

Table des matières

Chapitre 1- Optique géométrique.....	15
I. Introduction	15
II. Rayons lumineux - Lois de Descartes	17
III. Principe de Fermat	21
IV. Fibre optique à saut d'indice	22
V. Le prisme.....	26
Exercices	31
Chapitre 2- Le stigmatisme	37
I. Classification des systèmes optiques	37
II. Réalité et virtualité	37
III. Stigmatisme et aplanétisme rigoureux.....	39
IV. Surfaces rigoureusement stigmatiques par réflexion	40
V. Surfaces rigoureusement stigmatiques par réfraction.....	45
VI. Conditions d'approximation de Gauss.....	46
Exercices	47
Chapitre 3- Lentilles minces.....	51
I. Définitions	51
II. Image d'un objet	51
III. Foyers et plans focaux.....	52
IV. Constructions géométriques.....	56
V. Relations de conjugaison	59
VI. Vergence d'une lentille	61
VII. Rapport de convergence et grandissement axial	61
VIII. Lentilles minces accolées.....	62
IX. Les doublets	63
X. Focométrie	65
XI. Exemple de système afocal - lunette astronomique réglée à l'infini..	71
XII. Photographie	73

Exercices	79
Chapitre 4- L'œil	83
I. Description.....	83
II. Caractéristique de l'œil	83
III. Défauts et corrections	85
Exercices	85
Chapitre 5- Oscillateur harmonique.....	89
I. Mouvement horizontal d'une masse accrochée à un ressort.....	89
II. Exemple du mouvement vertical.....	91
III. Résolution de l'équation du mouvement.....	93
IV. Caractéristiques du mouvement.....	94
V. Evolution de la vitesse et de l'accélération.....	96
VI. Bilan énergétique	97
Exercices	99
Chapitre 6- Résolution numérique d'une équation différentielle.....	103
I. Méthode d'Euler.....	103
II. Méthode de Runge Kutta d'ordre 2.....	108
III. Utilisation d'une fonction préprogrammée : <i>odeint</i>	111
Exercice	114
Chapitre 7- Signaux - spectres.....	117
I. Exemples de signaux.....	117
II. Spectre d'un signal	119
III. Ordres de grandeur pour l'acoustique et l'électromagnétisme	121
IV. Signal échantillonné et signal de durée finie	121
Exercices	125
Chapitre 8- Ondes progressives	129
I. Propagation de la déformation d'une corde tendue horizontalement	129
II. Onde progressive unidirectionnelle	131
III. Evolution temporelle à position fixée	131
IV. Evolution spatiale à un instant donné.....	132

V. Comparaison entre l'évolution spatiale et l'évolution temporelle.....	133
VI. Onde progressive sinusoïdale	135
Exercices	138
Chapitre 9- Interférences	141
I. Représentation de Fresnel	141
II. Interférences entre deux ondes acoustiques ou mécaniques.....	143
III. Interférences entre deux ondes lumineuses.....	150
Exercices	155
Chapitre 10- Ondes stationnaires	159
I. Généralités - Définitions	159
II. Oscillations d'une corde.....	162
Exercices	170
Chapitre 11- Charges et courants	173
I. La charge électrique	173
II. Le courant électrique	175
III. Le potentiel électrique.....	178
IV. Ordres de grandeur	179
V. Approximation des régimes quasi-stationnaires.....	180
Exercice	181
Chapitre 12- Circuits électriques linéaires.....	183
I. Lois de base	183
II. Eléments d'un circuit.....	186
Exercices	214
Chapitre 13- Etablissement du régime continu	217
I. Energie reçue par un dipôle.....	217
II. Régime continu	219
III. Réponse à un échelon de tension	220
IV. Bilan énergétique	235
Exercices	239

Chapitre 14- Cinématique du point	243
I. Notions d'espace et de temps pour un observateur	243
II. Vitesse d'un point	244
III. Accélération d'un point	250
IV. Exemples.....	253
Exercices	257
Chapitre 15- Principe fondamental de la dynamique	259
I. Masse et quantité de mouvement.....	259
II. Première loi de Newton et référentiels galiléens.....	260
III. Principe fondamental de la dynamique.....	261
IV. Effet de la résistance de l'air	266
V. Troisième loi de Newton (principe des actions réciproques)	273
VI. Théorème de la résultante cinétique	274
VII. Contact entre un point matériel et un support - Lois de Coulomb ..	277
VIII. Modélisation linéaire de l'élasticité d'un matériau	280
Exercices	283
Chapitre 16- Oscillateurs harmoniques amortis en régime libre	287
I. Mise en équation en mécanique et en d'électricité	287
II. Considérations énergétiques	289
III. Résolution de l'équation différentielle	291
IV. Réponse à un échelon	298
V. Bilan énergétique et facteur de qualité	301
Exercices	303
Chapitre 17- Régime sinusoïdal forcé – impédances complexes	307
I. Définitions-Notations.....	307
II. Circuit à deux éléments	318
III. Circuit <i>RLC</i>	320
IV. Analyse asymptotique	321
Exercices	323
Chapitre 18- Phénomène de résonance	327

I. Position du problème	327
II. Résonance en élongation - charge	328
III. Résonance en vitesse - intensité	333
IV. Absence de phénomène dissipatif	336
Exercice	339
Chapitre 19- Filtrage linéaires - généralités	343
I. Décomposition en série de Fourier	343
II. Valeur moyenne et valeur efficace	343
III. Fonction de transfert	345
Exercices	356
Chapitre 20- Filtrage exemples	359
I. Intérêt du filtrage	359
II. Ordre d'un filtre	359
III. Principaux types de filtres	361
IV. Mise en cascade de filtres	380
Exercices	381
Chapitre 21- Filtres actifs	385
I. Amplificateur linéaire intégré idéal	385
II. Amplificateur linéaire intégré réel	386
III. Montages avec <i>ALI</i> en régime linéaire	387
IV. Filtres à structure de Rauch	394
Exercices	395
Chapitre 22- Energie cinétique – énergie potentielle	397
I. Puissance et travail d'une force	397
II. Théorème de la puissance cinétique	398
III. Energie potentielle	399
IV. Intégrale première de l'énergie - Energie mécanique	405
V. Interprétation graphique	406
VI. Conditions de stabilité d'une position d'équilibre	409

VII. Exemples.....	411
Exercices	417
Chapitre 23- Oscillateur harmonique.....	421
I. Oscillateur harmonique.....	421
II. Caractéristiques du mouvement	426
III. Aspect énergétique.....	426
IV. Analogie électromécanique	427
V. Effets non linéaires.....	428
VI. Oscillateur harmonique spatial isotrope	432
Exercice	433
Chapitre 24- Mouvements de particules chargées.....	435
I. Force de Lorentz.....	435
II. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique	438
III. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique ..	442
IV. Champs électriques et magnétique perpendiculaires.....	447
Exercices	449
Chapitre 25- Loi du moment cinétique	451
I. Définitions	451
II. Loi du moment cinétique.....	457
III. Application au cas du pendule simple	458
IV. Cas d'un système de deux points matériels.....	460
Exercices	462
Chapitre 26- Mouvement d'un solide.....	465
I. Définition d'un solide.....	465
II. Translation d'un solide.....	465
III. Rotation autour d'un axe fixe	466
IV. Cas général	467
Exercice	467
Chapitre 27- Solide en rotation autour d'un axe fixe	471
I. Moment cinétique par rapport à un axe fixe	471

II. Equation du mouvement d'un solide autour d'un axe fixe	474
III. Applications	479
IV. Exemple d'un système déformable	483
Exercices	485
Chapitre 28- Mouvement à force centrale – potentiel central	489
I. Définition	489
II. Propriétés	490
III. Energie potentielle effective	492
IV. Résolution numérique de l'équation du mouvement	495
Exercices	498
Chapitre 29- Potentiel newtonien	503
I. Définitions et propriétés	503
II. Nature des trajectoires	506
III. Mouvement des planètes et des satellites	509
IV. Mouvement circulaire et généralisations	510
V. Détermination d'une trajectoire par intégration numérique	513
VI. Effet de l'atmosphère terrestre	518
Exercices	520
Chapitre 30- Statique des fluides	523
I. Pression dans les fluides	523
II. Applications	529
III. Poussée d'Archimède	540
Exercices	541
Chapitre 31- Introduction à la thermodynamique	545
I. Objectif de la thermodynamique	545
II. Structure de la matière	545
III. Système thermodynamique - Vocabulaire	546
IV. Variables d'état	546
V. Transformations d'un système	548

VI. Notion de température.....	549
VII. Coefficients thermoélastiques	552
Exercice	554
Chapitre 32- Les gaz parfaits	555
I. Loi d'Avogadro (1811)	555
II. Définition d'un gaz parfait - Loi des gaz parfaits	555
III. Application	556
IV. Détermination du libre parcours moyen pour un gaz parfait.....	558
V. Mélange idéal de gaz parfaits	560
Exercice	561
Chapitre 33- Théorie cinétique des gaz parfaits.....	563
I. Modèle du gaz parfait	563
II. Pression cinétique	563
III. Température cinétique.....	565
IV. Energie interne	567
V. Equation d'état de Van der Waals.....	568
VI. Comparaison entre modèles et données expérimentales	570
Exercices	575
Chapitre 34- Premier principe de la thermodynamique	577
I. Premier principe de la thermodynamique	577
II. Bilans énergétiques	586
III. Détentes de Joule.....	597
Exercices	607
Chapitre 35- Mesure du coefficient isentropique	609
I. Expérience de Clément et Desormes (1819).....	609
II. Expérience de Rüchardt (1929).....	612
Exercice	615
Chapitre 36- Second principe.....	617
I. Enoncé du second principe	617
II. Expressions de variations d'entropie	620

III. Compression d'un gaz parfait	626
IV. Troisième principe	629
Exercice	629
Chapitre 37- Etude descriptive d'un corps pur diphasé	633
I. Observations expérimentales	633
II. Diagramme (p, T)	636
III. Equilibre liquide-vapeur	639
IV. Variation d'enthalpie et d'entropie	649
V. Evaporation dans une atmosphère inerte	651
Exercices	653
Chapitre 38- Machines thermiques	657
I. Machines monothermes	657
II. Machines dithermes	657
Exercices	675
Chapitre 39- Champ magnétique	679
I. Création d'un champ magnétique	679
II. Création d'un champ magnétique uniforme	682
III. Dipôle magnétique	685
Exercice	689
Chapitre 40- Induction	693
I. Variation du flux du champ magnétique	693
II. Induction propre	697
III. Induction mutuelle	701
IV. Transformateur	706
Exercice	710
Chapitre 41- Conversion électromécanique de puissance	713
I. Induction de Lorentz	713
II. Force de Laplace	715
III. Fonctionnement moteur ou générateur	721

Exercices	722
Chapitre 42- Conversion pour un système en rotation.....	727
I. Action des forces de Laplace sur un circuit	727
II. Conversion électromécanique	730
III. Machines à courant continu	732
Exercice	736
Chapitre 43- Débuts de la mécanique quantique	737
I. Spectre du rayonnement du corps noir.....	737
II. Loi de Planck - Quantification de l'énergie	738
III. Effet photoélectrique.....	738
IV. Effet Compton	741
V. Spectre de raies - Modèles de Bohr	743
VI. Dualité onde - particule pour la lumière.....	745
Exercices	746
Chapitre 44- Mécanique ondulatoire.....	749
I. Hypothèse de De Broglie	749
II. Expérience de Davisson et Germer	751
III. Equation de Schrödinger	752
IV. Interprétation probabiliste de la fonction d'onde.....	752
V. Inégalités d'Heisenberg spatiales.....	753
VI. Energie mécanique d'une particule confinée 1D.....	756
Exercices	758