

# LP-67-Gaz réels, gaz parfait

Maud

12 juin 2022

## Pré-requis

- Equation d'état
- 

## Références

- [1] M-N. Sanz Cardini, D.Jurine. *Physique : tout-en-un PSI/PSI\**. J'intègre tout-en-un. Dunod, Paris, 2013.
- [2] Bernard Diu, Claudine Guthmann, and Danielle Lederer. *Thermodynamique*. Enseignement des sciences. Hermann, Paris, 2007.
- [3] José-Philippe Pérez. *Thermodynamique : fondements et applications avec 250 exercices et problèmes résolus*. Masson sciences Physique. Dunod, Paris, 3e édition. édition, 2001.
- [4] Cristophe Texier and Guillaume Roux. *Physique statistique : Des processus élémentaires aux phénomènes collectifs*. Dunod, 2017.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gaz parfait</b>	<b>2</b>
2.1	Définition empirique . . . . .	2
2.2	Modèle microscopique . . . . .	3
2.3	Pression cinétique . . . . .	3
2.4	Propriétés énergétiques-macroscopiques . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Limite du modèle des gaz parfaits</b>	<b>3</b>
3.1	Gaz parfait diatomique . . . . .	3
3.2	Limite d'interaction . . . . .	3
3.3	Limite de densité . . . . .	3
3.4	Limite quantique . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Gaz réels</b>	<b>3</b>
4.1	Aspects expérimentaux . . . . .	3
4.2	Développement du Viriel . . . . .	3
4.3	Gaz de Van der Waals . . . . .	3
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>4</b>

## 1 Introduction

### Introduction pédagogique

#### Objectifs pour les profs

-

## LP\*07 : Gaz réels, gaz parfait.

### Commentaires extraits des rapports de jury

2017 : Les corrections apportées au modèle du gaz parfait doivent s'appuyer sur des analyses physiques et pas seulement sur des développements calculatoires. La leçon ne peut pas se limiter aux modèles du gaz parfait et

49

LP\*09 : Ondes électromagnétiques dans les milieux conducteurs.

ENSL, agreg.  $\varphi$  2021-2022

du gaz de van der Waals. L'utilisation d'un diagramme enthalpique permet notamment de voir les limites des modèles.

2015 : Les discussions d'ordres de grandeurs sont importantes et l'appui sur des diagrammes thermodynamiques recommandé. La distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann est trop souvent méconnue.

Jusqu'en 2014, le titre était : *Gaz parfait, gaz réels*.

2014 : Les candidats doivent avoir réfléchi à la notion de collision à l'échelle moléculaire et prendre du recul vis-à-vis du modèle des sphères dures. Le calcul de la pression cinétique doit être fait avec soin. Il faut préciser à quel moment intervient la moyenne statistique des grandeurs microscopiques. Les limites du modèle du gaz parfait et le cas des gaz réels doivent occuper une partie significative de la durée de la leçon.

FIGURE 1 – Book 2021

#### Objectifs pour les élèves

- 

#### Activités pour les élèves

- 

#### Remarque

La leçon de leo mangeolle est très bien. je l'ai reprise à la suite de qq notes.

## Introduction générale

### BO

## 2 Gaz parfait

#### Définition

On appelle **gaz parfait** une fluide homogène dont l'équation d'état liant  $(T,p,V/n)$  s'écrit sous la forme particulièrement simple :

$$pV = nRT$$

avec  $R$  la constante des gaz parfaits.

### 2.1 Définition empirique

Aspect historique aller voir pascal

## 2.2 Modèle microscopique

voir LP léo On énonce toutes les hypothèses au début que l'on numérote et on peut les mettre sur une diapo à la limite comme ca quand on fait le calcul on peut faire référence aux hypothèses par leur numéro.

## 2.3 Pression cinétique

cf TD monrouge thermo p.4 ex3 cf léo

## 2.4 Propriétés énergétiques-macroscopiques

## 3 Limite du modèle des gaz parfaits

### 3.1 Gaz parfait diatomique

Il s'agit d'une correction au modèle des gaz parfaits monoatomiques. [2] p.255

### 3.2 Limite d'interaction

[4] p.169 [4] P.178

### 3.3 Limite de densité

### 3.4 Limite quantique

[4] P.162 +p.165 pour les température de rot et de vib

## 4 Gaz réels

### 4.1 Aspects expérimentaux

On va faire l'expérience du  $SF_6$  ([1] p.823 fait dans le On présente le dispositif expérimental. Regardons l'évolution de la relation entre pression et volume pour différentes températures. On montre le dispositif expérimentale lorsque l'on est biphasique et on modifie un peu le volume, on montre clairement qu'il y a liquéfaction! Donc l'hypothèse pas d'interactions est caduque ici. On montre alors plus globalement les isothermes obtenues en préparation. Les isothermes dans le diagramme (p,V) sont appelées les isothermes d'Andrews. On interprète les différentes partie du diagramme obtenu expérimentalement : domaine liquide, vapeur sèche, transition de phase. [3] p.149.

Ici, on peut alors voir la partie sur la transition de phase liquide-vapeur.

### 4.2 Développement du Viriel

On regarde le diagramme de compressibilité. [2] P ;243 surtout. [3] p.154

Pour le  $SF_6$ , on a les premier coefficient du viriel [ici](#) et aussi un peu d'aide expérimentale [ici](#)

#### Transition

Au lieu d'utiliser un développement, on peut rechercher des formules "fermées" c'est -à-dire des équations d'état présentant une forme fonctionnel immuables mais comportant des paramètre ajustables. On se propose d'approcher se comportement par le modèle des gaz de Van der Waals

### 4.3 Gaz de Van der Waals

**Equation de Van der Waals** On donne l'équation. Qu'est ce que cela signifie dans le diagramme de Clapeyron? On trace à l'aide du programme python la formes des isothermes et de les courbes de rosée et d'ébullition. Aller voir [3] p.156 pour les retards à la vaporisation etc. Voir différence entre pression cinétique et dynamique dans la lecon de pascal **Isothermes du Gaz de Van der Waals**

**Relation entre les coefficients a et b et les coordonnées du point critique** Ici on peut soit faire le calcul soit on balance le résultat [3] p.155 On donne des ordres de grandeurs.

### Transition

Il est commode de décrire un fluide par une équation d'état que par un réseau d'isothermes. Cependant, les équations d'état ne représentent de façon satisfaisante un fluide que dans un domaines limité.

## 5 Conclusion

On a étudié les gaz dans des conditions de pression et de température raisonnables.

**Loi des états correspondants ?** [2] p.246