

Sommaire – Aspects topologiques de la physique en basse dimension

1. Introduction générale

- Importance de la topologie en physique moderne
- Spécificités des systèmes de basse dimension (1D et 2D)
- Exemples physiques : films minces, nanostructures, gaz quantiques

2. Rappels mathématiques de topologie

- Notions de base (espaces topologiques, continuité)
- Homotopie et groupes fondamentaux
- Variétés et classes d'équivalence
- Invariants topologiques

3. Défauts topologiques

- Classification des défauts (domaines, vortex, dislocations)
- Défauts en dimension 1 et 2
- Rôle des symétries brisées
- Applications en physique de la matière condensée

4. Transitions de phase topologiques

- Théorie des transitions de phase
- Transition de Kosterlitz-Thouless
- Rôle des vortex et antivortex
- Absence d'ordre à longue portée en basse dimension

5. Effet Hall quantique

- Description du phénomène
- Conductivité quantifiée
- Interprétation topologique (invariants de Chern)
- États de bord et robustesse topologique

6. Systèmes quantiques topologiques

- États topologiques de la matière
- Isolants topologiques
- Supraconducteurs topologiques
- Statistiques anyoniques en 2D

7. Modèles physiques en basse dimension

- Modèle d'Ising en 1D et 2D
- Modèles XY et Heisenberg
- Chaînes quantiques de spins
- Approches analytiques et numériques

8. Applications expérimentales

- Matériaux bidimensionnels (graphène, couches minces)
- Systèmes mésoscopiques
- Nanotechnologies et dispositifs quantiques

9. Méthodes théoriques avancées

- Théorie des champs en basse dimension
- Renormalisation
- Théories conformes
- Approches topologiques en physique quantique

10. Perspectives et développements récents

- Informatique quantique topologique
- Nouveaux matériaux topologiques
- Directions de recherche actuelles