

Table des matières

Présentation de la collection	3
Comment utiliser ce livre ?	5
Quelques conseils pour bien apprendre	7
SAVOIRS	9
Thème 1 - Oscillateur harmonique	10
Thème 2 - Propagation d'un signal	13
Thème 3 - Optique géométrique	20
Thème 4 - Introduction au monde quantique	28
Thème 5 - Circuits électriques dans l'ARQS	32
Thème 6 - Circuits linéaires du premier ordre	42
Thème 7 - Oscillateurs amortis	45
Thème 8 - Filtrage linéaire	52
Thème 9 - Mouvement d'un point	60
Thème 10 - Mouvement d'un solide	67
Thème 11 - Loi de la quantité de mouvement	70
Thème 12 - Approche énergétique du mouvement d'un point	75
Thème 13 - Mouvement d'une particule chargée	81
Thème 14 - Loi du moment cinétique	85
Thème 15 - Loi de l'énergie cinétique pour un solide ou un système déformable	89
Thème 16 - Mouvement dans un champ à force centrale	92
Thème 17 - Description de la thermodynamique	96
Thème 18 - Énergie échangée par un système au cours d'une transformation	103
Thème 19 - Premier principe de la thermodynamique	106
Thème 20 - Deuxième principe de la thermodynamique	109
Thème 21 - Machines thermiques	112
Thème 22 - Statique des fluides	116
Thème 23 - Champ magnétique	119
Thème 24 - Actions du champ magnétique	122
Thème 25 - Induction	124
Thème 26 - Auto-induction et induction mutuelle	126
Thème 27 - Circuit mobile dans un champ magnétique	129
Thème 28 - Incertitudes de mesures	133
Thème 29 - Outils mathématiques	136
SAVOIR- FAIRE	153
Thème 0 - Savoir-faire de base	154
Comment vérifier l'homogénéité d'une formule ?	154
Déterminer la dimension d'une grandeur physique	154
Vérifier l'homogénéité d'une expression	154
Utiliser des grandeurs physiques adimensionnées	155

Comment déterminer une formule par l'analyse dimensionnelle ?	155
Déterminer une expression par analyse dimensionnelle	155
À vous de jouer !	157
Thème 1 - Oscillateur harmonique	159
Comment établir l'équation différentielle qui caractérise un oscillateur harmonique	159
Établir l'expression de la force de rappel du ressort	159
Établir l'équation du mouvement pour un ressort horizontal	161
Comment reconnaître l'équation différentielle ?	162
Reconnaître l'équation différentielle	162
Comment caractériser le mouvement de l'oscillateur harmonique ?	164
Caractériser le mouvement	164
Comment vérifier la cohérence des résultats en utilisant l'énergie ?	166
Faire un bilan énergétique	166
À vous de jouer !	167
Thème 2 - Propagation d'un signal	169
Comment caractériser un signal ?	169
Déterminer la périodicité du signal	169
Déterminer les caractéristiques d'un signal sinusoïdal	169
Déterminer le spectre d'un signal périodique	170
Comment identifier une onde progressive ?	172
Déterminer le terme caractéristique de la propagation	172
Déterminer la vitesse de propagation de la phase pour une onde progressive sinusoïdale	173
Comment étudier la superposition de deux ondes progressives ?	173
Superposer deux ondes progressives de même amplitude	174
Déterminer l'amplitude de l'onde résultante de la superposition de deux ondes par la construction de Fresnel	174
Déterminer les conditions d'interférences constructives ou destructives	175
Comment reconnaître une onde stationnaire ?	175
Déterminer les nœuds et les ventres de l'onde stationnaire	175
Déterminer les modes propres d'une corde fixée à ses deux extrémités	177
À vous de jouer !	177
Thème 3 - Optique géométrique	181
Comment relier la fréquence à la longueur d'onde dans un milieu transparent ?	181
Déterminer la longueur d'onde dans le vide partir à de la fréquence	181
Déterminer la longueur d'onde dans un milieu transparent	182
Comment établir la condition de réflexion totale ?	182
Déterminer la condition de réflexion totale	183
Comment construire l'image d'un objet à travers un miroir plan ?	184
Construire l'image d'un objet ponctuel	184

Comment construire l'image d'un objet à travers une lentille mince ? . . .	184
Construire les foyers secondaires et le trajet d'un rayon quelconque .	185
Construire l'image d'un objet plan	186
Savoir utiliser les formules de conjugaison fournies	187
Connaître la condition pour former une image réelle d'un objet réel sur un écran	187
À vous de jouer !	188
Thème 4 - Introduction au monde quantique	192
Comment déterminer si on a affaire à un système quantique ?	192
Évaluer un ordre de grandeur de l'énergie du photon	192
Déterminer la quantité de mouvement du photon	192
Associer une longueur d'onde à un système matériel	193
Comment déterminer l'énergie d'un oscillateur harmonique quantique ?	194
Déterminer l'énergie minimale de l'oscillateur harmonique	194
Utiliser l'analyse dimensionnelle	195
Quel est l'intérêt de l'inégalité de Heisenberg ?	196
Déterminer l'ordre de grandeur de l'énergie d'une particule confinée	196
À vous de jouer !	196
Thème 5 - Circuits électriques dans l'ARQS	199
Comment utiliser la loi des nœuds ?	199
Écrire la loi des nœuds	199
Comment écrire la loi des mailles en régime stationnaire ou quasi-stationnaire ?	200
Écrire la loi des mailles	201
Écrire le système d'équations à résoudre pour le circuit	202
Comment modéliser une source de tension non idéale ?	202
Modéliser une source de tension par un générateur de Thévenin	202
Comment utiliser les associations de résistances ?	204
Déterminer la résistance équivalente	204
Établir et utiliser le diviseur de tension	205
Établir et utiliser le diviseur de courant	205
Comment déterminer le point de fonctionnement ?	206
Tracer la caractéristique d'un dipôle	206
Déterminer le point de fonctionnement	207
À vous de jouer !	208
Thème 6 - Circuits linéaires du premier ordre	212
Comment déterminer l'équation différentielle du circuit ?	212
Établir l'équation différentielle d'un circuit du premier ordre	212
Établir l'équation différentielle pour un circuit soumis à un échelon de tension	213
Utiliser les associations de condensateurs ou de bobines	214
Comment obtenir la solution de l'équation différentielle ?	215
Déterminer la constante d'intégration	215
Interpréter et représenter la solution	216

Comment obtenir le bilan énergétique ?	216
Établir un bilan énergétique en régime libre	217
Établir un bilan énergétique pour un circuit soumis à un échelon de tension	218
Établir un bilan énergétique pour un circuit soumis à un échelon de courant	219
À vous de jouer !	220
Thème 7 - Oscillateurs amortis	223
Comment obtenir les analogies entre un oscillateur mécanique et électrique ?	223
Établir l'équation différentielle dans un circuit électrique	223
Établir l'équation différentielle pour l'oscillateur mécanique	224
Déterminer les analogies	224
Comment obtenir la solution de l'équation différentielle du second ordre sans second membre ?	225
Déterminer l'équation caractéristique et la solution de l'équation différentielle du second ordre	225
Interpréter et représenter la solution	228
Comment utiliser un portrait de phase ?	230
Dessiner un portrait de phase	230
Utiliser un portrait de phase	230
Comment déterminer une impédance complexe ?	231
Déterminer une impédance complexe équivalente	231
Comment étudier un régime sinusoïdal forcé ?	232
Utiliser la construction de Fresnel	232
Utiliser la méthode complexe	234
Chercher une résonance	235
À vous de jouer !	237
Thème 8 - Filtrage linéaire	242
Comment déterminer une valeur efficace d'un signal sinusoïdal ?	242
Calculer la valeur efficace d'un signal	242
Comment déterminer une fonction de transfert ?	243
Calculer la fonction de transfert	243
Déterminer le comportement en haute et en basse fréquences	244
Comment déterminer un diagramme de bode ?	246
Déterminer les asymptotes et le comportement du filtre	246
Tracer les asymptotes en échelle logarithmique	247
Tracer et interpréter le diagramme de bode	248
Utiliser un diagramme de bode donné	249
À vous de jouer !	250
Thème 9 - Mouvement d'un point	252
Comment choisir le système de coordonnées adapté au problème ?	252
Choisir le bon système des coordonnées	252

Comment déterminer la trajectoire pour un mouvement de vecteur accélération constant ?	253
Obtenir l'équation paramétrique du mouvement	253
Obtenir l'équation cartésienne du mouvement	254
Comment déterminer la vitesse et l'accélération connaissant le mouvement ?	255
Déterminer la vitesse et l'accélération pour un mouvement circulaire uniforme	255
Déterminer la vitesse et l'accélération pour un mouvement circulaire non uniforme	257
À vous de jouer !	258
Thème 10 - Mouvement d'un solide	261
Comment caractériser le mouvement de translation d'un solide ?	261
Déterminer la vitesse d'un solide en translation rectiligne	261
Déterminer la vitesse d'un solide en translation circulaire	261
Comment caractériser un mouvement de rotation autour d'un axe fixe ? ..	262
Déterminer la vitesse d'un point du solide	262
À vous de jouer !	263
Thème 11 - Loi de la quantité de mouvement	265
Comment établir un bilan des forces exercées sur un système ?	265
Déterminer les forces exercées sur le système	265
Comment déterminer l'équation du mouvement ?	266
Appliquer la loi de la quantité de mouvement au point matériel	266
Appliquer la loi de la quantité de mouvement à un système de deux points matériels	267
Comment tracer un portrait de phase ?	268
Déterminer le portrait de phase d'un pendule simple sans frottement .	268
Comment utiliser les lois de Coulomb ?	271
Déterminer les actions de contact dans le cas de l'équilibre	271
Déterminer les actions de contact dans le cas de la mise en mouvement	272
Déterminer les actions de contact dans le cas du freinage	273
À vous de jouer !	274
Thème 12 - Approche énergétique du mouvement d'un point	277
Comment reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force ?	277
Déterminer le caractère d'une force	277
Comment utiliser la loi de l'énergie ou de la puissance cinétique ?	278
Appliquer la loi de la puissance cinétique	278
Appliquer la loi de l'énergie cinétique	279
Comment déterminer l'énergie potentielle ?	280
Déterminer l'énergie potentielle d'une force conservative	280
Déterminer si une force est conservative	281
Comment étudier un système conservatif ?	283
Déterminer l'intégrale première du mouvement	283

Déduire le comportement du système conservatif à une dimension à partir du graphe de l'énergie potentielle	283
Expliquer le lien entre l'énergie potentielle et le portrait de phase . . .	285
Déterminer les positions d'équilibre en utilisant l'énergie potentielle.	286
Comment étudier les petits mouvements autour d'une position d'équilibre ?	287
Simplifier l'énergie potentielle dans le cas de petits mouvements . . .	287
À vous de jouer !	289
Thème 13 - Mouvement d'une particule chargée	292
Comment déterminer l'équation du mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme ?	292
Établir l'équation du mouvement dans un champ électrique uniforme.	292
Vérifier que le poids est négligeable	293
Déterminer la vitesse par un bilan énergétique	294
Comment déterminer la trajectoire d'une particule chargée dans un champ magnétique ?	295
Déterminer le rayon de la trajectoire	296
À vous de jouer !	297
Thème 14 - Loi du moment cinétique	302
Comment calculer un produit vectoriel ?	302
Utiliser la formule donnant le produit vectoriel entre deux vecteurs . .	302
Comment déterminer un moment cinétique ?	303
Calculer le moment cinétique d'une masse ponctuelle en un point . . .	304
Comment déterminer un moment d'une force ?	305
Calculer le moment d'une force par rapport à un point	305
Projeter le moment d'une force sur un axe	307
Utiliser le bras de levier pour calculer le moment d'une force sur un axe	307
Comment déterminer l'équation différentielle du mouvement à l'aide du théorème du moment cinétique ?	308
Appliquer le théorème du moment cinétique à une masse ponctuelle .	308
Appliquer le théorème du moment cinétique à un solide	310
À vous de jouer !	313
Thème 15 - Loi de l'énergie cinétique pour un solide ou un système déformable	317
Comment déterminer l'équation du mouvement en utilisant le théorème de l'énergie cinétique pour un solide ?	317
Appliquer le théorème de la puissance cinétique	317
Appliquer le théorème de l'énergie cinétique	319
Comment travailler sur un système déformable ?	320
Déterminer la variation d'énergie cinétique du système	320
Comment travailler sur un système conservatif ?	321
Utiliser la conservation de l'énergie mécanique	322
À vous de jouer !	323

Thème 16 - Mouvement dans un champ à force centrale	326
Comment retrouver la loi des aires ?	326
Établir et utiliser la conservation du moment cinétique	326
Retrouver la loi des aires à l'aide de l'accélération	328
Comment déterminer la trajectoire d'un système soumis à une force centrale ?	329
Déterminer l'énergie mécanique pour un système soumis à une force centrale	329
Déterminer l'énergie mécanique pour une orbite elliptique	330
Déterminer la trajectoire grâce à l'énergie potentielle effective	331
Comment déterminer les caractéristiques d'une orbite circulaire ?	334
Déterminer la période connaissant l'altitude du satellite	334
Comment déterminer les vitesses cosmiques ?	335
Calculer la première vitesse cosmique	335
Calculer la deuxième vitesse cosmique	336
À vous de jouer !	337
Thème 17 - Description de la thermodynamique	340
Comment relier les grandeurs microscopiques aux grandeurs macroscopiques ?	340
Relier le libre parcours moyen à la pression et à la température	340
Déterminer l'ordre de grandeur du libre parcours moyen dans une phase liquide	341
Comment reconnaître une grandeur extensive d'une grandeur intensive ?	342
Reconnaître une grandeur extensive	342
Comment définir un système ?	343
Reconnaître un système ouvert et un système fermé	343
Reconnaître un système thermiquement isolé	343
Comment caractériser un état d'équilibre ?	344
Déterminer l'état d'équilibre entre deux systèmes	344
Comment caractériser un gaz ?	347
Déterminer les caractéristiques du gaz	347
Comment caractériser un liquide ou un solide ?	347
Déterminer les caractéristiques d'un liquide ou d'un solide	348
Comment déterminer une pression partielle	348
Déterminer la pression partielle dans le mélange de gaz parfaits	348
Déterminer la pression partielle dans un gaz est saturé	349
Comment utiliser un diagramme de phase ?	349
Utiliser un diagramme de phase (P, T)	349
Utiliser un diagramme de Clapeyron (P, v)	350
À vous de jouer !	351
Thème 18 - Énergie échangée par un système au cours d'une transformation	354
Comment déterminer le travail reçu par un système ?	354
Déterminer le travail des forces de pression reçu par le système	354
Déterminer le travail pour une transformation monobare	355

Déterminer le travail pour une transformation isochore	355
Déterminer le travail grâce au diagramme de Clapeyron	355
Comment déterminer le transfert thermique reçu par le système ?	356
Déterminer le transfert thermique pour une transformation adiabatique	357
Modéliser un thermostat	357
À vous de jouer !	358
Thème 19 - Premier principe de la thermodynamique	359
Comment déterminer le transfert thermique au cours d'une transformation ?	359
Déterminer la variation d'énergie interne	359
Déterminer le transfert thermique	360
Utiliser le bilan enthalpique pour une transformation monobare	361
Comment faire un bilan énergétique lors d'un changement de phase ?	363
Calculer la variation d'enthalpie pour un changement d'état	363
À vous de jouer !	365
Thème 20 - Deuxième principe de la thermodynamique	368
Comment déterminer la variation d'entropie pour un système fermé	368
Déterminer la variation d'entropie d'un gaz parfait	368
Déterminer la variation d'entropie d'une phase condensée	369
Déterminer la variation d'entropie pour un changement d'état	370
Comment faire un bilan entropique pour un système fermé ?	370
Utiliser le deuxième principe de la thermodynamique	370
Comment retrouver la loi de Laplace ?	372
Établir la loi de Laplace	373
À vous de jouer !	375
Thème 21 - Machines thermiques	379
Comment reconnaître la nature de la machine thermique	379
Déterminer la nature de la machine thermique grâce à un diagramme de Clapeyron	379
Déterminer les deux sources thermiques	379
Déterminer un rendement ou une efficacité	381
Comment utiliser un diagramme enthalpique (P, h) pour une machine réelle ?	384
Comprendre le diagramme (P, h)	384
Utiliser le diagramme pour l'étude d'un congélateur	386
Utiliser le diagramme pour le stockage d'un fluide	388
À vous de jouer !	389
Thème 22 - Statique des fluides	392
Comment déterminer l'expression de la pression dans un fluide ?	392
Projeter l'équation de la statique des fluides sur les axes	392
Intégrer l'équation de la statique des fluides dans le cas d'un fluide incompressible	393

Intégrer l'équation de la statique des fluides dans le cas d'un fluide incompressible	394
Comment établir l'expression de la force de pression ?	395
Intégrer l'expression de la force de pression élémentaire	395
Retrouver l'expression de l'équivalent volumique des forces de pression	397
Comment déterminer la poussée d'Archimède dans le cas d'un solide immergé ?	399
Déterminer le volume de fluide déplacé	399
À vous de jouer !	401
Thème 23 - Champ magnétique	404
Comment exploiter la carte de champ magnétique ?	404
Calculer un flux de champ magnétique	404
Utiliser la conservation du flux magnétique	405
Savoir exploiter une carte de lignes de champ magnétique	406
Comment utiliser le champ magnétique créé par un courant donné ?	408
Trouver l'orientation du champ magnétique	408
Savoir utiliser l'expression du champ magnétique créée par un circuit	409
Comment déterminer un ordre de grandeur du champ magnétique ?	412
Estimer le champ magnétique	412
Comment déterminer le moment magnétique d'une boucle de courant ?	413
Utiliser la définition du moment magnétique	414
Savoir utiliser l'expression du champ magnétique créé par un aimant à grande distance	414
À vous de jouer !	416
Thème 24 - Actions du champ magnétique	420
Comment déterminer la force de Laplace et sa puissance dans le cas d'une tige en translation ?	420
Établir l'expression de la force de Laplace	420
Déterminer le point d'application de la force de Laplace	421
Déterminer la puissance de la force de Laplace	422
Comment déterminer le couple et la puissance des actions mécaniques de Laplace dans le cas d'une spire plate ?	423
Calculer le couple exercé sur la spire rectangulaire	423
Calculer la puissance des forces de Laplace	426
À vous de jouer !	426
Thème 25 - Induction	429
Comment déterminer le flux du champ magnétique uniforme ?	429
Définir la surface s'appuyant sur le contour	429
Calculer le flux	429
Comment utiliser la loi de modération de Lenz ?	431
Utiliser cette loi de modération afin de prédire ses résultats	431
Comment utiliser la loi de Faraday ?	432
Calculer la force électromotrice induite	432

À vous de jouer !	434
Thème 26 - Auto-induction et induction mutuelle	436
Comment déterminer un coefficient d'auto-inductance ?	436
Déterminer le flux propre	436
Déterminer l'auto-inductance	436
Comment modéliser une auto-inductance ?	438
Déterminer la fem d'auto-inductance	438
Calculer l'auto-inductance	438
Comment faire un bilan énergétique dans un circuit comportant une auto-inductance ?	439
Calculer le courant dans un circuit	439
Faire le bilan énergétique	440
Comment résoudre un problème comportant deux circuits couplés ?	441
Établir les équations différentielles vérifiées par les courants	441
Faire le bilan énergétique pour un système couplé	443
Établir les équations en régime sinusoïdal forcé	443
À vous de jouer !	445
Thème 27 - Circuit mobile dans un champ magnétique	449
Comment convertir la puissance mécanique en puissance électrique	449
Interpréter qualitativement les phénomènes observés	449
Établir les équations mécanique et électrique	451
Effectuer le bilan énergétique pour un système en translation	454
Effectuer le bilan énergétique pour un système en rotation	455
Comment convertir la puissance électrique en puissance mécanique ?	456
Établir les équations mécanique et électrique	456
Résoudre le système d'équations couplées	457
Faire un bilan de puissance	458
Modéliser le haut-parleur et faire le bilan de puissance	459
À vous de jouer !	461
Thème 28 – Incertitudes de mesures	465
Comment déterminer une incertitude de type A ?	465
Calculer l'incertitude de type A	465
Comment déterminer une incertitude lors d'une mesure indirecte ?	466
Déterminer l'incertitude de chaque source	466
Calculer l'incertitude totale	466
À vous de jouer !	467
CORRIGÉS DES EXERCICES	471