PRATIQUE #2

Thèmes :

Coefficients thermoélastiques
Travail, chaleur
Représentation du travail dans un digramme de Clapeyron (graphique de la pression en fonction du volume)

Connaissances requises :

Notion de différentielle totale et de différentielle exacte
Définition de système ouvert et fermé
Définition de variable intensive et extensive
Définition des coefficients thermoélastiques
Définition de travail d'expansion d'un système dans un champ de pression p_{ext}

Pour vous guider, à la fin de chaque question figurent les résultats numériques. J'espère qu'il n'y a pas d'erreur de calcul ou de frappe…

Exercice 2.1

L'enthalpie libre de Gibbs, G, est une fonction d'état qui dépend de l'enthalpie, H, et de l'entropie, S. C'est-à-dire, $G = G(H,S)$.

a) Déterminer la différentielle totale de G.
b) Établir la relation cyclique appliquée à cette fonction.

Exercice 2.2

Considérez une mole d'un gaz idéal dont l'équation d'état est
$pV_m = RT$ où p est la pression, V_m le volume molaire, T la température et R la constante universelle des gaz parfaits.

a) Dans l'équation d'état d'un gaz idéal ci-dessus, quelles sont les variables thermodynamiques :
   i. Extensives (aucune)
   ii. Intensives (p, V_m et T)
b) Prouvez que dV_m est une différentielle exacte;
c) Prouvez que $\delta w_m = -pdV_m$ n'est pas une différentielle exacte.

Exercice 2.3

Un bloc de cuivre de volume V = 20 cm^3 est initialement sous la pression p = 1,013 bar à la température T = 295 K. Les variations envisagées seront considérées comme des petites variations.
Données : pour le cuivre, le coefficient de dilatation volumique isobare est $\alpha = 4{,}9\times10^{-5}$ K^{-1}, et le coefficient de compressibilité isotherme est $\kappa_T = 7{,}2\times10^{-12}$ Pa^{-1}.

1) On porte sa température à T' = 295,5 K, par un processus isobare. Déterminer l'augmentation de volume correspondante. Résultat : $(\Delta V)_p = 4{,}9.10^{-4}\ cm^3 = 0{,}49\ mm^3$

2) À partir de l'état initial, on élève la pression de 0,050 bar à température constante. Déterminer la variation de volume correspondante. Résultat : $(\Delta V)_T = -7,2.10^{-7}\ cm^3 = 7,2.10^{-4}\ mm^3$
3) Puisque les variations sont petites, déterminez les variations 1) et 2) en utilisant les différences finies et comparez vos résultats avec ceux obtenus en 1) et 2).
Résultat : $(\Delta V)_p = 4,9.10^{-4}\ cm^3 = 0,49\ mm^3$ et $(\Delta V)_T = -7,2.10^{-7}\ cm^3 = 7,2.10^{-4}\ mm^3$

Note : différences finies – au lieu d'utiliser l'équation différentielle, on utilise l'approximation finie. Par exemple : au lieu de l'équation $\frac{dV}{V} = \alpha dT$, on utilise $\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha.\Delta T$ où V_0 est le volume initial.

Exercice 2.4

Soit un gaz décrivant le cycle réversible suivant :

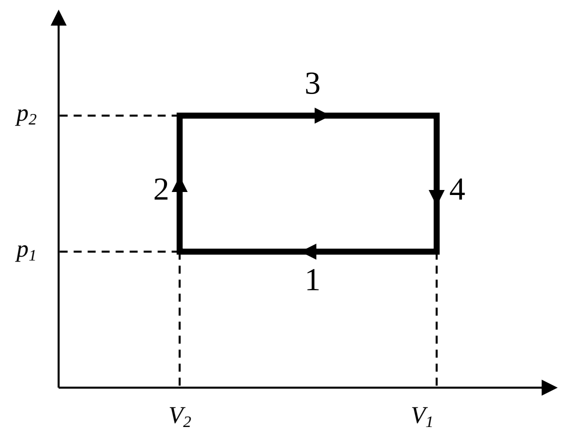

Figure 2.1 : exercice 2.2

1) Calculer les travaux W_1, W_2, W_3, W_4. En déduire W_{Total}.
2) Quelle serait la valeur de W'_{Total} si l'on parcourait le cycle en sens inverse ?
3) Trouver une interprétation graphique à la valeur de W. Cette interprétation est-elle généralisable lors d'un cycle avec des transformations quelconques ?