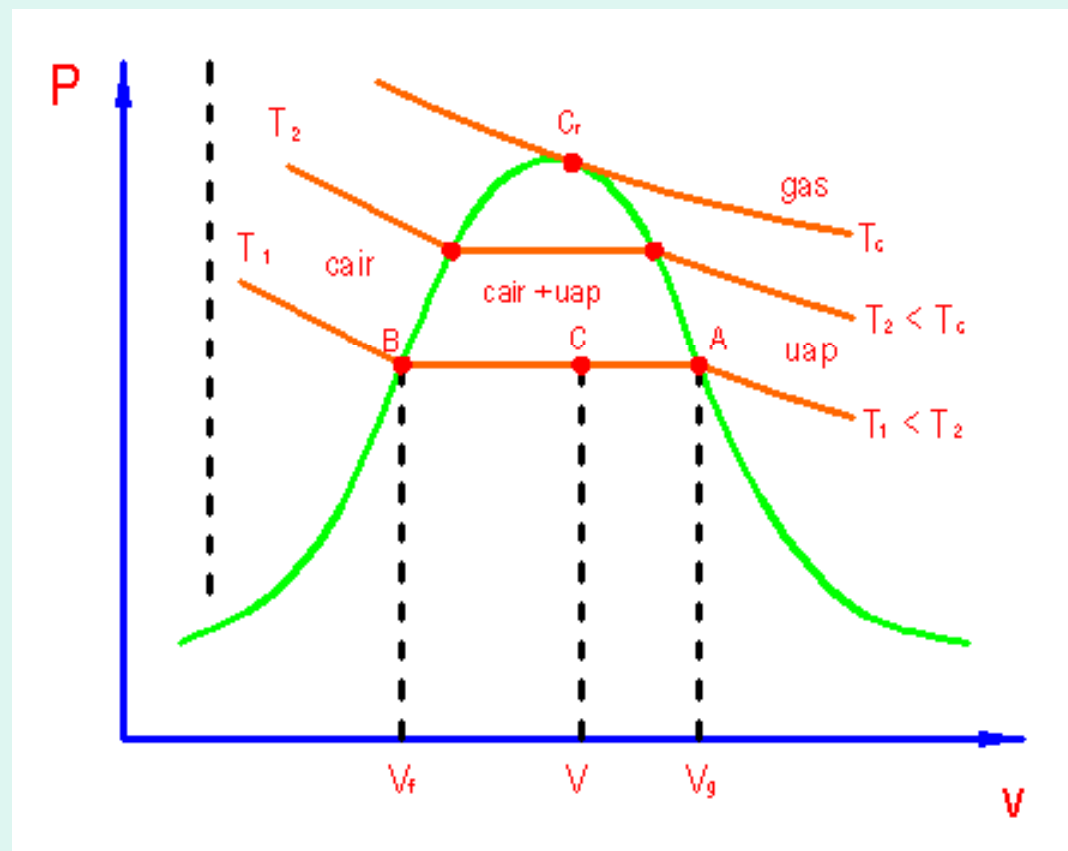


KULIAH - XIII

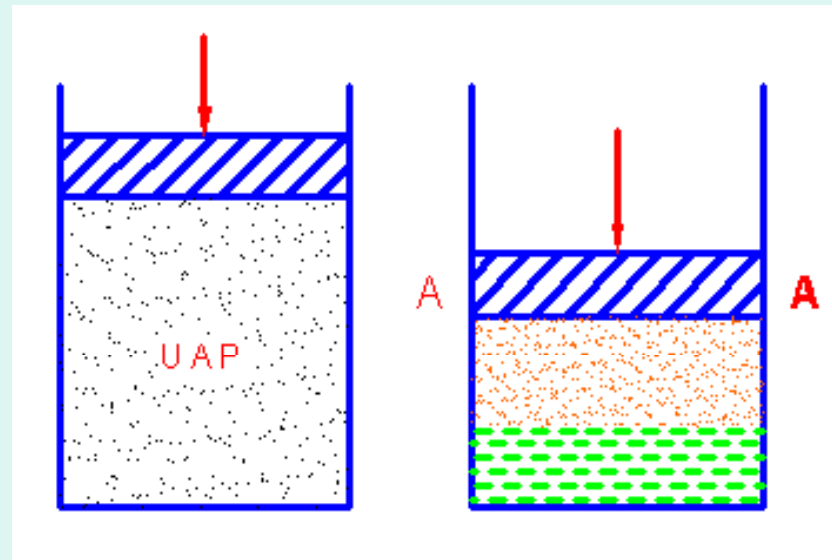
TERMODINAMIKA TEKNIK I TKM 203 (4 SKS) SEMESTER III

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
TAHUN 2006

P-V diagram untuk zat murni



Suatu sistem keadaan mula – mula “uap” yang berada dalam silinder yang pistonya dapat bergerak bebas tanpa gesekan (lihat gambar dibawah ini).



Uap dikompresikan isothermal sampai pada titik A-A (titik A pada p-V diagram zat murni), Kompresi dilakukan terus sehingga sistem berubah menjadi fase cair (proses kompresi isobar-isotermal), sampai pada titik B.

Tinjau sistem yang berada dalam kesetimbangan (grs AB) sebagai berikut:

m_f = massa cair dalam silinder
 m_g = massa uap dalam silinder
 m = massa total dari sistem (gabungan uap dan cair)

jadi : $m = m_f + m_g$

dan, v_f = volume jenis cairan
 v_g = volume jenis uap

maka volume sebenarnya dari masing – masing fase adalah :

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

→ Volume total adalah (V) = $V_g + V_f$

$$V = m_f \cdot v_f + m_g \cdot v_g$$

→ Volume jenis rata-rata dari sistem adalah :

$$v = \frac{V}{m} = \frac{m_f \cdot v_f + m_g \cdot v_g}{m_f + m_g}$$

catatan :

Bagian fase uap dari sistem → kualitas uap (x)

Bagian fase cair dari sistem → moisture (y)

Maka diperoleh :

$$x = \frac{m_g}{m} = \frac{v - v_f}{v_g - v_f} \quad ; \quad x + y = 1$$
$$y = \frac{m_f}{m} = \frac{v_g - v}{v_g - v_f}$$

dibuktikan pada gambar (p-V diagram zat murni)

$$x = \frac{CB}{AB} \quad ; \quad x + y = 1$$
$$y = \frac{CA}{AB}$$

Bila sistem diberi panas, maka sistem melakukan kerja luar, sehingga titik C akan bergerak tekanan, mengakibatkan volume bertambah sebesar dV , karena v_g dan v_f konstan.

Maka :
$$dV = v_f \cdot dm_f + v_g \cdot dm_g$$

→ Jika massa ditansfer dari phase cair ke phase uap maka : $dm_{fg} = dm_g - dm_f$

→ Persamaan menjadi : $dV = (v_g - v_f) \cdot dm_{fg}$

→ Bila proses isothermal dan isobar, maka kerja yang dilakukan, adalah :

$$dW = p \cdot dV$$
$$dW = p (v_g - v_f) dm_{fg}$$

→ Perubahan energi dalam sistem adalah : $dU = (u_g - u_f) dm_{fg}$

→ Menurut hukum termodinamika I, panas yang diserap adalah : $dQ = dU + pdV$

$$dQ = (u_g - u_f) dm_{fg} + p(v_g - v_f) dm_{fg}$$

$$Q = [(u_g - u_f) + p(v_g - v_f)](m_{fg})$$

Dimana :

$$q = \frac{Q}{m_{fg}}$$

$$q = (u_g - u_f) + p(v_g - v_f)$$

atau : $q = u_{fg} + p_{fg} = h_g - h_f = h_{fg}$; laten heat (=l)

$$\rightarrow q = h_{fg}$$

Laten heat : perubahan fasa gas dengan entalpi uap atau panas yang dibutuhkan untuk merubah fase suatu zat.

Ada 3 macam laten heat yaitu :

l_{12} = laten heat of fusion (peleburan)

l_{23} = laten heat of vaporization (penguapan)

l_{13} = laten heat of sublimation (sublimasi)

$$h_{fg} = h_g - h_f = l_{23} \quad \rightarrow \quad l_{13} = l_{12} + l_{23}$$

Dari persamaan di atas dapat diturunkan hubungan:

$$h_x = h_f + x h_{fg}$$

$$v_x = v_f + x v_{fg}$$