

LP33: Irréversibilité

Element imposé

Détente de Joule Kelvin

Introduction pédagogique

Niveau L1

Prérequis :

- 1er principe de la thermodynamique
- Notion de gaz parfait
- Fonction d'état
- Transformation réversible
- Transformation adiabatique

Difficultés :

- Notion abstraite
- Définir un système

Biblio :

- PCSI De la Baune
- Hecht
- Chimie3

Activités liées

- TD : Retrouver l'expression de l'entropie pour un gaz parfait
- TP : Déterminer la variation d'entropie d'un système lors d'un changement d'état

Objectif Connaître et savoir appliquer le second principe de la thermodynamique et comprendre la notion d'entropie

Blabla pédagogique : Evaluation diagnostique (Wooclap), avant : 1er principe (séquence thermo)

Introduction

Situation sirop de menthe qui se renverse dans la casserole d'eau bouillante des pâtes. Est ce qu'on peut revenir à la situation initiale? Non car situation irréversible.

Projeté : Colorant dans de l'eau qui s'homogénéise

Homogénéisation des valeurs et irréversibilité, comment le mettre en equation?

1 Vers un principe d'évolution

1.1 Second principe de la thermodynamique

A tout système thermodynamique sera associée une fonction d'état extensive appelée entropie (S) J K⁻¹
L'entropie s'identifie au désordre

2nd principe : un système fermé va évoluer spontanément vers l'augmentation de l'entropie $\Delta S > / = 0$
 $\Delta S = S_{ech} + S_{cr}$

Projeté : entropie échangée infinitésimale (expression)

1.2 Identités thermodynamiques

$$dU = \delta Q + \delta W \quad dU = \delta Q - PdV$$

$$\delta Q = TdS \quad dU = TdS - PdV$$

$$dS = dU/T + P/TdV \quad (1^{\text{ère}} \text{ identité thermodynamique}) \quad dS = dH/T - V/TdP \quad (2^{\text{nd}} \text{ identité thermo})$$

2 Mesure expérimentale de l'entropie d'un système en phase condensée

Projection méthode puis revient dessus pour l'expérience

Système global : eau chaude et eau froide Système 1 : eau froide $m_1 = 324.29 \text{ g}$ $T_1 = 291.65 \text{ K}$ Système 2 = eau chaude $m_2 = 150 \text{ g}$ $T_2 = 349.15 \text{ K}$

$$\Delta S = \Delta S_{1+2} \quad \Delta S_1 = 1/T \Delta U \quad \Delta S_1 = \int m_1 C_{eau} dT/T \quad \Delta S_1 = m_1 C_{eau} \ln(T_F/T_1) \quad \Delta S_{1_{corrig}} = C_{eau}(m_1 + \mu) \ln(T_F/T_1)$$

$$\Delta S_2 = C_{eau}(m_2) \ln(T_F/T_2)$$

$$\Delta S = \Delta S_{1+2} \quad \Delta S = C_{eau}[(m_1 + \mu) \ln(T_F/T_1) + m_2 \ln(T_F/T_2)]$$

$$\Delta S = S^{echang} + S^{Cre} \quad \Delta S = S^{Cre} = 7 + -6 \text{ J/K} > 0$$

3 Entropie d'une phase gaz

A l'oral coté historique, Projection détente de Joule Kelvin avec système fermé $\Delta U_{i \rightarrow f} = U_{\Sigma_f} - U_{\Sigma_i}$

$$\Delta U_{i \rightarrow f} = U_{\Sigma_2} + U_{\Sigma_0} - U_{\Sigma_1} - U_{\Sigma_0} \quad \Delta U_{i \rightarrow f} = U_{\Sigma_2} - U_{\Sigma_1}$$

$$U_{\Sigma_2} - U_{\Sigma_1} = Q + W \quad U_{\Sigma_2} - U_{\Sigma_1} = -P_1(O - V_1) - P_2(V_2 - 0)$$

$$U_2 + P_2 V_2 = U_1 + P_1 V_1 \quad H_2 = H_1 \quad (\text{isenthalpique})$$

$$\Delta S = \int dH/T - V/TdP \quad \Delta S = \int dH/T - V/TdP \quad \Delta S = -nR \int dP/P \quad \Delta S = -nR \ln(P_1/P_2)$$

Donc si $P_1 > P_2$ la transformation ne peut pas être spontanée

4 Conclusion

A voir ensuite en chimie

5 Question

- Premier principe vu en terminal sous quel forme? Avec que les travaux de forces des forces de pression
- Donc on peut en secondaire donner une idée du second principe? Oui avec tout les exemples qu'on a inventé (en insistant que pas prévu par le premier principe)
- Système fermé évolue toujours vers une augmentation de son entropie, préciser fermé? Pas pour un système fermé mais pour un système isolé (car système fermé peut échanger de la chaleur)
- Autre identités thermo avec une autre grandeur d'état? Enthalpie libre en chimie

- Pourquoi on utilise l'enthalpie libre ? P et T fixée
- Différence fondamentale entre travail et chaleur (deux formes d'énergie) ?
- Mot chaleur peut porter à confusion pourquoi ? Oui car on pense à des T élevée même si on a transfert thermique aussi avec des sources froides (transfert d'énergie thermique pas de sensation de chaud)
- transformation quasi statique, lien avec la réversibilité ? Oui pleins d'état d'équilibre et on peut revenir de l'un vers l'autre de manière réversible
- Pourquoi la diffusion c'est irréversible ? Inverse le temps on a pas la même équation
- C'est quoi le colorant ? Colorant alimentaire bleu (pas de pb de sécurité)
- Historique : thermodynamique, quand ? Par qui ? Pourquoi ? Reflexion autour des machines thermiques, Clausius, Carnot

Question citoyenneté Un élève pose une question sur tes opinions politiques, qu'est ce que tu fais ? Dire que c'est pas le moment mais bien qu'il s'y interesse donc discuter en dehors des heures de classes ou diriger vers des sources d'information corrects différentes pour qu'il se fasse un avis. Bien sur ne jamais donner ses opinions politiques. (bof, pas donné de sources). Orienté vers la/le prof d'histoire géo ou d'SES. En tant que prof de science peut être donnée les données scientifiques (OMS, rapport Giec,...)

6 Retour