

**ATTIVITA' DI QCDDLAT
NEL CALCOLO AD ALTE PRESTAZIONI**

MICHELE PEPE

INFN Sez. Milano-Bicocca

Milan (Italy)

Milano-Bicocca

| | | |
|------|-----------------------|-----|
| 1 | Butera Paolo Domenico | 0 |
| 2 | Cè Marco | 50 |
| 3 | Destri Claudio | 90 |
| 4 | Engel Georg | 50 |
| 5 | Giusti Leonardo | 100 |
| 6 | Pepe Michele | 90 |
| 7 | Pernici Mario | 100 |
| 8 | Rapuano Federico | 90 |
| FTE: | | 5.7 |

Parma

| | | |
|------|--------------------|-----|
| 1 | Brambilla Michele | 0 |
| 2 | Di Renzo Francesco | 70 |
| 3 | Eruzzi Giovanni | 100 |
| 4 | Onofri Enrico | 50 |
| FTE: | | 2.2 |



Ferrara

| | | |
|------|---------------------------|-----|
| 1 | Calore Enrico | 20 |
| 2 | Schifano Sebastiano Fabio | 20 |
| 3 | Tripiccone Raffaele | 50 |
| FTE: | | 0.9 |

Roma I

| | | |
|------|-----------------------|-----|
| 1 | Papinutto Mauro Lucio | 90 |
| FTE: | | 0.9 |

Roma II

| | | |
|------|---------------------------|-----|
| 1 | Guerrieri Andrea Leonardo | 50 |
| 2 | Vladikas Anastassios | 90 |
| FTE: | | 1.4 |

20 partecipanti, 11.1 FTE

6 dottorandi, post-doc

QCDLAT

Studio della QCD su reticolo con metodi Monte Carlo, Flavour Physics
Modelli di spin, Proprietà dei vetri di spin, QFT fuori equilibrio



pesante uso e necessità futura di grandi risorse di calcolo (parallelo)

- Tema 1: QCD e fisica del sapore (Bicocca, Roma I, Roma II) Seminario di Mauro Papinutto
- Tema 2: QCD a temperatura finita e diagramma di fase (μ, T) (Bicocca, Parma)
- Tema 3: sviluppi teorici (Bicocca, Parma, Roma I, Roma II)
- Tema 4: strategie computazionali (Bicocca, Ferrara, Parma)

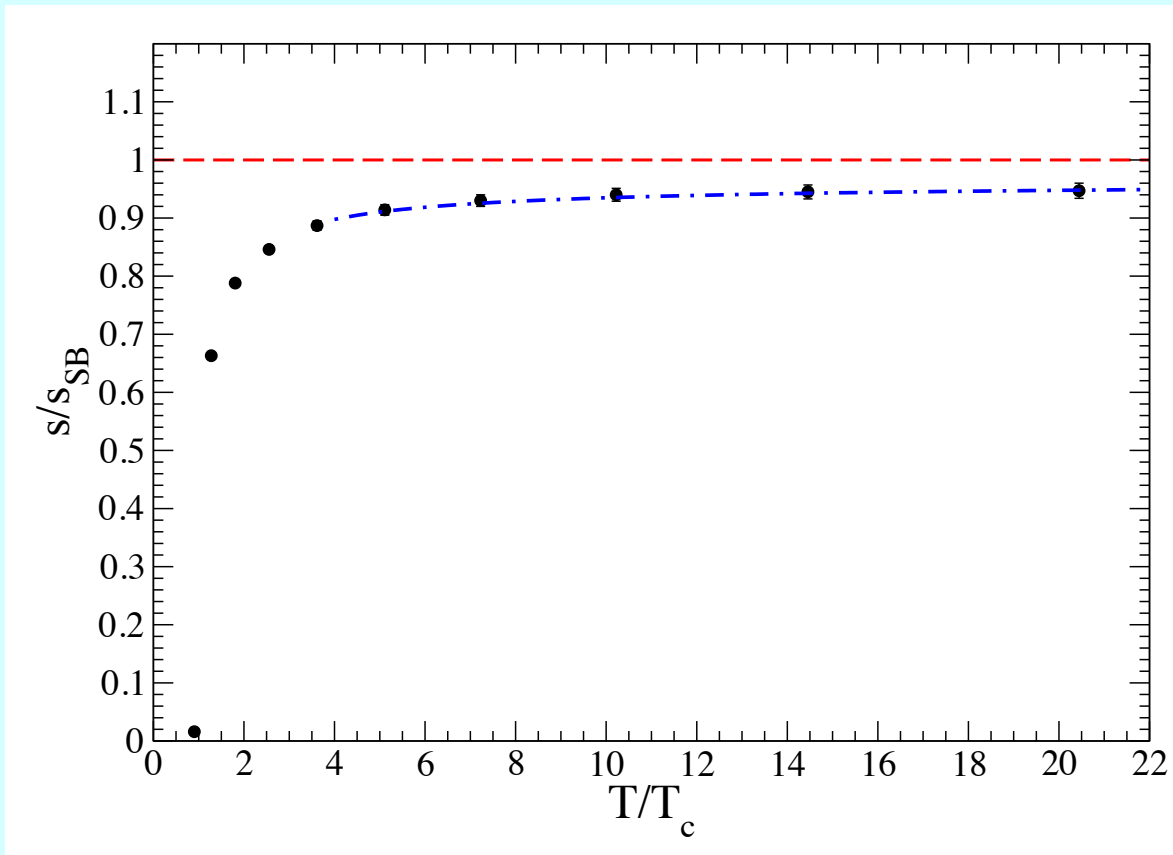
Tema 2: QCD a temperatura finita e diagramma di fase (μ, T)

- Equazione di stato di SU(3) Yang-Mills

Nuovo metodo, molto efficiente, di studiare la termodinamica di una QFT:

sistema statico \rightarrow sistema in moto

Misure di quantità termodinamiche indipendenti ad ogni temperatura

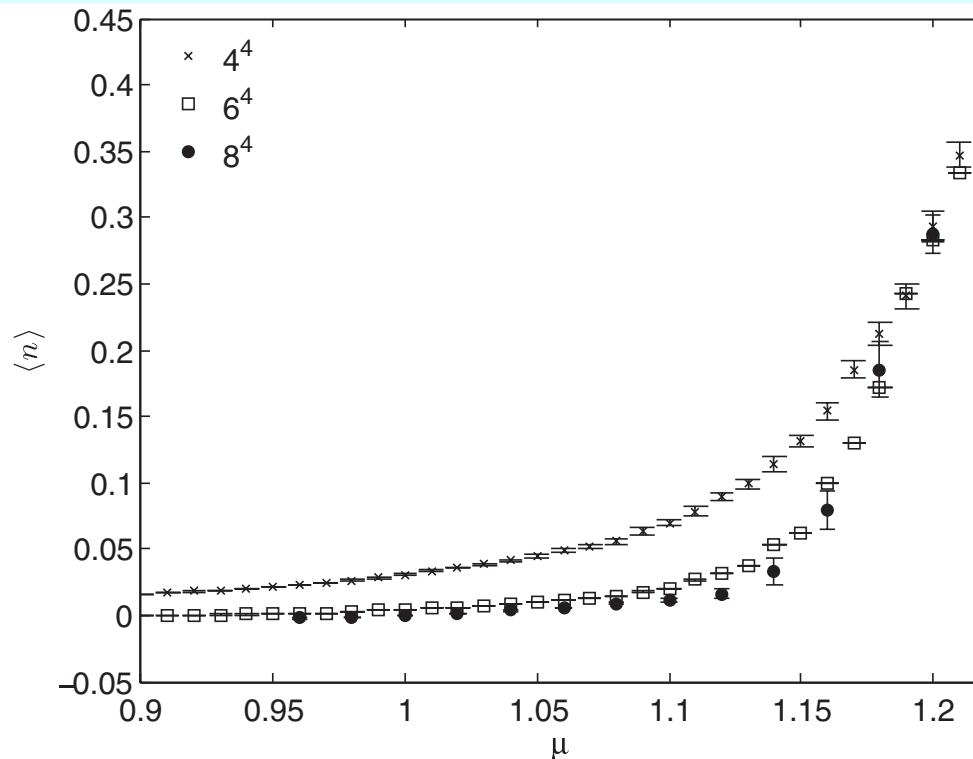


L. Giusti e M. Pepe,
Phys. Rev. Lett. 113 (2014) 031601

Tema 2: QCD a temperatura finita e diagramma di fase (μ, T)

- Nuovo approccio allo studio di teorie di campo con potenziale chimico

Potenziale chimico: problema del segno. Nuovo approccio basato su Lefschetz thimble \rightarrow fase immaginaria costante, rilevante risparmio computazionale



M. Cristoforetti, F. Di Renzo, G. Eruzzi, A. Mukherjee, C. Schmidt, L. Scorzato, C. Torrero
Phys.Rev. D89 (2014) 114505

Modello $|\phi|^4$ con
potenziale chimico

FIG. 1. Average density $\langle n \rangle$ in the critical region for the lattices $V = 4^4, 6^4, 8^4$.

Tema 3: sviluppi teorici

- Calcolo perturbativo di costanti di rinormalizzazione per QCD su reticolo

Usando la tecnica della teoria perturbativa in quantizzazione stocastica si sono calcolate costanti di rinormalizzazione a 3 loop in QCD

Table 3 Quark bilinears renormalization constants for tree-level Symanzik improved gauge action and $n_f = 2$ Wilson fermions, at $\beta = 4.05$, summed in different couplings. Non-perturbative results from Ref. [8] are reported for comparison

| | Expansion in $x_0 = \beta^{-1}$ | Expansion in $x_1 \equiv \frac{\beta^{-1}}{\sqrt{P}}$ | Expansion in $x_2 \equiv \frac{1}{P^{(1)}} \log(P)$ | Expansion in $x_3 \equiv \frac{\beta^{-1}}{P}$ | Ref. [8] (M1) | Ref. [8] (M2) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Z_V | 0.710 (2)(28) | 0.686 (21) | 0.688 (17) | 0.661 (55) | 0.659 (4) | 0.662 (3) |
| Z_A | 0.788 (2)(18) | 0.773 (12) | 0.775 (9) | 0.763 (26) | 0.772 (6) | 0.758 (4) |
| Z_S | 0.753 (4)(30) | 0.727 (29) | 0.726 (27) | 0.705 (49) | 0.645 (6) | 0.678 (4) |
| Z_P | 0.601 (5)(48) | 0.558 (45) | 0.558 (41) | 0.526 (73) | 0.440 (6) | 0.480 (4) |

M. Brambilla e F. Di Renzo,
Eur.Phys.J. C73 (2013) 2666

M. Brambilla, F. Di Renzo, M. Hasegawa
Eur.Phys.J. C74 (2014) 2944

- Misura delle correzioni irrilevanti da passo reticolare finito

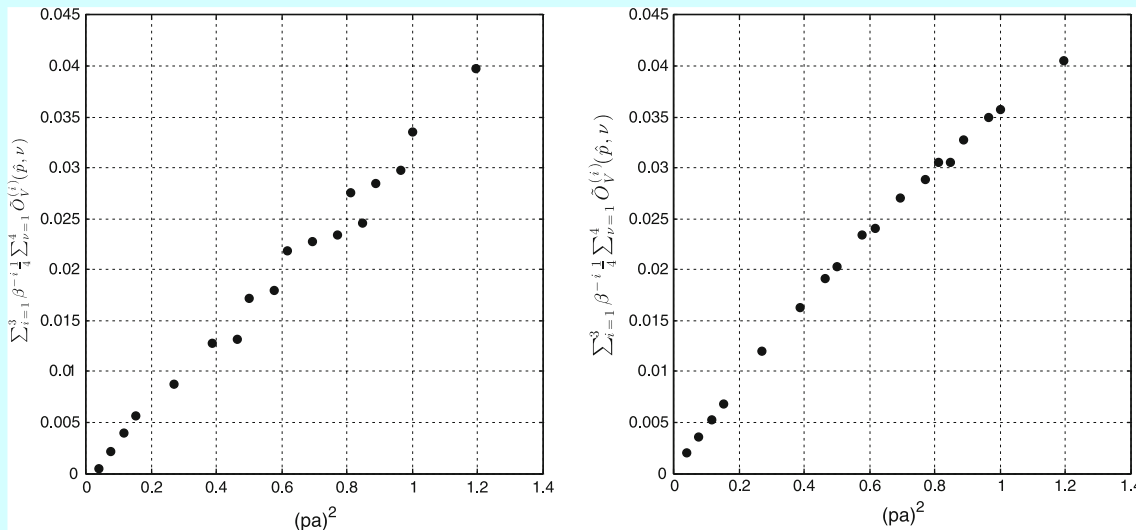


Fig. 3 The quantity $\sum_{i=1}^3 \beta^{-i} \frac{1}{4} \sum_{\nu=1}^4 \tilde{O}_V^{(i)}(\hat{p}, \nu)$ for the cases of Iwasaki (left; $\beta = 2.10$) and the Symanzik (right; $\beta = 4.05$) case. Black points quantify the impact of irrelevant (finite lattice spacing) effects on a determination of Z_V

Tema 4: strategie computazionali

- Rinormalizzazione non-perturbativa del tensore energia-impulso in SU(3) YM

Nuovo e semplice metodo basato su una identità di Ward ottenuta per una QFT in un sistema di riferimento in moto. **L. Giusti e M. Pepe, work in progress**

- Costruzione non-perturbativa di nuove azioni migliorate su reticolo

M. Pepe et al., work in progress

- Sviluppo e approfondimento delle potenzialità del Lefschetz thimble

F. Di Renzo e gruppo di Parma, work in progress

- Messa a punto di un ambiente per NSPT nella formulazione Schroedinger Functional della LQCD. Possibili applicazioni al Wilson Flow.

F. Di Renzo e gruppo di Parma, work in progress

- Calcolo a 2 loop per C_{sw} + costanti di rinormalizzazione Clover a 3 loop

F. Di Renzo e gruppo di Parma, work in progress

Assegnazioni ed uso di tempo di calcolo per QCDLAT

• BG/Q

| | | | | |
|-----------------|-------------------------|------------|------------|--------|
| INFN | 2014/02/01 - 2015/01/31 | 24.500.000 | 12.724.554 | 51.9% |
| LISA (Bicocca) | 2013/11/11 - 2014/11/11 | 3.000.000 | 1.128.147 | 37.6% |
| PRACE (CLS) | 2013/09/03 - 2014/09/02 | 70.000.000 | 70.211.722 | 100.3% |
| ISCRA (Bicocca) | 2013/11/04 - 2014/11/04 | 6.000.000 | 4.881.041 | 81.4% |

• HPC Cluster Zefiro

| | | | | |
|------|-------------------------|-----------|---------|------|
| INFN | 2014/04/01 - 2014/06/30 | 500.000 | 632.073 | 126% |
| INFN | 2014/09/01 - 2014/12/31 | 1.000.000 | | |

INFN Contribution To The Project In Terms Of Manpower And Financial Support

Manpower 2013 : 1.17 % of the CSN 4 experiments total FTE (including technologists)

Budget 2013 : 1.26 % of the CSN 4 experiments total budget

Total FTE: 11.00

Total Researchers: 16.00

* by Scientific Committee Secretariat

▶ Publications in refereed journals: (16 publications)

▶ Conference talks: (11 talks)

▶ Number of undergraduate and doctoral thesis on the Project: (6 theses)

Publicazioni

Entro le fine del 2014 una decina di lavori di calcolo nell'ambito di QCDLAT

Conclusioni e prospettive

- L'IS QCDLAT e' molto attiva e produttiva grazie anche alle importanti risorse di calcolo avute a disposizione: 100 Mh su BG/Q e 1.5 Mh su Zefiro.
- Per essere competitivi con il resto della comunita' scientifica e' cruciale che le rilevanti risorse di calcolo di BG/Q e del Large prototype siano incrementate dal possibile nuovo stanziamento INFN per il calcolo.
- Sul medio-lungo periodo e' importante che l'INFN ricominci a sostenere in modo regolare le necessita' del calcolo italiano.
- E' essenziale per la vitalita' e la competitivita' della comunita' di calcolo italiana il sostegno di R&D algoritmico/software con finanziamenti certi e regolari.
- Proposta: assumendo un esito favorevole della richiesta di fondi per il calcolo, sarebbe utile creare una commissione INFN che coinvolga rappresentanti dei gruppi/IS che piu' necessitano di risorse di calcolo, per decidere la migliore tecnologia, configurazione e gestione della nuova macchina.