Résumé Thermodynamique 1 SMPC/S1

I Généralités

Equation d'état
$F(P,V,T)=0$

P est la pression
V est le volume
T est la température

Variables intensives
Elles ne dépendent pas de la masse (P, T,...)

Variables extensives
Elles dépendent de la masse (V, U,...)

Transformation isotherme
$T = Constante$

Transformation isobare
$P = Constante$

Transformation isochore
$V = Constante$

Forme différentielle des fonctions d'états

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P=1,\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T=1,\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V=1$$

$$dV=\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dT+\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T dP,$$

$$dT=\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P dV+\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V dP$$

$$dP=\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dT+\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T dV$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T=-1\ (identité\ de\ reech)$$

Coefficients thermo-élastiques α, χ_T, β et ξ

$$dV=\alpha V dT-\chi_T V dP=\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dT+\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T dP \quad , dP=\beta P dT-\xi P dV=\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dT+\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T dV$$

$$\alpha=\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \ , \ \chi_T=-\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \ , \ \beta=\frac{1}{P}\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \ , \ \xi=-\frac{1}{P}\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

Kimbere Abdou 781980013/ 705876760

II Calorimétrie et thermométrie

Echelles de température

Echelle centésimale : $\frac{1}{100}$

Echelle Kelvin : $T(K)=273.15.\theta(^oC)$

Echelle Fahrenheit
$\theta_0=32^0F$ *pour la glace fondante et* $\theta_{100}=212^0F$ *pour l'eau bouillante*

Echelle Rankine
R(degrés Rankine)=F(degrés Fahrenheit)+460

Principe zéro de la thermodynamique
C'est le principe qui définit l'équilibre

Notion de chaleur
Q_A*(chaleur perdue par le corps A)+*Q_B*(chaleur recue par le corps B)=0*

Chaleur massique d'un solide

$$(m_0+\mu_0)c_0(\theta_f-\theta_0)+m_1c(\theta_f-\theta_1)=0$$

$$\Rightarrow \mu_0=-\frac{(m_0+\mu_0)c_0}{m_1}\frac{(\theta_f-\theta_0)c_0}{\theta_f-\theta_1}$$

Mesures calorimétriques par la méthode électrique

$$J=\frac{W_e}{Q}=\frac{U\,I\,\Delta t}{(m_0+\mu_0)c_0(\theta_f-\theta_0)}$$

Transfert de chaleur
Par conduction
Par convection
Par rayonnement

Chaleur massique c
$Q=mc(\theta_2-\theta_1)$

Chaleur latente L
$Q=mL$

Capacité calorifique: $C=mc$

Capacité calorifique molaire : $C=Mc$

Valeur en eau du calorimètre et de ses accessoires

$$(m_0+\mu_0)(\theta_f-\theta_0)+m_1(\theta_f-\theta_1)=0$$

$$\Rightarrow \mu_0=-\frac{\theta_f-\theta_1}{\theta_f-\theta_0}m_1-m_0$$

III Premier principe de la thermodynamique

Loi de BOYLE-MARIOTTE
$PV=Cte$

Loi de CHARLES
$\frac{P}{T}=Cte$

Loi de GAY-LUSSAC
$\frac{V}{T}=Cte$

Principe d'équivalence
$Q+W=0$

Quantité de chaleur à volume constante $\Delta U=Q_V$

Quantité de chaleur à pression constante $\Delta H=Q_P$

Forme différentielle du travail et de la chaleur
$\delta Q=mc_V dT+ldV,\ \delta Q=mc_p dT+mhdP\ ,\ \delta Q=m\lambda dP+\mu dV$

1er principe de la thermodynamique
$\Delta U=Q+W$

1er loi de Joule
$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V=l-P=0$

2ème loi de Joule
$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V=mh+V=0$

Relation de MAYER
$M(c_P-c_V)=R$

$c_V=\frac{R}{M(\gamma-1)}$
$c_P=\frac{\gamma R}{M(\gamma-1)}$

$C_V=mc_V$
$C_P=mc_P$
$\gamma=c_P/c_v$

Equations de LAPLACE
$PV^\gamma=Cte\ ,\ TV^{\gamma-1}=Cte\ ,\ VP^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}=Cte$

L'équation de gaz parfait
$PV=nRT$

Bilans énergétiques

Transformation Isotherme

$T = Cte$

Travail

$$W_{AB} = \int \delta W = -\int PdV$$

$$= -nRT_A \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} =$$

$$= -nRT_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

Quantité de chaleur

$$Q_{AB} = -W_{AB}$$

L'énergie interne

$$\Delta U_{AB} = 0$$

Transformation Isobare

$P = Cte$

Travail

$$W_{AB} = \int \delta W = -\int PdV =$$

$$= -P_A \int_{V_A}^{V_B} dV = -P_A(V_B - V_A)$$

Quantité de chaleur

$$Q_{AB} = C_P \Delta T$$

$$= \frac{\gamma R}{M(\gamma - 1)}(T_B - T_A)$$

L'énergie interne

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB}$$

Transformation Isochore

$V = Cte$

Travail

$$W_{AB} = 0$$

Quantité de chaleur

$$Q_{AB} = C_V \Delta T$$

$$= \frac{R}{M(\gamma - 1)}(T_B - T_A)$$

L'énergie interne

$$\Delta U_{AB} = C_V \Delta T$$

Transformation adiabatique

$PV^\gamma = Cte$

Travail

Quantité de chaleur

$$Q_{AB} = 0$$

L'énergie interne

IV Deuxième principe de la thermodynamique

Egalité de CLAUSIUS-CARNOT

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$$

Inégalité de CLAUSIUS

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$$

- (=0 si le cycle est réversible)
- (<0 si le cycle est irréversible)

Rendement d'un moteur

$$r = \frac{|W_{tot}|}{Q_1} = \frac{|-(Q_1 + Q_2)|}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}$$

Rendement d'un moteur réversible

$$r_{rév} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Rendement d'un moteur irréversible

$$r_{irrév} < r_{rév}$$

Efficacité d'une machine frigorifique

$$e_F = \frac{Q_2}{W_{tot}} = \frac{1}{1 + \frac{Q_1}{Q_2}}$$

Efficacité d'une machine frigorifique réversible

$$e_{Frév} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Efficacité d'une machine frigorifique irréversible

$$e_{Firrév} < \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Efficacité d'une pompe à chaleur

$$e_p = \frac{|Q_1|}{W_{tot}} = \frac{1}{1 + \frac{Q_2}{Q_1}}$$

Efficacité d'une pompe à chaleur réversible

$$e_{prév} = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

Efficacité d'une pompe à chaleur irréversible

$$e_{pirrév} < \frac{T_1}{T_2 - T_1}$$

Entropie (cas réversible)

$$\Delta S = S_B - S_A = \int_A^B \frac{\delta Q}{T}$$

Entropie (cas irréversible)

$$dS = dS_e + dS_i$$

2ème principe de la thermodynamique

C'est le principe de transformation de l'énergie