



Styl: Luca Griguolo, Bologna
Foto: © Alan Gill - iStockphoto.com/Alan Gill - iStockphoto.com

- Notizie dall'INFN
- Seminari di Fisica teorica
- Highlights di Lattice 2006
- Seminari finali del corso di dottorato
- Amarcord: SNFT2001

☞ Da Tucson, Lattice 2006

Questo numero è quasi interamente dedicato al rapporto di Francesco Di Renzo da Tucson: **Highlights di Lattice 2006**.



Notizie dall'INFN

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

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

CERN: *Installato il "coperchio" di CMS, 400 tonnellate a 100 metri di profondità,*
<http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html>

Seminari di Fisica Teorica

Luca Griguolo

Black-holes, topological strings and q-deformed YM theory

Martedì 12 dicembre ore 15:30 sala Fenman

Abstract:

Recently Ooguri, Strominger and Vafa has conjectured a very simple relation between the partition function for a four-dimensional BPS black hole in a Calabi-Yau compactification of Type II superstring theory and the partition function of the topological string theory. This idea can be tested for a certain class of (non compact) CY manifolds, where the topological string can be described in terms of a q-deformed version of Yang-Mills theory on a Riemann surface. We shall explore this connection and its relations with instanton counting in four-dimension, Chern-Simons theory and large N phase-transitions.

Highlights di Lattice 2006, di F. Di Renzo

<http://www.physics.arizona.edu/lattice06/>, <http://latticeguy.net/pictures/lattice06/>,
http://www.physics.arizona.edu/lattice06/conf_pictures/kennedy/images.html

L'annuale conferenza sulla fisica del reticolo si è quest'anno tenuta a Tucson, in Arizona. Erano presenti circa 200 ricercatori; non molti, se il numero viene confrontato con quello della edizione dello scorso anno, quando a Dublino gli intervenuti erano circa il doppio. Hanno probabilmente pesato le difficoltà logistiche e di calendario: raggiungere gli USA a fine Luglio può non essere agevole (né economico!), soprattutto per una destinazione come Tucson, in un grande albergo nel deserto fra cactus e scenari insoliti (se siete propensi a vederla come una nuova esperienza; il campus della locale università non ha la stessa ricettività di altre università americane), "in the middle of nowhere" (se volete assumere il punto di vista dello scettico). Al di là di queste valutazioni semiserie, vale certo la pena riflettere su un dato. Una conferenza annuale che raduna una comunità scientifica potenzialmente molto ampia è costantemente esposta al rischio di essere anche troppo frequente. Credo non sia azzardato dire che le vere novità scientifiche siano spesso merce rara. Da un altro punto di vista, in un panorama scientifico fortemente connotato da una grande specializzazione e conseguenti tecnicismi le "mode" del momento rischiano di avere un peso eccessivo. Chi scrive ha sempre cercato di partecipare alle varie edizioni di Lattice, per mantenere aperti canali di interazione con una comunità molto più vasta del sottoinsieme con cui si è direttamente in contatto (soprattutto da una sede medio-piccola come la nostra). Se ripenso a questi anni, posso dire che spesso si percepiva molto forte l'attualità di certi argomenti o di talune tecniche di indagine. In più di un caso, non tutto quello che appariva così cruciale è sopravvissuto con gli stessi crismi. D'altronde, la fisica su reticolo è fortemente connotata dalle richieste di tempo macchina. Molti progetti scientifici sono molto onerosi e questo detta scale di tempi importanti, in cui i progressi sono sistematici, ma non velocissimi. Quello che si consolida come utile e fruttuoso lo fa quindi in tempi non necessariamente brevi. Alla luce di queste considerazioni introduttive, nel riportare le mie impressioni su Lattice 2006 fisserò la mia attenzione solo su un paio di (macro) argomenti. Ovviamente la scelta può essere in larga parte opinabile. Cionondimeno, credo che i due argomenti possano essere un buon esempio di quello che ho appena provato ad argomentare.

Immaginiamo qualcuno che per qualche anno non abbia avuto il tempo di tenere d'occhio gli ultimi progressi della QCD su reticolo. Una domanda che quasi sicuramente vi potrebbe porre è: "*Qual è lo stato attuale dei fermioni dinamici?*". Innanzi tutto un minimo di chiarezza lessicale: in gergo si parla di fermioni dinamici perchè per lungo tempo le simulazioni non perturbative hanno trascurato il contributo all'integrale funzionale dato dai campi fermionici. Gli unici fermioni maneggiati erano cioè quelli cosiddetti di valenza, che fissano il contenuto di materia degli stati presi in esame dagli esperimenti numerici. Diciamolo in altro modo. L'integrale funzionale per la QCD integra sui campi di gauge e sui quark. Il contributo di questi ultimi può essere integrato analiticamente a dare il determinante fermionico che nella approssimazione cui si è appena fatto riferimento (la cosiddetta approssimazione "quenched") viene messo uguale a uno. Una evoluzione Monte Carlo che viceversa faccia evolvere le configurazioni senza questa approssimazione tratta invece come effettivi gradi di libertà (dinamici, appunto) tanto i campi di gauge quanto i fermioni. Se l'interlocutore che stavamo poco sopra immaginando fosse stato in anni precedenti un po' addentro alle difficoltà del simulare i fermioni su reticolo ci avrebbe forse rivolto una domanda un po' più specifica: "*Quanto*

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

leggeri sono i fermioni che riuscite a simulare?". La vera difficoltà del simulare fermioni su reticolo sta in effetti nel coprire un range di massa realistico. Mettiamola così: chi fa simulazioni su reticolo può davvero essere il grande demiurgo della situazione. Il valore delle masse dei campi della Lagrangiana è cioè un parametro di input della nostra simulazione e saremo noi a scegliere che teoria simulare (opportunità certo non da poco, visto che ci permette di studiare diversi scenari che divengono con ciò passibili di verifica). D'altro canto, se vogliamo far emergere dalle nostre simulazioni lo scenario che i nostri colleghi sperimentali studiano negli esperimenti agli acceleratori (non virtuali!) dovremo scegliere per le masse dei quark valori convenienti, così che ad esempio il rapporto fra la massa del pione e quella della rho assuma il valore sperimentale. Fare questo non è semplice, e il motivo è che alla fine i quark più leggeri sono davvero molto leggeri. La QCD non è distante dal limite chirale e peraltro realizza con buona approssimazione le simmetrie SU(2) (o SU(3)) di sapore che sono state le prime ad emergere nello studio delle interazioni forti. La difficoltà a simulare fermioni leggeri (e quindi quark nel range fisico) è a sua volta qualcosa di denso di significato dal punto di vista della teoria dei campi. Si tratta del contenuto del teorema di Nielsen e Ninomiya, che possiamo "moralmente" riassumere così: *non è possibile mantenere la simmetria chirale su reticolo senza sacrificare la località o incorrere nei cosiddetti doublers* (poli di massa del propagatore del fermione che ne costituiscono repliche non fisiche). Le diverse regolarizzazioni fermioniche presenti sul mercato sono in sostanza diversi modi di venire a patti con quanto imposto dal teorema di Nielsen e Ninomiya.

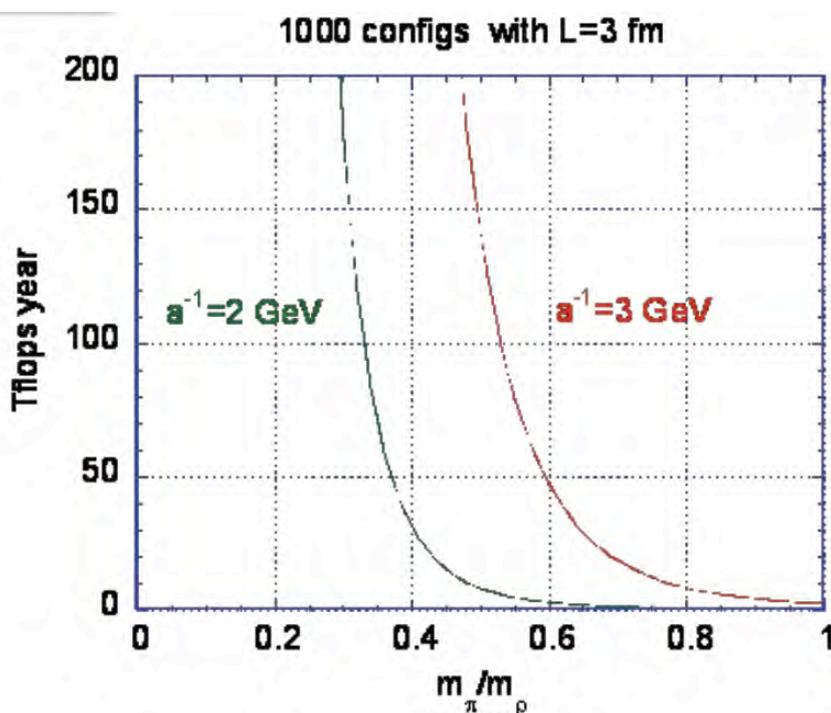


Proverò dunque a passare rapidissimamente in rassegna le diverse opportunità, ponendo la domanda: che cosa ci hanno detto a Tucson gli addetti ai lavori?

A Tucson eravamo ospiti degli americani e al di là dell'oceano in anni recenti la formulazione più in voga è stata quella dei *fermioni staggered*. Per chi non ne sapesse davvero nulla, provo a dire a parole qual è il trucco per volgere a proprio favore le difficoltà sopra esposte. In soldoni, il numero di gradi di libertà generato dai doublers per un campo fermionico ad una sola componente è quello giusto per simulare quattro (pseudo)sapori fermionici che abbiano le usuali componenti di Dirac: $2^4 = 16 = 4 \cdot 4$ (ricordiamo che compare un polo di massa per ogni spigolo della zona di Brillouin, in ogni dimensione). Per riaggregare in questo modo i gradi di libertà, dobbiamo pensare che essi siano "sparsi" (da cui il nome) in una regione di ordine del passo reticolare. Uno dei punti a favore di questa regolarizzazione è che viene preservata una qualche forma della simmetria chirale dell'azione del continuo (così che ad esempio non c'è rinormalizzazione additiva della massa). Come visto, ci ritroviamo però con più campi di quelli che volevamo. Per andare direttamente al punto dolente, è stato utilizzato in anni recenti un trucco molto semplice: poiché ci si ritrova così con la quarta potenza del determinante fermionico, *si prenda la radice quarta*. Riducendo ancora una volta all'osso, la domanda che gli scettici sono andati ripetendo per anni è: il limite del continuo è sotto controllo? Vale la pena sottolineare che la discussione ha avuto accenti anche aspri, soprattutto a fronte del fatto che tecnicamente una simulazione staggered con il trucco della radice è abbastanza efficiente dal punto di vista numerico. In sostanza, chi ne faccia uso si trova avvantaggiato: fa meno fatica. Credo che a Tucson sia emerso qualcosa che dobbiamo salutare con grande favore. E' in atto un grande sforzo teorico per cercare di studiare la liceità della approssimazione. Per anni da parte dei critici si faceva notare che non ci fossero risultati che non fossero il dire che in un gran numero di applicazioni del metodo i risultati sono molto buoni se confrontati con l'esperimento. Si tratta di una tentazione ricorrente per la Fisica: una approssimazione teoricamente non ben controllata rende ragione di un numero elevato di situazioni. Cito un esempio in un campo diverso (a motivo dalla mia limitata cultura non escludo affatto che ci possano essere esempi più calzanti): una approssimazione sufficientemente semplice ci fa predire correttamente il folding di più dell'80 per cento

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

delle strutture di RNA di cui conosciamo la configurazione realizzata in natura. Il punto è che il fatto che controlliamo sufficientemente bene una approssimazione per problemi relativamente (o mediamente) facili nulla ci dice del complemento a questi, ovvero i problemi relativamente difficili che sono quelli per cui in ultima analisi siamo davvero interessati ad una soluzione. A Tucson si è avuta chiara la sensazione che grazie al lavoro di **Shamir, Goltzman, Sharpe, Bernard** (giusto per fare qualche nome) ci si stia avvicinando ad un quadro teorico molto più chiaro. **Steve Sharpe** ha posto nella sua relazione plenaria una alternativa fra tre diverse opzioni: *good* (il limite continuo è buono, senza complicazioni), *bad* (il limite continuo è semplicemente sbagliato) o *ugly* (il limite continuo è quello corretto, ma ci sono complicazioni da maneggiare con estrema cura). La sua risposta è stata (per quanto se ne capisce ora): *ugly*. Il lavoro è in corso e probabilmente avremo novità. Il messaggio è che sembra delinearci una risposta che si consoliderà e sarà un punto di riferimento sicuro nel tempo. Veniamo ai fermioni di Wilson. Il modo di venire a patti con Nielsen e Ninomiya è la rottura esplicita della simmetria chirale con un termine irrilevante. Al limite continuo esso non darà contributo, ma nel frattempo si saranno pagati prezzi anche elevati (rinormalizzazione additiva della massa e limite chirale controllato dunque da controtermini, complicato mixing di operatori sotto rinormalizzazione). La difficoltà pratica del simulare fermioni di Wilson nella regione fisica può essere ben descritta tornando a una figura presentata a Lattice 2001. **Ukawa** disegnò (si veda Nucl.Phys.Proc.Suppl.106 (2002) 199-205) il peso computazionale di una simulazione con fermioni di Wilson in funzione del rapporto fra massa del pione e massa della rho. La regione fisica sta abbastanza a sinistra sull'asse delle x e sfortunatamente la curva si impennava ben prima di giungere in tale regione con una pendenza che (la conferenza si teneva a Berlino) pareva un muro. Il *muro di Berlino*, appunto (vedi figura). Cosa è successo nel frattempo? Sicuramente i fermioni di Wilson si sono arricchiti dal punto di vista teorico: accanto alla procedura di improvement alla Symanzik, si è andata consolidando la proposta di migliorare il raggiungimento del limite continuo sfruttando le opportunità offerte dalla cosiddetta *Twisted mass QCD* (si include un termine di massa ruotato nello spazio del sapore; per una certa rotazione gli effetti del passo reticolare sono di ordine a^2). Vale la pena però anche far notare come gli algoritmi siano molto migliorati. Il muro di Berlino nel nostro caso non è caduto: si è però spostato di molto! Chi di voi era presente al seminario di **Karl Jansen** un paio di settimane fa ha potuto vedere come simulare nella regione fisica non sia più una chimera. Anche qui un buon messaggio, dunque: le risorse computazionali del momento (o dell'immediato futuro) non sono sproporzionate al compito che vorremo prefiggerci. C'è infine una classe di fermioni che viene a patti con Nielsen e Ninomiya nel modo meno traumatico possibile: la rottura della simmetria chirale avviene mantenendo verifi-

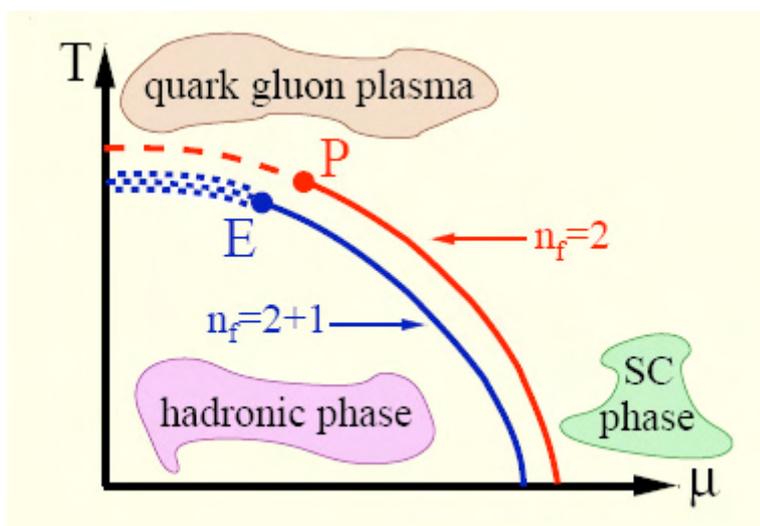


GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

cata la cosiddetta relazione di *Ginsparg-Wilson*. A parole possiamo dire così: tanto quanto ad ogni valore del passo reticolare la regolarizzazione di Wilson dei campi di gauge è buona perché mantiene realizzata la simmetria di gauge, così in questo caso possiamo implementare una simmetria chirale che differisce dal continuo per effetti di ordine del passo reticolare. Entro questa famiglia, le proposte sono più di una. I cosiddetti *fermioni overlap* sono da un certo punto di vista la prima soluzione (originariamente proposta da **Neuberger**). Il loro difetto è che il peso computazionale è ancora molto elevato. Cionondimeno, va consolidandosi una strategia che possa già ora sfruttarne i vantaggi. Si simulano fermioni di valenza di tipo overlap su un background generato con fermioni di mare di tipo Wilson o staggered. Se dovessi riassumere in poche parole l'orizzonte dei fermioni su reticolo così come emerso a Tucson direi così: siamo in un momento favorevole. Da un lato, emergono nuovi risultati teorici per una regolarizzazione che poteva apparire un esempio di ciò che gli anglosassoni definiscono una soluzione "quick and dirty". D'altro canto, grazie a nuovi algoritmi (SAP, proposto da **M. Luscher**, RHMC dovuto a **A.D. Kennedy e M.A. Clark**, nuove varianti del classico Hybrid MC come quelle dovute a **M. Hasenbusch e a C. Urbach**) il peso computazionale dei fermioni di Wilson è molto più sotto controllo. Credo che questi risultati, pur se richiederanno ancora tempo per consolidarsi, rimarranno come importanti al di là di possibili mode per addetti ai lavori.

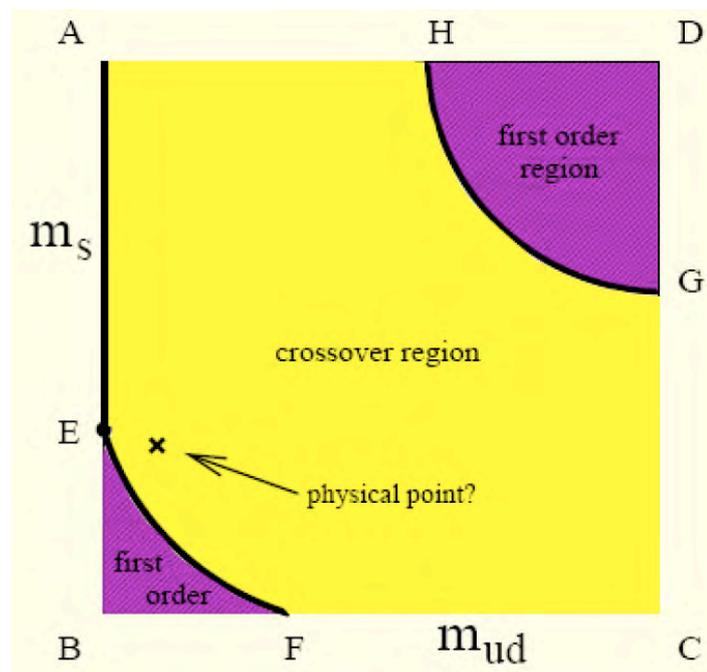
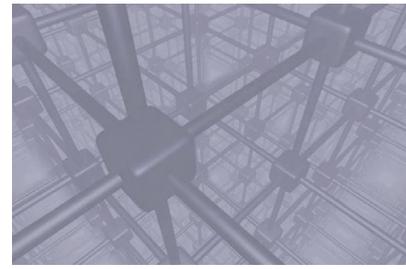


Immaginiamo ora che a voler metter il naso nei progressi del reticolo sia un amico sperimentale. Sia che lavori a Ginevra, sia che venga dagli USA, ci sono buone opportunità che chieda a chi lavora su reticolo: "*Ci sono novità nel campo della temperatura e densità finite?*". Ci sono grossi sforzi sperimentali per andare a sondare la materia barionica in condizioni estreme, segnatamente a densità e temperature non nulle. Il motivo per cui ci si vuole avventurare in tale regione è che crediamo che ci sia molto da capire. Da un lato, si potrà toccare con mano una fase della materia che la QCD ci suggerisce di doverci aspettare. Se a $T=0$ vediamo emergere lo scenario dominato dalle proprietà del confinamento e di rottura della simmetria chirale, a temperature elevate ci possiamo attendere una fase in cui la simmetria chirale sia restaurata, mentre quark e gluoni sperimentino le proprietà della libertà asintotica nel suo essere contraltare al confinamento: ad alte T l'accoppiamento è debole e la teoria può entrare in una fase deconfinata. La transizione di fase in questione non è solo una interessantissima previsione che possiamo pensare sulla base di ciò che sappiamo della QCD: è qualcosa che vorremo conoscere nel dettaglio per le conseguenze cosmologiche che sono implicate. Se ancora una volta immaginiamo un amico che sia addentro non solo al proprio campo, ma tenga un occhio vigile al reticolo, anche in questo caso la domanda sarà forse un pò più precisa: "*Sapete qualcosa di più sulla natura della transizione di fase della QCD?*". A seconda infatti che la transizione di fase sia di (un robusto) primo ordine, o una transizione del secondo ordine o sia piuttosto quello che si dice un crossover analitico (ovvero non sia propriamente una transizione di fase), le conseguenze cosmologiche saranno diverse. In particolare, ci sono scenari che verrebbero esclusi



GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

nell'ultima eventualità. Allo "sminuirsi" della transizione da primo ordine a crossover corrisponde in particolare uno sminuirsi dell'efficacia di certe disomogeneità che si pensa potrebbero aver avuto un forte effetto sulla nucleosintesi. Dal punto di vista sperimentale, una transizione del primo ordine presenterebbe d'altro canto segnali più forti per gli esperimenti a RHIC o a Ginevra. Le proprietà della transizione di fase che andiamo ricercando dipendono fortemente dai gradi di libertà della Lagrangiana: quanti quark sono quelli efficaci? che massa hanno? quanto vale il potenziale chimico che controlla la natura a densità finita del problema? E' importante rendersi conto che argomenti di universalità controllano la natura della transizione in regioni che non sono quelle fisiche. Ad esempio, un diagramma di fase spesso disegnato è quello che ha per asse x la massa del doppietto (pensato degenerare) up-down e per asse y la massa del quark strange (vedi figura). La pura gauge (o la approssimazione quenched, nel linguaggio che usavamo poco sopra) è in questo disegno lo spigolo in alto a destra (tutti e tre i quark hanno massa infinita e non sono quindi gradi di libertà dinamici): in questo caso abbiamo ragione di credere che la transizione sia del primo ordine. Viceversa, mettendo ad infinito la massa dello strano e tenendo a massa nulla il doppietto up-down (questa è una teoria massless a due sapori) abbiamo invece ragione di credere che la transizione sia del secondo ordine. Sfortunatamente, non abbiamo nessun argomento che ci guidi se ci mettiamo al punto fisico (strange più pesante di up e down, leggeri, ma non privi di massa). Se disegniamo ora un (diverso) diagramma di fase segnando sull'asse x il potenziale chimico e sull'asse y la temperatura, la transizione di fase starà su diverse curve per diversi numeri di sapori (e masse dei medesimi). Questo diagramma di fase ci segnala la presenza di un grado di libertà con cui non abbiamo ancora "giocato": il potenziale chimico. Farlo è nient'affatto banale, per un motivo che costituisce uno dei problemi aperti delle simulazioni di QCD su reticolo, direi il problema per antonomasia nel campo della densità finita. Possiamo dire così: la regolarizzazione reticolare della QCD con potenziale chimico non nullo vanifica le nostre ambizioni di simulare non perturbativamente la teoria. Si tratta del cosiddetto problema del segno, legato alla natura non definita positiva del peso di Boltzman in accordo al quale vorremo campionare con un Monte Carlo lo spazio delle configurazioni. Data la natura probabilistica del Monte Carlo, un peso non definito positivo ci taglia le gambe. Diverse soluzioni sono state proposte: diverse forme di *reweighting* (si simula una teoria a potenziale nullo e si trasferisce sull'osservabile il contributo di azione che ci dà problemi); simulazioni a valori immaginari del potenziale chimico (in questo caso non ci sono problemi, salvo quello di continuare analiticamente i risultati nel settore che ci interessa); calcolo di sviluppi in serie attorno alla regione che si sa simulare (in senso lato, calcolo di suscettività). Possiamo ricapitolare quanto fin qui accennato dicendo che abbiamo incontrato un paio di effetti sistematici che dobbiamo tenere sotto controllo: la massa dei quark deve essere quella fisica (gli scenari cambiano sostanzialmente al variare della massa degli attori) e il potenziale chimico va correttamente tenuto in conto (la regione interessante per confrontarsi con RHIC non è molto distante dall'asse y, ovvero dal potenziale chimico nullo, ma la poca strada da percorrere è irta di difficoltà). In tutto questo, il convitato di pietra è il processo con cui



Il diagramma di fase mostra la transizione di fase in funzione della massa del quark strange (m_s) e della massa del doppietto up-down (m_{ud}). La regione gialla rappresenta la transizione di crossover, mentre le regioni viola rappresentano la transizione di primo ordine. Il punto 'x' è indicato come un punto fisico da determinare.

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

dovremo estrarre il limite continuo. Si badi che sono già stati fatti esempi in cui ordini irrilevanti diversi hanno restituito risultati diversi sull'ordine della transizione di fase.

A Tucson il numero di comunicazioni plenarie su argomenti legati a questo campo di indagine dà una buona misura dell'interesse. Credo si possa dire che in questo settore i progressi non sono però ancora decisivi. Si noti che qualcosa di interessante è successo. Forse, in un senso che apparirà chiaro in un attimo, si tratta di qualcosa di interessante magari soprattutto dal punto di vista della sociologia della scienza. E' uscito recentemente su Nature un contributo del gruppo di **Z. Fodor**: sostengono di aver dimostrato che la transizione è un crossover. Le simulazioni sono a potenziale chimico nullo (ma si arguisce che questa è la regione davvero interessante) e la firma della transizione di fase viene ricercata negli effetti di volume finito nel picco della suscettività chirale (la risposta dell'energia libera al variare della massa). Gli effetti di volume vengono ricercati essendosi messi al valore fisico delle masse dei quark (i fermioni sono del tipo staggered) e dopo aver preso per ogni volume fisico il limite del continuo. Tra gli addetti ai lavori, anche a Tucson non c'era consenso unanime. Qualcuno sostiene che i risultati siano affetti da effetti sistematici dovuti a statistica insufficiente (qualche risultato è in disaccordo con quello di altri gruppi, che vantano però indubbiamente una statistica di gran lunga maggiore). Si noti che si tratta ad ora dell'unico risultato su reticolo apparso su Nature. Non è escuso che questo possa avere un peso nel giudizio dei colleghi: la comunità non si fida del tutto di una rivista che potrebbe non avere referees di riferimento per il reticolo oppure qualcosa di prestigioso può comunque suscitare un pizzico di invidia?

Francesco di Renzo

L'appuntamento a Lattice 2007 è per Regensburg



<http://www.physik.uni-regensburg.de/lat07/>

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

Seminari finali del corso di dottorato di ricerca
in Fisica, XIX e XX

mercoledì 6 dicembre ore 15:00, aula Newton

E. Agliari, *Statistical models of diffusion-controlled reactions on discrete structures*



S. Pasquetti, *Black Holes, Topological Strings and q-deformed Yang-Mills*



G. Corvino: *Simulazione numerica della instabilità di una configurazione toroidale di materia attorno ad un buco nero*



lunedì 18 dicembre ore 15:00, aula Newton

G.M. Manca: [Dynamical bar-mode instability in General Relativity](#)

Amarcord SNFT2001

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



X – 3/14 settembre 2001

<http://www.pr.infn.it/snft/2001/SNFT-2001.htm>

Modello Standard e QCD

Keith Ellis (Fermilab) *QCD*

Guenter Sigl (Inst. de Astrophysique de Paris) *Neutrini cosmici*

Luca Silvestrini (Roma) *Teoria del sapore*

Ettore Remiddi (Bologna) *Tecniche di calcolo per diagrammi di QED*

Teorie conformi e dimensioni extra dello spazio-tempo

Jose Fernandez Barbon (CERN) *QFT on noncommutative backgrounds*

Andrea Cappelli (Firenze) *Introduzione alle teorie conformi*

Alex Pomarol (IFAE, Barcelona) *Extra dimensions*

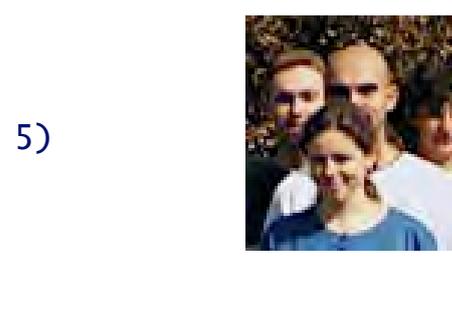
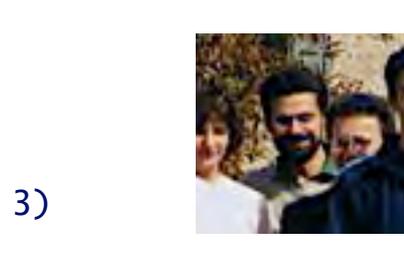
Augusto Sagnotti (Roma 2) *Open-string model building*

Alessandra **Agostini**, Napoli , Mario **Argeri**, Bologna, Leonardo **Bertora**, Genova, Giuseppe **Bozzi**, Firenze, Gianluca **Calcagni**, Padova, Luigi **Cantini**, SNS Pisa , Fabrizio **Canfora**, Salerno, Marco **Cogoni**, Cagliari, Claudio **Dappiaggi**, Pavia, Alberto **De Gregorio**, L'Aquila
Francesco **Del Bello**, Roma LaSapienza, Giuseppe **De Risi**, Perugia, Elisabetta **Di Grezia**, Napoli, Luisa **Doplicher**, Roma, Federico **Frascoli**, Parma, Giovanni **Giusiano**, Perugia, Alessandro **Gruppuso**, Bologna, Alberto **Guffanti**, Parma, Marzio **Lanzoni**, Parma, **Lin Yin**, Padova, Fabio **Lonegro**, Torino, Massimo **Mannarelli**, Bari, Donatella **Marmottini**, Perugia, Giovanni **Marozzi**, Bologna, Luca **Martucci**, Milano, Pier Paolo **Mastrolia**, Bologna,

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

Leonardo **Modesto**, Torino, Antonio **Moro**, Lecce, Marta **Orselli**, Parma, Marcello **Ortaggio**, Trento, Marco **Panero**, Torino, Pietro **Parruccini**, Pisa, Alessandro **Pesci**, Bologna, Mauro **Riccardi**, Firenze, Alessandro **Romito**, SNS Pisa, Matteo **Rossi**, Parma, Elisabetta **Scansani**, Ferrara, Alessio **Serafini**, Pisa, Roberto **Sghedoni**, Parma, Leonardo **Spanu**, Pisa, Andrea **Sportiello**, SNS Pisa, Luigi **Tedesco**, Bari, Giulia **Tonini**, Firenze, Ebe **Tricarico**, Parma, Enrico **Trincherini**, Pisa, Michela **Verbeni**, Parma.

Nelle miniature che seguono, sapete riconoscere i vari personaggi di SNFT2001?



7)



8)



9)



Al primo che risponderà con tutti i nomi esatti in omaggio una copia di **B. Hoffmann**, *Albert Einstein, scienziato e ribelle*, Bompiani, 1977

GRUPPO COLLEGATO DI PARMA

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-II - 5.12.2006