

Modèle standard et théories de jauge

PHY 575 B

Vincent VERBAVATZ & Mikael FROSINI

14 novembre 2016

Table des matières

I\	Introduction	5
II\	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
III\	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
IV\	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

V\	Au delà du modèle standard	5
A	Rappel sur le formalisme lagrangien classique	5
B	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. Spineur de Dirac	5
	2.3. Covariance de l'équation de Dirac	5
	2.4. Symétries discrètes	5
C	Boson de Higgs et énergie du vide	5

I\ Introduction

II\ 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

III\ Théorie de Jauge

1. Principe général

1.1. Symétries abéliennes

1.2. Symétries non abéliennes

2. Exemple : Champ électromagnétique

2.1. $SU(1)$

2.2. Interprétation

3. Brisure de symétrie

3.1. Origine du phénomène

3.2. Discussion

IV\ Modèle standard et brisure de symétrie

5

1. Présentation qualitative du modèle standard

1.1. Symétries du modèle standard

1.2. Matière

1.3. Bosons de jauge

1.4. Boson de Higgs