



Cours de mathématiques spéciales
Livret de cours

Catalogue of courses

Année académique / Academic year
2021/2022

1^{er} septembre 2021

Table des matières

1	La dotation horaire	1
2	La description des cours	2
2.1	Analyse I	2
2.2	Analyse II	3
2.3	Géométrie analytique	4
2.4	Algèbre linéaire	5
2.5	ICS	6
2.6	Physique	8
2.7	Chimie	9
2.8	Mathématiques Elémentaires	10

1 La dotation horaire

BRANCHES SCIENTIFIQUES		1ER SEM		2ÈME SEM	
Branche	Enseignant	c	e	c	e
Analyse I (cf. page 2)	Bossoney Dubuis Woringer	4	2	4	2
Analyse II (cf. page 3)	Bossoney Dubuis Woringer	2	2	2	2
Géométrie analytique (cf. page 4)	Dovi Maatouk Huruguen	2	2	2	2
Algèbre linéaire (cf. page 5)	Burmeister Dovi Huruguen	2	2	2	2
ICS (cf. page 6)	Maatouk Petrescu Sauser	2	2	2	2
Physique (cf. page 8)	Burmeister Sauser	4	2	4	2
Chimie (cf. page 9)	Terrettaz			2	1
Mathématiques élémentaires (cf. page 10)	Maatouk Dubuis	1	2		

2 La description des cours

Ci-dessous on trouve la description de chaque cours selon un canevas identique.

2.1 Analyse I

<i>Titre:</i> ANALYSE I				
<i>Enseignant:</i> Simon Bossoney, Samuel Dubuis, Olivier Woringer				
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>	Heures totales: 168
automne	X			Par semaine:
printemps	X			Cours : 4
				Exercices : 2

Objectifs

- Maîtrise du calcul algébrique.
- Compréhension et aptitude à appliquer la théorie du calcul différentiel et intégral des fonctions réelles d'une variable réelle.

Contenu

- Résolution d'équations, d'inéquations rationnelles, irrationnelles ; valeur absolue.
- Suites de nombres réels : définition et calcul de limite.
- Fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} , limites, continuité.
- Calcul différentiel, interprétation géométrique.
- Etude de fonctions ; arcs paramétrés.
- Calcul intégral, applications géométriques.

Forme de l'enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: continu

Bibliographie: SWOKOWSKI, Analyse. Traduit de l'anglais par Micheline Citta, De Boeck Université.
ISBN : 2804115941
Howard ANTON, John WILEY & sons. Calculus with Analytic Geometry.
ISBN : 0471850454
S. BALAC, F. STURM, Algèbre et analyse, PPUR. ISBN : 9782880748289

Liaison avec d'autres cours:

Préalables requis: Calcul algébrique élémentaire
Préparation pour: Cours de 1ère année à l'EPFL

2.2 Analyse II

<i>Titre:</i> ANALYSE II			
<i>Enseignant:</i> Simon Bossoney, Samuel Dubuis, Olivier Woringer			
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>
automne	X		
printemps	X		
			Heures totales: 112
			Par semaine:
			Cours : 2
			Exercices : 2

Objectifs

- Maîtriser des fonctions essentielles aux applications de l'Analyse : les fonctions trigonométriques, exponentielles, logarithmes et hyperboliques.
- Se familiariser avec les nombres complexes.
- Introduction aux équations différentielles ordinaires.

Contenu

- Trigonométrie :
 - Angles et arcs
 - Relations trigonométriques (formules d'addition et bisections des angles, transformations de sommes en produits).
 - Résolution des équations trigonométriques.
 - Résolution des triangles quelconques (Théorèmes du sinus et du cosinus, rayons des cercles inscrits et circonscrits).
- Nombres complexes
 - Représentation algébrique et trigonométrique ; plan de Gauss, formule de Moivre, racines de l'unité.
- Fonctions élémentaires
 - Trigonométriques, puissances exponentielles, hyperboliques et leurs inverses.
 - Polynômes, idéaux de polynômes, décomposition en facteurs irréductibles.
 - Développements limités et leurs applications.
- Equations différentielles
 - Equations différentielles ordinaires linéaires de premier et second ordre.
 - Séparations des variables.

Forme de l'enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: continu

Bibliographie: Ayres : trigonométrie, série Schaum

SWOKOWSKI/COLE. Fundamentals of trigonometry. ISBN :0534361285

SWOKOWSKI. Algebra and trigonometry with Analytic Geometry, International ed.
ISBN : 0495559717

J. PICHON, Trigonométrie. Fonctions usuelles, Ellipse, 1998. ISBN :2729887131

St. BALAC, F. STURM. Algèbre et analyse : Cours de mathématiques de 1ère année avec
exercices corrigés, PPUR presses polytechniques, 2e éd. 2009. ISBN :9782880748289

Liaison avec d'autres cours:

Préalables requis:

Préparation pour: Cours de 1ère année à l'EPFL

2.3 Géométrie analytique

<i>Titre:</i> GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE	
<i>Enseignant:</i> Anne-Marie Dovi, Mathieu Huruguen, Ghid Maatouk	
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i> <i>Option</i> <i>Facultatif</i>
automne	X
printemps	X
Heures totales: 112	
Par semaine:	
Cours : 2	
Exercices : 2	

Objectifs

Maîtriser le calcul vectoriel ; résoudre des problèmes de géométrie, dans le plan et dans l'espace, à l'aide des outils de la géométrie analytique.

Contenu

- Vecteurs, calcul vectoriel.
- Produit scalaire, application à des problèmes métriques.
- Etude vectorielle de la droite, du plan et de l'espace, repères.
- Etude analytique du plan affine et du plan euclidien, équations paramétriques et cartésiennes de droites.
- Etude vectorielle et analytique de transformations géométriques classiques du plan.
- Etude analytique de l'espace affine et de l'espace euclidien, équations paramétriques et cartésiennes de droites et de plans.
- Produit vectoriel et produit mixte ; applications aux problèmes métriques.
- Le cercle dans le plan : tangentes.
- Coniques dans le plan : forme réduite, forme générale et réduction.

Forme de l'enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: continu

Bibliographie: Fundamentum de Mathématique, Géométrie vectorielle et analytique plane, Commission romande de mathématique, Editions du Tricorne. ISBN : 9782829301087
Fundamentum de Mathématique, Géométrie vectorielle et analytique de l'espace, Commission romande de mathématique, Editions du Tricorne
Fundamentum de Mathématique, Géométrie 1,2, Commission romande de mathématique, Editions du Tricorne

Liaison avec d'autres cours:

Préalables requis: Géométrie élémentaire

Préparation pour: Cours de 1ère année à l'EPFL

2.4 Algèbre linéaire

<i>Titre:</i> ALGÈBRE LINÉAIRE				
<i>Enseignant:</i> Guido Burmeister, Anne-Marie Dovi, Mathieu Huruguen				
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>	Heures totales: 112
automne	X			Par semaine:
printemps	X			Cours : 2
				Exercices : 2

Objectifs

Familiariser l'étudiant avec les notions fondamentales de l'algèbre linéaire, en mettant celles-ci en relation avec la géométrie élémentaire.

Contenu

- Généralités sur les ensembles et les applications.
- Notions de logique.
- Espaces vectoriels, sous-espaces vectoriels, bases et dimension.
- Applications linéaires, image, noyau, rang.
- Matrices, calcul matriciel, lien avec les systèmes linéaires.
- Valeurs propres, vecteurs propres, étude complète de la réduction dans \mathbb{R}^2 et \mathbb{R}^3 .

Forme de l'enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: continu

Bibliographie: David C. LAY. Algèbre linéaire et applications, Ed. Pearson. ISBN : 2744075833
BALAC - STURM. Algèbre et analyse, cours de mathématiques de première année avec exercices corrigés. PPUR ISBN : 9782880748289

Liaison avec d'autres cours:

Préalables requis:

Préparation pour: Cours de 1ère année à l'EPFL

2.5 ICS

<i>Titre:</i> INFORMATIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE (ICS)				
<i>Enseignant:</i> Ghid Maatouk, Camil Petrescu, Roger Sauser				
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>	Heures totales: 112
automne	X			Par semaine:
printemps	X			Cours : 2
				Exercices : 2

Objectifs

- Comprendre les fondements de la programmation en langage Python (release 3.9).
- Acquérir une pensée algorithmique.
- Comprendre et utiliser des méthodes numériques élémentaires.

A la fin de l'année, l'étudiant(e) doit être à même de concevoir et d'analyser des programmes qui font intervenir des algorithmes et des méthodes numériques codés en langage Python.

Contenu

1. Programmation Python

- Notions générales (informatique, ordinateur, langage de programmation, programme, compilation, interprétation, exécution, etc.) et caractéristiques du langage Python
- Syntaxe du langage Python, types de données, classes, objets; types simples; variables, références; opérateurs; structures de contrôle du flux (choix et boucles)
- Fonctions : fonctions vs méthodes; fonctions prédéfinies vs fonctions écrites par le programmeur; définition vs appel d'une fonction; portée des variables; fonctions récursives; fonctions d'ordre supérieur
- Structures de données : chaînes de caractères et interaction avec l'utilisateur (sortie standard et entrée standard); listes; tuples; sets; frozensets; dictionnaires; compréhensions
- Notions élémentaires de programmation orientée objets : objets et classes; attributs et méthodes; encapsulation; héritage; polymorphisme
- Exceptions.

2. Algorithmique

- Compréhension d'algorithmes : identification de l'entrée et de la sortie, réponse aux questions "cet algorithme est-il correct?" et "cet algorithme termine-t-il?"
- Analyse du temps de parcours d'un algorithme : calcul du nombre d'opérations; expression du temps de parcours à l'aide de la notation de Landau $O(\cdot)$; comparaison de la vitesse de croissance de différents temps de parcours exprimés en notation $O(\cdot)$
- Récursivité (paradigme "diviser pour conquérir"). Analyse du temps de parcours d'algorithmes récursifs simples
- Algorithmes de recherche : recherche linéaire, recherche d'un élément dans une liste par bisection (dichotomie)
- Algorithmes de tri : tri par insertion, tri par bulles (bubble sort), tri par sélection, tri par fusion (merge sort)
- Algorithmes de graphes : définition, applications, représentation de graphes, parcours en largeur (BFS), parcours en profondeur (DFS), plus court chemin, arbre couvrant.

3. Bibliothèques graphiques et scientifiques de Python

- NumPy : manipulation de tableaux multidimensionnels
- Matplotlib : représentations graphiques en deux et trois dimensions
- SciPy : utilisation de constantes physiques; optimisation et recherche de zéros; intégration numérique

4. Méthodes numériques

- Equations non linéaires : méthodes numériques itératives; méthodes de dichotomie (bisection, parties proportionnelles); méthodes de point fixe (Picard, Newton, Newton-corde)

- Calcul intégral : interpolation de Lagrange ; formules de quadrature non composites ; formules de Newton-Cotes ; formules de quadrature composites ; estimation d'erreur, pas fixe versus pas variable
- Equations différentielles ordinaires : méthodes numériques à un pas (Euler progressive, Euler rétrograde, Crank-Nicolson, Heun, Euler modifiée, Runge-Kutta) ; estimation d'erreur ; consistance, stabilité, convergence.

Forme de l'enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: continu

Bibliographie: [Documentation pour Python 3 \(https://docs.python.org/3/\)](https://docs.python.org/3/)
[Documentation pour NumPy \(https://numpy.org/\)](https://numpy.org/)
[Documentation pour Matplotlib \(http://matplotlib.org/\)](http://matplotlib.org/)
[Documentation pour SciPy \(https://www.scipy.org/\)](https://www.scipy.org/)

G. SWINNEN, *Apprendre à programmer avec Python 3*, Eyrolles, 2012, ISBN : 9782212134346.

J. GUTTAG, *Introduction to Computation and Programming Using Python : With Application to Understanding Data*, Second Edition, MIT Press, 2016, ISBN : 9780262529624.

T. H. CORMEN, C. E. LEISERSON, R. L. RIVEST, C. STEIN, *Algorithmique : cours avec 957 exercices et 158 problèmes*, Dunod, 2010, ISBN : 9782100545261.

A. QUARTERONI, R. SACCO, F. SALERI, *Méthodes Numériques. Algorithmes, analyse et applications*, Springer, 2007, ISBN : 9788847004955.

J. RAPPAZ, M. PICASSO, *Introduction à l'analyse numérique*, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1998, ISBN : 9782889151936.

Liaison avec d'autres cours:

Préalables requis:

Préparation pour: Cours de 1ère année à l'EPFL

2.6 Physique

<i>Titre:</i> PHYSIQUE				
<i>Enseignant:</i> Guido Burmeister, Roger Sauser				
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>	Heures totales: 168
automne	X			Par semaine:
printemps	X			Cours : 4
				Exercices : 2

Objectifs

Connaître les phénomènes fondamentaux et les lois qui les décrivent. Maîtriser les concepts et les lois, en particulier les grandeurs vectorielles (p. ex. loi de Newton).

Contenu

- Mouvement dans le plan : matière et espace, référentiel, origine, repère fixe, vecteur position, vitesse, accélération
- Dynamique : première loi de Newton (principe d'inertie), deuxième loi de Newton, forces particulières, quantité de mouvement, centre de masse, troisième loi de Newton (action = réaction), oscillateur harmonique, pression, hydrostatique, repère (\vec{e}_t, \vec{e}_n)
- Energie : conservation de l'énergie, formes d'énergie, énergie cinétique et travail, puissance
- Gaz parfait : modèle du gaz parfait, température et énergie cinétique
- Etats de la matière : compressibilité, dilatation thermique, premier principe de la thermodynamique, chaleur spécifique, transfert d'énergie par chaleur (conduction, convection, rayonnement), changement d'état, pression de saturation
- Rotation à deux dimensions (description vectorielle) : moment d'une force, statique, théorème du moment cinétique, rotations des solides
- Electrostatique : Force, charge et champ électriques, potentiel électrique, tension, condensateurs
- Circuits à courant continu : courant électrique, puissance électrique, résistance
- Magnétostatique : force de Lorentz, champ magnétique, force de Laplace, moment dipolaire magnétique, aimants.

Forme de l'enseignement:	Ex cathedra exercices	Forme du contrôle:	continu
Bibliographie:	Notes de cours E.Hecht, <i>Physique</i> , De Boeck, 1999 (en français, extrait consultable sur www.deboecksuperieur.com). ISBN : 2744500186 E.Hecht, <i>Physics. Calculus</i> , Brooks/Cole, 1996 (en anglais). ISBN : 0534341578		
Liaison avec d'autres cours:			
<i>Préalables requis:</i>	notions de géométrie élémentaire, Pythagore, fonctions trigonométriques dans un triangle rectangle, calcul algébrique élémentaire.		
<i>Préparation pour:</i>	Cours de 1ère année à l'EPFL		

2.7 Chimie

<i>Titre:</i> CHIMIE				
<i>Enseignant:</i> Samuel Terrettaz				
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>	Heures totales: 42
printemps	X			Par semaine: Cours : 2 Exercices : 1

Objectifs

Connaître la structure atomique et moléculaire de la matière et la relier à certaines propriétés macroscopiques. Caractériser une réaction chimique à partir des principes de conservation de matière et d'énergie. Utiliser les lois de vitesse pour suivre le déroulement d'une réaction chimique et pour proposer un mécanisme réactionnel.

Contenu

- Atomes : orbitales atomiques, configuration électronique, classification périodique, spectroscopie.
- Molécules : liaison chimique, moment dipolaire, géométrie moléculaire décrite par le modèle de la répulsion des paires d'électrons de valence, liaisons intermoléculaires.
- Quantités chimiques : mole, masse atomique, concentrations, pressions partielles d'un mélange de gaz, température.
- Stoechiométrie : équations chimiques, réactif limitant, rendement, loi des gaz parfaits.
- Equilibres chimiques : éléments de thermodynamique, enthalpie libre, quotient réactionnel, constante d'équilibre, influence des paramètres réactionnels sur l'équilibre.
- Propriétés des solutions : solubilité, propriétés colligatives (ébullioscopie, cryoscopie, pression osmotique).
- Réactions acido-basiques : équilibres acide-base, calcul de pH, solutions tampon.
- Cinétique chimique : lois de vitesse des réactions chimiques, effet de la température.

Forme de l'enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: continu

Bibliographie: Chimie générale, Hill, Petrucci, McCreary, Perry, Editeur : Pearson ERPI.2ème édition 2008
Chimie des solutions Hill, Petrucci, McCreary, Perry, Editeur : Pearson ERPI.2ème édition 2008

Liaison avec d'autres cours:

Préalables requis: calcul algébrique élémentaire, logarithmes

Préparation pour: Cours de 1ère année à l'EPFL

2.8 Mathématiques Élémentaires

<i>Titre:</i> MATHÉMATIQUES ÉLÉMENTAIRES				
<i>Enseignant:</i> Ghid Maatouk, Samuel Dubuis				
<i>Semestre</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Option</i>	<i>Facultatif</i>	Heures totales: 30 Par semaine: Cours : 1 Exercices : 2
automne			X	
printemps				

Objectifs

- Renforcer les notions élémentaires d’algèbre, géométrie et analyse.
- Acquérir une pensée mathématique et s’entraîner aux raisonnements logiques et démonstrations.
- Développer des outils méthodologiques pour traiter des problèmes mathématiques.
- Développer l’intuition et la modélisation.

Contenu

1. Algèbre élémentaire
 - Notations et symbolismes
 - Ensembles numériques et calculs sur les réels
2. Géométrie du plan
 - Géométrie du triangle
 - Isométries et homothéties
 - Lieux géométriques
3. Analyse
 - Fonctions réelles
 - Pentes et dérivées

Forme de l’enseignement: Ex cathedra
exercices

Forme du contrôle: aucun

Bibliographie:

Liaison avec d’autres cours:

Préalables requis:

Préparation pour: Premier semestre du CMS