

Modèle standard et théories de jauge

PHY 575 B

Vincent VERBAVATZ & Mikael FROSINI

11 novembre 2016

## Table des matières

I\	Introduction	5
II\	Équations relativistes du mouvement	5
1.	Équation de Klein-Gordon	5
1.1.	Principe de correspondance	5
1.2.	Équation de Klein-Gordon pour une particule libre de spin 0	5
1.3.	Optionnel : Limite non relativiste	5
2.	Équation de Dirac	5
2.1.	Établissement de l'équation de Dirac libre	5
2.2.	Spin de Dirac	5
2.3.	Covariance de l'équation de Dirac	5
2.4.	Symétries discrètes	5
III\	Champs	5
1.	Champs et formalisme Lagrangien	5
1.1.	Champs relativistes et champs quantiques	5
1.2.	Lagrangiens et champs	5
1.3.	Seconde quantification	5
2.	Champ électromagnétique	5
2.1.	Formalisme tensoriel et équations de Maxwell	5
2.2.	Équations de Lagrange du champ électromagnétique	5
3.	Champ scalaire de Klein-Gordon	5
3.1.	Formalisme Lagrangien pour une particule chargée	5
3.2.	Quantification du champ	5
3.3.	Interprétation	5
4.	Champ de Dirac	5
4.1.	Formalisme Lagrangien	5
4.2.	Quantification du champ	5
4.3.	Interprétation	5
IV\	Théorie de Jauge	5
1.	Principe général	5
1.1.	Symétries abéliennes	5
1.2.	Symétries non abéliennes	5
2.	Exemple : Champ électromagnétique	5
2.1.	$SU(1)$	5
2.2.	Interprétation	5
3.	Brisure de symétrie	5
3.1.	Origine du phénomène	5
3.2.	Discussion	5

V\	Modèle standard et brisure de symétrie	5
1.	Présentation qualitative du modèle standard	5
1.1.	Symétries du modèle standard	5
1.2.	Matière	5
1.3.	Bosons de jauge	5
1.4.	Boson de Higgs	5
2.	Interactions électrofaibles	5
2.1.	Lagrangien d'interaction	5
2.2.	Mécanisme de brisure de symétrie	5
2.3.	Interprétation	5
3.	Interaction forte	5
3.1.	Symétrie de couleur	5
3.2.	Lagrangien d'interaction	5
3.3.	Remarque sur la portée d'interaction	5
VI\	Au delà du modèle standard	5
A	Rappel sur le formalisme lagrangien classique	5
B	Boson de Higgs et énergie du vide	5



## I\ Introduction

## II\ Équations relativistes du mouvement

### 1. Équation de Klein-Gordon

- 1.1. Principe de correspondance
- 1.2. Équation de Klein-Gordon pour une particule libre de spin 0
- 1.3. Optionnel : Limite non relativiste

### 2. Équation de Dirac

- 2.1. Établissement de l'équation de Dirac libre
- 2.2. Spineur de Dirac
- 2.3. Covariance de l'équation de Dirac
- 2.4. Symétries discrètes

## III\ Champs

### 1. Champs et formalisme Lagrangien

- 1.1. Champs relativistes et champs quantiques
- 1.2. Lagrangiens et champs
- 1.3. Seconde quantification

### 2. Champ électromagnétique

- 2.1. Formalisme tensoriel et équations de Maxwell
- 2.2. Équations de Lagrange du champ électromagnétique

### 3. Champ scalaire de Klein-Gordon

- 3.1. Formalisme Lagrangien pour une particule chargée
- 3.2. Quantification du champ
- 3.3. Interprétation

### 4. Champ de Dirac

- 4.1. Formalisme Lagrangien
- 4.2. Quantification du champ
- 4.3. Interprétation

## IV\ Théorie de Jauge<sub>5</sub>

### 1. Principe général

- 1.1. Symétries abéliennes
- 1.2. Symétries non abéliennes

### 2. Exemple : Champ électromagnétique