

Mayer: $C_p - C_v = nR$
 Laplace: $PV^\gamma = \text{Cste}$, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

Joules: $dU = C_v dT$
Thermo et Physique:

Équipartition:
 $E = \frac{1}{2} k_B T$ / d.d.l. ^{quadr} _{indép}

Entropie:
 Gibbs: $S = -k_B \sum_l P_l \ln P_l$
 Boltzmann: $S = k_B \ln \Omega$

Gaz parfait: $PV = nRT$
 • particules qu'on - ponctuelles
 • chocs élastiques
 • chocs moléculaire

Thermodynamique:
 Éq: stationnaire + uniforme

Variables d'état:
 • $U(S, V, N): dU = TdS - PdV + \mu dN$
 • $H(S, P, N): dH = TdS + VdP + \mu dN$
 • $F(T, V, N): dF = -SdT - PdV + \mu dN$
 • $G(T, P, N): dG = -SdT + VdP + \mu dN$

Principes:
 ③: Transmitté de l'éq thermo
 ①: $dU = \sum Q + \sum W$
 ②: $dS = \underbrace{\sum Q}_{T_{\text{ext}}} + \underbrace{\sum S_{\text{créé}}}_{\geq 0}$
 ③ Corps pur, cristal parfait, $T=0 \Rightarrow S=0$

Machines thermiques:

Clausius: $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_h}{T_h} \leq 0$
 Carnot: $\eta \leq 1 - \frac{T_h}{T_c}$
 $\Delta(h + e_c + e_p) = W_m + q$
 $\Delta s = s_{\text{éch}} + s_{\text{créé}}$

Conducto - convection:
 Newton: $\Phi = hS(T_s - T_a)$

Transferts thermiques

Conduction:
 Conservation: $\rho c \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{j} = 0$
 Fourier: $\vec{j} = -\lambda \nabla T$
 Éq de la chaleur: $\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \Delta T$

Transformations:
 Quasi-statique: toujours infiniment proche de l'éq
 Réversible: quasi-statique + éq avec l'extérieur

Distributions:
 • Maxwell-Boltzmann
 $\langle n_i \rangle = e^{-\beta(E_i - \mu)}$
 • Fermi-Dirac
 $\langle n_i \rangle = \frac{1}{e^{\beta(E_i - \mu)} + 1}$
 • Bose-Einstein
 $\langle n_i \rangle = \frac{1}{e^{\beta(E_i - \mu)} - 1}$

Rayonnement:
 Stefan: $\Phi = \sigma T^4$
 Wien: $\lambda_{\text{max}} T = \text{Cste}$

Grand-Canonique
 (T, V, μ)

$P_l = \frac{1}{\Xi} e^{-\beta(E_l - \mu N_l)}$
 $\Xi = \sum_l e^{-\beta(E_l - \mu N_l)}$
 $J = -k_B T \ln \Xi$
 $\langle N \rangle = k_B T \frac{\partial \ln \Xi}{\partial \mu}$

Physique statistique

Ensembles

Micro-Canonique
 (E, V, N)

Canonique
 (T, V, N)

$P_l = \frac{1}{N}$

$P_l = \frac{1}{Z} e^{-\beta E_l}$
 $Z = \sum_l e^{-\beta E_l}$
 $F = -k_B T \ln Z$
 $\langle E \rangle = -\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta}$

Transitions de phase:
 Phase: les propriétés varient continûment
 • 1^{er} ordre: discontinuité, latence, coexistence
 • 2nd ordre: continuité