 16,09 + 0,3 \times 161,78$

$h_{SA,1} = 64,624$ kJ/kg

$h_{SA,2} = h_{g\,140kPa} = 177,84$ kJ/kg

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (Q = W = \Delta pe = \Delta ke = 0)$

$\dot{m}_{HA} h_1 + \dot{m}_{SA} h_3 = \dot{m}_{HA} h_2 + \dot{m}_{SA} h_4$

$13,937 \times 300,19 + 2 \times 64,624 = 13,937 h_2 + 2 \times 177,84$

$4183,748 = 13,937 h_2 + 226,432 \Rightarrow h_2 = 283,843$ kJ/kg

$P = 100kPa$, $h_2 = 283,843$ $\Rightarrow T_2 = 283,80K = 10,8°C$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{W} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{m}_{HA} h_1 = \dot{m}_{HA} h_2 + \dot{Q}$

$13,937 \times 300,19 = 13,937 \times 283,843 + \dot{Q} \Rightarrow \dot{Q} = 226,5$ kJ/dakika

4-61) $T_{d,800kPa} = 32,74°C$

$h_{2,SA} = h_{f\,800kPa} = 67,30$ kJ/kg

$P_1 = 800kPa$, $T_1 = 70°C$ $\Rightarrow h_{1,SA} = 227,915$ kJ/kg

$h_{1,SU} = h_{f\,11°C} = 62,99$ kJ/kg $\qquad h_{2,SU} = h_{f\,30°C} = 125,79$ kJ/kg

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \dot{W} = \Delta pe = \Delta ke = 0)$

$\dot{m}_{SA} h_{1,SA} + \dot{m}_{SU} h_{1,SU} = \dot{m}_{SA} h_{2,SA} + \dot{m}_{SU} h_{2,SU}$

$8 \times 227,915 + \dot{m}_{SU}\, 62,99 = 8 \times 67,30 + \dot{m}_{SU} \times 125,79 \Rightarrow \dot{m}_{SU} = 20,46$ kg/dak

4-62) $P_1 = 200\,kPa$, $T_1 = 200^\circ C$ $\Rightarrow h_{1\,TABLO} = 2870,5\,kJ/kg$

$P_2 = 100\,kPa$, $T_2 = 100^\circ C$ $\Rightarrow$

4-63) $h_1 = 251,40 + 0,95 \times 2358,3 \Rightarrow h_1 = 2491,785\,kJ/kg$

$h_2 = h_{f\,100kPa} = 251,40\,kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{W} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{m} h_1 = \dot{m} h_2 + \dot{Q} \Rightarrow \frac{20000}{60}(2491,785 - 251,40) = \dot{Q}$

$\Rightarrow \dot{Q} = 746795\,kJ/dak$

$\dot{Q} = \dot{m} C_p (T_2 - T_1) \Rightarrow 746795 = \dot{m}\, 4,184 \times 10 \Rightarrow \dot{m} = 17848,82\,kg/dak$

— Boru ve Kanallarda Δke —

* Δpe, gazlarda ihmal edilebilir. Ancak sıvılarda ihmal edilemez.

Örnek 4-5 =

$P v_1 = R T_1 \Rightarrow 100 v_1 = 0,2870 \times 290$

$\Rightarrow v_1 = 0,832\,m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v} \frac{150}{60} \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,832} \cdot 2,5 \Rightarrow \dot{m} = 3\,kg/s$

$P_1 = 100\,kPa$, $T_1 = 290K$ $\Rightarrow h_1 = 290,16\,kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0$

$15 + 3 \times 290,16 = 0,2 + 3 \times h_2$

$h_2 = 295,09\,kJ/kg$

290K	290,16 kJ/kg	$T_2 = 295\,K = 22^\circ C$
x	295,09 kJ/kg	
295K	295,17 kJ/kg	

Sinon 4-8 $\rho = 1000 kg/m^3$ $\dot{m} = \rho \dot{V} \Rightarrow \dot{m} = 1000 \times (0,015) = 15 kg/s$

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \dot{m}_1 = \rho_1 A_1 V_1 \Rightarrow 15 = 1000 \times \frac{\pi 0,11^2}{4} \times V_1 \Rightarrow V_1 = 1,8 m/s$

$\dot{m}_2 = \rho_2 A_2 V_2 \Rightarrow 15 = 1000 \times \frac{\pi 0,15^2}{4} \times V_2 \Rightarrow V_2 = 0,85 m/s$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} (\Delta h + \Delta kpe + \Delta ke) \Rightarrow 0 - \dot{W} = 15 \left(0 + \frac{0,85^2 - 1,8^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} + 9,807 (6T) \frac{1}{1000} \right)$

$\Rightarrow \dot{W} = -9,54 kW$

4-64) a) $P_1 v_1 = R T_1 \Rightarrow 88 v_1 = 0,2870 \times 288 \Rightarrow v_1 = 0,843 m^3/s$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} (\Delta h + \Delta pe + \Delta ke) \Rightarrow -\frac{200}{60} + 0,2 - \dot{W} = \frac{50}{60} \left(1,005 (25 - 1T) \right)$

$\Rightarrow -3,33 + 0,2 - \dot{W} = 8,375 \Rightarrow \dot{W} = -11,505 kW$

b) $\dot{W} = \dot{m} C_p \Delta T \Rightarrow 11,505 = 1,005 \times \frac{50}{60} \Delta T \Rightarrow \Delta T = 13,73 °C$

4-65) $\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} (\Delta h + \Delta ke + \Delta pe) \Rightarrow -0,4 + 0,3 - \dot{W} = 0,6 \times 1,005 \times 5$

$\Rightarrow \dot{W} = 3,12 kW$

4-66) a) $P_1 v_1 = R T_1 \Rightarrow 100 v_1 = 0,2870 \times 257 \Rightarrow v_1 = 0,846 m^3/kg$

$P_2 v_2 = R T_2 \Rightarrow 100 v_2 = 0,2870 \times 823 \Rightarrow v_2 = 0,818 m^3/kg$

4-67) $-\dot{Q} = \dot{m} C_p (T_2 - T_1) \Rightarrow -\dot{Q} = 2 \times 1{,}005 \times (-4)$

$\Rightarrow \dot{Q} = 8{,}04\ kW$

4-68) a) $\dot{V} = v \cdot A \Rightarrow \frac{12}{60} = v \cdot \frac{\pi \times 0{,}2^2}{4} \Rightarrow v = 6{,}37\ m/s$

b) $P_1 v_1 = R T_1 \Rightarrow 105\, v_1 = 0{,}2870 \times 285 \Rightarrow v_1 = 0{,}78\ m^3/kg$

$\dot{m}_1 = \frac{1}{v_1} \dot{V}_1 \Rightarrow \dot{m}_1 = \frac{1}{0{,}78} \times 0{,}2 \Rightarrow \dot{m}_1 = 0{,}256\ kg/s$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{vc} = 0 \qquad (\Delta pe = \Delta ke = 0)$

$2 = 0{,}256 \times 1{,}005 (T_2 - 12) \Rightarrow 2 = 0{,}256 \times 1{,}005\, T_2 - 3{,}08$

$\Rightarrow T_2 = 19{,}74\ °C$

4-69) $7 = \dot{m}\, 4{,}184 \times (70 - 15) \Rightarrow \dot{m} = 0{,}0304\ kg/s$

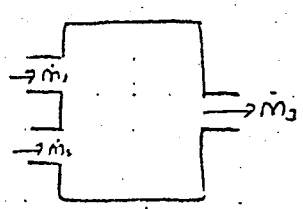
4-73) $\cancel{\dot{Q}}^{\,0} - \dot{W} = \dot{m} (\Delta h + \cancel{\Delta ke}^{\,0} + \Delta pe) \Rightarrow -(-15) = \dot{m} \times 0{,}8807 \times 240 \times \frac{1}{1000}$

$\Rightarrow \dot{m} = 6{,}373\ kg/s$

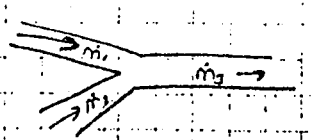
4-71) $T_{2,1MPa} = 179{,}91°C$

$P_1 = 1MPa$, $T_1 = 250°C$ $\Rightarrow v_1 = 0{,}2327\ m^3/kg$ $\qquad \dot{m}_1 = \frac{1}{0{,}2327} \times 2 \times \frac{\pi \times 0{,}12^2}{4} \Rightarrow \dot{m}_1 = 0{,}0872\ kg/s$

b) $P_2 = 800kPa$, $T_2 = 200°C$ $\Rightarrow v_2 = 0{,}2608\ m^3/kg$



$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow 0{,}0872 = \frac{1}{0{,}2608} \frac{\pi\, 0{,}12^2}{4} \times v_2 \Rightarrow v_2 = 3{,}23\ m/s$



$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c$

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$\Sigma \dot{m}_g = \Sigma \dot{m}_c$

$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$

$$-\dot{Q} + \dot{m}h_1 + \dot{m}\frac{v_1^2}{2} = \dot{m}h_2 + \dot{m}\frac{v_2^2}{2}$$

$$0{,}0872 \times 2942{,}6 - 0{,}0872 \times 2838{,}3 = 0{,}0872 \times \frac{13{,}23^2 - 2^2}{2} \cdot \frac{1}{1000} + Q_4$$

$$10{,}04 = 3{,}126 \times 10^{-4} + Q_4 \rightarrow Q_4 = 10{,}04 \text{ kW/s}$$

4-72) $\Sigma E_3 - \Sigma E_4 = \Delta E_{vc} = 0 \quad (\dot{Q} = \Delta ke = 0)$

$$5 = \dot{m}\left(4{,}184 \times 0{,}05 + 0{,}8207 \times 27 \times \frac{1}{1000}\right) \Rightarrow \dot{m} = 11 \text{ kg/s}$$

4-73) $\dot{m} = \rho \dot{V} \Rightarrow \dot{m} = 1000 \times \frac{1{,}5}{60} \Rightarrow \dot{m} = 25 \text{ kg/s}$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta pe + \Delta ke) \qquad (\dot{Q} = \Delta h = \Delta ke = 0) \qquad$ Tubo $\Rightarrow \Delta h = 0$

$$-\dot{W} = 25 \times 0{,}8207 \times 50 \times \frac{1}{1000} \Rightarrow \dot{W} = -12{,}25 \text{ kW}$$

=ZAMANLA DEĞİŞEN AÇIK SİSTEMLER=

-Kütlenin Korunumu-

$$\left(\begin{array}{c}\text{KH'ne } \Delta t \text{ zaman}\\ \text{aralığında giren}\\ \text{toplam kütle}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{KH'den } \Delta t \text{ zaman}\\ \text{aralığında çıkan}\\ \text{toplam kütle}\end{array}\right) = \left(\begin{array}{c}\text{KH'den } \Delta t\\ \text{aralığında olan}\\ \text{net kütle değişimi}\end{array}\right)$$

$$\boxed{\Sigma m_g - \Sigma m_c = \Delta m_{KH}} \qquad \Sigma m_g - \Sigma m_c = \Delta m_{KH}$$

$$\boxed{\Sigma m_g - \Sigma m_c = (m_2 - m_1)_{KH}} \qquad \Sigma m_g - \Sigma m_c = (m_2 - m_1)_{KH}$$

g → giriş veya girdi hali

c → çıkış veya çıktı hali

1 → Kontrol hacmin ilk hali

2 → " " son hali

- Enerjinin Korunumu -:

$$Q - W + \Sigma \Theta_g - \Sigma \Theta_c = \Delta E_{KH} \quad (kJ/kg)$$

$$\dot{Q} - \dot{W} + \Sigma \dot{\Theta}_g - \Sigma \dot{\Theta}_c = \frac{dE_{KH}}{dt}$$

$$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sb}$$

- Düzgün Akışlı Denetim Hacmi Sistem -

$$Q - W = \Sigma m_c \left(h_c + \frac{v_c^2}{2} + g z_c\right) - \Sigma m_g \left(h_g + \frac{v_g^2}{2} + g z_g\right) + (m_2 e_2 - m_1 e_1)_{KH}$$

Kinetik ve potansiyel enerjiler ihmal edilirse

$$Q - W = \Sigma m_c h_c - \Sigma m_g h_g + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_{KH}$$

Örnek 4-10 =

$m_1 = 0$ ... $\Sigma m_g - \Sigma m_ç = (m_2 - m_1)_{K.H.} \Rightarrow m_g = m_2$

$m_ç = 0$

$P_1 = 1\,MPa$, $T_1 = 300^\circ C$ } $v_g = 0,2578\ m^3/kg$, $u_g = 2793,2\ kJ/kg$, $h_g = 3051,2\ kJ/kg$

$P_2 = 1\,MPa$, $u_2 = 3051,2\ kJ/kg$ } $T_2 = 456,2^\circ C$

$Q - W = \Sigma m_ç h_ç - \Sigma m_g h_g + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$

$m_g h_g = m_2 u_2 \Rightarrow u_2 = 3051,2\ kJ/kg$

4-11) $P_{mut} = P_{gös} + P_{atm} \Rightarrow P_{mut} = 75 + 100 \Rightarrow P_{mut} = 175\ kPa$

$v_1 = 0,0006\ m^3/kg$ ... $v_{f,175kPa} = 0,001057\ m^3/kg$ ... $v_{g,175kPa} = 1,0036\ m^3/kg$

$v_f < v_1 < v_g$ olduğundan ... I. hal ıslak buhar bölgesindedir.

$v_1 = v_f + x\,v_{fg} \Rightarrow 0,0006 = 0,0010 + x_1(1,0036 - 0,0010) \Rightarrow x_1 = 0,005$

$u_1 = u_2 + x_1\,u_{fg} \Rightarrow u_1 = 497\ kJ/kg$

(!!) Sıcaklığı tanecreden çıkan buharın entalpisi çalışma basıncında doymuş buharın entalpisidir.

$h_ç = h_{g,175kPa} = 2700,6\ kJ/kg$

$\Sigma m_g - \Sigma m_ç = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_ç = m_2 - 1 \Rightarrow m_ç = 1 - m_2$

$Q - W = \Sigma m_g h_g - \Sigma m_ç h_ç + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$

II. halde bir miktar su var. II. halde ıslak buhar

$v_2 = 0,0010 - x_2(1,004 - 0,001) \Rightarrow x_2 = \dfrac{v_2 - 0,001}{1,004 - 0,001}$

Örnek 4-12=

a) $\Sigma m_g - \Sigma m_c = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_c = m_2 - m_1$

$\Rightarrow m_c = m_1 - m_2$

$P_1 V_1 = m_1 R T_1 \Rightarrow 300 \times 1 = m_1 \times 0,2870 \times 300 \Rightarrow m_1 = 3,484$ kg

$P_2 = 1$ bar

4-80) $\Sigma m_g - \Sigma m_c = (m_2 - m_1) \Rightarrow m_g - 0 = m_2 - 0$

$\Rightarrow m_g = m_2$

$PV = mRT \Rightarrow 100 \times 0,005 = m \times 0,2870 \times 290$

$\Rightarrow m = 0,006$ kg

$m_g = 0,006$ kg $\quad m_2 = 0,006$ kg

$h_g = 290,16$ kJ/kg $\quad u_2 = 206,91$ kJ/kg

$Q - W = m_c h_c - m_g h_g + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$

$Q - 0 = 0 - 0,006 \times 290,16 + 0,006 \times 206,91 \Rightarrow Q = -0,5$ kJ //

4-81) $\Sigma m_g - \Sigma m_c = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g - 0 = m_2 - 0 \Rightarrow m_g = m_2$

$h_g = 290,16$ kJ/kg

4-82) a) $P_1V_1 = m_1RT_1 \Rightarrow 100 \times 2 = m_1 \times 0,2870 \times 295 \Rightarrow m_1 = 2,36$ kg

$\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{m_1RT_1}{m_2RT_2} \Rightarrow \frac{100}{600} = \frac{2,36}{m_2} \cdot \frac{295}{350} \Rightarrow m_2 = 11,93$ kg

$\Sigma m_g - \Sigma m_c = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g - 0 = 11,93 - 2,36 \Rightarrow m_g = 9,58$ kg //

b) $Q - W = m_2h_2 - m_gh_g + m_2u_2 - m_1u_1$

$Q - 0 = 0 - 9,58 \times 295,17 + 11,93 \times 250,02 - 2,36 \times 210,49$

$Q = -2827,73 + 2982,74 - 496,75 \Rightarrow Q = -341,74$ kJ //

4-83) a) $v_1 = 0,00122 + 0,60(0,04340 - 0,00122) \Rightarrow v_1 = 0,0263$ m³/kg

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,2}{0,0263} \Rightarrow m_1 = 7,6$ kg

$u_1 = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u_1 = 43,21 + 0,6 \times (193,63 - 43,21)$

$\Rightarrow u_1 = 121,462$ kJ/kg

$P = 1$ MPa, $T = 120°C$ $\Rightarrow h_g = 262,25$ kJ/kg

II. hal dəyərləri baxılır.

$v_2 = v_{g\ 800kPa} = 0,02188$ m³/kg $\quad u_2 = u_{g\ 800kPa} = 183,13$ kJ/kg

$T_s = T_{d\ 1600kPa} = 32,74°C$ //

b) $V_1 = V_2 \Rightarrow V_2 = 0,2$ m³

$m_2 = \frac{V_2}{v_2} \Rightarrow m_2 = \frac{0,2}{0,02188} \Rightarrow m_2 = 9,14$ kg

$\Sigma m_g - \Sigma m_c = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g - 0 = 9,14 - 7,6 \Rightarrow m_g = 1,54$ kg //

c) $Q-W = \Sigma m_s h_s - \Sigma m_e h_e + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$

$Q-0 = 0 - 1,54 \times 2627 + 9,14 \times 183,13 - 7,6 \times 121,462$

$Q = 346,832\ kJ$ //

4-54) $v_1 = v_{g\ 100°C} = 0,8919\ m^3/kg$ $\quad P = 1\ MPa$

$u_1 = u_{g\ 100°C} = 2529,3\ kJ/kg$ $\quad T = 300°C$ $\Big\}\ h_g = 3051,2\ kJ/kg$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,1}{0,8919} \Rightarrow m_1 = 0,112\ kg$

a) $P_2 = P_{d\ 120°C} = 198,53\ kPa$

b) $v_2 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v_2 = 0,0010 + 0,5(0,8919 - 0,0010)$

$\Rightarrow v_2 = 0,446\ m^3/kg$

$m_2 = \frac{V_2}{v_2} \Rightarrow m_2 = \frac{0,1}{0,446} \Rightarrow m_2 = 0,224\ kg$

$\Sigma m_s - \Sigma m_e = m_2 - m_1 \Rightarrow m_s - 0 = 0,224 - 0,112 \Rightarrow m_s = 0,112\ kg$ //

c) $u_2 = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u_2 = 503,50 + 0,5 \times 2025,8 \Rightarrow u_2 = 1516,4\ kJ/kg$

$Q - W = \Sigma m_s h_s - \Sigma m_e h_e + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$

$Q - 0 = 0 - 0,112 \times 3051,2 + 0,224 \times 1516,4 - 0,112 \times 2529,3$

$Q = -285,34\ kJ$ //

4-55) $P_1V_1 = m_1RT_1 = 100 \times 65 = m_1 \times 0,2871 \times 295$

$\Rightarrow m_1 = 7,95\,kg$

$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow \frac{100}{65} = \frac{150}{V_2} \Rightarrow V_2 = 97,5\,m^3$

$PV = m_gRT_g \Rightarrow 150 \times (97,5 - 65) = m_g \times 4,1003 \times 298$

$\Rightarrow m_g = 4,086\,kg$

$m_2 = \frac{P_2V}{RT_2} \Rightarrow m_2 = \frac{150(97,5)}{(2,7713)T_2}$

$m_2 = \frac{5277,31}{T_2}\,kg$

$m_g = \frac{5277,31}{T_2} - 7,95$

$W_b = \frac{P_1+P_2}{2}(V_2 - V_1) \Rightarrow W_b = \frac{100+150}{2}(97,5-65) \Rightarrow W_b = 4062,5\,kJ$

$Q - W = \Sigma m_s h_s - \Sigma m_g h_g + (m_2u_2 - m_1u_1) \Rightarrow -W_b = -m_g h_g + m_2u_2 - m_1u_1$

$\Rightarrow W_b = m_g C_p T_g - m_2 C_v T_2 + m_1 C_v T_1$

4-56) $P_1 = 500\,kPa$, $T_1 = 200°C$ $\Rightarrow v_1 = 0,4249\,m^3/kg$, $u_1 = 2642,9\,kJ/kg$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,01}{0,4249} \Rightarrow m_1 = 0,0235\,kg$

$P_g = 1\,MPa$, $T_g = 350°C$ $\Rightarrow v_g = 0,2825\,m^3/kg$, $h_g = 3157,7\,kJ/kg$

$m_g = m_2 - m_1$

$m_g = m_2 - 0,0235$

$Q - W = \Sigma m_s h_s - \Sigma m_g h_g + m_2u_2 - m_1u_1 \Rightarrow -W_b = -m_g h_g + m_2u_2 - m_1u_1$

$-W_b = -(m_2 - m_1)h_g + m_2u_2 - m_1u_1$

$W_b = P(V_2 - V_1) = 5\,kJ$

$m_1 = \frac{V}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,01}{0,4249} = 0,0235$

$m_2 = \frac{V}{u_2} = \frac{0,02}{v_2}$

$-5 = -\left(\frac{0,02}{v_2} - 0,0235\right)3157,7 + \frac{0,02}{v_2}u_2 - 0,0235 \times 2642,9$

$T_2 = 262,6°$ $v_2 = 0,4865$

$m_2 = \frac{V_2}{v_2} = \frac{0,02}{0,4865} = 0,0411$

4-87) a) $T_2 = T_{s,300kPa} = 133,6\,^{\circ}C$ //

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{cv}$

$m_g h_g - W_s - m_c h_c = m_2 u_2 - m_1 u_1$

$m_g h_g - m_c h_c = m_2 u_2 - m_1 u_1 + W_s$

$m_g h_g - m_c h_c = m_2 h_2 - m_1 h_1$

$(m_2 - m_1) h_g = m_2 h_2 - m_1 h_1$

$m_g - m_c = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g = m_2 - m_1$

$h_1 = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h_1 = 561,47 + 0,8 \times 2163,8$

$\Rightarrow h_1 = 2292,51\ kJ/kg$

$P_g = 0,5MPa$, $T_g = 350^{\circ}C$ $\Rightarrow h_g = 3167,7\ kJ/kg$

$P_2 = 300kPa$ doymuş buhar $\Rightarrow h_2 = h_{g\,300kPa} = 2725,3\ kJ/kg$

$(m_2 - 10) \times 3167,7 = m_2 \times 2725,3 - 10 \times 2292,51$

$3167,7 m_2 - 31677 = 2725,3 m_2 - 22925,1 \Rightarrow 87,51,9 = 442,4 m_2$

$\Rightarrow m_2 = 19,78\ kg$

$m_g = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g = 9,78\ kg$

4-88) a) $u_1 = u_{g\,1MPa} = 186,32\ kJ/kg$ $\quad v_1 = v_{g\,1MPa} = 0,01744\ kJ/kg$

$P_g = 1,2MPa$, $T_g = 30^{\circ}C$ $\Rightarrow h_g = 64,59\ kJ/kg$, $u_2 = 83,22\ kJ/kg$, $v_g = 0,0007739\ m^3/kg$, $v_2 = 0,0008237\ m^3/kg$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,1}{0,01744} \Rightarrow m_1 = 5,734\ kg$ $\quad m_2 = \frac{V_2}{v_2} \Rightarrow m_2 = \frac{0,1}{0,0008237}$

$\Rightarrow m_2 = 121,4\ kg$ //

$m_g - m_c = m_2 - m_1$

$m_g - 0 = 121,4 - 5,734 \Rightarrow m_g = 115,7\ kg$

b) $Q - W = \Sigma m_e h_e - \Sigma m_g h_g + m_1 u_1 - m_1 u_1$

$Q - 0 = 0 - 115,7 \times 64,59 + 121,4 \times 83,22 - 5,734 \times 186,32$

$Q = 1564\ kJ$ //

4-89) $T_1 = 200°C$, Doymuş $\Rightarrow u_1 = u_{f,200°C} = 0,001157 \text{ m}^3/\text{kg}$, $u_1 = u_{f,200°C} = 850,65 \text{ kJ/kg}$

$m_1 = \frac{V_1}{u_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,3}{0,001157} \Rightarrow m_1 = 259,3 \text{ kg}$

(1) Oksan sıvının özellikleri, kap içerisinde bulunan sıvının özellikleriyle aynıdır.

$T_a = 200°C$, Doymuş Sıvı $\Rightarrow h_a = h_{f,200°C} = 852,45 \text{ kJ/kg}$, $m_a = 129,65 \text{ kg}$

$m_2 = 129,65 \text{ kg}$, $V_2 = 0,3 \text{ m}^3$ $\Rightarrow u_2 = \frac{V_2}{m_2} \Rightarrow u_2 = \frac{0,3}{129,65} \Rightarrow u_2 = 0,002314 \text{ m}^3/\text{kg}$

$T_2 = 200°C \Rightarrow u_f = 0,001157 \text{ m}^3/\text{kg}$, $u_g = 0,12736 \text{ m}^3/\text{kg}$ $\Rightarrow u_f < u_2 < u_g$ olduğundan ıslak buhar.

$u_2 = u_f + x u_{fg} \Rightarrow 0,002314 = 0,001157 + x_2(0,12736 - 0,001157) \Rightarrow x_2 = 0,00917$

$u_2 = u_f + x_2 u_{fg} \Rightarrow u_2 = 850,65 + 0,00917 \times 1744,7 \Rightarrow u_2 = 866,65 \text{ kJ/kg}$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$Q = 129,65 \times 852,45 + 129,65 \times 866,65 - 259,3 \times 850,65 \Rightarrow Q = 2308 \text{ kJ}$ //

4-90) $m_1 = \frac{V_f}{u_f} + \frac{V_g}{u_g} \Rightarrow m_1 = \frac{0,04}{0,0007502} + \frac{0,06}{0,02188} \Rightarrow m_1 = 54 \text{ kg}$

$h_a = h_{f,100kPa} = 67,30 \text{ kJ/kg}$

$u_1 = \frac{V_1}{m_1} \Rightarrow u_1 = \frac{0,1}{54} \Rightarrow u_1 = 0,00185 \text{ m}^3/\text{kg}$

$0,00185 = 0,0007502 + x(0,02188 - 0,0007502) \Rightarrow x = 0,05$

$u_1 = 66,68 + 0,05(183,13 - 66,68) \Rightarrow u_1 = 72,5225 \text{ kJ/kg}$

$u_2 = u_{g,100kPa} = 183,13 \text{ kJ/kg}$, $m_2 = \frac{0,1}{0,02188} \Rightarrow m_2 = 4,57 \text{ kg}$

$m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 4,57 - 54 \Rightarrow m_a = 49,43 \text{ kg}$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$Q = 49,43 \times 67,30 + 4,57 \times 183,13 - 54 \times 72,5225 \Rightarrow Q = 2441,2 \text{ kJ}$ //

$m_1 = \frac{V_f}{v_f} + \frac{V_g}{v_g} \Rightarrow m_1 = \frac{0,09}{0,0007452} + \frac{0,07}{0,02188} \Rightarrow m_1 = 41,65\ kg$

$m_g = \frac{V_g}{v_g} \Rightarrow m_g = \frac{0,07}{0,02188} \Rightarrow m_g = 3,2\ kg \qquad x = \frac{3,2}{41,65} \Rightarrow x = 0,0768$ (52)

$u_1 = 66,68 + 0,0768(183,13 - 66,68) \Rightarrow u_1 = 75,62\ kJ/kg$

$h_a = h_{g\ extra} = 200,63\ kJ/kg \qquad m_2 = \frac{0,1}{0,02188} \Rightarrow m_2 = 4,57\ kg$

$m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 4,57 - 41,65 \Rightarrow m_a = 37,08\ kg \qquad u_2 = u_{g\ extra} = 183,13\ kJ/kg$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$Q = 37,08 \times 200,63 + 4,57 \times 183,13 - 41,65 \times 75,62 \Rightarrow Q = 5126,7\ kJ$ //

4-92) $P_1 = 2MPa$, $T_1 = 300°C$ } $v_1 = 0,12547\ m^3/kg$, $u_1 = 2772,6\ kJ/kg$, $h_1 = 3023,5\ kJ/kg$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,2}{0,12547} \Rightarrow m_1 = 1,594\ kg$

$P_2 = 2MPa$, $T_2 = 500°C$ } $v_2 = 0,17568\ m^3/kg$, $u_2 = 3116,2\ kJ/kg$, $h_2 = 3467,6\ kJ/kg$

$m_2 = \frac{V_2}{v_2} \Rightarrow m_2 = \frac{0,2}{0,17568} \Rightarrow m_2 = 1,138\ kg$

$m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 1,138 - 1,594 \Rightarrow m_a = 0,456\ kg$

$h_a = \frac{h_1 + h_2}{2} \Rightarrow h_a = \frac{3023,5 + 3467,6}{2} \Rightarrow h_a = 3245,55\ kJ/kg$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$Q - 0 = 0,456 \times 3245,55 + 1,138 \times 3116,2 - 1,594 \times 2772,6$

$Q = 606,7\ kJ$ //

4-93) $m_1 = \frac{V_f}{u_f} + \frac{V_g}{u_g} \Rightarrow m_1 = \frac{0,002}{0,001057} + \frac{0,002}{1,0036} \Rightarrow m_1 = 1,89\ kg$

$m_g = \frac{V_g}{u_g} \Rightarrow m_g = \frac{0,002}{1,0036} \Rightarrow m_g = 0,00189\ kg \qquad x = \frac{0,00189}{1,89} \Rightarrow x = 0,00105$

$u_1 = 486,80 + 0,00105 \times 2038,1 \Rightarrow u_1 = 488,94\ kJ/kg$

$h_g = h_{g,175kPa} = 2700,6\ kJ/kg$

$$\left.\begin{array}{l} v_2 = v_f + x_2 v_{fg} \Rightarrow v_2 = 0,001057 + x_2 (1,0036 - 0,001057) \\ u_2 = u_f + x_2 u_{fg} \Rightarrow u_2 = 486,80 + x_2 \cdot 2038,1 \end{array}\right\}$$

4-94) $P_1 V_1 = m_1 R T_1 \Rightarrow 2000 \times 0,08 = m_1 \times 2,0769 \times 353$

$\Rightarrow m_1 = 0,218\ kg$

$m_a = 0,109\ kg \qquad m_2 = 0,109\ kg$

$h_a = \frac{h_1 + h_2}{2}$

$h_a = \frac{C_p T_1 + C_p T_2}{2}$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$h_a = \frac{5,1926 \times 353 + 5,1926 T_2}{2}$

$0 = 0,109\left(816,5 + \frac{5,1926 T_2}{2}\right) + 0,109 \times 3,1115 T_2 - 0,218 \times 3,1115 \times 353$

$0 = 88,8985 + 0,282 T_2 + 0,34 T_2 - 239,175 \Rightarrow T_2 = 225K$ //

4-95) $P_1V_1 = m_1RT_1 \Rightarrow 500 \times 5 = m_1 \times 0,2870 \times 325$

$\Rightarrow m_1 = 26,8$ kg

$u_{1,325K} = 232,02$ kJ/kg

$P_2V_2 = m_2RT_2 \Rightarrow 200 \times 5 = m_2 \times 0,2870 \times 325$

$\Rightarrow m_2 = 10,72$ kg

$m_f - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 10,72 - 26,8 \Rightarrow m_a = 16,08$ kg

$u_{2,325K} = 232,02$ kJ/kg $\quad h_a = h_{325K} = 325,31$ kJ/kg

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_f h_f + m_2u_2 - m_1u_1$

$Q - W = 16,08 \times 325,31 + 10,72 \times 232,02 - 26,8 \times 232,02 \Rightarrow W = -1500$ kJ //

4-96) a) $P_1V_1 = m_1RT_1 \Rightarrow 300 \times 0,2 = m_1 \times 0,2870 \times 293 \Rightarrow m_1 = 0,7135$ kg

$P_2V_2 = m_2RT_2 \Rightarrow 300 \times 0,1 = m_2 \times 0,2870 \times 293 \Rightarrow m_2 = 0,357$ kg //

b) $Q - W_s = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_f h_f + m_2u_2 - m_1u_1 \Rightarrow Q = m_a h_a - m_f h_f + m_2h_2 - m_1h_1$

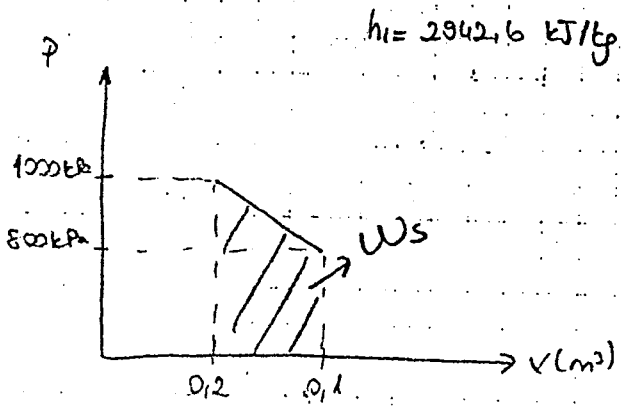
$h_a = h_2 = h_1$ (T = sabit)

$m_1 = 2m_a = 2m_2$

$\Big\} \quad Q = 0$ //

4-98) $P_1 = 1$ MPa, $T_1 = 250°C$ $\Big\}$ $v_1 = 0,2327$ m³/kg, $u_1 = 2709,9$ kJ/kg, $h_1 = 2942,6$ kJ/kg

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,2}{0,2327} \Rightarrow m_1 = 0,86$ kg //



$W_s = -\frac{(1000+800)(0,2-0,1)}{2} \Rightarrow W_s = -90$ kJ

$P_2 = 800\,kPa$, Doymuş buhar $\Rightarrow v_2 = 0,2404\ m^3/kg$, $u_2 = u_{800kPa} = 2576,8\ kJ/kg$, $h_2 = 2769,1\ kJ/kg$

$m_2 = \frac{V_2}{v_2} \Rightarrow m_2 = \frac{0,1}{0,2404} \Rightarrow m_2 = 0,415\ kg$

b) $m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 0,415 - 0,86 \Rightarrow m_a = 0,445\ kg$

$h_a = \frac{h_1 + h_2}{2} \Rightarrow h_a = \frac{2942,6 + 2769,1}{2} \Rightarrow h_a = 2855,85\ kJ/kg$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1 \Rightarrow Q - (-95) = 0,445 \times 2855,85 + 0,415 \times 2576,8 - 0,86 \times 2709,1$

$\Rightarrow Q = -80\ kJ/kg$ //

4-99) a) $P_1 = 300\,kPa$, $T_1 = 250°C \Rightarrow v_1 = 0,7964\ m^3/kg$, $u_1 = 2728,7\ kJ/kg$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,3}{0,7964} \Rightarrow m_1 = 0,376\ kg$

$P_2 = 300\,kPa$, $T_2 = 250°C \Rightarrow v_2 = 0,7964\ m^3/kg$, $u_2 = 2728,7\ kJ/kg$

$m_2 = \frac{V_1}{v_2} \Rightarrow m_2 = \frac{0,1}{0,7964} \Rightarrow m_2 = 0,125\ kg$

$m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 0,125 - 0,376 \Rightarrow m_a = 0,251\ kg$ //

b) $Q - W_s = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$Q - 300(0,1 - 0,3) = 0,251 \times 2967,6 + 0,125 \times 2728,7 - 0,376 \times 2728,7 \Rightarrow Q = 0$ //

4-101) $P_1 = 98\,kPa$, $T_1 = 295K \Rightarrow h_1 = 295,17\ kJ/kg$

$P_2 = 1\,mPa$, $T_2 = 550K \Rightarrow h_2 = 554,74\ kJ/kg$

$P_3 = 12,5\,mPa$, $T_3 = 500°C \Rightarrow h_3 = 3341,8\ kJ/kg$

$P_4 = 10\,kPa$, $x = 0,92$, Islak buhar $\Rightarrow h_4 = 191,83 + 0,92 \times 2392,8$

$h_4 = 2393,2\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_a = \Delta E_{sis} = 0$

$25 \times 295,17 + 25 \times 3341,8 + \dot{W} = 25 \times 554,74 + 25 \times 2393,2 \Rightarrow \dot{W} = 17225,75\ kW$ //

4-103) a) $P_1 = 10\,MPa$, $T_1 = 550°C$ $\Rightarrow v_1 = 0,03564\ m^3/kg$, $h_1 = h_g = 3500,9\ kJ/kg$

kizgin buhar

5/6

$h_{f\,1kPa} = 271,93\ kJ/kg$ $\quad h_{fg,1kPa} = 2346,3\ kJ/kg$

$h_2 = h_f + x\,h_{fg} \Rightarrow h_2 = 271,93 + 0,95 \times 2346,3$

$\Rightarrow h_2 = 2500,915\ kJ/kg$

$\dot{m} = \frac{1}{v_1} V_1 A_1 \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,03564} \cdot 60 \times 150 \times 10^{-4} \Rightarrow \dot{m} = 25,25\ kg/s$ //

b) $v_2 = 0,001020 + 0,95(6,204 - 0,001020) \Rightarrow v_2 = 5,89\ m^3/kg$

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \frac{1}{v_1} V_1 A_1 = \frac{1}{v_2} V_2 A_2 \Rightarrow \frac{1}{0,03564} 60 \cdot 150 \times 10^{-4} = \frac{1}{5,89} V_2\, 1400 \times 10^{-4}$

$\Rightarrow V_2 = 1062,4\ m/s$ //

c) $q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \Rightarrow \dot{Q} = 30 \times 25,25 \Rightarrow \dot{Q} = 757,5\ kW$

$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\Delta pe = 0)$

$\dot{m}h_1 + \frac{1}{2}\dot{m}V_1^2 = \dot{m}h_2 + \frac{1}{2}\dot{m}V_2^2 + \dot{Q} + \dot{W}$

$25,25 \times 3500,9 + \frac{1}{2} 25,25 \times 60^2 \frac{1}{1000} = 25,25 \times 2500,915 + \frac{1}{2} 25,25 \times 1062,4^2 \frac{1}{1000} + 757,5 + \dot{W}$

$88397,725 + 45,45 = 63148,10375 + 14249,75 + 757,5 + \dot{W}$

$\dot{W} = 10287,82\ kW$ //

4-104) a) $P_1 = 100 kPa$, $T_1 = -20°C$, sıkıştırılmış sıvı $\Rightarrow h_1 = h_{f,-20°C} = 17,82 \ kJ/kg$, $v_1 = v_{f,-20°C} = 0,0006855 \ m^3/kg$

$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v} \Rightarrow \dot{m} = \frac{3}{0,0006855} \Rightarrow \dot{m} = 4376,36 \ kg/s$

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0$ $(\dot{Q} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{W} + \dot{m}h_1 = \dot{m}h_2 \Rightarrow 15 + 4376,36 \times 17,82 = 4376,36 h_2$

$\Rightarrow h_2 = 17,82 \ kJ/kg$

$h_{f,100kPa} = 67,30 \ kJ/kg$. $h_2 < h_f$ olduğundan sıkıştırılmış sıvı.

$T_2 = -20°C$ //

4-105) $P_1 = 1MPa$, $T_1 = 550K$ $\Rightarrow h_1 = 554,74 \ kJ/kg$

$P_3 = 140kPa$, $T_3 = 800K$ $\Rightarrow h_3 = 821,95 \ kJ/kg$

$P_4 = 130kPa$, $T_4 = 600K$ $\Rightarrow h_4 = 607,02 \ kJ/kg$

a) $\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0$ $(\dot{W} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{Q} + \dot{m}h_1 = \dot{m}h_2 \Rightarrow 3200 + \frac{800}{60} 554,74 = \frac{800}{60} h_2 \Rightarrow h_2 = 794,74 \ kJ/kg$

760K	778,18 kJ/kg	
x	794,74 kJ/kg	$T_2 = 775 K$ //
780K	800,03 kJ/kg	

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0$ $(\dot{W} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{m}h_3 = \dot{Q} + \dot{m}h_4 \Rightarrow 821,95\dot{m} = 3200 + 607,02\dot{m}$

$\Rightarrow \dot{m} = 14,9 \ kg/s$ //

4-106) $P_1 = 1\,MPa$, $T_1 = 200°C$ $\Big\}$ $h_1 = 2827,9\ kJ/kg$; $P_2 = 1\,MPa$, $x_2 = 0$ $\Big\}$ $h_2 = h_{f\,1MPa} = 762,81\ kJ/kg$

56

$P_3 = 2,5\,MPa$, $T_3 = 60°C$ $\Big\}$ $h_3 = h_{f\,60°C} = 209,33\ kJ/kg$

$\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \dot{W} - \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_3 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_4 \Rightarrow$

4-107) $q - w = \Delta h + \cancel{\Delta ke}^{\,0} + \cancel{\Delta pe}^{\,0}$

$q - w = c_p \Delta T \Rightarrow (30 + 0,25 - 7,5)\Delta t = 1,005 \times 10 \Rightarrow$

4-105) b) $\dot{V} = v_{ort} \cdot A \Rightarrow \frac{0,03}{60} = v_{ort} \frac{\pi 0,05^2}{4} \Rightarrow v_{ort} = 0,25\ m/s$ //

a) $\dot{m} = \rho v_{ort} A \Rightarrow \dot{m} = 1000 \times 0,25 \times \frac{\pi 0,05^2}{4} \Rightarrow \dot{m} = 0,49\ kg/s$

$\Sigma E_g - \Sigma E_{ç} = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\dot{Q} = \Delta ke = \Delta pe = 0)$

$\dot{W} + \dot{m}h_1 = \dot{m}h_2 \Rightarrow \dot{W} = \dot{m}h_2 - \dot{m}h_1$

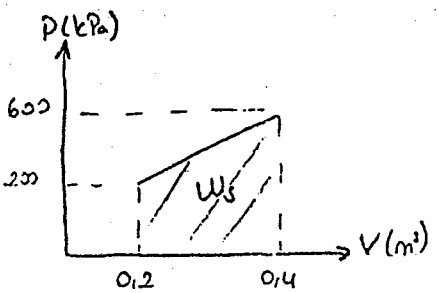
$\Rightarrow \dot{W} = \dot{m}\Delta h \Rightarrow \dot{W} = \dot{m} C_p (T_2 - T_1)$

$\Rightarrow \dot{W} = 0,49 \times 4,184 (50-15) \Rightarrow \dot{W} = 71,75\ kW$ //

4-109) $P_1 = 200\ kPa$, $T_1 = 295\ K$ $\Big\}$ $u_1 = 210,49\ kJ/kg$ $\quad P_1 v_1 = R T_1 \Rightarrow 200 v_1 = 0,2870 \times 295$

$\Rightarrow v_1 = 0,42\ m^3/kg$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,2}{0,42} \Rightarrow m_1 = 0,476\ kg$ $\quad m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g = m_2 - 0,476$



$W_s = \frac{(200+600)(0,4-0,2)}{2} \Rightarrow W_s = 80\ kJ$

$P_g V_g = m_g R T_g \Rightarrow 800 \times 0,2 = m_g \times 0,2870 \times 295 \Rightarrow m_g = 1,88\ kg$

$m_g = m_2 - m_1 \Rightarrow m_g =$

4-110) $P_1 = 500 kPa$, $T_1 = 400K$ → $u_1 = 286,16$ kJ/kg, $h_1 = 400,98$ kJ/kg

$P_1 V_1 = m_1 R T_1$

$500 \times 10000 = m_1 \times 0,2870 \times 400$

$m_1 = 43554$ kg

(58)

4-112) $P_1 = 0,1 MPa$, kızgın buhar → $v_1 = 1,9364$ m³/kg, $h_1 = 2776,4$ kJ/kg

$T_2 = 120°C$, doymuş buhar → $v_2 = 0,8919$ m³/kg, $h_2 = 2706,3$ kJ/kg

a) $\dot{m} = \frac{1}{v_1} v_2 A_2 \Rightarrow \dot{m} = \frac{1}{0,8919} 50 \times 0,08 \Rightarrow \dot{m} = 4,48$ kg/s

b) $\Sigma E_g - \Sigma E_ç = \Delta E_{sb} = 0 \quad (\dot{W} = \Delta pe = 0)$

$\dot{m} h_1 + \frac{1}{2} \dot{m} v_1^2 = \dot{Q} + \dot{m} h_2 + \frac{1}{2} \dot{m} v_2^2$

$4,48 \times 2776,4 + \frac{1}{2} 4,48 \times 180^2 \frac{1}{1000} = \dot{Q} + 4,48 \times 2706,3 + \frac{1}{2} 4,48 \times 50^2 \frac{1}{1000}$

$12438,272 + 72,576 = \dot{Q} + 12124,224 + 5,6 \Rightarrow \dot{Q} = 381,024$ kW //

c) $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \frac{1}{v_1} v_1 A_1 = \frac{1}{v_2} v_2 A_2$

$\Rightarrow \frac{1}{1,9364} 180 A_1 = \frac{1}{0,8919} 50 \times 0,08 \Rightarrow A_1 = 0,048$ m² //

$0,005 = 0,0012 + x (0,8857 - 0,0012)$

4-113) $V_f = 0{,}001\ m^3$ $V_g = 0{,}004\ m^3$

$m_1 = \frac{V_f}{v_f} + \frac{V_g}{v_g}$

$v_f = 0{,}0010\ m^3/kg$ $v_g = 0{,}8857\ m^3/kg$

$m_1 = \frac{0{,}001}{0{,}0010} + \frac{0{,}004}{0{,}8857} \Rightarrow m_1 = 1 + 4{,}5\times10^{-3}$

$\Rightarrow m_1 = 1{,}0045\ kg$

$x = \frac{4{,}5\times1}{1{,}00} \Rightarrow x = 4{,}48\times10^{-3}$

$u_1 = 504{,}49 + 4{,}48\times10^{-3}\times 2025 \Rightarrow u_1 = 513{,}562\ kJ/kg$

$u_2 = 2529{,}5\ kJ/kg$ $v_2 = 0{,}8857\ m^3/kg$ $m_2 = \frac{0{,}001}{0{,}8857} \Rightarrow m_2 = 5{,}64\times10^{-3}\ kg$

$m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow 0 - m_a = 5{,}64\times10^{-3} - 1{,}0045 \Rightarrow m_a = 0{,}998\ kg$

$h_a = 2706{,}7\ kJ/kg$

$Q - W = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$0{,}4\,\Delta t = 0{,}998\times2706{,}7 + 5{,}64\times10^{-3}\times 2529{,}5 - 1{,}0045\times 513{,}562 \Rightarrow \Delta t = 1{,}52\ saat$

4-114) a) $P_1V_1 = m_1RT_1 \Rightarrow 150\times25 = m_1\times2{,}7713\times283 \Rightarrow m_1 = 4{,}62\ kg$

$P = a + bV \Rightarrow 150 = -100 + 25b \Rightarrow b = 10$

$P_2 = -100 + 10V_2 \Rightarrow 100 = -100 + 10V_2 \Rightarrow V_2 = 20\ m^3$ //

$P_2V_2 = m_2RT_2$

$100\times20 = m_2\times2{,}7713\,T_2$

$m_2 = \frac{721{,}68}{T_2}$

$m_g - m_a = m_2 - m_1 \Rightarrow m_a = 4{,}62 - \frac{721{,}68}{T_2}$

$W_b = \frac{P_1+P_2}{2}(V_2 - V_1) \Rightarrow W_b = \frac{150+100}{2}(20-25) \Rightarrow W_b = -625\ kJ$

$Q - W_b = \Sigma m_a h_a - \Sigma m_g h_g + m_2u_2 - m_1u_1$

$0 + 625 = \left(4{,}62 - \frac{721{,}68}{T_2}\right)\times5{,}1926\times293 + \frac{721{,}68}{T_2}\times3{,}1156\,T_2 - 4{,}62\times3{,}1156\times293$

$625 = 7029 - \frac{1097986{,}9}{T_2} + 2248{,}46 - 4217{,}46$

$\frac{1097986{,}9}{T_2} = 443{,}7 \Rightarrow T_2 = 247{,}5\ K$ //

b) $m_a = 4{,}62 - \frac{721{,}68}{247{,}5} \Rightarrow m_a = 1{,}704\ kg$

= CARNOT İLKELERİ =

1) Aynı ısıl enerji depoları arasında çalışan tersinmez bir ısı makinesiyle tersinir bir ısı makinesi birbirine tersinir bir ısı makinesinin verimi her zaman tersinir ısı makinesinin verimine eşit veya daha az olur.

2) Aynı ısıl enerji depoları arasında çalışan tüm tersinir ısı makinelerinin verimleri eşittir.

Tersinir bir makinenin aldığı ve verdiği ısılar ısıl enerji depolarının sıcaklıkları arasında şu ilişki vardır.

$$\left(\frac{Q_H}{Q_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L}$$

= CARNOT ISI MAKİNASI =

$$\eta_{th} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

$$\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Tersinir ısı makinelerinin ve Carnot ısı makinesinin ısıl verimi

$\eta_{th} < \eta_{th,tr}$ ← Tersinmez ısı makinesi

$\eta_{th} = \eta_{th,tr}$ ← Tersinir ısı makinesi

$\eta_{th} > \eta_{th,tr}$ ← Olanaksız

Örnek 5-5 =

a) $\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 1 - \frac{(30+273)}{(652+273)} = 0,672$

b) $\left(\frac{Q_H}{Q_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{500}{Q_{L,tr}} = \frac{(652+273)}{(30+273)} \Rightarrow Q_{L,tr} = 163,8\,kJ$

= CARNOT SOĞUTMA MAKİNASI ve ISI POMPASI =

$$COP_{sm,tr} = \frac{1}{T_H/T_L - 1} \qquad COP_{IP,tr} = \frac{1}{1 - T_L/T_H}$$

$COP_{sm} < COP_{sm,tr}$ ← Tersinmez soğutma makinası

$COP_{sm} = COP_{sm,tr}$ ← Tersinir soğutma makinası

$COP_{sm} > COP_{sm,tr}$ ← Olanaksız

Örnek 5-6a

$$COP_{sm,tr} = \frac{1}{T_H/T_L - 1} \Rightarrow COP_{sm,tr} = \frac{1}{\frac{297}{275} - 1} \Rightarrow COP_{sm,tr} = 12,5$$

$COP_{sm} = 13,5 > COP_{sm,tr} = 12,5$ olduğundan olanaksızdır.

Örnek 5-7a

$$\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{37,5}{\dot{Q}_L} = \frac{294}{268} \Rightarrow \dot{Q}_L = 34,18 \text{ kW}$$

$\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 37,5 - 34,18 = 3,32 \text{ kW}$ //

= BÖLÜM 6 : Termodinamiğin II. Yasası =

-Isı Makinaları-

$$W_{net,cikan} = W_{cikan} - W_{giren} \quad (kJ)$$

$$W_{net,cikan} = Q_{giren} - Q_{cikan} \quad (kJ)$$

-Isıl Verim-

η_{th} → Isıl Verim

$$\text{Isıl verim} = \frac{\text{Çıkan net iş}}{\text{giren ısıl enerji}}$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net,cikan}}{Q_{giren}}$$

$W_{net,cikan} = Q_{giren} - Q_{cikan}$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net,cikan}}{Q_{giren}}$$

$$\eta_{th} = \frac{Q_{giren} - Q_{cikan}}{Q_{giren}} \Rightarrow \boxed{\eta_{th} = 1 - \frac{Q_{cikan}}{Q_{giren}}}$$

T_H → Yüksek sıcaklıktaki ısıl enerji deposu

T_L → Düşük " " " "

$$W_{net,cikan} = Q_{giren} - Q_{cikan} \Rightarrow \boxed{W_{net,cikan} = Q_H - Q_L}$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net,cikan}}{Q_{giren}} \Rightarrow \eta_{th} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H}$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta_{th} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}}$$

$Q_H \rightarrow Q_{giren}$

$Q_L \rightarrow Q_{cikan}$

$W_{net,cikan} = Q_{giren} - Q_{cikan}$

$W_{net,cikan} = Q_H - Q_L$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

rnk 5-1 =

$\dot{W}_{net,alkan} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{W}_{net,alkan} = 80 - 50 = 30\ MW$ //

$\eta_{th} = 1 - \frac{\dot{Q}_L}{Q_H} \Rightarrow \eta_{th} = 1 - \frac{50}{80} \Rightarrow \eta_{th} = 0,375$ //

rnk 5-2 =

$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,alkan}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow 0,25 = \frac{50}{\dot{Q}_H} \Rightarrow \dot{Q}_H = 200\ kJ/s$

$\dot{m} = \frac{200\ kJ/s}{44000\ kJ/kg} \Rightarrow \dot{m} = 0,00455\ kg/s$

Etkinlik katsayısı -

Soğutma Makinaları İçin;

COPsm ← Bir soğutma makinasının verimi, etkinlik katsayısı

Soğutma makinasının amacı, soğutulan ortamdan ısı çekmektir.

Q_L → Soğutulan ortamdan çekilen ısı

$COP_{sm} = \frac{\text{Elde edilmek istenen değer}}{\text{Harcanmak zorunda olan değer}} \Rightarrow COP_{sm} = \frac{Q_L}{W_{net,giren}}$

$W_{net,giren} = Q_H - Q_L \Rightarrow COP_{sm} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \Rightarrow COP_{sm} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$

Isı Pompaları İçin,

$COP_{IP} = \frac{Q_H}{W_{net,giren}}$

$W_{net,giren} = Q_H - Q_L$

$COP_{IP} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} \Rightarrow COP_{IP} = \frac{1}{1 - \frac{Q_L}{Q_H}}$

$\boxed{COP_{IP} = COP_{sm} + 1}$

Örnek 5-3 =

a) $COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow COP_{sm} = \frac{360/60}{2} \Rightarrow COP_{sm} = 3$ //

b) $\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 2 = \dot{Q}_H - 6 \Rightarrow \dot{Q}_H = 8$ kW //

Örnek 5-4 =

a) $COP_{IP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 2,5 = \frac{80000 kJ/h}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 32000 kJ/h$ //

b) $\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 32000 = 80000 - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_L = 48000$ kJ/h //

$Q_H \rightarrow$ Çevrimle T_H sıcaklığındaki ortam (yüksek sıcaklıktaki ısıl enerji deposu) arasındaki ısı geçişinin mutlak değeri

$Q_L \rightarrow$ Çevrimle T_L " " (düşük " " ") arasındaki ısı geçişinin mutlak değeri

5-25) $\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,cikan}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow 0,4 = \frac{800mw}{\dot{Q}_H} \Rightarrow \dot{Q}_H = 2000 mw$

$\dot{W}_{net,cikan} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 800 = 2000 - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_L = 1200 mw$ //

5-26) a) $\dot{W}_{net,cikan} = \dot{Q}_{giren} - \dot{Q}_{cikan} \Rightarrow \dot{W}_{net,cikan} = 280 - (8+145)$

$\Rightarrow \dot{W}_{net,cikan} = 127 GJ/h = 35,3 mw$

b) $\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,cikan}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow \eta_{th} = \frac{3513}{7718} \Rightarrow \eta_{th} = 0,454$ yani % 45,4 //

5-27) $\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,alkan}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow 0,28 = \frac{90}{\dot{Q}_H} \Rightarrow \dot{Q}_H = 321,42$ kJ/s

$\dot{m} = \frac{321,42}{44000} \Rightarrow \dot{m} = 7,305 \times 10^{-3}$ kg/s //

5-28) $\dot{m} = 16,67$ kg/s

$16,67 = \frac{\dot{Q}_H}{30000} \Rightarrow \dot{Q}_H = 500$ MW

$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,alkan}}{\dot{Q}_H}$

$\eta_{th} = \frac{150}{500} \Rightarrow \eta_{th} = 0,3$ %30 //

5-29) $\dot{V} = 5,56 \times 10^{-6}$ m³/s

$\dot{m} = \rho \dot{V} \Rightarrow \dot{m} = 4,444 \times 10^{-3}$ kg/s

$4,44 \times 10^{-3} = \frac{\dot{Q}_H}{44000} \Rightarrow \dot{Q}_H = 195,56$ kW

$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,alkan}}{\dot{Q}_H}$

$\eta_{th} = \frac{60}{195,56} \Rightarrow \eta_{th} = $ %30,7 //

5-30) $\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,alkan}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow 0,03 = \frac{100}{\dot{Q}_H} \Rightarrow \dot{Q}_H = 3333,33$ kW $= 1,2 \times 10^7$ kJ/h //

) Güneş, santrale göre daha yüksek sıcaklıktaki bir ısıl enerji kaynağıdır.

5-41) a) $COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 1,8 = \frac{1,5}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 0,83$ kW //

$\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 0,83 = \dot{Q}_H - 1,5 \Rightarrow \dot{Q}_H = 2,33$ kJ/s $\cong$ 140 kJ/dakika //

5-42) a) $COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow COP_{sm} = \frac{12,5}{6} \Rightarrow COP_{sm} = 2,08$ //

$\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 6 = \dot{Q}_H - 12,5 \Rightarrow \dot{Q}_H = 18,5$ kJ/s $= 1110$ kJ/dakika //

5-43) $COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 2,5 = \frac{4800}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 1920$ kJ/h $= 0,533$ kW //

5-44) $\dot{m} = 3{,}34 \times 10^{-3}$ kg/s $\quad COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = \frac{1{,}28}{2{,}4}$ 60

$3{,}34 \times 10^{-3} = \frac{\dot{Q}_L}{384} \Rightarrow \dot{Q}_L = 1{,}28$ kW $\quad \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 0{,}534$ kW //

5-45) $Q_L = mc\Delta T \Rightarrow Q_L = 50 \times 4{,}2 \times (20-8) \Rightarrow Q_L = 2520$ kJ

$COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 2{,}5 = \frac{\dot{Q}_L}{0{,}45} \Rightarrow \dot{Q}_L = 1{,}125$ kJ/s

$\Delta t = \frac{Q_L}{\dot{Q}_L} \Rightarrow \Delta t = \frac{2520}{1{,}125} \Rightarrow \Delta t = 2240$ s //

5-46) $Q_L = mc\Delta T \Rightarrow Q_L = 800 \times 1 \times (32-20) \Rightarrow Q_L = 9600$ kJ

$\Delta t = \frac{Q_L}{\dot{Q}_L} \Rightarrow 900 = \frac{9600}{\dot{Q}_L} \Rightarrow \dot{Q}_L = 10{,}67$ kW

$COP_{sm} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 2{,}5 = \frac{10{,}67}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 4{,}268$ kW //

5-49) 1200 ~~kWh~~ $\times$ 8,5 $\frac{\text{para}}{\text{~~kWh~~}}$ = 10200 para

5-50) a) $COP_{IP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 1{,}8 = \frac{20{,}83}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 11{,}6$ kW //

b) $\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 11{,}6 = 20{,}83 - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_L = 33333$ kJ/h //

51) $\dot{Q}_{it} = 3 \times 15000 \frac{1}{3600} \Rightarrow \dot{Q}_H = 12,5$ kW

$COP_{IP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 3,5 = \frac{12,5}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 3,57$ kW //

52) $\dot{Q}_H = 60000 - 4000 \Rightarrow \dot{Q}_H = 56000$ kJ/h $= 15,56$ kW

$COP_{IP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 2,5 = \frac{15,56}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 6,22$ kW //

(11) Isı geçişinin herzaman sıcaklığın azaldığı yönde olduğu bilinen bir gerçektir. Başka bir deyişle, ısı geçişi yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama olur. Bu doğal bir olgudur, kendiliğinden gerçekleşir. Bu olgunun tersi kendiliğinden gerçekleşmez. Düşük sıcaklıktaki bir ortamdan yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı geçişi ancak soğutma makinelerinin, kullanımı ile olanaklıdır.

TERSİNİR ve TERSİNMEZ HAL DEĞİŞİMLERİ

Tersinir hal değişimi, bir yönde gerçekleştikten sonra sistem üzerinde hiçbir iz bırakmadan ters yönde de gerçekleşebilen hal değişimidir. Bu ancak net ısı geçişi ve net iş sıfır ise mümkündür.

) Net ısı geçişi ve net iş sıfır ise hal değişimi tersinirdir.

(11) Isı geçişi sıcak ortamdan soğuk ortama doğrudur. Bunun tersi ancak soğutma makineleri ve ısı pompaları ile olabilir.

5-71) a) $\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 1 - \frac{300}{1000} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 0,7$ veya %70

b) $\dot{Q}_H = 800/60 = 13,33$ kW

$\eta_{th,tr} = \frac{\dot{W}_{net,giren}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow 0,7 = \frac{\dot{W}_{net,giren}}{13,33} \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 9,33$ kW

5-72) a) $\left(\frac{Q_H}{Q_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{500}{100} = \frac{T_H}{290} \Rightarrow T_H = 725$ K

b) $\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 1 - \frac{290}{725} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 0,6$

5-73) $\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{20}{\dot{Q}_L} = \frac{823}{288} \Rightarrow \dot{Q}_L = 7,124$ kW

$\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 20 - 7,124 \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 12,76$ kW

5-74) $\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow 0,55 = 1 - \frac{288}{T_H} \Rightarrow T_H = 640$ K

$\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_H}{13,33} = \frac{640}{288} \Rightarrow \dot{Q}_H = 29,62$ kW

$\dot{W}_{net} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 29,62 - 13,33 \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 16,3$ kW

5-76) $\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 1 - \frac{293}{413} \Rightarrow \eta_{th,tr} = \%29,1$

5-77) $\eta_{th} = \frac{W_{net,ciktan}}{Q_H} \Rightarrow \eta_{th} = \frac{250}{800} \Rightarrow \eta_{th} = 0,3125$

$\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 1 - \frac{300}{400} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 0,25$

$\eta_{th} = 0,3125 > \eta_{th,tr} = 0,25$ olduğundan olanaksız.

78) $\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{net,olan}}{\dot{Q}_H} \Rightarrow \eta_{th} = \frac{180}{320} = 0,5625$

$\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 1 - \frac{300}{500} \Rightarrow \eta_{th,tr} = 0,4$

$\eta_{th} = 0,5625 > \eta_{th,tr} = 0,4$ oldığından olabilirdir.

85) $\dot{W}_{net,olan} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L$

$\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L} = \frac{298}{276}$

$2 = 298k - 276k \Rightarrow k = 0,09$ $\quad \dot{Q}_L = 276 \times 0,09 \Rightarrow \dot{Q}_L = 25,09$ kW //

86) $\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_H}{5} = \frac{298}{265} \Rightarrow \dot{Q}_H = 5,623$ kW

$\dot{W}_{net} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{W}_{net} = 5,623 - 5 \Rightarrow \dot{W}_{net} = 0,623$ kW //

87) $\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_H}{12,5} = \frac{308}{293} \Rightarrow \dot{Q}_H = 13,14$ kW

$\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 13,14 - 12,5 \Rightarrow \dot{W}_{net,giren} = 0,64$ kW //

88) $\left(\frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L}\right)_{tr} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_L} = \frac{308}{293}$

$\dot{W}_{net,giren} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 5 = 308k - 293k \Rightarrow k = 0,33$

$L = 293 \times 0,33 \Rightarrow \dot{Q}_L = 97,67$ kW //

9) b) $COP_{sm,tr} = \frac{1}{T_H/T_L - 1} \Rightarrow 4,5 = \frac{1}{\frac{296}{T_H} - 1} \Rightarrow \frac{1341}{T_H} - 4,5 = 1 \Rightarrow T_H = 243,8\,K = -29,2°C$ //

$COP_{sm,tr} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,giren}} \Rightarrow 4,5 = \frac{\dot{Q}_L}{0,5} \Rightarrow \dot{Q}_L = 135$ kJ/dakika //

Termo-I 6. Konular 2003

6. KONUNUN ÇÖZÜMLERİ

6.3) a) $\Delta S = \frac{Q_H}{T_H} - \frac{Q_L}{T_L}$

$= \frac{300}{1100} - \frac{500}{310}$

$= -0,476$ kj/K //

b) $\eta_{th} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$ $\qquad \eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$

$= 1 - \frac{500}{700}$ $\qquad = 1 - \frac{310}{1100}$

$= 0,285$ // $\qquad = 0,718$ //

6.4) $\dot{W}_{net} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow 8 = 20,83 - \dot{Q}_L$

$\dot{Q}_L = 12,83$ kw

$\Delta S = \frac{\dot{Q}_H}{T_H} - \frac{\dot{Q}_L}{T_L} \Rightarrow \Delta S = \frac{20,83}{1300} - \frac{12,83}{270}$

$= -0,0282$ //

6.6) $\dot{W}_{net} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L$

$8 = 20,83 - \dot{Q}_L \qquad \dot{Q}_L = 12,83$ kw

$\Delta S = \frac{\dot{Q}_H}{T_H} - \frac{\dot{Q}_L}{T_L} \Rightarrow \Delta S = \frac{20,83}{294} - \frac{12,83}{271} \Rightarrow \Delta S = 0,0235$ //

6.41) a) $\Delta S_{sistem} = 0$ (mükemmel gazın sıcaklığı sabit kalıyor $T_2 = T_1$)

b) $\Delta S_{çevre} = \frac{Q_{çevre}}{T_{çevre}}$

$Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W = m.C_v.\cancel{\Delta T}^{0}$

$Q - (-200) = 0 \qquad Q = -200$ kj (sistemin ısısı)

$\Delta S_{çevre} = \frac{200}{298} \Rightarrow \Delta S_{çevre} = 0,671$ kj/K

Sistemden ısı çıkıyorsa çevreye ısı girer. Yani sistem (-) ise $Q_{çevre}$ (+) olur. Bunun tersi de doğrudur.

6.42) $\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \cancel{\Delta KE}^{0} + \cancel{\Delta PE}^{0})$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}\Delta H$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}\underbrace{C_p.\Delta T}_{0}$ ($T_{sistem} = sbt$)

$\dot{Q}_{sistem} - (-8) = 0 \Rightarrow \dot{Q}_{sistem} = -8$ kw

$\Delta S_{sistem} = \frac{\dot{Q}_{sistem}}{T_{sistem}} \Rightarrow \Delta S_{sis} = \frac{-8}{218} = -0,0268$ kw/K

$\Delta S_{çevre} = \frac{\dot{Q}_{çevre}}{T_{çevre}} \Rightarrow \Delta S_{çevre} = \frac{8}{283} = 0,0283$ kw/K

6.43) $P = 200\,kPa$, Doymuş sıvı $\Rightarrow T_{sis} = T_{d,200k} = 102{,}33^\circ C$

$$\Delta S_{sis} = \frac{Q_{sis}}{T_{sis}} = \frac{450}{393{,}33} \Rightarrow \Delta S_{sis} = 1{,}44\ kJ/K$$

$$\Delta S_{cevre} = \frac{Q_{cevre}}{T_{cevre}} \Rightarrow \Delta S_{çevre} = \frac{-450}{773} \Rightarrow \Delta S_{çevre} = -0{,}582\ kJ/K$$

$$\Delta S_{top} = \Delta S_{sis} + \Delta S_{cevre}$$
$$= 1{,}44 - 0{,}582$$
$$= 0{,}562\ kJ/K \quad \text{Tersinmez} //$$

6.44) a) $\Delta S_{sis} = \frac{Q_{sis}}{T_{sis}} \Rightarrow \Delta S_{sis} = \frac{900}{673} \Rightarrow \Delta S_{sis} = 1{,}34 kJ/K$

b) $\Delta S_{cevre} = \frac{Q_{cevre}}{T_{cevre}} \Rightarrow \Delta S_{cevre} = \frac{-900}{673} = -1{,}34\ kJ/K$

c) $\Delta S_{top} = 0$

6.45) a) $\Delta S_{cevre} = \frac{Q_{cevre}}{T_{cevre}} \Rightarrow 0{,}6 = \frac{Q_{cevre}}{303} \quad Q_{cevre} = 181{,}8\ kJ$

b) $\Delta S_{cevre} = 0{,}6\ kJ/K$

c) $\Delta S_{top} = 0$

6.46) a) $T_{d,200k/1} = T_{sistem} = T_{cevre} = -12{,}53^\circ C$

$$\Delta S_{sis} = \frac{Q_{sis}}{T_{dsis}} \Rightarrow \Delta S_{sis} = \frac{120}{260{,}47} \Rightarrow \Delta S_{sis} = 0{,}46\ kJ/K$$

b) $\Delta S_{cevre} = \frac{Q_{cevre}}{T_{cevre}} \Rightarrow \Delta S_{cevre} = \frac{-120}{268} = -0{,}447\ kJ/K$

c) $\Delta S_{top} = \Delta S_{sis} + \Delta S_{cevre} \Rightarrow \Delta S_{top} = 0{,}46 - 0{,}447$
$= 0{,}013\ kJ/K$

6.51) $P_1 = 200\,kPa$, $T_1 = 200^\circ C$, su buharı $\Rightarrow v_1 = 1{,}0803\ m^3/kg$, $s_1 = 7{,}5066\ kJ/(kgK)$

$T_2 = 50^\circ C \Rightarrow v_f = 0{,}001029\ m^3/kg \quad v_g = 3{,}407\ m^3/kg$

$v_f < v_2 < v_g$ old. II. hal ıslak buhar.

$v = v_f + x v_{fg} \Rightarrow 1{,}0803 = 0{,}001029 + x(3{,}407 - 0{,}001029) \quad x = 0{,}317$

$s_2 = s_f + x s_{fg} \quad s_2 = 1{,}0753 + 0{,}317 \times 6{,}5369 \quad s_2 = 3{,}1475\ kJ/(kgK)$

c) $m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{0,02}{1,0803} \Rightarrow m = 0,0185\ kg$

$\Delta S = m(s_2 - s_1) \Rightarrow \Delta S = 0,0185(3,1575 - 7,5066)$

$= -0,0806\ kJ/K$

6.52 $P_1 = 200\ kPa$, $x_1 = 0,4$ $\Big\}$ $v_1 = v_f + x v_{fg}$

$v_1 = 0,0006862 + 0,4(0,08354 - 0,0006863)$

$v_1 = 0,03382\ m^3/kg$

$m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{0,5}{0,03382} \Rightarrow m = 14,78\ kg$

$P_2 = 400\ kPa \Rightarrow v_f = 0,0007299\ m^3/kg \quad v_g = 0,04321\ m^3/kg$

$v_f < v_2 < v_g$ olduğundan ıslak buhar.

$v_2 = v_f + x_2 v_{fg} \Rightarrow 0,03382 = 0,0007299 + x_2(0,04321 - 0,0007299)$

$x_2 = 0,778$

$s_1 = s_f + x s_{fg} \Rightarrow s_1 = 0,0992 + 0,4(0,7035 - 0,0992) \quad s_1 = 0,3409\ kJ/(kgK)$

$u_1 = u_f + x u_{fg} \Rightarrow u_1 = 24,43 + 0,4(165,36 - 24,43) \quad u_1 = 80,8\ kJ/kg$

$s_2 = s_f + x_2 s_{fg} \Rightarrow s_2 = 0,1691 + 0,778(0,6928 - 0,1691) \quad s_2 = 0,5765\ kJ/kgK$

$u_2 = u_f + x_2 u_{fg} \Rightarrow u_2 = 43,35 + 0,778(173,69 - 43,35) \quad u_2 = 144,75\ kJ/kg$

$\Delta S = (s_2 - s_1)m \Rightarrow \Delta S = 14,78(0,5765 - 0,3409) \Rightarrow \Delta S = 3,4835\ kJ/K$ //

b) $\Delta S_{kay} = \frac{Q_{kay}}{T_{kay}}$ $\quad Q - W = \Delta U$

$Q - Q = 14,78(144,75 - 80,8) = 945,181\ kJ$

$\Delta S_{kay} = \frac{-945,181}{308} \Rightarrow \Delta S_{kay} = -3,076\ kJ/K$ //

c) $\Delta S_{top} = 3,4835 - 3,076 \Rightarrow \Delta S_{top} = 0,4075\ kJ/K$ //

6.53) $P_1 = 100\ kPa$, $x = 0,25$ $\Big\}$ $v_1 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v = 0,001043 + 0,25(1,6940 - 0,001043)$

$= 0,4242\ m^3/kg$

$s_1 = s_f + x s_{fg} \Rightarrow s = 1,3042 + 0,25 \times 6,0568$

$= 2,8184\ kJ/kgK$

$\therefore s_2 = 6,8647\ kJ/kgK$

$\Delta S = m(s_2 - s_1)$

$= 2(6,8647 - 2,8184)$

$= 8,0958\ kJ/K$ //

6.54) $P_1 = 300\,kPa$, $T_1 = 60^\circ C$ } $v_1 = 0,001017\ m^3/kg$, $s_1 = 0,8312\ kJ/kgK$

$V = m \cdot v$

$= 1,5 \times 0,001017$

$= 1,5255 \times 10^{-3}$

$V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_2 = 3,051 \times 10^{-3}$

$v_2 = 0,002034\ m^3/kg$

$P_2 = 15\,kPa$ $v_f = 0,001014\ m^3/kg$ $v_g = 10,02\ m^3/kg$

$v_2 = v_f + x_2 v_{fg} \Rightarrow 0,002034 = 0,001014 + x_2 (10,02 - 0,001014)$ $x_2 = 0,0001013$

$s_2 = s_f + x_2 s_{fg} \Rightarrow s_2 = 0,7549 + 0,0001013 \times 7,2536$

$s_2 = 0,7556\ kJ/kgK$

$\Delta S = m(s_2 - s_1)$

$= 1,5(0,7556 - 0,8312)$

$= -0,1134\ kJ/K$ //

6.55) $P_1 = 0,8\,MPa$, $T_1 = 50^\circ C$, kızgın buhar } $v_1 = 0,02607\ m^3/kg$, $h_1 = 213,45\ kJ/kg$, $s_1 = 0,7253\ kJ/kgK$

$P_2 = 0,8\,MPa$, $T_2 = 25^\circ C$, sıkıştırılmış sıvı } $h_2 = 58,73\ kJ/kg$, $s_1 = 0,2207\ kJ/kgK$

$\Delta S = m(s_2 - s_1) \Rightarrow \Delta S = 5(0,2207 - 0,7253)$

$= -2,523\ kJ/K$

$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q = \Delta H$

$Q = m(h_2 - h_1) \Rightarrow Q = 5(58,73 - 213,45) = -773,6\ kJ$

$\Delta S_{cevre} = \frac{Q_{cevre}}{T_{cevre}} \Rightarrow \Delta S_{cevre} = \frac{773,6}{293} = 2,64\ kJ/K$

$\Delta S_{top} = -2,523 + 2,64$

$= 0,117\ kJ/K$ //

6.56) $P_1 = 150\,kPa$, $V_1 = 0,05\,m^3$, doymuş sıvı } $v_1 = 0,001053\ m^3/kg$, $h_1 = 467,11\ kJ/kg$, $s_1 = 1,4336\ kJ/kgK$

$m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{0,05}{0,001053}$

$m = 4,748\ kg$

$Q - W_s - W_D = \Delta U \Rightarrow Q - W_{dipev} = \Delta H$

$0 - (-2200) = 4,748(h_2 - 467,11)$ $h_2 = 930,46\ kJ/kg$

$P = 150\,kPa \Rightarrow h_f = 467,11\ kJ/kg$ $h_g = 2693,6\ kJ/kg$

$h_f < h_2 < h_g$ olduğundan II. hal ışlak buhar

$h_2 = h_f + x_2 h_{fg} \Rightarrow 930,46 = 467,11 + x_2\ 2226,5$ $x_2 = 0,208$

$s_2 = s_f + x_2 s_{fg} \Rightarrow s_2 = 1,4336 + 0,208 \times 5,7897$ $s_2 = 2,6378\ kJ/(kgK)$

6.57) a) $P_1 = 0{,}8\,MPa$, doymuş buhar $\Rightarrow$ $u_1 = 0{,}02168\ m^3/kg$, $V_1 = 113{,}13$, $s_1 = 0{,}6845\ kJ/kgK$

$P_2 = 0{,}4\,MPa$, $s_2 = s_1 = 0{,}6845$ $\Rightarrow$ $s_f = 0{,}1691$, $s_g = 0{,}6928$, $T = T_d = 6{,}15^\circ C$

b) $s_2 = s_f + x s_{fg} \Rightarrow 0{,}6845 = 0{,}1691 + x(0{,}6928 - 0{,}1691)$

$x_2 = 0{,}984$

$m = \frac{0{,}01}{0{,}02168} = 0{,}457\ kg$

$u_2 = u_f + x_2 u_{fg} \Rightarrow u_2 = 43{,}35 + 0{,}98(173{,}69 - 43{,}35)$

$= 171{,}6$

$Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W_s = 0{,}457(171{,}6 - 193{,}13)$

$= 5{,}27\ kJ$ //

6.58) $P_1 = 140\,kPa$, doymuş - buhar $\Rightarrow$ $u_1 = 0{,}1168$, $s_1 = 0{,}7102$, $h_1 = 177{,}84$

$P_2 = 700\,kPa$, $s_2 = s_1 = 0{,}7102$ $\Rightarrow$ $h_2 = 206{,}15$

$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v} \Rightarrow \dot{m} = \frac{0{,}033}{0{,}1161} \Rightarrow \dot{m} = 0{,}285$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta H + \Delta EC^{\nearrow 0} + \Delta PC^{\nearrow 0})$ $\quad 0 - \dot{W} = 0{,}285(206{,}15 - 177{,}84)$

$\dot{W} = -8{,}06\ kW$ //

6.59) $P_1 = 5\,MPa$, $T_1 = 400^\circ C$, kızgın buhar $\Rightarrow$ $h_1 = 3195{,}7$, $s_1 = 6{,}6459$

$P_2 = 200\,kPa$, $s_2 = s_1 = 6{,}6459$ $\Rightarrow$ $s_f = 1{,}5301$, $s_g = 7{,}1271$

$s_2 = s_f + x_2 s_{fg} \Rightarrow 6{,}6459 = 1{,}5301 + x_2\, 5{,}5970 \quad x_2 = 0{,}914$

$h_2 = h_f + x_2 h_{fg} \Rightarrow h_2 = 504{,}70 + 0{,}914 \cdot 2201{,}9 \quad h_2 = 2517{,}23$

$q - w = h_2 - h_1 \Rightarrow 0 - w = 2517{,}23 - 3195{,}7$

$w = 678{,}4\ kJ/kg$ //

6.60) $P_1 = 300kPa$, $T_1 = 150^\circ C$ } $v_1 = 0,6339$, $u_1 = 2570,9$, $s_1 = 7,0778$

$P_2 = 1MPa$, $s_2 = s_1 = 7,0778$ } $u_2 = 2774,245\ kJ/kg$

$$m = \frac{0,05}{0,6339} \Rightarrow m = 0,0788\ kg$$

$$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow 0 - W_s = 0,0788\,(2774,245 - 2570,9)$$

$$W_s = 16,03\ kJ //$$

6.61) $T_1 = 200^\circ C$, doymuş buhar } $v_1 = 2595,9$, $h_1 = 2793,2$, $s_1 = 6,4323$

$P_2 = 800kPa$, $T_2 = 200^\circ C$ } $v_2 = 2630,6$, $h_2 = 2839,3$

$$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow Q = 0,5\,(2839,3 - 2793,2)$$

$$= 23,05\ kJ //$$

$$Q - W_s = \Delta U \Rightarrow 23,05 - W_s = 0,5\,(2630,6 - 2595,9)$$

$$W_s = 5,4\ kJ //$$

6.62) a) $P_1 = 10kPa$, $T_1 = 50^\circ C$ } $v_1 = 14,869\ m^3/kg$

$T_2 = 50^\circ C$, doymuş buhar } $v_2 = 12,03\ m^3/kg$

$$\frac{1}{14,869} \cdot 250 \cdot A_1 = \frac{1}{12,03} \cdot 40 \cdot 0,4$$

$$A_1 = 0,079\ m^2$$

$$\dot{m} = \frac{1}{14,869} \cdot 25 \cdot 0,079 \Rightarrow \dot{m} = 1,33\ kg/s$$

b) $\dot{Q} - \dot{W}_s = \dot{m}(\Delta H + \Delta ke + \Delta pe)$ ($\dot{W}_s = 0$, $\Delta pe = 0$)

$$\dot{Q} = 1,33\,(2592,1 - 2592,6) + 1,33\,(40^2 - 250^2)\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{1000}$$

$$\dot{Q} = -0,665 - 40,495$$

$$= -41,1635$$

$$\Delta S = \dot{m}(s_2 - s_1) \Rightarrow \Delta S = 1,33\,(8,0763 - 8,1749)$$

$$= -0,1311\ kW/K$$

$$\Delta S_{cevre} = \frac{41,1635}{298} \Rightarrow \Delta S_{cevre} = 0,1381\ kW/K$$

$$\Delta S_{Top} = -0,1311 + 0,1381 \qquad \Delta S_{Top} = 0,007\ kW/K$$

6.60) $P_1 = 8\,MPa$, $T_1 = 450^\circ C$, ısıyın bulur $\Rightarrow h_1 = 3272$, $s_1 = 6,5551$

$P_2 = 50\,kPa$, doymuş buhar $\Rightarrow h_2 = 2645,9$, $s_2 = 7,5939$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta KE + \Delta PE)$$

$$\dot{Q} - 4000 = 6,95(2645,9 - 3272)$$

$$\dot{Q} = -367,917\ kW$$

$$\Delta S = \dot{m}(s_2 - s_1) \Rightarrow \Delta S = 6,95(7,5939 - 6,5551) = 7,2092\ kW/K$$

$$\Delta S_{cevre} = \frac{367,917}{298} \Rightarrow \Delta S_{cevre} = 1,1675\ kW/K$$

$$\Delta S_{Top} = 7,2092 + 1,1675 = 8,38\ kW/K //$$

6.65) $P_1 = 200\,kPa$, $T_1 = 20^\circ C$ $\Rightarrow h_1 = 83,96$, $s_1 = 0,2966$

$P_3 = 200\,kPa$, $T_3 = 60^\circ C$ $\Rightarrow h_3 = 251,13$, $s_3 = 0,8312$

$P_2 = 200\,kPa$, $T_2 = 300^\circ C$ $\Rightarrow h_2 = 3071,8$, $s_2 = 7,8926$

$$\Sigma E_g - \Sigma E_c = \Delta E_{sis} = 0 \quad (\Delta KE = \Delta PE = W = 0)$$

$$2,5 \times 83,96 + \dot{m}_2\, 3071,8 = 10 + (\dot{m}_2 + 2,5)\,251,13$$

$$\dot{m}_2 = 0,152\ kg/s$$

b) $\Delta S = \frac{10}{298} \Rightarrow \Delta S = 0,03355\ kW/K$

$$\dot{S}_{üretim} = 2,652 \times 0,8312 - (2,5 \times 0,2966 + 0,152 \times 7,8926) + 0,03355$$

$$\dot{S}_{üretim} = 2,2043 - 1,9411 + 0,03355$$

$$\dot{S}_{üretim} = 0,297\ kW/K$$

6.66) a) $T_1 = 20^\circ C$ doymuş sıvı $\Rightarrow v_1 = 0,001157\ m^3/kg$, $u_1 = 850,65$, $s_1 = 2,3309$

$m_1 = \frac{V_1}{v_1} \Rightarrow m_1 = \frac{0,4}{0,001157} \Rightarrow m_1 = 345,72$ $\quad m_ç = 172,86$ $\quad m_2 = 172,86$

Vana deponun altında olduğu için doymuş sıvı olur

$h_ç = h_{f,200^\circ C} = 852,45$ $\quad s_ç = 2,3309$

$v_2 = \frac{V_2}{m_2} \Rightarrow v_2 = \frac{0,4}{172,86} \Rightarrow v_2 = 0,002314\ m^3/kg$

$v_f = 0,001157\ m^3/kg$ $\quad v_g = 0,127736$

$v_f < v_2 < v_g$ olduğundan II. hal ıslak buhar

$u_2 = u_f + x_2 u_{fg} \Rightarrow 0,002314 = 0,001157 + x_2 (0,127736 - 0,001157)$

$x_2 = 0,00916$

$u_2 = u_f + x_2 u_{fg} \Rightarrow u_2 = 850,65 + 0,00916 \times 1744,7$

$= 866,63$

$s_2 = s_f + x_2 s_{fg} \Rightarrow s_2 = 2,3309 + 0,00916 \times 4,1014$

$= 2,3684$

$Q - W = \Sigma m_ç h_ç - \Sigma m_g h_g + m_2 u_2 - m_1 u_1$

$Q = 172,86 \times 852,45 + 172,86 \times 866,63 - 345,72 \times 850,65$

$= 3073,45\ kJ$ //

b) $\Delta S_{top} = 172,86 \times 2,3309 + 172,86 \times 2,3684 - 345,72 \times 2,3309 + \frac{-3073,45}{523}$

$\Delta S_{top} = 0,6056\ kJ/K$ //

6.69) $Q - W = \Delta U + \Delta KE^{\,0} + \Delta PE^{\,0}$

$Q - W = \Delta U \Rightarrow Q - W = m_{su} c \Delta T + m_b c \Delta T$

$0 = 120 \times 4,187 (T_2 - 25) + 50 \times 0,386 (T_2 - 70)$

$T_2 = 27^\circ C$ //

$m_{su} = \rho V_{su}$

$= 1000 \times 0,12$

$= 120$

$\Delta S_{top} = m_b . c_b \ln \frac{T_2}{T_1} + m_{su} . c_{su} \ln \frac{T_2}{T}$

$= 50 \times 0,386 . \ln \frac{300}{343} + 120 . 4,184 . \ln \frac{300}{298}$

$= 0,218\ kJ/K$

6.71) a) $Q-W=\Delta U_{sis}$

$Q-W = m_{Al}\,c_{Al}\,\Delta T + m_{Fe}\,c_{Fe}\,\Delta T$

$0 = 20\times0,9\,(T_2-200) + 20\times0,45\,(T_2-100)$

$T_2 = 166,4\,^{\circ}C$

$\Delta S_{Top} = 20\cdot0,9\,\ln\frac{439,4}{473} + 20\cdot0,45\,\ln\frac{439,4}{373}$

$= -1,25 + 1,515$

$= 0,275\ kJ/K$ //

6.73) $Q-W=\Delta U$

$Q = m_{Fe}\cdot c_{Fe}\cdot\Delta T + m_{Cu}\cdot c_{Cu}\,\Delta T$

$= 50\cdot0,45\,(15-80) + 20\cdot0,386\,(15-80)$

$= -1964,3\ kJ$

$\Delta S = 50\cdot0,45\,\ln\frac{288}{353} + 20\times0,386\,\ln\frac{288}{353} + \frac{1964,3}{288}$

$= -4,58 - 1,57 + 6,82$

$= 0,67\ kJ/K$

6.83) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100\times0,5}{T_1} = \frac{P_2\times0,1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{120}{100}$

$v_1 = \frac{0,5}{0,9} \Rightarrow v_1 = 0,555\ m^3/kg \qquad v_1 = v_2$

$S_2 - S_1 = m\left(C_{v\alpha t} + \ln\frac{T_2}{T_1} + R\ln\frac{v_2}{v_1}\right) \Rightarrow S_2-S_1 = \left(0,652\ln\frac{120}{100} + 0,1858\ln 1\right)\times0,1$

$= 0,108\ kJ/K$ //

6.85) $P_1V_1^{1,3} = P_2V_2^{n} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{1,3} \Rightarrow \frac{P_2}{120} = 2^{1,3} \qquad P_2 = 295,67\ kPa$

$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} \Rightarrow \frac{T_2}{300} = 2^{1,3-1} \qquad T_2 = 369,3\ K$

$\Delta S = m\left(C_{p\alpha t}\ln\frac{T_2}{T_1} - R\ln\frac{P_2}{P_1}\right)$

$\Delta S = 1,2\left(1,042\ln\frac{369,3}{303} - 0,2968\ln\frac{295,67}{120}\right)$

$\Delta S = 1,2\,(0,216 - 0,267) \qquad \Delta S = -0,0612\ kJ/K$ //

6.88) a) $T_1 = 290K \rightarrow s_1^\circ = 1,66802 \ kJ/(kg\,K)$

$T_2 = 490K \rightarrow s_2^\circ = 2,08870 \ kJ/kg\,K$

$$\Delta S = \dot{m}\left(s_2^\circ - s_1^\circ - R \ln \frac{p_2}{p_1}\right)$$

$$\Delta S = 0,0267\left(2,08870 - 1,66802 - 0,287 \ln \frac{600}{200}\right)$$

$$= 0,0267 \times (-0,09355)$$

$$= -0,0025 \ kW/K \ //$$

b) $Q - W = \dot{m}(\Delta h + \Delta \cancel{KE}^{0} + \Delta \cancel{PE}^{0})$

$$Q - (-5) = 0,0267(441,61 - 290,16)$$

$$Q = -0,956 \ kW$$

$$\Delta S_{cerve} = \frac{0,956}{290} = 0,0033 \ kW/K$$

c) $\Delta S_{top} = -0,0025 + 0,0033$

$$= 0,0008 \ kW/K \ //$$

6.91) a) $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{(k-1)/k} \Rightarrow \frac{T_2}{303} = \left(\frac{500}{100}\right)^{0,4} \quad T_2 = 576,8 \ K$

$$q - w = \Delta U \Rightarrow \quad 0 - w = c_v \Delta T$$

$$-w = 3,1156(576,8 - 300)$$

$$= -862,4 \ kJ/kg \ //$$

b) $q - w = \Delta H \Rightarrow \quad 0 - w = c_p \Delta T$

$$-w = 5,1926(576,8 - 300)$$

$$w = -1437,3 \ kW/kg$$

6.92) $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{k-1/k} \Rightarrow \frac{T_2}{303} = \left(\frac{150}{450}\right)^{0,4} \quad T_2 = 145,2 K$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{m_1 R T_1}{m_2 R T_2} \Rightarrow \frac{450}{150} = \frac{4 \times 303}{m_2 \times 192,15} \quad m_2 = 2,1 \ kg$$

6.100) $W_{tr} = \dot{m}\left(-\int_1^2 v\,dP - \Delta ke^{\nearrow 0} - \Delta pe^{\nearrow 0}\right)$

$-10 = -5 \times 0{,}001\,(P_2 - 100)$

$P_2 = 2100\ kPa$ //

6.101) $P_1 = 120\ kPa$, doymuş buhar $\Rightarrow h_1 = 176{,}15$, $s_1 = 0{,}7133$

$P_2 = 800\ kPa$, $s_2 = s_1 \Rightarrow s_2 = 0{,}7133 \Rightarrow h_2 = 209{,}63$

$W_{tr} = -\int_1^2 v\,dP = -\int_1^2 dh = h_1 - h_2$

$W_{tr} = 176{,}15 - 209{,}63$

$= -33{,}49\ kJ/kg$

109) a) $P_1 = 8\ MPa$, $T_1 = 500^\circ C \Rightarrow h_1 = 3064{,}3$, $s_1 = 6{,}7240$

$P_{2s} = 30\ kPa$, $s_{2s} = s_1 = 6{,}7240$ → ıslak buhar

$6{,}7240 = 0{,}9439 + x_{2s} \cdot 6{,}8247$

$x_{2s} = 0{,}846$

$h_{2s} = 289{,}23 + 0{,}846 \times 2336{,}1$

$h_{2s} = 2265{,}57$

$0{,}9 = \dfrac{3064{,}3 - h_2}{3064{,}3 - 2265{,}57}$ $\Rightarrow h_2 = 2345{,}44$ ıslak buhar $T_2 = T_d = 69{,}1$ //

6.113) a) $P_1 = 120\ kPa$, doymuş buhar $\Rightarrow h_1 = 176{,}15$, $s_1 = 0{,}7133$, $v_1 = 0{,}1340$

$P_{2s} = 1\ MPa$, $s_{2s} = s_1 = 0{,}7133 \Rightarrow h_{2s} = 213{,}85$

$\eta_K = \dfrac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \Rightarrow 0{,}8 = \dfrac{213{,}85 - 176{,}15}{h_2 - 176{,}15}$ $\Rightarrow h_2 = 223{,}265$

$P_2 = 1\ MPa$, $h_2 = 223{,}265 \Rightarrow T_2 = 67{,}1^\circ$

$\dot{m} = \dfrac{\dot{V}}{v_1} \Rightarrow \dot{m} = \dfrac{0{,}3/60}{0{,}1340} = 0{,}371\ kg/s$

$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$

$0 - \dot{W} = 0{,}3\,H\,(223{,}265 - 176{,}14)$

$\dot{W} = -1{,}75\ kW$ //

6.119) a) $\frac{P_2}{P_1} = \frac{Pr_2}{Pr_1} \Rightarrow \frac{85}{260} = \frac{Pr_2}{1231{,}4}$ $\quad Pr_2 = 403{,}34 \rightarrow T_{2s} = 765{,}25\,K$

$h_{2s} = 783{,}91$

$q_s - \dot{W}_s = \Delta H_s + \Delta K_e$

$0 = (783{,}91 - 1068{,}85) + \frac{v_{2s}^2 - 0^2}{2000}$

$v_{2s} = 759$