

Théorie du bruit et applications en physique

Philippe Réfrégier

 **hermes**

Lavoisier

2-530-103-1

2-530-103-1

Théorie du bruit et applications en physique

Philippe Réfrégier

**hermes
Science**
— publications —

Table des matières

Préface	9
Avant-propos	11
Chapitre 1. Introduction	13
Chapitre 2. Variables aléatoires	17
2.1. Événements aléatoires et probabilité.	18
2.2. Variables aléatoires.	20
2.3. Moyennes et moments	23
2.4. Médiane et mode d'une loi de probabilité	26
2.5. Variables aléatoires conjointes	27
2.6. Covariance	29
2.7. Changement de variables	31
2.8. Vecteurs aléatoires	33
Chapitre 3. Fluctuations et covariance	37
3.1. Fonctions aléatoires.	37
3.2. Stationnarité et ergodicité	41
3.3. Ergodicité en physique statistique	46
3.4. Généralisation aux champs aléatoires	47
3.5. Suite aléatoire et cyclostationnarité	49
3.6. Cas ergodiques et stationnaires	54
3.7. Application à la cohérence optique	55
3.8. Champ et équation aux dérivées partielles	57
3.9. Densité spectrale de puissance	59

3.10. Filtres et fluctuations	61
3.11. Application à l'imagerie optique	66
3.12. Fonctions de Green et fluctuations	68
3.13. Champ aléatoire vectoriel	73
3.14. Application à la polarisation de la lumière	74
3.15. Ergodicité et polarisation de la lumière	78
3.16. Annexe - Théorème de Wiener-Kintchine.	82
Chapitre 4. Théorèmes « limites » et fluctuations	85
4.1. Somme de variables aléatoires	85
4.2. Fonction caractéristique	88
4.3. Théorème limite central	90
4.4. Bruit gaussien et lois stables	93
4.5. Un modèle simple du « speckle »	94
4.6. Marches aléatoires	103
4.7. Application à la diffusion	106
4.8. Marche aléatoire et dimension de l'espace	111
4.9. Événements rares et bruit de particules	114
4.10. Speckle à faible flux	116
Chapitre 5. Information et fluctuations.	119
5.1. Information de Shannon	119
5.2. Entropie.	121
5.3. Complexité de Kolmogorov.	124
5.4. Information et fonctions aléatoires.	127
5.5. Principe du maximum d'entropie.	130
5.6. Entropie des lois continues	133
5.7. Entropie, propagation et diffusion	135
5.8. Cas gaussien multidimensionnel	139
5.9. Mesure de Kullback-Leibler	142
5.10. Annexe - Multiplicateurs de Lagrange.	145
Chapitre 6. Fluctuations thermodynamiques	147
6.1. Statistique de Gibbs	147
6.2. Energie libre	151
6.3. Relations avec la thermodynamique	152
6.4. Covariance des fluctuations	153
6.5. Un exemple simple	158
6.6. Théorème Fluctuation-Dissipation	160
6.7. Bruit aux bornes d'un circuit RC	166

6.8. Transitions de phase	171
6.9. Fluctuations critiques.	175
Chapitre 7. Estimation statistique classique.	179
7.1. Exemple du bruit de Poisson	179
7.2. Vocabulaire de la statistique	181
7.3. Caractérisation d'une estimation	182
7.4. Estimateur du maximum de vraisemblance.	188
7.5. Borne de Cramer Rao dans le cas scalaire	190
7.6. Famille exponentielle	193
7.7. Exemples d'applications.	195
7.8. Borne de Cramer-Rao dans le cas vectoriel.	196
7.9. Vraisemblance et famille exponentielle	198
7.10. Exemples dans la famille exponentielle	202
7.10.1. Estimation du paramètre de la loi de Poisson	202
7.10.2. Estimation de la moyenne de la loi Gamma	202
7.10.3. Estimation de la moyenne de la loi de Gauss	204
7.10.4. Estimation de la variance de la loi de Gauss.	204
7.10.5. Estimation de la moyenne de la loi de Weibull.	205
7.11. Robustesse des estimateurs	208
7.12. Annexe - Borne de Cramer-Rao scalaire	214
7.13. Annexe - Statistiques efficaces	217
7.14. Annexe - Borne de Cramer-Rao vectorielle.	218
Chapitre 8. Exemples d'estimation en physique	223
8.1. Mesure du flux optique	223
8.2. Précision en présence de bruit gaussien	227
8.3. Estimation d'une efficacité de détection	232
8.4. Estimation de matrice de covariance.	235
8.5. Application aux matrices de cohérence	237
8.6. Estimation en présence de speckle	240
8.7. Fluctuation-dissipation et estimation	242
Bibliographie	245
Index	247

Théorie du bruit et applications en physique présente les notions de base sur la caractérisation des fluctuations et les propriétés des mesures effectuées en présence de bruit.

Il s'appuie conjointement sur les éléments de la théorie des probabilités et des processus stochastiques, de la physique statistique, de la théorie de l'information et des statistiques. Il constitue un guide pour les applications et de nombreux exemples issus de problèmes de physique illustrent les notions théoriques introduites qui sont essentielles pour ne pas se limiter à un énoncé de recettes.

Ce livre s'adresse aux étudiants de deuxième et troisième cycle en physique ou sciences de l'ingénieur ainsi qu'aux ingénieurs, aux chercheurs et aux enseignants-chercheurs de ces domaines.

L'auteur

Philippe Réfrégier est professeur des universités à l'Ecole nationale supérieure de physique de Marseille. Ses travaux de recherche concernent les domaines de l'optique, de la physique statistique et du traitement du signal. Il anime actuellement l'équipe Physique et traitement de l'image de l'Institut Fresnel.

hermes
Science
— publications —

www.hermes-science.com

ISBN 2-7462-0522-X

