

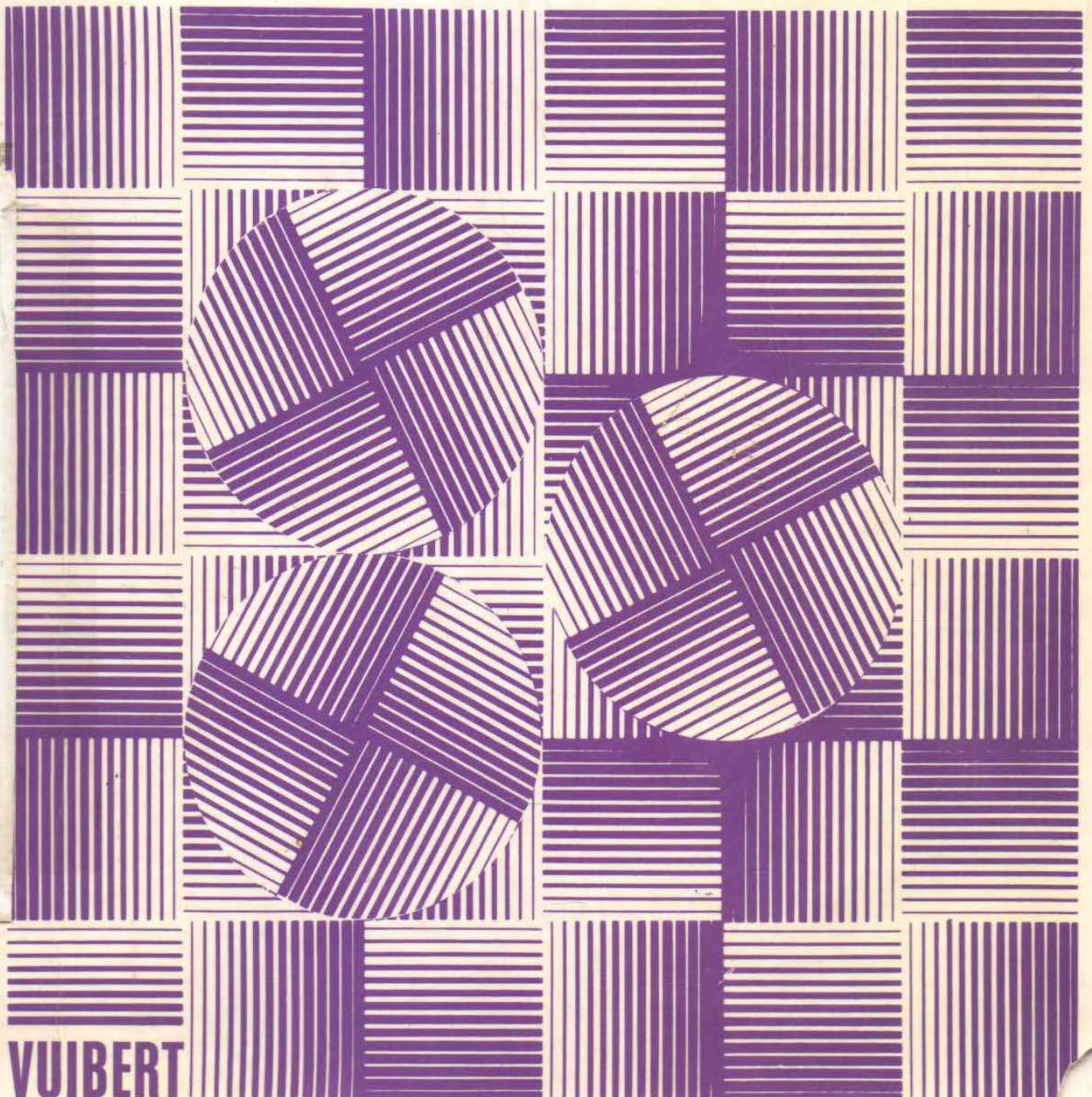
Annequin et Boutigny

Cours de Physique

Préparation aux grandes  
Ecoles scientifiques

Premier cycle universitaire

# ÉLECTRICITÉ<sup>1</sup> mathématiques supérieures



VUIBERT



# Table des matières

## ÉLECTROSTATIQUE

### CHAPITRE 1 : CHAMP ÉLECTRIQUE. CHAMP ÉLECTROSTATIQUE.

1.1. — Électrisation .....	11
1.2. — Charges électriques .....	12
1.3. * Loi de Coulomb .....	13
<i>Exercice</i> .....	15
1.4. — Le champ électrostatique .....	16
<i>Exercices</i> .....	17

### CHAPITRE 2 : POTENTIEL ÉLECTROSTATIQUE. DIPÔLE ÉLECTRIQUE.

#### LE POTENTIEL ÉLECTROSTATIQUE.

2.1. — Potentiel du champ électrostatique d'une charge .....	21
<i>Exercice</i> .....	23
2.2. — Potentiel d'un ensemble de charges ponctuelles .....	24
2.3. — Champ et potentiel électrostatiques de distributions continues de charges .....	24
2.4. — Notion de gradient .....	26

#### LE DIPÔLE ÉLECTRIQUE.

2.5. — Le doublet électrique .....	28
2.6. — Le dipôle électrique .....	29
2.7. — Lignes et surfaces équipotentielles. Lignes de champ .....	31
<i>Exercices</i> .....	33

### CHAPITRE 3 : FLUX DU CHAMP ÉLECTROSTATIQUE. THÉORÈME DE GAUSS.

3.1. — Notions préliminaires. Angle solide .....	43
3.2. — Flux du vecteur champ à travers une surface .....	45
3.3. — Flux du champ créé par une charge ponctuelle .....	46
3.4. — Flux du champ électrostatique d'un ensemble de charges. Théorème de Gauss .....	47
3.5. — Tube de champ. Flux conservatif .....	48

#### APPLICATIONS DU THÉORÈME DE GAUSS.

3.6. — Champ et potentiel d'une couche sphérique uniformément chargée ..	49
3.7. — Champ et potentiel électrostatiques d'une sphère chargée avec une densité volumique uniforme $\rho$ .....	51

3.8. — Champ et potentiel créés par un cylindre de révolution de très grande longueur uniformément électrisé en surface .....	52
3.9. — Plan uniformément électrisé .....	54
<i>Exercices</i> .....	55
<b>CHAPITRE 4 : LE CONDUCTEUR EN ÉQUILIBRE.</b>	
4.1. — Le modèle du métal .....	63
4.2. — Équilibre électrique et régime permanent .....	64
4.3. — Le champ électrique à l'intérieur du conducteur .....	65
4.4. — Potentiel et répartition des charges dans un conducteur en équilibre. ....	66
<i>Exercice</i> .....	66
<b>CHAPITRE 5 : LE CHAMP ET LE POTENTIEL DANS L'ESPACE INTER-CONDUCTEUR.</b>	
5.1. — Hypothèses. Notations .....	69
5.2. — Propriétés de l'espace interconducteur .....	69
5.3. — Théorème des éléments correspondants .....	70
5.4. — Électrisation par influence .....	70
5.5. — Théorème de Coulomb .....	72
5.6. — Potentiel dans l'espace interconducteur .....	73
5.7. — Le potentiel zéro .....	74
<b>CHAPITRE 6 : ÉQUILIBRE ÉLECTROSTATIQUE D'UN ENSEMBLE DE CONDUCTEURS.</b>	
<b>CAS D'UN CONDUCTEUR UNIQUE.</b>	
6.1. — Unicité de l'équilibre .....	77
6.2. — Capacité d'un conducteur unique .....	78
<b>CAS D'UN ENSEMBLE DE CONDUCTEURS.</b>	
6.3. — Capacités et coefficients d'influence .....	79
6.4. — Propriétés des coefficients de capacité et des coefficients d'influence ..	80
<i>Exercice</i> .....	80
6.5. — Cas de deux conducteurs en influence totale .....	82
<b>CONDENSATEURS.</b>	
6.6. — Définitions. Relation fondamentale .....	83
6.7. — Condensateur sphérique .....	84
6.8. — Condensateur plan .....	85
6.9. — Condensateur cylindrique .....	87
6.10. — Condensateur de forme quelconque à armatures rapprochées .....	88
<b>GROUPEMENT DES CONDENSATEURS.</b>	
6.11. — Association en parallèle (ou en surface) .....	89
6.12. — Association en série .....	90
<i>Exercices</i> .....	91
<b>CONDENSATEUR A LAME DIÉLECTRIQUE.</b>	
6.13. — Influence du diélectrique sur la capacité d'un condensateur .....	93
6.14. — Rigidité diélectrique .....	94



## CONDENSATEURS USUELS.

6.15. — Quelques types de condensateurs	95
ÉCRANS ÉLECTRIQUES.	
6.16. — Superposition des états d'équilibre	97
6.17. — Les écrans électriques	97

## CHAPITRE 7 : SYSTÈMES SIMPLES DE FORCES ÉLECTROSTATIQUES.

7.1. — Action d'un champ électrostatique uniforme sur une particule de charge $q$	101
7.2. — Oscilloscope à déviation électrostatique	103
EXPÉRIENCES DE MILLIKAN.	
7.3. — But. Dispositif expérimental	104
7.4. — Étude du mouvement des gouttes chargées	105
7.5. — Mode opératoire choisi. Résultats	106
EXEMPLES DE SYSTÈMES DE FORCES.	
7.6. — Action d'un champ électrostatique uniforme sur un dipôle électrique.	107
7.7. — Polarisation de la matière	108
7.8. — Notion de pression électrostatique	110
7.9. — Forces d'interaction entre conducteurs en équilibre.	112
7.10. — Électromètre à plateaux	113
<i>Exercices</i>	114

## \*ÉLECTROMAGNÉTISME

## CHAPITRE 8 : PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES.

8.1. — Intensité du courant électrique dans un conducteur cylindrique	119
8.2. — Interactions magnétiques	120
8.3. — Le champ magnétique	121
8.4. — Forces de Lorentz	123
8.5. — Champ magnétique créé par des charges en mouvement	125
ACTIONS MAGNÉTIQUES SUBIES OU EXERCÉES PAR DES COURANTS FILIFORMES.	
8.6. — Loi de Laplace	126
8.7. — Loi de Biot et Savart	127
<i>Exercice</i>	128

## CHAPITRE 9 : CHAMP MAGNÉTIQUE DES COURANTS.

9.1. — Champ d'un courant rectiligne	131
<i>Exercices</i>	133
9.2. — Champ magnétique en un point de l'axe d'un courant circulaire	136
<i>Exercice</i>	138
9.3. — Champ magnétique d'un courant circulaire en des points éloignés	140
<i>Exercices</i>	142
9.4. — Moment magnétique d'un circuit. Dipôle magnétique	144
<i>Exercice</i>	147

9.5. — Solénoïde ..... 148  
 9.6. — Le flux de  $\vec{B}$  est conservatif ..... 150  
     *Exercices* ..... 151

**CHAPITRE 10 : ACTIONS MAGNÉTIQUES SUR LES COURANTS.**

10.1. — Les forces de Laplace ..... 153  
 10.2. — Définition légale de l'ampère ..... 155  
 10.3. — Balance de Cotton ..... 156  
 10.4. — Action d'un champ magnétique uniforme sur un circuit plan ..... 157  
 10.5. — Équilibre d'un courant ou d'un aimant dans un champ magnétique  
     uniforme ..... 159  
 10.6. — Électrodynamomètre balance ..... 161  
     *Exercices* ..... 162

**CHAPITRE 11 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN  
 CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME.**

11.1. — Rappel de notions de cinématique ..... 162  
 11.2. — Mouvement d'une particule chargée sous l'action d'un champ magné-  
     tique uniforme ..... 166  
 11.3. — Vérification expérimentale ..... 169

**APPLICATIONS DE L'ACTION DES CHAMPS SUR LE MOUVEMENT DES PARTICULES.**

11.4. — Identification de particules ..... 170  
 11.5. — Déviation magnétique ..... 171  
 11.6. — Spectromètre de Dempster ..... 174  
 11.7. — Mesure de la charge massique des électrons par la méthode de  
     J.-J. Thomson ..... 174  
 11.8. — Action sur les particules électrisées d'un champ magnétique uni-  
     forme et d'un champ électrostatique variable. Le cyclotron ..... 175  
     *Exercice* ..... 176

INDEX ..... 179