

# Table des matières

<b><u>DIMENSION, UNITÉS ET DONNÉES NUMÉRIQUES</u></b> .....	1
Les équations aux dimensions Le Système International (SI) d'unités .....	3
Unités usuelles de masse .....	4
Unités usuelles d'énergie .....	5
Unités spéciales .....	6
Données numériques .....	7
Multiples et sous-multiples des unités .....	8
Lettres grecques usuelles .....	9
<b>I. LA STRUCTURE DE LA MATIÈRE ET LE MILIEU INTERIEUR</b> .....	11
<b><u>I-1-Structure macroscopique de la matière et éléments de thermodynamique</u></b> ...	13
Les états fondamentaux de la matière .....	15
Les états de la matière .....	15
Les changements d'état .....	16
Les états gazeux .....	17
Les transferts d'énergie .....	18
Les principales transformations thermodynamiques .....	19
Les fonctions thermodynamiques .....	20
<b><u>I-2-Les solutions aqueuses et le milieu intérieur</u></b> .....	27
Caractéristiques physico-chimiques de l'eau .....	29
Solutions et solutés en phase liquide .....	31
Modes d'expression des concentrations des solutions .....	32
Cryoscopie et ébulliométrie des solutions aqueuses .....	33
Acidité des solutions ioniques .....	34
Basicité des solutions ioniques .....	35
Les compartiments liquidiens de l'organisme .....	36
Méthode d'étude des compartiments hydriques : dilution d'un traceur .....	37
Physiopathologie de l'équilibre hydrosodé. Perte isotonique en eau et en ions sodium. Perte de solution hypotonique .....	38
Physiopathologie de l'équilibre hydrosodé. Apport isotonique en eau et en ions sodium. Apport de solution hypo-tonique .....	40
Tableaux de situations pathologiques, de signes cliniques et de signes biologiques .....	42
<b><u>I-3-Éléments de physique quantique</u></b> .....	55
Les forces fondamentales de la nature .....	57
Les particules fondamentales .....	59



La dualité onde-particule .....	60
Les relations de Heisenberg .....	61
Les moments cinétiques en physique quantique .....	62
<b>II. CHARGES ÉLECTRIQUES ET ÉLECTROPHYSIOLOGIE .....</b>	<b>69</b>
<b>II-1-Électrostatique .....</b>	<b>71</b>
La force électrostatique .....	73
Le champ électrostatique .....	74
Énergie potentielle électrostatique .....	75
Potentiel électrostatique .....	76
Équipotentiels et lignes de champ .....	77
Le condensateur plan .....	78
Énergie emmagasinée dans un condensateur .....	79
Le dipôle électrostatique.....	80
Potentiel et champ électrique créé par un dipôle.....	81
Les positions de Gauss .....	82
<b>II-2-Électrocinétique.....</b>	<b>95</b>
Dynamique des particules chargées placées dans le vide sous l'action de champ électrique ou de champ magnétique.....	97
Mouvement des porteurs de charges dans un milieu matériel.....	98
Le courant électrique .....	99
Résistance et loi d'Ohm intégrale .....	100
Lois de Kirchhoff des circuits électriques .....	101
Lois d'association des dipôles .....	102
Les courants transitoires.....	103
<b>II-3-La fibre nerveuse .....</b>	<b>111</b>
Le potentiel membranaire des cellules excitables .....	113
Modèle électrique de la membrane cellulaire au repos .....	114
Le potentiel d'action (ou influx nerveux) .....	115
Variation des perméabilités membranaires .....	116
Propagation du potentiel d'action .....	117
<b>II-4-Électrophysiologie du cœur .....</b>	<b>121</b>
Potentiel électrique d'un feuillet élémentaire .....	122
Potentiel créé par une fibre en voie d'activation .....	123
Le muscle cardiaque .....	124
Les potentiels d'action et l'électrocardiogramme.....	125
Principe du vectocardiogramme d'Einthoven.....	126
Exemple de tracé cardiographique déduit du modèle de Einthoven.....	127
Les dérivations unipolaires frontales .....	128



Les dérivations dipolaires frontales .....	129
Les dérivations précordiales .....	130
Les axes de Bailey .....	131
L'axe électrique du cœur .....	132
Les tracés électrocardiographiques .....	133
<b>III. LA CIRCULATION DES FLUIDES</b> .....	139
<b>III-1-Mécanique des fluides parfaits</b> .....	141
Statique des fluides .....	143
Applications physiques .....	144
La « tension » artérielle .....	145
Dynamique des fluides parfaits .....	146
<b>III-2-Les phénomènes de surface</b> .....	161
La tension superficielle .....	163
Loi de Laplace .....	164
Loi de Hooke .....	165
<b>III-3-Les fluides réels</b> .....	173
Viscosité et régimes d'écoulement d'un fluide réel .....	175
Vitesse d'un fluide réel dans une conduite cylindrique .....	176
Loi de Poiseuille des fluides réels .....	177
La résistance hydraulique .....	178
Lois d'association des résistances hydrauliques .....	179
Passage du régime laminaire au régime turbulent .....	180
<b>III-4-Les fluides biologiques</b> .....	187
Le sang : un fluide complexe .....	189
Le système circulatoire sanguin .....	190
La pompe cardiaque .....	191
Travail du cœur .....	192
Structure des parois vasculaires .....	193
Loi de Hooke pour chaque type de fibre .....	194
Fonctionnement des artères élastiques .....	195
Fonctionnement des artères mixtes musculo-élastiques .....	196
La ventilation pulmonaire .....	197
<b>IV. DIFFUSION ET TRANSPORT TRANSMEMBRANAIRE</b> .....	215
<b>IV-1-Le transport de matière en milieu libre</b> .....	217
Les déplacements de molécules ou d'ions en solution .....	219
Potentiel chimique et diffusion de masse .....	220
Le débit de particules et l'équation de continuité .....	221



Définitions des débits de solvant et de soluté.....	222
Transport par diffusion : la première loi de Fick.....	223
Transport par diffusion : la seconde loi de Fick.....	224
Transport par convection .....	225
<b>IV-2-Transports passifs de particules neutres à travers les membranes .....</b>	<b>231</b>
Structure des membranes biologiques.....	233
Caractérisation physique des membranes .....	234
La diffusion : flux diffusif transmembranaire de solutés induit uniquement par un gradient de concentration .....	235
L'osmose : flux diffusif transmembranaire de solvant induit uniquement par un gradient de concentration .....	236
La filtration : flux transmembranaire de solvant induit uniquement par un gradient de pression hydrostatique .....	237
Flux transmembranaire induit simultanément par un gradient de pression hydrostatique et un gradient de concentration .....	238
Équilibre de Starling .....	239
Formation des œdèmes .....	240
Tonicité d'une solution .....	241
Échanges au niveau de la membrane glomérulaire rénale .....	242
La filtration glomérulaire rénale .....	243
<b>IV-3-Transports transmembranaires de particules chargées.....</b>	<b>253</b>
Transport passif d'ions en solution induit par une force électrique .....	255
Transport passif d'ions en solution, induit par une différence de concentration et une différence de potentiel électrique.....	256
Équilibre de Donnan (ou Gibbs-Donnan) .....	257
Transport passif d'ions à travers les membranes cellulaires. Équation de Goldman ...	258
Le transport facilité .....	259
Le transport actif.....	261
<b>V. ONDES ACOUSTIQUES ET ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES.....</b>	<b>273</b>
<b>V-1-Éléments de mécanique.....</b>	<b>275</b>
Travail et Puissance.....	277
Énergie .....	278
Les vibrations .....	279
Les vibrations périodiques non sinusoïdales.....	280
L'oscillateur harmonique .....	281
Énergie mécanique du ressort non amorti .....	282
Oscillations amorties et forcées. La résonance .....	283
<b>V-2-Caractères généraux des ondes .....</b>	<b>289</b>
Ondes progressives sinusoïdales à une dimension spatiale .....	291



Ondes progressives sinusoïdales à deux ou trois dimensions spatiales.....	292
Énergie, puissance et intensité d'une onde.....	293
Variation de l'intensité avec la distance à la source.....	294
Superposition d'ondes et modulation d'amplitude.....	295
Superposition d'ondes et ondes stationnaires.....	296
Réflexion et transmission d'ondes à une dimension spatiale.....	297
L'effet Doppler-Fizeau.....	298
Diffraction des ondes.....	299
Interférences de deux ondes.....	300
<b>V-3-Les ondes acoustiques</b> .....	311
Ondes acoustiques.....	313
Ondes acoustiques sinusoïdales progressives.....	314
Puissance et Intensité acoustique.....	315
Niveau des ondes sonores.....	316
Atténuation des ondes acoustiques.....	317
Sons purs et sons complexes.....	318
<b>V-4-Les ondes électromagnétiques</b> .....	327
Paramètres des ondes électromagnétiques.....	329
Longueurs d'onde et fréquences des différents rayonnements électromagnétiques...	330
Polarisation des ondes électromagnétiques.....	331
Diffraction des ondes lumineuses.....	332
Le rayonnement thermique ou « rayonnement du corps noir ».....	333
Le rayonnement laser.....	334
Loi de Beer-Lambert.....	335
Diffusion Rayleigh de la lumière.....	336
Diffraction des rayons X.....	337
<b>VI. OPTIQUE ET VISION</b> .....	345
<b>VI-1-Optique géométrique</b> .....	347
Les lois de base de l'optique géométrique.....	349
Objets et images, réels et virtuels.....	351
Relation de conjugaison du dioptr sphérique.....	352
Foyers et distances focales du dioptr sphérique.....	353
Construction d'images d'un objet à travers un dioptr sphérique.....	354
Les lentilles minces : marche des rayons lumineux.....	355
Les lentilles minces : relation de conjugaison.....	356
Méthode de construction d'images : cas d'une lentille convergente.....	357
Images obtenues avec une lentille convergente.....	358
Images obtenues avec une lentille divergente.....	359



La loupe.....	360
Le microscope optique (ou photonique) .....	361
<b>VI-2-La vision</b> .....	371
Structure optique de l'œil.....	373
Sensibilité de l'œil à la lumière .....	374
Les voies optiques.....	375
L'accommodation .....	376
L'acuité visuelle.....	377
La myopie .....	378
L'hypermétropie (ou hyperopie) .....	379
Positions respectives du Punctum Remotum et du Puncum Proximum .....	380
L'astigmatisme .....	381
Les différents astigmatismes réguliers .....	382
<b>VII. ATOMES ET NOYAUX RAYONNEMENTS ATOMIQUES ET NUCLEAIRES</b> .....	397
<b>VII-1-Les niveaux d'énergie atomique et moléculaire</b> .....	399
Structure électronique des atomes.....	401
Le moment cinétique orbital et le spin .....	402
Spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.....	403
Les forces inter-atomiques .....	404
Les niveaux d'énergie moléculaire .....	405
Les différents types de spectroscopie .....	406
<b>VII-2-Le noyau atomique et les transitions radioactives</b> .....	413
Stabilité et instabilité des noyaux.....	415
Le rayonnement gamma et la conversion interne.....	416
Les différents types de transitions radioactives .....	417
L'émission alpha .....	418
L'émission bêta moins ( $\beta^-$ ).....	419
L'émission bêta plus ( $\beta^+$ ) .....	420
La capture électronique .....	421
Cinétique des transitions radioactives .....	422
Variations respectives des populations de noyaux père et fils Cas du noyau fils stable.....	423
Variations respectives des populations de noyaux père et fils Cas du noyau fils instable .....	424
<b>VIII. LES INTERACTIONS RAYONNEMENTS MATIÈRE</b> .....	433
<b>VIII-1-Les mécanismes physiques de base de l'interaction photons-matière</b> .....	435
Absorption de photons par les atomes.....	437
Fluorescence et effet Auger.....	438



Les rayonnements ionisants .....	439
L'effet photoélectrique .....	440
La diffusion Compton.....	441
La matérialisation (ou création de paires) .....	443
Les paramètres de l'interaction photons-matière.....	444
Comparaison des effets ionisants élémentaires .....	445
<b>VIII-2-Les interactions rayonnements particulaires-matière .....</b>	<b>455</b>
Les paramètres de l'interaction.....	457
Caractères généraux de l'interaction .....	458
Interaction de particules chargées légères avec la matière.....	459
Interaction de particules chargées lourdes avec la matière.....	460
<b>VIII-3-Dosimétrie des rayonnements ionisants .....</b>	<b>465</b>
Principaux facteurs de la dosimétrie des rayonnements ionisants .....	467
Les détecteurs de rayonnements ionisants .....	468
Les détecteurs d'ionisation à gaz .....	469
Les détecteurs d'excitation .....	470
Définitions de dosimétrie .....	471
Paramètres énergétiques d'un faisceau de photons.....	472
Cas d'une source ponctuelle radioactive de photons gamma .....	473
Dosimétrie en radioprotection.....	474
<b>VIII-4-Effets biologiques des rayonnements ionisants .....</b>	<b>481</b>
Les différents cas possibles d'irradiation .....	483
Les effets moléculaires des rayonnements ionisants .....	484
Les effets cellulaires des rayonnements ionisants.....	486
Taux de survie cellulaire en fonction de la dose absorbée .....	487
Les effets sur les tissus .....	488
Les effets déterministes (non stochastiques) sur l'organisme .....	489
Les effets aléatoires (stochastiques) sur l'organisme.....	491
<b>IX. L'IMAGERIE MÉDICALE .....</b>	<b>499</b>
<b>IX-1-Imagerie analogique et imagerie numérique .....</b>	<b>501</b>
Caractéristiques générales.....	503
Principe de l'imagerie numérique .....	504
L'image numérique.....	505
<b>IX-2-L'imagerie radiologique .....</b>	<b>509</b>
Les rayons X en médecine .....	511
Le tube radiogène de Coolidge .....	512
Le spectre d'émission d'un tube à rayons X .....	513
Le faisceau de photons X .....	514



Le contraste de l'image radiante.....	515
La radiologie standard analogique .....	516
Principe de la scanographie (tomodensitométrie X ou scanner X).....	517
Caractéristiques du scanner X .....	518
<b>IX-3-L'imagerie ultrasonore</b> .....	<b>527</b>
Principe de l'exploration échographique.....	529
Les sondes ultrasonores .....	530
Modes d'exploration échographique.....	531
Paramètres caractéristiques en échographie .....	532
L'imagerie Doppler.....	533
<b>IX-4-L'imagerie nucléaire</b> .....	<b>541</b>
Caractéristiques générales de l'imagerie scintigraphique .....	543
La gamma-caméra .....	544
La tomographie à émission de positons (TEP).....	545
<b>IX-5-L'imagerie par résonance magnétique (IRM)</b> .....	<b>549</b>
Les sources macroscopiques de champ magnétique .....	551
Le magnétisme à l'échelle de l'atome .....	552
Le magnétisme à l'échelle du noyau atomique.....	553
Le magnétisme des matériaux .....	554
Action d'un champ magnétique extérieur sur les niveaux d'énergie.....	555
La résonance magnétique nucléaire .....	556
La relaxation du moment magnétique nucléaire.....	557
Le signal de résonance magnétique nucléaire .....	558
Le codage spatial et l'image .....	559
Agents de contraste en IRM .....	560
<b>INDEX</b> .....	<b>565</b>