

PACES

Fabrice CAVILLON

2<sup>e</sup> édition

# Physique

Outils mathématiques, métrologie,  
électrostatique, magnétostatique,  
électromagnétisme, radioactivité,  
optique géométrique

UE 3

- Rappels sur les outils mathématiques nécessaires et suffisants
- Cours richement illustré
- Exercices avec corrigés détaillés et QCM avec réponses



# Table des matières

## Chapitre 1 - Les outils

### I. Outils mathématiques

1. Présentation des résultats numériques	11
2. La dérivée	11
3. Le développement limité d'ordre 1	13
4. L'intégrale	16
5. Equation différentielle linéaire du premier ordre avec second membre	17
6. Vecteur	21
7. Produit scalaire	22
8. Produit vectoriel	22
9. Quelques symboles	24
10. Angles plans, angles solides, périmètres, surfaces et volumes	24
11. Alphabet Grec	24

### II. Métrologie

1. Grandeurs et unités du système international (unités SI)	27
2. Grandeurs et unités dérivées	27
3. Équations aux dimensions	29
4. Homogénéité	32
5. Changements d'unités	32
6. Analyse dimensionnelle	33

### Exercices et QCM

Solutions des exercices et QCM	36
	38

## Chapitre 2 - Electrostatique

### I. Forces, champs et potentiels électriques

1. Hypothèses de la charge électrique	41
2. Force électrique : force de Coulomb	41
3. Champ électrique : loi de Coulomb	41
4. Travail de la force de Coulomb	43
5. Potentiel électrique	45
6. Energie électrostatique	46

### II. Electrocinétique

1. Champ électrique dans un milieu	50
2. Vitesse de déplacement des particules ou molécules chargées	51
3. Cas d'un conducteur métallique	51
4. Cas d'une solution électrolytique	52

<b>III. Le dipôle électrostatique</b>	<b>59</b>
1. Potentiel électrostatique créé à grande distance par un dipôle	59
2. Potentiel électrostatique créé par la dépolarisation d'une fibre nerveuse ou musculaire	63
<b>IV. Électrocardiogramme</b>	<b>72</b>
1. Hypothèses d'Einthoven	72
2. Activité électrique du cœur et vectocardiogramme	73
3. Evolution du potentiel électrique au cours d'un cycle cardiaque	75
4. Borne centrale de Wilson	77
5. Mesure des potentiels électriques	77
6. Dérivations unipolaires augmentées ou de Goldberger	78
7. Dérivations bipolaires ou d'Einthoven	79
8. Double triaxe de Bailey	80
9. Dérivations précordiales	82
<b>Exercices et QCM</b>	<b>84</b>
<b>Solutions des exercices et QCM</b>	<b>87</b>
<b>Chapitre 3 - Magnétisme</b>	
<b>I. Magnétostatique</b>	<b>91</b>
1. Force exercée sur une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique : Force de Lorentz	91
2. Champ magnétique créé par un circuit électrique : loi de Biot et Savart	92
3. Champ magnétique créé par une spire circulaire en son centre	94
<b>II. Moments magnétiques</b>	<b>95</b>
1. Moment magnétique d'une spire circulaire	95
2. Moment magnétique orbital	95
3. Moment magnétique intrinsèque (ou de spin)	96
<b>III. Résonance magnétique nucléaire</b>	<b>97</b>
1. Mouvement de précession	97
2. Energie d'une particule dans un champ magnétique	99
3. Paramagnétisme d'un ensemble de protons	100
4. Résonance	102
5. Relaxation	105
<b>IV. Spectroscopie RMN du proton</b>	<b>107</b>
1. Déplacement chimique	107
2. Spectre	109
3. Couplage spin-spin	111
4. Dégénérescence des pics	112
<b>V. Principe de l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)</b>	<b>117</b>
1. Selection d'un plan de coupe	117
2. Mesures des temps de relaxation	119

<b>Exercices et QCM</b>	<b>122</b>
<b>Solutions des exercices et QCM</b>	<b>125</b>
 <b>Chapitre 4 - Electromagnétisme</b>	
<b>I. Onde électromagnétique</b>	<b>129</b>
1. Onde électromagnétique progressive plane monochromatique	129
2. Photon associé et énergie	134
3. Phénomènes produisant des ondes électromagnétiques	135
<b>II. Energie de l'électron d'un hydrogéoïde</b>	<b>137</b>
1. Expressions classiques de l'énergie de l'électron d'un hydrogéoïde	137
2. Mécanique ondulatoire	139
3. Absorption et émission de rayonnements par un hydrogéoïde	142
4. Energie de liaison de l'électron d'un hydrogéoïde	144
<b>III. Interactions rayonnement-matière</b>	<b>144</b>
1. Diffusion Rayleigh	144
2. Effet photoélectrique	145
3. Effet Compton	146
4. Effet de création de paire électron-positon	147
5. Atténuation d'un faisceau de rayons X ou gamma	148
<b>IV. Imageries</b>	<b>153</b>
1. Radiographie conventionnelle	153
2. Principe du scanner	161
<b>V. Spectroscopies UV-visible et Infrarouge (réalisé par Elise Berrier)</b>	<b>164</b>
1. Spectroscopie UV-visible	165
2. La spectroscopie Infrarouge	171
<b>Exercices et QCM</b>	<b>177</b>
<b>Solutions des exercices et QCM</b>	<b>181</b>

## Chapitre 5 - Radioactivité

<b>I. Le noyau de l'atome</b>	<b>185</b>
<b>II. Désintégrations radioactives</b>	<b>186</b>
1. Désintégration alpha	186
2. Désintégration bêta	188
3. Désintégration gamma	191
4. Carte des noyaux	192
<b>III. Cinétique de désintégration et activité</b>	<b>192</b>
1. Evolution d'une quantité de noyaux radioactifs identiques	192
2. Période de désintégration (encore appelée demi-vie)	195
3. Activité d'une source radioactive	196
<b>IV. Diagramme de désintégration</b>	<b>197</b>

<b>V. Familles radioactives</b>	<b>200</b>
<b>VI. Principe de la datation au carbone-14</b>	<b>203</b>
<b>VII. Imagerie scintigraphique</b>	<b>203</b>
1. Principe de la scintigraphie	204
2. Principe de la tomographie par émission de positons	206
<b>Exercices et QCM</b>	<b>208</b>
<b>Solutions des exercices et QCM</b>	<b>210</b>

## Chapitre 6 – Optique géométrique

<b>I. Modèle de l'optique géométrique</b>	<b>213</b>
1. Quelques définitions	213
2. Lois de l'optique géométrique	213
3. Lois de Snell-Descartes	215
4. Réflexion totale	217
<b>II. Systèmes optiques</b>	<b>218</b>
1. Définitions et propriétés sur les systèmes optiques	218
2. Les lentilles minces	219
3. Modèle simple de l'œil	227
4. La loupe	229
5. Le microscope	232
<b>Exercices et QCM</b>	<b>235</b>
<b>Solutions des exercices et QCM</b>	<b>237</b>

<b>V. Spectroscopies UV-visible et infrarouge (révisé par Lise Berrier)</b>	<b>241</b>
1. Spectroscopie UV-visible	241
2. La spectroscopie infrarouge	241
<b>Exercices et QCM</b>	<b>241</b>
<b>Solutions des exercices et QCM</b>	<b>241</b>

<b>Chapitre 2 - Radioactivité</b>	<b>97</b>
1. Le noyau de l'atome	97
2. Désintégrations radioactives	97
3. Désintégration alpha	97
4. Désintégration bêta	97
5. Désintégration gamma	97
6. Effet de la radioactivité	97