

Année universitaire 2019-2020

Mention « Physique » de la licence de Sciences, Technologies, Santé Niveau L2

Site : www.licence.physique.sorbonne-universite.fr

Des plus lointaines galaxies aux composants ultimes de la matière en passant par notre environnement quotidien, la physique porte sur notre monde un regard essentiel. Discipline fondamentale, elle étend son champ d'application à la quasi-totalité des sciences expérimentales, à l'économie, aux neurosciences, ...

Faire des études en physique c'est former son esprit à une démarche originale entrelaçant sans cesse observation, expérimentation, modélisation et réflexion théorique.

La licence mention physique propose une formation générale en physique, étalée sur deux ans, dans ses aspects à la fois théoriques et expérimentaux, fondamentaux et appliqués. Elle a vocation à préparer les étudiants à la poursuite d'études dans des écoles d'ingénieur ou au sein de masters où la physique tient une place importante.

Cette diversité ne doit pas cacher des objectifs et une démarche commune à tous les parcours :

- l'apprentissage des fondements de la physique contemporaine
- la place très importante donnée à la démarche expérimentale
- l'ouverture aux disciplines voisines et aux applications de la physique
- le souci de professionnalisation et du développement des compétences transverses à travers des UE de langue, d'informatique, d'insertion professionnelle, de culture, de stage
- la mise en place d'une démarche qualité à travers les questionnaires et les comités de pilotage
- le suivi personnalisé des étudiants avec des entretiens individuels à l'issue de chaque semestre et un accompagnement lors des choix d'orientation.

Ce document vous présente **l'année L2** de la licence de physique avec ses objectifs généraux, ses choix de mineures et de bidisciplinaires intensives, ses débouchés, les publics visés, les spécificités de chaque orientation et parcours et leur organisation pédagogique.

Les objectifs de la formation

Connaissances : Le premier souci du département de la licence mention « Physique » est de former des étudiants à la complexité de la démarche du physicien, entretenant sans cesse observation, expérimentation, modélisation et réflexion théorique. Cette formation repose d'abord sur l'acquisition de connaissances de base issues d'un *large spectre en physique* : mécanique du point et du solide, optique géométrique et optique physique, électricité et électromagnétisme, ondes, thermodynamique et états de la matière, ainsi qu'une première introduction à la relativité, à la mécanique quantique et à la physique statistique. Chaque UE associée conjugue de façon équilibrée le cadre conceptuel, le formalisme, la phénoménologie et l'expérimentation. Afin de pleinement exploiter ces connaissances, l'étudiant qui se destine à une profession de physicien a besoin, d'une part, et afin de maîtriser le formalisme, de l'aisance conférée par les mathématiques, d'autre part de la puissance de l'informatique. Aussi l'enseignement des *mathématiques* et de *l'outil numérique* figure en bonne place dans la formation, en particulier dans l'orientation mono-disciplinaire. Pour mieux cerner la place privilégiée qu'occupe la physique dans l'univers des sciences, l'étudiant doit acquérir selon ses goûts ou aptitudes, les *rudiments d'une ou de plusieurs disciplines aux frontières de la physique* : chimie, électronique, environnement, sciences de la Terre, ... comme le propose notamment l'orientation majeure de physique adossée à une mineure d'une autre discipline (mathématiques, chimie, mécanique, biologie, ...). Cela est d'autant plus crucial s'il envisage des métiers où la physique intervient comme outil. Enfin, l'expérimentation ne devient pertinente et opératoire qu'avec des connaissances élémentaires sur *la mesure, le traitement des données et l'instrumentation*.

Compétences : A l'issue de la licence, près de la moitié de nos diplômés ne poursuivent pas leurs études dans une filière de physique. Ils trouvent naturellement leur place en mécanique, électronique, sciences de l'univers, chimie, géologie, ... sans doute parce que les études de physique, outre leur intérêt propre, permettent le développement d'un grand nombre de compétences transversales et transférables. La licence mention physique rendra plus explicite auprès des étudiants ses exigences sur ce point.

Le diplômé devra être ainsi capable *d'analyser, de modéliser et de résoudre des problèmes simples de physique, en mobilisant des ressources variées*, et d'abord ses propres connaissances et aptitudes. En particulier, il doit être en mesure de *proposer des analogies, de faire des estimations d'ordres de grandeur, d'en saisir la signification et de s'autoriser un regard critique*. Au niveau licence, on ne peut exiger de l'étudiant l'aptitude à un travail totalement autonome, ni à une gestion de projet. Néanmoins, dans un environnement cadré, il doit déjà pouvoir avec le soutien de ses encadrants et éventuellement *au sein d'une équipe, mener une recherche bibliographique, apprendre par lui-même, réaliser, contrôler et exploiter un montage expérimental simple ou un code informatique de résolution numérique*. Il doit être capable de *rendre compte de son travail, sous forme orale ou écrite*, y compris à des interlocuteurs non spécialistes, en particulier à ceux des disciplines frontières.

Pour développer ces compétences, le département favorisera dans la mesure du possible les enseignements construits au moins en partie sur la réalisation d'études de cas ou de projets par l'étudiant et qui donnent lieu à des comptes rendus, des rapports et/ou des soutenances. Leur évaluation permettra à l'étudiant de mieux prendre conscience des compétences que l'on attend de lui trop souvent implicitement.

Débouchés : La formation est d'abord conçue pour permettre, quelle que soit l'orientation (mono-disciplinaire, majeure/mineure, bidisciplinaire intensive), la poursuite d'études dans un master de physique mais aussi dans des masters de domaines frontières comme les sciences de l'ingénieur (mono-disciplinaire, majeure physique-mineure mécanique ou mineure mathématiques). L'orientation majeure physique/mineure chimie est bien adaptée aux masters où la physique n'est pas exclusive dans la formation (chimie spécialité chimie-physique, sciences de la Terre, de l'univers, environnement, ...). Les concours de recrutement, principalement ceux de l'Éducation Nationale (CAPES de physique et chimie, agrégation de physique, professeur des Écoles) sont envisageables après un parcours adapté, en particulier le parcours majeure physique/mineure chimie. La licence mention physique permet aussi une entrée sur titre dans certaines grandes écoles. Enfin, pour les étudiants qui visent des études plus courtes, elle offre des possibilités d'insertion professionnelle au niveau technicien de laboratoire ou assistant ingénieur grâce aux compétences acquises, notamment via la licence professionnelle LIOVIS.

Le tableau ci-dessous indique quelle mineure choisir en fonction de son projet de formation si on s'inscrit en licence de physique :

	Physique	Mathématique	Chimie	Mécanique	EEA	Biologie	Géosciences	Informatique	Sciences Humaines
Parcours intensifs	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI		OUI		
Master physique générale	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Master physique fondamentale	X	X							
Master SDI	(X)			X	X				
Master SDUEE	(X)						X		
Enseignement			X						(X)
Grandes Ecoles	X	X	X	X	X	?	?	?	?
Master aux interfaces			X	X	X	X	X		
Médiation ou communication			(X)						X
Mobilité internationale	X								

Que contient cette plaquette ?

Ce document décrit les différents parcours offerts aux étudiants au niveau L2 de la licence de physique de SORBONNE UNIVERSITE.

Il s'agit d'abord de l'organisation de la mention au niveau L2. Viennent ensuite une sélection d'adresses utiles pour les étudiants quel que soit leur parcours : il faut cependant noter que pour les questions pédagogiques, leurs interlocuteurs privilégiés sont outre le secrétariat, les directeurs de la licence ainsi que le responsable du niveau L2. Pour conclure les aspects généraux, est présentée l'UE partagée par tous : l'UE de langue et d'OIP.

La licence mention physique a fait évoluer en 2014 son offre de formation en L2. Désormais, vous pouvez associer à une **majeure physique** :

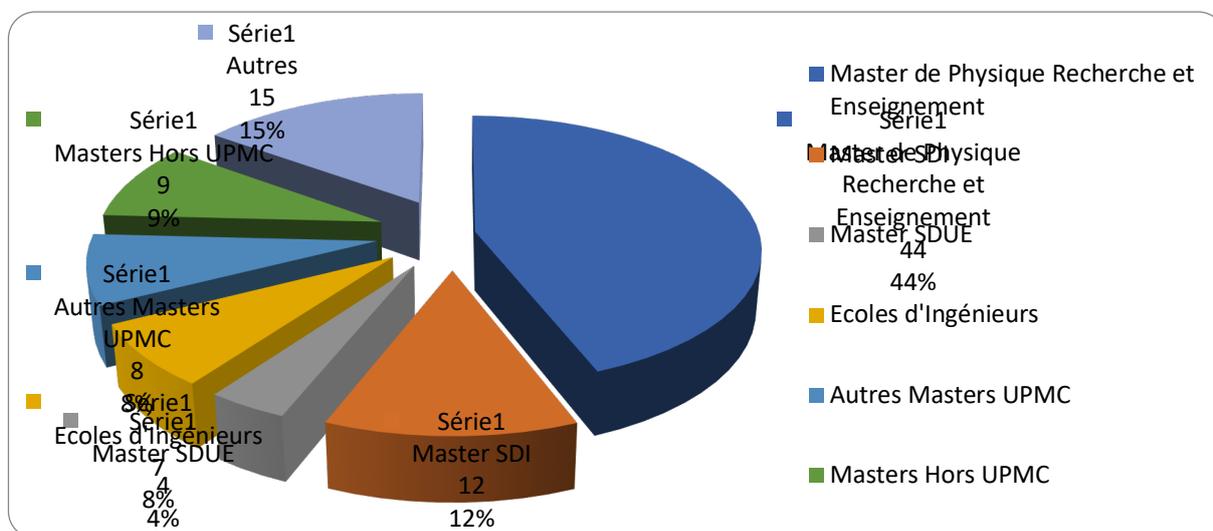
- une **complémentaire** de physique, standard à 30 CE par semestre ou intensif à 36 CE par semestre, pour un parcours **mono-disciplinaire** de physique ;
- une **mineure** dans une autre mention de licence, 30 CE par semestre, pour un parcours **bi-disciplinaire** ;
- une **majeure** dans une autre mention de licence, 36 CE par semestre pour un parcours **bidisciplinaire intensif**.

Au sujet des débouchés

Il est entendu que les étudiants préparant le niveau L2 poursuivent leurs études au niveau L3 de la licence de physique afin d'obtenir le diplôme de licence mention physique et au-delà poursuivre leurs études. Ci-dessous figurent les résultats d'une enquête sur le devenir des étudiants titulaires de la licence de physique en 2014. La licence de physique permet la poursuite d'études

- dans un master de physique, par exemple le master de physique et applications de SORBONNE UNIVERSITE
- dans une école d'ingénieur généraliste.

Débouchés pour les diplômés hors ENS et hors PAD sur les 4 dernières années



Direction de la mention physique

Directeur :

Sébastien PAYAN, Professeur
sebastien.payan@sorbonne-universite.fr

Directeur-adjoint :

Sylvain GIGAN, Professeur
sylvain.gigan@sorbonne-universite.fr

Directeur des études et responsable de l'orientation et de l'aide à l'insertion :

Paulo ANGELO, Maître de Conférences
paulo.angelo@sorbonne-universite.fr

Responsable administrative :

Annie DALONGEVILLE, Couloir 23-33, Étage 1, Bureau 108
annie.dalongeville@sorbonne-universite.fr

Scolarité administrative

Antoinette OUEDRAOGO, Couloir 23-33, Étage 1, Bureau 102
antoinette.ouedraogo@sorbonne-universite.fr

Responsables du niveau L2

Sandra NINET, Maître de Conférences
sandra.ninet@sorbonne-universite.fr

Benjamin FUKS, Professeur
benjamin.fuks@sorbonne-universite.fr

Secrétariat pédagogique du niveau L2

Quel que soit le parcours,

Corinne SANDANASSAMY, Couloir 23/33, Étage 1, Bureau 110
corinne.sandanassamy@sorbonne-universite.fr

Plate-forme expérimentale

Couloir 23/33 – Étage 1
Couloir 33/32 et 33/22 – Étage 1

Responsables :

Tristan BRIANT, Maître de Conférences
tristan.briant@sorbonne-universite.fr

Vincent DUPUIS, Maître de Conférences
Vincent.dupuis@sorbonne-universite.fr

La vie étudiante

Service Orientation Insertion (SOI)

Atrium – Niveau St-Bernard *(un accès est également possible par la bibliothèque de l'Atrium)*

Tél. 01 44 27 33 66

sciences-dfipve-soi@sorbonne-universite.fr

Le Département des Activités Physiques et Sportives (DAPS)

Bâtiment B – 1^{er} étage

Tél. 01 44 27 59 95

DAPS@sorbonne-universite.fr

Le Département des langues

Couloirs 43-53 , 1^{er} étage sur le campus Jussieu

Tél. 01 44 27 34 67 (L2) et 01 44 27 42 70 (L3)

Le Service Handicap Santé Etudiant (SHSE)

Tour 22-33, niveau Jussieu

Tél. 01 44 27 75 15 / 46 31

shse@sorbonne-universite.fr

La Direction de la Vie Étudiante (DVE)

Patio 23/34, Campus Pierre et Marie Curie

Tél. 01 44 27 60 60

dve@sorbonne-universite.fr

Le pôle Gestion de la Mobilité

Tour Zamansky – Étage 16

Tél. 01 44 27 26 74

relations.internationales@sorbonne-universite.fr

La bibliothèque des licences

Patios 33/54, RDC

bibgbe@sorbonne-universite.fr

Les langues en licence de physique

Responsable du département des langues : Jenifer CHAUMONT

Chaque étudiant de la licence de physique doit choisir une UE de langue de 3 CE parmi les langues suivantes : anglais, allemand, espagnol, russe et chinois. Cet enseignement est organisé par le département des langues avec les modalités suivantes.

Volumes horaires : 24 h

Nombre de crédits de l'UE : 3 CE

Période où l'enseignement est proposé : voir selon le parcours ou l'orientation

Objectifs de l'Unité d'Enseignement

Bonne compréhension orale

1. Comprendre un discours télévisuel informatif et argumentatif ;
2. Repérage de l'information ;

Bonne compréhension écrite

3. Apprendre à lire de façon stratégique en localisant l'information requise dans un texte ;
4. Initiation à la spécificité du texte scientifique, au raisonnement, à la description de l'observation et à la rigueur de la démonstration.

Organisation pédagogique

Exercices de lecture, d'explication de textes et de rédaction variés.

Analyse et synthèse de documentations.

Exercices de communication orale.

Initiation au débat dirigé.

Commentaires audio et vidéo.

L'Orientation et l'Insertion Professionnelle en L2

Une UE d'orientation et d'insertion professionnelle (2PO11 décrite plus loin dans ce document a pour objectif de permettre à l'étudiant de finaliser un choix d'orientation en vue d'un projet professionnel, de démarrer un réseau relationnel, et de démarrer une démarche personnelle de veille relative à son projet professionnel.

De plus, l'équipe pédagogique (directeur des études, responsables de parcours) est à votre écoute pour vous aider dans vos choix de formation, de réorientation. Une permanence est organisée une fois par semaine, en général le mardi midi. C'est l'occasion de venir les rencontrer et d'échanger sur votre projet.

Faire un stage en L2

Contact : Sébastien PAYAN, sebastien.payan@sorbonne-universite.fr

Nous incitons les étudiants de L2 à effectuer un stage à caractère scientifique pendant leurs vacances d'été (ou à un autre moment où ils sont disponibles). La réglementation ne permet plus à l'étudiant de valider un tel stage pour son parcours au niveau L3. Cependant, effectuer un stage dès l'été vous permet d'étoffer votre CV et de développer votre réseau.

Quelles sont les conditions pour pouvoir faire valider son stage ? D'abord contactez le responsable des stages pour s'assurer que le stage respecte bien le cahier des charges de la licence de physique : le stage doit présenter un caractère scientifique marqué, et mettre en œuvre les connaissances et compétences des physiciens ; la durée, les lieux et conditions du stage doivent être clairement explicités et seront mentionnés

dans la convention de stage SORBONNE-UNIVERSITE que vous serez amené à renseigner. En particulier, les coordonnées de l'encadrant seront fournies : il sera sollicité pour transmettre son avis sur le stagiaire ; le stage donnera lieu à la rédaction d'un rapport dans les conditions qui seront précisées sur la page web qui leur est dédiée :

http://www.licence.physique.sorbonne-universite.fr/fr/qualification_professionnelle/stages.html En revanche, il n'y a pas de conditions quant à la nature du stage : il peut se dérouler dans un laboratoire de recherche, dans une entreprise, dans une association de promotion de la culture scientifique, dans un établissement scolaire (si le stage a lieu hors vacances scolaires) ... l'important est qu'il y ait de la physique.

Ensuite, selon la durée ou la nature du stage, le stage est validé par une UE à 1, 2 crédits.

Parcours mono-disciplinaires de physique

La **mono-disciplinaire** de physique est proposée aux étudiants qui expriment précocement, après une première année post-bac, le souhait de placer la physique au cœur de leurs études. Le cursus en physique est intense afin de satisfaire aux standards nationaux et internationaux et fait toute sa place au formalisme, à la physique de la lumière et à la physique microscopique, domaines d'excellence de la recherche en physique à SORBONNE-UNIVERSITE et particulièrement formateurs quelque soit votre projet professionnel.

Le programme introduit dès le L2 les grands ensembles constitutifs de la physique qui seront ensuite développés au niveau L3 : physique ondulatoire, électromagnétisme et mécanique quantique. La relativité restreinte est aussi abordée. L'enseignement des mathématiques occupe une part significative dans la formation afin que les étudiants puissent dominer le formalisme qui accompagne les théories physiques. L'UE *Physique expérimentale 1* et les travaux pratiques de la plupart des UE permettent d'illustrer le cours et de former les étudiants à la démarche expérimentale.

Le parcours **mono-disciplinaire intensif**, avec des contrats semestriels étendus à 36 CE, permet d'atteindre les meilleurs standards nationaux et internationaux grâce à des UE d'approfondissements en physique et un choix plus large d'options. Il sera proposé aux étudiants ayant fait la preuve de leur motivation et de leurs capacités académiques.

Conditions d'accès en mono-disciplinaire standard

- étudiants SORBONNE-UNIVERSITE issus du cursus L1-PCGI
- étudiants SORBONNE-UNIVERSITE issus du cursus L1-MIPI ayant suivi l'UE *Physique du mouvement*
- étudiants issus de classes préparatoires MPSI et PCSI à condition d'avoir obtenu un avis de passage favorable en seconde année CPGE
- étudiants des autres universités ayant validés un L1 Physique ou Sciences de la matière ou l'équivalent

Si vous ne souscrivez pas aux conditions ci-dessus mais que vous êtes motivés pour vous inscrire en **mono-disciplinaire** de physique, renseignez vous auprès de l'équipe pédagogique : des aménagements pourront vous être proposés après examen de votre dossier.

Mono-disciplinaire standard

Parcours standard (30 ECTS par semestre)									
Mention Licence Physique									
Majeure physique						Complément physique			
S3	Energies et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)		Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)	Ondes (2P011)		Physique expérimentale 1 (2P012)	
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Méthode mathématiques 2 (2P020)			Anglais (2XAN1)	Calcul scientifique et modélisation (2P022)	Quanta et relativité (2P024)	
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 2 (3P015)		Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Physique numérique (3P002)		Mécanique quantique (3P001)	
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022)		Structure de la matière (3P004)		Stage (3P005)	Option	
	9 ECTS		6 ECTS		6 ECTS		6 ECTS		6 ECTS

Mono-disciplinaire intensif

Parcours sous conditions d'accès (36 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

	Majeure physique			Complément physique		Surcomplément phys.
S3	Energie et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)	Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientaton et Insertion Professionnelle (2P011)	Ondes (2P011)	Physique expérimentale 1 (2P012)	Histoire et Philosophie des Sciences (1PM02)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)	Méthode mathématiques 2 (2P020)	Anglais (2XAN1)	Calcul scientifique et modélisation (2P022)	Quanta et relativité (2P024)	Compléments de physique (2P032)
S5	Thermodynamique et aspects statistiques (3P003)	Physique expérimentale 2 (3P015)	Anglais 3 (3XAN1)	Physique numérique (3P002)	Mécanique quantique (3P001)	Méthodes mathématiques 3 (3P010)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)	Projet (3P022)	Structure de la matière (3P004)	Stage (3P005)	Projet en autonomie (3P024)	Option
	9 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS

Parcours majeure-mineure ou bi-disciplinaire

La **majeure de physique adossée à une mineure d'une autre discipline** est proposée aux étudiants qui souhaitent acquérir au cours de leur licence une double compétence. Une compétence principale en physique, et une compétence moindre dans une autre discipline. Ces cursus bi-disciplinaires s'appuyant sur la physique sont intenses car l'étudiant doit acquérir toutes les bases de la physique (avec une place non négligeable au formalisme, à la physique de la lumière et à la physique microscopique, ...) et une grande partie des bases de la discipline mineure. Ces parcours donnent accès après la licence aux mêmes débouchés que le parcours mono-disciplinaire, mais également à une partie des débouchés de la discipline mineure.

Le programme de la majeure introduit dès le L2 les grands ensembles constitutifs de la physique qui seront ensuite développés au niveau L3 : physique ondulatoire, électromagnétisme et mécanique quantique. Dans certains parcours, la relativité restreinte est aussi abordée. L'enseignement des mathématiques reste présent dans la formation afin que les étudiants puissent dominer le formalisme qui accompagne les théories physiques. L'UE *Physique expérimentale 1* et les travaux pratiques de la plupart des UE permettent d'illustrer le cours et de former les étudiants à la démarche expérimentale.

Certains parcours préparent bien les étudiants à certains métiers ou formations : physique et chimie pour l'enseignement ou les sciences des matériaux, physique et mathématiques pour la modélisation, physique et géosciences pour la climatologie, ...

Physique et mathématiques

Parcours standard (30 ECTS par semestre) Mention Licence Physique					
Majeure physique				Mineure mathématiques	
S3	Energie et entropie (2P003)	Ondes (2P011)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P01)	Séries de fonctions, Séries de Fourier, Intégrales généralisées (2M360)	
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)	Quanta et relativité (2P024)	Calcul scientifique et modélisation (2P022)	Algèbre linéaire 2, espaces vectoriels euclidiens, isométries affines (2M371)	
S5	Thermodynamique et aspects statistiques (3P003)	Mécanique quantique (3P001)	Anglais 3 (3KAN1)	Probabilités élémentaires (3M245)	Topologie et calcul différentiel (3M260)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)	Structure de la matière (3P004)	Option ou stage (3P023)	Equations différentielles : éléments d'analyse et approximation numérique (2M310)	
	9 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	3 ECTS	9 ECTS

Physique et chimie

Parcours standard (30 ECTS par semestre) Mention Licence Physique					
Majeure physique				Mineure chimie	
S3	Physique du mouvement (2P004)	Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P01)	Thermodynamique appliquée à la chimie (2C011)	Relations structure-propriétés en chimie inorganique (2C012)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)	Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Liaisons intramoléculaires et réactivité (2C001)	Relations structure-propriétés en chimie organique (2C002)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3KAN1)	Electrochimie (3C011)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)	Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)	Physique quantique (3P020)	Spectroscopies atomiques et moléculaires (3C041)	Chimie moléculaire (3C032)
	9 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	3 ECTS	6 ECTS

Physique et mécanique

Parcours standard (30 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

Majeure physique					Mineure mécanique			
S3	Energie et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)		Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)	Programmation pour le calcul scientifique (2A005)		Statique et dynamique des fluides (2A004)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)		Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	Transferts thermiques (2A102)	Statique et dynamique des solides indéformables (2A001)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Méthodes numériques pour la mécanique (3A005)		Base de la mécanique des milieux continus (3A004)	
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)		Physique quantique (3P020)			
9 ECTS			6 ECTS		6 ECTS			
					3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS	

Physique et géosciences

Parcours standard (30 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

Majeure physique					Mineure géosciences			
S3	Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)		Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)	Minéralogie Pétrologie Magmatisme (2T302)	Terrain 1 / Bibliographie (2T303)	Cartographie - SIG (2T321)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)		Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	Géophysique Océan-Atmosphère-Climat (2T401)	Bases de Sédimentologie (2T403)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Géochimie (3T501)		Terrain 2 (3T503)	Géodynamique (3T504)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)		Physique quantique (3P020)			
9 ECTS			6 ECTS		6 ECTS			
					3 ECTS	6 ECTS	3 ECTS	

Physique et EEA

Parcours standard (30 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

Majeure physique					Mineure EEA			
S3	Energie et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)		Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)	Sources d'énergie électrique et capteurs (2E102)		Fonctions élémentaires de l'électronique (2E100)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)		Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	Matlab applications en électronique (2E202)	Electronique numérique combinatoire et séquentielle (2E200)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Signaux et systèmes (3E100)		Réseaux électriques intelligents et gestion de l'énergie (3E104)	
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)		Physique quantique (3P020)			
9 ECTS			6 ECTS		6 ECTS			
					3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS	

Physique et biologie

Parcours standard (30 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

Majeure physique					Mineure biologie			
S3	Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)		Génétique 1 (2V311) ou Ecologie générale (2V310)	Biochimie : Métabolisme (2V313)	Organisation Fonctionnelle des Animaux (2V312)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)		Biologie Cellulaire (2V404)	Physiologie des signalisations neuronale et hormonale (2V415)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)		Microbiologie (3V518) ou Immunologie (3V519)	Biochimie: Enzymologie approfondie (2V513)	Neurophysiologie intégrative et physiologie des grandes fonctions (3V515)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)	Physique quantique (3P020)			Biologie Végétale (3V617) ou Ecologie (3V610)	Génétique et Biologie Moléculaire (3V611) ou Biologie Animale (3V612)
9 ECTS			6 ECTS		6 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS

Physique et informatique

Parcours standard (30 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

Majeure physique					Mineure informatique			
S3	Energie et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)		Eléments de programmation par objets avec JAVA (2I002)		Structures discrètes (2I005)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)		Machine et représentation (2I014)	Introduction aux bases de données relationnelles (2I009)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)		Programmation et structures de données en C (2I001)		Initiation à l'algorithmique (2I003)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)	Physique quantique (3P020)			Intro. aux systèmes d'exploitation (2I015)	Projet (2I013)
9 ECTS			6 ECTS		6 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS

Physique et SHS

Parcours standard (30 ECTS par semestre)
Mention Licence Physique

Majeure physique					Mineure SHS				
S3	Energie et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)	6 Mineures SHS proposées				
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	1) Mineure EDS : Enseignement et Didactique des Sciences 2) Mineure MS : Médiation Scientifique 3) Mineure HPST : Histoire et Philosophie des Sciences et Technologie 4) Mineure ISP : Innovation en Santé Publique 5) Mineure Gestion 6) Mineure PSRN : Patrimoine Sociétés Relations Nord-Sud			
S5	Du microscopique au macroscopique (3P014)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Détail de chaque mineure : Voir détail ci-dessous				
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet ou stage approfondi (3P022 ou 3P023)	Physique quantique (3P020)		3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS

Mineure SHS Enseignement et Didactique des Sciences				
S3	Stage d'Accompagnateur Scientifique (SACS) (2H001)	Français Technique d'Expression et de Communication (2H002)	Introduction à l'Histoire des Sciences et Techniques (2H003)	
S4		Sport et Santé (2H004)	Numérique et Internet (2H005)	
S5	Mathématiques ou Introduction à la philosophie des Sciences	Projet UniverCités 1	Enseignement et didactique des Sciences	
S6		Introduction à la Psychologie de l'enfant	Communiquer en anglais sur un sujet de sciences	Histoire et Géographie
	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS

Mineure SHS Innovation en Santé Publique				
S3	L'odyssée du médicament : de la molécule au patient	Introduction aux problématiques de Santé publique		
S4		Ingénierie Biomédicale		
S5	En cours d'élaboration			
S6	En cours d'élaboration			
	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS

Mineure SHS Médiation scientifique				
S3	Stage d'Accompagnateur Scientifique (SACS) (2H002)	Français Technique d'Expression et de Communication (2H002)	Introduction à l'Histoire des Sciences et Techniques (2H003)	
S4		Médiation scientifique 1 (2H006)	Numérique et Internet (2H005)	
S5	Introduction à la Philosophie des Sciences	Projet UniverCités 1	Médiation scientifique 2, stage	
S6		Projet UniverCités 2	Communiquer en anglais sur un sujet de sciences	Sociologie
	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS

Mineure SHS Gestion				
S3	Microéconomie		Histoire des Entreprises	
S4		Finance et Comptabilité	Stratégie d'entreprise	
S5	En cours d'élaboration			
S6	En cours d'élaboration			
	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	3 ECTS

Mineure SHS Histoire et Philosophie des Sciences et des Techniques				
S3	Introduction à la Philosophie des sciences (2H007)		Introduction à l'Histoire des Sciences et Techniques (2H003)	
S4		Sujets choisis 1 en HPST (2H008)	Médiation scientifique 1 (2H006)	Sociologie des Sciences (2H009)
S5	Éléments d'histoire des Mathématiques (3H011) ou Histoire des Sciences Physiques et Chimiques (3H007) ou Histoire des Sciences du vivant (3H013)		Histoire des Techniques: Introduction aux Sciences and Technology Studies (3H014)	
S6		Sujets choisis 2 (3H008)	Mémoire de recherche encadré en HPST (3H009)	
	3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS	

Mineure SHS Patrimoine Sociétés Relations Nord Sud				
S3	Anthropologie Biologique	Les milieux et les hommes de la préhistoire	Linguistique des populations	Déplacement pédagogique : patrimoine, paysages, musée
S4		Paléoenvironnements et paysages d'aujourd'hui	Primatologie	Patrimoines locaux
S5	En cours d'élaboration			
S6	En cours d'élaboration			
	3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS	

Parcours bi-disciplinaire Intensif

Pour les étudiants volontaires, motivés et ayant l'investissement et le niveau suffisant, pour les étudiants désireux de conserver une double compétence dans deux champs disciplinaires distincts, SORBONNE-UNIVERSITE leur propose des formations avec des contrats étendus à 36 CE par semestre construites sur les UE de deux disciplines. Il s'agit des parcours de licence dits **bidisciplinaire intensif** (appelée **double majeure jusqu'en 2017**). Les étudiants pourront *sous conditions* obtenir chacune des licences des deux disciplines correspondantes et s'ouvrir les portes des masters correspondants.

Attention : il s'agit de parcours exigeants où aucun redoublement n'est autorisé. En cas de non validation d'un semestre en **bidisciplinaire intensif**, un parcours standard sera proposé à l'étudiant.

Conditions d'accès

- étudiants SORBONNE-UNIVERSITE non redoublants et ayant validés sans compensation les deux UE à 9 CE de S2 des disciplines correspondants à la bidisciplinaire intensive envisagée
- étudiants issus des classes préparatoires aux grandes écoles et qui ont obtenu un avis de passage favorable en seconde année
- étudiants des autres universités non redoublants issus d'un L1 scientifique

L'admission se fait sur dossier et après entretien. Pour les extérieurs, de bons résultats dans les deux disciplines au niveau L1 ou équivalent sont requis pour que la candidature soit examinée.

Physique et mathématiques

Parcours sous conditions d'accès (36 ECTS par semestre)												
Mentions Licence Physique et Licence Mathématiques												
Majeure physique						Mineure mathématiques			Surmineure maths			
S T A G E	S3	Energie et entropie (2P003)		Ondes (2P011)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P01)	Séries de fonctions, Séries de Fourier, Intégrales généralisées (2M360)		Analyse Vectorielle (2M156)	Arithmétique et algèbre (2M220)			
	S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Quanta et relativité (2P024)	Calcul scientifique et modélisation (2P022)	Anglais (2XAN1)	Algèbre linéaire 2, espaces vectoriels euclidiens, isométries affines (2M371)		Séries entières, Intégrales dépendant d'un paramètre (2M261)			
	S5	Thermodynamique et aspects statistiques (3P003)		Mécanique quantique (3P001)	Anglais 3 (3XAN1)	Topologie et calcul différentiel (3M260)		Probabilités élémentaires (3M245)	Fonctions de plusieurs variables, analyse vectorielle, Intégrales multiples (2M216)			
	S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Structure de la matière (3P004)	Option ou stage approfondi (3P023)		Projet (3M101)		Analyse complexe (3M266)	Intégration (3M263)		
			9 ECTS		6 ECTS		6 ECTS		3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS	

Physique et chimie

Parcours sous conditions d'accès (36 ECTS par semestre)												
Mentions Licence Physique et Licence Chimie												
Majeure physique						Mineure chimie			Surmineure chimie			
S T A G E	S3	Physique du mouvement (2P004)		Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P01)	Thermodynamique appliquée à la chimie (2C011)		Relations structure-propriétés en chimie inorganique (2C012)	Techniques analytiques (2C015)			
	S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	Liaisons intramoléculaires et réactivité (2C001)	Relations structure-propriétés en chimie organique (2C002)	Spectroscopies et Séparation (2C005)			
	S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Electrochimie (3C011)		Chimie moléculaire (3C032)	Initiation à la programmation scientifique (3C007)		Chimie moléculaire expérimentale (3C035)	
	S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)	Physique quantique (3P020)		Spectroscopies atomiques et moléculaires (3C041)	Matériaux inorganiques : Synthèses, propriétés, cristallographie et diffraction (3C013)	Introduction aux polymères (3C003)		Approche microscopique de la cinétique chimique (3C031)	
		9 ECTS		6 ECTS		6 ECTS		3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS		6 ECTS

Ingénierie mécanique et physique

Parcours sous conditions d'accès (36 ECTS par semestre)

Mentions Licence Physique et Licence Mécanique

Majeure mécanique					Mineure physique		Surmineure physique
S3	Analyse vectorielle et intégrales multiples (2M256)	Statique et dynamique des solides indéformables (2A001)	Bases de thermodynamique (2A002)	Orientation et Insertion Professionnelle (2A011)	Ondes (2P011) ou Mécanique et Ondes (2P014)	Physique expérimentale 1 (2P012)	Histoire et Philosophie des Sciences (1PM02)
S4	Méthodes mathématiques pour la mécanique (2A003)	Statique et dynamique des fluides (2A004)	Programmation pour le calcul scientifique (2A005)	Anglais (2XAN1)	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		Quanta et relativité (2P024)
S5	Bases de la mécanique des milieux continus (3A004)	Méthodes numériques pour la mécanique (3A005)	Equations aux dérivées partielles 1 (3A002)	Anglais 3 (3XAN1)	Du microscopique au macroscopique (3P014)	Physique expérimentale 2 (3P015)	Mécanique quantique (3P001)
S6	Structures élastiques (3A006)	Mécanique des fluides (3A007)	Thermodynamique et thermique (3A001)	Equations aux dérivées partielles 2 (3A003)	Electromagnétisme et optique (3P021)		Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023) ou Option
	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	3 ECTS	3 ECTS	9 ECTS	6 ECTS

Physique et électronique, énergie électrique et automatique

Parcours sous conditions d'accès (36 ECTS par semestre)

Mentions Licence Physique et Licence Electronique, Energie, électrique, Automatique

Majeure physique					Mineure EEA		Surmineure EEA
S3	Energie et entropie (2P003) ou Physique du mouvement (2P004)	Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)		Sources d'énergie électrique et capteurs (2E102)	Fonctions élémentaires de l'électronique (2E100)	Fondements en microélectronique (2E103)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)	Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	Matlab applications en électronique (2E202)	Electronique numérique combinatoire et séquentielle (2E200)	Programmation impérative en C (2E201)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Signaux et systèmes (3E100)	Réseaux électriques intelligents et gestion de l'énergie (3E104)	Programmation et méthodes numériques (3E103)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)	Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)	Physique quantique (3P020)		Option EEA à 3 ECTS	Techniques et dispositifs pour l'électronique analogique (3E200)	Systèmes numériques et processeurs embarqués (3E201)
	9 ECTS	6 ECTS	6 ECTS		3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS

Physique et géosciences

Parcours sous conditions d'accès (36 ECTS par semestre)

Mentions Licence Physique et Licence Sciences de la Terre

Majeure physique					Mineure géosciences			Surmineure géosciences
S3	Physique du mouvement (2P004)	Méthodes mathématiques 1 (2P010)	Orientation et Insertion Professionnelle (2P011)		Minéralogie Pétrologie Magmatisme (2T302)	Terrain 1 / Bibliographie (2T303)	Cartographie - SIG (2T321)	Informatique pour les géosciences (2T031)
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)	Ondes (2P011)	Outils mathématiques 2 (2P023)	Anglais (2XAN1)	Géophysique Océan-Atmosphère-Climat (2T401)		Bases de Sédimentologie (2T403)	Paléontologie Histoire de la Terre (2T404)
S5	Thermodynamique et thermostatique (3P011)	Physique expérimentale 1 (3P012)	Outils mathématiques 3 (3P013)	Anglais 3 (3XAN1)	Géochimie (3T501)	Terrain 2 (3T503)	Géodynamique (3T504)	Volcanologie (3T052) Environ. sédimentaires (3T505)
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)	Projet (3P022) ou stage approfondi (3P023)	Physique quantique (3P020)		Physique du Globe : Outils et Applications (3T601)		Pétrologie métamorphique (3T605)	Terrain 3 (3T603) UE complément Géosciences
	9 ECTS	6 ECTS	6 ECTS		3 ECTS	3 ECTS	6 ECTS	6 ECTS

La mineure de physique

La **mineure physique** offre une formation cohérente autour de la lumière (électromagnétisme et optique) et de la physique expérimentale. Elle s'articule particulièrement bien avec les cursus de nos partenaires, qu'elle enrichit et élargit, notamment les licences mention chimie, sciences de la Terre, mécanique et mathématiques (avec un parcours aménagé). En fonction de la majeure associée, elle peut permettre l'accès à certains parcours du master *Physique et applications* de SORBONNE-UNIVERSITE.

Conditions d'accès

C'est la licence de la majeure choisie qui fixe ses conditions d'accès.

Mineure physique			
S3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Ondes (2P011) ou Mécanique et Ondes (2P014)</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Outils mathématiques 1 (2P013) ou Physique expérimentale 1 (2P012)</td> </tr> </table>	Ondes (2P011) ou Mécanique et Ondes (2P014)	Outils mathématiques 1 (2P013) ou Physique expérimentale 1 (2P012)
Ondes (2P011) ou Mécanique et Ondes (2P014)	Outils mathématiques 1 (2P013) ou Physique expérimentale 1 (2P012)		
S4	Electromagnétisme et électrocinétique (2P021)		
S5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Du microscopique au macroscopique (3P014)</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Physique expérimentale 1 (3P012) ou Physique expérimentale 2 (3P015)</td> </tr> </table>	Du microscopique au macroscopique (3P014)	Physique expérimentale 1 (3P012) ou Physique expérimentale 2 (3P015)
Du microscopique au macroscopique (3P014)	Physique expérimentale 1 (3P012) ou Physique expérimentale 2 (3P015)		
S6	Electromagnétisme et optique (3P021)		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">3 ECTS</td> <td style="padding: 2px 5px;">9 ECTS</td> </tr> </table>	3 ECTS	9 ECTS
3 ECTS	9 ECTS		

① 2P003 : Energie et entropie

Responsable de l'UE : **Annie GROSMAN**
 Institut des Nanosciences de Paris
 annie.grosman@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **CM : 26h , TD : 50h, TP : 20h, Colle : 2h**

Nombre de crédits de l'UE : **9 ECTS**

Mention : **physique.**

Période où l'enseignement est proposé : **1^{ère} période**

2. Présentation pédagogique de l'UE

L'enseignement « Energie et entropie », dispensé au 1^{er} semestre du L2 pour le parcours MIPI, est une initiation à la mécanique des fluides, aux phénomènes de transport et à la thermodynamique. L'accent est mis sur une approche phénoménologique s'appuyant sur des situations concrètes de la vie quotidienne. Les lois et concepts permettant de comprendre ces phénomènes sont développés en cours, en travaux dirigés et en travaux pratiques.

a) Thèmes abordés

🔗 Cours :

Cours 1 à 3 – Mécanique des fluides

Hydrostatique macroscopique, poussée d'Archimède

- Hydrodynamique : bilans macroscopiques de matière, d'énergie – théorème de Bernoulli
- Introduction aux fluides visqueux, écoulements complexes, nombre de Reynolds

Cours 4 à 6 – Théorie cinétique et phénomènes de transport

- Modèle microscopique du gaz parfait – distribution des vitesses – température cinétique et équation d'état - ouverture sur les gaz réels
- Diffusion moléculaire, description macroscopique, bilan de matière
- Température, chaleur, diffusion thermique – notion sur la convection et le rayonnement

Cours 7 à 13 – Thermodynamique

- Travail, chaleur, énergie interne et énoncé du 1^{er} principe de la thermodynamique ; mise en œuvre du premier principe : loi de Laplace, cycle thermodynamique
- Introduction à l'entropie statistique sans facteur de Boltzmann – la détente de Joule, loi Gaussienne, l'information et l'entropie, macro-état/micro-état
- Second principe de la thermodynamique, réversibilité/irréversibilité, identité fondamentale, bilans entropiques
- Machines thermiques, moteur et réfrigérateur, cycle de Carnot
- Transitions de phase des corps purs : phénoménologie, chaleur latente, introduction aux lois d'évolution des systèmes : potentiels thermodynamiques G et F, relation de Clapeyron - étude de l'équilibre liquide/vapeur

🔗 Travaux dirigés :

Deux séances de travaux dirigés sont prévues chaque semaine. La première séance (2h) sera consacrée à un TD classique. La seconde séance (2h) sera consacrée à une **résolution de problème (RP)**. Au cours de ces séances les étudiants travaillent par groupes de quatre sur un exercice : l'objectif à atteindre est toujours bien précis mais le chemin à suivre n'est pas indiqué. Il s'agit donc pour l'étudiant de mobiliser ses

connaissances, capacités et compétences. Les sujets sont conçus pour permettre une acquisition progressive des compétences nécessaires pour résoudre seul un problème.

Les séances de Résolution de Problème sont obligatoires et notées.

☉ *Travaux pratiques :*

L'UE comportent 5 séances de travaux pratiques de 4h et une soutenance orale en fin de semestre.

Les séances de Travaux Pratiques et la soutenance sont obligatoires et notées.

TP1- Mesures de masses volumiques

Objectifs :

- contenu physique: mesurer la masse volumique d'échantillons métalliques en utilisant différentes méthodes
- compétences : prise de mesures avec incertitudes, tracé de courbes avec barres d'erreurs, exploitation de courbes, présentation de résultats

TP2 - Ecoulement dans une conduite

Objectifs :

- contenu physique: vérification de la loi de Poiseuille – mise en évidence des différents types d'écoulement et du régime de transition (nombre de Reynolds)
- compétences : Elaboration, justification, amélioration, description d'un protocole expérimental adapté

TP3 - Calorimétrie

Objectifs :

- contenu physique: bilans thermiques - mesures de capacités thermiques - vérification de la loi de Dulong et Petit
- compétences : rédaction d'un compte-rendu de TP

TP4 – Moteur de Stirling

Objectifs :

- contenu physique: identification des sources chaude et froide et des transformations subies par le gaz, mesure de la pression et du volume d'un gaz au cours d'un cycle moteur
- compétences : formalisation d'un cycle idéal, analyse des résultats expérimentaux et des écarts à l'idéalité

TP5 - Changement d'état : la vaporisation de l'eau

Objectifs :

- contenu physique: mise en évidence de l'équilibre des phases à pression et température fixées – mesure de la chaleur latente de vaporisation
- compétences : retour sur l'ensemble des compétences travaillées au cours du semestre

Soutenance

Le semestre se conclura par une soutenance individuelle orale sur une des expériences réalisées au cours des 5 TP.

b) Acquis attendus

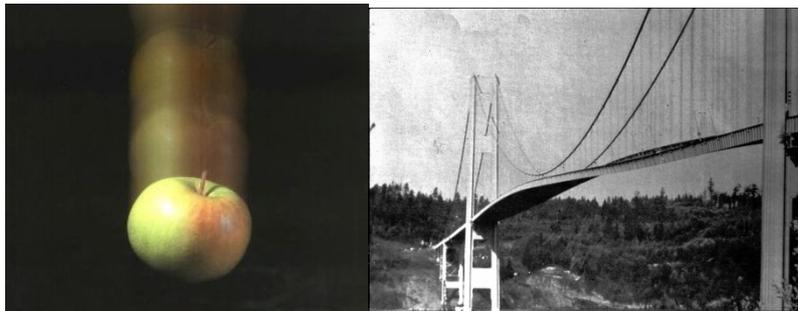
- Comprendre la notion de système macroscopique/mésoscopique/microscopique et de grandeurs thermodynamiques : **pression, température, énergie interne**
- résoudre des problèmes simples de **statique des fluides** dans un champ de pesanteur uniforme
- Mettre en œuvre un **bilan de masse**, de quantité de mouvement, d'énergie pour des écoulements sans dissipations
- connaître la **définition de la viscosité** et reconnaître sa signature dans le cas des écoulements non parfaits
- connaître les éléments fondamentaux de **la théorie cinétique des gaz**
- établir **l'équation de la diffusion** pour des systèmes unidimensionnels et la résoudre en régime stationnaire
- utiliser les **équations d'états**, les **coefficients calorimétriques** ou les tables thermodynamiques pour déterminer les propriétés thermodynamiques d'un corps pur

- mettre en œuvre le **premier et le second principe** pour des transformations simples ou des applications courantes (machines thermiques, turbines,...)
- comprendre comment l'**irréversibilité macroscopique** surgit de la complexité microscopique
- interpréter et exploiter un **diagramme de phase** de corps pur

c) Livres de référence

- Y. Simon, *Energie et entropie*, A. Colin
- E. Hecht, *Physique*, De Boeck

❶ 2P004 : Physique du mouvement



Responsable de l'UE : *Pascal VIOT*
Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée
pascal.viot@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Nombre de crédits de l'UE : 9 ECTS

Mention : Physique

Période d'enseignement : 1^{ère} période

2. Présentation pédagogique

Objectifs du cours

- Présenter les fondements de la mécanique classique en illustrant sa capacité à modéliser une grande variété de phénomènes physiques allant du monde microscopique au monde macroscopique (accélérateurs de particules, boule de billard, sonde spatiale, exoplanètes...).
- Favoriser une véritable acquisition tant des concepts que des outils mathématiques de base (vecteurs, équations différentielles, développements limités) nécessaires à la résolution de problèmes en développant le travail personnel des étudiants et en utilisant des méthodes pédagogiques innovantes : expériences de cours, enseignement et outils interactifs, tests sur ordinateur, calcul numérique, exercices basés sur des phénomènes physiques réalistes,...

a) Thèmes abordés

- Chapitre 1- Oscillateurs

Mouvement d'un oscillateur libre. Oscillateur forcé : mouvement transitoire et permanent. Phénomène de résonance.

- Chapitre 2- Cinématique d'un point matériel en deux et trois dimensions

Référentiels, systèmes de coordonnées, vitesse, accélération, changement de référentiel.

• Chapitre 3- Dynamique d'un point matériel: rappels et développements
Lois de Newton, applications fondamentales au mouvement dans un plan (chute libre et freinée, pendule simple, particule chargée dans un champ magnétique ou électrique uniforme).

• Chapitre 4- Travail et énergie
Travail, énergies cinétique, potentielle et mécanique, conservation ou dissipation de l'énergie, approximation harmonique.

• Chapitre 5- Dynamique des systèmes
Lois de conservation de la quantité de mouvement, du moment cinétique et de l'énergie, théorème du moment cinétique, application au problème à deux corps et aux chocs.

• Chapitre 6- Problème à deux corps avec forces centrales
17Systèmes à deux corps en interaction. Forces centrales . Lois de Kepler diffusion de Rutherford.

• Chapitre 7 Dynamique des solides rigides
Cinématique et dynamique d'un solide indéformable, mouvement de translation du centre de masse et de rotation autour d'un axe fixe. Energie de translation et de rotation.

b) Acquis attendus à l'issue de l'UE

• *Savoir faire techniques :*

- Savoir résoudre des équations différentielles du 1^{er} et 2nd degré
- Savoir déterminer géométriquement un produit vectoriel
- Savoir décrire le mouvement de systèmes simples soumis à la gravitation

• *Savoir faire expérimentaux :*

- Représenter et manipuler des quantités vectorielles
- Estimer et propager une incertitude expérimentale
- Analyser à l'aide de l'outil informatique l'évolution de quantités physiques en fonction de paramètres expérimentaux
- Mettre en relation un protocole expérimental et les résultats qui en découlent

c) Organisation pédagogique

CM : 2x2H/semaine. Cours avec présentation d'expériences et enseignement interactif

TD : 2x2H/semaine. Exercices, résolution de problème

TP : 3x4h séances avec comptes rendus

d) Modalités d'évaluation

Contrôle continu :	25/100
Interrogations orales	10/100
Travaux pratiques :	15/100
Examen :	50/100

e) Ouvrages de référence

Livre(s) de référence

Physique générale Vol. I, Auteurs M. Alonso et E. Finn

Physique, Auteurs E. Hecht, Publié par De Boeck

Matter and Interactions, Auteurs R. Chabay et B. Sherwood,

Syllabus LPxxx

Publié par John Wiley & Sons

❶ 2P010 : Méthodes mathématiques 1

Responsable de l'UE : **Jérôme SIRVEN**
Laboratoire D'Océanographie et du Climat : Expérimentations et
Approches Numériques
Tour 45/55 – Etage 4
jerome.sirven@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **CM : 30h, TD : 30h.**

Nombre de crédits de l'UE : **6 ECTS**

Mention : *Maj. Physiques/Min. au choix ; Maj. Physique./Compl. Physique ; Maj. Physique/Parcours Exigeant*

Période où l'enseignement est proposé : **S3**

Pré-requis maths : *Géométrie dans l'espace. Calcul d'intégrales simples et résolution d'équations différentielles simples*

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés

- Rappel sur les fonctions d'une variable. Développements en série. Développements limites.
- Rappel : systèmes de coordonnées en 2D et 3D (en 2 et 3 dimensions).
- Fonctions scalaires et vectorielles (champs de vecteurs). Différentielles, extremums, développements limites des fonctions en 2D et 3D.
- Bases de coordonnées. Bases mobiles en coordonnées curvilignes.
- Rappel sur les intégrales d'une variable.
- Intégrales des fonctions en 2D et 3D, l'aire élémentaire, les volumes élémentaires dans les intégrales en coordonnées curvilignes. Calcul des intégrales doubles et triples.
- Gradient d'une fonction scalaire (en cartésiennes et en curvilignes). Ses propriétés.
- Divergence d'une fonction vectorielle. Notion de flux. Théorème d'Ostrogradski.
- Rotationnel d'une fonction vectorielle. Notion de circulation. Théorème de Stokes.
- Laplacien.
- Formules différentielles utiles.
- Quelques exemples d'applications physiques.
- Équations différentielles d'ordre 1 et d'ordre 2, certains types. Leur analyse et leur résolutions.

b) Acquis attendus

- Manipulation des bases mobiles des coordonnées curvilignes en 2D et 3D. Manipulation des champs de vecteurs dans ces bases.
 - Analyse des fonctions à plusieurs variables.
 - Calcul d'intégrales doubles et triples, intégration sur une courbe, intégration sur une surface.
 - Connaissances d'analyse vectorielle.
 - Connaissance de base sur des équations différentielles d'ordre 1 et d'ordre 2.
-

❶ 2P012 : Physique expérimentale 1

Responsable de l'UE : *Tristan BRIANT*
Laboratoire Kastler-Brossel
Tour 13/23 – Etage 2
tristan.briant@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Niveau : L2 ou L3

Volumes horaires globaux : 60 h (20h de cours de démonstration et 40h TP en autonomie : chaque semaine 2h de cours de démonstration, 4h de TP)

Nombre de crédits de l'UE : 6 ECTS

Période où l'enseignement est proposé : 1^{ère} période

Prérequis : CMP en L1 ou équivalent.

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés :

Comment une manette de jeu détecte-t-elle mes mouvements et comment mon smartphone connaît-il l'orientation de son écran ? Puis-je prendre une empreinte sans plâtre grâce à un scanner 3D ? Comment m'assurer que dans « Gravity » les mouvements de Sandra Bullock sont réalistes ? Comment un robot détecte-t-il son environnement et interagit-il ?

Cette UE est centrée sur l'instrumentation et le concept de mesure, deux thèmes au cœur de toutes les disciplines expérimentales. L'objectif est de former les étudiants à l'utilisation de matériels modernes de type oscilloscopes et générateurs numériques, microcontrôleurs, ainsi que des capteurs et techniques d'acquisition modernes comme l'analyse vidéo, les centrales inertielles, capteurs optiques... L'interfaçage par ordinateur se fera grâce à des logiciels professionnels de type Labview ou Origin largement utilisés aussi bien dans le domaine scientifique que dans celui de l'industrie. Les étudiants acquerront ainsi une véritable expérience sur des équipements qu'ils seront amenés à utiliser dans leur vie professionnelle.

Thème 1 : Initiation à LabVIEW

Thème 2 : Pilotage d'un oscilloscope numérique et d'un générateur arbitraire avec LabVIEW

Thème 3 : Utilisation de la vidéo. Analyse de vidéo, construction d'un scanner 3D.

Thème 4 : Centrale inertielle, utilisation d'accéléromètres et gyromètres (Wiimote).

Thème 5 : Électronique passive, RLC.

Thème 6 : Filtrage électronique, acquisition de donnée automatisée.

Thème 7 : Électronique numérique, conversion analogique/digitale.

Thème 8 : Capteur de lumière, automatisation d'un robot pour suivre une ligne tracée au sol.

Thème 9 : Microcontrôleur, programmation d'une carte ARDUINO

Thème 10 : Miniprojet autour de la construction d'un robot et mise à l'épreuve lors d'une compétition.

b) Acquis attendus

Compétence expérimentale :

Savoir utiliser les appareils de tests et mesures numériques standards : oscilloscope, générateur de signaux, multimètre.

Utilisation de logiciel de pilotage, d'acquisition et traitement de données : Savoir programmer à un niveau élémentaire en LabVIEW. Savoir visualiser et analyser des données numériques (analyse statistique, ajustement).

Connaitre le fonctionnement et savoir utiliser des capteurs standard : accéléromètres, gyromètres, microscope.

Compétences en électronique : composants passifs et actifs. Circuits logiques.

❶ 2P013 - Outils Mathématiques 1

Responsable de l'UE : Paulo ANGELO

Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses (LULI) – Campus Jussieu

Tour 23/33 – Etage 4 – Bureau 02

paulo.angelo@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volume horaire : 60 heures de cours-TD

Nombre crédits : 6 ECTS

Mention : Physique

Période où l'enseignement est proposé : 1^{ère} période de L2 (S3)

Prérequis : analyse élémentaire concernant les fonctions réelles d'une variable ; géométrie élémentaire (équations des droites et des plans dans l'espace, trigonométrie, théorèmes de Thalès et de Pythagore).

2. Présentation pédagogique de l'UE.

Cette UE présente principalement les outils d'analyse mathématique, indispensables à l'étude de l'électromagnétisme et de la spectroscopie. Elle est donc surtout centrée autour des opérateurs différentiels et de l'analyse de Fourier. Chacune des notions introduites est remise dans un contexte physique et illustrée par des problèmes simples. Le cours est composé de six chapitres :

Ch.1 - Intégrales simples et généralisées

1. Rappels sur les méthodes de calcul des intégrales simples
2. Intégrales généralisées : on se bornera (essentiellement) au cas où l'on est en mesure de déterminer une primitive de f : l'intégrale généralisée se ramène alors à un calcul de limite en 0 ou à l'infini

Ch.2 - Equations différentielles linéaires

1. Equations différentielles linéaires du premier ordre
2. Equations différentielles linéaires du deuxième ordre

Ch.3 - Fonctions de plusieurs variables et opérateurs différentiels

1. Représentations graphiques
2. dérivées partielles – notions d'équations aux dérivées partielles
3. différentielles et exemples d'applications
4. Notions de champs – représentations graphiques
5. Opérateurs gradient, divergence et rotationnel
6. application répétée des opérateurs différentiels – laplacien

Ch.4 - Intégrales multiples et intégrales de surface

1. Intégrales doubles et triples
2. Intégrales de surface

Ch.5 - Intégrales curvilignes – Potentiel - circulation et flux

1. Intégrales curvilignes – notion de potentiel
2. flux et circulation : théorème de Stokes-Ampère et Green-Ostrogradsky

Ch.6 - Analyse de Fourier

1. Séries de Fourier
2. Transformation de Fourier

• Acquis attendus

1. Savoir intégrer les équations différentielles du premier et du second ordre, usuelles en physique.
2. Savoir faire des calculs simples avec des fonctions de plusieurs variables.
3. Comprendre les notions de champs scalaires et vectoriels
4. Savoir utiliser les opérateurs différentiels et les théorèmes associés.
5. Savoir calculer des intégrales multiples des fonction élémentaires
6. Savoir calculer des des intégrales de surface élémentaires
7. Savoir calculer des intégrales curvilignes élémentaires
8. Comprendre les notions de potentiel scalaire, circulation et flux
9. Savoir décomposer une fonction périodique simple en série de Fourier.
10. Savoir calculer la transformée de Fourier de quelques fonctions courantes.
11. Comprendre le sens physique des séries et des transformées de Fourier.

❶ 2P014 : Mécanique et Ondes

Responsables de l'UE : *Marie-Anne HERVE du PENHOAT*
Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmichimie
Tour 22/23 – Etage 5
Marie-Anne.Penhoat@sorbonne-universite.fr

Samuel GRESILLON
Institut Langevin
Samuel.gresillon@espci.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : CM : 22h ; TD : 22h ; TP : 16h

Nombre de crédits de l'UE : 6 ECTS

Mention : Physique

Périodes d'enseignement : 1^{ère} (S3 : mineure de physique)

Pré-requis : Manipulation d'ordres de grandeur, notions de temps et d'espace, mesure physique, modélisation de systèmes physiques. Les outils mathématiques nécessaires seront introduits pendant le cours.

2. Présentation pédagogique

Cette UE recouvre deux domaines distincts de la physique: la mécanique et la physique des ondes. Ces deux domaines permettent de comprendre et d'étudier de nombreuses situations du quotidien : chute d'objet, équilibre des corps, four à micro-ondes, télécommunications, phénomènes optiques et sonores.

a) Thèmes abordés

• Mécanique :

- Cinématique : vitesse, mouvement relatif, accélération, mouvement uniformément accéléré. *Application : balistique.*
- Lois de Newton : inertie, force, quantité de mouvement, principe d'action-réaction. *Application : chute d'un objet, piqué de l'aigle.*
- Equilibre et mouvement : statique, principe fondamental de la dynamique, mouvement à force centrale, lois de Kepler. *Application : planétologie.*
- Travail et énergie : travail d'une force, énergie cinétique, potentielle, mécanique, lois de conservation, équilibres stable et instable. *Application : chocs à deux dimensions.*
- Rotation des solides, moment cinétique, moment d'inertie. *Application : rotation d'un patineur.*
- Oscillateurs mécaniques

- **Ondes :**

- Equation d'onde et ses solutions. Ondes planes.
- Propagation des ondes dans le vide et les milieux.
- Superposition des ondes progressives. Interférences lumineuses à deux ondes. Notions de cohérence temporelle et spatiale. *Application : interférométrie astronomique.*
- Ondes acoustiques. Effet Doppler. Notion d'impédance acoustique. *Application : acoustique d'une salle de concert, haut-parleur.*
- Transport d'énergie par une onde.
- Réflexion et transmission, ondes stationnaires, modes propres, résonance. *Application : instruments de musique, guitare et instruments à vent.*

b) Acquis attendus à l'issue de l'UE

- **Savoir faire techniques :**

- Savoir résoudre des équations différentielles du 1^{er} et 2nd degré
- Savoir déterminer géométriquement un produit vectoriel
- Savoir décrire le mouvement de systèmes simples soumis à la gravitation
- Savoir décrire mathématiquement différents types d'ondes
- Savoir utiliser la notation complexe et les formules d'Euler
- Savoir reconnaître une équation d'onde
- Comprendre la notion de phase
- Savoir identifier la période spatiale et la période temporelle d'une onde

- **Savoir faire expérimentaux :**

- Savoir utiliser un oscilloscope et un générateur basse fréquence
- Savoir mesurer le facteur de qualité d'une résonance mécanique
- Savoir mesurer un déphasage entre deux ondes
- Savoir créer et caractériser un système d'interférences lumineuses à deux ondes
- Savoir présenter de façon claire un ensemble de résultats expérimentaux et savoir tracer et exploiter une courbe

① 2POI1 : Orientation et Insertion Professionnelle

Responsable de l'UE : *Miglina ANGUELOVA*
Laboratoire Matière et Systèmes Complexes
Université Paris Diderot
miglina.anguelova@sorbonne-universite.fr

Descriptif de l'UE

Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

Mention : Physique

Période d'enseignement : 1^{ère} période de L2 (S3)

Objectifs de l'Unité d'Enseignement

Finaliser un choix d'orientation en vue d'un projet professionnel

Démarrer un réseau relationnel

Démarrer une démarche personnelle de veille relative à son projet professionnel

Contenu de l'Unité d'Enseignement

CV + lettres de motivation

Méthodologie appliquée à la recherche d'informations en OIP

Méthodologie de l'exposé oral et écrit

Panorama des métiers accessibles avec une formation scientifique en général et spécifiques à la discipline à bac+3,5,8 , pour un premier emploi et en deuxième partie de carrière.

Comment rencontrer un professionnel

Réaliser une interview d'un professionnel et bénéficier des explications des professionnels sur les métiers de la discipline

Pré-requis : Programme OIP en L1 souhaitable

Compétences développées dans l'unité

- contacter, se présenter et interviewer un professionnel
- savoir-faire un bilan personnel pour se présenter à un professionnel
- savoir-faire un CV et une lettre de motivation quelque soit le destinataire
- connaître de façon exhaustive l'insertion professionnelle de la discipline(le marché de l'emploi/les secteurs/les métiers/les évolutions de carrière possibles)
- faire un choix d'orientation effectif en connaissant le potentiel insertion de la discipline
- créer un réseau relationnel
- connaître l'ensemble des sources d'information relatives à l'OIP
- savoir-faire un exposé écrit et un exposé oral

Références bibliographiques

Document "où trouver l'information"

🔗 2P020 - Méthodes mathématiques 2 : Algèbre linéaire, suites et séries, probabilités

Responsables de l'UE : *Jean-Noël AQUA*
Institut des nanosciences de Paris
Couloir 12/22 – Etage 4 – Bureau 15
jean-noel.aqua@sorbonne-universite.fr

Eli BEN HAIM
Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies
Couloir 12/22 – Etage 4 – Bureau 15
eli.ben_haim@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : Cours/TD 90h
Nombre de crédits de l'UE : 9 ECTS
Mention : Physique
Période où l'enseignement est proposé : 2ème période (S4)
Pré-requis : calculs et analyse de base

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés

I. Algèbre linéaire : espaces vectoriels, déterminants, systèmes linéaires, diagonalisation, systèmes d'équations différentielles linéaires, formes quadratiques

II. Suites et séries numériques et de fonctions, séries entières

III. Probabilités : combinatoire, variables aléatoires, loi des grands nombres, théorème central limite

b) Acquis attendus

Savoir manipuler les vecteurs et matrices, savoir calculer un déterminant et diagonaliser une matrice, savoir résoudre un système linéaire.

Savoir manipuler des suites et séries et déterminer leurs nature et limite.

Comprendre une description en termes de probabilité, connaître les théorèmes généraux et distributions classiques.

🔗 2P021 : Électromagnétisme et électrocinétique

Responsables de l'UE : *Laurent COOLEN*
Institut des Nanosciences de Paris – Tour 22/32 – Etage 5
laurent.coolen@sorbonne-universite.fr
&
Michel FIOC
Institut d'Astrophysique de Paris
michel.fioc@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **CM : 34h ; TD : 40h ; TP : 16h .**
Nombre de crédits de l'UE : **9 ECTS .**

Mention : Physique .

Périodes d'enseignement : 2^{de} période (S4 : mineures, monodisciplinaires, majeures, majeures PM, PEIP).

Pré-requis : notions mathématiques de base sur les vecteurs et équations différentielles du premier ordre. Manipulation d'ordres de grandeur.

2. Présentation pédagogique

Cette UE présente les bases de l'électromagnétisme et ses nombreuses applications dans la vie courante.

a) Thèmes abordés

1. Électrostatique : force de Coulomb ; champ et potentiel électrostatiques créés par une distribution discrète ou continue de sources ; symétries et invariances ; lignes de champ et équipotentiels ; énergie électrostatique ; théorème de Gauss ; équations locales ; dipôles électrostatiques ; conducteurs à l'équilibre et condensateurs.
2. Magnétostatique : loi de Biot et Savart ; potentiel vecteur ; symétries et invariances ; théorème d'Ampère ; équations locales ; dipôles magnétiques. *Applications : LHC, ITER.*
3. Forces électromagnétiques et induction : forces de Lorentz et de Laplace ; actions sur un dipôle magnétique ; force électromotrice d'induction, loi de Faraday, loi de Lenz ; auto-induction, induction mutuelle. *Applications : moteurs électriques, transformateur.*
4. Électrocinétique : densité de courant, intensité, tension, puissance électrique ; propriétés des résistances, capacités et inductances ; circuits en régimes continu et sinusoïdal. *Applications : filtrage, résonance.*
5. Équations de Maxwell et ondes électromagnétiques : courant de déplacement ; potentiels retardés ; équation de d'Alembert et solutions en ondes planes ; polarisation.

b) Acquis attendus à l'issue de l'UE

Savoir-faire techniques :

- Savoir utiliser les éléments de symétrie et les invariances pour simplifier les calculs de champs et potentiels.
- Maîtriser les outils mathématiques de l'électromagnétisme (notamment champs de vecteurs, opérateurs vectoriels, résolution d'équations différentielles d'ordre 1 et 2, intégrales multiples).
- Savoir relier les champs électrique et magnétique à leurs sources .
- Savoir calculer des énergies potentielles électrostatiques .
- Savoir tracer des lignes de champs et les interpréter .
- Savoir calculer l'effet des champs électrique et magnétique sur des particules chargées .
- Savoir prédire qualitativement la réponse d'un circuit électrique à une excitation en fonction de la fréquence de celle-ci .
- Savoir écrire le champ d'une onde électromagnétique plane progressive monochromatique de polarisation rectiligne ou circulaire.

Savoir-faire expérimentaux :

- Savoir mesurer le champ magnétique engendré par une spire ou un solénoïde .
- Savoir utiliser un oscilloscope et un générateur basse fréquence.
- Savoir réaliser un montage simple d'électrocinétique .
- Maîtriser le logiciel de traitement de données QtiPlot .
- Savoir présenter de façon claire un ensemble de résultats expérimentaux.
- Savoir tracer et exploiter une courbe.

c) Organisation pédagogique

CM : 2 h/semaine + 2 h supplémentaires une fois toutes les trois semaines. Cours avec présentation d'expériences.

TD : 2 h ou 4 h/semaine en alternance. Exercices, séances de résolutions de problème et de tutoriels.

TP : 4 séances avec compte rendu.

HPP : 2 h de permanence pédagogique deux semaines sur trois.

d) Modalités d'évaluation

Contrôle continu : 25/100.

Travaux pratiques : 15/100.

Examen : 60/100.

❶ 2P022 : Calcul scientifique et modélisation

Responsable de l'UE : *Pacôme DELVA*

Système de référence temps-espace – Observatoire de Paris

pacome.delva@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE :

Volume horaire : un CM d'introduction (2h) et dix séances de TP de 3h devant les machines (un étudiant par poste de travail)

Nombre de crédits : **3 ECTS**

Mention : **complémentaire de Physique**

Période : **deuxième**

Pré-requis :

La culture normale d'un étudiant de physique en deuxième année de licence : mécanique du point, conservation de l'énergie, optique géométrique, électrostatique dans le vide, et en mathématiques : dérivées, dérivées partielles, intégrales, éq. différentielles à coefficients constants, séries, ...

Aucune connaissance informatique préalable n'est requise.

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés :

Un choix de problèmes, issus de la physique considérée comme acquise en L2, seront proposés, de préférence sans solution exacte analytique connue (par exemple en mécanique céleste) et l'on cherchera de façon pragmatique, c'est-à-dire sans entrer dans les détails d'analyse numérique, à les résoudre numériquement par exemple en faisant appel à une bibliothèque de résolution de systèmes d'équations différentielles ordinaires.

b) Acquis attendus :

- formuler un problème de physique (a priori non susceptible d'une solution analytique) et le traduire en des termes susceptibles d'une solution numérique - mettre en œuvre cette solution à l'aide d'un langage interprété (Python), utilisant une/des bibliothèques. - analyse avec l'œil critique du physicien des résultats du calcul (ne pas oublier que l'on est physicien, e.g.: l'énergie est-elle conservée ?).

Ceci suppose aussi l'acquisition d'une familiarité avec le système d'exploitation utilisé, l'environnement informatique et le langage utilisé.

c) Organisation pédagogique :

- un CM d'introduction (2h)

- dix séances de TP de 3h devant les machines (un étudiant par poste de travail). Ces séances comportent une première partie « directive » permettant d'acquérir les outils nécessaires à la suite (méthode, syntaxe), suivie d'une deuxième partie « en autonomie encadrée » pendant laquelle ces méthodes sont appliquées à la

résolution d'un problème donné.

d) Modalités d'évaluation :

- un CC de deux heures devant machines à mi-parcours (20%)
- notation des TP (40%)
- un examen de deux heures devant machines (40%)

e) Ouvrages de référence :

Mark Newman: Computational physics

Un livre sur la physique numérique avec python accessible à partir du L2. Disponible à la bibliothèque Physique Enseignement à SORBONNE-UNIVERSITE (530.028 NEW).

f) Enseignement à distance :

Le choix des méthodes et logiciels utilisés sera fait de telle sorte que la portabilité vers divers systèmes d'exploitation et environnements informatiques soit aisée afin que des étudiants à distance puissent progresser à domicile.

❶ 2P023 : Outils Mathématiques 2

Responsable de l'UE : *Thomas RISLER*
Laboratoire Physico Chimie Curie
thomas.risler@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **CM : 15h, TD : 15h**

Nombre de crédits de l'UE : **3 ECTS**

Mention : Maj. Physique/Min. au choix ; Maj. Chimie/Min. Physique.

Période où l'enseignement est proposé : **S4**

Pré-requis maths : Nombres complexes. Vecteurs dans \mathbb{R}^2 et \mathbb{R}^3 .

Il est quasiment indispensable d'avoir suivi ou bien les UE de Mathématiques du parcours MIPI ou bien l'UE 1M004 du portail PCGI (ou toute autre UE contenant un programme équivalent).

UE substituable : Méthodes Mathématiques 2 (2P024)

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés

1^{ère} partie : Algèbre linéaire

- Rappels sur les vecteurs. Espaces vectoriels réels. Sous-espaces vectoriels.
- Combinaisons linéaires. Indépendance linéaire. Bases.
- Applications linéaires. Noyau et image. Rang.
- Matrice d'une application linéaire. Opérations sur les matrices. Transposée, trace, rang.
- Déterminants. Matrice inverse.
- Systèmes d'équations algébriques linéaires. Pivot de Gauss.
- Changements de bases. Matrice de passage.
- Valeurs propres. Vecteurs propres. Sous-espaces propres.
- Diagonalisation des matrices et applications.
- Matrices symétriques, orthogonales, hermitiennes, unitaires.

2^{ème} partie : Systèmes d'équations différentielles linéaires couplées

- Rappels et compléments sur les équations différentielles linéaires d'ordre 1 et 2 à coefficients constants.

- Passage d'une équation d'ordre n scalaire à n équations d'ordre 1 couplées.
- Résolution de systèmes d'équations différentielles linéaires couplées à l'aide du formalisme matriciel vu en première partie.
- Application à un exemple physique : chaîne d'oscillateurs harmoniques couplés, modes propres, relation de dispersion.

b) Acquis attendus

- Bien comprendre les fondements du calcul vectoriel (indépendance linéaire, changement de base).
- Bien comprendre les fondements et les règles du calcul matriciel (représentation des applications linéaires, multiplication des matrices, matrice inverse, éléments spectraux, diagonalisation).
- Comprendre la structure et savoir résoudre des systèmes d'équations différentielles linéaires couplées.
- Savoir appliquer ces notions à la résolution de problèmes physiques.

❶ 2P024 : Quanta et relativité

Responsables de l'UE :

Charles ANTOINE

Laboratoire de Physique Théorique
de la Matière Condensée
Tour 13-23 / 5^{ème} étage bureau 510
charles.antoine@sorbonne-universite.fr

Mathieu BERTIN

Laboratoire d'Etude du Rayonnement
et de la Matière en Astrophysique et
Atmosphères
Tour 32-33 / 3^{ème} étage bureau 306
mathieu.bertin@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE :

Volumes horaires globaux : **CM : 26h, TD : 26h, TP : 9h**
+ 20h de HPP (heure de présence pédagogique)

Nombre de crédits de l'UE : **6 ECTS**

Mention : **Physique**

Période où l'enseignement est proposé : **2^{ème} période (S4 Majeure de Physique avec complémentaire de Physique)**

Pré-requis maths : Vecteurs, produits scalaire, exponentiels complexes et matrices 2×2 .

2. Présentation pédagogique de l'UE :

a) Thèmes abordés

1^{ère} partie : introduction à la mécanique quantique

- Ordres de grandeurs quantiques/classiques
- Le photon : énergie, polarisation, probabilité de mesure
- Dualité onde/corpuscule. Longueur d'onde de de Broglie
- Etat quantique. Equation de Schrödinger. Systèmes à 2 états
- Effet tunnel. Puits quantique. Niveaux d'énergie
- Paquet d'ondes. Inégalités de Heisenberg

2^{ème} partie : relativité restreinte

- Changement de référentiels Galiléens, Expérience de Michelson-Morley, Postulat de la relativité restreinte et Transformations de Lorentz
- Dilatation des durées et contraction des longueurs – Simultanéité, causalité et intervalles spatio-temporels.
- Cinématique relativiste, Composition de vitesses, Effet Doppler-Fizeau
- Quantité de mouvement et Energie relativistes, énergie de masse, réactions nucléaires
- Dynamique relativiste et Collisions. Effet Compton. Accélérateurs de particules

b) Acquis attendus

- connaître les caractéristiques essentielles du monde quantique : dualité onde-corpuscule, quantification et aspects probabilistes
- connaître l'énergie d'un photon et la longueur d'onde associée à une particule
- savoir décrire un système à deux états (notation de Dirac, évolution, mesure)
- connaître l'équation de Schrödinger et savoir déterminer les niveaux d'énergie dans un puits quantique infini
- connaître les outils et résultats essentiels de relativité restreinte : principe de relativité, transformations de Lorentz, dilatation des durées et contraction des longueurs, intervalles d'espace-temps, composition relativiste des vitesses, effet Doppler relativiste
- connaître l'expression relativiste des énergies (cinétique et totale) et de la quantité de mouvement d'une particule.
- Savoir appliquer les lois de conservation énergie-impulsion.

c) Organisation pédagogique

CM : 2 H / semaine. Cours avec présentation d'expériences

TD : 2 H / semaine. Exercices, résolution de problèmes, devoirs et contrôle continu

TP : 3 séances avec compte-rendu.

d) Ouvrages de référence

- C. Fabre, C. Antoine, N. Treps, « Introduction à la physique moderne : relativité et physique quantique » (Dunod).
- H. Benson, "Physique 3 : Ondes, Optique et Physique Moderne" (De Boeck Université).
- P. Tipler, "Physics for scientists and engineers", Volume 3.
- Y. Simon, "Relativité Restreinte – cours et applications" (Vuibert)

① 2P032 : Physique des systèmes dynamiques

Responsable de l'UE : *Andrea GAUZZI*
Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie
andrea.gauzzi@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **CM : 28h, TD : 28h**

Nombre de crédits de l'UE : **6 ECTS**

Mention : **Majeure de physique et Mineure au choix.**

Période où l'enseignement est proposé : **S4**

Pré-requis : 1P001, 1P004, 2P010, 1M001, 1M002

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés

I. Introduction aux systèmes dynamiques

- Systèmes linéaires. Réponse impulsive. Fonction de Green. Applications aux phénomènes ondulatoires. Stabilité d'un système linéaire.
- Systèmes non linéaires. Solutions approximées : linéarisation.
- Analyse qualitative des systèmes non linéaires. Solutions périodiques. Equations de Lotka-Volterra. Application à l'étude de la dynamique des populations et des lasers.
- Oscillations entretenues.

II. Eléments de mécanique des solides

- Cinématique et dynamique des solides rigides. Angles d'Euler. Toupie symétrique.

- Statique et dynamique des solides déformables. Applications aux fils, tiges et plaques.
- Stabilité des systèmes élastiques.

b) Acquis attendus

- Apprendre à modéliser un système dynamique et à en étudier le comportement et la stabilité.
- Connaître quelques propriétés fondamentales des systèmes non linéaires.
- Acquérir des bases solides de mécanique *via* un approfondissement des notions enseignées en L1.

c) Bibliographie conseillée

- M. Tabor, *Chaos and integrability in Nonlinear Dynamics : An introduction* (Wiley, 1989).
- M. Alonso, E. J. Finn, *Physique Générale*, vol. 1 (Inter Editions, Paris, 1988).
- L. D. Landau, E. Lifchitz, *Physique théorique: Mécanique*, vol. 1 (Editions MIR, 1960).
- L. D. Landau, E. Lifchitz, *Physique théorique: Théorie de l'élasticité*, vol. 7 (Editions MIR, 1967).

d) Organisation pédagogique

2h par semaine de cours et 2h par semaine dédiées à la résolution de problèmes.

e) Modalités d'évaluation

Deux contrôles en cours de semestre : 50/100. Examen écrit de fin de semestre : 50/100.

🔗 2P011 : Ondes

Responsable de l'UE : *Sylvain GIGAN*
Laboratoire Kastler-Brossel – ENS
sylvain.gigan@sorbonne-universite.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **CM : 22h ; IP/ 2h ; TD : 24h ; TP : 12h**

Nombre de crédits de l'UE : **6 ECTS**

Mention : **Physique**

Périodes d'enseignement : **1^{ère} et 2^{ème} périodes** (S3 : monodisciplinaires, mineures, majeures PM, PEIP; S4 : majeures)

Pré-requis : En physique : bases de thermodynamique (1P003) et de mécanique (1P004). En mathématiques : fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles, nombres complexes.

2. Présentation pédagogique

a) Thèmes abordés

- Propagation des ondes dans le vide et les milieux. *Application : effet Doppler, radar, vélocimétrie.*
- Superposition des ondes progressives. Notions de cohérence spatiale et temporelle. Interférences à deux ondes. *Application : interférométrie astronomique.*
- Principe de la diffraction.
- Propagation des ondes mécaniques : corde vibrante et ondes sonores, ondes dans les solides. *Applications : acoustique d'une salle de concert, haut-parleur.*
- Réflexion et transmission, ondes stationnaires, modes propres. *Application : instruments de musique.*

b) Acquis attendus

Savoirs faire techniques :

- Savoir décrire mathématiquement différents types d'ondes (phase, période spatiale et temporelle)
- Savoir utiliser la notation complexe
- Savoir reconnaître une équation d'onde
- Savoir identifier la période spatiale et la période temporelle d'une onde
- Savoir décrire les interférences à deux ondes

Savoirs faire expérimentaux :

- Savoir utiliser un oscilloscope et un générateur basse fréquence
- Savoir mesurer un déphasage entre deux ondes
- Savoir créer et caractériser un système d'interférences à deux ondes dans différents domaines de la physique
- Savoir présenter de façon claire un ensemble de résultats expérimentaux et savoir tracer et exploiter une courbe

c) Organisation pédagogique

CM : 2H/semaine. Cours avec présentation d'expériences.

TD : 2H/semaine. Exercices, contrôle continu, séance de résolution de problème (2H). TP : 3 séances avec compte rendu.

d) Modalités d'évaluation

Contrôle continu : 30/100

Travaux pratiques : 15/100

Examen : 55/100

e) Ouvrages de référence

« Physique », Eugène Hecht, ed. DeBoeck Université 2007

« Physique », Halliday, Resnick & Walker, ed. Dunod

« Physique générale » tome 2, Alonso & Finn, ed. Dunod

Le parcours « Physique à l'Étranger » (PE)

La licence de physique accueille chaque année en son sein des étudiants étrangers et plusieurs étudiants de SORBONNE-UNIVERSITE partent à l'étranger pour y effectuer une partie de leur licence de physique.

Un semestre ou une année de mobilité présente de nombreux avantages. C'est d'abord la possibilité de perfectionner et de mieux maîtriser une langue étrangère. C'est aussi l'occasion de découvrir une autre culture, y compris sur le plan universitaire avec des méthodes d'enseignement et des finalités différentes. C'est enfin l'opportunité d'apporter une dimension internationale à votre CV.

Quand vous partez à l'étranger dans le cadre du parcours PE :

- vous êtes exonéré des frais d'inscription à l'étranger
- vous avez l'assurance que le programme que vous suivrez sera reconnu par SORBONNE-UNIVERSITE grâce au système européen de transferts de crédits (CE). A votre retour, vos résultats seront examinés par un jury qui délibérera pour valider partiellement ou totalement votre semestre ou votre année et le cas **échéant**, déterminera la mention de votre licence de physique.

OU PEUT-ON PARTIR POUR FAIRE SA LICENCE DE PHYSIQUE ?

Il existe de nombreux pays partenaires via plusieurs programmes d'échanges dont voici les principaux :

- Erasmus pour l'Europe (accords de nombreux pays et universités)
- MICEFA ou TASSEP pour les USA et le Canada
- CREPUQ pour le Canada
- Accord bilatéral avec Montréal et Ottawa
- Erasmus Mundus pour l'Inde
- Erasmus Mundus pour la Chine
- plusieurs programmes existent aussi (cours en anglais) avec l'Asie (Taiwan, Singapour, ...).

L'ensemble des programmes et accords est présenté sur le site web de SORBONNE-UNIVERSITE dans la rubrique « Mobilité internationale » puis « partir à l'étranger »

(<http://www.licence.physique.sorbonne-universite.fr/fr/international.html>).

ATTENTION : suivant les destinations, il faut entreprendre les démarches entre 6 et 10 mois avant le départ. Par ailleurs, il faut parfois avoir passé le TOEFL¹ et obtenir un bon score. Enfin, la plupart de ces programmes sont sélectifs et nécessitent un bon dossier académique (sauf Erasmus).

QUELLES SONT LES DEMARCHES A EFFECTUER ?

Avant toute chose, contacter Steve Zoio steve.zoio@sorbonne-universite.fr au secrétariat pédagogique. Il prendra note de votre projet, vous conseillera si nécessaire, et il vous donnera un rendez-vous avec la responsable de la mobilité.

¹ Test Of English as a Foreign Language

Lorsque vous avez identifié une ou plusieurs universités qui vous intéressent, vous devez rechercher les enseignements qui correspondent à ce que vous auriez suivi à SORBONNE-UNIVERSITE, et proposer un programme d'étude.

La responsable mobilité vérifie que le programme est bien équivalent à celui de la licence de physique (se munir à cet effet de la description détaillée de chaque cours que vous voudriez suivre à l'étranger) et signe un document à remettre au bureau de relations internationales.

Vous pouvez ensuite préparer votre séjour avec l'aide du bureau des relations internationales de SORBONNE-UNIVERSITE (dossiers de bourse, possibilités d'hébergements, ...).

QUAND FAIRE CES DEMARCHES ?

Si vous souhaitez partir ailleurs qu'en Europe (Etats-Unis, Asie, Canada, ...), il faut préparer votre dossier dès le mois d'octobre. Les dates limites sont généralement au cours du premier semestre pour ces destinations (décembre pour un départ aux Etats-Unis en septembre).

ATTENTION : pour les Etats-Unis, le TOEFL est exigé avec un score élevé. Pensez à planifier cet examen dans les temps.

Pour l'Europe, le début du deuxième semestre est un bon moment pour préparer votre projet.

Date limite de dépôt des dossiers pour partir en première période (septembre) :

Erasmus (Europe et Turquie)	mars ou avril
USA avec le TASSEP	début décembre
USA avec la MICEFA	début janvier
Canada avec le CREPUQ	fin janvier
Canada : Montréal ou Toronto	mars
USA avec Brown ou Chicago	Janvier
Singapour, Taiwan, Osaka, Tohoku	février

Date limite de dépôt des dossiers pour partir en deuxième période (septembre) :

Erasmus (Europe et Turquie)	Octobre
USA et Canda avec la MICEFA, le TASSEP, le CREPUQ	Décembre ou janvier de l'année précédente !
Canada : Montréal ou Toronto	Septembre
USA avec Brown	Octobre
Singapour, Taiwan, Osaka, Tohoku	Octobre

TEMOIGNAGE :

Aline est partie deux semestres à l'université de Queen-Mary à Londres pour faire son L3, voici ce qu'elle retient de son séjour : « Cette année à l'étranger m'a fait beaucoup de bien, et m'a grandi et responsabilisé. Pour moi ça devrait devenir obligatoire dans un cursus universitaire de partir à l'étranger. Le fait de s'adapter, de rencontrer de nouvelles personnes, de découvrir une nouvelle façon de vivre et un nouveau système m'a beaucoup appris et fait évoluer. Je me suis rendue compte que j'étais devenue beaucoup plus responsable vis-à-vis de mes études et de moi-même, j'ai appris à m'organiser toute seule et dans un nouvel environnement. Ca n'a pas été toujours facile bien sûr, mais je ressors de cette expérience qu'avec du positif et je motiverai si je pouvais tous les étudiants à partir. ». Elle a validé sa licence de physique avec une mention bien.

CONTACTS ET RENSEIGNEMENTS :

Secrétariat pédagogique : Steve ZOZIO Licence de Physique Tour 23/33 – Etage 1 – Porte 112 Tél. 01 44 27 23 31 steve.zozio@sorbonne-universite.fr	Responsable mobilité : Alice SINATRA Laboratoire Kastler-Brossel à l'ENS Ulm Case courrier : 254 24, rue Lhomond 75231 PARIS Cedex 05 Tel 01 44 32 25 72 alice.sinatra@sorbonne-universite.fr
---	---
