

LP11 : Gaz parfait, gaz réels

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

Ebauche de plan - Niveau : $\simeq$ L2

1 Modèle du gaz parfait

1.1 Théorie cinétique des gaz

- Partir de la distribution de Maxwell-Boltzmann
- En déduire d'abord que $\langle v_z^2 \rangle = \frac{k_b T}{m}$ (résultat du théorème d'équipartition)
- Ensuite, faire la démo proprement (voir [3] p.356-359 ou bien [1] p.85-89) de la pression cinétique pour aboutir à $P = m \frac{N}{V} \langle v_z^2 \rangle$
- Aboutir avec ces deux résultats à l'équation d'état
- Commenter

1.2 Premières propriétés

- Écrire l'énergie interne du gaz comme la somme des énergies cinétiques
- Moyenner et arriver à $U = \langle E \rangle = \frac{3}{2} n R T$
- U ne dépend donc que de T: Première loi de Joule
- Calculer la capacité thermique en dérivant par rapport à T

1.3 Limite du modèle

- Détente de Joule Gay-Lussac
- Obtenir la seconde loi de Joule
- Mais pour du CO_2 à 20°C et pression atmosphérique, on observe en pratique une différence de température de 0.3°C

2 Vers les gaz réels

2.1 Équation d'état

- Présenter le modèle de potentiel avec l'idée d'interaction répulsive sphères dures et interaction attractive
- Donner l'équation d'état de Van der Waals en expliquant l'ajout des deux termes
- Peut-être parler de Lennard Jones: On a $E_{cin} \sim nRT$ et $E_{cin} \sim N[\frac{N}{V}\frac{4}{3}\pi r_o^3 E_{po}]$ avec r_o le rayon d'énergie potentielle minimale d'environ 0.5 nm et $E_{po} \sim 10^{-2}eV$
- Rapport des deux d'environ 300
- Montrer que ça évolue en T/N . En déduire quel modèle est le plus valable selon la température et le caractère dilué
- Donner des ordres de grandeurs de a et b (notamment pour le CO2) [5]

2.2 Correction de la détente de Joule Gay Lussac

- Amener (ou redémontrer) la variation d'énergie interne [4]
- En déduire le refroidissement en ordre de grandeur

3 Les fluides réels [1] Chap 10-2

- On peut d'un point de vue théorique développer le produit PV en puissance de N/V (ou en puissance de P, au choix)
- Le gaz parfait n'est qu'un exemple où le gaz est très dilué
- Les propriétés particulières du fluide sont encodées dans les coeff du viriel, de telle sorte que le GP est universel
- Selon le modèle d'interaction, on peut obtenir différents coeff du viriel, qu'on va faire coller expérimentalement sur des diagramme d'Amagat.
- Eventuellement parler des modèles de sphères dures et de Lennard-Jones

Bibliographie : démonstrations et exemples

- 1 BFR, Thermo
- 2 Diu, Thermo
- 3 Diu, Physique statistique
- 4 http://webetab.ac-bordeaux.fr/Etablissement/BDBorn/sections/postbac/prepasciences/physique/telech/docs20089/T3-Methodes_2008-2009.pdf
- 5 https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quation_d%27%C3%A9tat_de_van_der_Waals
- 6 https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quation_du_viriel