

Fisica Teorica



Guido Montagna

Incontro di Orientamento
Pavia, 9 Aprile 2019



Gruppi di Ricerca

Fisica Matematica e Relatività

M. Carfora, C. Dappiaggi, A. Marzuoli,
M. Roncadelli et al.

Informazione e Computazione Quantistica, Ottica Quantistica e Fondamenti

G.M. D'Ariano, C. Macchiavello, L. Maccone,
P. Perinotti, M. Sacchi et al.

Fisica Adronica e Nucleare

A. Bacchetta, G. Bozzi, C. Giusti,
M. Guagnelli, B. Pasquini, M. Radici et al.

Fisica delle Interazioni Fondamentali

C.M. Carloni Calame, G. Montagna,
O. Nicrosini, F. Piccinini et al.

Curriculum

36 CFU FIS/02

Complementi di Fisica Teorica

Econofisica

Elettrodinamica e Relativita` *

Elettrodinamica Quantistica

Fondamenti della Meccanica Quantistica

Gruppi e Simmetrie Fisiche

Meccanica Statistica *

Metodi Computazionali della Fisica

Metodi Matematici della Fisica Teorica

Relativita` Generale

Teoria Fisica dell'Informazione

Teoria delle Interazioni Fondamentali

Teoria Quantistica dei Campi

Termodinamica Quantistica



* Sostituibile con altro corso **FIS/02**, se gia` seguito nella triennale

+ **6 CFU FIS/01** + **6 CFU FIS/03** o **FIS/04** + **12 CFU FIS/05** o **MAT/OX** + **12 CFU** liberi

Corsi di Indirizzo alla Ricerca

Fisica Matematica e Relativita`

Elettrodinamica e Relativita` / M. Carfora

Gruppi e Simmetrie Fisiche / C. Dappiaggi

Metodi Matematici della Fisica Teorica / P. Perinotti

Relativita` Generale / M. Carfora

Teoria dei Sistemi Dinamici (MAT/07) / A. Marzuoli



Fisica Quantistica e dintorni

Fondamenti della Meccanica Quantistica / G.M. D'Ariano

Fisica Quantistica della Computazione (FIS/03) / C. Macchiavello

Ottica Quantistica (FIS/03) / L. Maccone

Teoria Fisica dell'Informazione / P. Perinotti

Termodinamica Quantistica / M. Sacchi

$$\frac{1}{\sqrt{2}} |\text{cat}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |\text{dog}\rangle$$

Corsi di Indirizzo alla Ricerca

Fisica Adronica e delle Interazioni Fondamentali

Elettrodinamica Quantistica / A. Bacchetta

Teoria Quantistica dei Campi / F. Piccinini

Fisica Nucleare I (FIS/04) / C. Giusti

Fisica Nucleare II (FIS/04) / M. Radici

Teoria delle Interazioni Fondamentali / G. Montagna



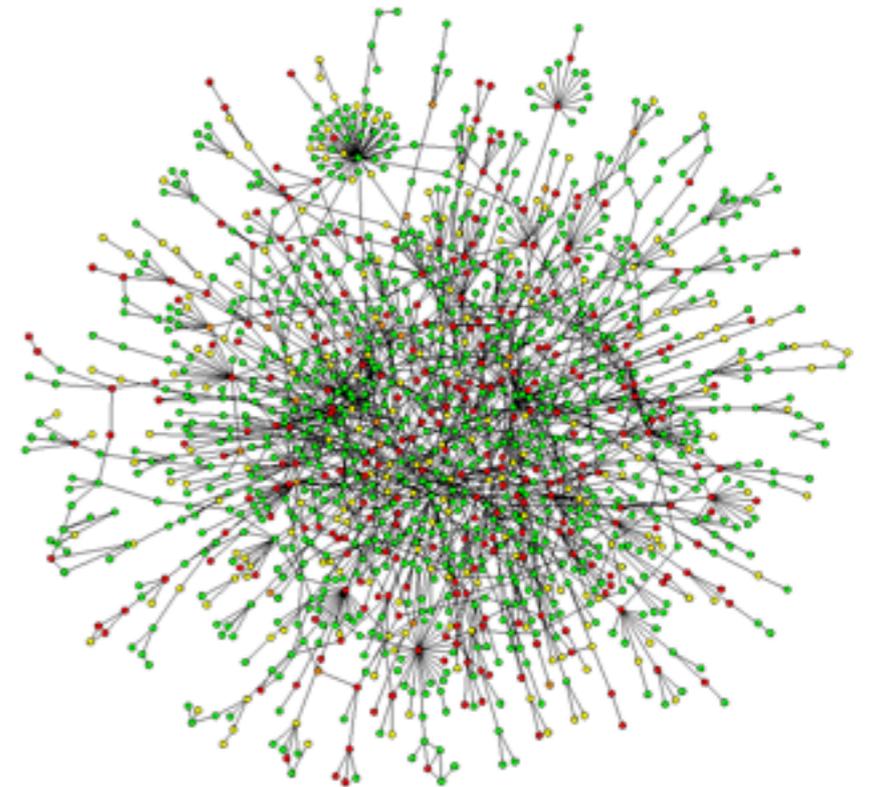
Altri Corsi

Complementi di Fisica Teorica / B. Pasquini

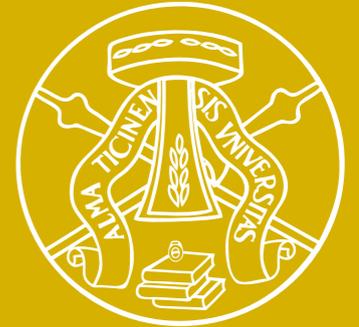
Econofisica / G. Montagna

Metodi Computazionali della Fisica / F. Piccinini

Meccanica Statistica / M. Guagnelli



Fisica Adronica e delle Interazioni Fondamentali



UNIVERSITÀ
DI PAVIA



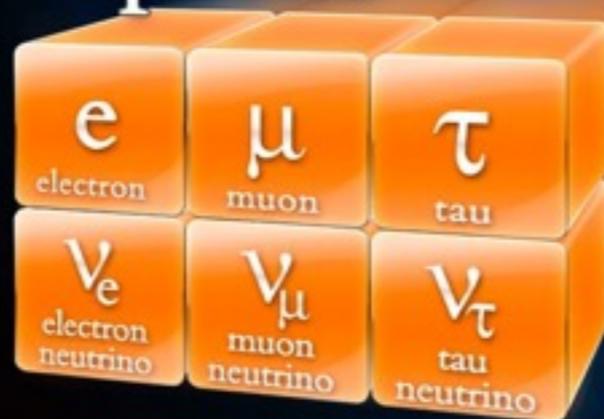
IL MODELLO STANDARD

Cromodinamica
Quantistica

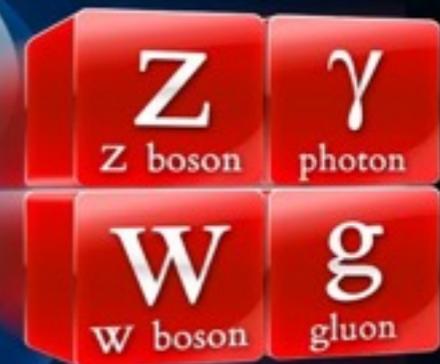
Quarks



Leptons



Force Carriers



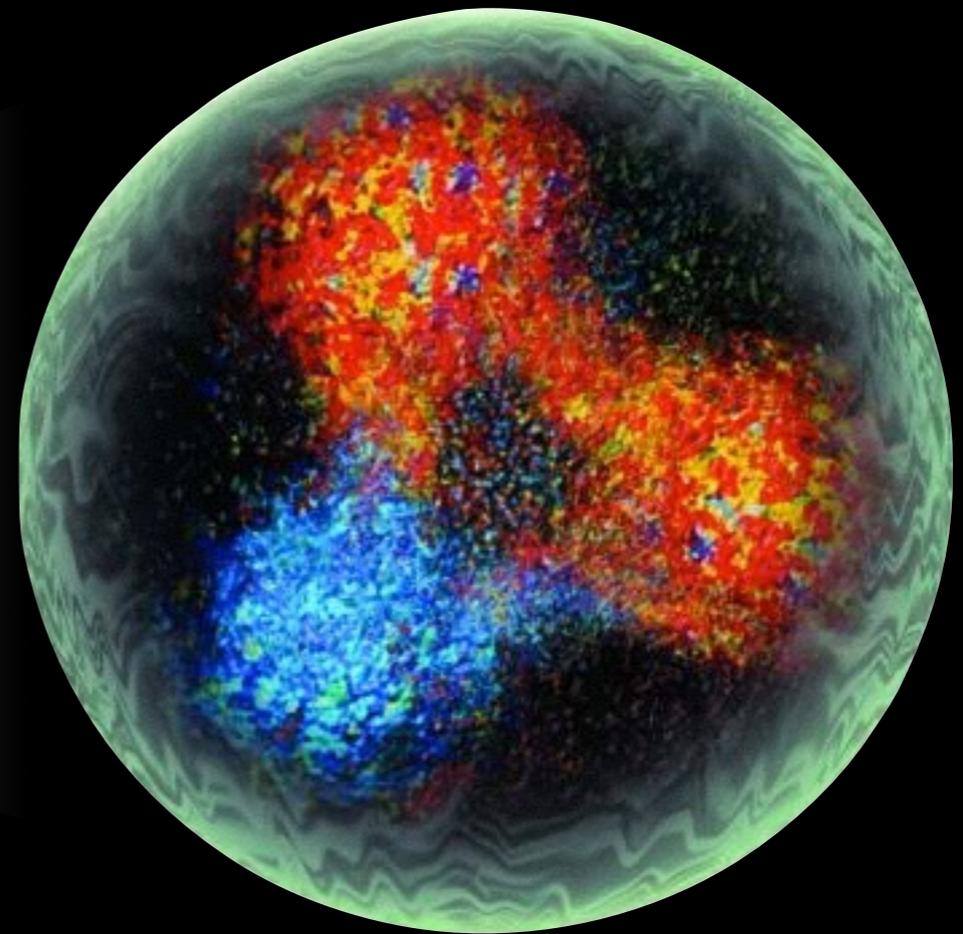
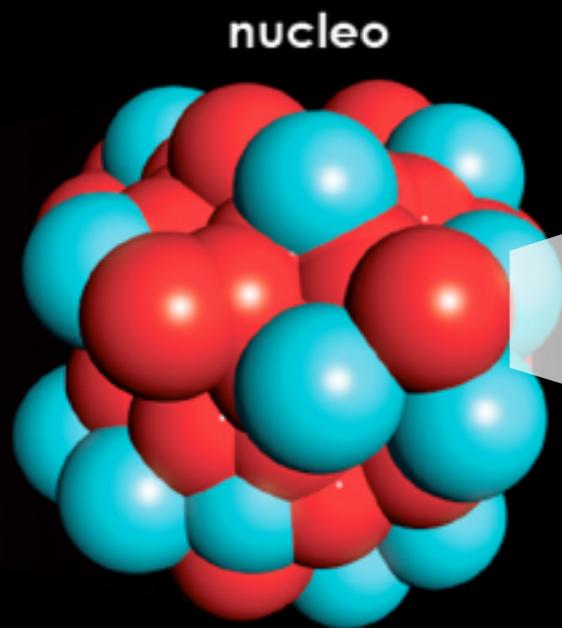
H
Higgs boson

Teoria
Elettrodebole

FISICA ADRONICA

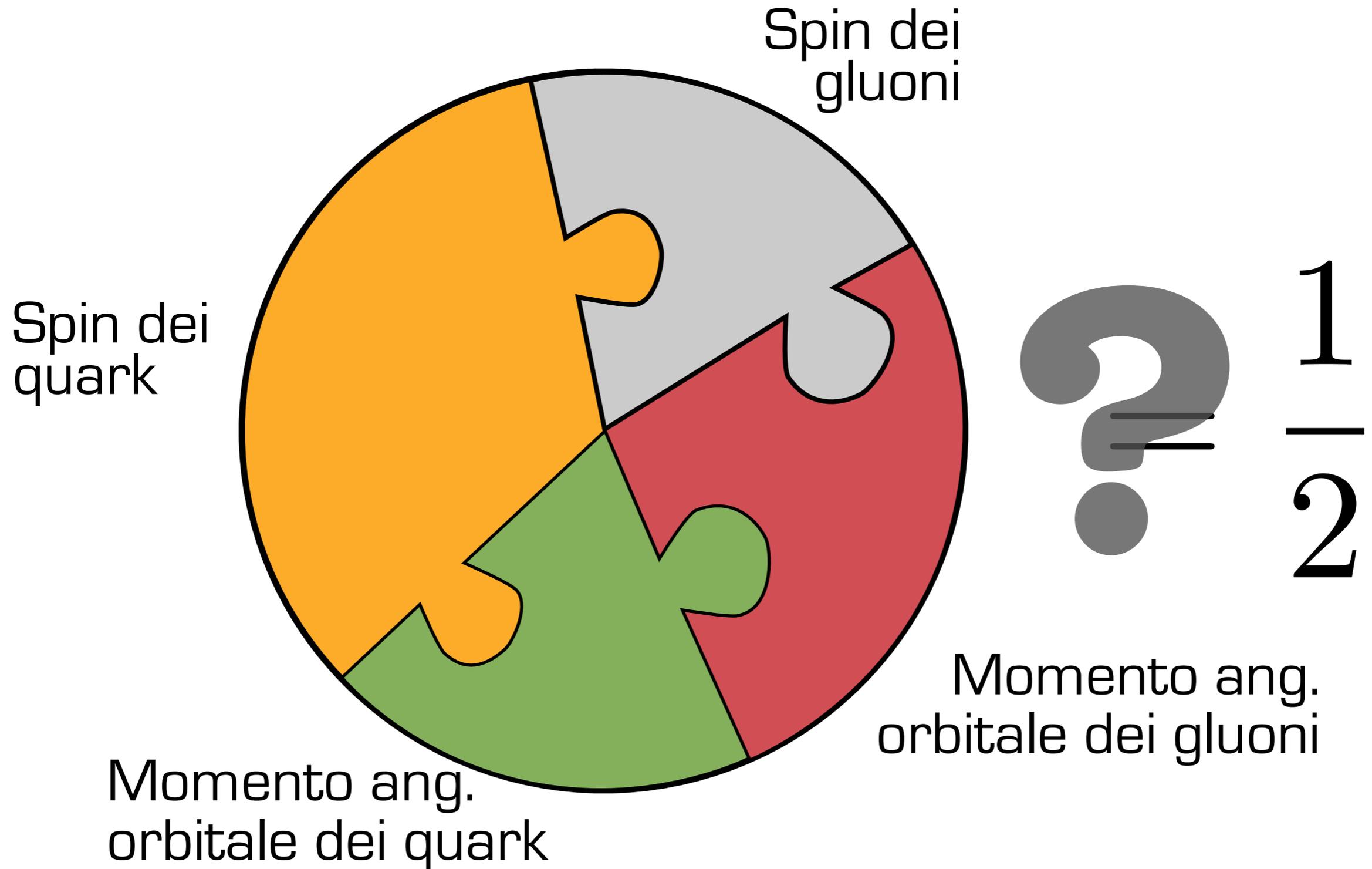
A. Bacchetta, G. Bozzi, C. Giusti, M. Guagnelli
B. Pasquini, M. Radici et al.

**Adroni =
quark e gluoni**



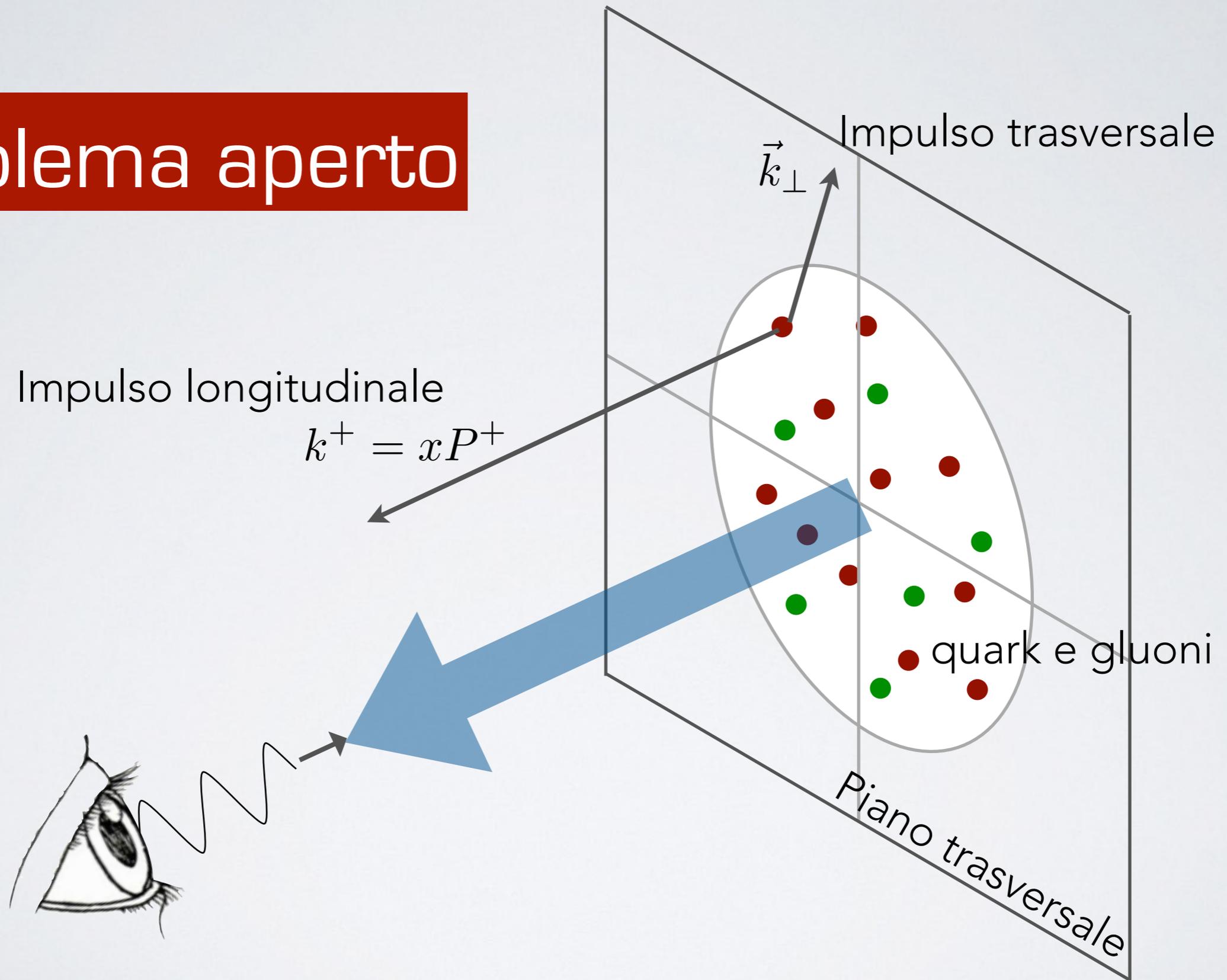
$$\mathcal{L}_{\text{QCD}} = \bar{\psi} (i\gamma_{\mu} D^{\mu} - m) \psi - \frac{1}{2} \text{tr} \{ G_{\mu\nu} G^{\mu\nu} \}$$

Il puzzle dello spin del protone



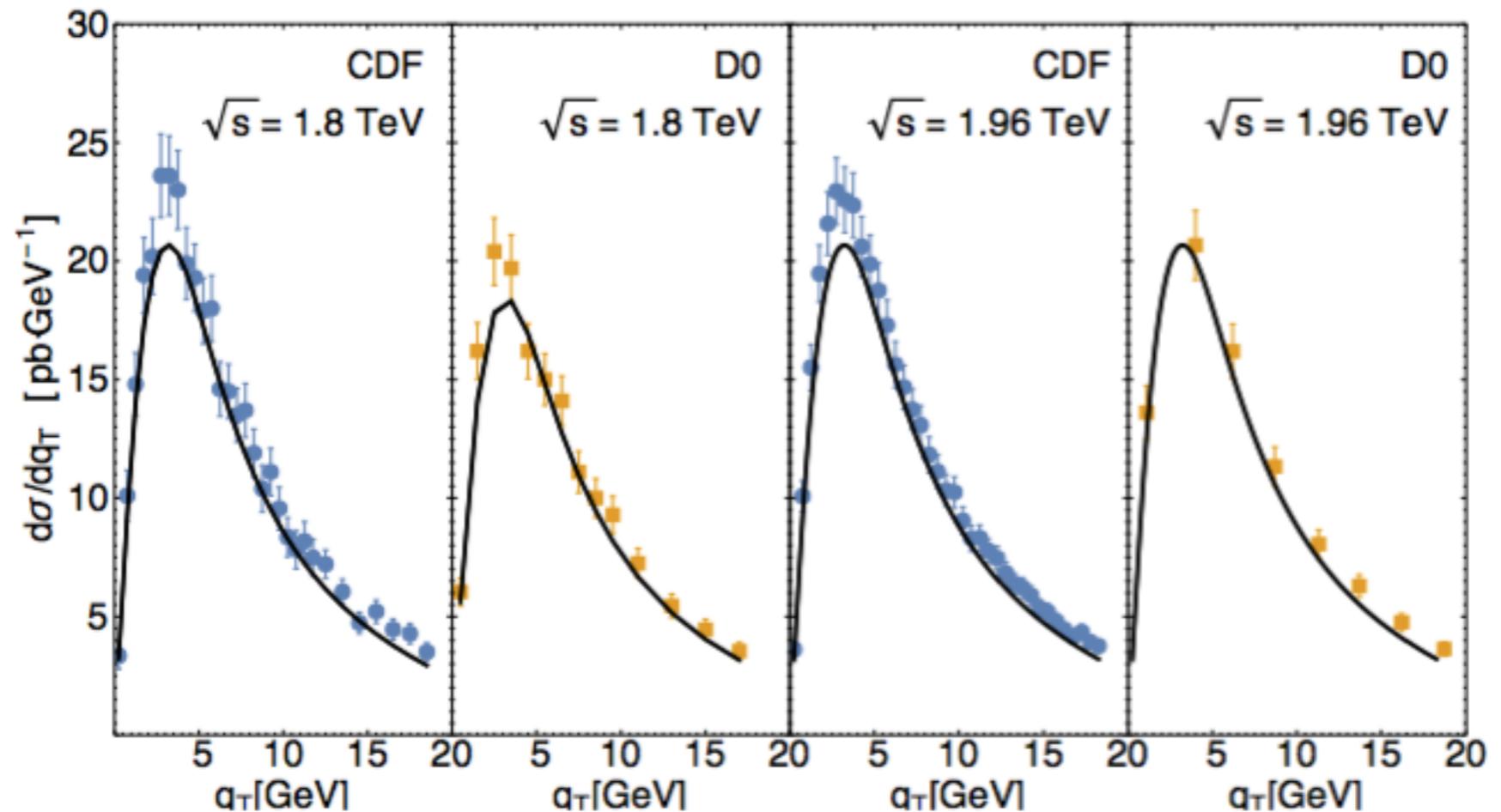
MAPPA DEL NUCLEONE IN 3D

Problema aperto



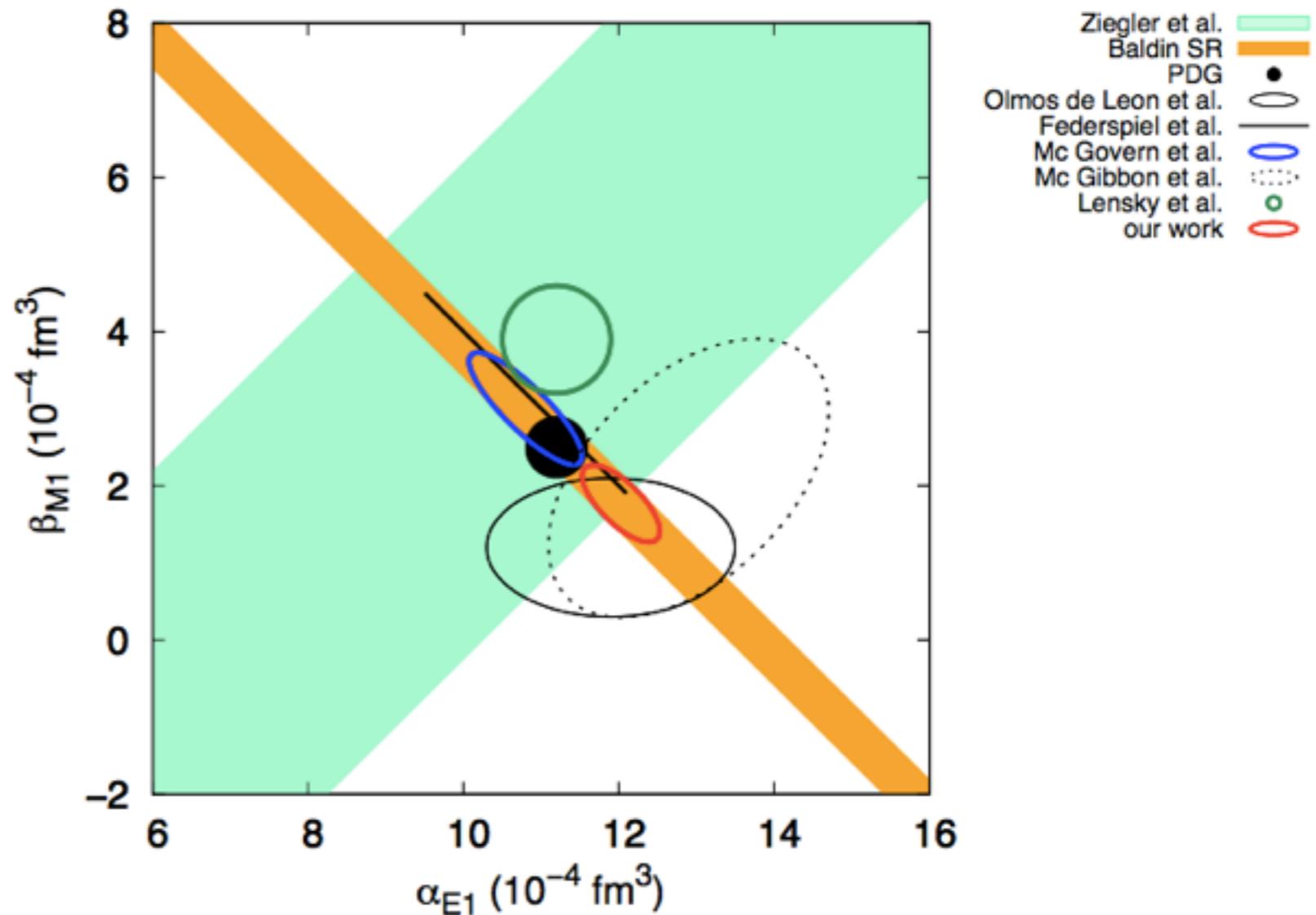
Extraction of partonic transverse momentum distributions from semi-inclusive deep-inelastic scattering, Drell-Yan and Z-boson production

Alessandro Bacchetta,^{a,b} Filippo Delcarro,^{a,b} Cristian Pisano,^{a,b} Marco Radici^b
and Andrea Signori^c



Dispersion Theory in Electromagnetic Interactions

Barbara Pasquini^{1,2} and Marc Vanderhaeghen³



B. Pasquini, P. Pedroni and S. Sconfiatti
[arXiv:1903:07952 \[hep-ph\]](https://arxiv.org/abs/1903.07952)

FISICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI

C.M. Carloni Calame, G. Montagna,
O. Nicrosini, F. Piccinini et al.

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \\ & + i \bar{\Psi} \not{D} \Psi + h.c. \\ & + \bar{\Psi}_i y_{ij} \Psi_j \phi + h.c. \\ & + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi)\end{aligned}$$

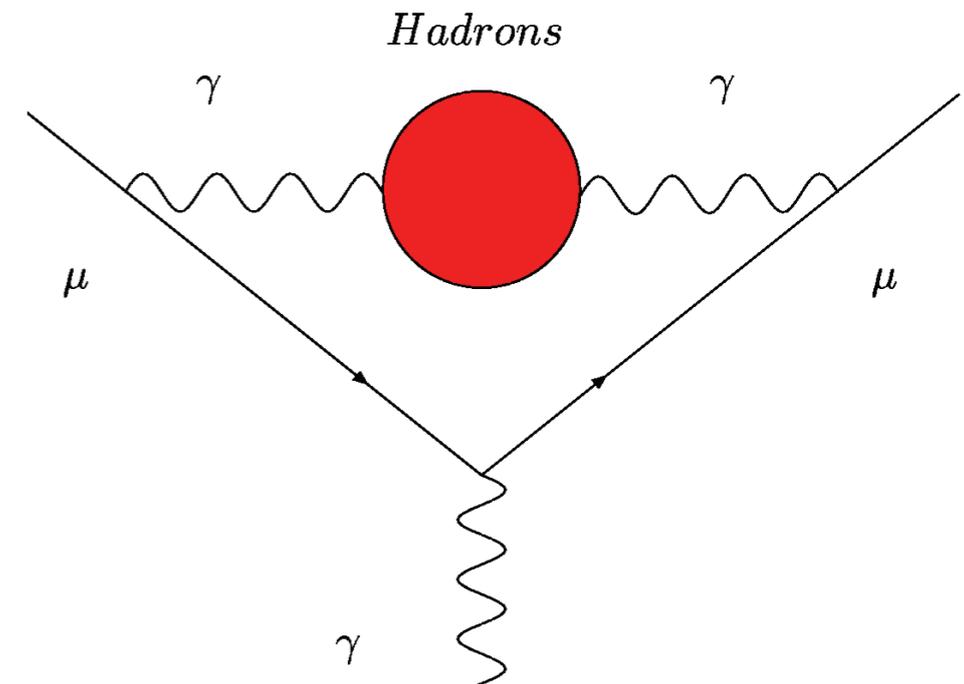
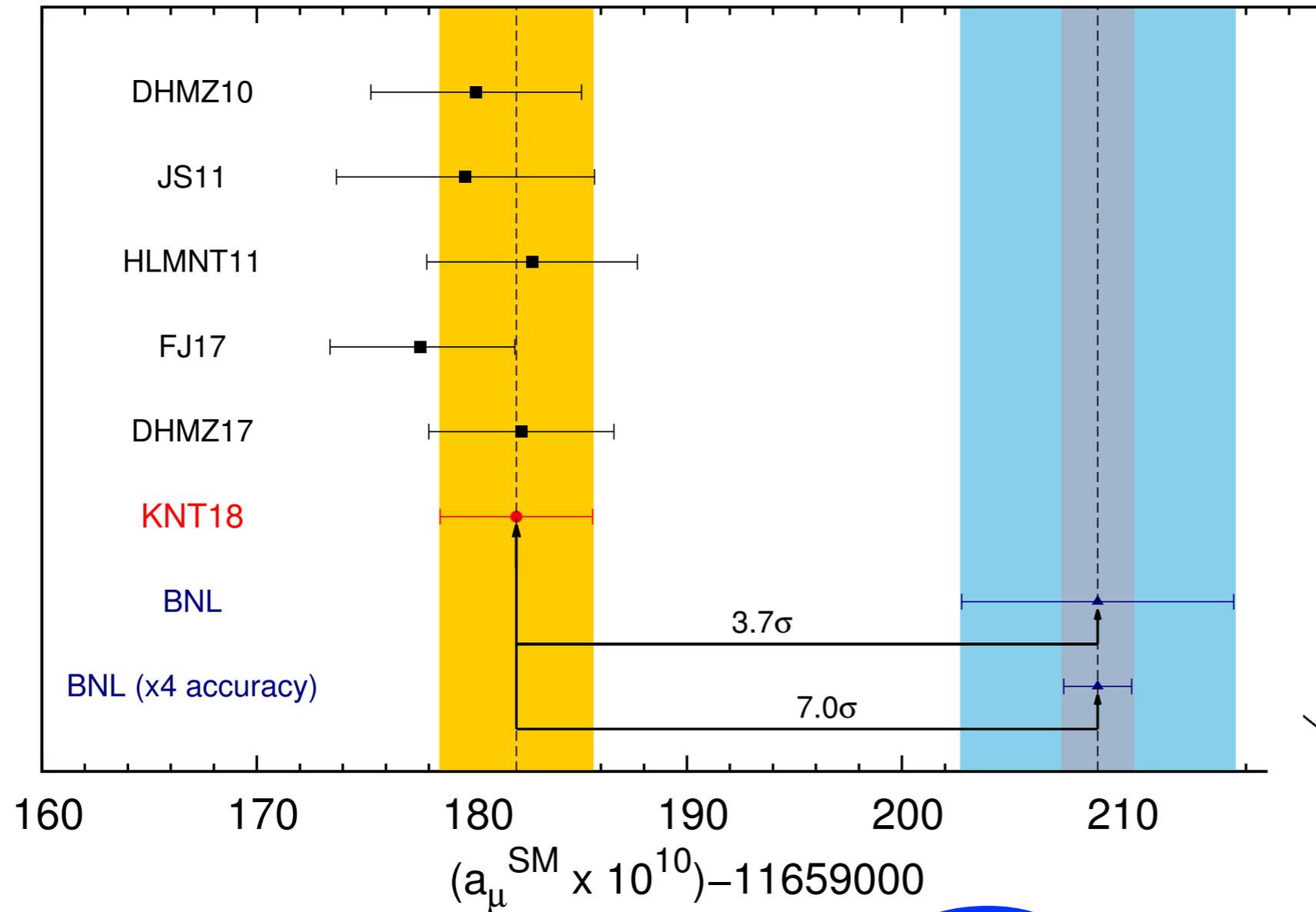
Neutrinos

Dark Matter

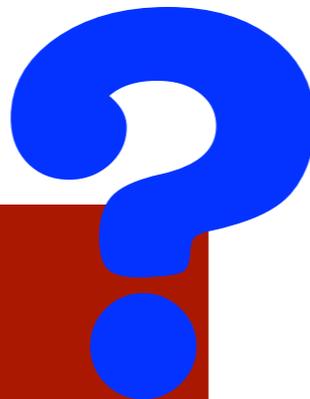
Supersymmetry?

Composite Higgs?

Il puzzle dell'anomalia del muone



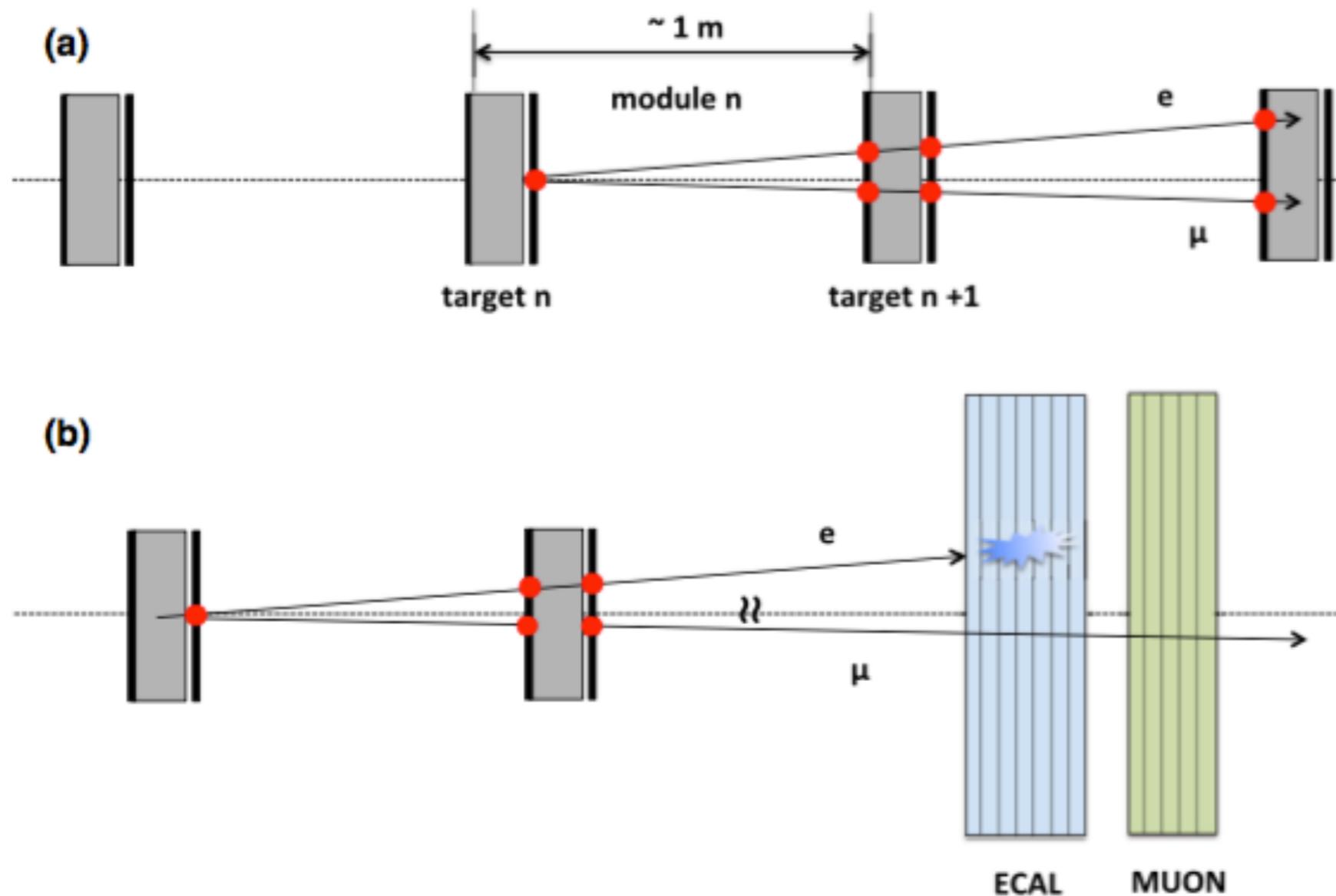
Nuova Fisica





Measuring the leading hadronic contribution to the muon $g-2$ via μe scattering

G. Abbiendi^{1,a}, C. M. Carloni Calame^{2,b}, U. Marconi^{3,c} , C. Matteuzzi^{4,d}, G. Montagna^{2,5,e}, O. Nicosini^{2,f},
M. Passera^{6,g}, F. Piccinini^{2,h}, R. Tenchini^{7,i}, L. Trentadue^{8,4,j}, G. Venanzoni^{9,k}



RECEIVED: November 26, 2018

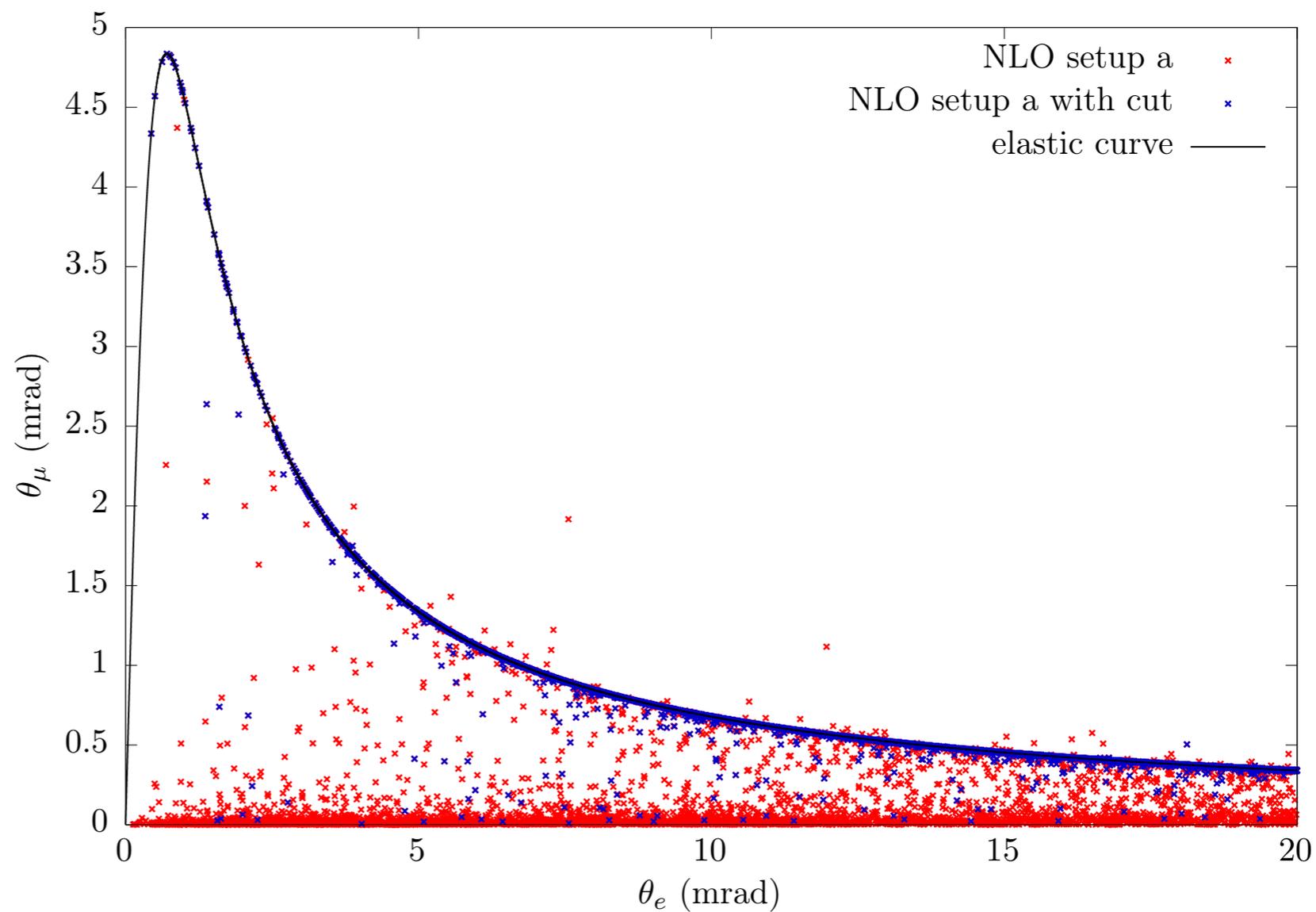
REVISED: January 22, 2019

ACCEPTED: January 24, 2019

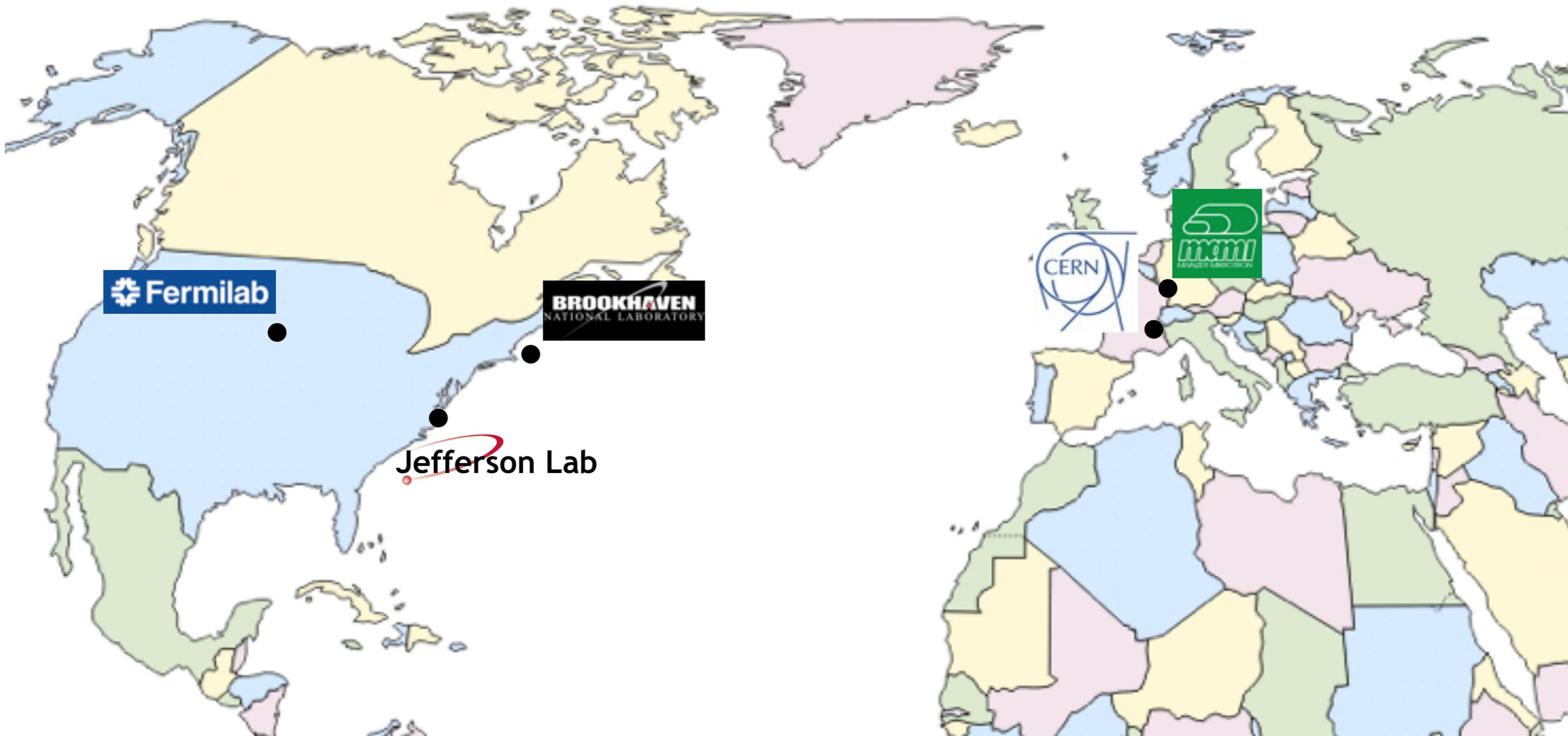
PUBLISHED: February 25, 2019

Muon-electron scattering at NLO

Massimo Alacevich,^{a,b} Carlo M. Carloni Calame,^b Mauro Chiesa,^c Guido Montagna,^{a,b}
 Oreste Nicosini^b and Fulvio Piccinini^b



Collaborazioni internazionali





Fisica Matematica

Presentazione Laurea Magistrale 2019

9 Aprile 2019

Claudio Dappiaggi

Il gruppo di ricerca

- Mauro Carfora (PO)
- Annalisa Marzuoli (PA)
- Claudio Dappiaggi (RU)

Dottorandi

- Lissa Campos (1° anno)
- Alessio Marta (1° anno – UniMi)
- Paolo Rinaldi (1° anno)
- Barbara Giunti (2° anno – matematica)

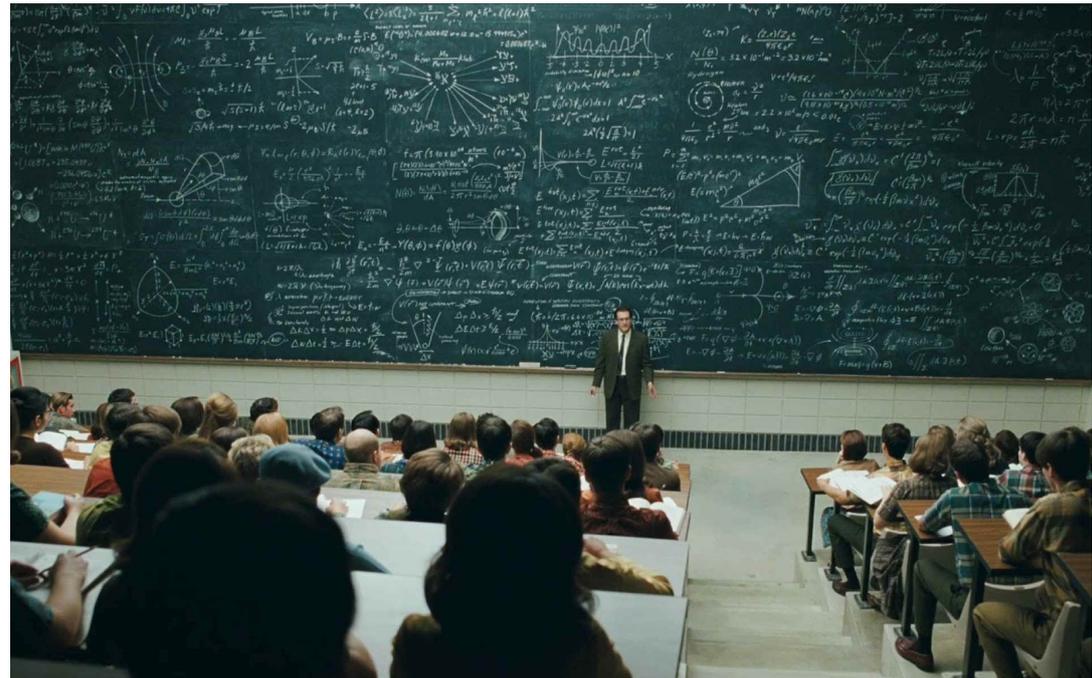


Attività didattiche

- Relatività Generale
- Sistemi dinamici
- Elettrodinamica e Relatività
- Gruppi e Simmetrie Fisiche

Fortemente consigliati

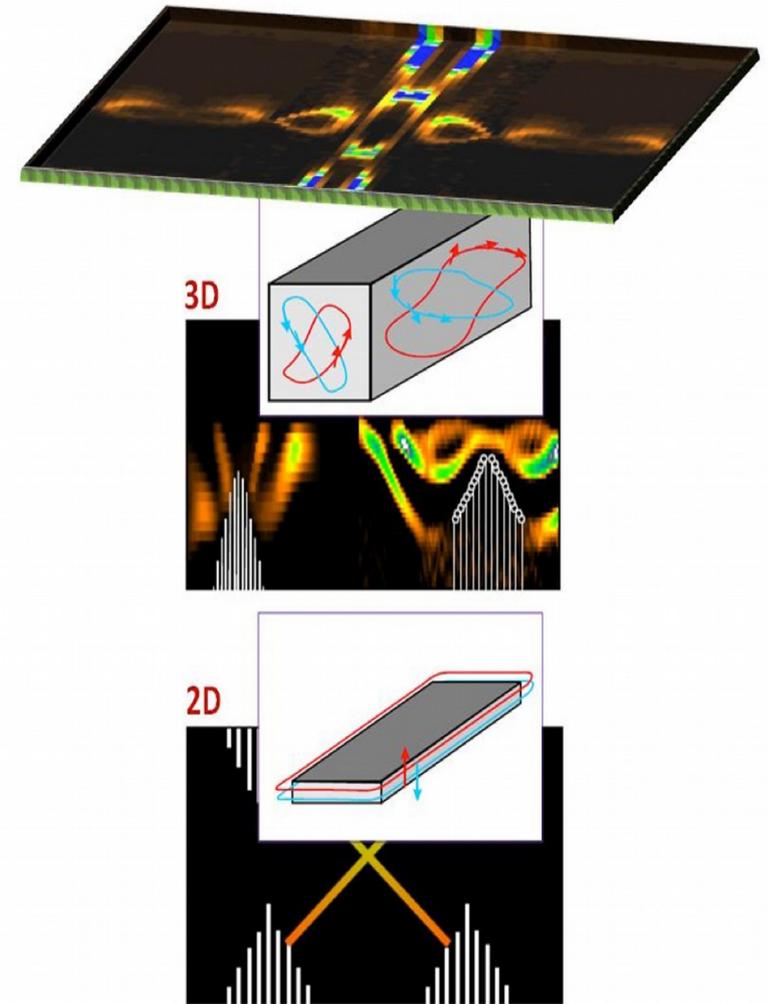
- Metodi matematici della fisica teorica
- Complementi di fisica teorica
- Il filotto di teoria quantistica dei campi...
- Analisi funzionale
- Meccanica statistica



La teoria di Einstein in 2+1 dim.

- Equivale ad una teoria di gauge ($G=SO(2,1)$)
- Ha osservabili di natura topologica
- E' quantizzabile con il metodo del path-integral (misura a parte)
- E' utile nel descrivere il comportamento microscopico di nuovi materiali: *gli isolanti topologici*

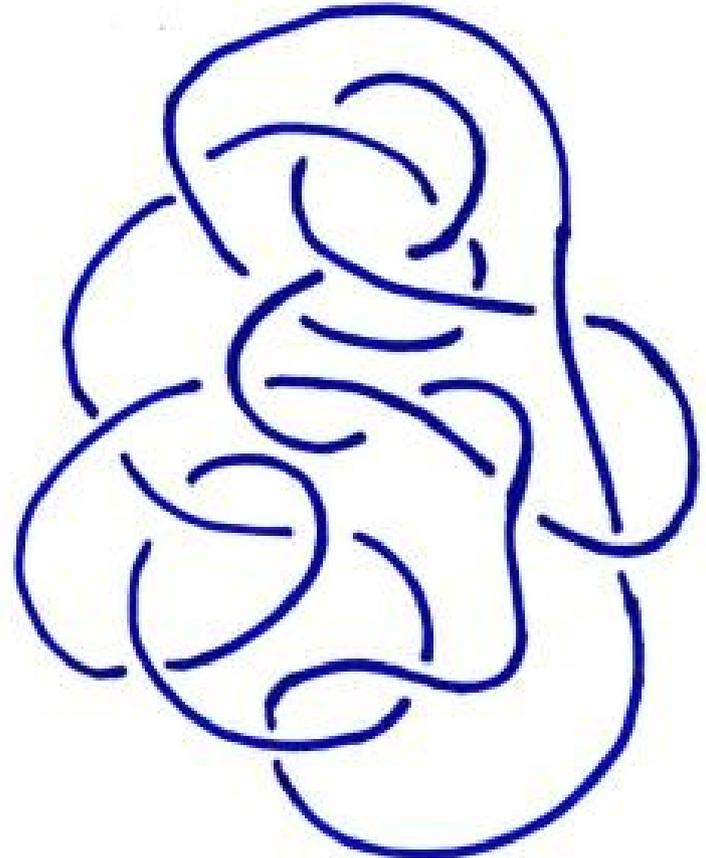
$$S = \frac{k}{4\pi} \int \varepsilon^{\lambda\mu\nu} \text{Tr} \left(A_\lambda \partial_\mu A_\nu + \frac{2}{3} A_\lambda A_\mu A_\nu \right)$$



Cosa si osserva in quei materiali.

Osservabili di tipo topologico sono legate

- ai **nodi** (in spazi ambiente 3d)
- alle **trecce** (traettorie intrecciate di particelle in 2+1 dimensioni)



QFT su spaziotempi curvi

Relatività generale + QFT

1) Cosmologia

- Perché l'universo è omogeneo?
- Modelli di inflazione
- Equazioni semiclassiche

2) Fisica dei Buchi neri

- Radiazione di Hawking
- Superradianza



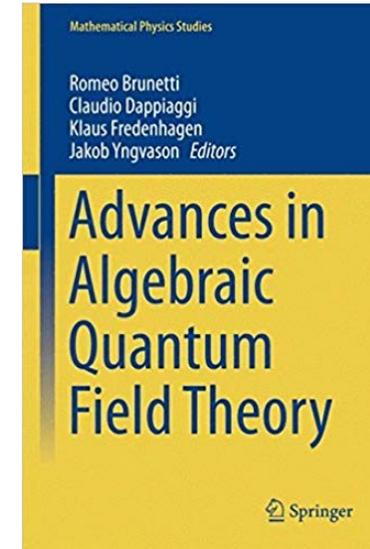
Teoria Algebrica dei Campi (AQFT)

Formulazione matematica

- Cosa si può osservare di un sistema?
- Quali sono gli spazi di Hilbert ammissibili?
- Come si formula la rinormalizzazione?

A cosa serve?

- Studiare le osservabili e le loro proprietà
- Determinare le libertà di rinormalizzazione di un modello
- Capire le libertà nel descrivere lo stato di un sistema



Strumenti utili

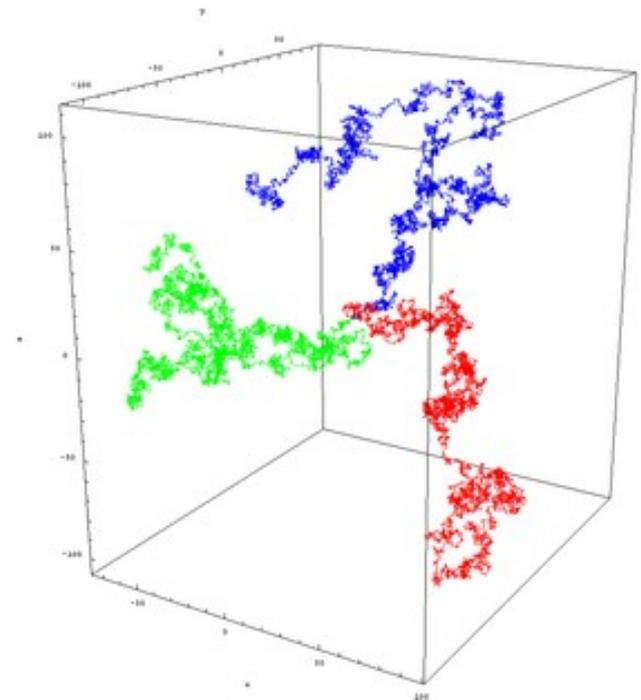
- Teoria dei campi in tutte le salse
- Relatività generale
- Teoria delle algebre di operatori
- Teoria delle categorie
- Analisi funzionale

Teoria Euclidea dei campi

(meccanica statistica ensemble gran canonico)

Il formalismo algebrico è molto utile

- Se considero modelli in cui il tempo è congelato
 - Il path-integral è ben definito
 - Non c'è nozione di causalità
 - Ho una descrizione meccanico-statistica
- I punti che possiamo/vogliamo trattare:
 - Il flusso di Ricci (non linear sigma model)
 - Gli esponenti critici (Landau-Ginzburg)
 - I modelli diffusivi e l'equazione di Langevin
(Parisi-Wu vs o con Teoria Algebrica)



End Game

Insieme a chi?

- Genova, Milano, Roma & Trento
- Freiburg, Hamburg, Regensburg
- Nottingham e UCL
- Città del Messico
- Lione e Parigi Sud

E poi abbiamo amici

- Austria, Brasile, Danimarca, Irlanda, Cardiff Chicago, Gottinga, Grenoble, Lipsia, Monaco, Potsdam, Torino....

