

# INDICE

## Parte prima

### Cap. 1 – Gli spazi di Hilbert nelle teorie di campo

Primo assioma di Wightman; spazi di Hilbert, separabilità . . . . .	1
---	---

### Cap. 2 – Regole di superselezione; simmetrie

Corrispondenza tra raggi e stati, osservabili e operatori . . . . .	1
Regole di superselezione . . . . .	1
Esempi: spin isotopico, coniugazione di carica . . . . .	3
Simmetrie e invarianze . . . . .	3
Teorema di Wigner . . . . .	3
Gruppi di simmetrie . . . . .	5
Rappresentazioni di gruppi connessi; operatori antiunitari . . . . .	5
Rappresentazioni equivalenti . . . . .	6

### Cap. 3 – Il gruppo di Lorentz

Il gruppo di Lorentz inomogeneo o gruppo di Poincaré . . . . .	1
Il gruppo di Lorentz . . . . .	1
Sottogruppi del gruppo di Lorentz . . . . .	2
Proprietà dello Jacobiano relativo a trasformazioni di Lorentz . . . . .	2
Algebra di Lie del gruppo di Lorentz . . . . .	4
Regole di commutazione per i generatori del gruppo . . . . .	5

### Cap. 4 – Il gruppo $SL(2, C)$ e le sue proprietà topologiche

Il gruppo $SL(2, C)$ . . . . .	1
Omomorfismo $SL(2, C) \rightarrow \mathcal{L}$ . . . . .	1
Quadrivettori covarianti e controvarianti . . . . .	2
Proprietà di semplice connessione e gruppi di omotopia . . . . .	6
Proprietà topologiche di $SU(2)$ e $SO(3)$ . . . . .	7
Rappresentazioni del rivestimento universale . . . . .	9

### Cap. 5 – Rappresentazioni irriducibili di gruppi lineari

Rappresentazioni di gruppi lineari . . . . .	1
Rappresentazioni tensoriali irriducibili . . . . .	2
Gruppi unimodulari . . . . .	4
Rappresentazioni irriducibili di $SU(3)$ . . . . .	6
Rappresentazioni irriducibili di $SU(2)$ . . . . .	7

Composizione di due spin $1/2$ . . . . .	7
Rappresentazioni “vere” di $\mathcal{L}_+^\uparrow$ . . . . .	9

**Cap. 6 – Rappresentazioni del gruppo di Poincaré**

Gruppi inomogenei . . . . .	1
Algebra di Lie di $\mathcal{P}$ ; gli operatori di Shirokov $X^\lambda$ e $W^\mu$ . . . . .	1
Coordinate del baricentro e spin . . . . .	2
Invarianti del gruppo di Poincaré . . . . .	4
Digressione sui sistemi elementari . . . . .	5
Costruzione delle rappresentazioni a spin zero . . . . .	5
Rappresentazioni sulle funzioni delle coordinate . . . . .	8
Rappresentazioni a spin diverso da zero . . . . .	11

**Cap. 7 – Rappresentazioni del gruppo di Poincaré nella base a elicità definita**

Definizione degli stati di Wigner . . . . .	1
Definizione degli stati a elicità definita . . . . .	1
Definizione e proprietà di $\vec{S}_p$ . . . . .	2
Rappresentazione delle rotazioni . . . . .	3
Rotazione dello spin e trasformazioni di Lorentz . . . . .	4

## Parte seconda

### Cap. 8 – Gli assiomi di Wightman e le proprietà delle funzioni $\mathcal{W}$

Sommario dei primi due assiomi . . . . .	1
Condizione spettrale . . . . .	1
Il vuoto . . . . .	2
I campi come distribuzioni . . . . .	3
Proprietà di trasformazione dei campi . . . . .	4
Commutatività locale . . . . .	4
Ciclicità del vuoto . . . . .	5
Le funzioni di Wightman e le loro proprietà . . . . .	5

### Cap. 9 – Il teorema di ricostruzione

Enunciato del teorema . . . . .	1
Dimostrazione del teorema: lo spazio $\mathcal{V}$ . . . . .	1
Il vuoto e gli operatori di campo . . . . .	2
Il problema della norma: passaggio al quoziente $\mathcal{V}'$ . . . . .	3
Completamento di $\mathcal{V}'$ : lo spazio $\mathcal{H}$ . . . . .	3
Rappresentazione del gruppo di Poincaré; unicità del vuoto . . . . .	4
Unicità della teoria . . . . .	4

### Cap. 10 – Le conseguenze degli assiomi; simmetrie in una teoria secondo Wightman

Definizione di simmetria . . . . .	1
Simmetrie che commutano con le traslazioni temporali . . . . .	2
Simmetrie non esatte nell'assiomatica di Wightman . . . . .	3

### Cap. 11 – Proprietà di analiticità delle funzioni di Wightman; teorema di Haag

Un teorema per le funzioni $\mathcal{W}$ a due campi . . . . .	1
Proprietà delle funzioni di Wightman come funzioni analitiche . . . . .	2
Un caso particolare del teorema spin-statistica e del teorema PCT . . . . .	3
Teorema di Reeh e Schlieder . . . . .	3
Teorema di Federbush e Johnson . . . . .	4
Teorema di Jost e Schroer . . . . .	5
Osservazioni sullo schema di interazione . . . . .	7
Il teorema di Haag . . . . .	9

**Cap. 12 – Rappresentazioni inequivalenti delle regole di commutazione**

Campo scalare in interazione con sorgenti puntiformi fisse . . . . . 1  
Sistema costituito da infiniti oscillatori di Fermi . . . . . 4  
Campi di massa diversa che soddisfano le stesse condizioni iniziali . . . . . 6

**Cap. 13 – Proprietà dell'algebra dei polinomi  $\mathcal{P}(\mathcal{O})$ ; irriducibilità**

Irriducibilità di un'algebra di operatori . . . . . 1  
Riducibilità di  $\mathcal{P}(\mathcal{O})$  se  $\mathcal{O}' \neq 0$  . . . . . 1  
Irriducibilità di  $\{\mathcal{P}(\mathcal{O}), E_0\}$  . . . . . 1  
Irriducibilità di  $\mathcal{P}(\mathbb{R}^4)$  . . . . . 2  
Unicità e ciclicità del vuoto e irriducibilità della teoria . . . . . 3

**Cap. 14 – Rottura spontanea di una simmetria**

Cenno sul modello di Nambu e Jona Lasinio . . . . . 1  
Il modello di Goldstone . . . . . 2  
Simmetrie e invarianza in forma della Lagrangiana . . . . . 6  
Modello di Guralnik . . . . . 9  
Automorfismi spaziali (implementable) e non . . . . . 11

**Cap. 15 – II modello BCS e le rotture spontanee di una simmetria**

Hamiltoniana in assenza d'interazione; il potenziale chimico  $\mu$  . . . . . 1  
L'Hamiltoniana d'interazione e le sue proprietà . . . . . 2  
Convergenza di successioni di operatori; algebra di von Neumann . . . . . 3  
Significato del limite debole e del passaggio a un volume infinito . . . . . 4  
Lemma sulle proprietà di un operatore quasi locale pari . . . . . 4  
Le rappresentazioni irriducibili di  $\mathbb{R}$  caratterizzate dalla funzione  $\Delta(z)$  . . . . . 6  
Hamiltoniana sulle rappresentazioni irriducibili di  $\mathbb{R}$ ; diagonalizzazione . . . . . 7  
Diverse soluzioni del problema e loro interpretazione fisica . . . . . 9  
Infiniti stati di vuoto, rappresentazioni inequivalenti, rotture spontanee . . . . . 11

**Cap. 16 – II teorema di Goldstone**

Riepilogo sul concetto di rottura spontanea . . . . . 1  
Il teorema di Goldstone e i problemi connessi con la sua formulazione . . . . . 2  
Proprietà delle particelle di Goldstone . . . . . 3

**Cap. 17 – Esigenza di una formulazione diversa delle teorie di campo**

Astrazione matematica e significato fisico . . . . . 1  
Struttura dell'algebra delle osservabili in una teoria quantistica alla Segal . . . . . 1  
Meccanica quantistica e teoria di campo . . . . . 2  
Cenno sulle caratteristiche generali delle teorie di campo alla Haag–Araki . . . . . 3

## Bibliografia