J. L. CAUBARRERE
J. FO URNY
H. LADJOUZE

ÉLÉCTRICITÉ ET ONDES

COURS, EXERCICES ET TRAVAUX PRATIQUES

537-02.1

1ère Année de sciences exactes et de technologie

Office des Publications Universitaires

TABLE DES MATIERES -

		Page
CHAPITRE I. Interaction électrique - Electrostatique.		
I-1. Description des phénomènes d'électrisation	1.1	1
I-2. Interprétation : structure de la matière	1.2	2
I-3. Définition de la charge comme grandeur mesurable	1.5	5
I-4. Conservation de la charge électrique	1.5	5
I-5. Loi de Coulomb dans le vide	1.5	5
I-6. Ordre de grandeur des forces électrostatiques	1.7	7
I-7. Validité de la loi de Coulomb	1.7	7
Exercices	1.8	8
CHAPITRE II. Champ et potentiel électriques.		
II-1. Rappels sur le champ et le potentiel gravitationnels	2.1	9
II-2. Champ et potentiel créés par des charges électriques		
1. Charge unique	2.2	10
2. Deux charges ponctuelles (principe de superposition)	2.3	11
3. Généralisation	2.4	12
4. Passage du champ au potentiel et inversement	2.4	12
5. Topographie de l'espace électrique	2.5	13
6. Exemples de calcul de champ et de potentiel	2.6	14
7. Quantification de la charge	2.8	16
8. Energie interne d'une distribution de charges	2.8	16
II-3. Application : le dipole électrique		
1. Potentiel et champ créés à grande distance	2.11	19
2. Dipole placé dans un champ électrique	2.12	20
3. Energie potentielle du dipole dans un champ constant	2.13	24
4. Polarisation électrique	2.14	22
II-4. Flux du champ électrique : Théorème de Gauss		
1. Représentation d'une surface	2.15	23
2. Angle solide	2.15	23
3. Flux du vecteur champ électrique	2.16	24
4. Théorème de Gauss et applications.	2.16	24
Exercices	2.20	28

CHAPITRE III. Etude des conducteurs — Pages

III-1. Conducteurs en équilibre électrostatique
1. Définition — 3.1 — 33
2. Propriétés des conducteurs en équilibre — 3.1 — 33
3. Capacité propre d'un conducteur seul dans l'espace — 3.4 — 36
4. Energie d'un conducteur chargé, seul dans l'espace — 3.5 — 38
III-2. Phénomènes d'influence entre conducteurs chargés — 3.7 — 39
III-3. Condensateurs — 3.9 — 41
1. Calcul de la capacité d'un condensateur — 3.10 — 42
2. Energie électrique d'un condensateur — 3.11 — 43
3. Asscciation de condensateurs — 3.12 — 44
Exercices — 3.13 — 45

CHAPITRE IV. Conduction électrique

IV-1. Introduction au courant électrique
1. Rupture d'un équilibre électrostatique — 4.1 — 49
2. Obtention d'un courant permanent ou continu — 4.2 — 50
3. Sens conventionnel du courant — 4.2 — 50
4. Intensité du courant électrique — 4.3 — 51
5. Régime stationnaire — 4.3 — 51
6. Vecteur densité de courant — 4.3 — 51
7. Mécanismes microscopiques expliquant le passage du courant — 4.5 — 53
IV-2. Loi d'OHM
1. Déplacement des électrons dans le vide — 4.6 — 54
2. Déplacement des charges dans un milieu conducteur — 4.6 — 54
3. Mouvement transitoire des électrons de conduction dans un métal — 4.11 — 59
4. Ecarts à la loi d'Ohm — 4.12 — 60
IV-3. Association de résistances — 4.13 — 61
IV-4. Loi de Joule — 4.14 — 62

		Page
CHAPITRE V. Circuits électriques		
V-1 Force électro-motrice et générateur	5.1	65
1. Générateur électrostatique	5.1	65
2. Générateur électrochimique	5.2	66
3. Bilan d'énergie : définition de la f.e.m	5.4	68
4. Tension utilisable aux bornes d'un générateur de tension	5.6	70
5. Association de générateurs en série	5.7	71
6. Notion de générateur de courant	5.7	71
V-2.Force contre électro-motrice d'un récepteur	5.7	71
V-3. Exemples pratiques de générateurs et récepteurs		
1. Piles et accumulateurs	5.8	72
2. Dynamo, moteur	5.9	73
V-4.Lois d'Ohm appliquée		
1. à un circuit fermé	5.10	74
2. à une portion de circuit	5.10	74
V-5.Généralisation de la loi d'Ohm : lois de Kirchoff		
1. Enoncés	5.10	74
2. Application à un réseau. Mise en équation	5.11	75
3. Remarques générales et applications	5.12	76
V-6.Charge et décharge d'un condensateur		
1. Charge d'un condensateur	5.15	79
2. Décharge d'un condensateur	5.16	80
Exercices sur les chapitres IV et V	5.19	83
CHAPITRE VI. L'interaction magnétique		
VI-1.Introduction	6.1	89
VI-2.Force magnétique s'exerçant sur une charge en mouvement	6.4	92
Exemple d'application : l'effet Hall	6.6	94
VI-3.Mouvement d'une charge dans un champ magnétique	6.8	96
VI-4.Exemples de mouvements de particules chargées dans un champ		
1. Spectromètre de masse	6.9	97
2. Expérience de Thomson	6.11	99
VI-5.Force magnétique sur un courant électrique.Force de Laplace	6.12	100

		Page
VI-6. Couple magnétique agissant sur un circuit		
1. Cadre rectangulaire	6.13	101
2. Généralisation	6.14	102
3. Galvanomètre	6.14	102
4. Moment dipolaire dû au mouvement orbital d'une charge	6.15	103
VI-7. Champ magnétique créé par un courant:loi de Biot et Savart	6.16	104
VI-8. Champ magnétique créé par un courant rectiligne	6.17	105
VI-9. Champ magnétique créé par un courant circulaire		
1. Champ créé par une boucle de courant	6.18	106
2. Dipole magnétique	6.19	107
3. Champ créé par un solenoïde	6.20	108
VI-10.Forces s'exerçant entre deux courants.Unités électriques	6.20	108
VI-11.Aimantation de la matière	6.22	110
Exercices	6.24	112
CHAPITRE VII. L'induction magnétique		
VII-1.Flux magnétique	7.1	115
1. Flux du vecteur induction à travers une surface fermée	7.1	115
2. " " " " un contour	7.1	115
VII-2.Description des phénomènes d'induction	7.2	116
VII-3.Loi de Faraday et lois de Lenz	7.3	117
1. Circuit variable dans un champ constant et uniforme	7.4	118
2. Circuit rigide mobile dans un champ non uniforme	7.7	121
3. Généralisation : loi universelle de l'induction	7.8	122
VII-4.Générateur de courant alternatif	7.9	123
VII-5.Courant de Foucault	7.11	125
VII-6.Induction mutuelle et auto (ou self) induction		
1. Induction mutuelle de deux circuits	7.11	125
2. Auto-inductance (ou self inductance)	7.12	126
VII-7.Force électro-motrice d'auto et de mutuelle induction	7.13	127
Exemple de calcul de mutuelle inductance	7.14	128
VII-8.Etablissement et rupture du courant dans un circuit R,L	7.15	129
VII-9.Oscillations libres d'un circuit : décharge d'un condensateur dans un circuit R,L	7.17	131
Exercices	7.20	135

		Pages
CHAPITRE VIII. Courant alternatif		
VIII-1. Définition	8.1	139
VIII-2. Courant sinusoïdal	8.1	139
VIII-3. Loi d'Ohm en courant alternatif sinusoïdal	8.2	140
VIII-4. Cas particuliers		
1. Le circuit comprend une résistance pure	8.3	141
2. " " une résistance et une bobine	8.4	142
3. " " une capacité et une résitance	8.6	144
VIII-5. Résolution par la méthode des complexes. Impédance complexe		
1. Eléments de circuit en série	8.7	145
2. Eléments de circuit en parallèle	8.9	147
3. Expression de la puissance moyenne	8.9	147
VIII-6. Application de la méthode des complexes :étude de quelques cas particuliers	8.9	147
VIII-7. Circuit résonnant	8.11	149
VIII-8. Circuit bouchon	8.12	150
Exercices	8.13	151
CHAPITRES IX et X : Introduction aux ondes		155
CHAPITRE IX. Phénomènes de propagation		
IX-1. Définition d'une onde	9.1	156
IX-2. Ondes transversale et longitudinale	9.3	158
IX-3. Superposition	9.3	158
IX-4. Reflexion et transmission d'une onde sur un ressort		
1. Reflexion	9.8	163
2. Transmission	9.10	165
IX-5. Onde périodique sur une corde ou un ressort infiniment long	9.10	165
IX-6. Ondes à la surface de l'eau		
1. Ondes rectilignes et circulaires	9.13	169
2. Ondes périoques	9.13	169
IX-7. Reflexion et refraction sur une cuve à eau		
1. Reflexion	9.14	170
2. Refraction	9.14	170

CHAPITRE X. Interférences

		Pages
X-1. Introduction	10.1	171
X-2. Onde stationnaire sur une corde	10.2	172
X-3. Interférence à la surface de l'eau	10.2	172
1. Forme des lignes nodales	10.4	174
2. Mesure des longueurs d'onde à partir de l'orientation des lignes nodales	10.5	175
X-4. Phase	10.5	175
Exercices sur les chapitres IX et X	10.8	178

Table des principales constantes 181