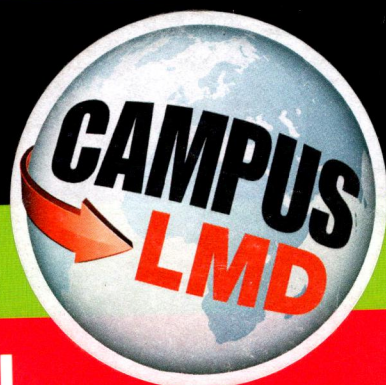


NOUVEAUX
PROGRAMMES
2021

Bruno Fosset | Jean-Bernard Baudin | Frédéric Lahitète

CHIMIE

MPSI



TOUT-EN-UN

- > Tout le programme
- > Le cours de référence
- > 87 tests et 204 exercices et problèmes
- > Tous les corrigés complets
- > Utilisation du langage Python

2^e édition

DUNOD

f'intégrer

CHIMIE

MPSI

NOUVEAUX
PROGRAMMES
2021

TOUT-EN-UN

LE COURS

- > Toutes les notions du programme sont abordées dans le strict respect des textes officiels.
- > De nombreux exemples, des illustrations et des remarques pédagogiques vous aident à comprendre le cours en profondeur.
- > Près de 40 scripts Python commentés pour vous aider à maîtriser la programmation.

LES EXERCICES ET PROBLÈMES

- > Dans chaque chapitre un grand nombre d'exercices pour vous entraîner.
- > Les énoncés sont classés par difficulté progressive.
- > Les 87 tests et 204 exercices et problèmes sont intégralement résolus.

Bruno Fosset
est professeur en MP
au lycée Henri IV à Paris.

Jean-Bernard Baudin
est professeur
de chimie à l'École
normale supérieure
de la rue d'Ulm à Paris.

Frédéric Lahitète
est professeur en PC
au lycée Louis Barthou
à Pau.

Les séries complémentaires de la collection *f'intégrer*

LES TOUT-EN-UN

Le cours de référence avec de nombreux exercices et problèmes tous résolus

LES MÉTHODES & EXERCICES

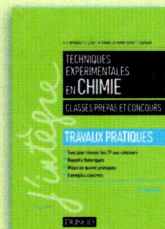
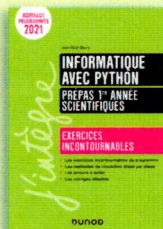
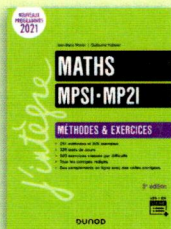
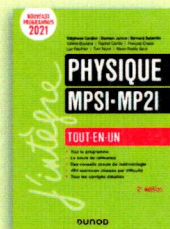
Les méthodes de raisonnement illustrées par des exercices

LES EXERCICES INCONTOURNABLES

Ceux qu'il faut absolument maîtriser en vue des concours

LES TRAVAUX PRATIQUES

Sous forme de fiches détaillées



3421055

CAMPUS CHIMIE TOUT-EN-UN MPSI 2ED



SNV-CH

DUNOD
une page d'avance



Table des matières

1	Transformation de la matière	1
1	Les états de la matière	1
1.1	États d'agrégation de la matière, notion de phase	1
1.2	Distinction microscopique entre états d'agrégation	2
1.3	Propriétés des gaz	3
1.4	L'état liquide	7
1.5	États solides	11
2	Les transformations de la matière	13
2.1	Transformation physique, exemples	13
2.2	Transformations chimiques	14
2.3	Description d'un système physico-chimique	21
3	Étude de la transformation chimique	26
3.1	Équilibre chimique, constante d'équilibre	26
3.2	Évolution d'un système vers l'équilibre chimique	30
3.3	Calcul des activités à l'équilibre	36
3.4	Cas des équilibres physiques, coefficient de partage	40
3.5	Cas des systèmes hétérogènes	42
3.6	Optimisation d'un procédé chimique	43
	Synthèse	51
	Activité Python	52
	Exercices	59
	Corrigés	70
2	Cinétique chimique	83
1	Concepts fondamentaux de la cinétique chimique	83
1.1	Système considéré	83
1.2	Vitesse de formation d'un produit, de disparition d'un réactif	84
1.3	Vitesse de réaction	85
1.4	Équation empirique de vitesse, notion d'ordre	86
1.5	Types de réactions chimiques	88
2	Méthodes expérimentales	89
2.1	Méthodes physiques et chimiques en cinétique	90

TABLE DES MATIÈRES

2.2	Exemples de méthodes physiques	92
3	Analyse des résultats expérimentaux	94
3.1	Méthode différentielle	95
3.2	Méthode des vitesses initiales	101
3.3	Méthode d'intégration	102
3.4	Temps de demi-réaction, temps de demi-vie	110
3.5	Analyse des données	111
4	Influence de la température sur la vitesse	113
4.1	Résultats expérimentaux	113
4.2	Équation d'ARRHENIUS	114
4.3	Autres facteurs influençant la vitesse des réactions	117
	Synthèse	118
	Exercices	120
	Corrigés	131
3	Modèle de LEWIS des molécules et des ions	145
1	Structure des atomes	145
1.1	L'échelle atomique	145
1.2	Cadre théorique de la description de la structure des atomes	146
1.3	Les électrons dans les atomes	146
1.4	La classification périodique	147
1.5	Électronégativité des atomes	149
2	Association d'atomes : molécules et ions	150
2.1	Stabilité des structures polyatomiques ; énergie de liaison	150
2.2	Géométrie des molécules et des ions	151
3	Modèle de LEWIS des molécules et des ions	152
3.1	Introduction : les modèles de la liaison chimique	152
3.2	Électrons de valence des atomes des blocs <i>s</i> et <i>p</i>	152
3.3	Octet des composés monoatomiques stables	152
3.4	Partage des électrons de valence ; symbolisme de LEWIS	152
3.5	Règle de l'octet	153
3.6	Symboles de LEWIS	153
3.7	Nombre total d'électrons et de paires de valence	154
3.8	Représentation de LEWIS des molécules simples	154
3.9	Liaisons multiples	155
3.10	Composés déficitaires en électrons	157
3.11	Charges formelles	157
3.12	Composés présentant des électrons non appariés	160
3.13	Dépassement de la règle de l'octet ; hypervalence	162
3.14	Molécules possédant des atomes du bloc <i>d</i>	164
3.15	Représentations de LEWIS et réactivité chimique	164
4	Mésomérie	165
4.1	Plusieurs représentations de LEWIS possibles	165
4.2	Délocalisation des électrons	165

4.3	Formes mésomères et structure électronique	166
4.4	Symbole de mouvement électronique	166
5	Polarité des molécules	169
5.1	Notion de moment dipolaire électrostatique	169
5.2	Moment dipolaire d'une distribution de charge	170
5.3	Moment dipolaire des molécules diatomiques	170
5.4	Molécules polyatomiques	171
5.5	Influence de la géométrie sur le moment dipolaire	171
	Synthèse	172
	Exercices	173
	Corrigés	179
4	Forces intermoléculaires	189
1	Existence de forces intermoléculaires	189
1.1	La nécessaire modélisation des systèmes étudiés	189
1.2	Interactions engageant un ion	190
1.3	Interactions entre un ion et un dipôle mobile	191
1.4	Interactions entre molécules polaires	191
1.5	Interactions entre molécules polaires et non polaires	192
1.6	Interaction de dispersion	194
1.7	Interaction d'attraction totale, interaction de répulsion	195
1.8	Existence de la liaison hydrogène	196
1.9	Effets des différentes interactions intermoléculaires	197
2	Caractéristiques des solvants, dissolution	202
2.1	Caractéristiques d'un solvant	203
2.2	Dissolution d'un composé, solvation	206
2.3	Solubilité d'un constituant, miscibilité entre deux solvants	208
2.4	Propriétés de conduction électrique dans un solvant	209
2.5	Choix d'un solvant, chimie verte	214
3	Utilisations des solvants (extraction, purification)	214
3.1	Extraction liquide-liquide	215
3.2	Recristallisation	218
3.3	Chromatographie sur couche mince (CCM)	219
3.4	Catalyse par transfert de phase (CTP)	221
	Synthèse	223
	Exercices	225
	Corrigés	231
5	Le solide cristallin	237
1	La cristallographie	237
1.1	Aperçu historique	237
1.2	L'étude expérimentale des cristaux	238
2	Le cristal parfait	240
2.1	Définitions	240

2.2	Mailles	241
2.3	Motif	243
3	Origine de la cohésion des solides	244
3.1	Unité et diversité des solides	246
3.2	Cristaux métalliques	246
3.3	Cristaux ioniques	248
3.4	Cristaux covalents	250
3.5	Cristaux moléculaires	252
3.6	Validité des modèles structuraux	254
4	Cristaux métalliques	255
4.1	Définitions	256
4.2	Principe de construction des assemblages compacts	257
4.3	Structure cubique faces centrées (<i>c.f.c.</i>)	258
4.4	Structure hexagonale compacte (<i>h.c.</i>)	264
4.5	Assemblage non compact : structure cubique centrée (<i>c.c.</i>)	268
4.6	Structures cristallines des principaux métaux	270
4.7	Les alliages	272
5	Cristaux covalents	275
5.1	Le diamant	275
5.2	Le graphite	277
6	Cristaux ioniques	279
6.1	Généralités	279
6.2	Structures AB	280
6.3	Structure type CsCl	281
6.4	Structure type NaCl	282
6.5	Structure type ZnS	283
7	Cristaux moléculaires	284
	Synthèse	287
	Exercices	289
	Corrigés	304
6	Équilibres acido-basiques – Titrages	325
1	Équilibres acido-basiques, généralités	325
1.1	Définitions préliminaires, constantes d'équilibre	325
1.2	Force d'un acide ou d'une base	330
1.3	Diagrammes de prédominance	332
1.4	Diagramme de distribution des espèces	333
1.5	Échange de proton H^+ : prévision du sens d'échange	336
2	Méthode de la réaction prépondérante	338
2.1	Définitions : réaction prépondérante, solution équivalente	339
2.2	Mise en œuvre simplifiée de la méthode	339
2.3	Un premier exemple simple	341
3	État final d'équilibre : acides et bases	342
3.1	Monoacides et monobases forts dans l'eau	342

	3.2	Acides faibles, bases faibles	342
4		État final d'équilibre : ampholytes, mélanges	346
	4.1	Ampholyte (espèce amphotère)	346
	4.2	Mélange acide faible/base conjuguée	347
	4.3	Mélange acide faible/base non conjuguée	348
	4.4	Mélange quelconque : exemple	350
5		Titrages acido-basiques	350
	5.1	Généralités sur les titrages	350
	5.2	Incertitudes en chimie des solutions	352
	5.3	Suivi pH-métrique ou conductimétrique d'un titrage	357
	5.4	Titration acide fort/base forte	358
	5.5	Titration d'un acide faible par une base forte	366
	5.6	Solutions tampons, pouvoir tampon	372
	5.7	Titration de polyacides (polybases) ou de mélanges d'acides (de bases)	373
6		Détermination d'une constante d'acidité	379
	6.1	Résultat conductimétrique, titrages	379
	6.2	Méthode spectrophotométrique	380
7		Mise en oeuvre expérimentale et simulation, première étude d'un déchet minier acide	381
	7.1	Expérience réalisée, résultats	381
	7.2	Interprétation, incertitude par la méthode Monte-Carlo	382
	7.3	Simulation du titrage d'un acide sulfurique au contact d'ions sulfure	384
		Synthèse	386
		Exercices	388
		Corrigés	406
7		Équilibres de solubilité	429
1		Équilibre hétérogène en solution aqueuse	429
	1.1	Conditions d'existence d'un solide	429
	1.2	Diagrammes d'existence/absence de solide	432
	1.3	Un premier diagramme de distribution des espèces	433
	1.4	Solubilisation d'un gaz	434
	1.5	Solubilité, calcul de solubilité dans l'eau pure	436
2		Effet d'ion commun. Influence sur la solubilité	437
	2.1	Exemple, mise en évidence	437
	2.2	Généralisation, loi de modération	437
3		Intervention des réactions de complexation	438
	3.1	Existence de complexes	438
	3.2	Mise en évidence expérimentale	439
	3.3	Généralisation, écriture de la réaction prépondérante	440
	3.4	Application : solubilité en milieu complexant	441
	3.5	Exploitation d'une réaction prépondérante de redissolution	441
4		Influence du pH sur la solubilité	442
	4.1	Loi de modération - Réaction prépondérante généralisée	442

4.2	Exemples	443
4.3	Cas des hydroxydes - Hydroxydes amphotères	448
5	Titrages par précipitation	454
5.1	Principe du titrage	454
5.2	Expression $pAg = f(v)$	456
5.3	Détermination du point équivalent, suivi du titrage	457
5.4	Méthode de VOHLARD	459
5.5	Titration de mélanges	460
5.6	Titration du mélange H_3O^+/Mg^{2+}	462
6	Mise en œuvre expérimentale	463
6.1	Résultats expérimentaux	463
6.2	Interprétation	464
	Synthèse	467
	Exercices	469
	Corrigés	486
8	Oxydoréduction	507
1	Généralités sur l'oxydoréduction	507
1.1	Transfert électronique, vocabulaire	507
1.2	Équilibrage d'une réaction d'oxydoréduction	510
1.3	Nombres d'oxydation	512
1.4	Vocabulaire	518
2	Étude des piles	519
2.1	Définitions, structure d'une pile	519
2.2	Étude de la pile DANIELL	520
2.3	Potentiel d'électrode, potentiel d'oxydoréduction	522
2.4	Application à la pile DANIELL, capacité d'une pile	526
3	Types d'électrodes	528
3.1	Électrodes de première espèce	528
3.2	Électrodes de deuxième espèce	530
3.3	Électrodes de troisième espèce	532
4	Prévision du sens de réaction	533
4.1	Diagrammes de prédominance ou d'existence	533
4.2	Tracé d'un diagramme de distribution (répartition)	535
4.3	Prévision du sens d'échange d'électrons, calculs de K_T°	537
4.4	Stabilité d'un nombre d'oxydation	542
4.5	Détermination d'un potentiel standard inconnu	543
5	Titrages par réaction d'oxydoréduction	547
5.1	Titration d'une solution d'ions Fe^{2+} par des ions Ce^{4+}	547
5.2	Titration des ions Fe^{2+} par les ions MnO_4^-	552
6	Mise en œuvre expérimentale	554
6.1	Buts, expériences réalisées	554
6.2	Exploitations des expériences réalisées	558
	Synthèse	564

Exercices	566
Corrigés	579
9 Diagrammes potentiel-pH	601
1 Tracé du diagramme E -pH de l'eau	601
1.1 Convention de tracé	602
1.2 Diagramme E -pH de l'eau, tracé du diagramme	603
2 Diagramme E -pH du fer	605
2.1 Conventions, diagramme de situation	605
2.2 Frontières entre espèces de nombre d'oxydation différent	609
2.3 Utilisation du diagramme	611
3 Diagramme E -pH du zinc	614
3.1 Conventions, diagramme de situation	614
3.2 Équations des frontières	616
3.3 Utilisation du diagramme	617
4 Diagramme E -pH du cuivre	618
4.1 Conventions, diagramme de situation	618
4.2 Équations des frontières	619
5 Utilisation : analyse d'un protocole expérimental	623
5.1 Protocole expérimental et résultat obtenu	623
5.2 Interprétation, lecture de diagrammes E -pH	624
Synthèse	627
Exercices	628
Corrigés	643
Index des scripts Python	657
Index	659