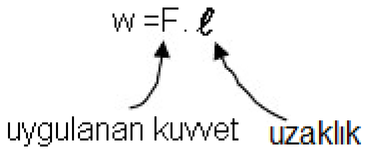
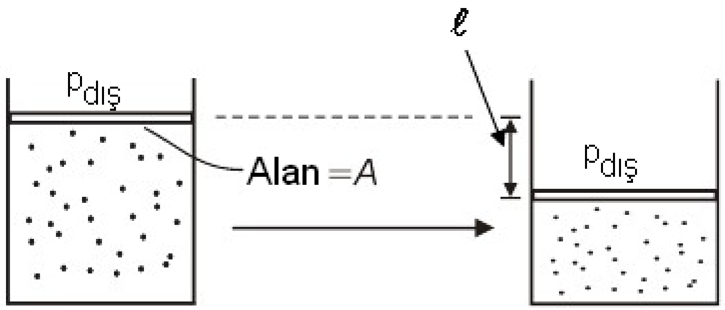
5.60 Thermodinamik ve Kinetik

Bahar 2008

İş, Isı ve Termodinamiğin Birinci Yasası

İş





Sıkıştırma işi

$F = p_{dış}A$

$w = -\ (p_{dış}A)\ell = -\ p_{dış}\Delta V$

İşaretleme: Buradaki "-" işaret $\Delta V<0$ olması durumunda $w>0$ olmasını sağlar.

Bunun anlamı çevrenin sisteme iş yaptığıdır. Eğer sistem çevreye iş yaparsa $\Delta V>0$

ve $w<0$ olur .

Eğer burada $p_{dış}$ sabit olmadığından işe sonsuz küçük değişimlerle genleşme veya sıkıştırma yapılabilir

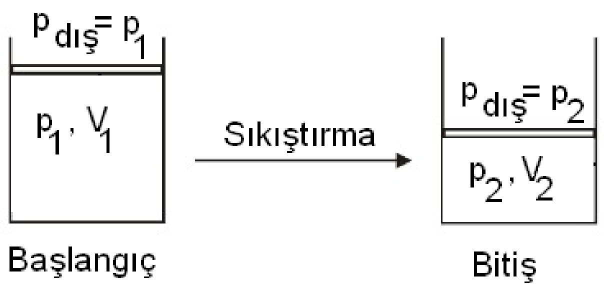
$đw = -p_{dış}dV$ Burada đ fonksiyonun tam diferansiyel olmadığını gösterir. Bu durumda $w = -\int_1^2 p_{dış}dV$ integrali gidilen yola bağımlıdır

•w'nin gidilen yola bağımlılığı

Örnek $p_{dış}=p$ olacak şekilde yapılan aşağıdaki tersinir işlemi göz önüne alalım

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

Yapılan işlem bir sıkıştırma olsun ($V_1>V_2$ ve $p_1< p_2$)



Burada iki yol vardır

1) önce $p=p_1$ iken $V_1 \rightarrow V_2$

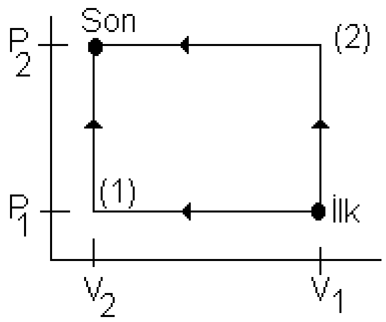
   sonra $V=V_2$ iken $p_1 \rightarrow p_2$

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

2) önce $V=V_1$ iken $p_1 \rightarrow p_2$

   sonra $p=p_2$ iken $V_1 \rightarrow V_2$

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



$$w_{(1)} = -\int_{V_1}^{V_2} p_{dış}dV - \underbrace{\int_{V_2}^{V_2} p_{dış}dV}_{0} \quad w_{(2)} = -\underbrace{\int_{V_1}^{V_1} p_{dış}dV}_{0} - \int_{V_1}^{V_2} p_{dış}dV -$$

$$= -\int_{V_1}^{V_2} p_1 dV = -P_1(V_2 - V_1) \quad = -\int_{V_1}^{V_2} p_2 dV = -p_2(V_2 - V_1)$$

$$w_{(1)} = P_1(V_1 - V_2) \quad w_{(2)} = P_2(V_1 - V_2)$$

(görüldüğü üzere w>0 olup sistemi sıkıştırmak için sisteme iş yapmak gerekir)

$\boxed{w_{(1)} \neq w_{(2)}!!!}$

Burada görüldüğü üzere bir çevrim için [yol(1)-yol(2)] $w_{(1)} \neq w_{(2)}$!!! $\oint \delta w \neq 0$ başka bir deyişle <u>w bir hal fonksiyonu değildir</u>yani<u>w=f(p,V) yazamayız</u>

$\boxed{İŞ}$ İş(w) bir hal fonksiyonu olmayıp bir çevrim sonucunda $\oint \delta w \neq 0$ şeklindedir

$\boxed{ISI}$ Bu sistem ile çevre arasında akan bir değerdir.Isı sayesinde sistem ve/veya çevrenin sıcaklıkları değiştirilebilir

<u>İşaretleme</u>:Eğer ısı sisteme giriyorsa "+"olarak alınır

Isıda(q) aynen iş (w) gibi bir yol fonksiyonudur <u>hal fonksiyonu değildir</u>

$(p_1,V_1,T_1) \rightarrow (p_2,V_2,T_2)$

Hal değişimin adyabatik (ısı aktarımı olmadan) veya adyabatik olmayan(bir ısı aktarımıyla) bir yol üzerinden yapılabilir.

Isı tarihsel olarak kalori cinsinden ölçülür

[1 cal = 1 g suyun sıcaklığını 14,5 °C'den 15,5 °C'ye 1°C yükseltmek için verilmesi gereken ısı miktarıdır]

Isının(tabi ki işin) modern birimi Joule dır

1cal=4,18 J

ISI KAPASİTESİ C- ısı ile sıcaklığı birbirine bağlar

$$dq = C_{yol} dT \text{ veya } C_{yol} = \left(\frac{\delta q}{dT}\right)_{yol}$$

Isı kapasitesi yola bağlıdır

Sabit hacimde : C_v

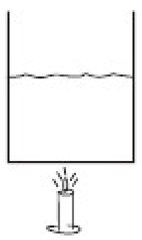
Sabit basınçta : C_p

$$\therefore q = \int_{yol} C_{yol} dT$$

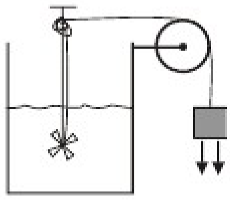
İş ve ısının eşdeğeri [Joule 1840lar]

Joule , suyun sıcaklığını yükseltmek için olası yollar aşağıdaki gibidir.

a)Sadece ısı ile



b)Sadece iş ile



(Ağırlık aşağıya düşerken pervaneyi döndürür)

Suyun sıcaklığının $T_1 \rightarrow T_2$ şeklinde artırılabileceğini göstermiştir

<u>Deneysel</u> olarak

$\oint(\delta q + \delta w) = 0$ olarak bulunmuştur

$\Rightarrow$(w + q) toplamı yoldan bağımsızdır

$\Rightarrow$buna göre δq + δw diferansiyellerinin toplamı bir hal fonksiyonu olmalıdır

Bu fonksiyona U veya "iç enerji" veya kısaca enerji diyelim

$\therefore dU = \delta q + \delta w$

Bir çevrim için $\oint dU = 0$

Sistemin 1 halinden 2 haline geçmesi durumunda

$\Delta U = \int_1^2 dU = U_2 - U_1 = \underset{\uparrow}{q} + \underset{\uparrow}{w}$ değeri yola bağımlı değildir

Bu değerler tek başlarına yola bağımlıdır
ancak bunların toplamı yoldan bağımsızdır

n sabitse sistemi tanımlamamız için iki değeri bilmemiz (T,V) yeterlidir

Dolayısıyla U=U(T,V) şeklindedir
U bir kapasite özelliği yani sistemin büyüklüğüne bağlı bir özellik olmasına rağmen

molarenerji $\overline{U} = \frac{U}{n}$ bir şiddet özelliğidir(madde miktarından bağımsız)

BİRİNCİ YASA

Matematiksel ifadeler

$$dU = \delta q + \delta w$$

$$\Delta U = q + w$$

$$-\oint \delta q = \oint \delta w$$

Açıklama: Enerjinin korunumu

$$\Delta U_{sistem} = q + w \quad \Delta U_{çevre} = -q - w$$

$$\Rightarrow \Delta U_{evren} = \Delta U_{sistem} + \Delta U_{çevre} = 0$$

1.yasanın Clausius ifadesi

Evrendeki enerji miktarı sabittir