

Newsletter II-1

4 November 2006



- 🕒 **Notizie dall'INFN**
- 🕒 **Seminari di Fisica teorica: K.Jansen, C. Torrero**
- 🕒 **Curiosità matematica del mese: Ramanujan e le cifre di π**
- 🕒 **LHC e la ricerca di dimensioni extra**
- 🕒 **Supercomputing in the XXI century**
- 🕒 **Red Orbit, Space science**
- 🕒 **Premi Nobel 2006**
- 🕒 **Amarcord: SNFT2000**
- 🕒 **Nel prossimo numero (?)**

👉 Vladimir Fateev (LPTA-

Montpellier e Landau Inst.-Moscow) in visita a Parma a fine ottobre 2006 in compagnia di L.Superchi (della redazione della nostra Newsletter).

La newsletter del Gruppo Collegato compie un anno. A grande richiesta (?) la pubblicazione del bollettino proseguirà anche nel 2006/2007. Grazie a tutti quanti hanno contribuito e contribuiranno in futuro a sostenere questo strumento di informazione e di coordinamento del gruppo INFN.

Notizie dall'INFN

Prima pagina INFN: <http://www.infn.it/comunicati/>

Indirizzi INFN di Milano e Parma:

Sezione di Milano Bicocca: <http://www.mib.infn.it/>, <http://www.pr.infn.it/>

E' stato destinato al Gruppo Collegato di Parma il finanziamento per un'annualita` di un assegno di ricerca sul tema indicato da L. Trentadue, " Processi adronici al Large Hadron Collider e Cromodinamica Quantistica". Ci si attende che l'assegno di ricerca verra` bandito su base biennale agli inizi del 2007.

Seminari di Fisica teorica

Prof. **Karl Jansen**

John von Neumann-Institute for Computing
DESY Zeuthen (<http://www-zeuthen.desy.de/~kjansen/>)
(Germany)

"The Quest for Solving QCD: Simulations with Light Quarks"

8 novembre 2006, Sala Feynman ore 15.30



Abstract

The strong interactions of elementary particles are described theoretically in the framework of Quantum Chromodynamics (QCD). The solution of QCD is an outstanding problem in modern particle physics. The most promising way is given by numerical simulations using Monte Carlo Methods, in which the space-time continuum is replaced by a lattice. We shall demonstrate that since the invention of this approach by K. Wilson the conceptual, algorithmic and computer developments have progressed so much that today realistic simulations of lattice-QCD become possible, bringing us close to a, at least, numerical solution of QCD.

Dr. Cristian Torrero

Università di Bielefeld (D)

"Renormalization of infrared contributions to the QCD pressure"
9 novembre 2006, Sala Feynman, ore 15:30

Abstract

Thanks to dimensional reduction, the infrared contributions to the QCD pressure can be obtained from two different three-dimensional effective field theories, called the Electrostatic QCD (Yang-Mills plus adjoint Higgs) and the Magnetostatic QCD (pure Yang-Mills theory). Lattice measurements have been carried out within these theories, but a proper interpretation of the results requires renormalization, and in some cases also improvement, i.e. the removal of terms of $O(a)$ or $O(a^2)$. We discuss how these computations can be implemented and carried out up to 4-loop level with the help of Numerical Stochastic Perturbation Theory.

Curiosità matematica del mese: Ramanujan e π

$$R[K] := 2 \frac{\sqrt{2}}{9801} \sum_{n=0}^K \frac{(4n)!}{n!^4} \frac{1103 + 26390n}{396^{4n}}$$

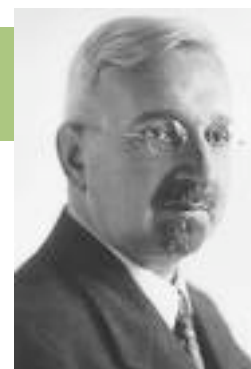


Questa somma si trova nei taccuini di Ramanujan. L'aspetto singolare della formula è costituito dal fatto che già il primo termine $R[0]$ differisce da $1/\pi$ per una parte su 100 milioni. Per $K=2$ la differenza scende a $10^{(-24)}$ ossia la formula è in grado di fornire $8(n+1)$ cifre di π sommando i primi n termini. Questo non rappresenta un record di efficienza. In un recente articolo si illustrano altre tecniche attualmente utilizzate per esplorare le cifre di π , (fino a un miliardo di cifre) svelando aspetti insospettati: D.H. Bailey, J.M. Borwein and P.B. Borwein, "Ramanujan, Modular equations, and approximations to Pi or how to compute One Billion Digits of Pi (omettiamo la rivista, è più rapido chiedere a Google Scholar).

Theodore Kaluza

LHC e dimensioni extra, di L. Griguolo

L'idea che esistano altre dimensioni spaziali non è affatto nuova e risale addirittura al 1914: il fisico svedese Nordstrom propose all'epoca una teoria in cinque dimensioni che descriveva simultaneamente l'elettromagnetismo e una versione semplificata della gravità. Di lì a poco sarebbe stata formulata la Relatività Generale, la cui elegante struttura geometrica suggerì a Theodor Kaluza nel 1919 una sorprendente possibilità: la generalizzazione della teoria di Einstein ad uno spazio penta-dimensionale (con quattro dimensioni spaziali) permetteva di descrivere contemporaneamente la gravitazione e l'elettromagnetismo. Teorie che dal punto vista quadridimensionale appaiono così diverse come quella di Maxwell e quella di Einstein diventano manifestazioni particolari della stessa struttura fisica, uno spazio-tempo in cinque dimensioni dove gravitone e fotone sono parenti strettissimi. In sintesi la realizzazione del sogno di Einstein: l'unificazione delle forze fondamentali.



Oscar Klein

L'intuizione di Kaluza fu in seguito formalizzata da Oskar Klein che evidenziò il ruolo fondamentale dell'invarianza di gauge e il significato fisico delle dimensioni-extra e della loro "compattificazione" in quella che da allora in poi sarebbe stata chiamata teoria di Kaluza-Klein (KK). La proposta



GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

originaria non superò esami più approfonditi a causa di inconsistenze interne, ma l'idea affascinante che il progetto di unificare le interazioni fondamentali fosse collegato all'esistenza di nuove dimensioni spaziali accompagnò in maniera più o meno subliminale lo sviluppo della fisica teorica di metà novecento. Fino agli anni settanta, quando la prospettiva di Kaluza-Klein ritrova vigore, grazie all'avvento della supergravità e delle superstringhe, alleandosi inaspettatamente con la meccanica quantistica: la teoria delle superstringhe, proposta per descrivere consistentemente la dinamica quantica del gravitone e unificare tutte le interazioni conosciute, richiede infatti l'esistenza dieci (o undici) dimensioni spazio-temporali. La prima domanda che sorge non appena si comincia a ragionare su questo tipo di ipotesi è come sia possibile che le dimensioni-extra non vengano percepite neanche dagli accurati apparati sperimentali di cui disponiamo. La risposta più semplice, quella già data da Kaluza e Klein, è che le nuove dimensioni siano piccolissime: mentre le tre dimensioni ordinarie si estendono per una distanza infinita, le dimensioni extra sono invece limitate, formando cerchietti o piccoli segmenti. Spostandosi lungo queste direzioni, dopo un breve percorso o si torna al punto di partenza o ci si scontra contro una barriera invalicabile. Più piccole sono, maggiore è l'energia necessaria per vedere queste micro-dimensioni: se la loro estensione è circa R , il principio di Heisenberg ci richiede impulsi tipici superiori a $1/R$ per poterle osservare, implicando che "entrare" nelle dimensioni compatte richiede molta energia, tanto più alta tanto più R è piccolo, sfuggendo potenzialmente quindi anche agli acceleratori di particelle più potenti. Più recentemente, invece, è emerso un secondo modo per spiegare l'invisibilità delle dimensioni extra: quello di immaginare che queste siano inaccessibili alle particelle che comunemente usiamo come sonde sperimentali. Se protoni, elettroni, fotoni etc. non hanno accesso ad eventuali ulteriori dimensioni non c'è alcun modo in cui queste possano essere evidenziate: possibili dimensioni inaccessibili possono, in questo caso, essere anche molto grandi. Di nuovo la teoria delle superstringhe fornisce una base consistente a questo scenario: in teoria di stringa è possibile, per esempio, che i gravitoni si muovano nelle nove o dieci dimensioni spaziali, grandi o piccole che siano, e che le particelle del modello standard siano confinate in uno spazio a dimensioni minori. Esperimenti che utilizzino leptoni, adroni o fotoni potrebbero quindi dare solo informazioni sulle dimensioni in cui si propagano queste particelle, mentre le dimensioni in cui viaggiano solo i gravitoni dovrebbero essere analizzate con esperimenti di tipo gravitazionale. Le eventuali dimensioni-extra in cui vivono anche le particelle del modello standard restano soggette allo scenario di Kaluza-Klein, devono essere "piccole": se avessero raggi superiori a 10^{-18} m sarebbero state osservate negli acceleratori della precedente generazione. Dimensioni puramente "gravitazionali" invece potrebbero essere molto più grandi, arrivando addirittura a valori di poco inferiori al millimetro.



Kaluza-Klein (Invisible Architecture III)

Dawn Neal Meson, San Francisco.

Meson's paintings document her personal process of understanding the concepts and theories of modern physics. Her paintings are not intended as scientific illustrations that instruct, but she hopes they might inspire. From "Symmetry":

<http://www.symmetrymagazine.org/cms/?pid=1000040>

[The artist's web-site:](#)

www.dawnmeson.com

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

Il modo più semplice per capire questa possibilità è quello di studiare la forza di gravità fra due masse a piccola distanza: se infatti ad una distanza R si "aprissero" n nuove dimensioni per i gravitoni l'usuale legge di Newton fra due masse m_1 e m_2 a distanza r

verrebbe modificata, per separazioni più piccole di R , in

$$F = \frac{G'_N m_1 m_2}{r^{2+n}}$$

dove compare una nuova costante G' . La relazione fra la nuova costante e G_N , la familiare costante di Newton, si ottiene osservando che le due equazioni devono dare la stessa forza quando la separazione è dell'ordine di R , cioè $R=r$, il che implica $G'=R^n G_N$. Sorprendentemente non esistevano fino a poco tempo fa esperimenti diretti sulla legge di Newton per distanze sotto il millimetro, lasciando aperte tutte le possibilità: lo scenario che abbiamo descritto ha stimolato una serie di progetti in questo senso e il limite attuale sulla legge di Newton esclude deviazioni da quadrato inverso per distanze superiori ai 200 micron.

Un secondo aspetto di questo scenario è apparentemente di natura più teorica ma potrebbe avere delle implicazioni formidabili negli esperimenti che si effettueranno nei prossimi anni al CERN di Ginevra, quando l'acceleratore di protoni LHC entrerà in funzione. Nell'ottica delle extra-dimensioni è infatti possibile dare una spiegazione geometrica del cosiddetto problema della "gerarchia", ossia dare una ragione per la debolezza estrema della gravità in confronto alle altre interazioni fondamentali (la forza di gravità fra due protoni è circa 10^{37} volte più piccola di quella elettrostatica). A distanze estremamente piccole, dell'ordine di 10^{-19} m, la gravità sarebbe forte come le altre interazioni e quindi, a livello fondamentale non ci sarebbe problema di gerarchia. Per distanze più grandi ma sotto il millimetro, le altre interazioni sarebbero già diventate effettivamente tridimensionali mentre la gravità continuerebbe a vivere anche nelle altre dimensioni, decrescendo in ragione di $1/r^{2+n}$, e quindi indebolendosi rapidamente con la distanza. Infine, a distanze maggiori di un millimetro, anche la gravità assumerebbe la legge tridimensionale $1/r^2$, ma nel frattempo si sarebbe fortemente indebolita rispetto alle altre forze: in termini più tecnici la scala effettiva che governa la gravità tridimensionale M_P (la massa di Planck) è legata alla scala fondamentale M_D (la scala del mondo extra-dimensionale) e al raggio R delle nuove dimensioni attraverso la relazione

$$R^{-1} = M_D \left(\frac{M_D}{M_P} \right)^{2/n}$$

dove n è il numero di dimensioni extra.

L'aspetto più peculiare di questa osservazione è senza dubbio il fatto che gli effetti gravitazionali, solitamente trascurabili rispetto a quelli delle interazioni forti o elettrodeboli, possono diventare a scale di energia accessibili ad LHC dello stesso ordine di grandezza e quindi osservabili.

Raman Sundrum

Negli ultimi anni si è quindi sviluppata una grossa linea di ricerca, chiamata "fenomenologia delle dimensioni-extra", in cui uno degli obiettivi principali [quello di individuare i possibili segnali di fisica extra-dimensionale nei processi d'urto a LHC. I modelli a cui i differenti calcoli fanno riferimento si dividono in due categorie principali: i modelli con dimensioni-extra "piatte" (introdotti da Arkani-Hamed, Dimopoulos e Dvali nel 1998) e quelli con



GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

extra-dimensioni "deformate" (introdotti da Randall e Sundrum nel 1999). Nel primo caso la segnatura che ci sia aspetta è quella di "energia mancante": nei processi inclusivi ad alta energia a LHC dovrebbero prodursi, se la scala M_D è dell'ordine di quella elettrodebole, molti gravitoni la cui interazione singola con la materia ordinaria verrebbe però soppressa dalla scala di Planck ($1/M_p$) e quindi sarebbero liberi di "fuggire" nelle extra-dimensioni, manifestandole quindi attraverso un'apparente violazione della conservazione dell'energia. Nel caso dei modelli "deformati", che si basano su aspetti geometrici non-banali delle dimensioni interne, la segnatura consisterebbe nella presenza di picchi di risonanza nelle sezioni d'urto, dovuti ai gravitoni di Kaluza-Klein: una caratteristica comune a tutti i modelli con dimensione-extra è infatti l'esistenza di una torre infinita di particelle massive (particelle di Kaluza-Klein) che accompagnano il gravitone, con masse legate al raggio di compattificazione e alla geometria delle dimensioni interne. In entrambi i casi queste sono i segnali aspettati nei processi in cui l'energia del centro di massa $\sqrt{s}$ è molto piccola rispetto la scala M_D , $\sqrt{s} \ll M_D$: esiste però un'altra e più sorprendente possibilità osservativa a LHC, legata al limite semiclassico, nel caso in cui avvengano processi con $\sqrt{s} \gg M_D$. Gli effetti di gravità quantistica sarebbero questa volta soppressi e le ampiezze di scattering verrebbero dominate dal limite gravitazionale classico: per parametri di impatto grandi rispetto alla scala R_s (il raggio di Schwarzschild del mondo multidimensionale) è possibile l'approssimazione dell'iconale e la segnatura consisterebbe in uno stato finale a due jet. Per parametri di impatto piccoli, invece, ci si aspetta un collasso gravitazionale e la formazione di mini-buchi neri. Una spettacolare conseguenza di questi modelli quindi è la possibilità che LHC diventi una vera e propria fabbrica di buchi neri: se la scala M_D è dell'ordine del TEV i processi a 14 TeV (nel centro di massa) di LHC potrebbero produrre anche un buco nero al secondo! La formazione di questi mini-buchi neri potrebbe venire evidenziata attraverso la loro radiazione di Hawking: in questi modelli un buco nero formatosi a LHC evaporebbe in 10^{-26} secondi e una grande frazione della radiazione emessa sarebbe nel visibile, permettendo una facile rilevazione. Seppure affascinante questa possibilità appare più speculativa e i buchi neri, se prodotti, potrebbero apparire semplicemente come una nuova famiglia di particelle esotiche.



Non è detto comunque che queste teorie trovino le conferme sperimentali che alcuni si aspettano. In particolare esistono già dei limiti sul numero e la lunghezza delle extra-dimensioni, derivati da dati astrofisici, che restringono le possibilità di osservare fenomeni legati alle dimensioni extra a LHC. In ogni caso queste idee hanno da un lato creato una nuova prospettiva osservativa, mostrando che l'invisibilità delle dimensioni-extra predette dalle superstringhe non era un paradigma fissato, e da un altro stimolato il ripensamento degli scenari fenomenologici attuabili nella prossima generazione di acceleratori. E nonostante i molti scettici (fra cui il premio Nobel Frank Wilczek che teme queste idee siano solo allucinazioni d'alta montagna) l'attesa dei primi dati di LHC diventa ancora più eccitante....

Supercomputing nel XXI secolo

Dal punto di vista INFN la novità più importante dell'ultimo anno è stata l'installazione del grande sistema APE/next (vedi bollettino n.I-8): un complesso di dodici

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

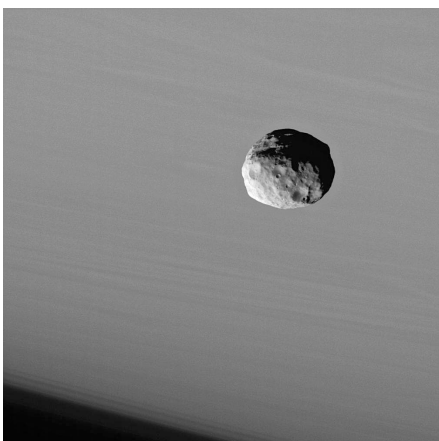
racks che alloggiano complessivamente un migliaio di processori espressamente ottimizzati per l'aritmetica complessa e capaci complessivamente di circa 10 TFlops (10 miliardi di operazioni al millisecondo). Il complesso di calcolatori è ospitato dall'Università di Roma nei locali ristrutturati che un tempo erano del centro calcolo di ateneo. Il gruppo INFN di Parma ha accesso alla struttura sotto la "bandiera" MI11, una sigla che identifica un programma di ricerca di fisica computazionale prevalentemente orientato allo studio delle interazioni forti (teorie di gauge su reticolo). Da un punto di vista più distaccato si evidenzia il fatto che altri paesi europei hanno messo a disposizione finanziamenti molto rilevanti per la costituzione di centri di calcolo ad alte prestazioni. In particolare in Francia è stato installato un calcolatore capace di 10 TFlops presso il CEA di Saclay. Si tratta di calcolatori "commerciali" a differenza di APE che ha più il carattere di strumento da esperimento di fisica.

Anche Germania, Regno Unito e Spagna hanno investito molti € e £ in supercomputers. Tuttavia i computers più potenti sono ancora in USA e in Giappone. Il primo nella lista dei "Top500" è un calcolatore della serie BlueGene/L installato a Livermore (280 TFlops, ovvero 280 milioni di operazioni al microsecondo). E in Italia, dopo APE/next? Iniziative quali l'installazione di un BlueGene al S. Raffaele per varie decine di milioni di Euro non sembrano sufficienti per agganciare le altre nazioni europee nel campo del supercomputing ed è naturale immaginare che la nuova struttura avrà applicazioni prevalentemente in "biologia quantitativa". In occasione di un incontro a Bertinoro tra addetti ai lavori è emerso un grande desiderio di concentrare gli sforzi per realizzare qualcosa di nuovo. Qualcosa di nuovo in termini progettuali sta per prendere forma.

Per saperne di più: www.scientific-computing.com, Google: "top 500"

RED ORBIT

Immagini dallo spazio catturate su RedOrbit. Siete in grado di indovinare di che cosa si tratta? (www.redorbit.com).



1-7



Premi Nobel 2006

I premi Nobel 2006 sono stati assegnati a John Mather e George Smoot "for their discovery of the blackbody form and anisotropy of the cosmic microwave background (CMB) radiation". Si trovano notizie più dettagliate sull'ultimo numero del CERN Courier (www.cerncourier.com).



Mather



Smoot

Amarcord SNFT2000

Proseguiamo con la pubblicazione delle liste dei partecipanti al nostro Seminario Nazionale di Fisica Teorica, a partire dal 1991.

SNFT IX – 4-15 settembre 2000

Modello Standard e QCD

Stefano Catani (CERN)

Giampiero Passarino (Torino)

Carlo Becchi (Genova)

Onde gravitazionali e Cosmologia (D-brane, Dualità AdS/CFT)

Gabrielle Allen (*) (AEI, Potsdam)

Maurizio Gasperini (Bari)

Adalberto Giazotto (INFN, Pisa)

Scott Hughes (Caltech)

Guido Pizzella (Roma, TV)

Antonio Riotto (SNS, Pisa)

Partecipanti

Luca Baiotti – Università di Milano, **Emanuele Berti** – Università di Roma I

Carla Biggio – Università Genova, **Chiara Caprini** – Università di Parma

Carta Paolo – Università Cagliari, **Marco Cirelli** – Università Milano,

Fabrizio Di Marco – Università Bologna, **Michele Frigerio** – Università Milano,

Guffanti Alberto – Università Milano, **Francesca Intini** – Università Bari

Marzio Lanzoni – Università Parma, **Giuseppe Lavagetto** – Università di Parma,

Antonino Leonardi – Università Catania, **Giovanni Marozzi** – Università Bologna,

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

Pier Paolo Mastrolia – Università Bologna-Astronomia, **Donatella Marmottini** – Università Perugia, **Luca Martucci** – Università di Parma, **Alessandro Nagar** - Università di Parma, **Marta Orselli** – Università di Parma, **Marcello Ortaggio** - Università Trento, **Marco Panero** – Università di Torino, **Nicola Pessina** – Università Milano, **Federico Piazza** – Università Milano, **Nicola Pinamonti** - Università di Trento - **Paolo Ribeca** – Università Genova, **Matteo Rossi** - Università di Parma, **Matteo Luca Ruggiero** – Università di Pisa, **Mimmo Salvino** – Università Roma La Sapienza, **Roberto Sghedoni** – Università di Parma, **Andrea Soddu** – Università della Virginia, **Sorge Francesco** – Università Padova, **Luca Spani Molella** - Università di Pavia, **Ebe Tricarico** - Università di Parma, **Michele Vallisneri** - Università di Parma, **Michela Verbeni** – Università di Parma, **Filippo Vernizzi** - Università di Ginevra, **Zeila Zanolli** - Università di Bari.

Nel prossimo numero (forse)

🌐 Notizie da Lattice 2006

INFN Sezione di Milano Bicocca

Gruppo Collegato di Parma

c/o Dipartimento di Fisica,

Università di Parma

Via G.P. Usberti 7/A

I-43100 Parma, Italy

Tel: +39 0521 905222, FAX: +39 0521 905223

Email: <user>@fis.unipr.it

Bollettini arretrati:

<http://www.pr.infn.it/newsletter.html>



©2006 Gruppo Collegato INFN di Parma. Typeset using 🍏 Pages ®

Responsabile: E. Onofri, Collaboratori: L. Superchi, F. Di Renzo, L. Griguolo - Numero **II-I** - 4.II.2006