

PLANS DÉTAILLÉS D'AUTRES LEÇONS

26 juin 2020

Aurélien Goerlinger & Yohann Faure

Table des matières

1	Moment cinétique dans différents domaines de la physique	3
1.1	Moment cinétique mécanique	3
1.2	Le cas quantique	3
2	Stabilité en mécanique du point et thermodynamique	4
2.1	Notion de potentiel en mécanique	4
2.2	Notion de potentiel thermodynamique	4
3	Gaz parfaits quantiques, exemples et applications	5
3.1	Gaz de Fermions (type électrons)	5
3.2	Gaz de Bosons (type photon)	5
4	Machine à courant continu	6
4.1	Rappels sur l'induction	6
4.2	La machine à courant continu comme moteur	6
4.3	Fonctionnement réversible en générateur	6
4.4	Aller plus loin : la machine à courant alternatif	6
5	Ondes à l'interface entre deux fluides	7
6	Chaîne d'oscillateurs, modèle du milieu continu	8
6.1	L'oscillateur harmonique seul	8
6.2	Couplage discret des oscillateurs	8
6.3	Couplage continu	8
7	Propagation d'ondes, notion d'impédance	9
7.1	Impédance électrique	9
7.2	Impédance acoustique	9
7.3	Autres domaines	9
8	Présentation de l'optique géométrique par une approche ondulatoire	11
9	Notion de polarisation et mécanismes de polarisation	12
9.1	Les mathématiques de la polarisation	12
9.2	Comment polariser de la lumière	12
9.3	Formalisme de Jones (niveau L3?)	12
10	Interactions moléculaires	13
10.1	Liaison intramoléculaire	13
10.2	Liaisons Van Der Walls	13
10.3	La liaison hydrogène	13
11	Réponse linéaire dans différents domaines de la physique	14
11.1	L'objet linéaire parfait : le ressort	14
11.2	L'usage profond de la linéarité	14
11.3	Coefficient de réponse	14
11.4	Exemple : linéarisation du pendule, et étude à l'ordre 3	14

12 Electrostatique, magnétostatique, symétries	15
12.1 Electrostatique	15
12.2 Présentation de l'électrostatique	15
12.3 Influence de la symétrie sur la forme du champ électrique	15
12.4 Magnétostatique	15

1 Moment cinétique dans différents domaines de la physique

Niveau : L1 à L3

1.1 Moment cinétique mécanique

↗ LP05 - Lois de conservation en dynamique ↗ https://fr.wikipedia.org/wiki/Moment_cinétique

1.1.1 Définition

1.1.2 Conservation (TMC)

- Retrouver le TMC à partir du PFD.
- Donner un exemple avec la personne sur siège tournant, ou la danseuse

↗ <https://youtu.be/-WhtfqoStNw>

1.1.3 Mouvements plans

Application à la planéité des orbites, des anneaux de Saturne, des galaxies...

1.1.4 exemple non conservatif : les freins

↗ https://fr.wikipedia.org/wiki/Résistance_au_pivotement

1.1.5 transfert de moment cinétique en mécanique céleste ?

https://fr.wikipedia.org/wiki/Moment_cinétique_spécifique

1.1.6 Effets de rotation : le gyroscope

↗ <https://youtu.be/yfwb39VCNcQ>

↗ LP04 - Précession dans les domaines macroscopique et microscopique

1.1.7 le moment cinétique et la symétrie

La symétrie par rotation donne le moment cinétique

1.1.8 Moment cinétique relativiste

↗ https://fr.wikipedia.org/wiki/Moment_cinétique#Moment_cinétique_relativiste

1.2 Le cas quantique

↗ [https://fr.wikipedia.org/wiki/Moment_cinétique_\(mécanique_quantique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Moment_cinétique_(mécanique_quantique))

↗ <http://www.phys.ens.fr/~dalibard/transparentsX/2010/cours3.pdf>

↗ <https://perso.univ-rennes1.fr/mariko.dunseath-terao/Atom/chap3.pdf>

1.2.1 Opérateur moment cinétique

1.2.2 Relations de commutation

1.2.3 Valeurs propres et sous espaces propres

1.2.4 Application au moment cinétique orbital

2 Stabilité en mécanique du point et thermodynamique

Niveau : L2

2.1 Notion de potentiel en mécanique

2.1.1 Énergie potentielle et mouvement

2.1.2 Position d'équilibre et notion de stabilité

Parler des équilibres stables et instables, avec l'exemple du double puits.

2.1.3 Rôle des pertes

On atteint le minimum d'énergie grâce aux pertes, exemple le skieur dans la cuvette.

2.2 Notion de potentiel thermodynamique

2.2.1 Définition

Équilibre stable = minimum de potentiel

2.2.2 Application aux transitions de phase

⚡ LP15 - Transitions de phase Parler d'équilibre métastable (surfusion par exemple)

3 Gaz parfaits quantiques, exemples et applications

Niveau : L3

↗ http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_C_M12_G03/co/module_NLP_C_M12_G03_3.html

↗ clement.de-la-salle

↗ *Thermodynamique*, Perez

↗ *Physique statistique*, Diu, chapitre 6, p771, **LE PLUS IMPORTANT**, il y a tout dessus.

Niveau : L3

Prérequis : gaz parfait classique, ↗ LP11, et fonctions de partition.

Intro : Un boson est une particule subatomique de spin entier qui obéit à la statistique de Bose-Einstein. Le théorème spin-statistique différencie les bosons des fermions, qui ont un spin demi-entier.

3.1 Gaz de Fermions (type électrons)

3.1.1 Statistique de Fermi-Dirac

3.1.2 Électrons dans les métaux

3.2 Gaz de Bosons (type photon)

3.2.1 Statistique de Bose-Einstein

3.2.2 Gaz de photons

4 Machine à courant continu

Niveau : CPGE (MP/PC/PSI)

Bibliographie :

✦ LP20, MP35

✦ https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_à_courant_continu

Prérequis : Électrocinétique de première année, mécanique

4.1 Rappels sur l'induction

✦ LP20

4.2 La machine à courant continu comme moteur

✦ LP20 - Conversion de puissance électromécanique

4.2.1 Principe de fonctionnement

montrer des jolies images, détailler ce qu'il y a en entrée et en sortie

4.2.2 Calcul du couple

4.2.3 Calcul de la FEM

Calcul sur l'emballement du moteur, toujours intéressant

4.2.4 Bilan de puissance

4.3 Fonctionnement réversible en générateur

4.3.1 Principe de fonctionnement

Générateur électrique facile, et puissant.

4.3.2 Équations renversées

4.4 Aller plus loin : la machine à courant alternatif

5 Ondes à l'interface entre deux fluides

X for doubt

6 Chaîne d'oscillateurs, modèle du milieu continu

Niveau : CPGE (MP/PC/PSI) / L3

Bibliographie :

↗ http://ressources.unisciel.fr/sillages/physique/ondes_mecaniques/res/osc-couples.pdf

Prérequis : Électrocinétique de première année, mécanique

6.1 L'oscillateur harmonique seul

6.2 Couplage discret des oscillateurs

6.2.1 Le système à deux oscillateurs

↗ Simulation : <http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/meca/couplage.html>

6.2.2 Décomposition en modes propres

6.2.3 Généralisation à n oscillateurs

↗ https://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/synophys/221chato/221chato.htm

6.3 Couplage continu

6.3.1 Câble coaxial, équation des télégraphistes

↗ LP26 - Propagation avec dispersion

6.3.2 Équation d'onde dans un milieu

↗ <https://youtu.be/lzpkL01hNps>

6.3.3 Corde de Melde

↗ LP48 - Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique

7 Propagation d'ondes, notion d'impédance

7.1 Impédance électrique

7.1.1 Résistance généralisée en RSF

Expliquer le passage en RSF, et donner la notion d'impédance avec C et L, puis avec un circuit complexe. Défini **seulement en RSF** puis en superposition d'OPPS.

7.1.2 Câble coaxial et aspect ondulatoire

⚡ LP24 - Ondes progressives (petite partie), MP29 - Ondes (impédance du coax)
Télégraphistes? Dans tous les cas trouver la relation de dispersion.

7.1.3 Calcul des coefficients de réflexion/transmission

7.1.4 Aspect énergétique et adaptation d'impédance

⚡ https://fr.wikipedia.org/wiki/Adaptation_d'impédances

7.2 Impédance acoustique

⚡ LP25 - Ondes acoustiques
Analogie : u/i devient P/v , toujours en OPPS

7.2.1 Notion d'onde acoustique

7.2.2 Calcul de l'impédance

7.2.3 Calcul des coefficients de réflexion/transmission

⚡ http://olivier.granier.free.fr/ci/fluides/co/rappels-de-cours-ondes_meca-sonores-ondes-reflexion-trans.html

7.2.4 Le retour de l'adaptation d'impédance

Exemple du diapason, le but est de piéger l'onde dans une boîte de taille qui fera résonner le son. Pour se faire on fixe le diapason à la boîte, afin de réaliser une adaptation d'impédance entre la boîte et le diapason, puis entre l'air dans la boîte et l'air dans la salle.

7.3 Autres domaines

7.3.1 Définition générale de l'impédance

⚡ *Les lasers*, Dangoisse, Hennequin, Zehnlé, chap 2
⚡ http://pcjoffre.fr/Data/cours/OD6_DE_Physique_du_laser.pdf pour les figure
⚡ <http://alain.lerille.free.fr/2014/Poly20.pdf>
 $Z = \frac{\text{cause}}{\text{consequence}}$, montrer que ça s'applique bien.

7.3.2 Impédance électro-optique

⚡ https://www.lise.upmc.fr/impedance_eo

7.3.3 Impédance mécanique

⚡ https://fr.wikipedia.org/wiki/Impédance_mécanique

7.3.4 Impédance optique

C'est l'indice optique!

Montrer Snell-Descartes, montrer que c'est analogue aux deux premières parties.

8 Présentation de l'optique géométrique par une approche ondulatoire

X for doubt

9 Notion de polarisation et mécanismes de polarisation

Niveau : L2-L3 si on utilise le formalisme de Jones

↗ *Optique*, **Hecht**, chap 8 p339

↗ *Optique ondulatoire*, **Maurel**, chap 2

9.1 Les mathématiques de la polarisation

↗ http://olivier.granier.free.fr/cariboost_files/Tr-PC-pola-lumiere-1213.pdf

9.1.1 Formalisme de l'électromagnétisme

rappel sur Maxwell, sur l'écriture complexe, et sur l'approche scalaire

9.1.2 La polarisation rectiligne

Sortir de l'approximation scalaire, mais expliquer comme s'y remettre.

9.1.3 La polarisation quelconque

Sommation et décomposition

9.2 Comment polariser de la lumière

9.2.1 Fonctionnement d'un polariseur

Polymère, tu absorbes une direction si tu peux faire bouger des électrons dans cette direction.

9.2.2 Lame à retard

↗ https://fr.wikipedia.org/wiki/Lame_à_retard Plus facile avec Jones, peut-être ne l'évoquer que rapidement ici.

9.2.3 Création naturelle de polarisation

↗ https://en.wikipedia.org/wiki/Brewster's_angle

9.3 Formalisme de Jones (niveau L3?)

↗ https://fr.wikipedia.org/wiki/Formalisme_de_Jones

9.3.1 Décrire la polarisation

9.3.2 Décrire les milieux

9.3.3 Lien avec le formalisme quantique

Ça va trop loin là.

10 Interactions moléculaires

But : Leçon transversale de physique/chimie niveau MPSI-PCSI

↗ LC14 - Liaisons chimiques (niveau lycée)

10.1 Liaison intramoléculaire

↗ https://melusine.eu.org/syracuse/immae/mpsi/physique-chimie/structure_matiere/04.pdf

↗ http://theo.ism.u-bordeaux.fr/~castet/doc1/CH4-le_modele_de_Lewis.pdf

10.1.1 La valence

10.1.2 Liaison covalente

10.1.3 Géométrie des édifices

10.2 Liaisons Van Der Walls

↗ https://en.wikipedia.org/wiki/Van_der_Waals_force, et en français c'est encore mieux https://fr.wikipedia.org/wiki/Force_de_van_der_Waals

10.2.1 L'origine des liaisons

Dipôles électrostatiques

10.2.2 Les différents types

Debye, London, Keysom. Donner le comportement général, pas le détail.

10.2.3 Conséquences

l'état liquide, parler de thermo, et de température de fusion.

10.3 La liaison hydrogène

↗ https://fr.wikipedia.org/wiki/Liaison_hydrogène

10.3.1 Origine : l'électronégativité

10.3.2 Conséquence : charges locales

10.3.3 Les effets

Acides Maléique et Fumarique, la température de fusion de l'eau.

11 Réponse linéaire dans différents domaines de la physique

11.1 L'objet linéaire parfait : le ressort

11.1.1 Linéarité de la réponse

wallah $F = -k(l - l_0)$, c'est linéaire, ta maman. Mais c'est un modèle des petites déformations. Ainsi on fait attention à préciser que la linéarité n'est généralement valable que dans un domaine précis !

11.1.2 Linéarité des équations

Théorème de superposition, ici c'est pas ouf, mais en électromag et autres, on verra que ça nous rend heureux.

11.1.3 Généralisation du concept

pendule, liaisons chimiques, etc.

11.2 L'usage profond de la linéarité

11.2.1 Le RSF

Présenter la simplification de Maxwell sous RSF

11.2.2 Le théorème de superposition

Présenter la mer de Lindenbrock, ⚡ LP02

11.3 Coefficient de réponse

11.3.1 Généralisation du ressort

Équilibre en l_0 , on développe l'énergie au premier ordre autour, et si $E = f(l)$ tel que $f'(l_0) = 0$, on a directement $E = E_0 + \frac{f''(l_0)}{2}(l - l_0)^2$. Cela permet d'étudier beaucoup de système en les ramenant à des systèmes harmoniques, et de faire apparaître le coefficient de réponse $\kappa = \frac{f''(l_0)}{2}$.

11.3.2 Mécanique des milieux continus : module d'Young

11.3.3 Exemple : ferromagnétisme

Formule de Curie et température de Curie ⚡ LP45

11.4 Exemple : linéarisation du pendule, et étude à l'ordre 3

Formule de Bordas, qui montre les limites de la réponse linéaire. ⚡ LP49

Ouverture : développement en série entière ! Théorie de la perturbation.

12 Electrostatique, magnétostatique, symétries

12.1 Electrostatique

↗ <http://www.physagreg.fr/electromagnetisme-11-champ-electrostatique.php>

12.2 Présentation de l'électrostatique

12.3 Influence de la symétrie sur la forme du champ électrique

12.4 Magnétostatique

↗ <https://melusine.eu.org/syracuse/immae/mp/physique-chimie/electromagnetisme/08.pdf>

↗ <http://www.physagreg.fr/electromagnetisme-15-champ-magnetique.php>

12.4.1 Propriétés empiriques

12.4.2 Symétries