

PRÉPA PASS & LAS

**MÉTHODE
COURS
EXERCICES**

SE PRÉPARER À RÉUSSIR DÈS LE LYCÉE

**BIOPHYSIQUE
CHIMIE - BIOCHIMIE
CHIMIE ORGANIQUE**

Théo Cossart (coord.)
Dorian Bochaton, Virgyl Camberlein,
Anthony Delpech, Edouard Lansiaux

ellipses

SOMMAIRE

● CHAPITRE 1

CONCEPTS ET OUTILS FONDAMENTAUX EN BIOPHYSIQUE **21**

I	Outils mathématiques	21
1	<i>Fonctions</i>	21
2	<i>Méthode de travail</i>	27
II	Définitions importantes en physique	28
1	<i>Qu'est-ce que la physique ?</i>	28
2	<i>Matière</i>	29
3	<i>Notions d'énergie, de forces et de travail</i>	31

● CHAPITRE 2

ÉTATS DE LA MATIÈRE **39**

I	Les différents états de la matière	39
1	<i>Définition des états de la matière</i>	39
2	<i>Interactions entre particules</i>	40
3	<i>Propriétés de la matière</i>	43
II	Comportement de la matière	45
1	<i>Changement d'état</i>	45
2	<i>Mouvements Browniens</i>	47
3	<i>Exercices</i>	48
III	Récapitulatif	52

● CHAPITRE 3

GAZ PARFAITS **53**

I	Les gaz parfaits	53
1	<i>Les systèmes thermodynamiques</i>	53
2	<i>Énergie interne U d'un système gazeux et degrés de liberté</i>	54

3	<i>Le premier principe de la thermodynamique</i>	56
4	<i>Chaleur</i>	57
5	<i>Travail mécanique</i>	60
6	<i>Le modèle des gaz parfaits</i>	62
7	<i>Loi des gaz parfaits et énergie interne</i>	63
8	<i>Mélange de gaz : la loi de Dalton</i>	63
II	Applications et exercices	64
1	<i>Calcul de pression partielle</i>	64
2	<i>Définition d'une transformation</i>	66
3	<i>Exercice guidé</i>	67

● CHAPITRE 4

MÉCANIQUE DES FLUIDES

71

I	Généralités	71
II	Hydrostatique	72
1	<i>Définitions</i>	72
2	<i>Pression</i>	72
3	<i>Exemples et exercices</i>	76
III	Hydrodynamique : le modèle des fluides parfaits	78
1	<i>Définitions</i>	78
2	<i>Notions de débit et de vitesse</i>	78
3	<i>Relation entre pressions, débits, et vitesses</i>	80
4	<i>Pompe hydraulique</i>	86
IV	Hydrodynamique : les fluides visqueux	91
1	<i>Définitions</i>	91
2	<i>Relation entre résistances, pressions, débits, vitesses</i>	91
3	<i>Circuit en dérivation</i>	95

● CHAPITRE 5

ONDES ACOUSTIQUES

99

I	Ondes mécaniques	99
1	<i>Définitions</i>	99
2	<i>Ondes longitudinales et transversales</i>	100

3	<i>Célérité d'une onde mécanique à une dimension</i>	100
4	<i>Ondes mécaniques périodiques</i>	101
II	Ondes sonores et ultrasonores	103
III	Effet Doppler	104
1	<i>Effet Doppler-Fizeau</i>	104
2	<i>Réflexion sur un miroir</i>	107
3	<i>Ondes de choc</i>	107
IV	Échographie	108
1	<i>Historique</i>	108
2	<i>Principes généraux</i>	108
3	<i>Propriétés acoustiques des tissus</i>	110
4	<i>Atténuation</i>	111
5	<i>Interface entre milieux de propagations</i>	113
V	Exercice	115
1	<i>Mouvement relatif d'une source sonore et d'un détecteur</i>	115
2	<i>Détermination de la vitesse d'un hélicoptère par effet Doppler</i>	116

CHAPITRE 6

OPTIQUE

119

I	Interférence	120
1	<i>Principes de propagation</i>	120
2	<i>Réflexion et réfraction</i>	122
3	<i>Notion d'objet et d'image</i>	125
4	<i>Lentilles minces</i>	126
II	Diffraction : essence de la nature ondulatoire de la lumière	130
1	<i>Lumière rencontrant obstacle</i>	130
2	<i>Rayons lumineux</i>	131
3	<i>Onde électromagnétique</i>	131
4	<i>Caractérisation d'une onde lumineuse</i>	132
III	Laser : essence de la nature corpusculaire de la lumière	133
1	<i>Effet radiation sur métal</i>	133
2	<i>Photon</i>	134

IV Spectroscopie et niveaux d'énergie	134
1 Quantification de l'énergie d'un atome.....	134
2 Absorption et émission de lumière par atome.....	135
V Exercice	136

● CHAPITRE 7

ÉLECTROSTATISME

139

I L'électrostatisme	139
1 Les quatre forces élémentaires.....	139
2 Champ électrique.....	144
3 Exemples d'application : condensateurs et accélérateurs.....	155

● CHAPITRE 8

ÉLECTROMAGNÉTISME

163

I Mécanique quantique et spin	163
1 Introduction au modèle quantique.....	163
2 Les modèles quantiques.....	165
3 Spin de l'électron : l'expérience de Stern et Gerlach.....	168
II Principe de RMN	169
1 Les grands principes.....	169
2 Spectroscopie.....	171
III Principe de base de l'IRM	174
IV Exercice	175

● CHAPITRE 9

RADIOACTIVITÉ

177

I Radioactivité	177
1 Définitions.....	177
2 Transformations radioactives nucléaires.....	181
3 Activité radioactive.....	183
4 Exercice guidé.....	186

II Interactions des particules avec la matière	187
1 <i>Interactions de différentes particules</i>	187
2 <i>Exemple d'application et exercice : la radiographie osseuse</i>	195
III Radioprotection	197
1 <i>Définitions</i>	197
2 <i>Exercice d'application</i>	198

● CHAPITRE 10

ACIDE-BASE

201

I Bases de chimie	201
1 <i>Le potentiel hydrogène (pH) d'une solution</i>	201
2 <i>L'eau pure ne l'est pas vraiment</i>	203
3 <i>Acides et bases en chimie</i>	205
II Équilibre acido-basique du corps humain	211
1 <i>Rôle métabolique du pH</i>	211
2 <i>Solutions tampon</i>	211
III Application : variations du pH plasmatique dans les maladies	215
1 <i>Maladies respiratoires</i>	215
2 <i>Maladies métaboliques</i>	216
3 <i>Synthèse : le diagramme de Davenport</i>	218

● CHAPITRE 11

LES RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION

225

I Définitions	225
1 <i>Définitions de Lavoisier et définitions modernes</i>	225
2 <i>Le nombre d'oxydation</i>	226
3 <i>Le couple oxydant/réducteur</i>	226
II Nombre d'oxydation	227
1 <i>La charge de l'atome</i>	227
2 <i>La charge de l'ion</i>	227

III Comment écrire une réaction d'oxydoréduction ?	228
1 Comment formaliser l'échange d'électrons entre un oxydant et un réducteur simple ?	228
2 Qu'en est-il des couples plus élaborés ?	229
3 Réaction entre un oxydant et un réducteur	230
4 Les réactions d'oxydoréduction donnent-elles lieu à des équilibres chimiques ?	232
IV Aspect thermodynamique de l'oxydoréduction	234
1 Potentiels d'électrode	235
2 L'exemple de la pile Daniell	236
3 L'introduction de la force électromotrice ΔE	238
V Le lien entre ΔE/différence de potentiel imposé et sens spontané/réversibilité de la réaction	241
1 Sens spontané et réversibilité	241
2 Le phénomène d'électrolyse	242
VI Équation de Nernst	242
1 Potentiel d'un couple oxydoréduction	242
2 Dans des conditions standards	243
VII Classification des couples d'oxydoréduction et constante d'équilibre	243
1 Classification des couples d'oxydoréduction	243
2 Détermination de la constante d'équilibre d'une réaction d'oxydoréduction	245
VIII Le diagramme E-pH de Pourbaix	246
1 Principe	246
IX Exercice	248
Énoncé	248
Corrigé	249

● CHAPITRE 12

INTRODUCTION À LA BIOCHIMIE

253

I Notions préliminaires	253
1 Rappel sur les unités	253
2 La mole et l'uma	258

CHAPITRE 13

THERMODYNAMIQUE

259

I Historique et définitions	259
1 <i>Notion de système</i>	259
2 <i>Équilibre, variable d'état et fonction d'état</i>	260
II Premier principe de la thermodynamique	262
1 <i>Énoncé</i>	262
2 <i>Notions d'énergies de chaleur et de travail</i>	262
3 <i>Première loi de la thermodynamique</i>	264
4 <i>Thermochimie : principes de bases et enthalpies de formation</i>	265
III Deuxième principe de la thermodynamique	268
1 <i>Énoncé</i>	268
2 <i>Remarque préliminaire</i>	268
3 <i>Les états de la matière</i>	269
4 <i>Notion d'entropie</i>	273
5 <i>Conséquences du deuxième principe</i>	273
6 <i>Notion d'enthalpie libre</i>	274
IV L'équilibre chimique	275
1 <i>Équilibre chimique et équilibre thermodynamique</i>	275
2 <i>La constante d'équilibre</i>	276
3 <i>Principe de Le Châtelier</i>	276
V Exercices d'application	278
VI Corrections	280

CHAPITRE 14

ATOMISTIQUE

289

I Historique	289
1 <i>L'Antiquité</i>	289
2 <i>La période prémoderne</i>	289
3 <i>Les modèles de Thompson et Nagaoka</i>	290
4 <i>Le modèle de Bohr</i>	291

II Structure de l'atome	292
1 <i>Le noyau</i>	292
2 <i>Les électrons</i>	295
3 <i>La classification périodique des éléments</i>	302
III La dualité onde-corpuscule	306
1 <i>Approche générale</i>	306
2 <i>L'approche ondulatoire</i>	307
IV Les liaisons chimiques	310
1 <i>Les liaisons covalentes</i>	311
2 <i>Les liaisons non covalentes</i>	321
V Exercices d'application	326
VI Corrections	333

● CHAPITRE 15

GÉNOMIQUE

349

I ADN et ARN : historique et définitions	349
1 <i>Historique</i>	349
2 <i>Vers des structures plus complexes</i>	349
3 <i>Génome et évolution</i>	350
4 <i>Le génome humain</i>	350
II Structure de l'ADN et de l'ARN	351
1 <i>Structure de l'ADN</i>	351
2 <i>Spécificités de l'ARN</i>	355
III Réplication de l'ADN	356
1 <i>L'initiation</i>	356
2 <i>L'élongation</i>	358
3 <i>La terminaison</i>	358
4 <i>La vérification de la synthèse</i>	360
5 <i>Spécificités de la réplication chez les eucaryotes</i>	360
IV Transcription en ARN	361
1 <i>La transcription des ARN messagers</i>	361
2 <i>Fragilité des ARNs</i>	364

3	<i>Maturation des ARNm</i>	365
4	<i>Résumé : la structure d'un gène</i>	369
V	Traduction en protéines	370
1	<i>Les acides aminés</i>	370
2	<i>L'ARN de transfert</i>	371
3	<i>Les ribosomes</i>	371
4	<i>Le phénomène de Wobble</i>	372
5	<i>Les étapes de la traduction</i>	373
VI	Méthodes d'analyse du génome	374
1	<i>Le caryotype</i>	375
2	<i>L'hybridation génomique comparative (CGH)</i>	377
3	<i>L'hybridation in situ</i>	378
4	<i>Les puces à ADN</i>	379
5	<i>Le séquençage très haut débit, ou Next Generation Sequencing (NGS)</i>	380
6	<i>Limites du séquençage</i>	380
VII	Application médicale : les maladies monogéniques.	381
1	<i>Définitions</i>	381
2	<i>La génétique mendélienne</i>	381
3	<i>Les arbres généalogiques</i>	384
4	<i>Les maladies monogéniques</i>	388
5	<i>Notions d'expressivité et de pénétrance</i>	394
6	<i>Les néomutations</i>	395
VIII	Exercices d'application	395
IX	Corrections	400

● CHAPITRE 16
BIOCHIMIE

409

I	Introduction générale	409
1	<i>Définition de la biochimie</i>	409
2	<i>Quelques exemples de biomolécules</i>	410
3	<i>Intérêt de la biochimie en médecine</i>	410

II Introduction à l'enzymologie	410
1 <i>Les caractéristiques générales des enzymes</i>	410
2 <i>Cinétique des enzymes</i>	413
3 <i>Influence d'inhibiteurs enzymatiques sur la cinétique</i>	416
III Les lipides	419
1 <i>Introduction</i>	419
2 <i>Les acides gras</i>	419
3 <i>Les triacylglycérols ou triglycérides</i>	422
4 <i>Les cires</i>	423
5 <i>Les glycérophospholipides</i>	424
6 <i>Les sphingolipides</i>	427
7 <i>Les stérols</i>	429
8 <i>Le transport des lipides : les lipoprotéines</i>	433
9 <i>Utilisation des lipides comme source d'énergie</i>	435
10 <i>Exercices d'application</i>	437
IV Les glucides	438
1 <i>Introduction</i>	438
2 <i>Les monosaccharides</i>	439
3 <i>Les polysaccharides</i>	445
4 <i>Utilisation des glucides comme source d'énergie</i>	446
5 <i>Exercices d'application</i>	448
V Les protéines	450
1 <i>Généralités</i>	450
2 <i>Structures des protéines</i>	451
4 <i>Métabolisme des protéines</i>	453
5 <i>Dérivés d'acides aminés</i>	454
6 <i>Exercices d'application</i>	455
VI Intégration et coordination du métabolisme	456
1 <i>Introduction</i>	456
2 <i>Notion de carrefours métaboliques</i>	457
3 <i>Profils métaboliques des différents organes</i>	459
4 <i>Choix des substrats énergétiques selon le contexte métabolique</i>	461
5 <i>Choix des substrats énergétiques au cours d'un exercice physique</i>	463
6 <i>Exercices d'application</i>	464

I Introduction générale	465
1 Définition de la chimie organique	465
2 Quelques exemples	465
3 Rôle de la chimie organique	466
4 Exemples de molécules d'intérêt thérapeutique	466
II Généralités	466
1 Les règles de nomenclature	466
2 Les différentes façons de représenter une molécule	468
3 Les notions d'isomérie	471
III Les règles d'or en chimie organique et les notions de base	479
1 Localiser les sites riches en électrons	479
2 Chaque atome doit avoir sa couche de valence complète	479
3 Les zones riches en électrons se repoussent mutuellement pour être le plus possible éloignées	479
4 La nature déteste les charges localisées	480
5 Notions d'acidité, de basicité, d'électrophilie et de nucléophilie	480
IV Les alcanes	482
1 Généralités	482
2 Notion de conformères	483
3 Les cyclanes	484
4 Exercices d'application	485
V Les alcènes	486
1 Généralités	486
2 Réactivité	487
3 Exercices d'application	489
VI Les hydrocarbures aromatiques	491
1 Généralités	491
2 Réactivité	493
3 Exercices d'application	495

VII Les alcools	496
1 Généralités	496
2 Réactivité	497
3 Exercices d'application	502
VIII Les thiols	504
1 Généralités	504
2 Réactivité	504
3 Exercices d'application	505
IX Les amines	507
1 Généralités	507
2 Réactivité	508
3 Exercices d'application	510
X Les dérivés carbonylés	512
1 Généralités	512
2 Réactivité	513
3 Exercices d'application	518
XI Les acides carboxyliques	520
1 Généralités	520
2 Réactivité	522
3 Exercices d'application	526
XII Les esters	530
1 Généralités	530
2 Réactivité	530
3 Exercices d'application	534
XIII Les acides aminés	536
1 Généralités	536
2 Classification	537
3 Exercices d'application	540
XIV Les oses	543
1 Généralités	543
2 Les différentes représentations des oses	544
3 Exercices d'application	547