

Table des matières

CHAPITRE 1 : LE GAZ PARFAIT (ÉTUDE CINÉTIQUE).

1.1.	— Le modèle du gaz parfait	13
1.2.	— La densité des molécules	14
1.3.	— Moyennes temporelles des vitesses des molécules	15
1.4.	— Moyennes statistiques des vitesses	17
1.5.	— Énergie interne	18
1.6.	— Répartition isotrope des vitesses	18
1.7.	— Pression d'un gaz parfait en équilibre statistique	19
1.8.	— Propriétés du gaz parfait en équilibre statistique	21

MÉLANGE DE GAZ PARFAITS.

1.9.	— Mélange à deux constituants	23
1.10.	— Extension des résultats	25
	<i>Exercices</i>	25

CHAPITRE 2 : LA TEMPÉRATURE.

2.1.	— Équilibre thermique	27
2.2.	— Le gaz parfait, limite des gaz réels	27
2.3.	— Unité de température	28
2.4.	— Bref historique de l'évolution de la notion de température	29
2.5.	— Échelle internationale pratique de températures (E.I.P.T.)	30
2.6.	— Propriétés du gaz parfait déduites de l'équation d'état	32
	<i>Exercice</i>	34

CHAPITRE 3 : PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE. TRANSFORMATION D'UN SYSTÈME.

3.1.	— Le système	37
3.2.	— L'énergie interne	38
3.3.	— Notion de chaleur	38
3.4.	— Premier principe de la thermodynamique	39
3.5.	— Équilibre d'un système	40
3.6.	— Travail extérieur au cours de la transformation d'un système	42
3.7.	— Transformation isochore	43
3.8.	— Transformation isobare. Enthalpie	44
3.9.	— Transformation spontanée d'un système isolé	46
	<i>Exercice</i>	48

CHAPITRE 4 : CHALEURS MASSIQUES.

4.1.	— Définitions	51
4.2.	— Chaleurs massiques à volume constant ou à pression constante	51
4.3.	— Chaleurs massiques moyennes	53

CHALEURS MASSIQUES DES GAZ PARFAITS.	
4.4. — Définitions. Formule de Mayer	53
<i>Exercice</i>	54
4.5. — Résultats des mesures de C_v et C_p	55
4.6. — Interprétation des résultats	57
<i>Exercice</i>	59
4.7. — A propos de la calorie	60
CHALEURS MASSIQUES DES SOLIDES ET DES LIQUIDES.	
4.8. — Mesures des chaleurs massiques	61
4.9. — Résultats	63
CHAPITRE 5 : THERMOCHIMIE.	
5.1. — Les chaleurs de réactions	67
5.2. — Mesure d'une chaleur de réaction	68
<i>Exercice</i>	70
5.3. — Propriétés des chaleurs de réactions	71
<i>Exercice</i>	73
5.4. — Calcul d'une chaleur de réaction	73
<i>Exercice</i>	74
5.5. — État de référence	75
5.6. — Enthalpie de formation	76
<i>Exercice</i>	78
CHAPITRE 6 : TRANSFORMATIONS QUASI STATIQUES, CAS DU GAZ PARFAIT.	
6.1. — Transformation quasi statique. Échange réversible	79
6.2. — Conditions de réversibilité des échanges	80
6.3. — Transformation isotherme réversible d'un gaz parfait	81
TRANSFORMATION ADIABATIQUE RÉVERSIBLE D'UN GAZ PARFAIT.	
6.4. — Équation de la transformation. Formule de Laplace	82
6.5. — Calcul du travail mis en jeu au cours de la transformation	83
<i>Exercices</i>	84
6.6. — Position relative des courbes isothermes et adiabatiques	88
<i>Exercices</i>	88
6.7. — Cycle de Carnot d'un gaz parfait	90
CHAPITRE 7 : LES DEUX PRINCIPES DE LA THERMODYNAMIQUE.	
7.1. — Les deux principes de la thermodynamique	93
7.2. — Cycle de Carnot	94
<i>Exercices</i>	97
7.3. — Exemple de transformation irréversible	100

CHAPITRE 8 : TRANSFORMATIONS QUASI STATIQUES D'UN SYSTÈME MONOPHASÉ.

8.1.	— Expression différentielle des fonctions U et H	103
8.2.	— Quelques propriétés des dérivées partielles	103
8.3.	— Les échanges de chaleur d'un fluide homogène. Coefficients calorimétriques	104
8.4.	— Autres relations entre les coefficients calorimétriques et l'équation d'état du système monophasé	105
8.5.	— Calcul de variations d'énergie interne, d'enthalpie et d'entropie ...	108
	<i>Exercice</i>	111
8.6.	— Mélange de deux gaz parfaits	111
	<i>Exercice</i>	112

CHAPITRE 9 : LES GAZ RÉELS.

ÉTUDE THERMOÉLASTIQUE.

9.1.	— Isothermes de gaz réels	115
	<i>Exercice</i>	117
9.2.	— Coefficients thermoélastiques d'un gaz	118
	<i>Exercice</i>	119
9.3.	— Interprétation graphique des coefficients α_1 et β_1	121
9.4.	— Isothermes de l'hydrogène. Thermomètre à gaz	122

ÉTUDE THERMODYNAMIQUE.

9.5.	— Détente de Joule-Gay-Lussac	123
9.6.	— La première loi de Joule	123
	<i>Exercice</i>	125
9.7.	— La détente de Joule - Thomson	126
9.8.	— La seconde loi de Joule	126
9.9.	— Température d'inversion	127
9.10.	— Nouvelle définition du gaz parfait	128

CHAPITRE 10 : ÉQUILIBRES ENTRE PHASES D'UN CORPS PUR.

ÉQUILIBRE LIQUIDE-VAPEUR.

10.1.	— Liquéfaction des gaz	129
10.2.	— Courbe de saturation	130
10.3.	— Courbe de vaporisation. Continuité de l'état gazeux et de l'état liquide	131
10.4.	— Chaleur latente de vaporisation	133
10.5.	— Formule de Clapeyron	135
10.6.	— Entropie le long de la courbe de saturation	137
10.7.	— Entropie du mélange liquide-vapeur	139
	<i>Exercices</i>	140

ÉQUILIBRES DU SOLIDE.

10.8.	— Équilibre cristal-liquide. Fusion et solidification	142
10.9.	— Point triple	143
	<i>Exercice</i>	145
10.10.	— Les chaleurs latentes de fusion et de sublimation	146
	<i>Exercice</i>	147
10.11.	— Surface caractéristique du corps pur	148
10.12.	— Polymorphisme	149

CHAPITRE 11 : ÉTUDE STATISTIQUE DU GAZ PARFAIT.

11.1.	— Niveau d'énergie et cases quantiques	151
11.2.	— Le nombre de complexions d'une distribution	152
11.3.	— La statistique du gaz parfait	153
11.4.	— L'entropie du gaz parfait	155
11.5.	— Mélange idéal de gaz parfaits	157

CHAPITRE 12 : TRANSFORMATIONS IRRÉVERSIBLES.

12.1.	— Évolution irréversible d'un système isolé	159
12.2.	— Entropie, température et énergie interne	159
12.3.	— Évolution irréversible d'un système adiabatique	161

CHAPITRE 13 : ÉNERGIE LIBRE. ENTHALPIE LIBRE.

13.1.	— Introduction des fonctions d'état énergie libre F et enthalpie libre G	165
13.2.	— Expressions différentielles de F et de G	167
13.3.	— Application à un système chimique	169
13.4.	— Enthalpie libre des gaz parfaits	170
	<i>Exercices</i>	171

CHAPITRE 14 : LE POTENTIEL CHIMIQUE.

14.1.	— Propriétés des fonctions d'état thermodynamiques	175
14.2.	— Les fonctions d'état et le nombre de moles	176
14.3.	— Le potentiel chimique d'un gaz parfait	177
14.4.	— Potentiel chimique des constituants d'un mélange	178
14.5.	— Potentiel chimique des constituants d'un mélange de gaz parfaits ..	179
14.6.	— Application à l'équilibre de deux phases	180
14.7.	— Potentiel chimique d'un constituant d'une phase liquide ou d'une phase solide	181

CHAPITRE 15 : LOI D'ACTION DE MASSE. RÈGLE DES PHASES.

15.1.	— Généralités sur les équilibres chimiques	183
15.2.	— Étude expérimentale des équilibres	186

LOI D'ACTION DE MASSE.

15.3.	— Forme la plus générale de la loi d'action de masse	188
-------	--	-----

ÉQUILIBRES HOMOGÈNES. LOI D'ACTION DE MASSE ET CONSTANTES D'ÉQUILIBRE.

15.4.	— Équilibres homogènes gazeux	189
15.5.	— Équilibre homogène en phase liquide	192
	<i>Exercices</i>	193

ÉQUILIBRES HÉTÉROGÈNES.

15.6.	— Extension de la loi d'action de masse aux équilibres hétérogènes....	197
	<i>Exercices</i>	198

VARIANCE D'UN SYSTÈME. RÈGLE DES PHASES.

15.7.	— Variance d'un système	201
15.8.	— Règle des phases (ou règle de Gibbs)	202
15.9.	— Exemples d'application de la règle des phases	204

LOIS DU DÉPLACEMENT DE L'ÉQUILIBRE.	
15.10. — Variation des constantes d'équilibre avec la température. Équation de van't Hoff	206
15.11. — Intégration de l'équation de van't Hoff relative à une phase gazeuse	207
15.12. — Déplacement de l'équilibre	208
15.13. — Loi de modération	209
15.14. — Étude quantitative du déplacement de l'équilibre	210
CHAPITRE 16 : DIAGRAMMES D'ÉQUILIBRE.	
16.1. — Solution	215
16.2. — Variance d'un mélange binaire	215
ÉQUILIBRE DU MÉLANGE BINAIRE LIQUIDE-VAPEUR.	
16.3. — Introduction	216
16.4. — Mélanges idéaux	216
<i>Exercice</i>	218
16.5. — Cas des mélanges réels. Azéotropie	219
16.6. — Différents types de diagrammes isobares	220
DIAGRAMMES D'ÉQUILIBRE LIQUIDE-SOLIDE.	
16.7. — Refroidissement d'un mélange liquide binaire	223
16.8. — Miscibilité totale à l'état solide. Solutions solides	224
16.9. — Miscibilité nulle à l'état solide, miscibilité totale à l'état liquide. Mélange eutectique	225
INDEX	229
