5.60 Thermodinamik ve Kinetik

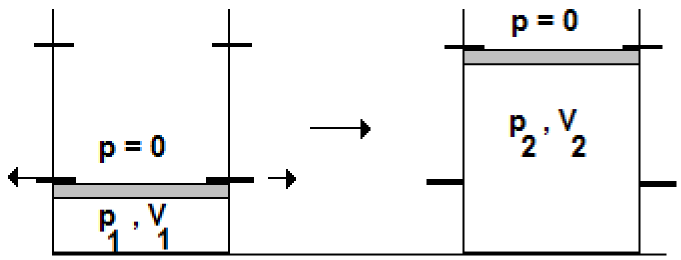
Bahar 2008

İzotermal(sabit sıcaklıkta) genleşme($\Delta T=0$)

$g(p_1,V_1,T) \rightarrow g(p_2,V_2,T)$

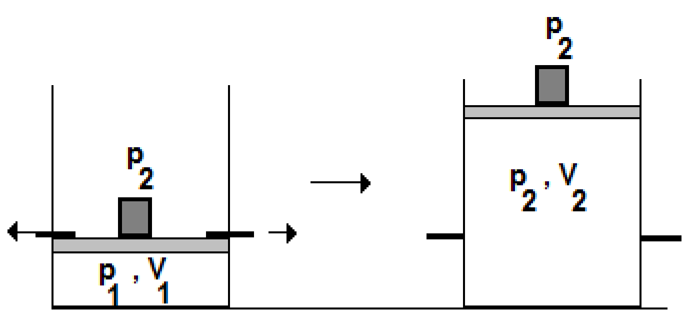
İşlemi tersinmez olarak yürüsün(çok çeşitli yollar mümkündür)

(1)$p_{dış}$ =0 olsun

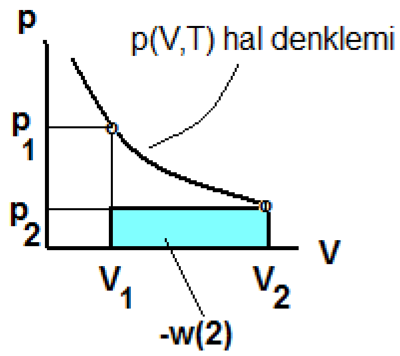


$$w_{(1)} = -\int_{V_1}^{V_2} p_{dıs} dV = 0$$

(2)$p_{dış}$ =p_2 olsun



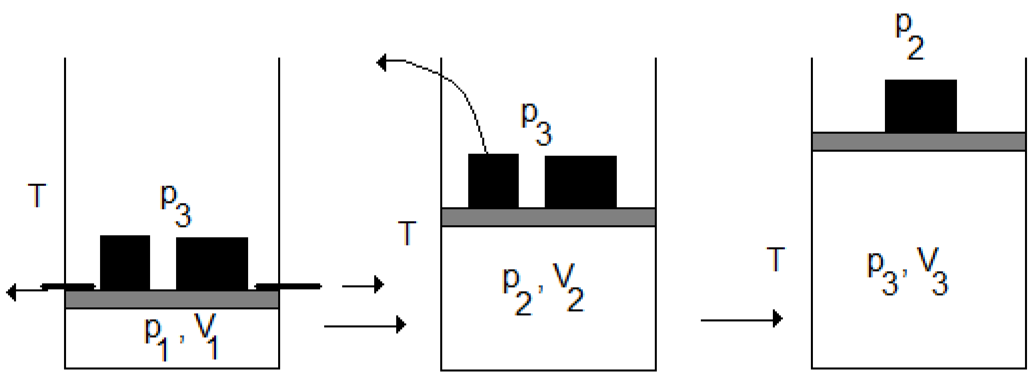
$$w(1) = -\int_{V_1}^{V_2} p_{dış} dV = -p_2(V_2 - V_1)$$



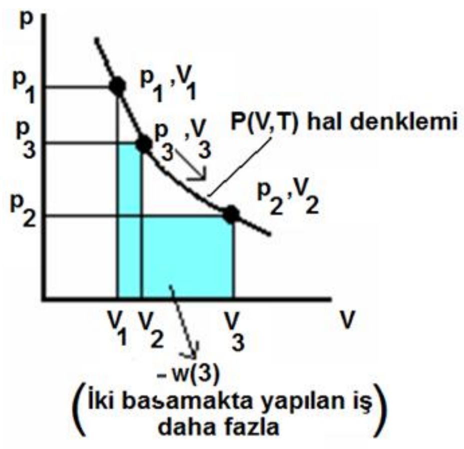
$$w(2) = -\int_{V_1}^{V_2} p_{dış}dV = -p_2(V_2 - V_1)$$

Görüldüğü üzere yapılan iş "-" olduğundan sistem çevreye karşı genleşmektedir .

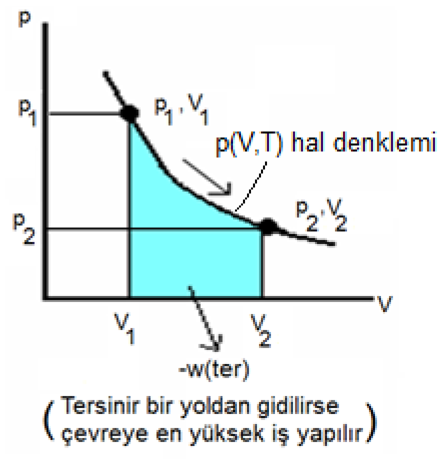
(3) İşlemi iki basamakta yapalım



$$w(3) = -\int_{V_1}^{V_3} p_3 dV - \int_{V_3}^{V_2} p_2 dV = -p_3(V_3 - V_1) - p_2(V_2 - V_3)$$



(4) Tersinir değişim (tüm işlem boyunca $p=p_{dış}$) yani işlem sonsuz basamakta yapılırsa



$$w_{ter} = -\int_{V_1}^{V_2} pdV$$

İdeal bir gaz için

$$w_{ter} = -\int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = -nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = nRT\ln\frac{p_2}{p_1}$$

İç Enerji (U)

$dU = \delta q + \delta w$ (Birinci yasa)

$dU = C_{yol}dT - p_{dış}dV$

ve U(T,V) olduğundan $dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV$

Bazı önemli sınırlamalar

• Tersinir $\Rightarrow dU = \delta q_{ter} - pdV$

• İzole $\Rightarrow \delta q = \delta w = 0$

• Adyabatik $\Rightarrow \delta q = 0 \Rightarrow dU = \delta w \overset{\overbrace{}^{tersinir}}{=} -pdV$

• Sabit hacım(izokorik) $\Rightarrow w = 0 \Rightarrow dU = \delta q_v$

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \underbrace{\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV}_{=0,\ V\ sabit}$$

$$\Rightarrow \delta q_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT$$

$$\delta q_v = C_V dT$$

Ve

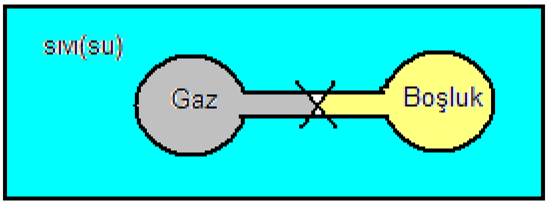
$$\boxed{\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = C_v}$$ çok önemli bir sonuç

Dolayısıyla

$$dU = C_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV$$

Peki bu nedir?

Bir gazın Joule Serbest genleşmesi $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ 'nin bulunması



$$gaz(p_1, V_1, T_1) \Rightarrow gaz(p_2, V_2, T_2)$$

İşlem adyabatik olarak yapılmakta (q=0) ve gazda boşluğa karşı genleşmektedir (w=0)

Dolayısıyla q =w =0 olduğundan dU veya ΔU =0 olur.

Buna göre U sabit olduğundan

$$dU = C_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV = 0$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV_U = -C_V dT_U$$

Bunu düzenlersek

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -C_V \left(\frac{dT}{dV}\right)_U$$

Joule deneyinde

bu değer ölçülür

Joule'in yaptığı şey

$$\lim_{\Delta V \to 0}\left(\frac{\Delta T}{\Delta V}\right)_u = \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_u = \eta_J (\text{Joule katsayısı})$$

$$\boxed{\therefore\ dU = C_v dT - C_v \eta_j dV}$$

<u>İdeal gazlar için</u>

Tam olarak $\eta_J = 0$

Daima $dU = C_v dT$

U(T) sadece sıcaklığa bağlıdır

İdeal bir gazın iç enerjisi sadece sıcaklığa bağlıdır

<u>Bunun sonuçları</u>

$\Rightarrow$ideal gazların tüm izotermal genleşme ve sıkıştırılması için $\Delta U = 0$

$\Rightarrow$ İdeal gazların diğer hertürlü değişimi için $\Delta U = \int C_v dT$