

Table des matières

Présentation de la collection	3
Comment utiliser ce livre ?	5
Quelques conseils pour bien apprendre	7
Valeurs numériques de référence	8
Opérateurs différentiels	9
SAVOIRS	11
Thème 1 - Électronique : conversion analogique-numérique	12
Thème 2 - Électronique : systèmes linéaires	20
Thème 3 - Électronique : rétro-action et amplificateur linéaire intégré	25
Thème 4 - Électronique : oscillateurs	33
Thème 5 - Électronique : modulation d'amplitude, détection synchrone	40
Thème 6 - Thermodynamique : principes généraux	43
Thème 7 - Thermodynamique : phénomènes de transport par diffusion	60
Thème 8 - Mécanique des fluides : introduction	67
Thème 9 - Mécanique des fluides : statique	78
Thème 10 - Mécanique des fluides : fluides réels	81
Thème 11 - Mécanique des fluides : applications	103
Thème 12 - Électromagnétisme : introduction	116
Thème 13 - Électromagnétisme : champs stationnaires	126
Thème 14 - Électromagnétisme : induction	141
Thème 15 - Électromagnétisme : milieux magnétiques	150
Thème 16 - Conversion de puissance électro-magnéto-mécanique	158
Thème 17 - Conversion de puissance électronique statique	175
Thème 18 - Physique des ondes : milieux parfaits	188
Thème 19 - Physique des ondes : ondes dispersives	202
Thème 20 - Physique des ondes : réflexion	215
Thème 21 - Thermodynamique des transformations physico-chimiques	223
Thème 22 - Électrochimie	246
Thème 23 - Incertitudes	262

SAVOIR-FAIRE	267
Thème 1 - Électronique : conversion analogique-numérique	268
Comment utiliser les outils de représentation des signaux ?	268
Décomposer un signal en série de Fourier et tracer son spectre	268
Tracer le spectre de transformée de Fourier d'un signal	269
Comment choisir la fréquence d'échantillonnage ?	270
Appliquer le critère de Shannon théorique	270
Savoir adopter un critère de Shannon « exigeant »	271
Comment prévoir et pallier les effets d'un repliement de spectre ?	273
Repérer et pallier un sous-échantillonnage	273
Comment optimiser la durée de blocage lors d'un échantillonnage réel ?	276
Choisir le temps de blocage	276
Comment relier le nombre de bits de quantification et le pas de quantification ?	277
Trouver la résolution absolue et écrire un mot binaire	278
Comment calculer le flux binaire d'un module CAN-quantification ?	279
Calculer une bande passante en kbits par unité de temps	279
Comment quantifier l'erreur et le bruit de quantification ?	280
Calculer le rapport puissance de l'erreur/puissance du signal	280
À vous de jouer !	283
Thème 2 - Électronique : systèmes linéaires	285
Comment choisir le bon filtre ?	285
Choisir un filtre à partir d'une problématique simple	285
Choisir un filtre à partir d'un gabarit	286
Comment identifier un filtre ?	288
Identifier un filtre à partir de sa réponse fréquentielle	288
Identifier un filtre à partir de sa réponse indicielle	290
Comment relier l'allure du signal de sortie au signal d'entrée ?	291
Prévoir l'allure du signal de sortie d'un filtre connu	292
Proposer un filtre connaissant le signal de sortie	293
Comment faire des bilans de puissance en régime sinusoïdal forcé ?	295
Faire le bilan de puissance d'une installation	295
Démontrer le résultat d'adaptation d'impédance	296
Utiliser le résultat d'adaptation d'impédance	297
À vous de jouer !	298
Thème 3 - Électronique : rétro-action et amplificateur linéaire intégré	301
Comment caractériser un amplificateur ?	301
Savoir si le système étudié est stable ou instable	301
Déterminer les grandeurs caractéristiques d'un amplificateur	303
Comment utiliser les montages de base ?	306
Identifier un montage de base	306
Choisir et dimensionner un montage de base	308
Comment identifier les limitations d'un ALI ?	309
Identifier les limitations simples	310
Étudier le produit gain-bande	311
Identifier les problèmes de bande passante	312
À vous de jouer !	313
Thème 4 - Électronique : oscillateurs	319
Comment étudier un oscillateur quasi-sinusoïdal ?	319
Étudier la réponse fréquentielle	319
Étudier la réponse indicielle	321
Comment limiter l'amplitude des oscillations d'un oscillateur quasi-sinusoïdal ?	325
Limiter les oscillations d'un oscillateur à pont de Wien	325
Repérer un montage limitateur dans un oscillateur quelconque	326
Comment étudier un multivibrateur astable à ALI ?	328
Expliquer le fonctionnement d'un multivibrateur astable	329
Déterminer la période d'un multivibrateur	330
Comment étudier un oscillateur à portes logiques ?	332

Déterminer la période d'un oscillateur à portes logiques	332
À vous de jouer!	334
Thème 5 - Électronique : modulation d'amplitude, détection synchrone	336
Comment étudier une chaîne de transmission?	336
Élaborer un signal modulé en amplitude	336
Expliquer la démodulation par détection synchrone	336
Expliquer la démodulation par détecteur de crêtes	337
Comment étudier une chaîne de transmission par modulation d'amplitude?	338
Analyser un signal modulé en amplitude	338
Comment utiliser la détection synchrone?	341
Expliquer le principe de la détection synchrone	341
Étudier un dispositif de détection synchrone	342
À vous de jouer!	344
Thème 6 - Thermodynamique : principes généraux	347
Comment calculer le travail des forces de pression?	347
Calculer le travail des forces de pression connaissant P_{ext}	347
Comment étudier l'évolution d'un gaz parfait?	348
Utiliser le modèle des gaz parfaits	349
Comment étudier l'évolution des phases condensées?	351
Utiliser les lois des phases condensées	351
Comment étudier l'évolution de systèmes quelconques?	352
Étudier l'évolution d'une substance homogène	352
Comment faire un bilan entropique?	353
Utiliser le 2 nd principe de la thermodynamique	353
Comment étudier les machines monophasées?	355
Déterminer un rendement	355
À vous de jouer!	358
Thème 7 - Thermodynamique : phénomènes de transport par diffusion	360
Comment prévoir et interpréter les lois de la conduction?	360
Mettre en œuvre les continuités voire les flux d'échange	360
Caractériser et interpréter la loi de température	361
Comment utiliser la résistance thermique du régime permanent?	363
Relier directement le flux à la différence de température	363
Comment choisir entre régimes rapidement et lentement variables?	366
Opter pour un régime en fonction des conditions aux limites	366
Comment repérer et caractériser une onde thermique?	368
Caractériser une onde thermique progressive	368
Caractériser une onde thermique stationnaire	370
Comment quantifier les effets de la diffusion particulière?	371
Relier un flux particulière à une différence de concentration	371
Comprendre comment la diffusion contrecarre la convection	372
Analyser une diffusion avec sources de particules	373
À vous de jouer!	376
Thème 8 - Mécanique des fluides : introduction	380
Comment décrire un écoulement?	380
Caractériser un écoulement à partir du champ des vitesses	380
Comment utiliser le théorème de Bernoulli?	380
Savoir démontrer le théorème de Bernoulli	381
Savoir appliquer le théorème de Bernoulli	382
Comment utiliser « l'effet Venturi »?	382
Analyser des expériences simples en utilisant l'effet Venturi	382
Comment déterminer une action mécanique à partir d'un bilan?	385
Faire un bilan de quantité de mouvement	385
Faire un bilan de moment cinétique	387
Comment déterminer une puissance à partir d'un bilan?	389
Faire un bilan d'énergie cinétique	389

À vous de jouer!	393
Thème 9 - Mécanique des fluides : statique	397
Comment décrire l'équilibre d'un fluide?	397
Étudier l'équilibre d'un gaz avec le modèle des GP	397
Étudier l'équilibre d'un fluide incompressible	399
Comment étudier l'équilibre d'un système thermalisé?	401
Utiliser le modèle de l'atmosphère isotherme	401
Utiliser le facteur de Boltzmann dans un cas quelconque	403
Comment calculer la force de pression d'un fluide au repos sur un obstacle?	405
Calculer la résultante de forces de pression	405
Utiliser la poussée d'Archimède	407
À vous de jouer!	408
Thème 10 - Mécanique des fluides : fluides réels	410
Comment étudier les écoulements internes?	410
Caractériser un écoulement interne à l'aide de Re	410
Démontrer la formule de Poiseuille	411
Utiliser la formule de Poiseuille	413
Utiliser les résistances hydrauliques	414
Comment étudier les écoulements externes?	415
Caractériser l'écoulement autour d'une sphère	415
Étudier la couche limite	416
Déterminer la traînée	418
Utiliser des abaques	419
Comment étudier les écoulements portants?	420
Calculer la portance dans le cas d'un cylindre portant	420
Expliquer qualitativement la portance d'une aile	423
À vous de jouer!	427
Thème 11 - Mécanique des fluides : applications	433
Comment calculer des pertes de charge dans une conduite?	433
Savoir calculer des pertes de charge régulières	433
Savoir calculer des pertes de charge singulières	434
Comment étudier les débitmètres et vélocimètres?	435
Savoir étudier un tube de Venturi	435
Savoir étudier un tube Pitot	436
Comment étudier les installations industrielles?	437
Utiliser des diagrammes thermodynamiques pour des bilans	437
Étudier le fonctionnement de différents éléments	442
À vous de jouer!	446
Thème 12 - Électromagnétisme : introduction	453
Comment étudier les distributions de charges et de courants?	453
Relier les densités locales aux grandeurs macroscopiques	453
Passer des courants volumiques aux courants surfaciques	454
Comment utiliser la conservation de la charge?	455
Relier j et ρ	455
Savoir faire un bilan de charges	457
Comment utiliser les équations de Maxwell?	458
Utiliser les équations de Maxwell pour étudier les sources	459
Déterminer (\vec{E}, \vec{B}) connaissant la distribution des charges	460
Comment faire un bilan d'énergie électromagnétique?	462
Déterminer la puissance d'une onde traversant une surface	462
Déterminer la puissance cédée à la matière	464
Faire un bilan d'énergie électromagnétique	465
À vous de jouer!	466
Thème 13 - Électromagnétisme : champs stationnaires	470
Comment utiliser le théorème de Gauss?	470
Déterminer \vec{E} pour des distributions planes (infinies)	470

Déterminer \vec{E} pour des distributions à symétrie cylindrique	472
Déterminer \vec{E} pour des distributions à symétrie sphérique	473
Comment utiliser le théorème d'Ampère en magnétostatique?	474
Déterminer \vec{B} pour des distributions à symétrie cylindrique	474
Déterminer \vec{B} créé par des bobinages	475
À vous de jouer!	477
Thème 14 - Électromagnétisme : induction	480
Comment résoudre un problème d'induction de Neumann?	480
Utiliser la loi de Faraday (Neumann)	480
Utiliser le théorème de Neumann	482
Comment résoudre un problème d'induction de Lorentz?	485
Utiliser la loi de Faraday (Lorentz)	485
Utiliser la relation de conversion électromécanique	488
Comment étudier un haut-parleur électrodynamique (HP)?	490
Établir et utiliser les équations de base du HP	490
À vous de jouer!	492
Thème 15 - Électromagnétisme : milieux magnétiques	495
Comment qualifier un matériau magnétique et ses usages?	495
Qualifier un matériau grâce à son cycle d'hystérésis	495
Dimensionner un aimant <i>via</i> son produit excitation-champ	499
Comment retrouver les équations du transformateur parfait?	502
Négliger toute perte dans les bobinages et le noyau	502
Comment calculer les pertes énergétiques du transformateur réel?	504
Savoir interpréter un modèle de Kapp	504
Comptabiliser les puissances en jeu et calculer le rendement	505
Mettre en œuvre le modèle de Kapp	506
Comment gérer le régime impulsionnel d'un transformateur?	508
Prévoir le stockage et le dé-stockage de l'énergie	508
À vous de jouer!	510
Thème 16 - Conversion de puissance électro-magnéto-mécanique	515
Comment analyser une machine à réluctance variable?	515
Dédire les actions exercées d'un bilan d'énergie	515
Étudier le pic de courant exciteur appelé à la commutation	518
Comment caractériser une machine synchrone?	519
Comprendre la création des pôles statoriques	520
Exprimer l'énergie magnétique stockée	522
Faire le bilan des puissances du moteur synchrone	523
Faire le bilan des puissances de l'alternateur	528
Déterminer le point de fonctionnement	532
Comment analyser le fonctionnement d'une machine à CC?	532
Exprimer l'énergie magnétique stockée	533
Étudier un régime de commande variable d'un moteur à CC	533
Exprimer le rendement d'un moteur à CC	534
Exprimer le rendement d'une génératrice de CC	534
À vous de jouer!	535
Thème 17 - Conversion de puissance électronique statique	543
Comment qualifier et quantifier les propriétés d'un hacheur?	543
Établir les équations et les chronogrammes d'un hacheur	543
Comment caractériser un redresseur (convertisseur AC/DC)?	549
Jauger le rendement d'un redresseur et son effet distordant	549
Comment caractériser un onduleur (convertisseur DC/AC)?	550
Établir les équations et les chronogrammes d'un onduleur	550
À vous de jouer!	554
Thème 18 - Physique des ondes : milieux parfaits	561
Comment établir l'équation d'onde et en caractériser des solutions?	561
Étudier la dynamique d'un volume élémentaire du milieu	561

Établir puis substituer des équations d'électromagnétisme	563
Exprimer et utiliser l'impédance opposée à l'OPPS	564
Exprimer l'OSS de la ligne électrique	565
Comment qualifier une onde électromagnétique et ses effets ?	566
Quantifier la pression d'un rayonnement sur un métal	566
Comment expliciter les modes propres d'un milieu fini ?	568
Caractériser les modes d'un instrument de musique	568
Caractériser les modes d'un guide d'onde	572
À vous de jouer !	576
Thème 19 - Physique des ondes : ondes dispersives	584
Comment quantifier les effets de la dispersion ?	584
Étudier la mobilité et la déformation d'un paquet d'ondes	584
Comment caractériser un milieu dispersif et absorbant ?	587
Calculer les vitesses de phase et de groupe	587
Comment étudier une OPPS* électromagnétique dans un métal ?	588
Exprimer les indices et l'épaisseur de peau	588
Comment qualifier la propagation d'ondes dans un plasma ?	592
Exprimer la conductivité complexe d'un plasma	593
Comment connaître la réponse spectrale d'un guide ?	593
Dédire la réponse fréquentielle d'un guide du confinement	594
À vous de jouer !	594
Thème 20 - Physique des ondes : réflexion	601
Comment utiliser les coefficients de réflexion et transmission ?	601
Prévoir ondes réfléchies et transmises en électromagnétisme	601
Calculer un pourcentage de puissance sonore transmise	604
Comment déterminer les modes propres d'un instrument à vent ?	606
Modifier le son d'un instrument <i>via</i> sa longueur	606
Comment caractériser la réflexion d'une onde sur un métal parfait ?	608
Utiliser les continuités des composantes de champs	608
Calculer les fréquences propres d'une cavité réfléchissante	610
À vous de jouer !	611
Thème 21 - Thermodynamique des transformations physico-chimiques	616
Comment évaluer une grandeur de réaction ?	616
Utiliser des tables de données	616
Mesurer une chaleur de réaction isobare en calorimètre	618
Comment caractériser l'état final d'un système ?	620
Utiliser G ou G^* pour le système monotherme monobare	620
Prévoir un changement d'état de corps pur	624
Prévoir la variance d'un système monoconstitué en équilibre	626
Calculer la variance d'un système polyconstitué en équilibre	626
Comment prévoir le changement d'état d'un mélange binaire ?	628
Lire un diagramme isobare d'équilibre monofuseau	628
Exploiter un diagramme à eutectique, voire à composé défini	631
Comment caractériser le système chimique à l'équilibre ?	635
Calculer la variance du système chimique à l'équilibre	635
Améliorer le rendement d'une réaction	635
À vous de jouer !	638
Thème 22 - Électrochimie	644
Comment caractériser la cinétique d'une électrode ?	644
Tracer, prévoir, interpréter la courbe $[I \text{ vs } E]$	644
Comment comprendre aujourd'hui la pile historique ?	651
Analyser la pile de Volta	651
Comment améliorer le rendement d'un électrolyseur ?	654
Mettre en adéquation les couples et les électrodes	654
Régler un problème de concurrence à une électrode	656
Comment pronostiquer et combattre la corrosion uniforme ?	659
Analyser un diagramme E-pH	659

Utiliser une anode sacrificielle	660
Adapter la protection à la taille de la pièce	661
Comment prévoir et combattre la corrosion différentielle?	663
Répertorier les techniques anti-corrosion	663
Trouver le point de fonctionnement d'une micro-pile	664
Comment calculer l'énergie convertie dans une cellule?	666
Faire un bilan d'énergie globale	666
À vous de jouer!	669
Thème 23 - Incertitudes	673
Comment déterminer une incertitude liée à une mesure directe?	673
Mesurer une incertitude de type A	673
Mesurer une incertitude de type B	673
Comment déterminer une incertitude liée à une mesure indirecte?	675
Mesurer une incertitude de type A	675
Mesurer une incertitude de type B	676
Comment déterminer une incertitude liée à une régression linéaire?	677
Interpréter les résultats d'une régression linéaire	677
À vous de jouer!	679
CORRIGÉS DES EXERCICES	683