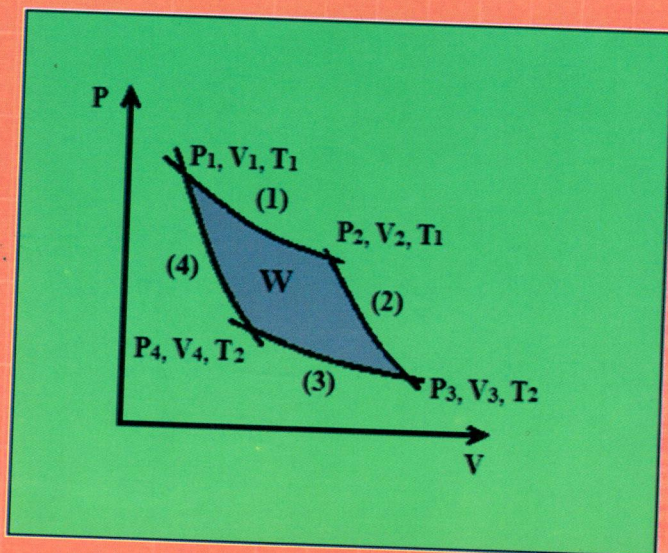


Boucif BELHACHEMI

Chimie 2
Cours et Exercices Corrigés
de Thermodynamique
Chimique



ديوان المطبوعات الجامعية
University Publications Office
٠٩٤٠٠ | ٦٠٨٨٨٠٢٤١ ٦٤٠٨٠٧٧٤١

Après une expérience dans le monde industriel, j'ai rejoint, en 1983, la communauté universitaire pour exercer la fonction d'Enseignant.

Après plus de trente sept ans d'enseignement, actuellement Professeur, j'ai donné et je continuerai, incha ALLAH, à donner de mon mieux.

Cet ouvrage s'adresse essentiellement aux étudiants de première année LMD (Licence Master Doctorat), ST (Sciences et Technologie), SM (Sciences de la Matière), des Ecoles d'Ingénieurs et d'une façon générale à tous les étudiants dont la Thermodynamique Chimique n'est pas le premier but mais un des éléments de base dans leur formation universitaire.

Il est composé de six chapitres :

Les chapitres I à V débutent par un cours et se terminent par une multitude d'exercices avec des solutions détaillées.

Le chapitre VI rassemble une panoplie de sujets avec solutions des examens de Thermodynamique Chimique de 2009 à 2021.

Etant certain que l'ouvrage n'est pas parfait, je remercie, vivement, tous ceux qui voudront bien me signaler les faiblesses ou me faire part de leurs suggestions par le biais de cette adresse email:

boubelha@live.fr



SNV-CH

15079

Edition : n°6130

Prix : 940 DA

www.opu.dz

ISBN : 978.9961.0.2390.7



9 789961 023907

Table des matières

Table des matières

Avant-propos.....	3
-------------------	---

Chapitre I Gaz Parfaits et Définitions Thermodynamiques

A.	Gaz parfaits ..	5
1.	Equation d'état des gaz parfaits	5
2.	Propriétés des gaz parfaits.....	6
2.1.	Loi de Boyle-Mariotte	6
2.2.	Loi de Gay-Lussac	6
2.3.	Loi de Charles.....	6
2.4.	Lois de Dalton.....	6
B.	Définitions thermodynamiques.....	8
1.	Système	8
2.	Milieu extérieur.....	8
3.	Paroi.....	8
3.1.	Système ouvert.....	8
3.2.	Système fermé.....	8
3.3.	Système isolé.....	8
4.	Phase.....	9
5.	Paramètres (variables) d'état.....	9
5.1.	Paramètres intensifs.....	9
5.2.	Paramètres extensifs.....	9
6.	Fonction d'état.....	9
7.	Convention de signe.....	9
	Exercices résolus portant sur le chapitre I.....	8 à 18

Chapitre II Calorimétrie et Travail des Forces de Pression

A.	Calorimétrie.....	19
1.	Introduction.....	19
2.	Capacité calorifique (thermique) et capacité thermique massique (chaleur massique ou chaleur spécifique).....	20
3.	Valeur en eau du calorimètre (ou masse en eau) « μ ».....	20
4.	Expressions de la quantité de chaleur.....	21

4.1.	Chauffage ou Refroidissement.....	21
4.2.	Changement d'état Physique.....	22
B.	Travail des Forces de Pression.....	24
1.	Travail en Thermodynamique.....	24
1.1.	Travail d'un Processus irréversible.....	25
1.2.	Travail d'un Processus réversible.....	25
	Exercices résolus portant sur le chapitre II.....	27 à 41

Chapitre III Premier Principe de la Thermodynamique et Thermochimie

1.	Principe Zéro.....	43
2.	Premier Principe de la Thermodynamique ou Principe de Conservation de l'Energie ou Principe d'Equivalence.....	44
2.1.	Application du premier principe de la thermodynamique.....	45
2.1.1.	Chaleur de réaction à Volume constant et Chaleur de réaction à Pression constante.....	45
2.1.1.1.	La réaction a eu lieu à volume constant (dans une enceinte fermée ; $dV = 0$).....	45
2.1.1.2.	La réaction a eu lieu à pression constante ($dP = 0$).....	45
2.1.2.	Relation entre la chaleur de réaction à Volume constant Q_V (ΔU) et la Chaleur de réaction à Pression constante Q_P (ΔH).....	46
2.1.2.1.	Pour les phases condensées (solides et liquides).....	46
2.1.2.2.	Application aux gaz parfaits.....	46
2.1.3.	Relation entre les capacités calorifiques molaires à volume constant c_V et à pression constante c_P d'un gaz parfait.....	47
2.1.4.	Transformation adiabatique réversible d'un gaz parfait : lois de Laplace et Travail.....	48
2.1.4.1.	Lois de Laplace.....	48
2.1.4.2.	Travail de la transformation adiabatique réversible.....	49
2.1.5.	Enthalpies de réaction : Thermochimie.....	49
2.1.5.1.	Intérêt.....	49
2.1.5.2.	Etat standard.....	49
3.	Différentes catégories d'enthalpie.....	50
3.1.	Enthalpie standard de formation.....	50
3.2.	Enthalpie de changement de phase.....	50
3.3.	Enthalpie standard de réaction notée $\Delta_r H_T^\circ$	50
3.4.	Energie de liaison.....	51

4.	Détermination des enthalpies.....	51
4.1.	Loi de Hess.....	51
4.2.	Effet de la température sur les enthalpies : loi de Kirchhoff.....	53
5.	Energie réticulaire.....	55
6.	Température maximale de flamme.....	56
7.	Machines Thermiques : Cycle de Carnot.....	57
	Exercices résolus portant sur le chapitre III.....	59 à 115

Chapitre IV

Second et Troisième Principes de la Thermodynamique

A.	Second Principe de la Thermodynamique.....	117
1.	Transformation spontanée.....	117
2.	Entropie et désordre.....	117
3.	Second Principe de la Thermodynamique.....	118
4.	Calculs de la variation d'Entropie.....	119
4.1.	Au cours de la détente isotherme d'un gaz parfait.....	119
4.2.	Au cours d'un changement d'état physique.....	119
4.3.	Au cours d'un chauffage (refroidissement) d'un corps.....	119
4.3.1.	A pression constante.....	119
4.3.2.	A volume constant.....	119
4.4.	Au cours d'un processus adiabatique.....	120
4.5.	Au cours d'un mélange isotherme.....	120
B.	Troisième Principe de la Thermodynamique.....	121
1.	Entropie Standard.....	122
1.1.	Entropie Absolue Standard d'un Corps Pur.....	122
1.2.	Variation de l'entropie standard de réaction $\Delta_r S_{298K}^\circ$	122
1.3.	Influence de la Température sur l'entropie standard de réaction.....	123
	Exercices résolus portant sur le chapitre IV.....	124 à 143

Chapitre V

Enthalpie Libre et Equilibres Chimiques

A.	Enthalpie Libre.....	145
1.	Enthalpie Libre G.....	145
2.	Applications aux réactions chimiques.....	146
2.1.	Calcul de l'enthalpie libre standard de réaction ($\Delta_r G_{298K}^\circ$).....	146