

## Table des matières

Présentation de la collection . . . . .	3
Comment utiliser ce livre ? . . . . .	5
Quelques conseils pour bien apprendre . . . . .	7
SAVOIRS . . . . .	9
Thème 1 - L'oscillateur harmonique . . . . .	11
Thème 2 - Ondes et signaux . . . . .	13
Thème 3 - Optique géométrique . . . . .	19
Thème 4 - Introduction au monde quantique . . . . .	24
Thème 5 - Circuits électriques dans l'ARQS . . . . .	27
Thème 6 - Circuits linéaires du premier ordre . . . . .	32
Thème 7 - Oscillateurs amortis et forcés . . . . .	33
Thème 8 - Filtrage linéaire . . . . .	38
Thème 9 - Cinématique . . . . .	42
Thème 10 - Dynamique . . . . .	47
Thème 11 - Énergétique . . . . .	49
Thème 12 - Mouvements de particules chargées dans des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ . . . . .	53
Thème 13 - Mouvements de rotation . . . . .	56
Thème 14 - Mouvements dans un champ de force central conservatif . . . . .	61
Thème 15 - Description d'un système à l'équilibre thermodynamique . . . . .	63
Thème 16 - Échanges énergétiques lors d'une transformation . . . . .	67
Thème 17 - Premier principe. Bilans d'énergie . . . . .	70
Thème 18 - Deuxième principe. Bilan d'entropie . . . . .	73
Thème 19 - Machines thermiques . . . . .	76
Thème 20 - Champ magnétique . . . . .	82
Thème 21 - Actions d'un champ magnétique . . . . .	85
Thème 22 - Lois de l'induction . . . . .	87
Thème 23 - Induction de Neumann . . . . .	89
Thème 24 - Induction de Lorentz . . . . .	91
Thème 25 - Description d'un système chimique . . . . .	92
Thème 26 - Cinétique chimique . . . . .	95

<b>Thème 27 - Classification périodique</b>	<b>97</b>
<b>Thème 28 - Molécules et solvants</b>	<b>102</b>
<b>Thème 29 - Cristallographie</b>	<b>104</b>
<b>Thème 30 - Réactions acido-basiques</b>	<b>108</b>
<b>Thème 31 - Réactions de précipitation</b>	<b>112</b>
<b>Thème 32 - Réactions d'oxydo-réduction</b>	<b>114</b>
<b>Thème 33 - Diagrammes potentiel-pH</b>	<b>117</b>
<b>SAVOIR-FAIRE</b>	<b>119</b>
<b>Thème 0 - Savoir-faire de base</b>	<b>121</b>
Comment résoudre une équation différentielle ?	121
Donner la solution homogène	121
Donner une solution particulière avec second membre constant	121
Donner la solution générale	122
Déterminer la (les) constante(s) d'intégration	122
Comment résoudre une équation différentielle d'ordre 2 ?	123
Établir une équation caractéristique	123
Déterminer la nature du régime transitoire	124
Comment vérifier l'homogénéité d'une relation ?	126
Effectuer une analyse dimensionnelle	126
À vous de jouer !	127
<b>Thème 1 - L'oscillateur harmonique</b>	<b>129</b>
Comment établir l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique ?	129
Exprimer la force de rappel du ressort	129
Projeter le principe fondamental de la dynamique	130
Changer de variable	130
Comment résoudre l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique ?	131
Déterminer les constantes d'intégration	131
À vous de jouer !	132
<b>Thème 2 - Ondes et signaux</b>	<b>134</b>
Comment étudier les signaux sinusoïdaux ?	134
Déterminer un déphasage sur une représentation de Fresnel	134
Dessiner une représentation de Fresnel	135
Comment déterminer les modes propres d'une corde ?	137
Utiliser les conditions aux limites	137
Comment étudier les phénomènes ondulatoires de la lumière ?	138
Exprimer les conditions d'interférences	138
Utiliser la relation $\sin \theta \approx \frac{\lambda}{a}$	139
À vous de jouer !	140
<b>Thème 3 - Optique géométrique</b>	<b>143</b>
Comment savoir si la lumière est guidée dans la fibre optique ?	143
Établir la condition de réflexion totale	143
Comment trouver la position d'une image ?	143
Construire une image géométriquement	143
Utiliser la formule de conjugaison	147
À vous de jouer !	148
<b>Thème 4 - Introduction au monde quantique</b>	<b>149</b>
Comment expliquer les spectres de raies ?	149
Obtenir les niveaux d'énergie	149

Établir le lien qualitatif entre confinement et quantification . . . . .	150
À vous de jouer ! . . . . .	151
<b>Thème 5 - Circuits électriques dans l'ARQS . . . . .</b>	<b>153</b>
Comment simplifier un circuit ? . . . . .	153
Déterminer une résistance équivalente . . . . .	153
Comment calculer une tension ou une intensité rapidement ? . . . . .	154
Établir la relation du diviseur de tension . . . . .	154
Établir la relation du diviseur d'intensité . . . . .	155
À vous de jouer ! . . . . .	156
<b>Thème 6 - Circuits linéaires du premier ordre . . . . .</b>	<b>158</b>
Comment établir l'équation électrique ? . . . . .	158
Établir une équation différentielle d'ordre 1 . . . . .	158
Comment déterminer l'évolution d'un système ? . . . . .	159
Résoudre l'équation différentielle électrique . . . . .	159
Comment effectuer un bilan énergétique ? . . . . .	160
Utiliser la définition d'une puissance . . . . .	161
À vous de jouer ! . . . . .	163
<b>Thème 7 - Oscillateurs amortis et forcés . . . . .</b>	<b>164</b>
Comment établir l'équation électrique ? . . . . .	164
Établir une équation différentielle d'ordre 2 . . . . .	164
Comment déterminer l'évolution d'un système ? . . . . .	165
Résoudre l'équation différentielle électrique . . . . .	165
Comment étudier un circuit en régime sinusoïdal ? . . . . .	167
Déterminer une amplitude et un déphasage . . . . .	167
À vous de jouer ! . . . . .	168
<b>Thème 8 - Filtrage linéaire . . . . .</b>	<b>170</b>
Comment calculer une valeur efficace ? . . . . .	170
Utiliser la définition par l'intégrale . . . . .	170
Comment étudier un filtre ? . . . . .	171
Utiliser des schémas équivalents . . . . .	171
Utiliser la fonction de transfert . . . . .	172
Exploiter un graphe . . . . .	173
À vous de jouer ! . . . . .	175
<b>Thème 9 - Cinématique . . . . .</b>	<b>176</b>
Comment étudier un mouvement de rotation ? . . . . .	176
Établir le vecteur accélération en coordonnées cylindriques . . . . .	176
Comment établir l'équation de la trajectoire ? . . . . .	177
Établir l'équation de la trajectoire . . . . .	177
À vous de jouer ! . . . . .	178
<b>Thème 10 - Dynamique . . . . .</b>	<b>180</b>
Comment étudier les causes du mouvement ? . . . . .	180
Établir un inventaire des forces . . . . .	180
Établir les équations du mouvement . . . . .	180
Établir l'équation d'un portrait de phase . . . . .	181
À vous de jouer ! . . . . .	182
<b>Thème 11 - Énergétique . . . . .</b>	<b>185</b>
Comment prédire l'évolution d'un système ? . . . . .	185
Exprimer la conservation de l'énergie mécanique . . . . .	185
Évaluer l'énergie pour franchir une barrière de potentiel . . . . .	186
Comment simplifier l'étude d'un mouvement ? . . . . .	187
Modéliser un équilibre local . . . . .	187
Comment déterminer une énergie potentielle ? . . . . .	188
Utiliser la propriété d'une force conservative . . . . .	188
À vous de jouer ! . . . . .	189

<b>Thème 12 - Mouvements de particules chargées dans des champs <math>\vec{E}</math> et <math>\vec{B}</math></b>	<b>191</b>
Comment montrer que $\vec{F}_{Lm}$ ne travaille pas ?	191
Calculer un produit vectoriel	191
Exprimer le travail d'une force	192
Comment établir l'expression de la vitesse d'une particule accélérée sous une différence de potentiel $U$ ?	192
Exprimer le travail de la force de Lorentz	193
Utiliser le théorème de l'énergie cinétique	193
Comment établir l'expression de la pulsation cyclotron ?	194
Exprimer le rayon de courbure de la trajectoire	195
Exprimer la période par la définition de la vitesse	196
À vous de jouer !	196
<b>Thème 13 - Mouvements de rotation</b>	<b>198</b>
Comment trouver une position d'équilibre ?	198
Établir la condition d'équilibre pour un système	198
Calculer le moment d'une force par rapport à un axe	199
Comment établir l'équation différentielle du pendule simple par le théorème du moment cinétique ?	200
Calculer le moment cinétique d'un système	200
Calculer le moment d'une force par rapport à un point	200
Utiliser et projeter le théorème du moment cinétique	201
À vous de jouer !	202
<b>Thème 14 - Mouvements dans un champ de force central conservatif</b>	<b>204</b>
Comment se ramener à l'étude d'un mouvement radial ?	204
Exprimer l'énergie potentielle effective	204
Déterminer la nature de la trajectoire	205
Comment établir les caractéristiques d'un mouvement ?	205
Établir la conservation du moment cinétique	205
Démontrer que le mouvement est plan	206
Établir la conservation de la constante des aires $\mathcal{C}$	206
Comment exprimer et interpréter les vitesses cosmiques ?	207
Exprimer la première vitesse cosmique	207
Exprimer la vitesse de libération	207
Comment retrouver les caractéristiques du mouvement d'un satellite géostationnaire ?	208
Établir l'expression de l'altitude géostationnaire	208
À vous de jouer !	210
<b>Thème 15 - Description d'un système à l'équilibre thermodynamique</b>	<b>212</b>
Comment exprimer les variables d'état d'un mélange ?	212
Utiliser l'équation d'état des gaz parfaits	212
Comment calculer la composition d'un système diphasé ?	213
Démontrer et utiliser le théorème des moments	213
À vous de jouer !	214
<b>Thème 16 - Échanges énergétiques lors d'une transformation</b>	<b>216</b>
Comment calculer le travail des forces de pression extérieures ?	216
Appliquer les propriétés de la transformation	216
Comment interpréter graphiquement un travail sur un diagramme de Clapeyron ?	217
Utiliser l'interprétation géométrique de l'intégrale	217
À vous de jouer !	218
<b>Thème 17 - Premier principe. Bilans d'énergie</b>	<b>220</b>
Comment calculer un transfert thermique ?	220
Utiliser le premier principe	220

Comment effectuer un bilan d'énergie ? . . . . .	221
Établir un bilan énergétique en calorimétrie . . . . .	221
Établir un bilan énergétique avec changement d'état . . . . .	222
À vous de jouer ! . . . . .	224
<b>Thème 18 - Deuxième principe. Bilan d'entropie . . . . .</b>	<b>225</b>
Comment effectuer un bilan d'entropie ? . . . . .	225
Exprimer l'entropie créée lors d'une isochore réversible . . . . .	225
À vous de jouer ! . . . . .	226
<b>Thème 19 - Machines thermiques . . . . .</b>	<b>228</b>
Comment établir l'expression d'un rendement ou d'une efficacité ? . . . . .	228
Utiliser la propriété d'une fonction d'état . . . . .	228
Comment déterminer si un cycle est réversible ? . . . . .	229
Utiliser un diagramme de frigoriste . . . . .	229
À vous de jouer ! . . . . .	230
<b>Thème 20 - Champ magnétique . . . . .</b>	<b>234</b>
Comment exploiter une carte de champ magnétique ? . . . . .	234
Utiliser les propriétés des lignes de champ . . . . .	234
Comment déterminer le sens du champ magnétique créé par un solénoïde long ? . . . . .	234
Utiliser la règle de la main droite . . . . .	234
À vous de jouer ! . . . . .	236
<b>Thème 21 - Actions d'un champ magnétique . . . . .</b>	<b>237</b>
Comment déterminer une position d'équilibre ? . . . . .	237
Utiliser la condition d'équilibre . . . . .	237
Comment déterminer une période d'oscillation ? . . . . .	238
Établir l'équation du mouvement . . . . .	238
Comment déterminer le sens des actions de Laplace ? . . . . .	239
Utiliser la règle de la main droite . . . . .	239
À vous de jouer ! . . . . .	240
<b>Thème 22 - Lois de l'induction . . . . .</b>	<b>242</b>
Comment étudier un phénomène d'induction qualitativement ? . . . . .	242
Utiliser la loi de modération de Lenz . . . . .	242
Comment calculer une fem induite ? . . . . .	242
Orienter une surface . . . . .	243
À vous de jouer ! . . . . .	244
<b>Thème 23 - Induction de Neumann . . . . .</b>	<b>246</b>
Comment calculer le flux total à travers une spire ? . . . . .	246
Différencier flux propre et flux extérieurs . . . . .	246
Comment calculer l'inductance d'un solénoïde ? . . . . .	246
Utiliser la définition du flux propre . . . . .	246
Comment étudier un circuit couplé ? . . . . .	247
Effectuer un bilan énergétique . . . . .	247
À vous de jouer ! . . . . .	249
<b>Thème 24 - Induction de Lorentz . . . . .</b>	<b>251</b>
Comment établir les expressions temporelles de $i$ et $v$ ? . . . . .	251
Établir les équations électrique et mécanique . . . . .	251
Comment effectuer un bilan énergétique ? . . . . .	254
Utiliser le terme de couplage électromécanique . . . . .	254
À vous de jouer ! . . . . .	255

<b>Thème 25 - Description d'un système chimique</b>	<b>257</b>
Comment calculer la pression finale d'un mélange ?	257
Utiliser l'équation d'état des gaz parfaits	257
Comment déterminer l'évolution d'un système chimique ?	258
Comparer le quotient réactionnel à la constante d'équilibre	258
Comment déterminer la composition à l'équilibre ?	258
Dresser un tableau d'avancement	259
À vous de jouer !	260
<b>Thème 26 - Cinétique chimique</b>	<b>261</b>
Comment déterminer l'ordre d'une réaction ?	261
Utiliser la méthode intégrale	261
Déterminer un ordre partiel par dégénérescence d'ordre	262
Comment déterminer une constante de vitesse ?	262
Utiliser l'expression de la concentration	262
Utiliser la méthode différentielle	263
Utiliser le temps de demi-réaction	263
À vous de jouer !	264
<b>Thème 27 - Classification périodique</b>	<b>266</b>
Comment calculer la longueur d'onde d'une transition ?	266
Utiliser la relation de Planck-Einstein	266
Comment déterminer les ions monoatomiques probables ?	266
Utiliser la structure électronique	267
À vous de jouer !	267
<b>Thème 28 - Molécules et solvants</b>	<b>269</b>
Comment déterminer la formule de Lewis d'une molécule ?	269
Déterminer la valence d'un atome	269
Comment déterminer un moment dipolaire permanent ?	270
Relier la géométrie au moment dipolaire	270
À vous de jouer !	271
<b>Thème 29 - Cristallographie</b>	<b>272</b>
Comment établir les expressions des paramètres du cristal ?	272
Exprimer la condition de contact	272
Établir l'expression de la compacité	273
Établir l'expression de la masse volumique	274
Comment déterminer la place restante dans un site interstitiel ?	274
Exprimer une condition de contact dans un site interstitiel	274
À vous de jouer !	275
<b>Thème 30 - Réactions acido-basiques</b>	<b>277</b>
Comment prévoir le sens de la réaction ?	277
Utiliser un diagramme de prédominance	277
Calculer une constante d'équilibre	278
Comment calculer la composition à l'équilibre et le $pH$ ?	279
Utiliser un tableau d'avancement	279
Faire une hypothèse pour aller plus vite	280
Comment généraliser une méthode ?	281
Utiliser la méthode de la réaction prépondérante	281
À vous de jouer !	284
<b>Thème 31 - Réactions de précipitation</b>	<b>286</b>
Comment évaluer la solubilité à partir du produit de solubilité ?	286
Exprimer $s$ en fonction de $K_s$	286
À partir de quel $pH$ précipite un hydroxyde ?	286
Exprimer la condition de précipitation	287

Comment tenir compte des propriétés acido-basiques d'une espèce ? . . . . .	288
Utiliser les constantes d'acidité pour exprimer $s$ . . . . .	288
À vous de jouer ! . . . . .	290
<b>Thème 32 - Réactions d'oxydo-réduction . . . . .</b>	<b>291</b>
Comment équilibrer une équation de réaction ? . . . . .	291
Déterminer un nombre d'oxydation . . . . .	291
Équilibrer une demi-équation d'oxydoréduction . . . . .	292
Équilibrer la réaction d'oxydoréduction . . . . .	292
Comment mener l'étude complète d'une pile ? . . . . .	293
Déterminer la cathode et l'anode . . . . .	293
Déterminer la capacité d'une pile . . . . .	295
Comment prédire l'évolution d'un système ? . . . . .	296
Utiliser un diagramme des potentiels standards . . . . .	296
Calculer une constante d'équilibre . . . . .	297
Calculer un potentiel standard inconnu . . . . .	299
À vous de jouer ! . . . . .	300
<b>Thème 33 - Diagrammes potentiel-pH . . . . .</b>	<b>302</b>
Comment tracer un diagramme $E - pH$ ? . . . . .	302
Tracer une allure à l'aide des nombres d'oxydation . . . . .	302
Déterminer la frontière verticale dans le cas d'un hydroxyde . . . . .	303
Déterminer l'équation d'une frontière horizontale . . . . .	304
Déterminer l'équation d'une frontière de pente non nulle . . . . .	304
Utiliser la continuité en l'absence de données . . . . .	305
Comment utiliser un diagramme $E - pH$ ? . . . . .	306
Superposer des diagrammes pour conclure sur la stabilité . . . . .	306
À vous de jouer ! . . . . .	308
 <b>CORRIGÉS DES EXERCICES . . . . .</b>	 <b>309</b>