

Consiglio di Sezione INFN Pavia

13-14 Giugno 2013

Relazione Gruppo IV

Fulvio Piccinini, INFN Pavia

OUTLINE

- Resoconto riunione CSN4 9-10 Aprile 2013

- Consuntivi 2012 IS PV

TS11	Resp. Loc. M. Carfora	Resp. Naz. L. Bonora
PR21	Resp. Loc. O. Nicrosini	Resp. Naz. P. Nason
AD31	Resp. Loc. M. Radici	Resp. Naz. M. Radici
MB31	Resp. Loc. C. Giusti	Resp. Naz. O. Benhar
GE41	Resp. Loc. G.M. D'Ariano	Resp. Naz. G. Cassinelli
MI41	Resp. Loc. I. Guarneri	Resp. Naz. R. Artuso
FA51	Resp. Loc. M. Roncadelli	Resp. Naz. G. Fogli

Riunione CSN4

9-10 Aprile 2013

<http://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=5606>

riporto nel seguito alcune slides presenti sul sito

Linee scientifiche e FTE

- Linea 1: Teoria dei Campi e di Stringa 300.15
- Linea 2: Fenomenologia delle Particelle 136.25
- Linea 3: Fisica Nucleare e Adronica 96.87
- Linea 4: Metodi Matematici 105.30
- Linea 5: Fisica Astro-particellare 169.11
- Linea 6: Fisica Statistica e
Teoria di Campo Applicata 111.70
- DOT4: 28.30

Budget 2013

- **Totale: 2750 kE**
- **Missioni: 1500 kE**

(cfr. anno 2012: 2762 kE
2011: 2480 kE
2010: 2695 kE)

Totale FTE: 947.67 (704.57 regola Becchi)

- Ottobre 2012 : 1100 kE su IS;
250 kE MI DOT4
975 kE "fondo indiviso"
- Rimanenti 425 kE per riunione Aprile 2013:
150 kE per missioni
275 kE fondo indiviso
- Aprile 2013: autorizzati solo 50 kE MI
questa settimana sbloccati i rimanenti

Comunicazioni



A fine Novembre 2012 si è riunita la Scientific Committee del GGI per esaminare le **7 proposte** pervenute per i workshops del 2014:

Dopo ampia ed articolata discussione sono stati proposti i seguenti workshops:

1. **The many facets of neutron stars**
2. **Advances in non-equilibrium statistical mechanics**
3. **Prospects and precision at LHC at 14 TeV**

Nuovi argomenti e nuovi utenti (rispetto al recente passato) !!

- **Cicli di lezioni per dottorandi su argomenti di Fisica Nucleare**
- **Proposta di una scuola di dottorato sulla Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali a partire dal 2014 (tipo LACES).**

Comunicazioni

- **Upgrade del PC Cluster di Pisa:**

- E' partito l' acquisto del nuovo cluster, grazie a fondi della CSN4 (70K), del progetto premiale SUMA (140K) e della sezione di Pisa (10K).
- La nuova macchina potrebbe essere disponibile dopo le vacanze estive.
- Nel frattempo sul vecchio cluster è operativa (per ora in fase sperimentale) la modalità di accesso con "code locali" (analoga a quella in uso presso la maggior parte dei grossi centri di calcolo).
- Si prevede che questa modalità sarà presto disponibile per tutti gli utenti del cluster attuale e che sarà l' unica forma di accesso per il nuovo cluster.

- **Accordo INFN/SISSA:**

- Anche la SISSA sta installando un nuovo cluster di calcolo (circa 10 volte più grande di quello di Pisa) che sarà disponibile all'inizio del 2014.
- E' in programma un accordo di collaborazione con la SISSA che permette l'uso dei due cluster da parte di ricercatori INFN e SISSA.

Premio FUBINI 2012

- Esaminate 29 tesi di PhD

Commissione: Lerda (TO), Burioni (PR),
De Curtis (FI), Fornengo (TO),
Santopinto (GE)

- Vincitori: L. Banchi (FI) (quantum inform.)

M. Bianchi (MIB) (string theory)

P. Lodone (PI) (Beyond SM)

- Menzione speciale: M. Bonvini (GE) (pQCD)

M. Dall'Arno (PV) (quantum inform.)

M. Martinelli (RM1) (cosmology)

C. Sabelli (RM1) (exotic spectroscopy)

Borse Post-doc 2012/13

LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6
3	3	2	1	2	1

- **BARI** (Foundations of quantum mechanics, entanglement and complexity)
- **CATANIA** (Nuclear astrophysics and compact stellar matter)
- **FRASCATI** (Phenomenology of elementary particle interactions at colliders)
- **FRASCATI** (Strongly correlated electron systems and nanostructures)
- **MILANO** (Nuclear physics and finite many body systems)
- **PADOVA** (Phenomenology of fundamental interactions)
- **PISA** (Non-perturbative dynamics in gauge and string theories)
- **ROMA 1** (Phenomenology of fundamental interactions and lattice gauge theories)
- **ROMA 1** (Astroparticle physics and cosmological applications)
- **TORINO** (String theory, supergravity and applications)
- **TRENTO** (Nuclear physics and strongly interacting many-body systems)
- **TRIESTE** (String theory and applications)

Borse Post-doc 2012/13

Sede	IS	Linea Scientifica	# domande
Pisa	PI14	1	111
Torino	MI12	1	112
Trieste	TV12	1	128
Frascati	LF21	2	84
Padova	PD21	2	121
Roma 1	RM21/RM123	2	55
Milano	MI31	3	40
Trento	MB31	3	40
Bari	NA41	4	14
Roma 1	FA51	5	57
Catania	CT51	5	33
Frascati	LF61	6	12

Borse Post-doc 2011/12

IS	# domande
TV12	48
RM123	7
PI14	55
PI21	11
TO23	22
PR21	29
PD32	4
RM31	18
TO31	9
RM41	20
OG51	7
PD51	45
FA51	41
TV62	6
RM61	9

Il numero delle domande nel 2012/13 è decisamente aumentato rispetto al 2011/12

Le nuove borse sono da 40 KE (quindi molto più appetibili)

La destinazione è più chiara (le domande vengono fatte non a una IS ma a una sede)

Borse post-doc 2013/14

Proposta A) di ripartizione

	%	# Borse
Linea 1	30.1	4
Linea 2	14.3	2
Linea 3	12.5	2
Linea 4	11.8	1
Linea 5	16.5	2
Linea 6	11.6	1
		12

	%	# Borse
Linea 1	30.1	3
Linea 2	14.3	3
Linea 3	12.5	2
Linea 4	11.8	1
Linea 5	16.5	2
Linea 6	11.6	1
		12

Proposta B) di ripartizione

Borse post-doc 2013/14: tempistica

- **entro 30 giugno:**

- la CSN4 comunica i 12 temi di ricerca e le corrispondenti sedi dove si svolgeranno i concorsi e dove andranno vincitori
- In questo modo il CD di luglio può deliberare il bando

- **a fine settembre/ inizio ottobre:**

- viene pubblicato il bando e vengono nominate le commissioni con disposizione del Presidente INFN

- **10-15 novembre:**

- scadenza del bando (lievemente anticipata rispetto all'anno scorso)
- Il giorno dopo la scadenza le commissioni locali hanno accesso al data-base delle domande e possono essere operative

- **le commissioni dovranno terminare i lavori entro i primi di dicembre** (verrà fornito un template di verbale preconcordato con gli uffici per semplificare le procedure)

Borse post-doc 2013/14: tempistica

- **entro fine maggio i referee interni elaborano una proposta di assegnazione delle 12 borse** (sulla base della ripartizione per linee scientifiche approvata e dello «storico», consultando anche i Responsabili Nazionali delle IS prescelte).
- **questa proposta verrà poi circolata a tutta la CSN4 per l'approvazione telematica entro la fine di giugno.**
- Si confida che il numero delle borse non diminuisca...!!

DISCUSSIONE I. S.

- Le IS attuali finiscono nel 2013
- Vengono sottoposte a valutazione
- Per il 2014 occorre riproporre nuove IS

Nel suo report del 2012 il Comitato di Valutazione Internazionale tesse le lodi della CSN4:

The Italian theoretical physics community supported by INFN is quite broad in its scientific coverage and includes almost 1000 FTE. It is held in very high regard internationally and it is a remarkable asset for INFN as well as for Italy. This community is among the best in the world, and the committee is not surprised that they have been very successful in securing ERC grants. The scientific productivity is high with a bit above 1000 papers published per year. Most papers are written in collaborations of a few authors, giving a publication rate of a few papers per FTE per year, a standard number in the theory community. The high rate of international collaborations is a clear sign of the important role of the Italian theory community.

ma al tempo stesso osserva:

The INFN management has identified that they have too many small groups in CSN4 and the budget is fragmented in many small portions as a result. They are encouraging and facilitating convergence of some groups in advance of their next triennial evaluation a year from now. We support this approach.

Non possiamo ignorare questo invito!!!

Iniziative Specifiche

- A seguito della lettera (ma in verità anche prima) ci sono stati numerosi contatti in queste settimane con i referee interni e i responsabili nazionali per esaminare la situazione e cercare dei correttivi ai casi più critici.
- Ho constatato una **piena disponibilità e condivisione di intenti da parte di moltissimi colleghi**, che ringrazio sentitamente, ma anche qualche rigidità e resistenza a cambiare da parte di alcuni (pochi in verità) ...
- Complessivamente mi sembra che si siano raggiunti dei risultati positivi, anche se ci sono ancora alcune situazioni da risolvere e discutere.
- Attualmente abbiamo **50 Iniziative Specifiche**:

	# di IS
Linea 1	12
Linea 2	11
Linea 3	9
Linea 4	6
Linea 5	5
Linea 6	7

Iniziative Specifiche

- **Proposta operativa:**

- i Responsabili Nazionali presentano i progetti dettagliati entro l' **1 giugno**
- i Referee Interni mandano i progetti ai Referee Esterni entro il **15 giugno**
- i Referee Esterni inviano le risposte entro il **20 luglio**
- a **settembre** i Referee Interni elaborano le risposte dei Referee Esterni insieme al presidente della CSN4 per garantire uniformità fra le linee (saranno possibili anche riunioni telematiche di tutti i referee interni)
- i risultati della valutazione saranno presentati e discussi alla riunione autunnale della CSN4

Iniziative Specifiche

- **Considerazioni sui Referee Esterni:**
 - Ogni Iniziativa Specifica deve essere mandata a 2 Referee Esterni stranieri e indipendenti per la valutazione
 - I Responsabili Nazionali possono indicare 4 o 5 nomi di possibili Referee Esterni per le loro Iniziative Specifiche
 - La scelta dei Referee Esterni è fatta dai Referee Interni e concordata con il Presidente della CSN4 (che gestisce anche i casi di «conflitto di interesse» dei Referee Interni)
 - Altri punti ?

Situazione dopo la riorganizzazione

- 39 progetti presentati
- 180 sigle locali (260 sigle nel 2012)

Consuntivi 2012 PV

in ordine di linea scientifica

TS11

PR21

AD31

MB31

GE41

MI41

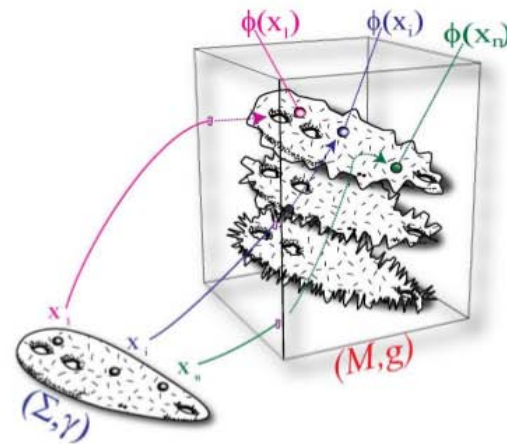
FA51

TS11 (PAVIA)

INIZIATIVA SPECIFICA TS11

(La vrai TS11 n'est plus!)

Gravità, Campi e Stringhe



Componenti sede Pavia: *M. Carfora, A. Marzuoli, C. Dappiaggi*

Dottorandi: Giandomenico Palumbo (XXV ciclo) (completed)

Dimitri Marinelli (XXVI ciclo)

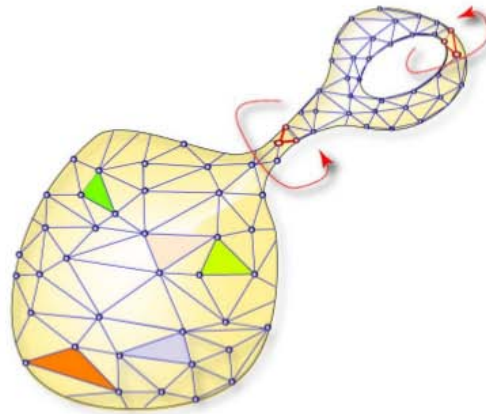
Marco Benini (XXVII ciclo)

TS11 has provided, over a period of almost 30 years, a common area where problems at the intersection of gravity, field theory and string theory are investigated. The *leit motiv* of our IS has been the exchange of ideas and the cross-fertilization among nearby areas of research, notably String theory, Condensed matter physics, geometric analysis, and Relativistic physics.

Research highlights for 2012/13 :

(i) Topological Quantum Field Theory and Quantum computation:

This approach develops a scheme for quantum computation based on modular functors of Chern—Simons theory realized by the recoupling theory of N $SU(2)$ angular momenta.



Modelli di gravità quantistica discretizzata e applicazioni.

-Nella monografia LN Physics sono riportati risultati sulle applicazioni di metodi originariamente utilizzati in modelli 3d di gravità discretizzata -triangolazioni decorate, $SU(2)$ state sums di Turaev-Viro e associate osservabili quantistiche- finalizzate a stabilire una descrizione microscopica unificata delle fasi topologiche di sistemi 2d di interesse per la condensed matter e la computazione quantistica.

-In collaborazione con D Marinelli e Università di Perugia: analisi semiclassica di 'spin networks' con metodi geometrici-combinatorici e applicazioni allo schema di Askey-Wilson dei polinomi ipergeometrici.

Computazione quantistica topologica

In collaborazione con G Palumbo:

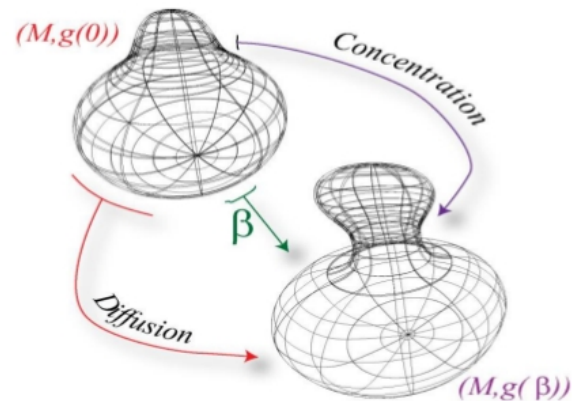
-Teorie di campo di tipo BF come azioni efficaci per il grafene ((2+1)d) e gli isolanti topologici ((3+1)d), versioni microscopiche, teorie di bordo discretizzate e loro applicazioni alla 'anyonic' quantum computation.

-Proposta di protocolli crittografici basati sulla teoria topologica dei nodi.

(ii) Renormalization group, Quantum Field Theory Landscaping and Geometric flows:

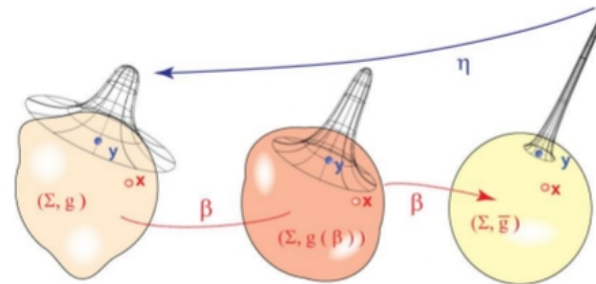
Ricci flow techniques and QFT landscaping are used for analyzing the geometrical landscape of non linear sigma model in the strong curvature regime, addressing also the role of KPZ scaling in 2-dimensional quantum gravity.

Use of Wasserstein geometry in the space of probability measure in order to develop a rigorous formulation of Renormalization group for nonlinear sigma models.



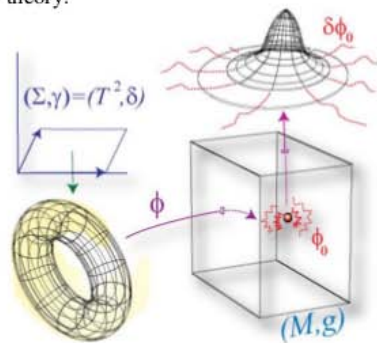
(iii) Quantum Field Theory on Curved SpaceTime:

We focused on the construction, by means of an holographic procedure, of quantum states of physical relevance for free field theories. The procedure has been applied particularly to cosmological spacetimes, as a tool to construct approximate solutions of the semiclassical Einstein's equations. The comparison with experimental data has been attempted showing promising preliminary results.



(iv) Open/closed string duality:

Techniques of hyperbolic geometry and moduli space theory have been used to investigate some elementary examples of Open/Closed string dualities in connection with Riemann moduli space theory.



Research program for 2013: Under the aegis of a new IS:

GEOSYM-QFT (Geometry and Symmetry in Quantum Field Theory)

The planned research program will continue on the research highlights of 2012. In particular:

- (i) Topological Quantum Field Theory and Quantum computation
- (ii) Renormalization group, Quantum Field Theory Landscaping and Geometric flows
- (iii) Quantum Field Theory on Curved SpaceTime
- (iv) Relativistic Cosmology and the dark energy problem
- (v) Open/closed string duality

Richieste Finanziarie 2013

Missioni all'interno.....3.000

Missioni Estero.....6.000

RECENT PUBLICATIONS (2012/13)

- 1) M. Carfora, A. Marzuoli, *QUANTUM TRIANGULATIONS: Moduli Spaces, Strings, and Quantum Computing*, (266 + xviii pp.), Lecture Notes in Physics 845, Springer Verlag, Heidelberg (2012) .
- 2) M. Carfora, *Ricci Flow Conjugated Initial Data Sets for Einstein Equations*, Advances in Theoretical and Mathematical Physics Vol. 15 (2012) , 1411-1484.
- 3) Marco Benini, Claudio Dappiaggi, Thomas-Paul Hack, /Quantum Field Theory on Curved Backgrounds – A Primer/, In press in Int. Jour. Mod. Phys. A, arXiv:1306.0527 [gr-qc].
- 4) Marco Benini, Claudio Dappiaggi, Alexander Schenkel, /Quantized Abelian principal connections on Lorentzian manifolds/ arXiv:1303.2515 [math-ph],
- 5) Ko Sanders, Claudio Dappiaggi, Thomas-Paul Hack, /Electromagnetism, local covariance, the Aharonov-Bohm effect and Gauss' law/ arXiv:1211.6420 [math-ph].
- 6) Marco Benini, Claudio Dappiaggi, Alexander Schenkel, /Quantum field theory on affine bundles/ In press in Ann. Henri Poinc, arXiv:1210.3457 [math-ph].
- 7) Claudio Dappiaggi, Benjamin Lang, /Quantization of Maxwell's equations on curved backgrounds and general local covariance/ Lett.Math.Phys. 101 (2012) 265-287, arXiv:1104.1374 [gr-qc].
- 8) Claudio Dappiaggi, Daniel Siemssen, /Hadamard States for the Vector Potential on Asymptotically Flat Spacetimes/ Rev.Math.Phys. 25 (2013) 1350002, arXiv:1106.5575 [gr-qc].
- 9) [arXiv:1303.6468](#) [[pdf](#), [ps](#), [other](#)]
Topological effective field theories for Dirac fermions from index theorem
[Giandomenico Palumbo](#), [Roberto Catenacci](#), [Annalisa Marzuoli](#)
- 10) [arXiv:1301.1949](#) [[pdf](#), [other](#)]
Hamiltonian dynamics of a quantum of space: hidden symmetries and spectrum of the volume operator, and discrete orthogonal polynomials
[Vincenzo Aquilanti](#), [Dimitri Marinelli](#), [Annalisa Marzuoli](#)
- 11) [arXiv:1211.4993](#) [[pdf](#), [other](#)]
Exact and asymptotic computations of elementary spin networks: classification of the quantum-classical boundaries
[A. C. P. Bitencourt](#), [A. Marzuoli](#), [M. Ragni](#), [R. W. Anderson](#), [V. Aquilanti](#)
Lecture Notes in Computer Science 7333, Part I, pp 723-737 (2012)

COLLABORAZIONI

- Politecnico e ISI Foundation (Torino)
- Dipartimenti di Fisica e di Chimica, Università di Perugia
- Physics Department, University of California, Berkeley
- Department of Mathematics, University of California, San Diego
- Université Lyon 1, Centre de Recherche Astrophysique
- Desy, Amburgo



PR₂₁

Teoria di Campo delle Interazioni Fondamentali



Responsabile nazionale: P. Nason (MIB)

Responsabile locale: O. Nicrosini

Partecipanti 2012(2013)

L. Barzè*, M. Chiesa, G. Montagna,
O. Nicrosini, F. Piccinini, V. Prosperi

Collaboratori

C.M. Carloni Calame
A. Vicini (Milano)
P. Nason (CERN&Mib)

Ultimo anno; sottomesso proposal per nuova IS:

→ **QFT@COLLIDERS**

RN F. Piccinini, RL O. Nicrosini

Altre sedi: Bologna (G.P. Vacca), Cosenza (A. Papa),
Firenze (S. Catani), Milano B. (P. Nason)

Keywords: Monte Carlo generators, NLO/NNLO
QCD calculations, Electroweak Radiative
Corrections, perturbative resummations,
QCD in the high-energy limit

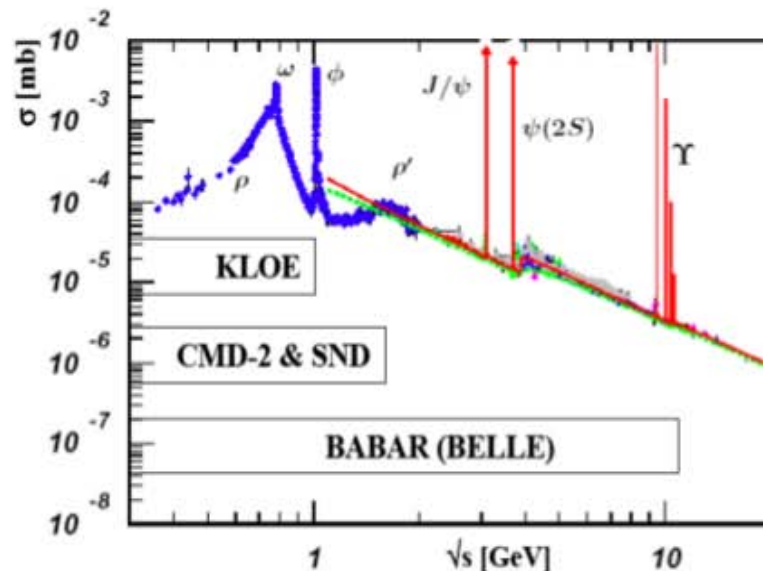
Consiglio di Sezione INFN

Pavia, 13 giugno 2013

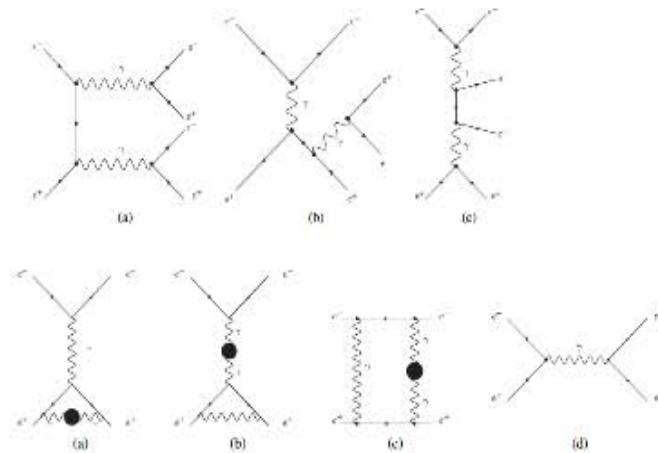
BabaYaga@NLO at flavour factories (BES, DAFNE, SuperB...)

Precision measurements at e^+e^- colliders between 1 GeV - 10 GeV require a knowledge of luminosity at a

0.1%



Improved BabaYaga with 0.1% precision used by KLOE, BES, CLEO, BABAR... for Bhabha, gamma gamma, $\mu^+ \mu^-$



C.M. Carloni Calame, H. Czyz, J. Gluza, M. Gunia, G. Montagna, O. Nicrosini, F. Piccinini, T. Riemann, M. Worek,

NNLO massive corrections to Bhabha scattering and theoretical precision of BabaYaga@NLO.

Nuclear Physics B (Proceedings Supplements) (2012), pp. 293-297

HORACE → POWHEG: Merging EW corrections into a QCD generator for Drell-Yan (the POWRACE project, Pavia + P. Nason); re-computing NLO EW corrections in terms of scalar integrals ('t Hooft-Veltman) in mixed dim. reg./ mass schemes. State-of-the-art for Drell-Yan Physics

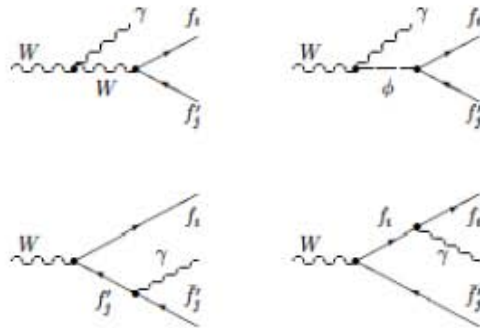


Figure 9.2: Bremsstrahlung Feynman diagrams for $W \rightarrow f_i f_j \gamma$.

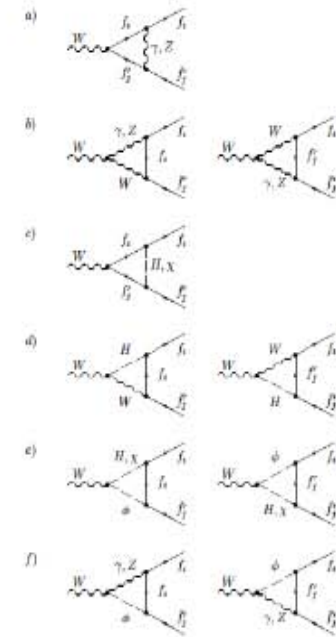


Figure 9.1: One-loop diagrams for $W \rightarrow f_i f_j \gamma$.

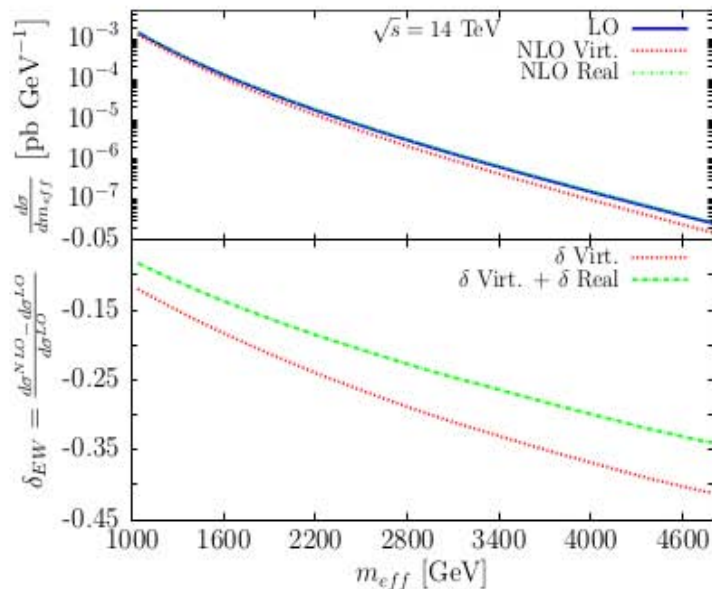
- Luca Barzè, Guido Montagna, Paolo Nason, Oreste Nicrosini, Fulvio Piccinini
Implementation of electroweak corrections in the POWHEG BOX: single W production

JHEP **1204** (2012) 037 (e-Print: arXiv:1202.0465 [hep-ph])

- Luca Barzè, Guido Montagna, Paolo Nason, Oreste Nicrosini, Fulvio Piccinini, Alessandro Vicini

Neutral current Drell-Yan with combined QCD and electroweak corrections in the POWHEG BOX

arXiv:1302.4606 [hep-ph] (accepted for publication on EPJC)

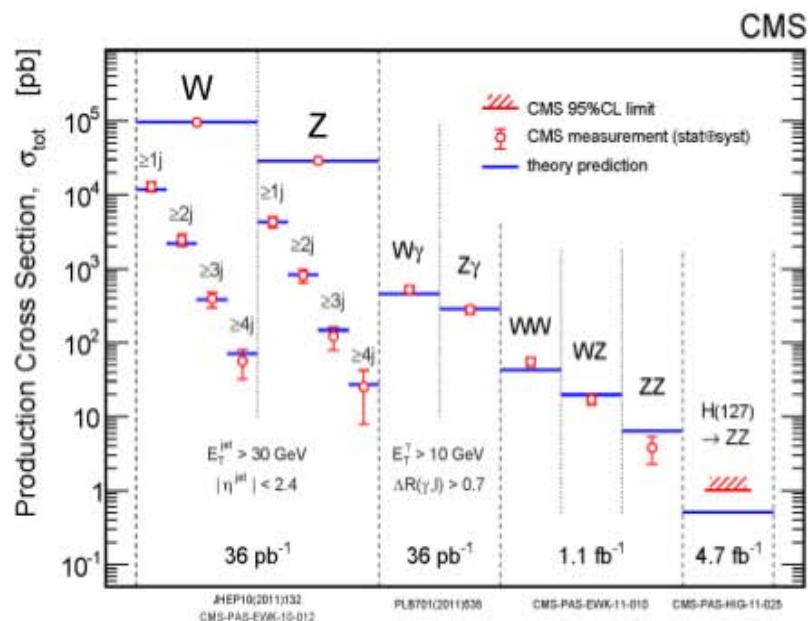


Just finalized:

M. Chiesa, L. Barzè, G. Montagna, M. Moretti,
O. Nicrosini, F. Piccinini, F. Tramontano

Electroweak Sudakov Corrections to New Physics Searches at the CERN LHC

arXiv:1305.6837 [hep-ph]



Underway:

NLO QCD corrections to $W\gamma$ and $Z\gamma$ and
implementation in POWHEG (with
M. Chiesa and V. Prospero)

- Exotic meson spectroscopy

F P, A. Pilloni e A.D. Polosa, Phys. Rev. D86 (2012) 054012

Analisi dei dati di Belle e BaBar sui decadimenti

$X(3872) \rightarrow J/\psi \pi \pi$ e $J/\psi \pi \pi \pi^0$

problema aperto sull'assegnazione dei numeri quantici

- Double Higgs production at the LHC

R. Contino, F P et al, JHEP 1208 (2012) 154

Studio di possibile evidenza di coupling anomali $ttHH$

(coupling quartico nullo nello SM) nella fase di alta luminosità

Finanziamenti



LHCPhenonet: network EU in 7th Framework Program “Advanced Particle Phenomenology in the LHC era”; 48 mesi, started January 2011; tra i nodi INFN e UNIPV; coordinatore G. Rodrigo (Valencia)

PRIN 2010 - *Simmetrie, masse e misteri: rottura della simmetria elettrodebole, mescolamento dei sapori e violazione di CP e materia oscura nell’era di LHC*

SNS Pisa, Roma “La Sapienza”, Firenze, Padova, Milano, INFN LNF, Pavia, Roma 3, SISSA Trieste, Torino, Genova
(Febbraio 2013 – Gennaio 2016)

- Talks:

L. Barzè

- “NLO EW corrections in the POWHEG-BOX”, LHCphenonet Annual Meeting, Durham, 20 marzo 2012
- “QCD+EW corrections to DY in POWHEG”, LHC Electroweak Working Group, CERN, 9 ottobre 2012

G. Montagna

- “W/Z production at the LHC: state of the art of radiative corrections”, SM@LHC 2013, Friburgo, 9-12 Aprile 2013

F. Piccinini

- “W boson properties and EW and QCD corrections to Drell Yan in the POWHEG BOX”, Workshop on electroweak corrections for LHC physics, Durham, 24-26 September 2012
- “W production and decay including EW corrections in the POWHEG BOX”, LPCC Electroweak Working Group, CERN, 27-28 February 2012

- **Scuole:** F. Piccinini, Dubna International Advanced School of Theoretical Physics
"Calculations for Modern and Future Colliders" July 23 - August 2 2012, Dubna, Russia

- **Tesi:**

L. Barzè (dottorato, O. Nicrosini), "Single vector boson production at QCD and EW NLO with POWHEG"

S. Boselli (magistrale, F. Piccinini), "Weak boson emission in Drell-Yan processes at the LHC"

1 magistrale + 2 triennali, econofisica (G. Montagna)

- **Conferenze:**

G. Montagna: IAC International Symposium "Lepton and Hadron Physics at Meson Factories", Messina (Italy) - October 13-15, 2013

O. Nicrosini: IAC International Workshop "DARK2012 - Dark Forces at Accelerators", Frascati, October 16-19, 2012

- **GGI Workshop:** "Prospects and precision at the LHC at 14 TeV",
from 01-09-2014 to 24-10-2014, D. De Florian, S. Moch, G. Montagna and
F. Piccinini organizers

AD31 (dal 2014 AD31+**TO31** → NINPHA)

Structure of hadrons

National **IN**itiative
in **P**hysics of
HAdrons

Responsabile nazionale: M. Radici

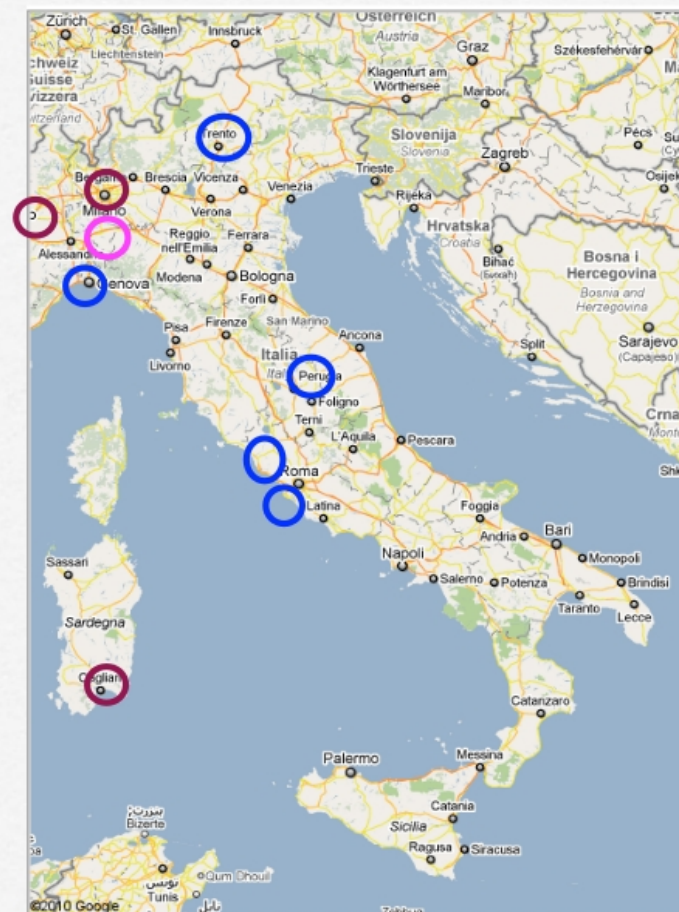
Sedi: **PV**, **GE**, **TN**, **PG**, **RM1**, **RM2**
TO, **CA**, **MiB**

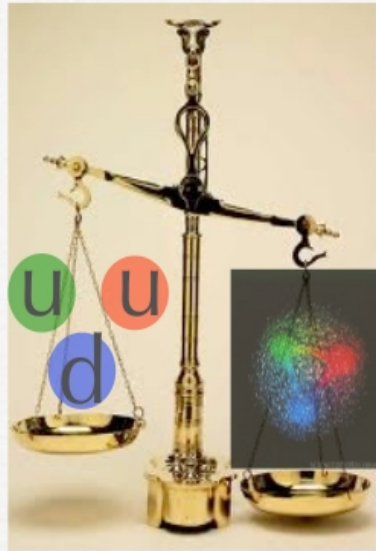
PV : gruppo di Fisica Adronica
HAdronic **S**tructure and **QCD** (**HA**S **QCD**)



INFN I ric. M. Radici (20% Gr.III)
ric. M. Guagnelli

Univ. 1 P.A. A. Bianconi (70% Gr.III)
2. R.U. B. Pasquini, A. Bacchetta
1 ass. senior S. Boffi

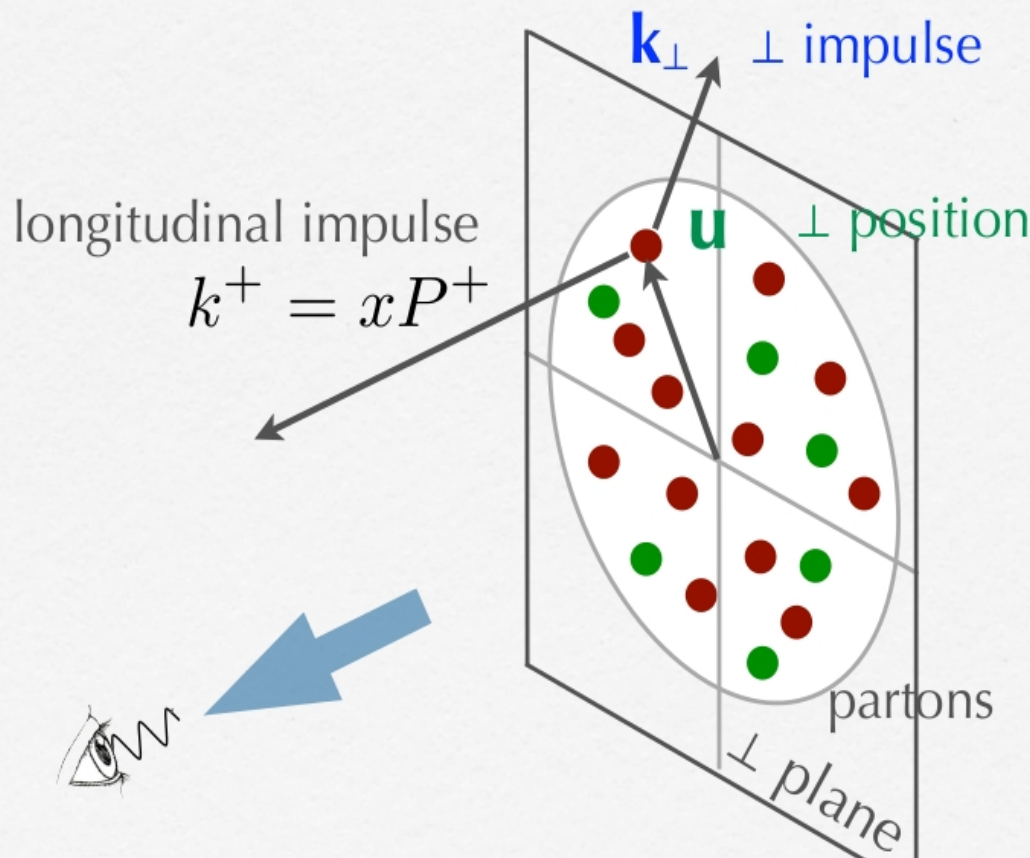




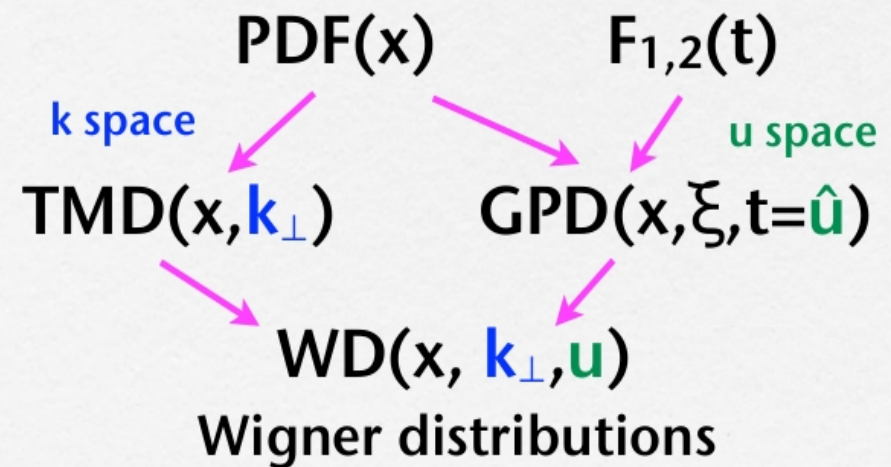
Most of proton mass generated by dynamics of QCD confinement.

We do not understand yet the internal structure of proton in terms of QCD and confinement.

Question: how do quarks and gluons contribute to the nucleon spin?

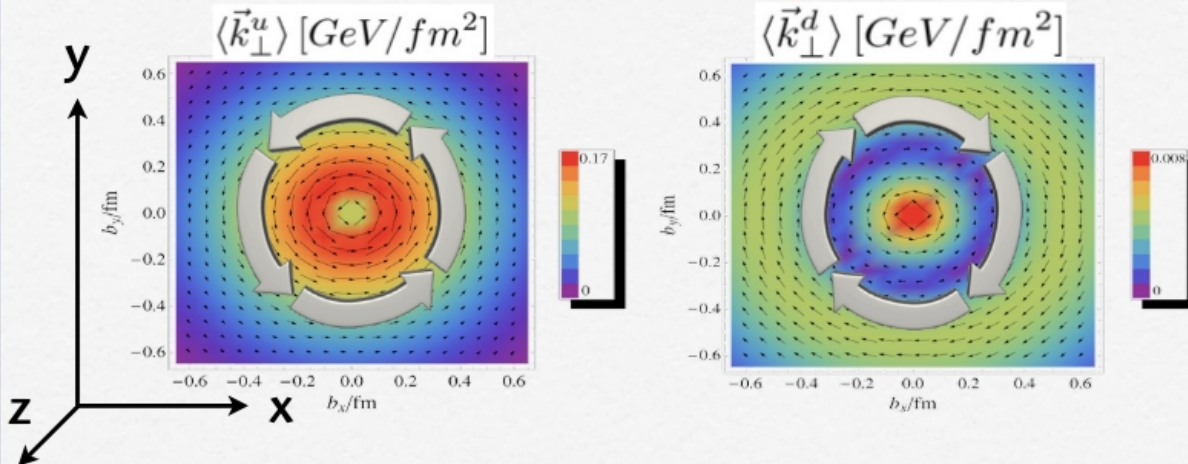


Multi-dimensional analysis



what is the **parton orbital angular momentum (OAM)** L^q ?

L^q (OAM) not directly connected to measurable quantities



using Wigner Distributions WD

$$\langle \mathbf{k}_\perp \rangle(\mathbf{u}_\perp) = \int d\mathbf{k}_\perp \mathbf{k}_\perp \int dx \left[\text{WD}_{S_z}(x, \mathbf{k}_\perp, \mathbf{u}_\perp) - \text{WD}_{-S_z}(x, \mathbf{k}_\perp, \mathbf{u}_\perp) \right]$$

$$L_z^q \equiv \int d\mathbf{u}_\perp \left(\mathbf{u}_\perp \times \langle \mathbf{k}_\perp^q \rangle(\mathbf{u}_\perp) \right)_z$$

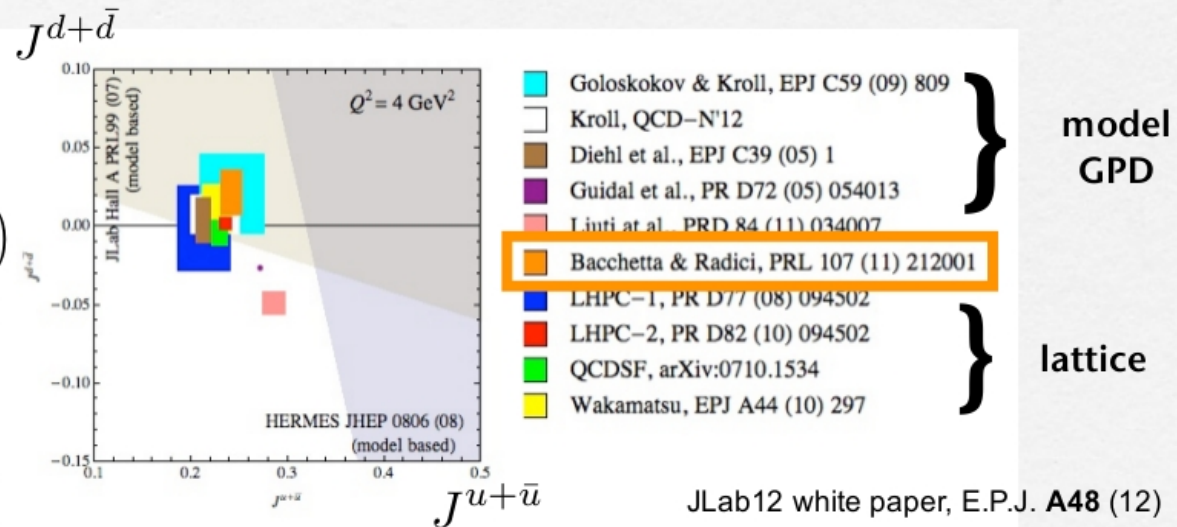
Lorcè, Pasquini, Xiong, Yuan, P.R.D85 (12) 114006

using limit $\text{GPD}(x,0,0) \leftrightarrow M^n[\text{TMD}]$

Ji's sum rule Ji, P.R.L 78 (97) 610

$$J^q(Q^2) = \frac{1}{2} \int_0^1 dx x \left(H^q(x, 0, 0; Q^2) + E^q(x, 0, 0; Q^2) \right)$$

$$L_z^q(Q^2) = J_z^q(Q^2) - \int dx g_1(x, Q^2)$$



JLab12 white paper, E.P.J. A48 (12)

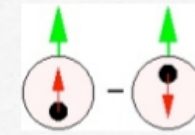
using model relation to TMD “pretzelosity”

$$L_z^q = - \int dx d\mathbf{k}_\perp \frac{\mathbf{k}_\perp^2}{2M^2} h_{1T}^{\perp q}(x, \mathbf{k}_\perp^2)$$



Lorcè and Pasquini, P.L. B710 (12) 486

3 PDF(x) characterize N: $f_1(x)$, $g_1(x)$ and $h_1(x)$



transversity
poorly known

first extraction of valence h_1 using 2-hadron SIDIS



data from
 $ep^\uparrow \rightarrow e'(\pi^+\pi^-)X$
 $eD^\uparrow \rightarrow e'(\pi^+\pi^-)X$

$$\frac{d\sigma^\uparrow - d\sigma^\downarrow}{d\sigma^\uparrow + d\sigma^\downarrow} \sim \frac{h_1}{f_1} \frac{H_1^\triangleleft}{D_1}$$

combined with
 $e^+e^- \rightarrow (\pi^+\pi^-)(\pi^+\pi^-)X$



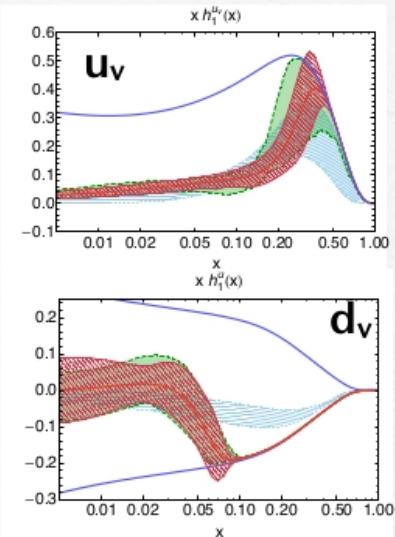
$\leftarrow H_1^\triangleleft, D_1$
Dihadron Fragm. Funct.

Courtoy, Bacchetta, Radici, Bianconi,
P.R.D85 (12) 114023

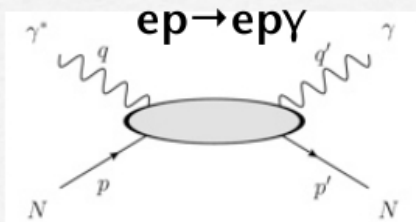
also proposal PR12-12-009
CLAS coll., Bacchetta, Pasquini, Radici (co-spokeperson)



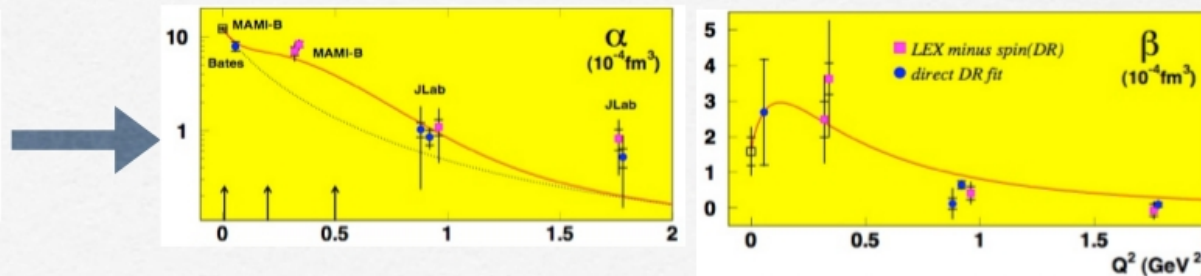
Bacchetta, Courtoy, Radici,
JHEP 1303 (13) 119



From VCS extract N generalized polarizabilities



Also



Fonvieille, ..., Pasquini, et al.
(JLab Hall A)
P.R. C86 (12) 015210

- 14 invited talks (9 with proceedings)
- 1 report on EIC (arXiv:1212.1701)
- lectures at PhD Programme at ECT* and Perugia
- co-organiz. of 2 workshops (ECT*, INFN12@LNS)
- member of Progr.Comm. INPC2013
- convener DIS2013; member of IAC at MENU13

Collaborations

- JLab Hall A & B collab.'s
- Univ. Mainz and Tuebingen
- Univ. Liège and Paris-Sud
- Univ. Connecticut, LBNL, BNL

Other funds

- FP7: HadronPhysics3
- PRIN2012: 2nd step
- ERC consolidator

MB31

PAVIA

Carlotta Giusti

Matteo Vorabbi

Franco Pacati

Franco Capuzzi

Andrea Meucci

ELECTROWEAK REACTIONS ON STABLE AND EXOTIC NUCLEI

- quasielastic electron and neutrino-nucleus scattering
- electron scattering on exotic nuclei

QUASIELASTIC ELECTRON AND NEUTRINO-NUCLEUS SCATTERING

- electron scattering: electron is a probe to investigate nuclear properties
- neutrino experiments aimed to determine neutrino properties
- nuclei used as neutrino detectors
- nuclear effects must be well under control
- models developed for electron scattering and tested in comparison with electron scattering data have been applied to neutrino scattering
- different relativistic descriptions of final-state interactions are compared
- the results of the models have been compared with CCQE and NCE MiniBooNE data

QUASIELASTIC ELECTRON AND NEUTRINO-NUCLEUS SCATTERING

- A. Meucci, J.A Caballero, C. Giusti, J.M. Udias PRC (2011) 83 064614
- A. Meucci, M.B. Barbaro, J.A. Caballero, C. Giusti, J.M. Udias PRL (2011) 107 172501
- C. Giusti, A. Meucci, J. of Physics: Conference Series 336 (2011) 012025
- A. Meucci, C. Giusti, F.D. Pacati PRD (2011) 84 113003
- B. Meucci, C. Giusti PRD 85 (2012) 093002
- C. Giusti, A. Meucci EPJ Web of Conferences 38 (2012) 14004

ELECTRON SCATTERING ON EXOTIC NUCLEI

- Quasifree (e,e'p) reactions on Nuclei with Neutron Excess: C. Giusti, A. Meucci, F.D. Pacati, G. Co', V. De Donno, PRC 84 (2011) 024615
- Electron-Induced Proton Knockout from Neutron-Rich Nuclei: C. Giusti, A. Meucci, F.D. Pacati, G. Co', V. De Donno, J. Phys. Conf. Ser. 366 (2012) 012019
- Mean Field Calculations of the Ground States of Exotic Nuclei: G. Co' V. De Donno, P. Finelli, M. Grasso, M. Anguiano, A.M. Lallena, C. Giusti, A. Meucci, F.D. Pacati PRC 85 (2012) 024322
- Elastic and Quasi-Elastic Electron Scattering off Nuclei with Neutron Excess: A. Meucci, M. Vorabbi, C. Giusti, P. Finelli, F.D. Pacati PRC in press

MOTIVATION

- understanding the evolution of nuclear properties as a function of N/Z
- nuclear reactions main source of information on nuclear properties
- direct reactions give insight into the s.p. properties
- advantages of the elm probe can be extended to study exotic nuclei
- in the next years advent of RIB facilities will provide data on unstable nuclei
- electron RIB colliders that use storage rings under construction (GSI, RIKEN) will offer unprecedented opportunities to study exotic nuclei with electron scattering (ELISe at FAIR, SCRIT at RIKEN)
- elastic scattering: global properties nuclear density distributions
- quasi-elastic: dynamical properties, proton-hole states, 1hSF (exclusive) integral of 1hSF over all the final states (inclusive)

EXOTIC NUCLEI

collaboration with P. Finelli (Bologna)

G. Co' (Lecce)

V. De Donno (Lecce)

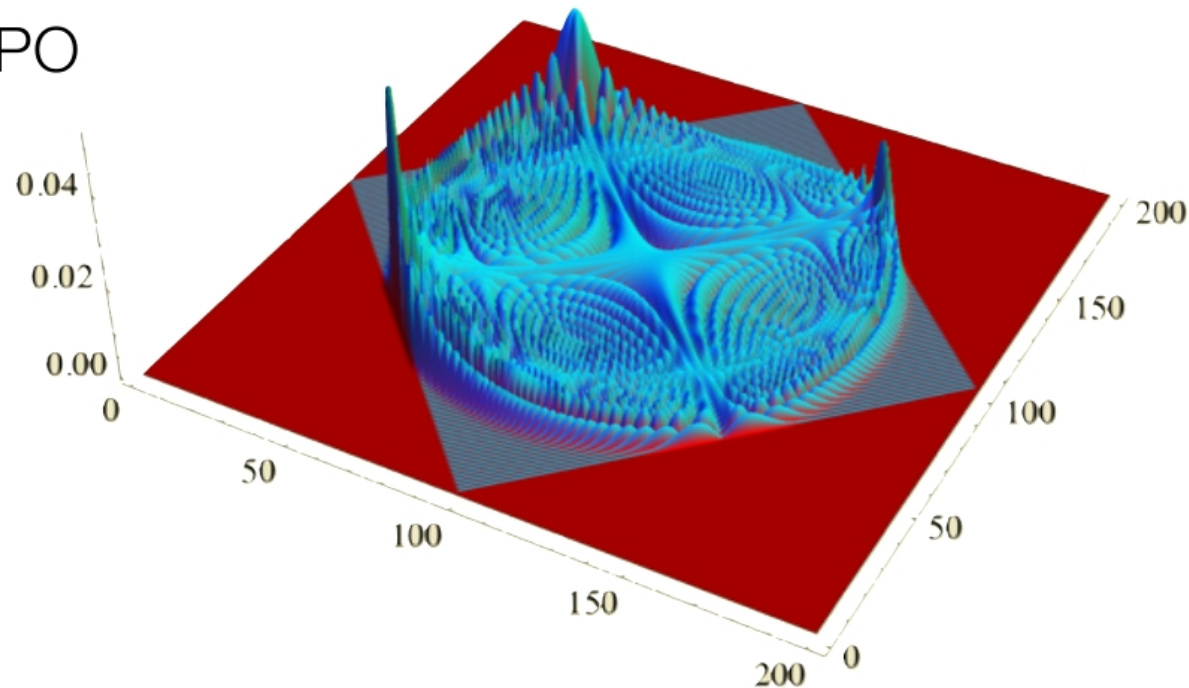
M. Grasso (Orsay)

M. Anguiano (Granada)

A. Lallena (Granada)

A Quantum Cellular Automaton extension of Quantum Field Theory: the Dirac field

Giacomo Mauro D'Ariano, PO
Lorenzo Maccone, PA
Chiara Macchiavello, PA
Paolo Perinotti, RU
Alessandro Bisio, AS
Alessandro Tosini, AS
Franco Manessi, DOTT



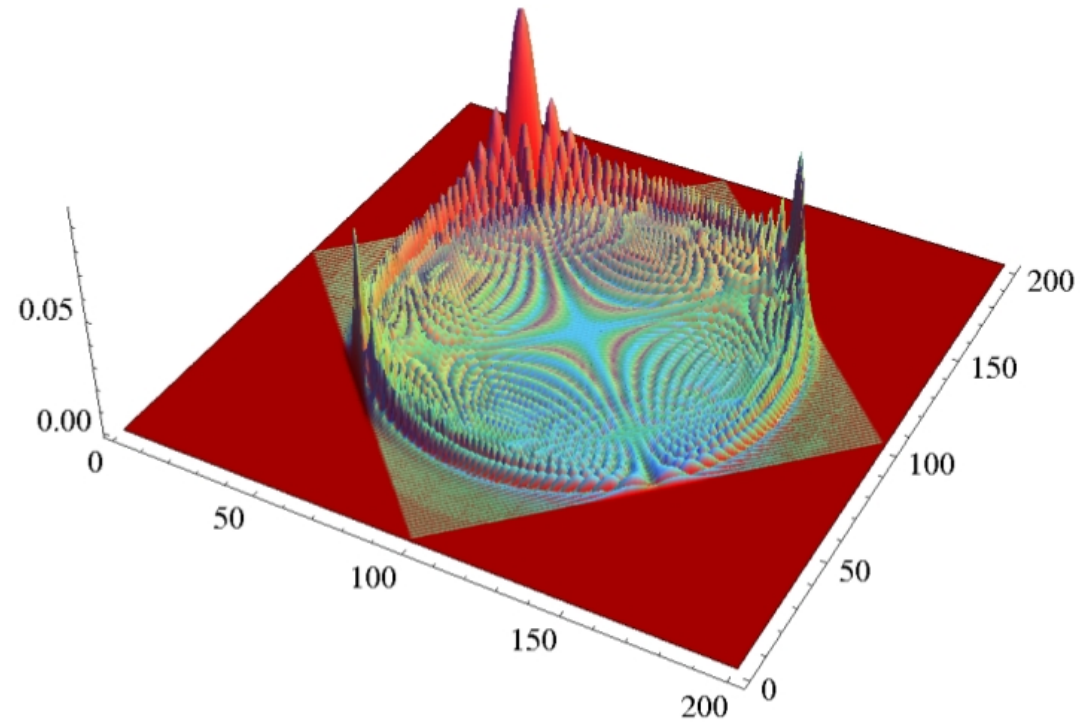
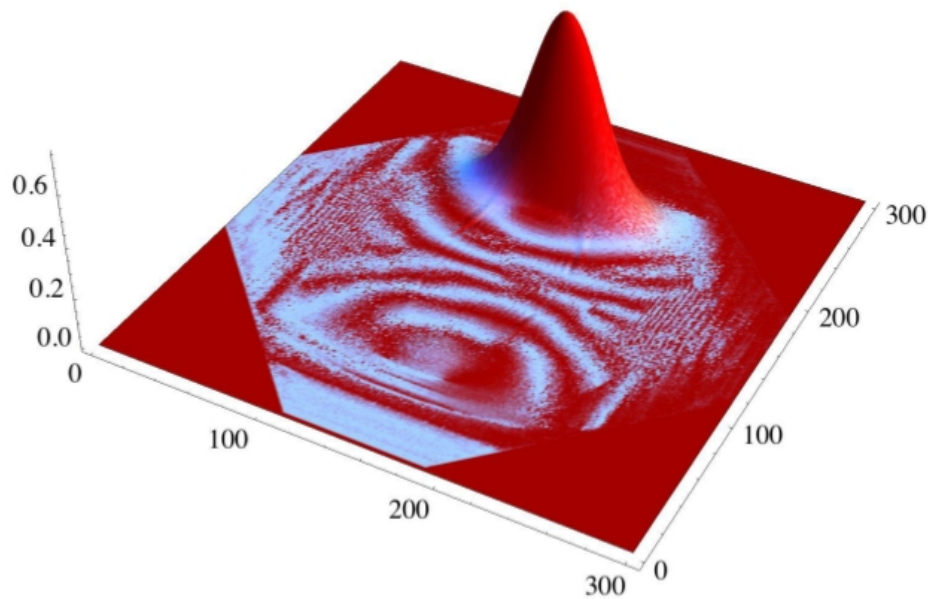
MAIN RESULT

G. M. D'Ariano and P. Perinotti, to be submitted to PRL

- The Dirac equation in 3 space-dimensions emerges from the large-scale dynamics of the minimal nontrivial quantum cellular automaton satisfying:
 - unitarity
 - locality
 - homogeneity
 - discrete isotropy
 - without using the relativity principle.
- The Dirac equation is recovered for small wave-vector and inertial mass
- Lorentz covariance is distorted in the ultra-relativistic limit a la Amelino-Camelia/Smolin-Maguejo
- The automaton can thus be regarded as a theory unifying scales from Planck to Fermi.
- A simple asymptotic approach leads to a dispersive Schrödinger equation describing the evolution of narrow-band states at all scales

Strong points of the theory

1. Emergence of relativistic quantum field (no relativity assumed)
2. quantum *ab-initio*
3. free from all the problems that plague QFT arising from the continuum
4. No violation of causality, no superluminal tails of the wave-function
5. computable
6. dynamics is stable (one can analytically evaluate evolution for large numbers of steps)
6. no adjustable parameter
7. solves the problem of localization in QFT
8. natural scenario for the holographic principle (at the basis of “thermodynamical” theories of gravity, see Jacobson, Verlinde)



2d automaton

- Evolution of a *narrow-band particle-state* (Gaussian superposition of localized states)
- Evolution of a *localized state* (not describable by quantum field theory)

MI41



Univ. Cattolica del Sacro Cuore
Dipartimento di Matematica e
Fisica, INFN PAVIA.

Fausto Borgonovi (Group Leader)
Giuseppe Luca Celardo (Researcher)

Quantum Biology and
Open Quantum System
Group @ DMF
(Univ. Cattolica - Brescia)

Fausto Borgonovi
Giuseppe Luca Celardo
Giulio Giusteri (Researcher)
Luca Lussardi (Researcher)
Alberto Biella (Master Student)
Paolo Poli (Master Student)

Collaborazioni estere

R. Kaiser – INLN (France)

G.P. Berman – LANL (USA)

M. Merkli - Newfoundland (Canada)

T. Brandes – TU Berlin (Germany)

F.M. Izrailev – BUAĖ, Puebla (Mexico)

L. Kaplan – Tulane, New Orleans (USA)

V. Zelevinsky – Michigan State – USA

RESEARCH ACTIVITIES: TRANSPORT AND EMERGENT PROPERTIES IN OPEN QUANTUM SYSTEMS

Open quantum systems (i.e. systems that exchange matter and energy with an external environment) are at the center of many research areas: quantum computing, transport in mesoscopic systems, energy transfer in photosynthetic light-harvesting system and basic theoretical problems, such as the measurement problem in quantum mechanics.

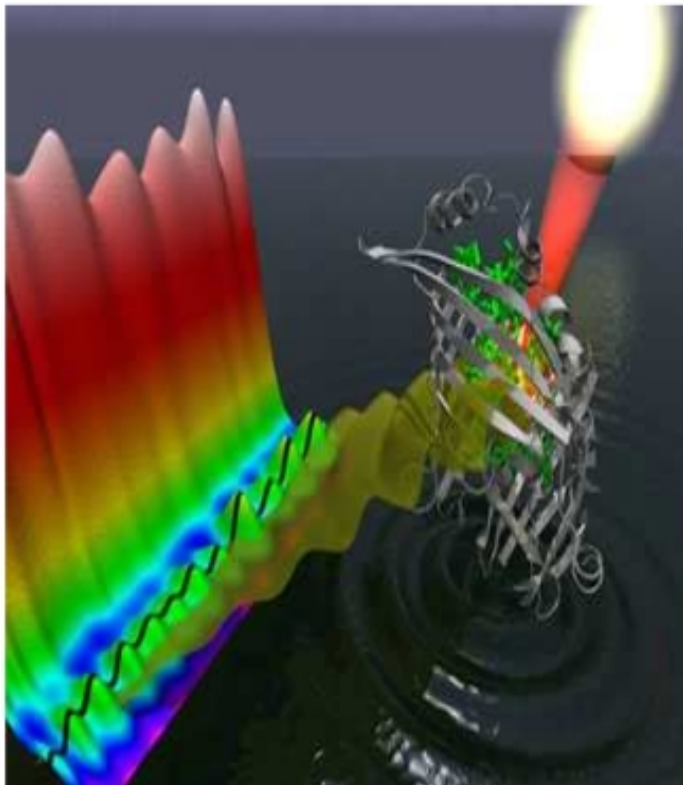
We aim to investigate the interplay of different environments in determining emergent properties in open quantum systems.

We are studying **both light harvesting photosynthetic systems and cold atoms**.

Emergent properties arise from cooperative effects, therefore they belong to the system as a whole and not to its components.

We experience the importance of emergent properties every day, examples of emergent properties is for instance life itself and consciousness.

PHOTOSYNTHETIC COMPLEXES



Evidence of quantum coherent effects has been recently found in photosynthetic light-harvesting systems (G.S. Engel et al., Nature 446, 782 (2007)), and in other biological systems, even at room temperature.

These findings raise many questions:

how Nature can preserve quantum coherence in macromolecules in a wet and hot environment?

what is the functional purpose of quantum coherence in Natural

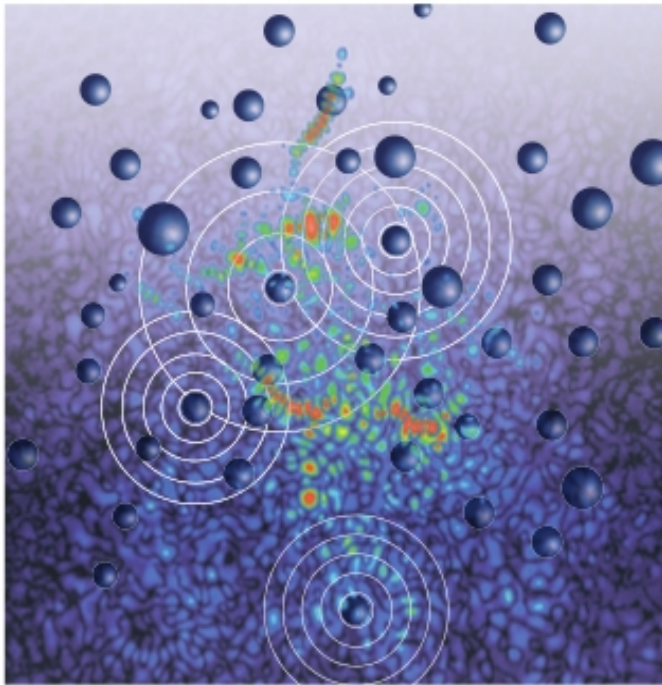
systems? All these questions are of paramount importance for building scalable quantum devices able to work at room temperature and their study is at the center of the newly born field of quantum biology.

We considered the interplay of different coherent effects, localization and superradiance, in determining energy transfer in natural photosynthetic systems.

We will show our results on one of the most studied photosynthetic complexes, the Fenna-Matthews-Olson complex, and new results of our group on the LHI-RC complex.

Our results suggest that Nature employs quantum coherence to maximize energy transfer efficiency through Superradiance.

COLD ATOMS



Matter waves are localized in three dimensions by interferences after scattering off a random potential engineered by a laser.

We intend to investigate photon propagation in cold atoms systems.

The interaction of cold atomic vapors with light is a very promising field of research. We plan to study the interplay of disorder and superradiance in these systems in collaboration with experimental groups (<http://www.kaiserlux.de/coldatoms/>).

The main experimental goal is to achieve photon trapping

in the cold atoms system by different means, such as Anderson localization and Dicke subradiance.

On the theoretical side we plan to analyze both static disorder, which leads to Anderson localization, and time dependent disorder, which induces dephasing.

Publications 2012-2013

CONFERENCES CO-ORGANIZED BY OUR GROUP:

1. Conference on "quantum transport and quantum effects in photosynthetic systems", Brescia (Italy), 20/21 September 2012.
2. Conference on "Non Hermitian Hamiltonians in Open quantum systems: Theory and Experiment", Porquerolles (France), 21-24 May 2013.

PUBLICATIONS:

1. Subradiance localization in the open 3D Anderson-Dicke model ,
A. Biella, F. Borgonovi, R. Kaiser, G. L. Celardo, arXiv:1304.5451 (2013).
2. Focusing in Multiwell Potentials: Applications to Ion Channels
L. Ponzoni and G. L. Celardo, F. Borgonovi, L. Kaplan, A. Kargol Phys. Rev. E (87), 052137 (2013).
3. Enhancement of the magnetic anisotropy barrier in critical long range spin systems
F Borgonovi, G.L. Celardo, Journal of Physics: Condensed Matter (10), 106006 (2013).
4. Interplay of superradiance and disorder in the Anderson Model
G.L. Celardo, A. Biella, L. Kaplan and F. Borgonovi, Fortschritte der Physik (61), 250 (2013).
5. Superradiance Transition in Photosynthetic Light-Harvesting Complexes
G.L.Celardo, F. Borgonovi, V.I. Tsifrinovich, M. Merkli and G.P. Berman, The Journal of Physical Chemistry C (116), 22105 (2012).
6. Onset of chaos and relaxation in isolated systems of interacting spins: Energy shell approach
L. F. Santos, F. Borgonovi, and F. M. Izrailev, Phys. Rev. E 85, 036209 (2012).
7. Chaos and Statistical Relaxation in Quantum Systems of Interacting Particles
L. F. Santos, F. Borgonovi, and F. M. Izrailev, Phys. Rev. Lett. 108, 094102 (2012).
8. From closed to open 1D Anderson model: Transport versus spectral statistics
S.Sorathia, F.M.Izrailev, V.G.Zelevinsky, G.L.Celardo, Phys. Rev. E (86), 011142 (2012).
9. Coherent transport in multi-branch circuits
A. Ziletti, F. Borgonovi, G.L. Celardo, F.M. Izrailev, L. Kaplan and V.G. Zelevinsky, Phys. Rev. B (85), 052201 (2012).

Measures of quantum entanglement do not vanish in the classical limit.

This yields a clue to understanding in classical terms the dynamical production of quantum entanglement.

PHYSICAL REVIEW E **85**, 036208 (2012)

Classical dynamics of quantum entanglement

Giulio Casati,^{1,2} Italo Guarneri,^{3,4} and Jose Reslen⁵

¹*Consorzio Nazionale Italiano di Struttura della Materia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, and Center for Nonlinear and Complex Systems, Università degli Studi dell'Insubria, Via Valleggio 11, I-22100 Como, Italy*

²*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Milano, via Celoria 16, I-20133 Milano, Italy*

³*Center for Nonlinear and Complex Systems, Università degli Studi dell'Insubria, Via Valleggio 11, I-22100 Como, Italy*

⁴*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pavia, via Bassi 6, I-27100 Pavia, Italy*

⁵*Department of Physics, National University of Singapore, Singapore 117543, Singapore*

(Received 16 September 2011; published 19 March 2012)

We analyze numerically the dynamical generation of quantum entanglement in a system of two interacting particles, started in a coherent separable state, for decreasing values of $\hbar$. As $\hbar \rightarrow 0$ the entanglement entropy, computed at any finite time, converges to a finite nonzero value. The limit law that rules the time dependence of entropy is well reproduced by purely classical computations. Its general features can be explained by simple classical arguments, which expose the different ways entanglement is generated in systems that are classically chaotic or regular.

ATTIVITÀ DEL GRUPPO DI PAVIA DI FA51 – 2012

Marco Roncadelli

11 giugno 2013

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI PAVIA DI FA51 – 2012

M. RONCADELLI, Primo Ricercatore INFN, coordinatore locale.

P. CARAVEO, Dirigente di ricerca INAF, Milano, docente a contratto dell'Università di Pavia.

A. DE LUCA, Ricercatore INAF, Milano, docente a contratto dell'Università di Pavia.

A. TIENGO, Ricercatore IUSS, Pavia, docente a contratto dell'Università di Pavia.

D. SALVETTI, Ultimo anno Dottorato in Fisica, Università di Pavia.

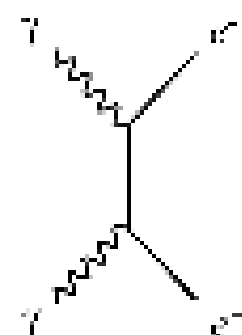
A. SARTORI Ultimo anno Dottorato in Fisica, Università di Pavia.

ATTIVITÀ DI M. RONCADELLI

Lo spazio è permeato dalla luce di fondo extragalattica (extragalactic background light, EBL) soprattutto nella banda infrarossa e ottica, che è emessa da tutte le galassie durante la storia evolutiva dell'universo. I fotoni emessi da una sorgente extragalattica a redshift z_s hanno una probabilità di sopravvivenza per giungere fino a noi data da

$$P_{\gamma \rightarrow \gamma}^{\text{CP}}(E_0, z) = e^{-\tau_{\gamma}(E_0, z)} , \quad (1)$$

ove E_0 è l'energia osservata e $E_e = (1 + z)E_0$ è l'energia emessa ($1 + z$ viene dall'espansione cosmica). I fotoni gamma con energia E scompaiono nell'urto con i fotoni infrarossi e ottici dell'EBL aventi energia ϵ producendo coppie $e^+ e^-$



La corrispondente sezione d'urto di Breit-Wheeler $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-)$ è massimizzata per

$$\epsilon(E) \simeq \left(\frac{900 \text{ GeV}}{E} \right) \text{ eV} , \quad (2)$$

ove E and ϵ corrispondono allo stesso redshift. Perciò per $100 \text{ GeV} < E < 100 \text{ TeV}$ la scomparsa dei fotoni gamma è massima per $9 \cdot 10^{-3} \text{ eV} < E < 9 \text{ eV}$, cioè proprio a causa dell'EBL. La profondità ottica corrispondente è

$$\begin{aligned} \tau_\gamma(E_0, z_s) = & \int_0^{z_s} dz \frac{dl(z)}{dz} \int_{-1}^1 d(\cos \varphi) \frac{1 - \cos \varphi}{2} \times \\ & \times \int_{\epsilon_{\text{thr}}(E(z), \varphi)}^\infty d\epsilon(z) n_\gamma(\epsilon(z), z) \sigma_{\gamma\gamma}(E(z), \epsilon(z), \varphi) , \end{aligned} \quad (3)$$

ove

$$\frac{dl(z)}{dz} = \frac{c}{H_0} \frac{1}{(1+z) \left[\Omega_\Lambda + \Omega_M (1+z)^3 \right]^{1/2}} . \quad (4)$$

La corrispondente sezione d'urto di Breit-Wheeler $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-)$ è massimizzata per

$$\epsilon(E) \simeq \left(\frac{900 \text{ GeV}}{E} \right) \text{ eV} , \quad (2)$$

ove E and ϵ corrispondono allo stesso redshift. Perciò per $100 \text{ GeV} < E < 100 \text{ TeV}$ la scomparsa dei fotoni gamma è massima per $9 \cdot 10^{-3} \text{ eV} < E < 9 \text{ eV}$, cioè proprio a causa dell'EBL. La profondità ottica corrispondente è

$$\tau_\gamma(E_0, z_s) = \int_0^{z_s} dz \frac{dl(z)}{dz} \int_{-1}^1 d(\cos \varphi) \frac{1 - \cos \varphi}{2} \times \quad (3)$$

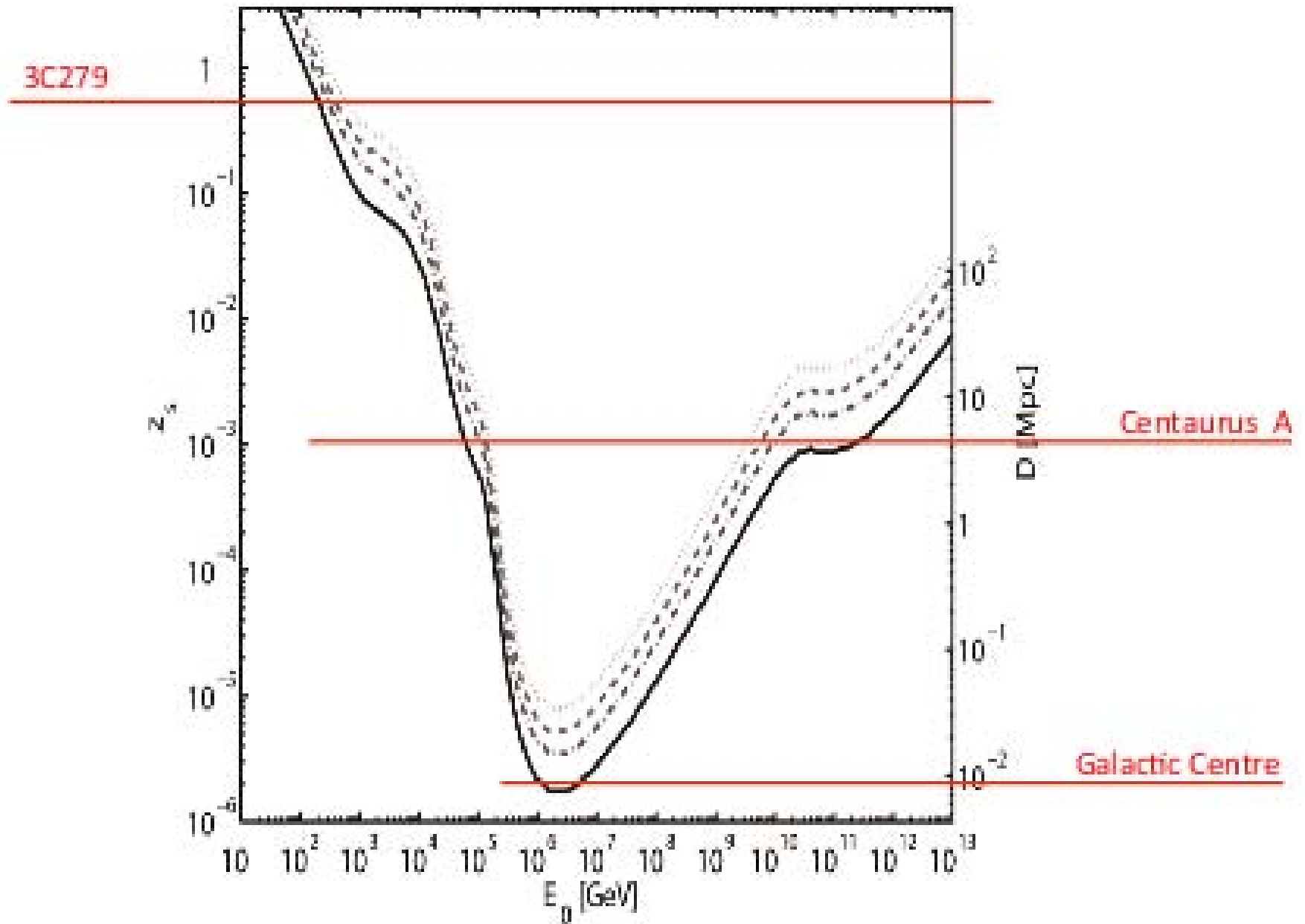
$$\times \int_{\epsilon_{\text{thr}}(E(z), \varphi)}^\infty d\epsilon(z) n_\gamma(\epsilon(z), z) \sigma_{\gamma\gamma}(E(z), \epsilon(z), \varphi) ,$$

ove

$$\frac{dl(z)}{dz} = \frac{c}{H_0} \frac{1}{(1+z) \left[\Omega_\Lambda + \Omega_M (1+z)^3 \right]^{1/2}} . \quad (4)$$

Nella figura si mostrano i valori del redshifts z_s della sorgente per i quali la profondità ottica assume valori prefissati in funzione dell'energia osservata E . Le curve dal basso verso l'alto corrispondono ad una probabilità di sopravvivenza dei fotoni gamma pari a $e^{-1} \simeq 0.37$, $e^{-2} \simeq 0.14$, $e^{-3} \simeq 0.05$ e $e^{-4.6} \simeq 0.01$ (De Angelis, Galanti & Roncadelli arxiv:1302.6460, accettato da Mon. Not. R. Astron. Soc.).

MORALE: Secondo la fisica convenzionale non sarà mai possibile osservare sorgenti lontane a energie troppo elevate: il nostro contributo è di quantificare questo punto, rimasto finora sorprendentemente a livello qualitativo. Rivelatori come il CTA – con una sensibilità straordinariamente maggiore di quella degli attuali telescopi Cherenkov – osserverà molti più AGN di quelli osservati finora al disopra del TeV, ma comunque a redshift moderato.



ATTIVITÀ DI P. CARAVEO, A. DE LUCA, A. TIENGO, D. SALVETTI, A. SARTORI

L'attività di questo gruppo consiste nell'osservazione ed interpretazione dell'emissione a multi-frequenza da stelle di neutroni isolate e della loro interazione con il mezzo interstellare.

È continuata la campagna osservativa dedicata a rotation-powered pulsar già osservate dal satellite Fermi/LAT. Risultati molto interessanti sono stati ottenuti per PSR J0357+3205, un pulsar a raggi gamma e radio quieto con una piccola luminosità di spin-down. In osservazioni precedenti con il satellite Chandra, il gruppo aveva scoperto l'emissione di raggi X soffici da parte dello stesso pulsar oltre ad una emissione elongata e diffusa in raggi X che si estende più di 9 arcominuti dalla posizione del pulsar. Sono state effettuate nuove osservazioni con Chandra, che hanno evidenziato uno spostamento significativo del pulsar nell'arco di 2

anni. Il moto proprio del pulsar è perfettamente allineato con la suddetta emissione X elongata, suggerendo un legame fra la velocità spaziale del pulsar e l'emissione in questione. Però lo schema standard di un'emissione di sincrotrone più una nebulosa confinata è inconsistente con la morfologia e l'analisi spettrale dell'emissione X elongata, studiate con il satellite XMM-Newton. Il gruppo ha proposto che si tratti di un primo caso di una scia di emissione termica associata al pulsar: Bremsstrahlung termica causata dall'onda d'urto prodotta nel mezzo interstellare dal moto del pulsar.

Il gruppo ha osservato alcuni pulsar noti con telescopi a terra da 8 metri (ESO/VLT, GranTeCan, Gemini) al fine di rivelarne la controparte ottica. Sono stati messi limiti molto stringenti all'emissione ottica di PSR J0007+7303, PSR J1048-5832, PSR J1028-5819, aggiungendo così nuove informazioni al panorama misterioso nel quale pulsar simili per luminosità di spin-down, età e campo magnetico mostrano una distribuzione spettrale di energia

molto diversa.

È stata effettuata una campagna osservativa di follow-up a multi-frequenza del flare della nebulosa del granchio avvenuto nell'aprile 2011. Benchè la variabilità della pulsar wind nebula sia stata chiaramente rivelata, non è stato possibile trovare un'evidenza non ambigua di un'attività associata al flare nella banda gamma. Quantunque non si sia riusciti a determinare la posizione del flare gamma, i risultati ottenuti suggeriscono uno scenario nel quale il flare gamma è prodotto da emissione di sincrotrone da parte di una popolazione di elettroni quasi monoenergetici – con energia dell'ordine del PeV – la cui esistenza non può essere spiegata da meccanismi di emissione standard (ad esempio dovuto ad un'onda d'urto). Una possibilità realistica è che tali elettroni siano accelerati da eventi di riconnessione magnetica nella regione esterna del pulsar aventi una topologia peculiare.

Infine sono stati ottenuti risultati interessanti riguardanti osservazioni a multi-frequenza di stelle di neutroni isolate non viste dal satellite Fermi/LAT. Ad esempio, è stata determinata la fenomenologia di AX J1818.8-1559, una sorgente nella banda X soffice che può emettere lampi di raggi X duri: probabilmente si tratta di un nuovo membro della famiglia delle magnetar.