5.60 Thermodinamik ve Kinetik

Bahar 2008

İdeal bir gazın adyabatik tersinir olarak genleşmesi(veya sıkıştırılması)

1mol gaz(V_1,p_1) = 1mol gaz(V_2,p_2)

Bir değişim adyabatikse $\delta q = 0$, tersinirse $\delta w = -pdV$ olup ideal gazlarda $dU = C_v dT$ şeklindedir

Birinci yasaya göre $dU = -pdV$ olup ve gidilen yol boyunca da $C_v dT = -pdV$ şeklindedir

$$p = \frac{RT}{\overline{V}}$$

$$C_V \frac{dT}{T} = -R\frac{dV}{V}$$

Bu son ifadenin integralini alırsak

$$C_V \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = -R\int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{R}{C_V}}$$

$$C_p - C_V = R \text{ idi}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{C_p}{C_V}-1}$$

$$\frac{C_p}{C_V} = \gamma \quad \text{dersek}$$

$$\boxed{\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}} \text{ bulunur}$$

Tek atomlu bir ideal gaz için

$$\left.\begin{aligned} C_V &= \frac{3}{2}R \\ C_P &= \frac{5}{2}R \end{aligned}\right\} \gamma = \frac{5}{3} \qquad (> \text{genel olarak})$$

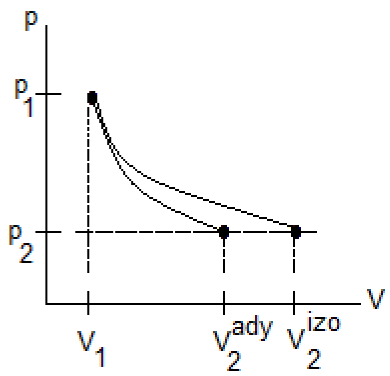
Adyabatik genleşmede $(V_2 > V_1)$gaz soğur$(T_2 < T_1)$

Adyabatik sıkıştırmada $(V_2 < V_1)$gaz ısınır$(T_2 > T_1)$

1 mol ideal gaz için $T = \frac{pV}{R} \Rightarrow \left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} \Rightarrow \boxed{p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}}$

Tersinir bir adyabat boyunca pV^{γ} çarpımı sabittir

İzotermal bir işlem için T= sabit$\Rightarrow$pV sabit



Tersinir adyabatik genleşme sırasında gaz soğuduğunda $V_2^{adiabat} < V_2^{izoterm}$ şeklindedir

<u>Sabit bir dış basınca karşı ideal bir gazın tersinmez adyabatik genleşmesi</u>

1mol gaz(p_1, T_1) = 1mol gaz(p_2, T_2) ($p_{dış}$ = p_2)

Buna göre

Adyabatik değişim $\Rightarrow$dq=0

Sabit $p_{dış}$ = p_2 $\Rightarrow$dw=- p_2dV

İdeal gaz$\Rightarrow$dU =C_VdT

1.yasa $\Rightarrow$ dU =- p_2dV

$\therefore\ C_V dT = -\ p_2 dV$

Bunu integre edersek

$C_V(T_2 - T_1) = -\ p_2(V_1 - V_2)$

pV=RT ifadesini kullanırsak

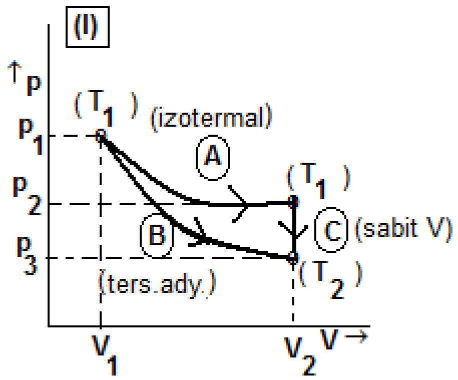
$$T_2(C_V + R) = T_1\left(C_V + \frac{p_2}{p_1}R\right)$$

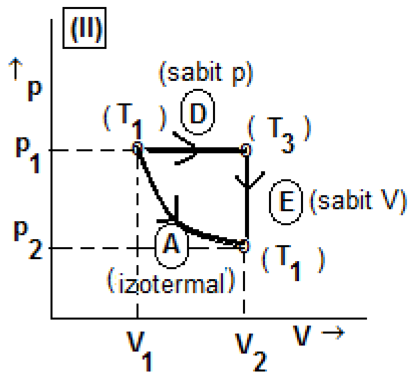
$p_2 < p_1 \Rightarrow T_2 < T_1$ burada da genleşme sonunda gaz soğur

Ayrıca $-w_{ter} > -w_{termz}$ tersinmez işlemler sonunda daha az iş elde edilir

Bazı termodinamik çevrimler

Aşağıdaki tersinir işlemler için $\Delta U, \Delta H, q, w, \int \frac{dq}{T}$ değerlerini bulunuz





$[A]\ \ 1\text{mol gaz}(p_1, V_1, T_1) \xrightarrow{\text{sabit T}} 1\text{mol gaz}(p_2, V_2, T_1)$

İdeal gaz izotermlerinde $\boxed{\Delta U_A = 0}$ $\boxed{\Delta H_A = 0}$

Ayrıca $\boxed{w_A = -RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} \qquad q_A = RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} \qquad \int\frac{\delta q_A}{T} = R\ln\frac{V_2}{V_1}}$

$[B]\ \ 1\text{mol gaz}(p_1, V_1, T_1) \xrightarrow{\text{ter.ady}} 1\text{mol gaz}(p_3, V_3, T_2)$

Adyabatik değişimlerde $\boxed{q_B = 0}$

İdeal gazlarda $\boxed{\begin{aligned}\Delta U_B &= C_V(T_2 - T_1)\\ \Delta H_B &= C_P(T_2 - T_1)\end{aligned}}$

Birinci yasadan $\boxed{w_B = C_V(T_2 - T_1)}$ ve $\boxed{\int \frac{\delta q_B}{T} = 0}$

$[C]$ 1mol gaz$(p_3, V_2, T_2) \xrightarrow{\text{ter.V sbt}}$ 1mol gaz(p_2, V_2, T_1)

Sabit hacım $\boxed{w_C = 0}$

İdeal gazlarda $\boxed{\begin{aligned}\Delta U_C &= C_V(T_1 - T_2)\\ \Delta H_C &= C_P(T_1 - T_2)\end{aligned}}$

Birinci yasadan $\boxed{q_C = C_V(T_1 - T_2)}$ ve $\boxed{\int \frac{\delta q_C}{T} = C_V \ln\left(\frac{T_1}{T_2}\right)}$

$[A]$	$[B]+[C]$
$\Delta U_A = 0$	$\Delta U_B + \Delta U_C = 0 = \Delta U_A$
$\Delta H_A = 0$	$\Delta H_B + \Delta H_C = 0 = \Delta H_B$
$q_A = RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$	$q_B + q_C = C_V(T_1 - T_2) \neq q_A$
$w_A = -RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$	$w_B + w_C = C_V(T_2 - T_1) \neq w_A$
$\int \frac{\delta q_A}{T} = R\ln\frac{V_2}{V_1}$	$\int \frac{\delta q_B}{T} + \int \frac{\delta q_C}{T} = R\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \int \frac{\delta q_A}{T}$

Bu sonuçlardan $\int \frac{\delta q_{ter}}{T}$ değerinin bir hal fonksiyonu olduğu görülmektedir.

[D]işlemi

$\boxed{\begin{aligned}\Delta U_D &= C_V(T_3 - T_1)\\ \Delta H_D &= C_p(T_3 - T_1)\end{aligned}}$

$\boxed{q_D = C_p(T_3 - T_1)}$

$\boxed{w_D = -R(T_3 - T_1)}$

$\boxed{\int \frac{\delta q_A}{T} = C_p \ln\left(\frac{T_3}{T_1}\right)}$

[E]işlemi

$$\boxed{\begin{aligned}\Delta U_E &= C_V(T_1 - T_3)\\ \Delta H_E &= C_p(T_1 - T_3)\end{aligned}}$$

$$\boxed{q_E = C_V(T_1 - T_3)}$$

$$\boxed{w_E = 0}$$

$$\boxed{\int \frac{\delta q_E}{T} = C_V \ln\left(\frac{T_1}{T_3}\right)}$$

$[A]$	$[D]+[E]$
$\Delta U_A = 0$	$\Delta U_D + \Delta U_E = 0 = \Delta U_A$
$\Delta H_A = 0$	$\Delta H_D + \Delta H_E = 0 = \Delta H_A$
$q_A = RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$	$q_D + q_E = C_V(T_3 - T_1) \neq q_A$
$w_A = -RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$	$w_D + w_E = -R(T_3 - T_1) \neq w_A$
$\int \frac{\delta q_A}{T} = R\ln\frac{V_2}{V_1}$	$\int \frac{\delta q_D}{T} + \int \frac{\delta q_E}{T} = R\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \int \frac{\delta q_A}{T}$

Bu sonuçlardan da $\int \frac{\delta q_{ter}}{T}$ değerinin bir hal fonksiyonu olduğu görülmektedir.