

Examen d'admission à l'EPFL

Session 2023

Table des matières

1	Procédure de l'examen d'admission	1
1.1	Organisation temporelle de l'examen d'admission	1
1.2	Consignes importantes pour les examens	1
2	Programme des branches scientifiques	3
2.1	Branche 1 : Mathématiques I	3
2.2	Branche 2 : Mathématiques II	5
2.3	Branche 3 : Physique	7
2.4	Branche 4 : Informatique et calcul scientifique	8
2.5	Branche 5 : Chimie	10

1 Procédure de l'examen d'admission

1.1 Organisation temporelle de l'examen d'admission

L'examen d'admission complet comporte les dix branches suivantes :

- Branche 1 : Mathématiques I
- Branche 2 : Mathématiques II
- Branche 3 : Physique
- Branche 4 : Informatique et calcul scientifique
- Branche 5 : Chimie
- Branche 6 : Biologie
- Branche 7 : Français
- Branche 8 : Allemand, italien, anglais ou espagnol (au choix)
- Branche 9 : Histoire
- Branche 10 : Géographie

Ces dix branches sont réparties en deux groupes : le groupe 1 comprend les “branches scientifiques” (branches 1, 2, 3, 4 et 5), alors que le groupe 2 comprend les “branches de culture générale” (branches 6, 7, 8, 9 et 10). On parle d'un examen complet si le candidat doit présenter les dix branches ; on parle d'un examen réduit s'il ne doit présenter que les branches du groupe 1. Selon l'**Ordonnance concernant l'admission à l'EPFL** (art. 22, al. 3), les branches du groupe 2 ne peuvent être présentées que si l'ensemble des notes obtenues dans les branches du groupe 1 atteint la moyenne exigée. Remarquons que le candidat peut demander une reconnaissance d'acquis et une dispense pour une ou plusieurs branches du groupe 2 selon les modalités fixées dans l'**Ordonnance concernant l'admission à l'EPFL** (art. 8, al. 2).

Les épreuves du groupe 1 sont prévues **du 23 au 27 janvier 2023**. Le programme des branches du groupe 1 et les modalités d'examen sont décrits au chapitre 2 ci-dessous.

Les épreuves du groupe 2 auront lieu en août 2023. Le programme des branches du groupe 2 sera mis à disposition au mois de mars 2023 [sur cette page](#). Les modalités des épreuves sont les suivantes :

Français : écrit + oral
2ème langue : écrit + oral
Histoire : oral
Géographie : oral
Biologie : oral

Pour toute question liée aux programmes des examens, veuillez vous adresser au
Cours de Mathématiques Spéciales :

EPFL E-EBM CMS
Bâtiment BS
Station 4
CH-1015 Lausanne
+41 21 693 22 95
cms@epfl.ch

1.2 Consignes importantes pour les examens

En se présentant à chaque épreuve d'examen, le candidat doit impérativement respecter les consignes suivantes, **sous peine d'annulation de l'épreuve** :

- Le candidat rédige ses réponses à l'**encre bleue ou noire** (à l'exception des dessins et figures, qui peuvent être rédigés au crayon).
- Le candidat est muni d'une règle, d'un compas et d'un Tipp-Ex.

- Pour Mathématiques II, le candidat doit venir **avec son équerre personnelle**.
- Le candidat est muni d'une **montre non connectée**.
- Le candidat présente une **pièce d'identité officielle valable**.
- Aucun autre instrument de travail n'est admis, sauf s'il est explicitement autorisé pour la branche en question (cf. paragraphe sur les instruments de travail pour chaque branche ci-dessous).

2 Programme des branches scientifiques

2.1 Branche 1 : Mathématiques I

Objectifs de l'examen

L'examen Mathématiques I teste les connaissances mathématiques du candidat en analyse selon le programme ci-dessous.

Il comporte des questions de connaissances et de compréhension ainsi que des problèmes nécessitant une résolution plus complexe.

Procédure

Forme de l'examen : écrit

Durée : 3 heures et 30 minutes

Programme

1. Algèbre élémentaire
 - équations, inéquations, valeur absolue
 - binôme de Newton
2. Trigonométrie :
 - trigonométrie dans le triangle rectangle et résolution des triangles quelconques
 - fonctions trigonométriques et leur inverse
 - équations et inéquations trigonométriques
3. Suites numériques
 - limite d'une suite
 - séries arithmétique et géométrique
4. Fonctions réelles d'une variable réelle
 - fonctions élémentaires (fonctions puissance, exponentielle, hyperbolique et leur inverse)
 - limite, formes indéterminées, infiniment petits équivalents
 - continuité, prolongement par continuité
 - dérivée, interprétation géométrique, règles de dérivation, dérivée des fonctions définies implicitement et paramétriquement
 - applications de la dérivée, croissance, extrema, différentielles, approximation linéaire, développements limités
 - étude complète d'une fonction
 - étude complète d'une fonction définie paramétriquement
5. Nombres complexes
 - formes algébrique et trigonométrique
 - plan de Gauss, translation, homothétie, rotation, similitude
 - formule de Moivre et ses applications
 - polynômes réels et complexes, décomposition en facteurs irréductibles
6. Calcul intégral
 - primitive, méthodes d'intégration (intégration par parties, intégration par changement de variable, intégration des fonctions rationnelles)
 - applications du calcul intégral : calcul d'aires planes, de volumes de corps de révolution ou de section connue, de longueurs d'arc, d'aires de surfaces de révolution.

Instruments de travail

Seuls les instruments mentionnés au paragraphe 1.2 ci-dessus sont autorisés. Un formulaire, annexé au présent document, sera distribué au candidat au début de l'épreuve. Aucune calculatrice ou documentation personnelles ne seront admises.

Ouvrages de référence

- [1] J. VAN DE GRAATS, R. BOSCH, *Tout ce que vous avez appris et oublié en Maths!*, Pearson, 2e éd. 2012, ISBN : 978-2744076176.
- [2] N. PISKOUNOV, *Calcul différentiel et intégral, Tome 1*, Ed. Ellipses, 1998, ISBN : 978-2729893408.
- [3] CH. CASSIDY, M-L. LAVERTU, *Introduction à l'analyse, Fonction d'une variable réelle*, Presses de l'Université de Laval, 2002, ISBN : 978-2763773636.
- [4] J. STEWART, *Analyse, concepts et contextes, vol.1, Fonctions d'une variable*, De Boeck, 3e éd., 2011, ISBN : 978-2804163068.

2.2 Branche 2 : Mathématiques II

Objectifs de l'examen

L'examen Mathématiques II teste les connaissances mathématiques du candidat en géométrie analytique et algèbre linéaire selon le programme ci-dessous.

Il comporte des questions de connaissances et de compréhension ainsi que des problèmes nécessitant une résolution plus complexe.

Procédure

Forme de l'examen : écrit

Durée : 3 heures et 30 minutes

Programme de géométrie analytique

1. Géométrie du triangle :
 - droites et points remarquables
 - théorème de Pythagore
 - théorème de Thalès
2. Vecteurs :
 - définition
 - opérations vectorielles
 - produit scalaire
 - produit vectoriel
 - produit mixte
 - barycentres
3. Plan et espace affine :
 - repères
 - équations vectorielles / normales / paramétriques / cartésiennes
 - positions et directions relatives
4. Plan et espace euclidien :
 - repères orthonormés
 - calculs d'angle
 - calculs de distance
5. Transformations géométriques du plan et de l'espace :
 - translations
 - projections
 - symétries
 - rotations
6. Coniques dans le plan euclidien :
 - forme générale
 - forme canonique
 - réduction à la forme canonique
 - éléments caractéristiques

Programme d'algèbre linéaire

1. Logique et langage propositionnel :
 - connecteurs (et, ou, implique, équivalent)
 - négation
 - méthodes de preuve

2. Ensembles et applications :
 - sous-ensemble
 - complémentaire
 - réunion / intersection
 - produit cartésien
 - image et antécédent d'un élément
 - image directe et réciproque d'un sous-ensemble
 - injection / surjection / bijection
3. Espaces vectoriels réels :
 - définition et exemples classiques ($\mathbb{R}^n$, matrices, fonctions...)
 - combinaison linéaire
 - sous-espace vectoriel
 - famille libre / liée, relation de dépendance linéaire, famille génératrice
 - base et dimension
 - rang d'une famille
 - application à l'étude des systèmes linéaires
4. Applications linéaires et matrices :
 - image, noyau et rang
 - matrice représentative
 - produit matriciel / composition d'applications linéaires
 - changements de bases
 - déterminant
5. Réduction :
 - valeurs propres et vecteurs propres
 - polynôme caractéristique
 - critère de diagonalisation
 - étude systématique et nature géométrique en dimension 2 et 3

Instruments de travail

Seuls les instruments mentionnés au paragraphe 1.2 ci-dessus sont autorisés. Une équerre personnelle est requise. Aucune calculatrice ou documentation personnelles ne seront admises.

Ouvrages de référence

- [1] H. ANTON, C. RORRES, *Algèbre linéaire et géométrie vectorielle* (éd. 2006) WILEY éd. - ISBN : 978-0-470-83725-2
- [2] DAVID C. LAY, *Algèbre linéaire et ses applications* éd. Pearson - ISBN : 9782744075834
- [3] BALAC-STURM, *Algèbre et analyse, Cours de mathématiques de première année avec exercices corrigés* PPUR - ISBN : 9782880748289

2.3 Branche 3 : Physique

Objectifs de l'examen

Le candidat doit connaître les phénomènes fondamentaux et les lois qui les décrivent. On insistera plus sur la compréhension et les limites des notions utilisées, ainsi que sur l'application simple à des cas concrets, plutôt que sur l'étendue des connaissances.

Procédure

Forme de l'examen : écrit

Durée : 3 heures et 30 minutes

Le candidat doit résoudre des problèmes portant sur l'ensemble du programme qui suit.

Programme

1. Mouvement dans le plan : matière et espace, référentiel, origine, repère fixe, vecteur position, vitesse, accélération
2. 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 ($\vec{e}_t, \vec{e}_n$)
3. Energie : conservation de l'énergie, formes d'énergie, énergie cinétique et travail, puissance
4. Gaz parfait : modèle du gaz parfait, température et énergie cinétique
5. 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
6. Rotation à deux dimensions (description vectorielle) : moment d'une force, statique, théorème du moment cinétique, rotations des solides
7. Electrostatique : Force, charge et champ électriques, potentiel électrique, tension, condensateurs
8. Circuits à courant continu : courant électrique, puissance électrique, résistance
9. Magnétostatique : force de Lorentz, champ magnétique, force de Laplace, moment dipolaire magnétique, aimants.

Instruments de travail

Seuls les instruments mentionnés au paragraphe 1.2 ci-dessus sont autorisés. Aucune calculatrice ou documentation personnelles ne seront admises.

Ouvrages de référence

[1] E. HECHT, *Physique*, De Boeck, ISBN 2744500186, 1999 (en français)

[2] E. HECHT, *Physics. Calculus*, Brooks/Cole, 1996 (en anglais)

2.4 Branche 4 : Informatique et calcul scientifique

Objectifs de l'examen

Selon le programme détaillé ci-dessous, l'examen de la branche "Informatique et calcul scientifique" vérifie les compétences de programmation en langage Python (release 3.9), l'acquisition d'une pensée algorithmique, ainsi que la compréhension et l'utilisation des méthodes numériques élémentaires.

Le candidat doit être à même de concevoir et d'analyser des programmes qui font intervenir des algorithmes et des méthodes numériques codés en langage Python.

Procédure

Forme de l'examen : écrit
Durée : 3 heures

Programme

Programmation Python

1. Notions générales (informatique, ordinateur, langage de programmation, programme, compilation, interprétation, exécution, etc.) et caractéristiques du langage Python
2. Syntaxe du langage Python, types de données, classes, objets; types simples; variables, références; opérateurs; structures de contrôle du flux (choix et boucles)
3. 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
4. Structures de données : chaînes de caractères et interaction avec l'utilisateur (sortie standard et entrée standard); listes; tuples; sets; frozensets; dictionnaires; compréhensions
5. Notions élémentaires de programmation orientée objets : objets et classes; attributs et méthodes; encapsulation; héritage; polymorphisme
6. Exceptions.

Algorithmique

1. 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?"
2. 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 $O(\cdot)$
3. Récursivité (paradigme "diviser pour conquérir"). Analyse du temps de parcours d'algorithmes récursifs simples
4. Algorithmes de recherche : recherche linéaire, recherche d'un élément dans une liste par bisection (dichotomie)
5. Algorithmes de tri : tri par insertion, tri par bulles (bubble sort), tri par sélection, tri par fusion (merge sort)
6. Algorithmes de graphes : définition, applications, représentations de graphes, parcours en largeur (BFS), parcours en profondeur (DFS), plus court chemin, arbre couvrant.

Méthodes numériques

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

2. 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
3. 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.

Instruments de travail

Seuls les instruments mentionnés au paragraphe 1.2 ci-dessus sont autorisés. Aucune calculatrice ou documentation personnelles ne seront admises.

Ouvrages de référence

- [1] [Documentation for Python 3 \(https://docs.python.org/3/\)](https://docs.python.org/3/).
- [2] G. SWINNEN, *Apprendre à programmer avec Python 3*, Eyrolles, 2012, ISBN : 9782212134346.
- [3] J. GUTTAG, *Introduction to Computation and Programming Using Python : With Application to Understanding Data*, Second Edition, MIT Press, 2016, ISBN : 9780262529624.
- [4] T. H. CORMEN, C. E. LEISERSON, R. L. RIVEST, C. STEIN, *Algorithmique : cours avec 957 exercices et 158 problèmes*, Dunod, 2010, ISBN : 9782100545261.
- [5] A. QUARTERONI, R. SACCO, F. SALERI, *Méthodes Numériques. Algorithmes, analyse et applications*, Springer, 2007, ISBN : 9788847004955.
- [6] J. RAPPAZ, M. PICASSO, *Introduction à l'analyse numérique*, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1998, ISBN : 9782889151936.

2.5 Branche 5 : Chimie

Objectifs de l'examen

Cet enseignement vise l'acquisition des principes de base et leur application à des systèmes chimiques simples. L'accent sera mis sur la compréhension et la combinaison de ces principes pour résoudre des exercices pratiques de chimie quantitative.

Procédure

Forme de l'examen : écrit
Durée : 2 heures

Programme

1. Atomes : orbitales atomiques, configuration électronique, classification périodique, spectroscopie.
2. Molécules : liaison chimique, moment dipolaire et géométrie des molécules décrite par le modèle de la répulsion des paires d'électrons de valence, liaisons intermoléculaires.
3. Quantités chimiques : mole, masse atomique, concentrations, pressions partielles d'un mélange de gaz, température.
4. Stoechiométrie : équations chimiques, réactif limitant, rendement, loi des gaz parfaits.
5. Equilibres chimiques : éléments de thermodynamique, enthalpie libre, quotient réactionnel, constante d'équilibre, influence des paramètres réactionnels sur l'équilibre.
6. Propriétés des solutions : solubilité, propriétés colligatives (ébullioscopie, cryoscopie, pression osmotique).
7. Réactions acido-basiques : équilibres acide-base, calcul de pH, solutions tampon.
8. Cinétique chimique : lois de vitesse des réactions chimiques d'ordre 0, 1 et 2, effet de la température.

Instruments de travail

Seuls les instruments mentionnés au paragraphe 1.2 ci-dessus sont autorisés. Un tableau périodique ainsi qu'une calculatrice TI-30 ECO RS seront mis à disposition. Aucune calculatrice ou documentation personnelles ne seront admises.

Ouvrages de référence

- [1] Chimie générale, Hill, Petrucci, McCreary, Perry, Editeur : Pearson ERPI. 2ème édition 2008
- [2] Chimie des solutions Hill, Petrucci, McCreary, Perry, Editeur : Pearson ERPI. 2ème édition 2008

Formulaire de l'examen d'admission 2023

Trigonométrie circulaire

Formules d'addition :

$$\sin(x+y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y \quad \cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$

$$\tan(x+y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$$

Formules de bisection :

$$\sin^2\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{1 - \cos x}{2} \quad \cos^2\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{1 + \cos x}{2} \quad \tan^2\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{1 - \cos x}{1 + \cos x}$$

Expressions de $\sin x$, $\cos x$ et $\tan x$ en fonction de $\tan\left(\frac{x}{2}\right)$:

$$\sin x = \frac{2 \tan\left(\frac{x}{2}\right)}{1 + \tan^2\left(\frac{x}{2}\right)} \quad \cos x = \frac{1 - \tan^2\left(\frac{x}{2}\right)}{1 + \tan^2\left(\frac{x}{2}\right)} \quad \tan x = \frac{2 \tan\left(\frac{x}{2}\right)}{1 - \tan^2\left(\frac{x}{2}\right)}$$

Formules de transformation somme-produit :

$$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right) \quad \cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right) \quad \sin x - \sin y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

Trigonométrie hyperbolique

Définitions :

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \quad \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \quad \tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad \cosh^2 x - \sinh^2 x = 1$$

Formules d'addition :

$$\sinh(x+y) = \sinh x \cosh y + \cosh x \sinh y \quad \cosh(x+y) = \cosh x \cosh y + \sinh x \sinh y$$

$$\tanh(x+y) = \frac{\tanh x + \tanh y}{1 + \tanh x \tanh y}$$

Formules de bisection :

$$\sinh^2\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{\cosh x - 1}{2} \quad \cosh^2\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{\cosh x + 1}{2} \quad \tanh\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{\cosh x - 1}{\sinh x} = \frac{\sinh x}{\cosh x + 1}$$

Dérivée de quelques fonctions

$f(x)$	$f'(x)$	$f(x)$	$f'(x)$	$f(x)$	$f'(x)$
$\arcsin x$	$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$\sinh x$	$\cosh x$	$\arg \sinh x$	$\frac{1}{\sqrt{1+x^2}}$
$\arccos x$	$-\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$\cosh x$	$\sinh x$	$\arg \cosh x$	$\frac{1}{\sqrt{x^2-1}}$
$\arctan x$	$\frac{1}{1+x^2}$	$\tanh x$	$\frac{1}{\cosh^2 x}$	$\arg \tanh x$	$\frac{1}{1-x^2}$

Développement limité de quelques fonctions

$f(x)$	Développement limité de $f(x)$ au voisinage de 0
$\frac{1}{1+x}$	$1 - x + x^2 - x^3 + \dots + (-1)^n x^n + x^n \cdot \varepsilon(x)$
$(1+x)^\alpha$	$1 + \frac{\alpha}{1!} x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2!} x^2 + \dots + \frac{\alpha(\alpha-1)\dots(\alpha-n+1)}{n!} x^n + x^n \cdot \varepsilon(x)$
e^x	$1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + x^n \cdot \varepsilon(x)$
$\sin x$	$x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + x^{2n+1} \cdot \varepsilon(x)$
$\cos x$	$1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + x^{2n} \cdot \varepsilon(x)$
$\tan x$	$x + \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} + \frac{17x^7}{315} + x^7 \cdot \varepsilon(x)$
$\sinh x$	$x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots + \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + x^{2n+1} \cdot \varepsilon(x)$
$\cosh x$	$1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots + \frac{x^{2n}}{(2n)!} + x^{2n} \cdot \varepsilon(x)$
$\tanh x$	$x - \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} - \frac{17x^7}{315} + x^7 \cdot \varepsilon(x)$
$\ln(1+x)$	$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots + (-1)^{n+1} \frac{x^n}{n} + x^n \cdot \varepsilon(x)$

où $\varepsilon(x)$ est une fonction qui tend vers 0 lorsque x tend vers 0.