

PHYS-339

Advanced computational physics

Carleo Giuseppe

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA6	Opt.

Language of teaching	English
Credits	3
Session	Summer
Semester	Spring
Exam	Written
Workload	90h
Weeks	14
Hours	3 weekly
Courses	1 weekly
Project	2 weekly
Number of positions	

Summary

The course covers dense/sparse linear algebra, variational methods in quantum mechanics, and Monte Carlo techniques. Students implement algorithms for complex physical problems. Combines theory with coding exercises. Prepares for research in computational physics and related fields.

Content**Dense Linear Algebra:**

- Linear systems: Upper triangular matrix inversion, QR decomposition
- Eigenvalue problems: QR algorithm
- Physical applications: Electrical Circuits, Fitting, Harmonic oscillations, Slater determinants in quantum mechanics

Sparse Linear Algebra:

- Properties and implementation of sparse matrices
- Applications to Ordinary Differential Equations (ODEs)
- Conjugate gradient method for linear systems
- Power method for eigenvalue problems
- Physical applications: Poisson Equation, Time-dependent and time-independent Schrödinger equations

Linear Variational Methods:

- Static Galerkin method: Variational ansatz, generalized eigenvalue problems
- Time-dependent Galerkin method: Linear ansatz tangent space, introduction to time-dependent variational principle
- Physical applications: Quantum Anharmonic oscillator (ground state and dynamics)

Monte Carlo Methods:

- Markov chains and detailed balance
- Metropolis-Hastings algorithm
- Parallel tempering
- Physical applications: Statistical physics of the Ising and Potts models

Learning Prerequisites**Required courses**

1st and 2nd years (numerical) physics courses

Important concepts to start the course

Familiarity with Python is not compulsory at the beginning, but strongly suggested. It will be crucial during the course in order to develop the proposed exercises.

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Choose to solve a problem in physics
- Integrate appropriate numerical algorithms to solve problems
- Compare different computational methods
- Produce computer codes and pseudocodes

Teaching methods

Ex cathedra presentations, exercises and work under supervision

Assessment methods

1 written exam

Resources**Bibliography**

- Press, W. H., et al. (2007). Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Stickler, B. A., & Schachinger, E. (2022). Basic Concepts in Computational Physics (2nd ed.). Springer.
- Krauth, W. (2006). Statistical Mechanics: Algorithms and Computations. Oxford University Press.

Ressources en bibliothèque

- [Find the references at the Library](#)

Notes/Handbook

Detailed Lecture Notes will be Provided.

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-339>

MATH-206

Analyse IV

Senti Samuel Anton

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA4	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	4
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	120h
Semaines	14
Heures	4 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	2 hebdo
Nombre de places	

Résumé

En son cœur, c'est un cours d'analyse fonctionnelle pour les physiciens et traite les bases de théorie de mesure, des espaces des fonctions et opérateurs linéaires.

Contenu

u lieu d'Étudier les espaces $\mathbb{R}^n$ et leurs sous-espaces, on va plutôt analyser dans ce cours les espaces de fonctions et les transformations définies sur ces espaces.

Ceci forme la base mathématique pour traiter des Équations différentielles, mais aussi pour des théories plus avancées comme la mécanique quantique ou la théorie des champs quantiques.

On discute le cadre mathématique (mesure/intégrale de Lebesgue, espaces de fonctions continues, espaces de fonctions L^2 , etc.) et on fait aussi brièvement connaissance avec des notions un peu plus générales et abstraites comme les espaces de mesure générale, ainsi que les espaces de Banach et de Hilbert.

Ensuite, on va Étudier la théorie de base des opérateurs linéaires sur les espaces de fonctions, comme les opérateurs différentiels, intégraux, et les opérateurs de Fourier.

On va Également toucher à la théorie un peu plus abstraite des opérateurs linéaires et à la théorie spectrale.

Si le temps le permet, on va finir par discuter brièvement de la théorie des Équations de Sturm-Liouville.

Le fil conducteur va Être de bien comprendre l'idée des séries de Fourier et leur utilité.

À
À

Mots-clés

intégrale de Lebesgue, mesure de Lebesgue, espace de Banach, Espace de Hilbert L^2 , distributions, fonction de delta, base orthonormée, série de Fourier, transformation de Fourier, opérateur linéaire, Sturm-Liouville

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Analyse I, II et III, Algèbre linéaire

Acquis de formation

À la fin de ce cours l'étudiant.e doit Être capable de:

- Distinguer les espaces des fonctions
- Elaborer sur la théorie de mesure / l'intégrale de Lebesgue
- Distinguer les fonctions généralisées
- Elaborer la théorie et les applications des séries de Fourier et de la transformation de Fourier

- Utiliser les opérateurs linéaires
- Analyser les problèmes de Sturm-Liouville

Méthode d'évaluation

Examen écrit, possiblement aussi un peu de contrôle continu

Encadrement

Assistant.e.s Oui

Ressources

Bibliographie

- N. Boccara, *Functional Analysis: an introduction for physicists*
- A. N. Kolmogorov and S. V. Fomin, *Elements of the Theory of Functions and Functional Analysis*
- Les notes de cours de J. Stubbe: <https://sma.epfl.ch/cours/csma/analyse4.htm>
- autres livres utiles mentionnés aux cours

Ressources en bibliothèque

- [Find the references at the Library](#)

Polycopiés

probablement

MATH-201

Analysis III

Tiba Marius

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA3	Obl.

Language of teaching	English
Credits	5
Session	Winter
Semester	Fall
Exam	Written
Workload	150h
Weeks	14
Hours	5 weekly
Courses	3 weekly
Exercises	2 weekly
Number of positions	

Summary

Vector Calculus. Complex Analysis.

Content

Vector calculus:

- Line integral
- Surface integral
- Stokes, Green, and Gauss theorems
- Applications to partial differential equations

Complex analysis:

- Holomorphic functions
- Cauchy-Riemann equations, Cauchy's theorem
- Laurent Series
- Residue Theorem and Applications

Learning Prerequisites**Required courses**

Analysis I, II, linear algebra for physicists.

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Elaborate the theory of line and surface integrals and its applications
- Develop the theory of complex functions and its applications

Teaching methods

Weekly Lectures and Exercise Classes

Expected student activities

Students are required to attend all the lectures and all the exercise classes. In addition, students are required to work through the entire list of exercises set every week.

Assessment methods

Written exam, one section to be written, one section multiple choice.

Supervision

Office hours	Yes
Assistant.e.s	Yes
Forum	Yes

Resources**Bibliography**

Main reference:

Bernard Dacorogna, Chiara Tanteri, Analyse avancée pour ingénieur, EPFL Press 2018

See also:

Bernard Dacorogna, Analyse avancée pour mathématiciens:

Websites

- https://slsp-epfl.primo.exlibrisgroup.com/discovery/search?query=course_code,contains,%22MATH-201%202025-2026%22,AND&ta
- <https://www.epfl.ch/schools/sb/research/math/wp-content/uploads/2022/06/master1.pdf>

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/MATH-201>

PHYS-334

Atomic, molecular physics and optics

Brantut Jean-Philippe, Yazyev Oleg

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA6	Obl.

Language of teaching	English
Credits	5
Session	Summer
Semester	Spring
Exam	Written
Workload	150h
Weeks	14
Hours	5 weekly
Courses	3 weekly
Exercises	2 weekly
Number of positions	

Summary

This course presents the fundamental physics of atoms and molecules, their structure and their interaction with electromagnetic fields.

Content

- Hydrogen atom (reminders and complements)
- Fine and hyperfine structure of the hydrogen atom
- Hydrogen atoms in external fields, vector and tensor operators
- Alkali and Rydberg atoms
- Helium and two-electron atoms
- Many-electron atoms and the periodic table
- Atoms interacting with light
- Light propagation
- Elementary principles of the laser
- Chemical bonding in molecules
- Electronic and vibrational spectra of molecules
- Elements of organic chemistry - building blocks of life
- Elements of inorganic chemistry - crystalline materials
- From molecules to nanostructures

Keywords

Atoms, Molecules, Optics

Learning Prerequisites**Important concepts to start the course**

Fundamentals of quantum mechanics, angular momentum, perturbation theory, dipoles and multipoles, dipolar radiation, chemical bonding, molecular structure

Learning Outcomes

- Analyze the structure of simple atoms and molecules

- Use quantum mechanics to solve problems of atomic physics
- Interpret observations in atomic, molecular and optical physics
- Apply quantum mechanics and classical electrodynamics to light-matter interactions problem

Transversal skills

- Continue to work through difficulties or initial failure to find optimal solutions.
- Use both general and domain specific IT resources and tools

Teaching methods

Ex-Cathedra, problem solving classes, numerical exercises

Expected student activities

Lecture participation, problem solving, numerical investigations

Assessment methods

Written exam

Resources

Bibliography

Atkins and Friedman, *Molecular quantum mechanics*
Bransden and Joachain, *Physics of atoms and molecules*
Walraven, *Atomic physics*
Van der Straten and Metcalf, *Atoms and molecules interacting with light*

Ressources en bibliothèque

- [Find your references at the Library](#)

Références suggérées par la bibliothèque

- [Atomic physics / Walraven](#)

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-334>

PHYS-301

Biophysics : physics of the cell

Manley Suliana

Cursus	Sem.	Type
Biomedical technologies minor	E	Opt.
Life Sciences Engineering	MA2, MA4	Opt.
Mechanical engineering	MA2, MA4	Opt.
Physics	BA6	Opt.

Language of teaching	English
Credits	3
Session	Summer
Semester	Spring
Exam	Written
Workload	90h
Weeks	14
Hours	3 weekly
Courses	2 weekly
Exercises	1 weekly
Number of positions	

Summary

In this course we will study the cell (minimum unit of life) and its components. We will study several key cellular features : membranes, genomes, channels and receptors. We will apply the laws of physics to develop models to make quantitative and predictive statements.

Content**Introduction to cell biophysics**

Topics (lectures):

1. Biological membranes: Hydrophobic effect, 2D elasticity (2-4)
2. Molecular events: Ligand binding, ion channel function (5-7)
3. Transport in cellular systems: Diffusive, directed, crowded (8-11)
4. Genomes: Regulation, transcription, networks and circuits (12-14)

Content:

1. Introduction of biological systems and concepts
2. Description of observations and measurements
3. Estimates of relevant numbers / development of quantitative models
4. Exposure to current research articles

Learning Prerequisites**Recommended courses**

Mathematics and physics courses of the 1st and 2nd years

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Elaborate a model of a biophysical phenomena
- Develop hypotheses to simplify a model of a biophysical phenomena
- Solve the mathematics necessary to construct a model of a biophysical phenomena
- Critique the results of a model of a biophysical phenomena
- Apply models to solve problems and applications

Teaching methods

Ex cathedra and exercises in classrooms

Assessment methods

Written exam

Supervision

Others No

Resources

Bibliography

Lectures notes and list of recommended books

Moodle: slides, exercises and their solutions

Notes/Handbook

- Physical Biology of the Cell, Rob Phillips et al, 2013 Garland Science

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-301>

CH-164

Chimie générale

Terrettaz Samuel

Cursus	Sem.	Type
Génie civil	BA1	Obl.
Physique	BA5	Opt.

Langue d'enseignement	français
Coefficient/Crédits	3
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Cet enseignement vise l'acquisition des notions essentielles relatives à la structure de la matière, aux équilibres et à la réactivité chimiques. Le cours et les exercices fournissent la méthodologie permettant de résoudre par le raisonnement et le calcul des problèmes inédits de chimie générale.

Contenu

- 1. Atomistique:** structure électronique des atomes, orbitales atomiques, spectroscopie, classification périodique, charge effective
- 2. Liaison chimique:** représentation de Lewis, règle de l'octet, liaison ionique, liaison covalente, énergie de liaison, modèle VSEPR et géométrie des molécules, orbitales moléculaires, moment dipolaire, forces de van der Waals et de London, liaisons intermoléculaires.
- 3. Quantités chimiques:** masse atomique, isotopes, notion de mole, formules chimiques, concentrations
- 4. Réactions chimiques et stoechiométrie:** équations chimiques, réactif limitant, électrolytes, lois des gaz parfaits, pressions partielles
- 5. Thermodynamique:** énergie interne, premier principe de la thermodynamique, enthalpies des transformations physiques et des réactions chimiques, entropie deuxième principe, enthalpie libre,
- 6. Équilibres chimiques:** enthalpie libre dans un mélange, potentiel chimique et activité, quotient réactionnel, constante d'équilibre, influence des paramètres réactionnels sur les équilibres
- 7. Propriétés des solutions:** dissolution et solvation, solubilité.
- 8. Transfert de proton:** équilibres acide-base: théorie de Brønsted-Lowry, couples acide-base, constante d'ionisation, échelle de pH, calcul de pH de solutions, titrages acide-base
- 9. Transfert d'électron:** électrochimie: équilibrage des équations rédox, piles électrochimiques, potentiels standard, piles et accumulateurs, équation de Nernst, loi de Faraday, électrolyse
- 10. Cinétique chimique:** vitesse de réaction, lois de vitesse, molécularité et ordre d'une réaction, théorie du complexe activé, loi d'Arrhenius, cinétique mécanistique, catalyse, réactions enzymatiques

Mots-clés

Structure électronique des atomes, liaisons chimiques, stoechiométrie, thermochimie, équilibres thermodynamiques, acides et base, oxydoréduction, cinétique chimique, hybridation des orbitales.

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Expliquer la structure et les propriétés de base des atomes
- Décrire les principaux types de liaisons chimiques
- Utiliser les quantités chimiques pour le calcul de stoechiométrie

- Prévoir quantitativement les échanges d'énergie associés aux transformations physiques et chimiques
- Appliquer les principes de la thermodynamique à la résolution de problèmes d'équilibres
- Calculer le pH d'une solution aqueuse en appliquant à bon escient d'éventuelles approximations
- Appliquer les lois de vitesse intégrées et déterminer la cinétique d'une réaction à différentes températures
- Analyser et résoudre par le raisonnement et le calcul des problèmes quantitatifs relatifs aux points précédents

Méthode d'enseignement

Cours avec exercices

Méthode d'évaluation

Examen écrit

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Oui

Ressources

Bibliographie

Chimie générale pour ingénieur; C. Friedli; Presses Polytechniques et universitaires romandes

Chimie générale; Peter Atkins; Inter Editions

Exercices de chimie générale; Ch. Comninellis, C. Friedli, A. Sahil Migirdicyan; 3ème édition; Presses Polytechniques et universitaires romandes

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/CH-164>

Préparation pour

Futurs ingénieurs et scientifiques

PHYS-324

Classical electrodynamics

Gorbenko Victor

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA5	Obl.

Language of teaching	English
Credits	7
Session	Winter
Semester	Fall
Exam	Written
Workload	210h
Weeks	14
Hours	6 weekly
Courses	3 weekly
Exercises	3 weekly
Number of positions	

Summary

The goal of this course is the study of the physical and conceptual consequences of Maxwell equations.

Content

I Maxwell equations: the laws of electrodynamics, differential and integral form of Maxwell equations, scalar and vector potential, gauge transformations, solutions of Maxwell equations using Green functions, Neumann and Dirichlet boundary conditions, vacuum solutions and solutions in the presence of charges and currents, retarded potentials, Liénard-Wiechert potentials, radiation emission by moving charges.

II Multipole expansion: electrostatics, magnetostatics, electrodynamics, dipole radiation.

III Electric and magnetic field in matter: derivation of macroscopic electrodynamic equations, continuity boundary conditions, waves in a medium, reflection and refraction of waves.

IV Special Relativity: Maxwell equations and the birth of relativity, Galilean and Lorentz transformations, four-vectors and tensor calculus, covariant form of Maxwell equations, relativistic particle dynamics.

Keywords

Maxwell equations, electromagnetic field, multipole expansion, special relativity, Lorentz transformations.

Learning Prerequisites**Recommended courses**

General physics and mathematics courses of the physics bachelor cycle.

Important concepts to start the course

Differential and integral calculus. Newtonian mechanics. Electro and magnetostatics.

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Describe Maxwell equations and its physical consequences
- Formalize physical problems into mathematical equations.
- Solve problems analytically and/or numerically
- Formulate the basic consequences of special relativity
- Synthesize specific electrodynamic phenomena into precise mathematical language
- Describe physical phenomena in the language of fields and particles

- Derive specific consequences of Maxwell equations
- Explain the meaning of each term in Maxwell equations

Transversal skills

- Use a work methodology appropriate to the task.
- Continue to work through difficulties or initial failure to find optimal solutions.
- Demonstrate the capacity for critical thinking

Teaching methods

Lectures and problem solving sessions.

Expected student activities

Attendance at lectures, study of the lectures at home and problem solving during exercise sessions and at home.

Assessment methods

Final written exam

Supervision

Office hours	Yes
Assistant.e.s	Yes

Resources

Bibliography

"Modern electrodynamics", Andrew Zangwill, Cambridge University Press 2013. ISBN-13: 978-0521896979
"Classical electrodynamics / John David Jackson". Year:1999. ISBN:978-0-471-30932-1
"Le cours de physique de Feynman / [Richard] Feynman, [Robert] Leighton, [Matthew] Sands". Year:1995. ISBN:2-10-004504-0
"Théorie des champs / L. Landau, E. Lifchitz; [traduit du russe par Sergueï Medvédev]". Year:1999. ISBN:5-03-000641-9

Ressources en bibliothèque

- [Find the references at the Library](#)

Références suggérées par la bibliothèque

- [The Classical Theory of Fields / Landau & Lifchitz](#)
- [The Feynman lectures on physics](#)

Notes/Handbook

-

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-324>

PHYS-231

Data sciences

Zdeborová Lenka

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA3	Obl.

Language of teaching	English
Credits	4
Session	Winter
Semester	Fall
Exam	Written
Workload	120h
Weeks	14
Hours	4 weekly
Courses	2 weekly
Exercises	1 weekly
Lab	1 weekly
Number of positions	

Summary

This course introduces tools for data analysis in physics: numerical linear algebra, regression, dimensionality reduction, probability, statistics, uncertainty quantification, random walks, Monte Carlo methods and phase transitions, with Python exercises.

Content

Data Analysis for Physics introduces mathematical, statistical and computational tools for extracting information from data in physics and the sciences. The course starts with numerical linear algebra and basic data-analysis methods: eigenvalues and eigenvectors, the power method, singular value decomposition, principal component analysis, linear regression, least squares, regularization, overfitting, validation, gradient descent, logistic regression and simple neural networks.

The second part develops probability and statistics as the language of uncertainty in experiments. Topics include random-number generation, sampling from probability distributions, propagation of errors, correlated and independent uncertainties, the law of large numbers, the central limit theorem, statistical estimators and maximum likelihood estimation. Regression is then revisited from a probabilistic point of view, including error bars, weighted least squares and Bayesian regularization.

The final part turns to stochasticity as a modelling principle in physics. The course covers Brownian motion, diffusion, random walks, maximum entropy, rejection sampling and the curse of dimensionality, Markov chain Monte Carlo, the Metropolis rule, detailed balance and examples from interacting particle systems. It concludes with phase transitions, including percolation, or giant components in random graphs.

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Use basic tools for data analysis
- Compute error bars in physics experiments.

Teaching methods

2 hours of lectures + 2 hours of exercises per week, mostly computer-based.

Assessment methods

Final written exam counting for 70%, and work during the semester counting for the remaining 30%.

Resources

Notes/Handbook

Lecture notes on Moodle.

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-231>

PHYS-341

Fluid mechanics and soft matter

Ramirez-San-Juan Guillermina Rochelle

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA5	Opt.

Language of teaching	English
Credits	3
Session	Winter
Semester	Fall
Exam	Written
Workload	90h
Weeks	14
Hours	3 weekly
Courses	2 weekly
Exercises	1 weekly
Number of positions	

Summary

This course introduces the core principles of fluid mechanics and connects them to the physics of soft matter systems such as colloids, polymers, emulsions, and biological materials. Emphasis is placed on understanding behavior bridging the microscopic and continuum perspectives.

Content**Fluid Mechanics:**

Continuum hypothesis, kinematics

Navier-Stokes equations

Dimensionless numbers and similarity

Thin film flows

Soft Matter:

Bubbles and droplets

Colloidal suspensions and Brownian motion

Non-Newtonian fluids and rheology

Polymers and viscoelasticity

Liquid crystals, gels, and foams

Active matter

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Analyze fluid flow in various regimes using physical and mathematical tools.
- Explain the behavior of soft matter systems and the physical principles behind them.
- Apply theoretical models to complex fluid and soft matter problems.
- Analyze soft matter phenomena in real-world applications, including biological systems.

Teaching methods

Weekly lectures.

Weekly problem sets and exercise session.

Assessment methods

100% written final exam

Resources

Bibliography

vanâ€”Saarloos, W., Vitelli, V., & Zerahâ€”iâ€”, Z. (2024). *Soft Matter: Concepts, Phenomena, and Applications*. Princeton University Press.

Ressources en bibliothèque

- [Find the references at the Library](#)

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-341>

PHYS-300(a)

Introduction aux techniques de construction

Burnens Julien, Gentile Antonio, Turin Nicolas

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA5	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	0
Retrait	Non autorisé
Session	
Semestre	Automne
Examen	
Charge	0h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
TP	3 hebdo
Nombre de places	25

Il n'est pas autorisé de se retirer de cette matière après le délai d'inscription.

Résumé

Acquérir des notions de dessin technique, de pratiques de mécanique et électronique pour le laboratoire de physique.

Contenu

Solidworks: Dessin technique assisté par ordinateur CAO.

Atelier de mécanique: Réalisation d'une pièce mécanique à l'aide d'un tour et perçage.

Atelier d'électronique: Montage et test d'un circuit imprimé.

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Evaluer la complexité et la réalisation d'une pièce
- Concevoir un dessin technique en 3D et 2D
- Construire un dispositif expérimental
- Choisir ou sélectionner les outils et la matière appropriée
- Elaborer des circuits électroniques simples

Méthode d'enseignement

4 séances de 3h d'introduction à la CAO (solidworks)

2 séances de 3h d'atelier mécanique

2 séances de 3h d'atelier électronique

Méthode d'évaluation

pas d'examen

Ressources**Bibliographie**

Notes photocopiées

Liens Moodle

- https://go.epfl.ch/PHYS-300_a

Préparation pour
Travaux de laboratoire

PHYS-345

Introduction à l'astrophysique : les bases

Kneib Jean-Paul

Cursus	Sem.	Type
Mineur en Technologies spatiales	E	Opt.
Physique	BA6	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Présentation générale des méthodes et des connaissances de l'astrophysique moderne permettant d'illustrer notre perception et notre compréhension de l'univers. Ce cours constitue la base pour les cours plus avancés, mais aussi donne la culture générale 'astrophysique' pour tout étudiant.

Contenu

- 1. Naissance de la science:** rôle de l'astronomie et de l'astrophysique de l'Antiquité à nos jours.
- 2. Connaissances de base:** astronomie sphérique, télescopes, détecteurs et observations ; concepts de photométrie et magnitudes ; concepts de spectroscopie ; mécanisme de radiation ; mécanique céleste.
- 3. Système solaire:** le soleil ; la terre et la lune ; planètes et astéroïdes ; planètes hors du système solaire ; formation de systèmes planétaires ; apparition de la vie.
- 4. Les étoiles:** énergie nucléaire et synthèse des éléments ; évolution stellaire des étoiles de petites et grandes masses ; naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs ; amas d'étoiles et diagramme de Hertzsprung-Russell.
- 5. Le milieu interstellaire:** poussières, gaz et molécules interstellaires.
- 6. La Voie Lactée, notre galaxie:** populations stellaires ; rotation galactique différentielle ; structure spirale.
- 7. Les galaxies:** classification ; distribution de la luminosité et de la masse dans les galaxies régulières ; galaxies à noyaux actifs et quasars ; trous noirs supermassifs ; amas de galaxies ; formation et évolution des galaxies.
- 8. Cosmologie:** cosmologie newtonienne ; relativité générale et cosmologie ; l'histoire de l'univers ; formation des structures à grandes échelles ; les contraintes observationnelles ; matière sombre, énergie sombre.

Mots-clés

Astrophysique
Astronomie
Cosmologie
Galaxie
Milieu Intertellaire
Etoile
Système Solaire
Mécanique Céleste

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Aucun

Concepts importants à maîtriser

Trigonométrie, Analyse (dérivés, intégrales, développement de Taylor, équation différentielle); Physique générale.

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Décrire les différents constituants de l'Univers
- Modéliser un certain nombre de phénomènes de l'univers
- Inférer certaines grandeurs de l'univers

Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Être responsable des impacts environnementaux de ses actions et décisions.
- Faire preuve d'esprit critique
- Accéder aux sources d'informations appropriées et les évaluer.

Méthode d'évaluation

examen écrit

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Non

Ressources

Service de cours virtuels (VDI)

Oui

Bibliographie

" An Introduction to Modern Astrophysics ", B.W. Carroll & D.A. Ostlie, Addison Wesley, 1996 " Galactic Astronomy ", J. Binney & M. Merrifield, Princeton, 1998
"Extragalactic Astronomy and Cosmology", P. Schneider, Springer-Verlag, 2006
"The New Cosmos", A. Unsold, B. Baschek, Springer-Verlag, 2001
"Fundamental Astronomy" H. Karttunen, P. Kroeger, H. Oja, M. Poutanen, K.J. Donner, Springer-Verlag, 2001
À

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Polycopiés

<https://www.epflpress.org/produit/774/9782832320006/introduction-a-l-astrophysique>

Sites web

- <https://www.edx.org/learn/astrophysics/ecole-polytechnique-federale-de-lausanne-introduction-a-l-astrophysique>
- <https://www.epflpress.org/produit/774/9782832320006/introduction-a-l-astrophysique>

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-345>

Vidéos

- <https://www.edx.org/learn/astrophysics/ecole-polytechnique-federale-de-lausanne-introduction-a-l-astrophysique>

Préparation pour

ASTRO-II
ASTRO-III
ASTRO-IV
ASTRO-V

PHYS-325

Introduction à la physique des plasmas

Loizu Joaquim

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA6	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Oral
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Introduction à la physique des plasmas destinée à donner une vue globale des propriétés essentielles et uniques d'un plasma et à présenter les approches couramment utilisées pour modéliser son comportement. Application à la fusion thermonucléaire ainsi qu'à certains phénomènes de l'astrophysique.

Contenu

- Etat de plasma, histoire, applications, écrantage de Debye
- Collisions Coulombiennes, resistivité d'un plasma
- Particules dans champs **E** et **B**, confinement magnétique
- Principes de fusion thermonucléaire
- Magnétohydrodynamique (MHD), théorèmes, applications
- Equilibres MHD
- Ondes MHD (plasma homogène)
- Stabilité MHD (plasma inhomogène)
- Modèle à deux fluides
- Ondes plasma (onde électromagnétique, onde acoustique, onde Langmuir) et applications

Compétences requises**Cours prérequis indicatifs**

PHYS-324 Electrodynamique

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Evaluer les ordres de grandeurs spécifiques au plasma
- Justifier le choix de modèles pour la caractérisation de phénomènes spécifiques dans un plasma
- Dériver certains théorèmes et propriétés fondamentales des plasmas
- Exposer différentes applications des plasmas à la fusion et à l'astrophysique

Méthode d'enseignement

Ex cathedra et exercices en classe

Méthode d'évaluation

Examen Oral

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Oui

Ressources**Bibliographie**

- Notes polycopiées du Prof. Alberti
- Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, F. Chen (Plenum Publishing Corporation, 1984)
- Introduction to Plasma Physics, R.J. Goldston et P.H. Rutherford (IOP, 1995)
- Plasma Physics and Fusion Energy, J. Freidberg (Cambridge, 2007)
- Fundamentals of Plasmas Physics, P.M. Bellan (Cambridge University Press, 2006)

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-325>

Vidéos

- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLi9KABbmOMvsRcyksj4-p-z3MTR11FkL8>

Préparation pour

PHYS-423 Plasma I
PHYS-424 Plasma II

PHYS-319

Laboratoire de physique IIIa

Fuerbringer Jean-Marie, Magrez Arnaud, Pivetta Marina, Tkalec Vâju Iva

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA5	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	8
Retrait	Non autorisé
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Pendant le semestre
Charge	240h
Semaines	14
Heures	8 hebdo
TP	6 hebdo
Projet	2 hebdo
Nombre de places	150
Il n'est pas autorisé de se retirer de cette matière après le délai d'inscription.	

Résumé

Ce cours permet d'observer de nombreux phénomènes physiques et leur applications technologiques. Il permet ainsi d'acquérir des connaissances sur les méthodes d'observation, de mesure et d'analyse des données. Les étudiants se familiarisent avec la communication scientifique.

Contenu

Les sujets couvrent la plupart des domaines de la physique classique et quantique à l'exclusion de la physique des particules élémentaires. Néanmoins, deux manipulations sont consacrées à quelques aspects de réacteurs nucléaires et la détection des radiations.

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées illustrent les différents domaines de recherche des Instituts de physique de la Faculté des Sciences de Base.

Mots-clés

travaux pratiques, expériences, mesures

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Laboratoire de Physique I, Laboratoire de physique II, cours de mathématiques et de physique générale

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Chercher l'information technique et scientifique dans la littérature
- Choisir ou sélectionner l'équipement scientifique exact
- Concevoir de nouveaux dispositifs expérimentaux
- Réaliser des expériences exactes
- Evaluer les données expérimentales
- Développer des règles ou modèles empiriques
- Comparer les données avec celles prédites par les modèles théoriques ou reportées dans la littérature
- Rapporter convenablement une information scientifique

Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Être responsable de sa propre santé et sécurité au travail ainsi que de celles des autres.
- Recevoir du feedback (une critique) et y répondre de manière appropriée.

Méthode d'enseignement

Travail en laboratoire

Travail attendu

Présence obligatoire, recherche bibliographique, préparation théorique sur le sujet, travail expérimental, rédaction de cahiers de laboratoire, de rapports et une présentation orale.

Méthode d'évaluation

Préparation, travail au laboratoire, cahier de laboratoire, rapports écrits et exposé oral

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui

Ressources**Sites web**

- <https://www.epfl.ch/schools/sb/sph/physiquetp/tp3/>

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-319>

PHYS-320

Laboratoire de physique IIIb

Fuerbringer Jean-Marie, Magrez Arnaud, Pivetta Marina, Tkalcec Vâju Iva

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA6	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	8
Retrait	Non autorisé
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Pendant le semestre
Charge	240h
Semaines	14
Heures	8 hebdo
Projet	8 hebdo
Nombre de places	150
Il n'est pas autorisé de se retirer de cette matière après le délai d'inscription.	

Résumé

Ce cours permet d'observer de nombreux phénomènes physiques et leur applications technologiques. Il permet ainsi d'acquérir des connaissances sur les méthodes d'observation, de mesure et d'analyse des données. Les étudiants se familiarisent avec la communication scientifique.

Contenu

Les sujets couvrent la plupart des domaines de la physique classique et quantique à l'exclusion de la physique des particules élémentaires. Néanmoins, deux manipulations sont consacrées à quelques aspects de réacteurs nucléaires et la détection des radiations.

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées illustrent les différents domaines de recherche des Instituts de physique de la Faculté des Sciences de Base.

Mots-clés

travaux pratiques, expériences, mesures

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Laboratoire de Physique I, Laboratoire de physique II, cours de mathématiques et de physique générale

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Chercher l'information technique et scientifique dans la littérature
- Choisir ou sélectionner l'équipement scientifique exact
- Concevoir de nouveaux dispositifs expérimentaux
- Réaliser des expériences exactes
- Evaluer les données expérimentales
- Développer des règles ou modèles empiriques
- Comparer les données avec celles prédites par les modèles théoriques ou reportées dans la littérature
- Rapporter convenablement une information scientifique

Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Être responsable de sa propre santé et sécurité au travail ainsi que de celles des autres.
- Recevoir du feedback (une critique) et y répondre de manière appropriée.

Méthode d'enseignement

Travail en laboratoire

Travail attendu

Présence obligatoire, recherche bibliographique, préparation théorique sur le sujet, travail expérimental, rédaction de rapports et un poster.

Méthode d'évaluation

Rapports écrits et présentation poster

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui

Ressources**Sites web**

- <https://www.epfl.ch/schools/sb/sph/physiquetp/tp3/>

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-320>

PHYS-204

Laboratoire de physique IIa

Meinen Cédric, Rusponi Stefano, Sallese Jean-Michel, Tkalec Vâju Iva

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA3	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	5
Retrait	Non autorisé
Session	Eté
Semestre	Automne
Examen	Pendant le semestre
Charge	150h
Semaines	14
Heures	5 hebdo
TP	4 hebdo
Labo	1 hebdo
Nombre de places	150

Il n'est pas autorisé de se retirer de cette matière après le délai d'inscription.

Remarque

Matière annuelle : une seule note pour les Laboratoires de Physique IIa et IIb donnée en juin

Résumé

Ce cours pratique permet d'acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications, d'acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que l'analyse des données et leur présentation.

Contenu

Les expériences couvrant différents domaines de la physique:

1. MECANIQUE DES CORPS INDEFORMABLES
2. MECANIQUE DES FLUIDES
3. THERMODYNAMIQUE
4. PHYSIQUE DES MATERIAUX
5. OPTIQUE
6. ELECTROMECANIQUE
7. PHYSIQUE ATOMIQUE
8. ENERGIE
9. VIDE ET APPLICATIONS
10. CIRCUITS ELECTRONIQUES

Les expériences sont groupées dans les projets guidés par les applications (PHYSIQUE DU BATIMENT, ENERGIES RENOUVELABLES, MICROELECTRONIQUE etc.)

Mots-clés

travaux pratiques, expériences, mesures, rapports

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Laboratoire de physique (métrologie)

Cours prérequis indicatifs

Laboratoire de physique (métrologie) I

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Visualiser les phénomènes physiques de base
- Manipuler différents appareils de mesure
- Démontrer le sens de l'initiative et de la créativité
- Implémenter les techniques de mesures
- Analyser les données acquises
- Interpréter les résultats expérimentaux
- Composer un rapport scientifique
- Composer un cahier de laboratoire

Compétences transversales

- Recueillir des données.
- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Etre responsable de sa propre santé et sécurité au travail ainsi que de celles des autres.
- Recevoir du feedback (une critique) et y répondre de manière appropriée.
- Ecrire un rapport scientifique ou technique.
- Faire une présentation orale.

Méthode d'enseignement

En laboratoire, introduction ex cathedra.

Travail attendu

Présence obligatoire, préparation préalable (notice), travail expérimental, rédaction de rapports, rédaction d'un cahier de laboratoire et une présentation orale par semestre.

Méthode d'évaluation

Contrôle continu, une seule note pour les cours Laboratoire de physique IIa et IIb en juin (10 crédits)

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui

Ressources

Sites web

- <https://www.epfl.ch/schools/sb/sph/physiquetp/>
- <https://www.epfl.ch/schools/sb/sph/physiquetp/tp2/tp2-exp/>

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-204>

Préparation pour

Laboratoire de physique III

PHYS-211

Laboratoire de physique IIb

Meinen Cédric, Pivetta Marina, Tkalec Váju Iva

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA4	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	5
Retrait	Non autorisé
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Pendant le semestre
Charge	150h
Semaines	14
Heures	5 hebdo
TP	4 hebdo
Labo	1 hebdo
Nombre de places	150

Il n'est pas autorisé de se retirer de cette matière après le délai d'inscription.

Remarque

Matière annuelle : une seule note pour les Laboratoires de Physique IIa et IIb donnée en juin

Résumé

Ce cours pratique permet d'acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications, d'acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que l'analyse des données et leur présentation.

Contenu

Les expériences couvrant différents domaines de la physique

1. MECANIQUE DES CORPS INDEFORMABLES
2. MECANIQUE DES FLUIDES
3. THERMODYNAMIQUE
4. PHYSIQUE DES MATERIAUX
5. OPTIQUE
6. ELECTROMECANIQUE
7. PHYSIQUE ATOMIQUE
8. ENERGIE
9. VIDE ET APPLICATIONS
10. MICROCONTROLEURS

Les expériences sont groupées dans les projets guidés par les applications (PHYSIQUE DU BATIMENT, ENERGIES RENOUVELABLES, MICROELECTRONIQUE etc.)

Mots-clés

travaux pratiques, expériences, mesures

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Laboratoire de physique I (métrologie)
Laboratoire de physique IIa

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Visualiser les phénomènes physiques de base
- Manipuler différents appareils de mesure
- Démontrer le sens de l'initiative et de la créativité
- Implémenter les techniques de mesures
- Analyser les données acquises
- Interpréter les résultats expérimentaux
- Composer un rapport scientifique
- Composer un cahier de laboratoire

Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Etre responsable de sa propre santé et sécurité au travail ainsi que de celles des autres.
- Recevoir du feedback (une critique) et y répondre de manière appropriée.
- Recueillir des données.
- Ecrire un rapport scientifique ou technique.
- Faire une présentation orale.

Méthode d'enseignement

En laboratoire et introduction ex cathedra

Travail attendu

Présence obligatoire, préparation préalable (notice), travail expérimental, rédaction de rapports, rédaction de cahier de laboratoire et une présentation orale par semestre.

Méthode d'évaluation

Contrôle continu, une seule note pour les cours Laboratoire de physique IIa et IIb en juin (10 crédits)

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui

Ressources

Sites web

- <https://www.epfl.ch/schools/sb/sph/physiquetp/>
- <https://www.epfl.ch/schools/sb/sph/physiquetp/tp2/tp2-exp/>

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-211>

Préparation pour

Laboratoire de physique III

PHYS-202

Mécanique analytique (pour SPH)

Savona Vincenzo

Cursus	Sem.	Type
Biologie computationnelle et quantitative		Opt.
Informatique	BA3	Opt.
Physique	BA3	Obl.
Systèmes de communication	BA3	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	5
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	150h
Semaines	14
Heures	5 hebdo
Cours	3 hebdo
Exercices	2 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Ce cours propose une introduction à la mécanique analytique. Il introduit les formalismes lagrangien et hamiltonien, en insistant sur leur capacité à simplifier la description des systèmes contraints, des symétries et des lois de conservation. Il présente de nombreux exemples d'applications.

Contenu

- 1. Introduction:** motivations et intérêt de la mécanique analytique par rapport à la mécanique newtonienne.
- 2. Les coordonnées généralisées** et leur utilité pour traiter les systèmes contraints.
- 3. Les équations de Lagrange**, avec exemples d'application.
- Formulation des équations de Lagrange à partir du **principe de moindre action** (principe variationnel).
- Introduction à la **formulation hamiltonienne et aux équations de Hamilton**.
- Notion de **transformations canoniques** et introduction aux **crochets de Poisson**.
- Rôle des symétries et des lois de conservation : **théorème de Noether** et applications.

Compétences requises**Cours prérequis indicatifs**

Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Résoudre un problème en mécanique

Compétences transversales

- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.

Méthode d'enseignement

Ex cathedra et exercices en salle.

Méthode d'évaluation

Examen écrit ayant la forme d'un questionnaire à choix multiples.

Ressources

Bibliographie

Polycopié. "Classical Mechanics", H. Goldstein

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-202>

Préparation pour

Mécanique statistique, Physique quantique

PHYS-216

Méthodes mathématiques (pour SPH)

Bréchet Sylvain

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA4	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	1 hebdo
Exercices	2 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Ce cours est un complément aux cours d'analyse et d'algèbre linéaire qui apporte des méthodes et des techniques mathématiques supplémentaires requises pour les cours de physique de 3e année, notamment l'électrodynamique et la mécanique quantique.

Contenu

Le cours est constitué de fondements théoriques ainsi que de problèmes illustrant l'utilisation de plusieurs méthodes mathématiques (enseignées pour la plupart dans d'autres autres cours) : l'algèbre linéaire, l'analyse réelle et complexe, le calcul vectoriel, les fonctions spéciales, les séries de Fourier, les transformées de Fourier, la théorie des distributions, le calcul variationnel, les probabilités et statistiques ainsi que l'algèbre géométrique.

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Analyse I, II et III, algèbre linéaire I et II, physique I, II et III.

Cours prérequis indicatifs

Algèbre linéaire I et II

Analyse I, II, III and IV

Probabilités et statistiques

Mécanique analytique

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Résoudre des problèmes physiques et mathématiques à l'aide de méthodes spécifiques enseignées durant les deux premières années de bachelor.

Méthode d'enseignement

Cours ex cathedra et exercices dirigées en classe

Méthode d'évaluation

Examen écrit

Encadrement

Assistant.e.s Oui

Ressources

Bibliographie

-

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-216>

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA5	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Oral
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Remarque

Pas donné en 2026-27

Résumé

L'optique touche à beaucoup de sujets, du calcul et cryptage quantique à la communication par fibre. Ce premier cours traite plusieurs aspects de l'optique ondulatoire et électromagnétique: propagation, dispersion, interférence, diffraction, polarisation, modulation, guidage, etc.

Contenu

1. Théorie électromagnétique de la lumière

Des équations de Maxwell à l'équation d'onde; différentes équations dans les matériaux et leurs solutions. Énergie et quantité de mouvement, le photon.

2. Propagation de la lumière

Absorption dans les métaux; diffusion et modèle atomique; réfraction et réflexion, principe de Fermat et construction de Huygens, les équations de Fresnel; l'Eikonal et le lien avec l'optique géométrique.

3. Optique géométrique

Rappel des bases de l'optique géométrique: réflexion et réfraction, éléments simples (miroirs, lentilles). Combinaisons des lentilles et la méthode des matrices. Notions avancées: l'étendue optique, pupilles, les aberrations optiques. Photométrie.

4. Le faisceau Gaussien

L'approximation paraxiale et l'équation d'onde; les ondes paraboliques. Le faisceau Gaussien: propriétés, applications. Les faisceaux dérivés; la focalisation du faisceau Gaussien.

5. La polarisation

Définition des différents états de polarisation; méthodes de polarisation; notation vectorielle. Dichroïsme et biréfringence; activité optique. Applications.

6. Superposition et paquets d'ondes

Superposition des ondes, battement, paquets d'ondes. Vitesse de phase et de groupe, dispersion. Vitesse sous- et super-luminale.

7. Interférence

Interférence des deux et des multiples faisceaux. La notion de cohérence. Plusieurs types d'interféromètres (Young, Michelson, Mach-Zehnder, Sagnac, Réseau de diffraction, Fabri-Perot) et leurs applications. Ondes stationnaires et cavités. Multiples réflexions dans des couches minces.

8. Guides d'ondes et fibres optiques

Théorie des ondes guidées, modes optiques et propagation. Guides rectangulaires en 1D et 2D. Les fibres optiques: fabrication, guidage, applications. Dispersion dans les fibres.

9. Diffraction

La théorie de la diffraction: Helmholtz, Fresnel, Sommerfeld-Kirchhoff. Diffraction de Fresnel et de Fraunhofer, solutions détaillées. Applications: lentille de Fresnel, réseau de diffraction, résolution des systèmes optiques. La théorie de l'optique de Fourier. Implications pour la résolution des images, filtrage spatial. L'holographie: Création d'hologramme, lecture d'hologramme, applications.

Mots-clés

optique, ondes électromagnétiques, polarisation, interférence, diffraction, faisceau Gaussien, fibres optiques, dispersion.

Compétences requises

Cours prérequis indicatifs

Physique générale I, II, III et IV, électromagnétisme

Concepts importants à maîtriser

Transformée de Fourier, équations de Maxwell

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Intégrer (connaître) les notions de l'optique géométrique, ondulatoire et électromagnétique
- Synthétiser (comprendre) la matière du cours
- Utiliser les équations données au cours pour résoudre des exercices
- Analyser l'opération d'un dispositif optique simple en fonction des acquis du cours

Méthode d'enseignement

Ex cathedra avec quelques démonstrations en salle, exercices

Travail attendu

La participation en classe est pratiquement indispensable pour réussir ce cours.
Il faut poser des questions pendant le cours!!!

Méthode d'évaluation

Examen oral

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Non
Autres	Moodle. e-mails, rdv à l'heure à convenir par email.

Ressources

Service de cours virtuels (VDI)

Non

Bibliographie

Hecht: Optics (Addison-Wesley). Existe aussi en français.
Saleh and Teich: Fundamentals of Photonics (J. Wiley & sons)
PPT du cours disponible sur Moodle

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Polycopiés

PPT du cours disponible sur Moodle

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-340>

PHYS-311

Particles and fundamental interactions

Marchevski Radoslav

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA6	Obl.

Language of teaching	English
Credits	4
Session	Summer
Semester	Spring
Exam	Written
Workload	120h
Weeks	14
Hours	4 weekly
Courses	2 weekly
Exercises	2 weekly
Number of positions	

Summary

General overview of current knowledge in elementary particle physics: from relativistic kinematics to the phenomenological interpretation of high-energy collisions.

Content**Introduction**

Fundamental forces and elementary constituents of matter.

Relativistic kinematics and dynamics

Lorentz transformations. Invariants and four-vectors. Conservation of energy and momentum.

Interaction of Radiation with Matter

Energy loss and Coulomb scattering of charged particles. Photon interactions with matter. Introduction to Feynman diagrams.

Particle Detection

Scintillators, counters and multi-wire gas ionization chambers, semiconductor detectors, Cherenkov detectors, electromagnetic and hadronic calorimeters.

Particle Accelerators

Linear accelerator, cyclotron, synchro-cyclotron, synchrotron, collider.

Particle Physics

Positron and antimatter. Neutrino, Pauli's hypothesis and its discovery. Pion and muon, discoveries and properties. Fermi's Golden Rule. Metastable states and resonances.

Particle Classification and Conservation Laws

Spin, isospin, baryon number, strangeness, lepton numbers.

Quark Structure of Hadrons

Quarks, gluons, and the strong interaction.

Heavy Flavors

Charm, beauty, top quark, and the tau lepton.

Weak Interaction and Vector Bosons

W and Z bosons. The Higgs boson.

Keywords

Elementary particle physics

High energy physics

Learning Prerequisites**Required courses**

- Physics IV
- Quantum mechanics I

Important concepts to start the course

-

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Explain the concepts covered in the course
- Apply correctly the concepts covered in the course
- Reason effectively using the concepts covered in the course
- Solve problems using the concepts covered in the course
- Distinguish correctly the relevant orders of magnitude in particle physics

Teaching methods

Ex cathedra and exercises in class

Assessment methods

Written exam

Supervision

Office hours	No
Assistant.e.s	Yes
Forum	Yes

Resources**Virtual desktop infrastructure (VDI)**

No

Bibliography

See moodle

Notes/Handbook

Course handout and lecture slides

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-311>

Prerequisite for

All particle physics courses at the Master's level

PHYS-200

Physics III

Dil Hugo

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA3	Obl.

Language of teaching	English
Credits	6
Session	Winter
Semester	Fall
Exam	Written
Workload	180h
Weeks	14
Hours	6 weekly
Courses	4 weekly
Exercises	2 weekly
Number of positions	

Summary

The students understand and apply the physics of fluids, and the basics of electromagnetism and electronic schemes

Content**Physics of fluids**

Fluid kinematics, Navier-Stokes equation; perfect fluid dynamics; incompressible viscous fluid dynamics; eddies; flow stability; Reynolds number; transition to turbulence

Electromagnetism

Electrostatics, electric field and potential; stationary electrical currents; RCL circuits; magnetostatics; electric and magnetic fields in matter; polarization and magnetization; time-dependent electromagnetic field; Faraday's law; Maxwell's equations; electromagnetic energy; Poynting vector; Hertz dipole.

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Formulate simplifying hypotheses of a model of a physical phenomenon
- Solve problems and applications of the treated material
- Critique the results of a model of a physical phenomenon
- Apply developed physical models to problem and application solving
- Design a model of a physical phenomenon

Teaching methods

Lectures and exercise sessions

Assessment methods

Written exam

Supervision

Office hours	Yes
Assistant.e.s	Yes
Forum	Yes

Resources**Bibliography**

Richard Phillips Feynman: The Feynman Lectures on Physics
Kip S. Thorne & Roger D. Blandford: Modern Classical Physics
David J. Griffith: Introduction to Electrodynamics

Ressources en bibliothèque

- [Find the references at the Library](#)

Références suggérées par la bibliothèque

- [The Feynman Lectures on Physics / Feynman](#)

Notes/Handbook

Course script

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-200>

Prerequisite for

Physique IV

PHYS-206

Physique IV

Ricci Paolo

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA4	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	5
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	150h
Semaines	14
Heures	5 hebdo
Cours	3 hebdo
Exercices	2 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Ondes et introduction à la relativité restreinte.

Contenu**Les ondes**

L'équation d'onde, solution de l'équation d'onde, propagation, transport d'énergie, effet Doppler, ondes de chocs, superposition d'ondes, ondes stationnaires, battements, interférences, interactions ondes-milieu de propagation : réfraction, réflexion, diffraction, diffusion.

Les ondes électromagnétiques

Spectre des ondes électromagnétique, polarisation, propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux diélectriques et conducteurs.

Introduction à la relativité restreinte

Cinématique, quantité de mouvement, énergie, collisions.

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Physique I, II et III

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Concevoir un modèle d'un phénomène physique
- Formuler des hypothèses simplificatrices d'un modèle d'un phénomène physique
- Résoudre des problèmes et applications de la matière traitée
- Critiquer les résultats d'un modèle d'un phénomène physique
- Appliquer les modèles physiques développés à la résolution de problèmes et d'applications

Méthode d'enseignement

Ex cathedra et exercices en classe

Méthode d'évaluation

Examen final écrit.

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Non
Autres	Non

Ressources**Bibliographie**

M. Alonso, E.J. Finn: Physique générale - Tome 1 et 2

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-206>

PHYS-337

Physique du solide

Brune Harald, Pivetta Marina

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA6	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	6
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	180h
Semaines	14
Heures	6 hebdo
Cours	4 hebdo
Exercices	2 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Ce cours donne une introduction à la Physique du solide, notamment à la structure cristalline, aux vibrations du réseau, aux propriétés électroniques, de transport thermique et électrique, ainsi qu'aux propriétés magnétiques. Il se situe au niveau du livre de Ashcroft & Mermin.

Contenu

La structure cristalline : réseaux de Bravais, structures cristallines courantes, types de liaisons, réseau direct, réseau réciproque, zones de Brillouin, diffraction.

La dynamique du réseau : modes normaux d'un réseau de Bravais monoatomique à 1 et à 3 dimensions, réseau avec une base, quantification des ondes élastiques, diffraction des neutrons par un cristal.

Propriétés thermiques en relation avec les phonons : chaleur spécifique du réseau, modèles de Debye et Einstein, densité de modes normaux, effets anharmoniques et conductivité thermique du réseau.

Gaz d'électrons libres de Fermi : état fondamental du gaz électronique, potentiel chimique et chaleur spécifique électronique, susceptibilité paramagnétique de Pauli, théorie de Sommerfeld de la conduction électrique et thermique dans les métaux.

Electrons dans un potentiel périodique : théorème de Bloch, électron faiblement couplé au réseau, approximation des liaisons fortes, surfaces de Fermi et structure de bande de quelques métaux.

Dynamique des électrons dans un potentiel périodique : équations de la dynamique semiclassique, conduction électrique, concept de trou et notion de masse effective, mouvement des porteurs dans un champ magnétique.

Semiconducteurs : propriétés générales, structure de bande de Si, Ge, et GaAs, niveaux électroniques d'impuretés, occupation des niveaux dans un semiconducteur intrinsèque et dopé, jonction p-n.

Propriétés magnétiques des solides : magnétisme d'un ensemble d'ions sans interaction mutuelle, susceptibilité magnétique des métaux, interaction d'échange de Heisenberg, magnétisme itinérant.

Supraconductivité : phénoménologie magnétique, thermique, électrique, théorie de London, effet Josephson.

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Physique 1 - 4

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Décrire les réseaux cristallins les plus courants
- Calculer la chaleur spécifique du réseau
- Déterminer la relation de dispersion à 1 et 3 D
- Calculer le nombre d'occupation d'un mode de vibration

- Esquisser la conductibilité thermique du réseau
- Elaborer l'origine de la structure de bande électronique
- Discriminer entre transport de chaleur par électrons et par phonons
- Différencier entre chaleur spécifique électronique et du réseau
- Exposer la conductance électrique
- Caractériser les semiconducteurs intrinsèques et dopés
- Elaborer le magnétisme des solides
- Décrire la supraconductivité

Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Dialoguer avec des professionnels d'autres disciplines.

Méthode d'enseignement

ex cathedra et exercices en classe

Travail attendu

participation aux séances d'exercices

Méthode d'évaluation

examen écrit

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Non

Ressources

Service de cours virtuels (VDI)

Non

Bibliographie

Ashcroft & Mermin: Solid State Physics
Kittel: Introduction to Solid State Physics
Hofmann: Solid State Physics, An Introduction, 3rd edition
Solyom: Fundamentals of the Physics of Solids, Volumes 1 and 2
Duan and Guojun: Introduction to Condensed Matter Physics, Volume 1

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Polycopiés

Polycopiés en Français sur site Moodle

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-337>

Préparation pour

Cours de Master en lien avec la physique du solide

PHYS-342

Physique nucléaire

Shchutska Lesya

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA5	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Introduction générale à la physique des noyaux atomiques: des états liés à la diffusion.

Contenu**Introduction**

Découverte du noyau atomique. Propriétés globale des nucléons et du noyau atomique. Energie de liaison et formule de la masse. Instabilités nucléaires. Neutrino. Violation de la parité.

Modèles nucléaires

Modèle à particules indépendantes. Nombres magiques. Modèle en couches avec interaction spin-orbite. Modèle à nucléon célibataire. Spin nucléaire et parité, moment magnétique dipolaire et moment électrique quadrupolaire. Interactions résiduelles et mélange de configurations. Modèles collectifs.

Réactions nucléaires

Diffusion et réaction, formalisme de la diffusion, ondes partielles.

Modèle du noyau composé. Description d'une résonance selon Wigner. Diagramme d'Argand

Mots-clés

Physique nucléaire

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

- Physique IV
- Quantum mechanics I

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Expliquer correctement les notions couvertes par le cours
- Appliquer correctement les notions couvertes par le cours
- Raisonner correctement en utilisant les notions couvertes par le cours
- Résoudre correctement des problèmes en utilisant les notions couvertes par le cours
- Distinguer correctement les ordres de grandeur en jeu en physique nucléaire

Méthode d'enseignement

Cours ex-cathedra + exercices en salle

Méthode d'évaluation

Examen écrit (100%)

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Oui

Ressources**Service de cours virtuels (VDI)**

Non

Bibliographie

voir site Moodle

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Polycopiés

Polycopié + transparents du cours

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-342>

Préparation pour

Utile (mais pas obligatoirement requis) pour le cours "Particules et interactions fondamentales" (PHYS-311) et les cours de Master en physique nucléaire et physique des particules.

PHYS-210

Physique numérique (pour SPH)

Decker Joan

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA4	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	6
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Pendant le semestre
Charge	180h
Semaines	14
Heures	6 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	3 hebdo
Projet	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Aborder, formuler et résoudre des problèmes de physique en utilisant des méthodes numériques élémentaires. Comprendre les avantages et les limites de ces méthodes (stabilité, convergence). Illustrer différents sujets de physique traités dans d'autres cours.

Contenu

Résolution de problèmes aux valeurs initiales et/ou aux valeurs aux bords, décrits par des équations différentielles ordinaires ou des équations aux dérivées partielles.

Introduction : discrétisation, intégration et différentiation. Différences finies. Convergence et stabilité numériques.

Evolution temporelle, problèmes à valeur initiale : Schémas d'Euler explicite, implicite et semi-implicite. Schémas symplectiques : Euler-Cromer, Stormer-Verlet. Schémas Runge-Kutta d'ordre 2 et 4. Pas de temps adaptatif. Etudes de convergence. Ordre de convergence. Analyse de stabilité. **Applications : Mouvements oscillatoires linéaires et non-linéaires, chaos. Gravitation à N corps.**

Problèmes à valeurs aux bords : Schémas de tir. Singularités. Différences finies. Méthodes itératives: Jacobi, Gauss-Seidel, surrelaxation. Elements finis: forme variationnelle, méthode de Galerkin. **Applications : Electrostatique. Chaleur stationnaire.**

Evolution spatio-temporelle : Schémas explicites. Analyse de stabilité de Von Neumann. Comparaison avec WKB. Schéma semi-implicite de Crank-Nicholson. Conservation de l'énergie et de la probabilité. **Applications :**

Advection-Diffusion. Ondes en milieux homogène et inhomogène. Equation de Schrödinger.

Plusieurs applications seront faites en exercice (projets de 2 à 4 semaines, effectués en binômes), impliquant la formulation du problème, sa discrétisation, la formulation et l'implémentation de l'algorithme dans un code de programmation, l'obtention et l'analyse des résultats, et l'écriture de rapports. Ceux-ci seront évalués et notés.

Compétences requises**Cours prérequis indicatifs**

Cours de 1^e année (Physique avancée I-II, Programmation, Informatique, Analyse avancée I-II, Algèbre linéaire avancée I-II)

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Modéliser un problème physique d'évolution temporelle ou spatio-temporelle ou spatial
- Choisir ou sélectionner une méthode numérique appropriée
- Concevoir un code numérique implémentant la méthode

- Evaluer la qualité de la solution numérique obtenue
- Composer un rapport scientifique présentant les résultats et analyses
- Comparer solution numérique et solution analytique si elle existe
- Conduire une étude de stabilité et de convergence numérique

Compétences transversales

- Utiliser les outils informatiques courants ainsi que ceux spécifiques à leur discipline.
- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Ecrire un rapport scientifique ou technique.

Méthode d'enseignement

Présentations ex cathedra, travaux dirigés

Travail attendu

Participation au cours et aux séances d'exercices. Résolution de projets impliquant la formulation analytique, les méthodes numériques et leur implémentation dans un code de calcul. Production et analyse des résultats. Soumission des rapports.

Méthode d'évaluation

Contrôle continu

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui

Ressources

Service de cours virtuels (VDI)

Oui

Bibliographie

Notes de cours

N.J. Giordano, Computational Physics, Pearson Prentice Hall 2006

F.J. Vesely, Computational Physics, an Introduction, Kluwer Academic Plenum 2001

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Polycopiés

Disponible sur le site web du cours.

Sites web

- <http://moodle/course/enrol.php?id=287>

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-210>

PHYS-338

Physique statistique

Krzakala Florent

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA5	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	6
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	180h
Semaines	14
Heures	5 hebdo
Cours	3 hebdo
Exercices	2 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Ce cours introduit les principes fondamentaux de la physique statistique, l'une des théories les plus fondamentales de la physique moderne.

Contenu

Il couvre les principes fondamentaux, les ensembles thermodynamiques, leur relation à la théorie des probabilités et aux grandes déviations, et enfin les applications aux propriétés thermodynamiques des gaz, à l'état solide, à la thermodynamique du rayonnement, à la condensation de Bose-Einstein, et aux transitions de phase.

Mots-clés

- Physique statistique
- Entropie
- Energie libre
- Grande deviations
- Ensembles microcanonique, canonique et macrocanonique
- Physique statistique quantique
- Transition de phase,
- Modele d'Ising
- Transition continue et brisure de symmetrie
- Transition discuontinue, metastabilite
- Theorie de Landau
- Introduction a la renormalization et universalite

Compétences requises**Concepts importants à maîtriser**

Probabilite, thermodynamique

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Calculer les propriétés thermodynamiques de différents systèmes physiques
- Appliquer les lois fondamentales de la thermodynamiques
- Formuler les lois de la thermodynamique et les dériver des principes de physique statistique
- Utiliser les ensembles statistiques pour faire des prédictions

Compétences transversales

- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.

Travail attendu

Résoudre les exercices soi-même. Préparer les petites classes et les exercices numériques

Méthode d'évaluation

Examen final écrit (70%) + Devoirs réguliers (30%)

Ressources

Bibliographie

Physique statistique : Des processus élémentaires aux phénomènes collectifs de Christophe Texier (Auteur), Guillaume Roux (Auteur)

Physique statistique Bernard Diu (Auteur), Danielle Lederer , Bernard Roulet

Physique quantique : Introduction - Cours et exercices corrigés de Christian Ngô , Hélène Ngô

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/PHYS-338>

MATH-233

Probabilités et statistique

Stensrud Mats Julius

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA3	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Le cours fournit une initiation à la théorie des probabilités et aux méthodes statistiques pour physiciens.

Contenu

Probabilités : notions de base, algèbre d'événements, axiomes de Kolmogorov, cas finis et infinis, probabilités conditionnelles, indépendance, indépendance conditionnelle.

Variables et vecteurs aléatoires : définition, fonctions de répartition et de densité, lois conditionnelles, transformations, espérance, variance, covariance, corrélation, moments, fonctions génératrices, fonctions caractéristiques, entropie.

Lois discrètes et continues : Lois de bases telles que Bernoulli, binomiale, Poisson, géométrique, normale, exponentielle, le formalisme de la famille exponentielle.

Théorèmes limites : notions de convergence stochastique, loi des grands nombres, théorème central limite, méthode delta.

Introduction aux statistiques : populations et échantillons, inférence statistique, approches paramétriques et non paramétriques, points de vue fréquentiste et bayésien.

Estimation : estimation ponctuelle, biais, erreur quadratique moyenne, inégalité de Cramér-Rao, estimateur du maximum de vraisemblance, propriétés asymptotiques.

Intervalle de confiance et tests d'hypothèses : intervalles de confiance unilatéraux et bilatéraux, pivots et pivots approximatifs, tests d'hypothèses, dualité entre intervalles et tests.

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

Analyse I, Analyse II, Algèbre linéaire.

Cours prérequis indicatifs

Notions de calcul différentiel et intégral

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Exposer le contenu du cours.
- Etablir une stratégie pour résoudre un problème de probabilités /statistique
- Utiliser les règles liées à la manipulation de variables aléatoires
- Interpréter les théories exposées dans le cours.
- Proposer un modèle pour expliquer un phénomène
- Appliquer les règles du calcul de probabilités.

- Appliquer les idées de statistiques à des données

Compétences transversales

- Persévérer dans la difficulté ou après un échec initial pour trouver une meilleure solution.
- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.

Méthode d'enseignement

Cours ex cathedra, exercices en classe

Travail attendu

Se préparer au cours et faire les séries d'exercices.

Méthode d'évaluation

Ecrit (mid-term, examen finale)

Encadrement

Office hours	Non
Assistant.e.s	Oui
Forum électronique	Oui

Ressources

Bibliographie

- **Introduction à la théorie des probabilités** de Robert C. Dalang et Daniel Conus, Presses polytechniques et universitaires romandes. (Open Access)
- **Statistique pour mathématiciens** de Victor M. Panaretos, Presses polytechniques et universitaires romandes. (Open Access)

Ressources en bibliothèque

- [Retrouver les références à la Bibliothèque](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/MATH-233>

Préparation pour

Statistique théorique et appliquée, analyse des données, mécanique quantique, et des cours professionnels utilisant la statistique

PHYS-207

Quantum mechanics I

Banerjee Mitali

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA4	Obl.

Language of teaching	English
Credits	5
Session	Summer
Semester	Spring
Exam	Written
Workload	150h
Weeks	14
Hours	5 weekly
Courses	3 weekly
Exercises	2 weekly
Number of positions	

Summary

The objective of this course is to familiarize the student with the concepts, methods and consequences of quantum physics.

Content

1. A bit of history: the crisis of classical physics. Black body radiation, photo electric effect, Compton effect.
2. Rutherford's experiment, Bohr atom, de Broglie hypothesis.
3. The Stern and Garlach experiment: quantum states and spin 1/2
4. The axioms of quantum physics: state vectors, operators, measurement, representations
5. Continuous degrees of freedom: translation operator and canonical quantization
6. Time evolution: Schrödinger's equation and Heisenberg's point of view
7. Some simple problems in one dimension
8. Central potentials, angular momentum and hydrogen atom
9. Addition of angular momentum

Keywords

Quantum mechanics, Schrödinger equation, Heisenberg uncertainty principle, wave function, harmonic oscillator, hydrogen atom, spin, entanglement

Learning Prerequisites**Required courses**

Basic physics and mathematics undergraduate courses

Important concepts to start the course

Strong working knowledge of calculus and linear algebra (covered in basic math courses).

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Compare Schrödinger's and Heisenberg's viewpoints on quantum physics

- Derive Heisenberg's uncertainty principle
- Characterize the amount of entanglement in a two-spin system
- Contextualise the postulates of quantum physics
- Explain the difference between classical and quantum physics
- Solve the quantum harmonic oscillator with the ladder operator method
- Interpret the measurement process in quantum physics
- Solve Schroedinger's equation for problems in 1,2 and 3 dimensions

Teaching methods

Ex cathedra. Exercises prepared in class.

Expected student activities

Students are expected to regularly attend the theory lectures and the exercise lectures. They are also expected to complete the exercises that are given on a weekly basis, as well as regularly study the learning material offered by the professor (lecture notes, exercises solutions etc).

Assessment methods

Written exam

Resources

Bibliography

The key reference is :

1. "Concepts of Modern Physics" (5th edition), Arthur Beizer (McGraw-Hill Education)
- 2 "Modern Quantum Mechanics" (2nd edition), J.J. Sakurai, J. Napolitano (Cambridge University Press, 2017)

Other books can be occasionally consulted, most notably

3. "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann) [Also available in English]

Ressources en bibliothèque

- [Find the references at the Library](#)

Notes/Handbook

Lecture notes will be given at the beginning of the course

Moodle Link

- <https://go.epfl.ch/PHYS-207>

PHYS-314

Quantum physics II

Holmes Zoë

Cursus	Sem.	Type
Physics	BA5	Obl.
Quantum Science and Engineering	MA1, MA3	Opt.

Language of teaching	English
Credits	6
Session	Winter
Semester	Fall
Exam	Written
Workload	180h
Weeks	14
Hours	5 weekly
Courses	3 weekly
Exercises	2 weekly
Number of positions	

Summary

The aim of this course is to familiarize the student with the concepts, methods and consequences of quantum physics.

Content

1. A recap of basic quantum mechanics
2. Elements of theory for multi-electron atoms and molecules
3. No-go theorems to understand the difference between classical and quantum physics
4. Mixed states, reduced states, measurement and decoherence
5. Identical particles: fermions and bosons
6. Time-independent perturbation theory
7. Time-dependent perturbation theory
8. Variational principle
9. Symmetries and conservation laws in quantum mechanics
10. Elements of group representation theory and its application to quantum mechanics

Keywords

Quantum mechanics, Schrödinger equation, Heisenberg's uncertainty principle, wave function, harmonic oscillator, spin, angular momentum, perturbation theory, quantum entanglement, Bell's theorem, identical particles, second quantization, density operator, density matrix, quantum information, Hartree-Fock.

Learning Prerequisites**Required courses**

INDICATIVE PREREQUISITE COURSES Quantum Physics I

Basic undergraduate physics and mathematics courses

Important concepts to start the course

Solid and practical knowledge of analysis and linear algebra (covered in basic mathematics courses) is required.

Learning Outcomes

By the end of the course, the student must be able to:

- Explain the difference between a pure state and a mixed state
- Compute the reduced density matrix on a subsystem of a state
- Argue against local realism

- Compute physical quantities using time-independent perturbation theory.
- Compute physical quantities using time-dependent perturbation theory.
- Explain the difference between fermions and bosons
- Infer conservation of physical quantities from the properties of invariance
- Interpret a basic quantum circuit

Teaching methods

Lectures and exercise classes.

Expected student activities

Attendance in class. Solving exercise sets during exercise hours. Regularly reviewing lecture notes at home.

Assessment methods

Final written exam

Resources**Moodle Link**

- <https://go.epfl.ch/PHYS-314>

PHYS-343

Systèmes complexes

Wyart Matthieu

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA6	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Ce cours montre comment des concepts physiques connus (entropie, transitions de phase) et nouveaux (verres, percolation, réaction de type avalanche) peuvent être utilisés dans divers domaines (y compris l'informatique, les neurosciences, les sciences sociales).

Contenu

Le cours présente des concepts physiques clés - à la fois classiques, tels que l'entropie et les transitions de phase, et modernes, tels que les verres, la percolation et les réponses de type avalanche - et explore leurs applications dans divers domaines, notamment l'informatique, les neurosciences et les sciences sociales. Le cours couvre des sujets fondamentaux tels que les marches aléatoires, la dynamique de Langevin et les modèles de diffusion ; la structure et la résilience des réseaux du monde réel ; les phénomènes critiques tels que la percolation dirigée et la criticité auto-organisée ; et les concepts fondamentaux de la théorie de l'information tels que l'entropie de Shannon, l'information mutuelle et les codes correcteurs d'erreurs.

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Développer des compétences analytiques et informatiques
- Modéliser des systèmes complexes dans toutes les disciplines
- Résoudre des processus stochastiques
- Analyser la structure et la dynamique des réseaux
- Contextualiser des phénomènes critiques tels que la percolation et les avalanches
- Quantifier l'incertitude et l'efficacité de la communication à l'aide de l'entropie et de l'information mutuelle

Travail attendu**Méthode d'évaluation**

Examen écrit

Ressources**Liens Moodle**

- <https://go.epfl.ch/PHYS-343>