

Domaine	Phénomène	Source	Page	Remarques	Old LP
Ondes	Modélisation du câble coaxial	Ondes, spé, H-prépa, Brébec, 2004	56	notion d'impédance en long, en large et en travers	24, 26
	Equation des télégraphistes	http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	32	Propagation des ondes, Étienne Thibierge ; câble coaxial avec pertes	24, 26
	"	Ondes, spé, H-prépa, Brébec, 2004	79		
	Modélisation d'une fibre nerveuse	Ondes, spé, H-prépa, Brébec, 2004	59		
	Corde vibrante	Ondes, spé, H-prépa, Brébec, 2004	28	cordes pincées, cordes frappées en exos	
	Instruments de musique	Annales agrégation écrit, Sujet A, 2009		instruments à cordes, instruments à percussions, instruments à vent	
	Pavillon exponentiel, bilan énergétique	Ondes, spé, H-prépa, Brébec, 2004	205	cornet, adaptation d'impédance, adpatation progressive d'impédance, cornet, ex6, transfert de puissance sans absorption	
	Corde vibrante	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	482	hypothèse petuts mouvements	
	Câble coaxial	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	58		
	Equation de d'Alembert	Cours de physique de Berkeley 3 : Ondes, Frank Crawford, Armand Colin (1972)	659	solutions générales	
	"	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	35-36		
	Relation de dispersion	Physique Spé. PC*, PC, Olivier, Gié, Sarmant, Tec & Doc (2000)	662	vitesse des plans équiphasse	
	Grandeurs couplées : inertie et rappel	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)			24
	"	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	32	définition de T différente...	
	Impédance du câble coaxial	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	62		
	Aspect énergétique	Agrégation 2009, sujet A	I.C.1		
	Ondes stationnaires	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	854	temps et espace découplés, conditions aux limites, points fixes=nœuds ; ventres	
	"	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	41, 42	modes propres	
	Propagation des ondes acoustiques	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	93, 96, 94	hypothèse, développement perturbatif, approximations isentropique et acoustique (équivalence une fois l'impédance vue), ODG termes	
	"	Physique Spé. PC*, PC, Olivier, Gié, Sarmant, Tec & Doc (2000)	681, 684	équation de d'Alembert pour P1 et v1 (écoulement irrotationnel)	
	Equation de conservation de la masse	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	894		
	Vitesse du son GP	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	99, 100	propagation non dispersive, dans les solides (description différente, pas Euler)	
	Comparaison propagation/diffusion thermique, gravité	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	897, 931	longueur d'onde pour négliger gravité	
	Impédance acoustique	Notes de cours sur les fluides,Marc Rabaud	93		
	"	Physique Spé. PC*, PC, Olivier, Gié, Sarmant, Tec & Doc (2000)	687		
	"	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	902	ODG	
	Vecteur de Poynting acoustique	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	106	discussion thermodynamique intéressante	
	"	Physique Spé. PC*, PC, Olivier, Gié, Sarmant, Tec & Doc (2000)	689		
	"	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	902-905	traitement plus rigoureux de P0v1 dans vecteur de Poynting et énergie déduite	25
	Intensité acoustique	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	908, 929	décibels, seuils d'audibilité, de douleur, ODG, zone d'audition de l'oreille humaine, ODG	
	"	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	108		
	Continuité de vitesse et pression	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	110		
	Réflexion/transmission des ondes sonores	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	1005, 1009	ODG air/eau	
	Ondes sonores stationnaires	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	112	application : instruments de musique	
	"	Physique tout-en-un PC PC*, M.-N. Sanz, Dunod (2014)	917		
	Tube de Kundt	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue)	114	pour visualiser les ondes sonores envoyées dans un tube, modes, détail	
	"	https://www.youtube.com/watch?v=qUiB_zd9M0k			
	Instruments de musique	Reconstitution d'un instrument de musique à vent cylindrique à anche simple, BUP n°907			
	Propagation dans un câble coaxial sans pertes	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	8	8 expl(i(kw-omega t)) contrairement aux autres mais on sait tous qu'il a raison	
	"	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue).	59		
	Propagation dans un câble coaxial avec pertes	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	32-34	décomposition en OPPH, passage en complexes, relation de dispersion (propagation et absorption), dispersion	
	"	Physique tout-en-un PC - PSI, M.-N. Sanz, Dunod (2004)	672-675	"dispersion à l'ordre 2"	
	Paquet d'ondes	Physique tout-en-un PC - PSI, M.-N. Sanz, Dunod (2004)	678	définition, superposition doit être continue pour ne pas avoir extension spatio-temporelle infinie ?	
	"	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	18		
	Vitesse de groupe et étalement du paquet d'ondes	Physique tout-en-un PC - PSI, M.-N. Sanz, Dunod (2004)	682		
	Étalement du paquet d'ondes	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	227-228		26
	"	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue).	41		
	Ondes de surface capillo-gravité	Propagation des ondes, vitesse de phase - vitesse de groupe, B. Lahaye, BUP n°649			
	"	Notes de cours d'hydrodynamique,Marc Rabaud	73	3 régimes : eau peu profonde vs eau profonde : 2 régimes...	
	"	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	256		
	"	Propagation des ondes, vitesse de phase - vitesse de groupe, B. Lahaye, BUP n°649	305	tracé général de vitesse de phase et vitesse de groupe, vitesse minimale de propagation	

	"	La physique par la pratique, Baptiste Portelli, Julien Barthes, H& K (2005)	224-227	loi de Rayleigh, dispersion normale/anormale	27
	"	La physique par la pratique, Baptiste Portelli, Julien Barthes, H& K (2005)	231	culture sur vitesse de groupe	
	Guide d'ondes : plans métalliques parallèles	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	51		
	Etude d'un mode TE	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	53-54	mode transverse électrique, décomposition du champ en deux ondes planes	
	"	Tout-en-un MP MP* [ancien programme], Dunod (2004).	557, 562	relation de dispersion, condition qui amène la quantification, schéma avec les vecteurs d'onde	
	Commentaires sur la relation de dispersion	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	56, 50, 57, 54	pulsion de coupure, vitesse de phase et vitesse de groupe, dispersion intramodale et intermodale, choix dimensions du guide, champ magnétique n'est pas une onde plane donc pas de relation de structure (utiliser maxwell-faraday)	
	"	Tout-en-un MP MP* [ancien programme], Dunod (2004).	558, 559	relation de dispersion, monomode, multimode, zone sans propagation ; on peut aussi étudier ondes TM et onde TEM	
	"	"Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf "	66	TE et TM forment une base des modes de propagation, ils se découplent complètement grâce à l'invariance ?	
	Lien entre énergie et vitesse de groupe	Tout-en-un MP MP* [ancien programme], Dunod (2004).	561		
	Guide rectangulaire	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	57	relation de dispersion, pas de mode TEM pour le guide rectangulaire	
	"	Tout-en-un MP MP* [ancien programme], Dunod (2004).	564		
	Guide d'ondes acoustique : train d'ondes dans un tube cylindrique	Propagation guidée des ondes acoustiques dans l'air, R.Moreau, BUP n°742	395	amplitude des pics dépend de l'excitation	
	Guide d'ondes acoustique : conditions aux limites	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	58		
	Guide d'onde acoustique : méthode géométrique	Propagation des ondes, Étienne Thibierge http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/ondes_poly_2015.pdf	59-62		
	"	Propagation guidée des ondes acoustiques dans l'air, R.Moreau, BUP n°742	390	généralisation guides rectangulaire et cylindrique	
	Cornet acoustique	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000.	768	aussi appelé pavillon !	
	Résonance	https://www.youtube.com/watch?v=pplms0Nr0Xs&t=321s			48
	Oscillateur harmonique forcé : résonance en position	Mécanique MPSI-PCSI-PTSI, H-Prépa (édition bleue)	102		
	Oscillateur harmonique forcé : résonance en vitesse	Mécanique MPSI-PCSI-PTSI, H-Prépa (édition bleue)	105		
	Résonance Magnétique Nucléaire	Mécanique Quantique I, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu & Franck Lalœ. Hermann	459, F_IV		
	Cavité Fabry-Pérot	TD d'Optique 2 : Interférences – Notion de cohérence, Clément Sayrin.		Intensité transmise, finesse	
	Ondes acoustiques	Ondes 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H-Prépa (édition bleue).	112	tuyau ouvert/ouvert, fermé (extrémité ouverte Z=0 -> nœud de surpression, fermée Z=infini -> condition aux nœud de débit)	
	Résonance des ondes de marées dans une baie	La Physique par la pratique, B. Portelli et J. Barthes. H& K. [Thème n°3]			
	Résonance de diffusion lors du rafraichissement d'une barrière de potentiel	Mécanique Quantique I, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu & Franck Lalœ. Hermann	73	MQ	
Electronique	Asservissement	Electronique, H-prépa (1997 ou 2004 ?)			20
	"	Physique PSI, Tec&Doc, Olivier (2000)			
	Moteurs	Mahcines électriques, Terminale F3, Niard			
	Rétroaction et asservissement	Electronique, 2e édition, Pérez	427		
	Effets non linéaires	Electronique, 2e édition, Pérez	380		
	Oscillations couplées	Electronique, 2e édition, Pérez	353		
	Oscillateurs électriques	Electronique, 2e édition, Pérez	459		
	Electronique numérique	Electronique, 2e édition, Pérez	569		
	CAN CNA	Electronique, 2e édition, Pérez	604		
	Signaux aléatoires et bruits	Electronique, 2e édition, Pérez	542		
	Modulation et démodulation	Electronique, 2e édition, Pérez	513		
	Capateurs	Les capteurs en instrumentation industrielle, Georges Asch			
	Bruit de photons	Electronique, 2e édition, Pérez	548	et bruit Schottky (bruit de grenaille)	
	Bruit de Johnson-Nyquist	Electronique, 2e édition, Pérez	550		
	capteur CMOS/CCD	http://userpages.irap.omp.eu/~ogodet/Cours_M1EEA_bis.pdf			
	Contacteur électromagnétique	Conversion de puissance – PSI, Pascal Archambault	2, 4	énergie magnétique, schéma, bilan de puissance	
	"	Conversion électro-magnéto-mécanique, http://inspe2.fr/Cours_Phys/CP02.pdf	1	"	
	"	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod (2017)	708, 710	lignes de champ, force	
	Machine synchrone	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod (2017)	731	entrefer, mur très grand : champ nul ; champs statorique, champ rotorique	
	"	Conversion électro-magnéto-mécanique, http://inspe2.fr/Cours_Phys/CP02.pdf	5, 7, 9		
	"	Conversion de puissance – PSI, Pascal Archambault	9, 12	couple, point de fonctionnement, bilan de puissance	
	Application : rames du TGV Atlantique	Actualisation des connaissances sur les moteurs électriques, BUP n°846	1248...		
	"	Moteurs et transformations électriques, Jérémy Neveu			
	Systèmes bouclés présents dans la vie	Physique Spé. PSI*, PSI, Stéphane Olivier, ChristopheMore, Hubert Gié, Tec & Doc (2000)	65	corps humain (ex réflexe myotatique)	
	Limite de la commande directe	Physique Spé. PSI*, PSI, Stéphane Olivier, ChristopheMore, Hubert Gié, Tec & Doc (2000)	63	FTBO, exemple perceuse	
	"	Cours d'électronique, Jérémy Neveu	74		

	Comportement en boucle fermée	Physique Spé. PSI*, PSI, Stéphane Olivier, ChristopheMore, Hubert Gié, Tec & Doc (2000)	64	FTBF	22
	"	Cours d'électronique, JérémY Neveu	72-73		
	Amplificateur non inverseur	Cours d'électronique, JérémY Neveu	75		
	Amélioration boucle fermée	Physique Spé. PSI*, PSI, Stéphane Olivier, ChristopheMore, Hubert Gié, Tec & Doc (2000)	68-69	moins sensibilité aux variations, plus grande immunité aux perturbations	
	"	Électronique expérimentale, Michel Krob	92		
	Rapidité et bande passante	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod (2017).	51	réponse indicielle, compromis gain-bande car produit gain-bande conservé	
	Stabilité	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod (2017).	35, 38		
	"	Physique Spé. PSI*, PSI, Stéphane Olivier, ChristopheMore, Hubert Gié, Tec & Doc (2000)	76		
	Oscillateur à pont de Wien	Cours d'électronique, JérémY Neveu	97	système bouclé instable	
	"	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod (2017).	87-89	schéma-bloc, condition d'obtention des oscillations, équation différentielle	
	"	Électronique expérimentale, Michel Krob	134, 139	condition de Barkhausen, amplitude des oscillations fixée par les non-linéarités du système	
	Analyse harmonique d'un signal périodique	Physique tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014	111, 114, 119, 121	série de Fourier, triangle et crêneau, décomposition et principe de superposition, diagramme de Bode, moyennneur, intégrateur	23
	Diagrammes de Bode	Physique tout-en-un PCSi, Dunod, 2013.	448		
	Modulation et démodulation	Physique tout-en-un PSI PSI*, Dunod, 2017	149, 151, 155	nécessité d'une modulation pour transmission du signal (problème de fréquence et taille d'antennes), spectre modulé	
	"	Cours d'électronique, JérémY Neveu	104		
	Numérisation d'un signal	Physique tout-en-un PSI PSI*, Dunod, 2017	136, 127	définition échantillonnage	
	CAN	Cours d'électronique, JérémY Neveu	129		
	Filtrage numérique	Physique tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014	167	équation aux différences	
	"	Cours d'électronique, JérémY Neveu	144		
Hydrodynamique	Ondes de surface capillo-gravité	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	383	force, formule de Laplace, loi de Jurin, étude thermodynamique	8
	Images hydrodynamique	Ce que disent les fluides : la science des écoulements en images / Étienne Guyon			
	Accélération d'une particule de fluide dans le modèle de la tornade	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	64		
	Relation de Bernoulli	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	100	hypothèses (écoulement incompressible d'un fluide homogène, écoulement barotrope et stationnaire/irrotationnel), démonstration	
	Applications de la relation de Bernoulli	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	104	venturi, mesure vitesse d'écoulement, effet magnus, vidange d'un réservoir (formule de torricelli), ondes de gravitation à l'interface de deux fluides	
	Viscosité	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	126		
	"	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	550		
	Exemples nombre de Reynolds	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	166		
	Ecoulement autour d'un obstacle	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	170		
	Bilan d'écoulement	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	199	poussée d'un turbo-réacteur, échangeur	
	Rendement d'une hélice d'éolienne	Mécanique des fluides PC PSI, H-Prépa. 2004	227		
	Présentation viscosité	Tout-en-un Physique PC-PSi (ancien programme), Dunod	398		
	"	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	298, 300	odg de eta	
	Diffusion de quantité de mouvement	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	302		
	Modèle microscopique viscosité	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000	427		
	Equation de Navier-Stokes	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	305		
	Conditions aux limites cinématiques et dynamiques	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	311		
	"	Notes de cours sur les fluides,Marc Rabaud	25		
	Ecoulement de Couette	Notes de cours sur les fluides,Marc Rabaud	30	plan, écoulement parallèle	
	"	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	350		
	Limite faible nombre de Reynolds	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	34, 40		
	"	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	424		
	"	https://youtu.be/QcBpDVzBPMk		réversibilité dans Couette	
	"	https://www.youtube.com/watch?v=p08_KITKP50		"	
	"	https://www.youtube.com/watch?v=2kkfHj3LHeE		nage	
	Force de traînée	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	315, 317	limite faible nombre de Reynolds : retrouve loi de Stokes	
	Fluides non newtoniens	Notes de cours sur les fluides,Marc Rabaud	41		
	Modèle de l'écoulement parfait	Tout-en-un Physique PC-PSi (ancien programme), Dunod	411		
	"	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	311		
	Equation d'Euler	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	305		
	Equation d'Euler, relation de Bernoulli	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	526		
	Fluide parfait : Hélium 4 superfluide	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	367		

	Couche limite	Tout-en-un Physique PC-PSI (ancien programme), Dunod	412	9
	"	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	310	
	Relation de Bernoulli	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	370	
	"	Notes de cours sur les fluides, Marc Rabaud	51 ... et généralisation (HP CPGE)	
	Relation de Bernoulli, interprétation énergétique	Tout-en-un Physique PC-PSI (ancien programme), Dunod	495	
	Viscosité dans effet Venturi	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	207	
	Paradoxe de d'Alembert	Notes de cours sur les fluides, Marc Rabaud	59-60	
	"	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000	460	
	Instabilité de Rayleigh-Plateau	Instabilités hydrodynamiques, François Charru, collection "Savoirs Actuels", EDP Sciences	66	
	Tension de surface : origine microscopique	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	327	
	Force de tension superficielle	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	1.4.1	10
	"	Gouttes, bulles, perles et ondes, Pierre-Gilles de Gennes, Françoise Brochard-Wyart, David Quéré	1.1.2	
	"	https://www.youtube.com/watch?v=0ymdZH546w		
	"	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	326	
	"	A.Marchand et al., "Why is surface tension a force parallel to the interface?", American Journal of Physics 79, 999 (2011). arXiv 1211.3854		
	Loi de Laplace	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	328	
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	210	
	"	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	1.4.2	
	Loi de Young-Dupré	Gouttes, bulles, perles et ondes, Pierre-Gilles de Gennes, Françoise Brochard-Wyart, David Quéré	1.2	
	Longueur capillaire	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	331	
	"	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	57	
	Ascension capillaire, loi de Jurin	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	329	
	"	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	61	
	Instabilité de Rayleigh-Taylor	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit	68	
	"	Instabilités hydrodynamiques, François Charru, collection "Savoirs Actuels", EDP Sciences	53, 55	
	Trainée et portance d'une aile d'avion	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	565	
	Relation de Mayer généralisée	Chimie PSI-PSI*, Tout-en-un, 2017	32	
	Mise à l'équilibre de 2 systèmes	MPSI-PCSI-PTSI Tout-en-un, Dunod, 3e édition	882	
	Moteur diesel	https://www.youtube.com/watch?v=aqfzDOQI7M		
	Théorie cinétique des gaz parfaits de Maxwell	Thermodynamique, Perez, 2e édition	24	
	Facteur de Boltzmann	Thermodynamique, Perez, 2e édition	41	
	Phénomènes de transports	Thermodynamique, Perez, 2e édition	57	
	Diffusion de particules	Thermodynamique, Perez, 2e édition	70	
	Premier principe	Thermodynamique, Perez, 2e édition	84	
	Deuxième principe	Thermodynamique, Perez, 2e édition	96	
	Détentes de gaz réels	Thermodynamique, Perez, 2e édition	137	
	Machines thermiques	Thermodynamique, Perez, 2e édition	159	
	Diffusion thermique	Thermodynamique, Perez, 2e édition	181	
	Bilans des systèmes ouverts	Thermodynamique, Perez, 2e édition	211	
	Transition de phase d'un corps pur	Thermodynamique, Perez, 2e édition	232	
	Cas singulier de l'hélium	Thermodynamique, Perez, 2e édition	236	
	Ordre de transition de phase	Thermodynamique, Perez, 2e édition	239, 247	
	Retards aux transitions de phase	Thermodynamique, Perez, 2e édition	245	
	Couplage de phénomènes irréversibles, effets thermoélectriques	Thermodynamique, Perez, 2e édition	346	
	Effet Thomson	Thermodynamique, Perez, 2e édition	351	
	Effet Peltier	Thermodynamique, Perez, 2e édition	353	
	Effet Seebeck	Thermodynamique, Perez, 2e édition	354	
	Thermométrie et calorimétrie	Thermodynamique, Perez, 2e édition	361	
	Loi de Jurin	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	210	
	Moteur de Stirling	Thermodynamique, Perez, 2e édition	169	
	Modèle du gaz parfait	Thermodynamique classique, Patrick Puzo. https://users.lal.in2p3.fr/puzo/thermo/cours_thermo.pdf	48	

Thermodynamique	"	Thermodynamique, BFR	57	diagramme d'Amagat, domaine de validité, une définition : vérifie équation d'état $PV=nRT$	11
	Démonstration équation d'état GP	Physique statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	47, 48	une autre définition : énergie potentielle d'interaction négligeable devant l'énergie cinétique globale, pression cinétique gaz monoatomique, chocs élastiques paroi (voir p355), chaos moléculaire (distribution de vitesses homogène et isotrope)	
	"	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.	829	calcul pression cinétique, absence d'interactions (équipartition admise), revient à donner une définition cinétique de la température	
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	237	remarque intéressante : équation d'état ne traduit pas complètement un gaz, il reste un degré de liberté : la capacité thermique	
	Lois de Joule	nptq Dunod spé		une autre définition : un GP est un gap satisfaisant les lois de Joule	
	Détente de Gay-Lussac	Thermodynamique classique, Patrick Puze. https://users.lal.in2p3.fr/puze/thermo/cours_thermo.pdf	128	détente adiabatique dans le vide, système : gaz, GP \Delta T=0, gaz réel Tf<Ti, ex CO2	
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	271		
	Détente de Joule-Thomson	Thermodynamique classique, Patrick Puze. https://users.lal.in2p3.fr/puze/thermo/cours_thermo.pdf	131	détente isenthalpique, comportement GP basses pressions, diagramme P=f(H) ?	
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	279	température d'inversion	
	Gaz réels	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	274, 241	Interprétation qualitative de la baisse de température lors de la détente de Joule Gay-Lussac, justification approximation dans conditions usuelles	
	Modèle de Van der Waals	Thermodynamique, BFR	263	interprétation énergie potentielle d'interaction, dv/dp du viriel (GP+corrections), attraction à longue distance, répulsion entre électrons à courte distance par principe de Pauli	12
	"	Physique statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	supp III.C et G	culture	
	Développement du viriel	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	243	développement en puissances de la densité	
	"	Physique statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	704		
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	273	expression pour détente de Joule Gay-Lussac	
	Premier principe	Physique MPSI-PTSI, David Augier, Christophe More, Tec & Doc, 2013	143		
	"	Thermodynamique 1re et 2e année, Stéphane Olivier, Hubert Gié	881	différence statut entre variation d'énergie interne et termes d'échange (dep du chemi suivi)	
	"	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.	142		
	Evolution isotherme d'un GP	Thermodynamique 1re et 2e année, Stéphane Olivier, Hubert Gié	ex 24.7	on voit apparaître naturellement une autre fonction d'état, particulièrement adaptée : l'enthalpie	
	Evolution monobare d'un GP	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.	886	cas particuliers : GP et phase condensée incompressible et indilatable	
	Définition enthalpie, capacité thermique à pression constante	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.	896		13
	Principe de la calorimétrie	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.	891	exemple liquide/solide, glace fondante qu'on chauffe : T ne varie pas, ODG	
	Enthalpie de changement d'état	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.	897	exemple avec caractère fonction d'état : chemin fictif, extensivité	
	Calorimétrie avec changement d'état	Physique tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod, 2016.		certaines grandeurs sont ni l'une, ni l'autre. ex : U additive que pour des systèmes à faible couplage, masse pas parfaitement extensive (énergie de liaison)	
	Détails extensivité et intensivité	Redlich, O. (1970). Intensive and extensive properties. Journal of Chemical Education, 47(2), 154	38	paramètres de contrôle, variables internes	
	Description d'un système thermodynamique	Thermodynamique PC-PSI, Les nouveaux Précis Bréal.	171		
	Evolution et condition d'équilibre	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	41	application 1 : 2 gaz dans 2 compartiments, ensemble isolé : param de contrôle U et V, variables internes UA et VA ; transfert d'énergie	
	Equilibre thermique et mécanique	Thermodynamique PC-PSI, Les nouveaux Précis Bréal.	845		
	Contact avec thermostat, énergie libre externe	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (ancien programme)	55	transformation réversible ou réversibilité non souhaitable (machines thermiques)	
	"	Thermodynamique PC-PSI, Les nouveaux Précis Bréal.	58	loi de Laplace	
	Contact avec réservoir de volume, enthalpie libre externe	Thermodynamique PC-PSI, Les nouveaux Précis Bréal.	210		14
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	340	Cv>0 et kiT>0	
	Minimum du potentiel thermodynamique : illustration	Thermodynamique 1re et 2e année, Stéphane Olivier, Hubert Gié	196-197	Cv>0, kiS>0	
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	853	définition générale	
	Potentiel thermodynamique pour une transformation	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (ancien programme)	63	température critique, bifurcation	
	Système thermomécanique	Thermodynamique PC-PSI, Les nouveaux Précis Bréal.	967	machine monotherme	
	Machine thermique : définition	Physique Tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod (2016).	934	inégalité de Clausius, diagramme de Raveau, différents types de machines	
	Cycle ditherme	Physique Tout-en-un 1re - année 2 e édition, Dunod (2003)	969		
	Rendement d'une machine thermique	Physique Tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod (2016).	974	GP ou diagramme T,S (on a alors un rectangle)	
	Moteur de Carnot	Physique Tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod (2016).	971		
	Machine frigorifique	Physique Tout-en-un PCSI 5e édition, Dunod (2016).	920	machine réelle	15
	Puissance et entropie créée du cycle ditherme réel	Les cycles dithermes à l'épreuve du temps, BUP n°824, François Petitot.	140	théorie communément de Curzon et Ahlborn, mais surtout de Chambadal et Novikov (cours Stéphane Fauve aussi) -> il faut s'éloigner de la réversibilité pour avoir de la puissance. ex : cycle de Rankine	
	Machine endoréversible	Physique de la conversion d'énergie / Jean-Marcel Rax	541	condenseur et fluide caloporteur	
	Machine frigorifique réelle	Le réfrigérateur, BUP n°832, François Martin	9, 10 "	, diagramme des frigoristes, efficacité	
	"	https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_815231/utilisation-des-diagrammes-p-h-en-thermodynamique	237		
	Diagramme (P,V,T) de l'eau	Thermodynamique, Perez, 2e édition	291	potentiel chimique	
	Description thermodynamique de la transition liquide-vapeur	Thermodynamique, Bertin, Faroux, Renault, Dunod, 1984.	317		
	"	Thermodynamique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	325	calcul enthalpie de vaporisation, ODG, comparaison capacités thermiques, chaleur latente	
	Relation de Clapeyron	Thermodynamique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	326		
	Isothermes et point critique	Thermodynamique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	214-218	choix d'un potentiel, M="paramètre d'ordre", phase ordonnée, désordonnée, minimisation de G, entropie, discontinuité de la capacité calorifique, 223 : quid d'une excitation magnétique	
	Transition ferromagnétique/paramagnétique	Thermodynamique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet			

	Vision actuelle des transitions de phase	Thermodynamique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	645, suppl I	singularité dans les fonctions thermodynamiques qui décrivent le matériau considéré	18
	Phénomènes de transports : généralités	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	728	définitions rayonnement, convection, diffusion ; on parle de conduction plutôt que diffusion qd gradient imposé	
	"	Thermodynamique, Diu, Guthman, Lederer, Roulet.	487	vide : que rayonnement ; milieu opaque : que conduction	
	Equilibre thermodynamique local	Physique Tout-en-un PC PC*, Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod, 2009	348		
	"	Thermodynamique, Diu, Guthman, Lederer, Roulet.	462		
	Diffusion thermique : bilan énergétique	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	733		
	Loi phénoménologique de Fourier	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	731		
	"	Physique Tout-en-un PC PC*, Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod, 2009	805, 814	discussion limites, signe de lambda, ODG	
	Equation générale de diffusion	Physique Tout-en-un PC PC*, Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod, 2009	775		
	Analogies diffusion	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000	T4.4.b	inhomogénéité d'une grandeur intensive, transport d'une grandeur extensive par un vecteur densité de courant, dans le sens du rétablissement d'homogénéité ; loi de Fick : origine avec potentiel chimique ?	
	Coefficient de diffusion thermique	Thermodynamique, Diu, Guthman, Lederer, Roulet.	523	ODG des coefficients de diffusion, analogie avec conduction électrique devient exacte en régime permanent	
	Entropie créée par diffusion thermique	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	764	irréversibilité, non-invariance par renversement du temps	
	Longueur de diffusion	Physique Tout-en-un PC PC*, Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod, 2009	777, 778	phénomène par très efficace	
	Convection / diffusion	Physique Tout-en-un PC PC*, Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod, 2009	405	vecteurs densité de courant	
	"	Hydrodynamique physique 3e édition, Guyon, Hulin, Petit		nombre de Reynolds, nombre de Péclet thermique et nombre de Péclet massique	
	Résistance thermique	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	752		
	"	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000	367	application au double vitrage	
	Couplage thermoélectrique	Thermodynamique, Diu, Guthman, Lederer, Roulet.	508	théorie linéaire générale; effets Peltier, Seebeck	
	Equilibre thermique local	Thermodynamique, Diu, Guthman, Lederer, Roulet.	488		19
	"	Physique Tout-en-un MP MP* (ancien programme), Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod	780		
	"	Physique Tout-en-un PC PC*, Dunod, 2014	26, 120		
	"	Thermodynamique, Diu, Guthman, Lederer, Roulet.	464, 508	précisions	
	Bilan thermique	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014	733, 735	phase condensée incompressible et indilatable	
	Bilan thermique, premier principe	Physique Tout-en-un PC PC*, Dunod, 2014	124, 123	quantités définies, 3D et puissance volumique produite dans le système	
	Conduction thermique	Physique Tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014	727, 731	def, loi phénoménologique de Fourier	
	Conduction à travers un mur, résistance thermique	Physique Tout-en-un PC PC*, Dunod, 2014	138	lois d'association des résistances (analogies)	
	Loi phénoménologique de Newton	Physique Tout-en-un MP MP* (ancien programme), Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod	815	transferts convectifs	
	Rayonnement thermique	Physique Tout-en-un MP MP* (ancien programme), Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod	854	flux surfacique radiatif = flux émis - flux absorbé	
re statistique	Etude d'une cellule solaire	Physique Tout-en-un MP MP* (ancien programme), Marie-Noëlle Sanz, Bernard Salamito, Dunod	867, ex B.6		
	Postulats de la thermodynamique	Thermodynamics, Callen	183		
	"	https://www.emse.fr/~bonnefoy/Public/Thermo-EMSE.pdf	16		
	Mise à l'équilibre de 2 systèmes	https://femto-physique.fr/physique_statistique/	11	Cours de Femto	16
	Formule de Sackur-Tetrode	Eléments de physique statistique, Diu	197		
	"	Physique statistique, Ngo	98		
	"	Thermodynamique, Perez, 2e édition	274		
	Entropie : interprétation statistique	Thermodynamique, Perez, 2e édition	257	ensemble microcanonique	
	Paradoxe du démon de Maxwell	Thermodynamique, Perez, 2e édition	277		
	Gaz parfaits de fermions et de bosons	Thermodynamique, Perez, 2e édition	283	Systèmes de particules indépendantes, discernabilité, Ensemble grand canonique, système très dilué, limite classique, limite quantique, distribution de Fermi-Dirac, distribution de Bose-Einstein	
	Troisième principe	Thermodynamique, Perez, 2e édition	315	très basses températures, procédés de liquéfaction des gaz atmosphériques, effondrement des coefficients thermoélastiques, impossibilité d'atteindre 0K, désaimantation isentropique (1K à 1mK), refroidissement laser (microKelvin)	
	Rayonnement thermique	Thermodynamique, Perez, 2e édition	332	formule de Planck, approximation de Rayleigh-Jeans, approximation de Wien, loi de Stefan-Boltzmann, pression de radiation	
	Sphère en expansion isentropique : décalage vers le rouge	Thermodynamique, Perez, 2e édition	342	redshift, formule d'échelle invariante par changement d'échelle	
	Modèle de l'atmosphère isotherme	Physique tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	931-935	échelle mésoscopique, application de l'équation fondamentale de l'hydrostatique	
	Expérience de Jean Perrin	Physique MP-MP*, Tout le programme 2014 sous forme d'exercices corrigés, Vincent Renvoizé, Pearson.	201		
	Séparation par centrifugation	Physique MP-MP*, Tout le programme 2014 sous forme d'exercices corrigés, Vincent Renvoizé, Pearson.	198		
	Passage du macroscopique au microscopique : macro-état et micro-état	Physique tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	929	spectre discret d'énergies	
	Loi de Boltzmann : probabilité d'occupation d'un état	Physique tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	938		
	Occupation des niveaux	Physique MP-MP*, David Augier, ChristopheMore, Tec & Doc, 2014	748	discussion effet température	
	Limite thermodynamique	Physique tout-en-un MP MP*, Dunod, 2014.	931, 939	valeur moyenne, fluctuation des micro-états, énergie moyenne, écart quadratique moyen, fluctuations relative en 1/sqrt(N), ODG	
	Paramagnétisme : énergie moyenne	Physique MP-MP*, David Augier, ChristopheMore, Tec & Doc, 2014	753		
	Paramagnétisme : susceptibilité magnétique	Physique statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	311		

Physique	Théorème fluctuation-dissipation	Physique MP-MP*, David Augier, ChristopheMore, Tec & Doc, 2014	756		
	Description du rayonnement thermique	Thermodynamique 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H Prépa, 2004	79	densité volumique d'énergie	
	Flux surfaciques émis, absorbés, réfléchis, transmis	Physique Spé. MP*, MP et PT*, PT, Hubert Gié, Jean-Pierre Sarmant, Stéphane Olivier, Christophe More, Tec & Doc, 2000	695		
	Méthodes résolution corps noir	Thermodynamique 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H Prépa, 2004	83		
	Loi de Planck	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	818	démonstration	
	"	Thermodynamique 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H Prépa, 2004	83		
	Corps noir : aspect historique	Physique Spé. MP*, MP et PT*, PT, Hubert Gié, Jean-Pierre Sarmant, Stéphane Olivier, Christophe More, Tec & Doc, 2000	708		
	Déplacement de Wien	Physique Spé. MP*, MP et PT*, PT, Hubert Gié, Jean-Pierre Sarmant, Stéphane Olivier, Christophe More, Tec & Doc, 2000	701	application à la photosphère du Soleil (sa surface)	
	Relation flux surfacique spectral-densité d'énergie	Physique Spé. MP*, MP et PT*, PT, Hubert Gié, Jean-Pierre Sarmant, Stéphane Olivier, Christophe More, Tec & Doc, 2000	699		
	"	Thermodynamique, Perez, 2e édition	332		
	Loi de Stefan	Physique Spé. MP*, MP et PT*, PT, Hubert Gié, Jean-Pierre Sarmant, Stéphane Olivier, Christophe More, Tec & Doc, 2000	703		
	"	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	280	remarque intéressante : s'obtient uniquement en considérant la thermodynamique du gaz de photon	
		Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	283	par analyse dimensionnelle	
	Modèle du corps noir	Thermodynamique 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H Prépa, 2004	81		
	"	Physique Spé. MP*, MP et PT*, PT, Hubert Gié, Jean-Pierre Sarmant, Stéphane Olivier, Christophe More, Tec & Doc, 2000	704, 705	ERT, ETL (équilibre thermique local)	
	Corps gris, émissivité	Thermodynamique 2e année MP-MP* - PC-PC* - PSI-PSI* - PT-PT*, H Prépa, 2004	87		
	Effet de serre	Physique tout-en-un PC PC* 4e édition, M.-N. Sanz, Dunod (2016)	165	modèle vitre, albédo, température d'équilibre de la Terre sans atmosphère, avec atmosphère	
Electromagnétisme	Induction électromagnétique	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	256	ch14 : circuit fixe, mobile, spire dans un champ magnétique alternatif, bétatron, circuit mobile dans un champ magnétique, spire rectangulaire dans un champ uniforme (préliminaire moteurs), force électromotrice induite, induction statique (Lorentz) vs induction motionnelle (Neumann), circuit de constitution variable, barreau sur rails, roue de Barlow	
	Inductance	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	274	ch15 : inductance mutuelle, circuit filiforme, circuit réel, inductance propre, flux, énergie, couplage, mutuelle inductance, auto-induction, réaction d'induit	
	Inductance d'un câble coaxial	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	278	dû à 2 courants contra-propagatifs : un dans l'âme et un dans la gaine	
	Mutuelle inductance de deux bobines en influence	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	281	facteur de couplage	
	Transformateurs	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	282		
	Condensateur	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	168	ch10 : différentes géométrie, diélectriques usuels, résistance de fuite, groupement, énergie, actions des armatures	
	Symétries de distribution de charges et symétrie des champs	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	49	ch4	
	Dipôle électrostatique	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	70	ch5	
	Application de conducteur en équilibre électrostatique	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	141	application de conducteur en équilibre électrostatique : électrostatique terrestre (activité électrique de l'atmosphère et foudre) ; déparateur électrostatique et assainisseurs ; photocopieuse xérographique	
	Théorème de Malus	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition			
	Champ magnétique créé par une spire	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	191		
	Solénoïde	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	201		
	Symétries de distribution de courants et symétrie des champs	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	209		
	Champ magnétique terrestre	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	224		
	Effet Hall	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	233		
	ARQS	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	293-316		
	"	Jérémy Neveu, électrocinétique			
	Jauges de Lorentz et de Coulom	Jérémy Neveu, électrocinétique			
	Polarisation d'une onde électromagnétique	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	356		
	Dipôle oscillant	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	373	ch20: champ rayonné, dipôle de Hertz (dipôle élémentaire)	
	Emission dipolaire atomique classique	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	380	marche pour dimensions macroscopiques synchrotron, montre faiblesse du modèle planétaire de l'atome de Bohr	
	Diffusion d'un rayonnement par un électron atomique	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	382		
	Polarisation des milieux : aspects macroscopiques en stationnaire	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	392		
	Aimantation aspects macroscopiques	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	410	422: milieux magnétiques linéaires	
	Polarisation des milieux : aspects microscopiques	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	454		
	Paramagnétisme et diamagnétisme aspects microscopiques	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	473		
	Ferromagnétisme	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	488	ch26: courbe de première aimantation, cycle d'hystérésis, théorie du champ moléculaire de Weiss,, domaines de Weiss, circuits magnétiques, électroaimants, effets gyromagnétiques,	
	Dispersion absorption	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	535		
	Réflexion réfraction	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	561	568: coefficients de Fresnel	
	Propagation guidée	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	585	ch30: ondes TEM dans câble coaxial, guide d'onde, banc micro-ondes, remarque four à micro-ondes	
	Propagation dans plasmas dilués, équation de Klein-Gordon	Physique tout-en-un PC PC* 4e édition, M.-N. Sanz, Dunod (2016)	1001	plasma dilué, électrons non relativistes, ex: ionosphère	
	"	Physique tout-en-un MP-MP*, M.-N. Sanz, Dunod (2004)	513	plasma dilué, électrons non relativistes, ex: ionosphère	
	Modèle de Drude	Physique des solides, Ashcroft & Mermin, EDP Sciences, 2002	12		

	Propagation dans métaux	Cours de Jérémy Neveu, Moteurs	7, 9	les différents régimes	30
	Modèle du dipôle électrique oscillant	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000	728		
	"	Physique Tout-en-un MP-MP*, M-N Sanz, Dunod (2004)	575		
	"	Électromagnétisme - Fondements et applications 4e édition, José-Philippe Pérez	373		
	Champ rayonné par dipôle oscillant	Physique tout-en-un MP-MP* 3e édition, Dunod (2017).	645		
	"	Électromagnétisme 3, BFR.	227		
	Puissance rayonnée	Physique Spé.MP*,MP et PT*,PT, Tec & Doc (2000).	517	antennes, rayonne ment thermique, rayonnement synchrotron, etc.mais aussi la diffusion de la lumière dans le ciel	
	Diffusion Rayleigh	Électromagnétisme - Fondements et applications 4e édition, José-Philippe Pérez	382	approfondissement ?	
	"	Physique Spé : PC*, PC, Stéphane Olivier, Hubert Gié et Jean-Pierre Sarmant, Tec & Doc, 2000	735	puissance propto omega^4, violet plus diffusée que le rouge ; pola du ciel	
	"	Physique Tout-en-un MP-MP*, M-N Sanz, Dunod (2004)	584		
	ARQS	Cours de Jérémy Neveu, Electronique	12		21
	Induction électromagnétique	Physique tout-en-un PCSI 5ème édition, B. Salamito et al., Dunod (2016).	1081-1138	forces de Laplace, loi de Lenz, loi de Faraday, auto-induction, inductance propre, circuit électrique équivalent, microphone électrodynamique, équation électrique, équation mécanique, bilan énergétique, régime sinusoïdal établi, haut-parleur électrodynamique	
	Propagation dans un DLHI : réponse du milieu à champ électrique	Tout-en-un PC PC* [ancien programme],M-N Sanz. Dunod	715-716	diélectrique linéaire homogène isotrope	
	"	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984).	75-79	matrice susceptibilité électrique, calcul : successivement linéaire, homogène (dep pas du point), isotrope (dep pas de direction, scalaire)	
	Propagation dans un DLHI : pseudo-onde plane progressive	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984).	202	équation de Maxwell dans un milieu diélectrique parfait (pas de charge libre), k complexe, strucutre des ondes	
	Propagation dans un DLHI : indice complexe	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984).	216, 204	réfraction et extinction, vitesse de phase, de groupe, loi de Rayleigh	
	"	Relativité et électromagnétisme, Jean-Michel Raimond, http://www.phys.ens.fr/cours/notes-de-cours/jmr/electromagnetisme.htm	329	vecteur de Poynting, loi de Beer-Lambert	
	Modèle de l'électron élastiquement lié	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984).	85-89	Polarisabilité électronique ; on néglige contribution magnétique (électron non relativiste), varactions spatiales de E	
	"	Tout-en-un PC PC* [ancien programme],M-N Sanz. Dunod	270	somme d'oscillateurs	
	Polarisabilité atomique et d'orientation	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984).	90-91	déplacement des noyaux dans les molécules (degré de liberté de rotation-vibration) ; orientation pour molécules polaires avec un retard exponentiel (modèle de Debye)	28
	Susceptibilité totale : courbes expérimentales	https://refractiveindex.info/?shelf=main&book=H2O&page=Segelstein		ex de l'eau	
	"	https://refractiveindex.info/?shelf=organic&book=ethanol&page=Sani		ex de l'éthanol : pics d'absorption	
	"	https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi		éthanol : spectre IR molécule pour comparer	
	Formule de Cauchy	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984).	206-207 ; 219, 257	dispersion dans le domaine optique, milieux denses, dispersion prisme ; relation vecteur de Poynting, vitesse de groupe et énergie totale, ex5 : l'énergie EM ne peut pas être calculée car permittivité dépend de omega, seulement sa moyenne, corrigé ex6	
	Interfaces entre diélectriques	Tout-en-un Physique PC PC* 4e édition, Dunod (2016).	1046	impédances = sqrt(mu0/epsilon) propto 1/n	
	Cadre de l'optique géométrique	Ondes lumineuses, René-Jean Champeau, Renaud Carpentier et Ivan Lorgeré, De Boeck (2009)	5	milieu linéaire transparent isotrope, pas forcément homogène	31
	"	Optique, fondements et applications, José-Philippe Pérez (7e édition).	5	très faibles longueurs d'onde, négliger diffraction, hypothèse de faible variation permet de considérer des ondes quasi-planes	
	"	Optique et physique ondulatoire, BFR.	79	très faibles longueurs d'onde, négliger diffraction, hypothèse de faible variation permet de considérer des ondes quasi-planes	
	"	Qu'est-ce que l'optique géométrique?, Luc Dettwiller, Dunod (1990).	60		
	Principe de Fermat	TD de Clément Sayrin, Optique géométrique		chemin optique stationnaire, contre exemple non minimal : cas constant dans miroir elliptique, maximal dans miroir concave	
	"	Optique, fondements et applications, José-Philippe Pérez (7e édition).	18	milieu homogène -> propagation rectiligne, retour inverse	
	"	https://femto-physique.fr/optique/principe-de-fermat.php			
	Ddéo préliminaire de Snell-Descartes	Optique, fondements et applications, José-Philippe Pérez (7e édition).	21	dAB=u.(dB·dA)	
	"	Optique et physique ondulatoire, BFR	100	seulement schéma	
	"	TD de Clément Sayrin, Optique géométrique		demo	
	Loi de Snell-Descartes vectorielle	Optique, fondements et applications, José-Philippe Pérez (7e édition).	21	relation vectorielle n1.u1-n2.u2=alpha.N, déduire les 2 lois de Descartes	
	"	Optique et physique ondulatoire, BFR	102		
	Théorème de Malus	Optique et physique ondulatoire, BFR	103	rayons lumineux orthogonaux aux surface d'onde	
	Stigmatisme rigoureux	Optique et physique ondulatoire, BFR	110	def	
	Stigmatisme approché	Optique et physique ondulatoire, BFR	118	ne pas la faire	
	Relation de conjugaison du dioptr sphérique par principe de Fermat	Optique et physique ondulatoire, BFR	147		
	Equation des rayons	La Physique par la pratique, B. Portelli et J. Barthes. H& K.	161	calcul, base locale de Frenet, la concavité du rayon est donc tournée dans le sens de nbla(n), explique mirage	
	"	TD de Clément Sayrin, Optique géométrique			
	"	Ondes lumineuses, René-Jean Champeau, Renaud Carpentier et Ivan Lorgeré, De Boeck (2009).	12	lagrangien optique, "loi fondamentale de l'optique géométrique"	
	"	Optique, fondements et applications, José-Philippe Pérez (7e édition).	11	calcul, base locale de Frenet, la concavité du rayon est donc tournée dans le sens de nbla(n), explique mirage ; Déviation d'un faisceau laser par un gradient de concentration de sucre	
	"	Qu'est-ce que l'optique géométrique?, Luc Dettwiller, Dunod (1990)	62	remarque intéressante sur l'établissement des lois de l'optique géométrique sans notion d'électromagnétisme	
	Approximation laser : rayon lumineux	Ondes lumineuses, René-Jean Champeau, Renaud Carpentier et Ivan Lorgeré, De Boeck (2009).	245		
	Fibre optique à gradient d'indice	La Physique par la pratique, B. Portelli et J. Barthes. H& K.	183		
	"	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	190		
	"	Qu'est-ce que l'optique géométrique?, Luc Dettwiller, Dunod (1990)	119		

Optique	Fondement de l'optique géométrique par l'optique ondulatoire	Qu'est-ce que l'optique géométrique?, Luc Dettwiller, Dunod (1990)	59		
	Principe du microscope	Optique, une approche expérimentale et pratique, S. Houard, De Boeck (2011)	154, 160	limite de résolution, critère de Rayleigh, aberrations des lentilles	32
	Grossissement commercial	TD de Clément Sayrin, Optique géométrique			
	Microscopie par contraste de phase	TD de Clément Sayrin, Diffraction 2			
	"	http://toutestquantique.fr/champ-sombre-et-contraste/		schéma	
	Microscopie confocale laser à fluorescence	https://trigenotoul.com/wp-content/uploads/2014/09/Confocal-cours.pdf			
	"	La cohérence de la lumière et l'imagerie des tissus du corps humain, Claude Boccara, BUP n°927			33
	"	https://www.microscopyu.com/techniques/confocal/introductory-confocal-concepts			
	"	https://www.microscopyu.com/techniques/fluorescence/introduction-to-fluorescence-microscopy		miroir dichroïque	
	Interférence à deux ondes général	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	714	formule de Fresnel	
	"	Optique physique et électronique, Daniel Mauras.	67	constructives, destructives	
	Fentes d'Young	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	738, 754	calcul OPD, source non monochromatique, élargissement de la fente source	34
	"	TD de Clément Sayrin, Cohérence		calcul OPD, source non monochromatique, élargissement de la fente source	
	Intensité et éclairage	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	677	attention, l'intensité "lumineuse" est hors propos, candela	
	"	Optique physique et électronique, Daniel Mauras.	36		
	Division d'amplitude : lame à faces parallèles	TD de Clément Sayrin, Cohérence			
	Interféromètre de Michelson	Optique, José-Philippe Pérez (7e édition).	293	présentation et historique sur l'expérience de Michelson et Morley	35
	"	TD de Clément Sayrin, Cohérence		schéma simplifié, lame d'air et coin d'air	
	Michelson lame d'air	Optique physique et électronique, Daniel Mauras.	161		
	Michelson coin d'air	Optique physique et électronique, Daniel Mauras.	168	conditions d'éclairage (lentille de courte focale, autocollimation) et d'observation (image des miroirs par une lentille)	
	Interférences à N ondes : cavité Fabry-Pérot	TD de Clément Sayrin, Cohérence		finesse	
	"	Optique, José-Philippe Pérez (7e édition).	378	application : filtres interférentiels	36
	Principe de Huygens-Fresnel	Optique et physique ondulatoire, BFR.	215		
	"	TD de Clément Sayrin, Diffraction 1		calcul, intégration, jolie formule	
	Approximation de Fraunhofer	Optique et physique ondulatoire, BFR.	220	calcul intensité diffractée	
	"	TD de Clément Sayrin, Diffraction 2			
	Figure de diffraction fente rectangulaire	Optique, José-Philippe Pérez (7e édition).	271		37
	"	Optique physique et électronique, Daniel Mauras.	243		
	"	TD de Clément Sayrin, Diffraction 1			
	Figure de diffraction fente circulaire	Optique et physique ondulatoire, BFR	233		
	Théorème de Babinet	TD de Clément Sayrin, Diffraction 1		théorème vrai que l'on soit dans l'approximation de Fraunhofer ou non	
	Figure de diffraction : translation d'une fente	Optique, José-Philippe Pérez (7e édition).			36
	Optique de Fourier : expérience d'Abbe	TD de Clément Sayrin, Diffraction 2			
	Diffraction par un ensemble de structures identiques	TD de Clément Sayrin, Diffraction 1		Facteur de forme, facteur de structure	
	Diffraction par un réseau 1D	TD de Clément Sayrin, Diffraction 1		intensité diffractée, propriétés dispersives dans un réseau	
	"	Optique, José-Philippe Pérez (7e édition).	352, 357, 362	Intensité diffractée, application spectromètre/monochromateur, réseau blazé	
	"	Optique expérimentale, Sextant.	120		37
	Diffraction sonder la matière rayons X	Physique des solides, Ashcroft & Mermin	111, 118	cristallographie, nécessité de rayons X, calcul du facteur de structure, conditions de von Laue, construction d'Ewald	
	"	TD de Clément Sayrin, Diffraction 2		cristallographie, nécessité de rayons X, calcul du facteur de structure, conditions de von Laue, construction d'Ewald	
	Diffraction d'électrons et neutrons	TD de Clément Sayrin, Diffraction 2		ondes de matière, longueur d'onde de Broglie	
	"	Physique de l'état solide, Charles Kittel	303	neutron (espèces non chargées (sensibles à la position des noyaux et non des nuages électroniques) et ayant un moment magnétique), facteur de forme différent de celui X	
	Absorption et émission dans modèle de l'électron élastiquement lié	Optique physique 2e édition, Richard Taillet, De Boeck (2015)	225	modèle de l'électron élastiquement lié : notion d'émission (terme d'amortissement décrivant les interactions avec le milieu + le rayonnement de tout particule chargée accélérée) et d'absorption (partie imaginaire de l'indice optique)	
	Absorption : transition entre niveaux d'énergie d'un atome	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	1065		
	Emission spontanée	Physique atomique 1. Atomes et rayonnement : interactions électromagnétiques. Bernard Cagnac et al., Dunod, Collection Sciences Sup	93		
	"	Optique physique 2e édition, Richard Taillet, De Boeck (2015).	251	ODG proba de désexcitation par unité de temps	
	"	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	1067	proba de désexcitation, largeur de raie, Heisenberg temps-énergie	
	Largeur de raie élargissement spectral effet Doppler	Physique atomique 1. Atomes et rayonnement : interactions électromagnétiques. Bernard Cagnac et al., Dunod, Collection Sciences Sup	25		
	Absorption d'un photon	Physique atomique 1. Atomes et rayonnement : interactions électromagnétiques. Bernard Cagnac et al., Dunod, Collection Sciences Sup	89, 90	calcul probabilité, schéma, coefficient d'Einstein absorption	
	Emission stimulée	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	1066, 1070	amplification du rayonnement incident, bilan équilibre, calcul rapport A/B	
	"	Physique atomique 1. Atomes et rayonnement : interactions électromagnétiques. Bernard Cagnac et al., Dunod, Collection Sciences Sup	100, 102, 105	discussion échanges d'énergie atome-onde, bilan équilibre, calcul rapport A/B	
	"	Optique physique 2e édition, Richard Taillet, De Boeck (2015).	253	Discussion importance relative différents processus	

	Laser	Physique atomique 1. Atomes et rayonnement : interactions électromagnétiques. Bernard Cagnac et al., Dunod, Collection Sciences Sup	117-119	nécessité d'une inversion de population : impossibilité deux niveaux, exemple réalisation électrique avec le MASER	
	"	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	19	nécessité d'une inversion de population : impossibilité deux niveaux, pompages optiques à trois niveaux ou quatre niveaux	
	"	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	1085	oscillateur optique	
	"	https://www.refletsdelaphysique.fr/articles/refdp/pdf/2010/04/refdp201021p12.pdf			
	Laser : régime stationnaire de saturation	Physique Tout-en-un PC-PC*, Dunod (nouveau programme)	1090	régime permanent, gain diminue lorsque intensité augmente, régime stationnaire de saturation	
	Quantification du rayonnement électromagnétique	L'introduction de la constante d'action h par Planck, Hubert Gié, BUP n°679		lois de Wien et Rayleigh-Jeans	
	Effet photoélectrique	Physique atomique 1, Bernard Cagnac et al., Dunod (2005).	6	bilan énergétique, travail d'extraction, on peut montrer que la tension ne dépend pas de la puissance reçue mais pas la tension de seuil	
	"	Dualité onde-particule du champ électromagnétique, Composition de Physique, Agrégation 2013.	14		
	Impulsion du photon	Mécanique quantique 1. Fondements et premières applications, Claude Aslangul, De Boeck (2007).	127	$v=c$ donc nécessairement $m=0$	
	"	Mécanique 1, BFR.	258	$E=pc$, donc $p=h\nu/c$	
	Pression de radiation corpusculaire	Physique Spé.MP*,MP et PT*,PT, Tec & Doc (2000)	541		38
	"	Mécanique quantique 1. Fondements et premières applications, Claude Aslangul, De Boeck (2007).	130		
	"	Physique atomique 1, Bernard Cagnac et al., Dunod (2005)	75	Application au refroidissement d'atomes de sodium	
	Puissance et moment cinétique	Physique atomique 1, Bernard Cagnac et al., Dunod (2005)	308, 310	lame biréfringente, P non colinéaire à E, apparition d'un couple, expérience de Beth ou pinces optiques. $L=\pm\hbar$	
	"	Dualité onde-particule du champ électromagnétique, Composition de Physique, Agrégation 2013.	12		
	"	Physique atomique 1, Bernard Cagnac et al., Dunod (2005)	183	puissance d'une bougie, nb de photons	
	Dualité Onde-corpuscule	Physique atomique 1, Bernard Cagnac et al., Dunod (2005)	188, 184	production et détection de photons uniques	
	Interférences à photons uniques	Physique atomique 1, Bernard Cagnac et al., Dunod (2005)	193	Fabry-Perot	
	"	Physique tout-en-un PC PC*, M-N Sanz, Dunod (2014)	1120	Biprisme de Fresnel	
	Coefficients de Fresnel	Optique, Hecht	121	aussi électromagnétisme	
	Description du faisceau laser	Physique tout-en-un PC PC* 4e édition, M.-N. Sanz, Dunod (2016)	1131	mode fondamental gaussien, divergence, waist ; applications : CD, DVD, Bluray	
	Laser à semi-conducteur	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	226	description	
	Laser He-Ne	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	236	description, laser à gaz	
	Laser à état solide	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	242	Nd:YAG, Néodyme...	
	Coefficients d'Einstein	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	16		
	Laser à trois niveaux	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	19		
	Laser à quatre niveaux	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	23		
	Faisceaux gaussiens	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	33		
	Optique non linéaire	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	131		
	Largeur de Schawlow-Townes	Les lasers D. Hennequin, V. Zehnlé, D. Dangoisse, Dunod (2013)	126	limite fondamentale ultime de largeur de raie laser (fluctuations quantiques)	
	Polarisation de la lumière	Polarisation de la lumière, Serge Huard (1994)		guidage, plasmon p191, cube dichroïque p189, cube dépolarisant p206	
	"	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	231		
	Polarisation dans milieux anisotropes	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	432	milieu uniaxe, biréfringence	
	Effet Faraday	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	470	théorie	
	Fibre à saut d'indice	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	189		
	Mirages	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	185	figure trop belle dans désert	
	Réfraction atmosphérique	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	186	pour un angle de 45°, erreur de 1', soit résolution de l'œil	
	Propagation dans milieu matériel non homogène	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	225	équation iconale	
	Approximation paraxiale ou conditions de Gauss	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	227		
	Division de front d'onde	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	268	Miroir de Lloyd, biprisme de Fresnel, miroirs de Fresnel, bilentilles de Billet, fentes d'Young, et plein d'autres en exos	
	Division d'amplitude	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	271		
	Cohérence temporelle et cohérence spatiale	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	277		
	Spectromètre à réseau	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	327		
	Spectromètre à prisme	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	316		
	Speckle	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	358		
	Holographie	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	359		
	Optique de Fourier	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	370		
	Traitement numérique des images	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	490	filtrage	
	Colorimétrie	Optique, José-Philippe Pérez (6e édition).	499		
	Aberrations	Principle of Optics, Born & Wolf (7e édition)	228		
	Instruments formant des images	Principle of Optics, Born & Wolf (7e édition)	261		

Quantique	Diffraction des électrons par le graphite	Physique Atomique 1, B. Cagnac et al., Dunod (2005).	202	expérience de Davisson et Germer	39
	Relation de de Broglie	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1170		
	Notion de fonction d'onde	Mécanique Quantique, Tome 1, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloe, Hermann (1997).	19	probabilité de présence, fonction d'onde de de broglie, non physique	
	"	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1173		
	Fentes d'Young	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1211		
	"	"Young's Double-Slit Experiment with Atoms : A Simple Atom Interferometer", O. Carnal and J. Mlynek, Physical Review Letters 66,21		expérience de Carnal et Mlynek	
	Equation de Schrödinger	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1175	unidimensionnel, 1er ordre en temps, V def à une constante près, liénaire et réversible	
	Solutions stationnaires	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1176		
	Démonstration historique de Schrödinger	Mécanique quantique 1. Fondements et premières applications, Claude Aslangul, De Boeck (2007)	280	Schrödinger partait d'une équation d'onde type d'Alembert, expression générale non stationnaire	
	Evolution d'une particule libre	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1200	onde de de broglie, pas le choix : c'est kx -omegat, vitesse de phase, dispersion, vitesse de groupe	
	Densité de courant de probabilité	Mécanique quantique 1. Fondements et premières applications, Claude Aslangul, De Boeck (2007)	289	démonstration complète	
	"	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1207	plus simple, cas direct de la particule libre	
	Particule piégée dans potentiel	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1237	énergie de confinement via principe de Heisenberg	40
	Puits de potentiel infini	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1232	conditions aux limites : très important, niveaux d'énergie, analogie et différence avec corde de Melde	
	"	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1238	applications : odg pour électron, nucléon ; exemple polymères conducteurs ? beta-carotène ?	
	"	Quantique : fondements et applications, Pérez et al., De Boeck (2013).	199	applications : odg pour électron, nucléon ; exemple polymères conducteurs ? beta-carotène ?	
	Puits de potentiel fini	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016).	1240	3 sections, potentiel symétrique en 0, résolution, interprétation	
	Atome d'Hydrogène : confinement de l'électron	Mécanique Quantique, Tome 1, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloe, Hermann (1997)	788, 801	potentiel de Coulomb + laplacien sphérique :o	
	Continuité de la fonction d'onde	Mécanique quantique 1. Fondements et premières applications, Claude Aslangul, De Boeck (2007).	524		
	"	Mécanique Quantique, Tome 1, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloe, Hermann (1997)	350		
	Barrière de potentiel	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016)	1250-1256	transmission, conditions de raccordement (continuité de phi et dphi/dx car saut de potentiel fini), pas d'onde provenant de +infini	
	"	Mécanique quantique I, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloe	73		
	Radioactivité alpha	Éléments de physique nucléaire,W. E.Meyerhof	153	ex de désintégration alpha de uranium 238, nécessité de l'effet tunnel, modélisation de alpha dans noyau, peut s'échapper ?	
	"	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016)	1262		41
	"	Abrégé de mécanique quantique à l'usage de la préparation à l'agrégation de physique, Jean Hare	88, 83	Discussion sur l'approximation barrière épaisse, WKB et compagnie	
	Microscopie à effet tunnel STM	Éléments de physique nucléaire,W. E.Meyerhof	1257		
	"	Le microscope à effet tunnel, Bernard Leroy, BUP n°699	1271		
	"	Physique tout-en-un PC PC*, 4e édition, Dunod (2016)	1258		
	Cohésion du noyau	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	33		
	"	Le monde subatomique, énigmes et trouvailles, Luc Valentin	51		
	Modèle de la goutte liquide	Le monde subatomique, énigmes et trouvailles, Luc Valentin	143	matière nucléaire = liquide incompressible, travaux de Bether etWeizsäcker (1935)	
	"	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	27		
	Comparaison à l'expérience	Le monde subatomique, énigmes et trouvailles, Luc Valentin	153	ajustement de la courbe d'Aston	
	"	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	37		
	Fission spontanée	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	71		42
	Fission induite	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	198		
	Production d'énergie nucléaire	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	194, 198	objectif : réaction en chaîne, nécessité d'utiliser des neutrons thermiques : modérateur, ODG	
	"	Le nucléaire expliqué par des physiciens, Bernard Bonin	ch4		
	Fusion	Le monde subatomique, énigmes et trouvailles, Luc Valentin	223, 225	énergie propre, source de l'énergie du Soleil : la fusion, contrôle ? nécessité confinement -> confinement inertiell tokamak ITER	
	"	Physique nucléaire : des quarks aux applications, Le Sech, Ngô	210	deutéridium + tritium, barrière coulombienne, effet tunnel. Ex : nucléosynthèse stellaire, bilan de la chaîne proton-proton	
	Système à deux niveaux, couplage	Mécanique quantique, tome 1, C. Cohen-Tannoudji et al., Hermann (1997)	391-412	Spin 1/2 (electron ou atome d'argent par exemple)	
	Oscillation de neutrinos	12 leçons de mécanique quantique, Jean-Louis Basdevant, Vuibert (2006)	24	contexte des neutrinos solaires, Prix Nobel 2015	
	RMN (résonance magnétique nucléaire)	Mécanique quantique, tome 1, C. Cohen-Tannoudji et al., Hermann (1997)	445-446	ajout d'un champ tournant, référentiel tournant, oscillations forcées, coupalge sinusoidal, formule de Rabi, résonance	43
	Approximation de champ moyen	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	compléments	couplage -> indépendants dans un potentiel moyenné, utilité qui transcende la physique -> Van der Waals, particules chargés...	
	Capacité thermique : description thermodynamique	Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	78, 249, 144	définition, principe de Nernst	44
	Valeurs expérimentales de capacités thermiques	Thermodynamique, Bertin, Faroux, Renault, Dunod, 1984	166	solides et gaz	
	Capacité thermique des gaz monoatomiques	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	307, 303, 293	coordonnées sphériques : degré de liberté (ddl), condicions d'application, Hamiltonien, gaz parfaits classiques	
	Capacité thermique des gaz diatomiques	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	334, 339, 333	vibration, rotation, pas de ddl d'excitation du nuage électronique	
	Evolution de capacité thermique avec température, comparaison modèles	Thermodynamique, Bertin, Faroux, Renault, Dunod, 1984	179		
	Capacité thermique des solides cristallins	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	379	cristaux parfaits, expliquer basses températures grâce à un modèle quantique : moèle d'Einstein (1907), N oscillateurs harmoniques indépendants, haute température : équipartition	
	Capacité tehrmique de l'argon solide à basse température	Physique de l'état solide, 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	116	dépendance en T^3 à bas T, manque couplage entre oscillateurs	

Physique du solide	Modèle de Debye	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	382, 395	traitement détaillé, critaux polyatomiques : modes optiques	
	"	Physique de l'état solide, 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	114		
	Capacité thermique des électrons de conduction	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet	839	proportionnel à la température, pas au programme, culture	
	"	Physique de l'état solide, 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	139	proportionnel à la température, pas au programme, culture	
	Moment magnétique de spin	Électromagnétisme 4 –Milieux diélectriques et milieux aimantés, BFR, Dunod, 1996	147	relation entre moment cinétique orbital et moment magnétique, rapport gyromagnétique, appeler mu_L, facteur de Landé de l'électron libre	
	Moment magnétique total	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	311		
	"	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998.	378		
	Définition aimantation, définition susceptibilité magnétique	Électromagnétisme 4 –Milieux diélectriques et milieux aimantés, BFR, Dunod, 1996	100	susceptibilité magnétique chi est sans dimension, signe de chi : diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme. Dépend de T et n	
	Définition aimantation thermodynamique	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	310	scalaire	
	Définition du paramagnétisme	Magnétisme I - Fondements, Étienne du Trémolet, Collection Grenoble Sciences, 2001	259	éléments ayant des couches électroniques non saturées internes (3d, 4f ou 5f) ; deux types de paramagnétisme : Curie (électrons localisés autour de leur noyau d'origine) vs Pauli (électrons itinérants=électrons de conduction)	45
	"	Électromagnétisme 4 –Milieux diélectriques et milieux aimantés, BFR, Dunod, 1996	189	explique pourquoi électrons des couches externes ne peuvent pas participer	
	Paramagnétisme : calcul de l'aimantation et susceptibilité magnétique	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	311, 313	Hamiltonien, fonction de partition, niveaux d'énergie, loi de Curie, calcul par énergie libre F avec J=1/2	
	"	Électromagnétisme 4 –Milieux diélectriques et milieux aimantés, BFR, Dunod, 1996	165	calcul sans passer par F pour J=1/2, dire que se généralise ?	
	"	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998.	378	calcul sans passer par F pour J=1/2, dire que se généralise ?	
	Paramagnétisme de Pauli	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998.	390		
	Ferromagnétisme	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	451, 454, 456, 461	Hamiltonien de Heisenberg, appoximation de champ moyen, résolution graphique en champ nul, transition ferromagnétisme-paramagnétisme, système en présence de champ extérieur : loi de Curie-Weiss ; attention : contradiction entre p311 et p450 (changement de convention du signe dans moment magnétique, pas de conséquence car change aussi Hamiltonien)	
	Généralisation approximation champ moyen	Physique Statistique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet.	compléments	dans beaucoup de situations, pratique (voir MQ)	
	Equations de Maxwell dans les matériaux avec magnétisme	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod, 2017	633		46
	Définition corps ferromagnétique, aimant permanent	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	172	capable de s'aimanter fortement sous l'influence d'un champ magnétique extérieur, et souvent de conserver une aimantation même en champ nul -> aimants permanents	
	Canalisation des lignes de champ dans milieu ferromagnétique	Moteurs et transformations électriques, Jérémie Neveu.	48	matériau linéaire, interface air-fer	
	"	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod, 2017	692, 677-678	matériau linéaire, interface air-fer, aspect énergétique, schéma fig 24.14	
	Electroaimant	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod, 2017	679-680	matériau linéaire, lignes de champ dans l'entrefer sont orthogonales, section constante, droite de fonctionnement	
	Loi ferromagnétiques : cycle d'hystérésis	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	174	hystérésis : B dépend de l'histoire du milieu, courbe de première aimantation, champ rémanent Br (H=0), champ coercitif Hc (B=0), H->infini : M->Msat	
	"	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod, 2017	671, 688	hystérésis : B dépend de l'histoire du milieu, courbe de première aimantation ; calcul pour le transformateur démontable de tp	
	"	Conversion de puissance électrique, Polycopié de TP, Préparation à l'agrégation de physique (Montrouge)	3	Transformateur démontable : th d'ampère et loi de Faraday, approximation négliger impédance du condensateur devant résistance -> matériau non linéaire	
	Pertes fer dans transformateur	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	187	aire du cycle reliée aux pertes	
	"	Physique tout-en-un PSI PSI* 4e édition, Dunod, 2017	680	aire du cycle reliée aux pertes	
	Interprétation mésoscopique du ferromagnétisme	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 2005.	421, 425	structure des domaines de Weiss, origine : aimantation uniforme -> pas intéressant énergétiquement	47
	"	Electromagnétisme 4, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	180	interprétation courbe de première aimantation	
	Hypothèses modèle de Drude	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	2, 12	un électron entre deux collisions vs collisions décrites phénoménologiquement : relation avec force de frottement fluide vraie pour vitesse d'ensemble (vitesse moyenne des électrons) ; équivalents (intégrer première sur un temps moyen, temps de relaxation ou la deuxième en régime stationnaire)	
	Conductivité de Drude	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	8	courant continu, limites : bonne évaluation en fait v0 indépendance de la température	
	"	Propriétés électroniques des solides, A. Guinier et al., BUP n°550	288, 291	ODG de tau, limites : on s'attend à dépendance en 1/sqrt(T) alors que 1/T	
	Limites conductivité de Drude	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	9, 10	limites du modèle : en fait v0 indépendance de la température et lpm de l'ordre de 10nm, électrons ne voient pas les ions du réseau ; modèle n'explique pas les observations, besoin statistiques quantiques	
	Limites du modèle de Drude	Electromagnétisme, Perez, 4eme édition	116		
	Modèle de Sommerfeld : description des états électroniques	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	35, 40, 60	conditions aux limites périodiques, quantification, distribution de Fermi-Dirac, sphère de Fermi ; on trouve bons ODF v0=vF et lpm	
	"	Physique Statistique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	838, 783	supposer T=0, calcul vecteur d'onde de Fermi, vitesse de Fermi, température de Fermi, relation entre kF et n	
	Modèle de Sommerfeld : conduction électrique	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	144	déplacement d'ensemble de la sphère de Fermi	
	"	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	65	défauts modèles électrons libres, n'explique pas : métaux conducteurs, isolans, semiconducteurs...	
	Structure de bandes : modèles des électrons quasi-libres	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	163	apparition de la notion de bandes, permises ou interdites, réflexion de Bragg (deux ondes stationnaires psi- et psi+ n'ayant pas la même énergie -> gap et bandes interdites)	
	"	Physique Statistique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	89		
	"	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	180	calcul complet avec développements de Fourier	
	"	Propriétés électroniques des solides, A. Guinier et al., BUP n°550	314	traitement quantique général, théorème de Bloch	
	"	Physique des Solides, Ashcroft &Mermin, EDP Sciences, 2002	190	schéma dans première zone de Brillouin	
	Structure de bandes : les différents matériaux	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	160	remplissage des niveaux d'énergie jusqu'à mu potentiel chimique ; isolant, métal, semiconducteur	
	Conductivité des semiconducteurs	Physique Statistique, B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer, B. Roulet	844	semiconducteur intrinsèque : expression nC(T), dépendance exponentielle de la densité de porteurs, principe du dopage -> maîtrise ce qui se passe, fabrication composants diodes, transistors...	
	"	Physique de l'état solide 7e édition, Charles Kittel, Dunod, 1998	199	semiconducteur intrinsèque : expression nC(T), dépendance exponentielle de la densité de porteurs, principe du dopage -> maîtrise ce qui se passe, fabrication composants diodes, transistors...	
	Equation de Tsiolkovski	Physique des plasmas : cours et applications, Jean-Marcel Rax (2005)	29	propulseurs des engins spatiaux, commentaires (pas la formule), accélération constante en palier	
	Diffusion élastique	Physique des plasmas : cours et applications, Jean-Marcel Rax (2005)	102		
	Collisions inélastiques	Physique des plasmas : cours et applications, Jean-Marcel Rax (2005)	124		

Mécanique	Actions de contact entre deux solides	Tout-en-un MP-MP* [ancien programme], Dunod (2004)	198-199	modèle, réalité : petite zone déformation/écrasement ; application roue sur un plan, roulement sans glissement	1
	Moments de pivotement et roulement	Mécanique 7e édition, Pérez	332	attention négliger pivotement et roulement pour étudier un bloc sur un plan incliné	
	"	Tout-en-un MP-MP* [ancien programme], Dunod (2004)	363	attention négliger pivotement et roulement pour étudier un bloc sur un plan incliné	
	Lois d'Amontons-Coulomb, frottement solide	Tout-en-un MP-MP* [ancien programme], Dunod (2004)	266, 268	lois phénoménologiques, sans et avec glissement : coefficient de frottement statique, dynamique ; ODG	
	"	Toute la Mécanique, Cours et exercices corrigés, Bocquet, Faroux, Renault, Dunod (2002).	358, 360	interprétation microscopique : aire de contact vs aire apparente	
	"	Mécanique 7e édition, Pérez.	333		
	"	Physique Spé.MP*,MP et PT*, PT, Gié, Sarmant, Olivier,More, Tec & Doc, 2000.	257		
	"	Les milieux granulaires, entre fluide et solide, B. Andreotti et al., EDP Sciences (2011).	22	interprétation microscopique	
	Glissement d'un pavé sur un plan	Tout-en-un MP-MP* [ancien programme], Dunod (2004)	270		
	Puissance des actions de contact	Tout-en-un MP-MP* [ancien programme], Dunod (2004)	292	puissance globale toujours négative, peut être positive pour un des deux solides ; frottement parfois moteur (exemple marche à pied) ; cas puissance nulle : roulement sans glissement ; lubrification diminue frottement	
	"	Physique Spé.MP*,MP et PT*, PT, Gié, Sarmant, Olivier,More, Tec & Doc, 2000.	282		2
	"	http://blogs.univ-poitiers.fr/hoelbrunetiere/files/2015/12/tribologie_brunetiere_2016.pdf	7	illustrations assyriens : remplacent glissement par roulement, égyptiens : liquide entre statue et sol ; tribologie	
	Oscillateur amorti par frottement solide	Le portrait de phase des oscillateurs, BUP n°744, H. Gié et J.P. Sarmant.		portrait de phase	
	"	Physique Spé.MP*,MP et PT*, PT, Gié, Sarmant, Olivier,More, Tec & Doc, 2000.	264	plage d'équilibre, différence avec oscillateur amorti par frottement fluide ?	
	Loi de Kepler	Mécanique MPSI-PCSI-PTSI, H-Prépa.	152	loi des orbites, loi des aires, loi des périodes	
	Visualisation trajectoire planètes système solaire	http://www.planete-astronomie.com/animation-de-la-position-des-planetes.html			
	"	https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/our-solar-system/overview/		temps réel, rame un peu	
	Force de gravitation et énergie potentielle	Tout-en-un MPSI/PCSI [ancien programme, 3e édition], Dunod	726		
	"	Mécanique MPSI-PCSI-PTSI, H-Prépa.	143	champ gravitationnel G, divG, théorème de Gauss ; différences : attractive/répulsive, ODG, champ magnétique	
	Analogie électrostatique	Mécanique 7e édition, Pérez.		force centrale, potentiel newtonien attractif ; Conservation du moment cinétique, vitesse aréolaire, énergie potentielle effective, équation des trajectoires coniques ; invariant de Runge-Lenz ou formules de Binet $u=1/r$? expression énergie mécanique en fonction d'excentricité, états liés/de diffusion selon excentricité	
	Mouvement dans un potentiel newtonien attractif	Tout-en-un MPSI/PCSI [ancien programme, 3e édition], Dunod	722		3
	"	Mécanique 7e édition, Pérez.	?		
	Coniques	Mécanique 7e édition, Pérez.	599		
	Tractoire des planètes dans le système solaire et satellites autour de la Terre, vitesses cosmiques	Tout-en-un MPSI/PCSI [ancien programme, 3e édition], Dunod	736	référentiel héliocentrique supposé galiléen, démonstration troisième loi de Kepler ; référentiel géocentrique supposé galiléen, vitesses cosmiques : satellisation minimale et libération ; rayon de Schwarzschild d'un trou noir = rayon d'une sphère à partir de laquelle la masse de l'objet est tellement compacte que la vitesse de libération est égale à la vitesse de la lumière dans le vide, de sorte que la lumière elle-même ne peut s'en échapper	
	"	Mécanique 1, BFR	171	"	
	Première loi de Newton : postulat d'existence d'un référentiel galiléen	Mécanique PCSI-MPSI, Pascal Brasselet, puf (2000).	32	Un référentiel correspond à la donnée d'un solide et d'une horloge. Référentiel galiléen : mouvement du centre d'inertie d'un corps isolé ou forces qui se compensent est rectiligne uniforme MRU	
	Référentiels usuels	Mécanique MPSI, H-Prépa (2003)	205	Copernic, héliocentrique, géocentrique, terrestre ; meilleur galiléen : Copernic, mais pas rigoureusement	
	Jour sidéral	Toute la Mécanique, Cours et exercices corrigés, Bocquet, Faroux, Renault, Dunod (2002).	209	vitesse de rotation de la Terre, joli schéma ; T sidéral en fonction de T solaire ; jour solaire : la même face de la Terre fait face au soleil ; jour sidéral : face différente, la Terre tourne exactement de 2pi	
	"	Mécanique PCSI-MPSI, Pascal Brasselet, puf (2000).	176		
	"	Mécanique MPSI, H-Prépa (2003)	206	calcul	
	Pesanteur	Mécanique PCSI-MPSI, Pascal Brasselet, puf (2000).	176	définition du poids et expression	3
	"	Mécanique, Fondements et applications 7ème édition, J.-Ph. Pérez, Dunod (2014).	104, 105	Rg galiléen, ODG à l'équateur, intérêt de g : on rend le référentiel galiléen par correction	
	"	Toute la Mécanique, Cours et exercices corrigés, Bocquet, Faroux, Renault, Dunod (2002).	211	contrôle de la sphéricité de la Terre grâce à g	
	Force de Coriolis	Mécanique PCSI-MPSI, Pascal Brasselet, puf (2000).	181	force de Coriolis, déviation vers l'Est, Reich 1831	
	"	Mécanique, Fondements et applications 7ème édition, J.-Ph. Pérez, Dunod (2014).	97	force de Coriolis, déviation vers l'Est, Reich 1831	
	"	https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/force-de-coriolis.xml			
	Influence de la force de Coriolis terrestre	Mécanique, Fondements et applications 7ème édition, J.-Ph. Pérez, Dunod (2014).	109, 529	structure masse nuageuse autour de zones basse pression (dépression et cyclone) (nord anti-horaire, sud horaire), inverse pour zone haute pression (anti-cyclone) ; explique origine alizés hémisphère nord et déviation vers la droite du Gulf Stream ; négligeable dans une baignoire : ne détermine pas le sens de rotation de l'écoulement ; pendule Foucault	
	Aplication des forces de Coriolis : vents géostrophiques	Notes de cours d'hydrodynamique, Marc Rabaud	182	PFd avec forces d'inertie (Navier-Stokes en référentiel tournant), mouvements à grande échelle de l'atmosphère, Nombres d'Ekman et de Rossby, le vent souffle parallèlement aux isobares (contraire de Poiseuille)	
	"	La physique par la pratique, Baptiste Portelli, Julien Barthes, H& K (2005).	98		
	"	https://earth.nullschool.net/fr/#current/wind/surface/level/overlay=mean_sea_level_pressure/orthographic		carte des vents en temps réel	
	Marée terrestre	La physique par la pratique, Baptiste Portelli, Julien Barthes, H& K (2005).	21	Terre dans référentiel Copernic	3
	"	Toute la Mécanique, Cours et exercices corrigés, Bocquet, Faroux, Renault, Dunod (2002).	207	théorie statique, terme de marée en $1/D^3$, non négligeable pour expérience de précision (bosc Z au LEP)	
	"	Mécanique MPSI, H-Prépa (2003)	208-209	"	
	"	Toute la Mécanique, Cours et exercices corrigés, Bocquet, Faroux, Renault, Dunod (2002).	220	"	
	"	Mécanique PCSI-MPSI, Pascal Brasselet, puf (2000).	165	"	
	Marée et caractère galiléen d'un référentiel	Agrégation Sujet A, 2018			
	PFd complet dans le référentiel terrestre	La physique par la pratique, Baptiste Portelli, Julien Barthes, H& K (2005).	25	très visuel	
	Preuves expérimentales mouvements de la Terre	Les preuves expérimentales des mouvements de la Terre, Jean Sivadrière, BUP n°850 (2003).			

	Mouvement de précession	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	440	changement d'orientation de l'axe de rotation propre d'un objet au cours du temps autour d'un axe donné ; définition vectorielle ; exemples : toupie, axe de rotation de la Terre période 25700 ans	4
	"	À propos de la précession des équinoxes, Christophe Cappe, BUP n°889 (1).			
	Gyroscope équilibré	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	275	angles d'Euler, base de Réal, moment cinétique en O, approximation gyroscopique	
	"	Mécanique 2, Bertin, Faroux, Renault, BFR	144	ou simplifier : juste dire vitesse angulaire autour de l'axe Oz'	
	Gyroscope déséquilibré	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	440	laboratoire galiléen, point O au niveau de la liaison Cardan, on trouve équation de précession	5
	"	https://www.youtube.com/watch?v=yfwb39VCnCQ		illustration, force vertical mais déplacement horizontal	
	Rapport gyromagnétique classique	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	444		
	Rapport gyromagnétique quantique	Mécanique quantique I, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Lalœ	387	généralisation avec facteur de Landé	
	Précession de Larmor	Mécanique quantique I, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Lalœ	401, 449, 241, 416	Hamiltonien, évolution des valeurs moyennes, Ehrenfest et commutation entre moments cinétiques, utilisation en RMN	
	Conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé	Physique Tout-en-un MP-MP* (ancien programme), Dunod	226, 256, 926	théorème de la résultante cinétique, exemple ours sur la banquise	
	"	Physique Spé.MP*,MP et PT*, PT, Gié, Sarmant, Olivier,More, Tec & Doc, 2000	305	grandeur conservative, pas constante	
	Conservation du moment cinétique	Physique Tout-en-un MP-MP* (ancien programme), Dunod	227		
	"	Physique Spé.MP*,MP et PT*, PT, Gié, Sarmant, Olivier,More, Tec & Doc, 2000	309	exemple deux système emboîtés, vitesse de rotation finale	
	"	https://www.youtube.com/watch?v=2Oc-Ucx_4Ug		vidéo nasa ISS	
	Conservation de l'énergie mécanique	Physique Tout-en-un MP-MP* (ancien programme), Dunod	298, 308	systèmes conservatifs, TEC, forces internes apparaissent ; pout les système à 1 ddl degré de liberté, la conservation de l'Em résout complètement le problème (exemple pendule simple) ; ne pas oublier invariance par translation temporelle	
	"	Physique Spé.MP*,MP et PT*, PT, Gié, Sarmant, Olivier,More, Tec & Doc, 2000.	309	considérer énergie interne ?	
	Problème à deux corps	Mécanique 1, Jean-Pierre Faroux, Jacques Renault, Dunod, BFR, 1996	137, 139, 191, 132, 201	somme de deux PFD ou application du TRC à l'ensemble, résultat : vitesse du centre du masse est nulle, référentiel barycentrique, particule fictive et masse réduite ; force centrale, mouvement plan, loi des ^{sirac}	
	"	Tout-en-un MPSI/PCSI [ancien programme, 3e édition], Dunod.	731	équation trajectoire	
	Lois de conservation en dynamique	Mécanique, Landau & Lifchitz	part 3-9	Théorème de Noether ?	
	Impédance acoustique	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	585	stéthoscope : adaptation d'impédance	
	Effet doppler ondes mécaniques	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	589		
	Lagrangien, Hamiltonien	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	404		
	Oscillateurs couplés	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	460		
	Chocs : dynamique et énergétique	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	365		
	Collisions de deux particules	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	245		
	Diffusion de Rutherford	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	257	section efficace, libre parcours moyen	
	Vibrations anharmonique des molécules	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	171	potentiel de Morse	
	Pendule simple non linaire	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	170	formule de Borda par développement perturbatif	
	"	Dunod Tout-en-un MPSI-PCSI-PTSI, 3e édition	189	" + détail calcul	
	"	https://femto-physique.fr/mecanique/periode-pendule-simple.php		" par méthode intégration et changement astucieux de variable	
	Moments d'inertie	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	291	tableau géométries classiques : 299	
	Mécanique des systèmes ouverts	Mécanique 7e édition, José-Philippe Pérez	375	propulsion d'une fusée, d'un avion à turboréacteur, comète perdant de la masse, théorème d'Euler	
	Expérience de Michelson et Morley	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	215-216	éther, insuffisance de la mécanique classique	6
	"	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	12		
	Postulats d'Einstein	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	219		
	Temps de parcours photon référentiel en translation	Relativité restreinte, bases et applications (3e édition), C. Semay et B. Silvestre-Brac, Dunod (2016)	16	Horloge à photons avec seulement le calcul du temps de parcours par Pythagore	
	Transformation de Lorentz	Relativité restreinte, bases et applications (3e édition), C. Semay et B. Silvestre-Brac, Dunod (2016)	22	changement de référentiel, définition d'évènement, TL inverse, gamma	
	"	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	221		
	Dilatation des durées, dilatation des temps	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	236	temps propre	
	"	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	38		
	Contraction des longueurs	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	245	longueur propre, non invariant relativiste mais distance propre est invariant relativiste ; longueur propre = propriété du corps dans le référentiel où il est au repos, pas besoin d'intervalle de temps nul pour le mesurer	
	"	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	43		
	Détails dilatation des durées et contraction des longueurs	Électromagnétisme et Relativité, Jean-Michel Raimond	94	expliquer relation, opposés	
	Causalité	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	225	Classification des évènement : intervalle, invariance de l'intervalle ; genre temps, genre espace, genre lumière ; causalité préservée pour un intervalle genre temps	
	"	Électromagnétisme et Relativité, Jean-Michel Raimond	92	deux évènements séparés par un intervalle de genre temps, il existe un référentiel tel que ces deux évènements aient lieu au même endroit (de même pour genre espace)	
	Diagrammes d'espace-temps	Relativité restreinte, bases et applications (3e édition), C. Semay et B. Silvestre-Brac, Dunod (2016)	37	x,t (pas de variation y et z), cône de lumière, passé, futur, ailleurs ; invariance de l'intervalle assure que les transformations de Lorentz maintiennent dans ces différentes zones ; ligne d'univers	
	Espace-temps de Minkowski	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	230	4D, transformation de Lorentz forme matricielle, invariance de l'intervalle ; quadrivecteur, pseudo-norme	
	"	Théorie des champs, Landau et Lifchitz	part 6		
	Quadrivecteurs vitesse, énergie-impulsion	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	255-258	compo spatiale, temporelle (l'identification rigoureuse énergie-impulsion vient de laconstruction en formalisme lagrangien) ; particule libre, photon	
	"	Théorie des champs, Landau et Lifchitz	part 9	formules classiques	

Relativité	"	Relativité restreinte et électromagnétisme, Jean-Michel Raimond	part 1.6 et 3.2	formule dynamique relativiste	7
	Diffusion Compton	Mécanique 1 (3e édition), Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	280	application des lois de conservation : énergie et quantité de mouvement ; reliées aux invariances de l'espace-temps en relativité, souligner intérêt du formalisme quadrvectoriel	
	"	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	132		
	Quadriforce	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	263-265	partie spatiale en fonction d'impulsion ; force de Lorentz avec lois de transformation des champs ; accélération et force ne sont plus forcément alignées ; théorème de l'énergie cinétique ; ici gamma n'est pas associé à un changement de référentiel ! ; pas forcément principe de l'action et de la réaction	
	Moment cinétique	Théorie des champs, Landau et Lifchitz		part 14	
	Expérience de Bertozzi	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	286-287	HP, tenseur antisymétrique, déplacement du cente d'inertie et moment cinétique spatiale	
	Synchroton	Mécanique 1, Bertin, Faroux, Renault, Dunod (1984)	288	mouvement dans un champ électromagnétique : accélération par une différence de potentiel ; E uniforme et constant --> si vy/=0 chaînette, non parabole	
	Expérience de Fizeau	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	9	mouvement dans un champ électromagnétique : champ magnétique uniforme constant, pareil que classique sauf gamma ; LHC	
	Principe de relativité d'Einstein	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	13	vitesse de la lumière dans un courant d'eau, diffraction par différence de phase entre 2 chemins optiques	
	Intervalle entre deux évènements	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	24	invariance par changement de référentiel galiléen	
	Diagramme de Minkowski	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	30		
	Mesure de durées et de longueurs, simultanéité	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	35		
	Effet doppler-fizeau transversal	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	48	longitudinal redonne l'expression newtonienne par approximation, transversal n'a pas d'équivalent	
	Composition des vitesses relativistes	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	57		
	Composition des rapidités	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	58		
	Vitesse supralumineuses	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	58		
	Composition des accélérations relativistes	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	63		
	Mouvement rapide d'une fusée accélérée	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	66	accélération constante g, observateur terrestre vs astronaute	
	Problème de Kepler en relativité	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	76		
	Energie d'une particule dans un champ électromagnétique	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	82		
	Masse d'un système de particules	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	83		
	Transformation des forces	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	85		
	Accélérateurs de particules	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	100	cyclotron et synchrotron, champ magnétique utilisé pour rendre périodique, champ électrique accélère	
	Collision de particules rapides	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	115	collisions élastiques, inélastiques	
	Diffusion inélastique d'une particule par un atome	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	130		
	émission et absorption de photons par un atome	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	135	correction relativiste car conservation quantité de mouvement	
	émission et absorption de photons par un noyau	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	137	écart non négligeable, absorption résonnante difficile à réaliser ; contre-exemple : effet Mössbauer	
	Physique nucléaire	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	148		
	Fission	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	154		
	Fusion	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	156		
	Radioactivités	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	158		
	Particules fondamentales	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	167		
	Rayonnement Cherenkov	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	171		
	Détecteurs de particules	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	172	chambre à brouillard de Wilson, chambre à bulles de Glaser, chambre à étincelles, compteur à fil et chambre multifils	
	Quadripotentiel électromagnétique	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	182		
	Transformation des champs	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	184		
	Lagrangien et Hamiltonien d'une particule rapide	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	195	principe d'Hamilton	
	Gravitation et relativité	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	204	avant-goût que la relativité générale, sans tenseur, aperçu du rôle de la gravitation en cosmologie	
	Métrie de Schwarzschild	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	211		
	Particules dans le voisinage d'une grosse masse	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	218	métrie de schwarzschild, trous noirs, déviation des rayons lumineux passant au voisinage du soleil, mirage gravitationnel	
	Décalage spectral d'origine gravitationnelle	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	220		
	Fuite des galaxies	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	223	Hubble	
	Ondes gravitationnelles	Relativité : fondements et applications, José-Philippe Pérez, Dunod (1999)	231		
Transverse	Symétries	La symetrie en mathématiques physique et chimie, Jean sivardière		transverse : champ électromagnétique, molécules, théorie CPT, théroème de Noether...	
	Conversion d'énergie	Physique de la conversion d'énergie, Rax			
	Adaptation d'impédance	Berkeley : cours de physique. 3. , Ondes / Frank S. Crawford		chapitres adaptation d'impédance	
	Portrait de phase	Le portrait de phase des oscillateurs, BUP n°744, H. Gié et J.P. Sarmant	270	définition	
	Pendule simple non amorti	Mécanique 1, Jean-Pierre Faroux, Jacques Renault	251	faible anharmonicité, formule de Borda, amplitude de l'harmonique à 3omega	
	Oscillateur amorti	Le portrait de phase des oscillateurs, BUP n°744, H. Gié et J.P. Sarmant		notion de point attracteur ; pendule simple amorti : infinité d'attracteurs ponctuels	
	"	Mécanique 1re année, H. Gié, J.P. Sarmant.	163	irréversibilité	

	Oscillations entretenues	Mécanique 1, Jean-Pierre Faroux, Jacques Renault
	Oscillateur de Van der Pol	Mécanique 1, Jean-Pierre Faroux, Jacques Renault
	"	Électronique expérimentale, Michel Krob.
	Systèmes chaotiques	L'ordre dans le chaos, P. Bergé, Y. Pomeau, Ch. Vidal.

	description : processus d'amorçage des oscillations et stabilisation de l'amplitude des oscillations en régime permanent	49
257		
260	forme canonique	
	réalisation expérimentale	
premiers chapitres	culture, tout système dissipatif non chaotique termine sa trajectoire sur l'attracteur, qu'importe les conditions initiales. A l'inverse, systèmes chaotiques sont caractérisés par la sensibilité aux conditions initiales	