
Índex

Introducció	15
CAPÍTOL 1. Principi zero de la termodinàmica	19
Conceptes fonamentals	21
Sistema termodinàmic i medi exterior	22
Processos reversibles i irreversibles	24
Principi zero. Concepte de temperatura	25
Escala internacional de temperatures	28
Mètodes de mesurament de la temperatura	29
CAPÍTOL 2. Primer principi de la termodinàmica	33
Treball termodinàmic	35
Coeficients tèrmics	42
Relacions entre derivades parcials	45
El primer principi de la termodinàmica.....	47
L'energia interna.....	48
Definició de quantitat de calor	49
Calorimetria. Calors específiques i molars.....	50
CAPÍTOL 3. Gasos ideals	55
Gasos ideals. Equació tèrmica i energètica d'estat.....	57
Llei de Joule. Relació de Mayer	58
Processos adiabàtics. Processos politròpics	59
CAPÍTOL 4. Gasos reals	63
Gasos reals. Equació de van der Waals. Equació d'estat reduïda	65
Llei dels estats corresponents	69
Altres equacions d'estat	69
El factor de compressibilitat. Corbes de compressibilitat generalitzada	70
Concepte d'entalpia	72
L'experiment de Joule-Kelvin. Corba d'inversió	73
Corba d'inversió de l'efecte Joule-Kelvin d'un gas de van der Waals...	77

CAPÍTOL 5. Termoquímica	79
Termoquímica. Calor de reacció a pressió constant i a volum constant.	81
Estat de referència. Calor de formació d'un compost. Calor de combustió	82
Llei de Hess	83
Variació de la calor de reacció amb la temperatura: llei de Kirchhoff ...	83
CAPÍTOL 6. El cicle de Carnot	85
Equació energètica d'un fluid en règim estacionari	87
Les equacions energètiques: altres relacions entre derivades	89
El cicle de Carnot recorregut per un gas ideal. Suma de quantitats de calor reduïdes. Rendiment tèrmic	91
Coeficient d'eficàcia frigorífica i calefactora	93
Esquemes de funcionament com a màquina tèrmica, frigorífica o calefactora	94
CAPÍTOL 7. Segon principi de la termodinàmica	97
El segon principi de la termodinàmica. Entropia	99
Enunciats de Kelvin-Planck i de Clausius.....	102
Equivalència d'ambdós enunciats	104
Conseqüències del segon principi. Teorema de Carnot.....	105
Temperatura termodinàmica	107
CAPÍTOL 8. Concepte d'entropia	109
Desigualtat de Clausius. Concepte d'entropia.....	111
Diagrama entròpic	115
Entropia i irreversibilitat: criteri d'evolució i d'equilibri d'un sistema tancat i aïllat	115
CAPÍTOL 9. Càlcul d'increments d'entropia	119
Càlcul d'increments d'entropia. Exemples de càlcul en processos reversibles i irreversibles	121
Entropia de mescla de gasos ideals inerts: teorema de Gibbs	124
Producció d'entropia	126
Interpretació estadística de l'entropia: probabilitat termodinàmica. Relació de Boltzmann	127
CAPÍTOL 10. Aplicacions dels principis de la termodinàmica	129
Aplicacions del primer i segon principis de la termodinàmica. Equacions fonamentals.....	131
Deducció de les equacions termodinàmiques d'estat	132
Les sis derivades parcials de l'entropia	133
Càlcul de la diferència $C_p - C_v$ per a un sistema qualsevol.....	133
Les equacions $T.dS$ en forma canònica	134

CAPÍTOL 11. Els potencials termodinàmics	135
Els potencials termodinàmics. L'energia lliure o funció de Helmholtz.	
L'entalpia lliure o funció de Gibbs	137
Criteris d'evolució i d'equilibri en els sistemes tancats a pressió (o volum) i temperatura constants	139
Relacions de Maxwell	140
Diagrama mnemotècnic de Born	140
L'equació de Gibbs-Helmholtz	142
 CAPÍTOL 12. Termodinàmica dels sistemes especials	143
Termodinàmica dels sistemes especials. Analogia amb els sistemes PVT	145
Fil tens	145
Tensió superficial	147
Termodinàmica del paramagnetisme	149
Imantació isotèrmica i desimantació adiabàtica. Llei de Curie.	
Efecte magnetocalòric	150
Termodinàmica de la radiació tèrmica	151
 CAPÍTOL 13. Propietats molars parcials	153
Propietats molars parcials. Teorema d'Euler. Equació fonamental	155
Equació de Gibbs-Duhem	156
Significat físic de les propietats molars parcials	157
Propietats molars aparents	157
Determinació de propietats molars parcials	157
 CAPÍTOL 14. Propietats tèrmiques molars parcials	163
Propietats tèrmiques molars parcials. Entalpies molars parcials relatives. Calor integral de dissolució	165
Calors diferencials de dissolució i de dilució	166
Calor integral de dilució	167
Entalpies molars aparents	169
Calors molars parcials i calors molars aparents	170
 CAPÍTOL 15. Potencial químic	171
Potencial químic d'un component en una dissolució. Equacions de Gibbs	173
Equació de Margules	174
Criteris d'equilibri i d'evolució en sistemes oberts	175
Condicció d'equilibri de fases d'un sistema heterogeni.	
Teorema de Gibbs	176
La regla de les fases de Gibbs	177
Aplicació a un sistema d'un component	179
Aplicació a un sistema de dos components	179
Punt d'eutèxia. Equació de solubilitat	181
Diagrames de solidificació	182

CAPÍTOL 16. Termodinàmica de les reaccions químiques	187
Grau d'avanç i velocitat de reacció	189
Equilibri químic en sistemes gasosos. Condició general: equació de la isoterma de reacció	190
Entalpia lliure estàndard i constant d'equilibri	193
Variació de la constant d'equilibri amb la temperatura: equació de van't Hoff	194
CAPÍTOL 17. Fugacitat dels gasos	199
Fugacitat d'un gas pur	201
Determinació de la fugacitat d'un gas pur	202
Diagrama de fugacitat generalitzada	204
Fugacitat en mescles de gasos reals: regla de Lewis-Randall	205
CAPÍTOL 18. Tercer principi de la termodinàmica	207
Tercer principi de la termodinàmica	209
Teorema de la calor de Nerst i enunciat de Nernst-Planck	210
Inaccessibilitat del zero absolut	211
Conseqüències del tercer principi	211
Entropies molars absolutes	214
Comprovació del tercer principi	215
CAPÍTOL 19. L'equació de Clapeyron	217
Equilibri de fases en sistemes d'un component: equació de Clapeyron ..	219
Integració de l'equació de Clapeyron	221
Canvis de fase d'ordre superior. Equacions d'Ehrenfest	223
Transicions λ	224
Diagrama de fases de l'heli a baixes temperatures	225
CAPÍTOL 20. Termodinàmica de les piles reversibles	227
Termodinàmica de les piles reversibles. Condició de reversibilitat	229
Treball elèctric i increment d'entalpia lliure	230
Càlcul de magnituds termodinàmiques a partir de mesuraments de f.e.m.	231
CAPÍTOL 21. Propietats col·ligatives	233
Dissolucions ideals: llei de Raoult. Tonometria	235
Funcions termodinàmiques de mescla	238
Dissolucions reals: llei de Henry	240
Ebullioscòpia. Crioscòpia	241
Pressió osmòtica: equació de van't Hoff	244
CAPÍTOL 22. Aplicacions tècniques	247
Màquines tèrmiques	249
Propietats del vapor d'aigua	250

Màquines de vapor: el cicle de Carnot i el cicle de Rankine.	
Diagrama de Mollier	251
Cicles de gas. Cicle d'Otto. Cicle de Diesel	254
Altres cicles	257
Màquines frigorífiques i bombes de calor	259
Liquació de gasos	261
CAPÍTOL 23. Conductivitat calorífica	263
Propagació de la calor	265
Conducció. Llei de Fourier.....	266
Llei d'Ohm de la conductivitat: resistència tèrmica.....	267
Llei de Wiedemann-Franz: nombre de Lorenz.....	267
Conductivitat en medis anisòtrops	268
Equació general. Difusivitat tèrmica. Equacions de Laplace i de Poisson.....	269
Problemes de conducció en règim estacionari	271
CAPÍTOL 24. Radiació tèrmica	273
Radiació tèrmica.....	275
Poder emissiu. Densitat d'energia radiant. Cos negre. Emissivitat d'una superfície	276
Equilibri de radiació: llei de Kirchhoff	276
Llei de Planck.....	278
Llei de Stefan-Boltzmann.....	281
Llei de Wien	281
CAPÍTOL 25. Termodinàmica de l'atmosfera	283
Radiació solar	285
Característiques físiques de l'aire atmosfèric.....	288
Gradient vertical de temperatura. Fórmula baromètrica	288
Refredament de l'aire per elevació. Gradient adiabàtic de l'aire sec.....	289
Estabilitat i inestabilitat atmosfèrica	290
Temperatura potencial de l'aire sec. Entropia de l'aire atmosfèric	293
Humitat atmosfèrica: índexs d'humitat. Diagrama psicromètric	294
Teoria del psicròmetre	299
Condicionament de l'aire	300
BIBLIOGRAFIA	307