

Nom :

## Interrogation de cours

1) Donner l'expression du premier principe de la thermodynamique pour une transformation élémentaire. On définira toutes les notations utilisées. Retrouver alors la variation d'énergie interne entre deux états d'équilibres A et B.

$$\text{Premier principe : } dU + dE_c = \delta W + \delta Q$$

avec : -  $dU$  : variation élémentaire d'énergie interne en J.

-  $dE_c$  : variation élémentaire d'énergie cinétique macroscopique en J.

-  $\delta W$  : travail élémentaire reçu par le système de l'extérieur en J.

-  $\delta Q$  : transfert thermique élémentaire reçu par le système de l'extérieur en J.

$$\text{Entre A et B : } \Delta U + \Delta E_c = W + Q$$

2) Définir la fonction d'état, enthalpie. On définira toutes les notations utilisées. Que peut-on dire de l'enthalpie d'un gaz parfait ? Sous quelle forme peut-on alors exprimer la variation élémentaire de son enthalpie ? Que peut-on dire de l'enthalpie d'une phase condensée ? Donner sa variation élémentaire.

$$H = U + PV$$

L'enthalpie d'un gaz parfait ne dépend que de la température. Ainsi :  $dH = C_p dT$

3) Énoncer au moins une des lois de Laplace. Pour quel type de transformation peut-on les utiliser ? En redémontrer au moins une.

$$PV^\gamma = \text{cte} \quad \text{ou} \quad T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{cte} \quad \text{ou} \quad TV^{\gamma-1} = \text{cte}$$

Lors d'une transformation isentropique d'un GP

D'après la première identité thermodynamique :

$$dU = TdS - PdV \Rightarrow C_v \frac{dT}{T} + \frac{P}{T} dV = C_v \frac{dT}{T} + nR \frac{dV}{V} = C_v \left( \frac{dT}{T} + (\gamma - 1) \frac{dV}{V} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = -(\gamma - 1) \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} \Rightarrow \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) = -(\gamma - 1) \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) \Rightarrow \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) + \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = 0$$

$$\Rightarrow \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} \right) = 0 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = 1 \Rightarrow T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$$

Nom :

## Interrogation de cours

1) Donner l'expression du deuxième principe de la thermodynamique pour une transformation élémentaire. On définira toutes les notations utilisées. Retrouver alors la variation d'entropie entre deux états d'équilibres A et B.

$$\text{Deuxième principe : } dS = \delta S_{ech} + \delta S_{créé}$$

avec : -  $dS$  : variation élémentaire d'entropie en  $J.K^{-1}$ .

-  $\delta S_{ech}$  : entropie élémentaire échangée en  $J.K^{-1}$

-  $\delta S_{créé}$  : entropie élémentaire créée en  $J.K^{-1}$

$$\text{Entre A et B : } \Delta S = S_{ech} + S_{créé}$$

2) Que peut-on dire de l'énergie interne d'un gaz parfait ? Sous quelle forme peut-on alors exprimer la variation élémentaire de son énergie interne ? Donner sa variation élémentaire.

L'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de la température. Ainsi :  $dU = C_V dT$

3) Donner les deux identités thermodynamiques et les redémontrer. Définir la pression et la température thermodynamiques.

$$dU = TdS - PdV \quad dH = TdS + VdP$$

Soit une transformation d'un système fermé n'occasionnant aucune variation d'énergie cinétique, et au cours de laquelle le seul travail mis en jeu est celui des forces de pression. D'après le premier principe et le deuxième principe :

$$dU = \delta W + \delta Q \quad \text{et} \quad dS = \delta S_{ech} + \delta S_{créé}$$

Cette transformation a lieu entre deux états d'équilibres et on suppose qu'il existe un chemin réversible, alors on peut

$$\text{écrire : } \delta W = -PdV \quad \delta S_{ech} = \frac{\delta Q}{T} \quad \text{et} \quad \delta S_{créé} = 0$$

$$\text{Ce qui nous donne : } dU = -PdV + T\delta S_{ech} = -PdV + TdS$$

$$\text{Différentielle de l'énergie interne : } dU = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V dS + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S dV$$

$$\text{Par identification : } T = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V \quad \text{et} \quad P = -\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$$

Sous forme différentielle, la définition de l'enthalpie donne :  $dH = dU + PdV + VdP$

Si l'on utilise la première identité thermodynamique, on a :

$$dH = TdS - PdV + PdV + VdP = TdS + VdP$$