

RECENSIONI



L. LELLOUCH, R. SOMMER, B. SVETITSKY, A. VLADIKAS AND
L. F. CUGLIANDOLO (EDITORS)

MODERN PERSPECTIVES IN LATTICE QCD

QUANTUM FIELD THEORY AND HIGH PERFORMANCE COMPUTING

École de Physique des Houches. Session XCIII, 3-28 August 2009

Oxford University Press, New York, 2011

pp. XXV + 729

£47.50

ISBN 978-0-19-96916-9

Il testo contiene dodici lezioni alla scuola Les Houches del 2009. Molti argomenti di fisica teorica su reticoli sono sviluppati. La prevalenza degli sviluppi sono in teorie su reticolo in Yang-Mills e in QCD e sue estensioni. Spesso vi sono alcuni esercizi per il lettore attento. La bibliografia viene ben presentata nelle varie discussioni. Esaminiamo ora gli argomenti qui sviluppati nelle varie presentazioni.

1) Pilar Hernández discute "Lattice field theory fundamentals". Questa è una lunga discussione introduttiva sulla base delle teorie dei campi su reticolo. Un particolare sviluppo si trova verso la fine sulle teorie di campo di gauge su reticolo. Ovviamente una particolare attenzione viene posta alla teoria di Yang-Mills e di QCD su reticolo e suoi sviluppi e aspettative.

2) Peter Weisz discute "Renormalization and Lattice artifacts". Per prima cosa si ricorda la rinormalizzazione perturbativa della teoria di Yang-Mills. Quindi si presenta la teoria perturbativa nel continuo e quella non-perturbativa su reticolo. Poi si illustrano artefatti che derivano da sviluppi su reticolo. Alla fine si discutono aspetti di calcoli su reticolo come lo sviluppo di Wilson.

3) Anastassios Vladikas discute "Three topics in renormalization and improvement". Si analizzano tre sviluppi della teoria di campo su reticolo: a) la perdita della simmetria chirale nelle teorie su reticolo con campi fermionici. Viene esaminata la formulazione su reticolo di Wilson; b) la definizione e le proprietà della formulazione nella indipendenza dalla massa; c) analisi del "twisted mass" in QCD su reticolo. Grande attenzione viene dedicata ai vari aspetti presentati.

4) David Kaplan discute "Chiral symmetry and lattice fermions". Dopo una presentazione generale della simmetria chirale nel continuo si esaminano le invarianze chirali su reticolo. Quindi si considera la formulazione dei fermioni formulati secondo la "domain-wall" su reticolo. Quindi si esamina il problema di sovrapposizione di fermioni nella formulazione

di Ginsparg-Wilson su reticolo.

5) Owe Philipsen discute "Lattice QCD at non-zero temperature and baryon density". Per iniziare viene esaminata la formulazione della teoria a temperatura finita nel continuo e quindi si considera la corrispondente teoria di gauge su reticolo includendo i barioni. Dopo alcune analisi particolari si considera la teoria su reticolo con densità barionica a densità non nulla. Alla fine si considera la transizione di fase della teoria su reticolo.

6) Martin Lüscher discute "Computational structures in lattice QCD". I contributi di Martin a sviluppi di fisica teorica sono stati nei vari anni molto cospicui sulla formulazione generale di teorie di campo. Il suo interesse da anni sta nelle teorie di gauge su reticolo. In questa presentazione si occupa soprattutto della formulazione numerica in QCD su reticoli. I suoi interessi qui sono: a) la definizione dei propagatori dei gluoni; b) gli algoritmi di simulazione; c) i metodi di varianza e riduzione. Conclude la lezione sulla d) analisi di errori statistici in calcoli su reticolo.

Solo ad esempio si può considerare lo sviluppo b). Qui vengono analizzate le seguenti parti:

1) il metodo dello "important sampling",
2) la rilevanza delle catene di Markov; 3) simulazioni nella teoria di gauge $SU(2)$;
4) algoritmi HMC (hybrid Monte Carlo);
5) applicazioni al caso con due sapori; 6) inclusione dei quark strani. Anche qui i vari sviluppi riguardano la formulazione sul continuo e quindi gli sviluppi su reticolo. Insomma, anche in questa analisi si nota la grande accuratezza del lavoro di Martin.
7) Stefan Schaefer discute "Simulations with the hybrid Monte Carlo algorithm: implementation and data analysis". Qui viene esaminato in dettaglio il metodo HMC (ibrid Monte Carlo) e sue applicazioni a teorie numeriche di Monte Carlo su reticolo.

8) Maarten Golterman discute "Applications of chiral perturbation theory to lattice QCD". All'inizio si presenta la formulazione delle teorie chirali sul continuo. Poi viene discusso lungamente la versione nel discreto.

Naturalmente il tutto viene discusso dal punto di vista perturbativo. Una particolare attenzione viene data alla presenza di tagli nello spazio-tempo.

9) Rainer Sommer discute "Non-perturbative heavy quark effective theory". La teoria effettiva di quark pesanti (HQET) viene illustrata lungamente. Inizia con una presentazione accurata della teoria continua e quindi sviluppa accurate analisi su reticolo. La teoria viene sviluppata su reticoli finiti con grande cura sul metodo di estensione al limite di reticoli grossi che sono adatti a HQET. Viene esaminato l'effetto della rinormalizzazione e delle correzioni nell'inverso della massa, $1/m$. Vi è un accurato sviluppo in appendice sui metodi di calcolo su reticolo.

10) Sinya Aoki discute "Lattice QCD and nuclear physics". Si descrive in dettaglio il metodo di Lüscher per studi a volume finito. Quindi viene presentato il problema dei nuclei repulsivi e la formulazione OPE (operator product expansion) in QCD su reticolo.

11) Laurent Lellouch discute "Flavor physics and lattice QCD". Qui si studia in dettaglio sul reticolo la formulazione delle teorie effettive di gauge ridotte secondo la QCD. In particolare viene esaminato il problema del decadimento $K \rightarrow \pi\pi$, le violazioni di CP e il decadimento con $\Delta I = 1/2$.

12) Thomas Appelquist e Elhanan Neuman discutono "Lattice gauge theory beyond the Standard Model". Qui si descrive brevemente una possibile estensione su reticolo in teorie oltre il Modello Standard.

In queste numerose lezioni (ci sono oltre 700 pagine) vengono sviluppati con grande cura modelli di Yang-Mills e di QCD nella formulazione su reticolo. La formulazione è molto completa e tocca una parte rilevante di problemi attuali della fisica delle particelle elementari forti. Per gli interessati alla teoria queste lezioni sono nei vari aspetti un importante contributo.

G. Marchesini