EXO TECHNIQUES N°8 – THERMO 2 – Second Principe

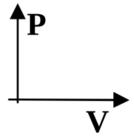
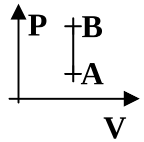
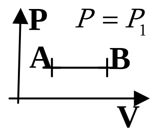
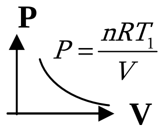
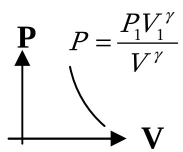
Méthodes de Calcul ?

Méthodes ?	Solution
Calculer la variation totale d'entropie? → Expression de ΔS pour un GP ?	→ Identité thermodynamique : $dS = \frac{dU}{T} + \frac{PdV}{T}$ → GP : $\Delta S = C_V \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nR \cdot \ln\left(\frac{V}{V_0}\right)$
Calculer l'entropie échangée ?	→ Expression directe : $\delta S_{éch} = \frac{\delta Q_{éch}}{T_{ext}}$
Calculer l'entropie créée ?	→ La déduire du reste : $\delta S_{créée} = dS - \delta S_{éch}$
2 lois à écrire pour une machine ditherme ?	$\begin{cases} 1^{er} \text{ Principe : } & W + Q_C + Q_F = 0 \\ 2^{ème} \text{ Principe : } & \frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} \underset{rév}{\overset{irr}{\leq}} 0 \end{cases}$
Expression efficacité ? → Générale → Moteur → Réfrigérateur → Pompe à Chaleur	Expression générale : $e = \frac{énergie\_utile}{énergie\_conso}$ $e_{moteur} = \left\|\frac{W}{Q_C}\right\| = \frac{-W}{Q_C}$ $e_{réfr} = \left\|\frac{Q_F}{W}\right\| = \frac{Q_F}{W}$ $e_{pompe} = \left\|\frac{Q_C}{W}\right\| = \frac{-Q_C}{W}$
Cycle de Carnot ? → Particularité → Rendement du moteur → A quoi il sert ?	→ Cycle réversible (2 isotherme + 2 adiabatiques réversibles) → Rendement max : $e_{Carnot} = 1 - \frac{T_F}{T_C}$ (moteur) → Rôle de Référence : permet de calculer le travail max que peut fournir un moteur entre 2 sources de chaleur
Cas d'une phase condensée ? → Particularité ? → Conséquence sur les capacités thermiques → Conséquences pour les énergies / chaleurs → ΔS pour une phase condensée ?	→ Phase Condensée = Indilatable et Incompressible : $V \approx Cstte$ → $\begin{cases} C_V \approx C_P \approx C \\ \delta Q \approx dU \approx dH \approx CdT \\ \Delta S = C \cdot \ln\left(T/T_0\right) \end{cases}$

Applications aux GP

On rajoute la colonne « variation d'entropie » à calculer dans le tableau de transformation du GP…

Calcul de l'état final d'une transformation d'un GP ?

EI	Type Transfo	Donnée finale	Valeurs finales	Diag PV	Calcul de Q	Calcul de W (cas méca réversible)	Variation d'Entropie
$\begin{bmatrix} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{bmatrix}$	Isochore Isotherme Isobare Adiab rév	P_2 ou T_2 ou V_2	$\begin{bmatrix} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ? \\ ? \\ ? \end{bmatrix}$		$Q = ?$	$W = ?$	$\Delta S = ?$
Quelques Exemples							
$\begin{bmatrix} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{bmatrix}$	Isochore	Par ex P_2	$\begin{bmatrix} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_2 \\ V_1 \\ \frac{P_2 V_1}{nR} \end{bmatrix}$		$Q_V = C_V \Delta T$	$W = 0$	$\Delta S = C_V \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$
$\begin{bmatrix} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{bmatrix}$	Isobare	Par ex T_2 imposée	$\begin{bmatrix} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ \frac{nRT_2}{P_1} \\ T_2 \end{bmatrix}$		$Q_P = C_P \Delta T$	$W = -P \Delta V$	On a $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{V_2}{V_1}$ $\Delta S = (nR + C_V) \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ $\Rightarrow \quad \Delta S = C_P \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$
$\begin{bmatrix} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{bmatrix}$	Isotherme	Par ex P_2 imposée	$\begin{bmatrix} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_2 \\ \frac{nRT_1}{P_2} \\ T_1 \end{bmatrix}$		$\Delta U = 0$ $\Rightarrow Q = -W$	$W = -\int \frac{nRT_1}{V} dV$ $W = -nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	$\Delta S = nR \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$
$\begin{bmatrix} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{bmatrix}$	Adiab Rév	Par ex V_2 imposée	$\begin{bmatrix} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{P_1 V_1^{\gamma}}{V_2^{\gamma}} \\ V_2 \\ \frac{P_2 V_2}{nR} \end{bmatrix}$		$Q = 0$	$W = -\int \frac{P_1 V_1^{\gamma}}{V^{\gamma}} dV$ $W = \frac{P_1 V_1^{\gamma}}{(\gamma - 1)}\left[\frac{1}{V_2^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_1^{\gamma-1}}\right]$	$\Delta S = 0$
Toutes les combinaisons étant possibles…							