CdS INFN, Bari

10-11 Luglio 2019

Gruppo IV – Bari Preventivi 2020

Coordinatore: Antonio Marrone

Iniziative Specifiche (IS) Gruppo IV Bari:

Linee scientifiche della CSN4	IS	
1 Teorie di campo e di stringa	NPQCD	
2 Fenomenologia delle particelle elementari	QFT-HEP	
4 Metodi matematici	QUANTUM	
5 Astroparticelle e cosmologia	TAsP	
6 Fisica statistica e applicazioni di teoria dei campi	BioPhys	
6 Fisica statistica e applicazioni di teoria dei campi	FIELDTURB	

Acronimo	: Titolo esteso	Respons.
NPQCD	: Nonperturbative QCD	Cosmai*
QFT-HEP	: Phenomenology of the Standard Model and Beyond	De Fazio*
QUANTUM	: Finite and infinite quantum systems	Facchi*
TAsP	: Theoretical Astroparticle Physics	Lisi*
BioPhys	: Biological applications of theoretical physics methods	Stramaglia
FIELDTURB	: Fields and particles in turbulence and complex fluids	Gonnella

*Resp. Nazionale. N.B.: Gr IV - Bari ha 4 resp. naz. su 35 nella CSN4

Anagrafica prevista per il 2019-2020:

1 Angelini Leonardo	Inc. Ric.	Prof. Associato	0																	0
2 Carenza Livio Nicola	Associato	Dottorando		100																100
3 Carenza Pierluca	Associato	Dottorando						100												100
4 Cea Paolo	Inc. Ric.	Prof. Associato			100															100
5 Colangelo Pietro	Dipendente	Dir.Ric.				100														100
6 Cosmai Leonardo	Dipendente	I Ric.			90							10								100
7 Cufaro Petroni Nicola	Inc. Ric.	Prof. Associato	0																	0
8 D'Angelo Milena	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario					30					70	1						1.1	100
9 De Fazio Fulvia	Dipendente	I Ric.				100														100
10 Digregorio Pasquale	Associato	Dottorando		100	1-6															100
11 Facchi Paolo	Inc. Ric.	Prof. Associato					100													 100
12 Florio Giuseppe	Inc. Ric.	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B					100													100
13 Garuccio Augusto	Associato	Prof. Ordinario					85													85
14 Gasperini Maurizio	Inc. Ric.	Prof. Ordinario						100												100
15 Gonnella Giuseppe	Inc. Ric.	Prof. Ordinario		100					-											100
16 Gramegna Giovanni	Associato	Dottorando					100	-	-										- 1	100
17 Lisi Eligio	Dipendente	Dir.Ric.						100												100
18 Lonigro Davide	Associato	Dottorando		_			100													100
19 Loparco Francesco	Associato	Dottorando				100				1										100
20 Marrone Antonio	Inc. Ric.	Prof. Associato						90		10										100
21 Mirizzi Alessandro	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario						100												100
22 Negro Giuseppe	Associato	Dottorando		100																100
23 Nuzzi Davide	Associato	Dottorando	100																	100
24 Palazzo Antonio	Inc. Ric.	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B	1					100					1			1	-		- 1 1	100
25 Pascazio Saverio	Inc. Ric.	Prof. Ordinario					100													100
26 Petrelli Isabella	Associato	Dottorando		100	1-6															100
27 Pomarico Domenico	Associato	Dottorando					100													 100
28 Scagliarini Tomas	Associato	Dottorando	100																	100
29 Scala Giovanni	Associato	Dottorando					70					30								100
30 Scrimieri Egidio	Associato	Ricercatore Universitario				100														100
31 Stramaglia Sebastiano	Inc. Ric.	Prof. Associato	80																	80
32 Tedesco Luigi	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario						100												100
33 Di Lena Francesco Maria	Associato	Dottorando		-			30		1	1		70						1		100
		FTE T	otali	2.8	5	1.9	4	8.15	6.9		Т	otal	e: 2	8.75	5 FTI	Ξ				

STATUS PREVISTO PER IL 2019-2020: 18 strutturati & 13 non-strutturati

4 staff INFN(Colangelo, Cosmai, De Fazio, Lisi)13+1 staff Univ.(Cea, Petroni, D'Angelo, Facchi, Florio, Garuccio, Gasperini, Gonnella,
Marrone, Mirizzi, Pascazio, Scrimieri, Stramaglia, Tedesco+Palazzo)13 dottorandi(2018-2019)

1 Angelini Leonardo	Inc. Ric.	Prof. Associato	0																0
2 Carenza Livio Nicola	Associato	Dottorando		100	1		_	()	_										100
3 Carenza Pierluca	Associato	Dottorando						100											 100
4 Cea Paolo	Inc. Ric.	Prof. Associato			100														100
5 Colangelo Pietro	Dipendente	Dir.Ric.				100												1.1	100
6 Cosmai Leonardo	Dipendente	I Ric.			90							10							100
7 Cufaro Petroni Nicola	Inc. Ric.	Prof. Associato	0													1			0
8 D'Angelo Milena	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario	1				30					70	1			1			100
9 De Fazio Fulvia	Dipendente	I Ric.				100													100
10 Digregorio Pasquale	Associato	Dottorando		100	1				_										100
11 Facchi Paolo	Inc. Ric.	Prof. Associato					100										 		 100
12 Florio Giuseppe	Inc. Ric.	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B					100												100
13 Garuccio Augusto	Associato	Prof. Ordinario					85					1	1					1.1	85
14 Gasperini Maurizio	Inc. Ric.	Prof. Ordinario						100											100
15 Gonnella Giuseppe	Inc. Ric.	Prof. Ordinario	1	100															100
16 Gramegna Giovanni	Associato	Dottorando					100												100
17 Lisi Eligio	Dipendente	Dir.Ric.						100											100
18 Lonigro Davide	Associato	Dottorando					100												100
19 Loparco Francesco	Associato	Dottorando				100													 100
20 Marrone Antonio	Inc. Ric.	Prof. Associato						90		10									100
21 Mirizzi Alessandro	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario						100											100
22 Negro Giuseppe	Associato	Dottorando		100															100
23 Nuzzi Davide	Associato	Dottorando	100																100
24 Palazzo Antonio	Inc. Ric.	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B						100											100
25 Pascazio Saverio	Inc. Ric.	Prof. Ordinario					100												100
26 Petrelli Isabella	Associato	Dottorando		100															100
27 Pomarico Domenico	Associato	Dottorando					100												100
28 Scagliarini Tomas	Associato	Dottorando	100						1										100
29 Scala Giovanni	Associato	Dottorando					70					30							100
30 Scrimieri Egidio	Associato	Ricercatore Universitario				100													100
31 Stramaglia Sebastiano	Inc. Ric.	Prof. Associato	80																80
32 Tedesco Luigi	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario						100											100
33 Di Lena Francesco Maria	Associato	Dottorando					30	· · · · ·	1			70							100
		FTE T	otali	2.8	5	1.9	4	8.15	6.9		Т	otal	e: 2	8.75	FTE				

Recenti o prossimi avvicendamenti 2018-2019

staff INFNIn: - [?]Out: -staff Univ.In: - [Palazzo]Out: - Angelini,CufarodottorandiIn: Carenza, Loparco, Nuzzi, ScagliariniOut: Di Lena

1 Angelini Leonardo	Inc. Ric.	Prof. Associato	0															0
2 Carenza Livio Nicola	Associato	Dottorando		100		_												100
3 Carenza Pierluca	Associato	Dottorando						100										100
4 Cea Paolo	Inc. Ric.	Prof. Associato			100													100
5 Colangelo Pietro	Dipendente	Dir.Ric.				100												100
6 Cosmai Leonardo	Dipendente	I Ric.			90							10						100
7 Cufaro Petroni Nicola	Inc. Ric.	Prof. Associato	0									100						0
8 D'Angelo Milena	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario	1				30					70					- 1 A.	100
9 De Fazio Fulvia	Dipendente	I Ric.				100												100
10 Digregorio Pasquale	Associato	Dottorando		100		_			_			-						100
11 Facchi Paolo	Inc. Ric.	Prof. Associato					100											 100
12 Florio Giuseppe	Inc. Ric.	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B					100											100
13 Garuccio Augusto	Associato	Prof. Ordinario					85											85
14 Gasperini Maurizio	Inc. Ric.	Prof. Ordinario						100										100
15 Gonnella Giuseppe	Inc. Ric.	Prof. Ordinario		100								1						100
16 Gramegna Giovanni	Associato	Dottorando	1				100			1								100
17 Lisi Eligio	Dipendente	Dir.Ric.						100										100
18 Lonigro Davide	Associato	Dottorando					100		_									100
19 Loparco Francesco	Associato	Dottorando				100												100
20 Marrone Antonio	Inc. Ric.	Prof. Associato					1	90		10								100
21 Mirizzi Alessandro	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario						100										100
22 Negro Giuseppe	Associato	Dottorando		100														100
23 Nuzzi Davide	Associato	Dottorando	100															100
24 Palazzo Antonio	Inc. Ric.	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B	1					100										100
25 Pascazio Saverio	Inc. Ric.	Prof. Ordinario					100											100
26 Petrelli Isabella	Associato	Dottorando		100		_			_	1		-						100
27 Pomarico Domenico	Associato	Dottorando					100											 100
28 Scagliarini Tomas	Associato	Dottorando	100															100
29 Scala Giovanni	Associato	Dottorando					70					30						100
30 Scrimieri Egidio	Associato	Ricercatore Universitario				100												100
31 Stramaglia Sebastiano	Inc. Ric.	Prof. Associato	80															80
32 Tedesco Luigi	Inc. Ric.	Ricercatore Universitario						100										100
33 Di Lena Francesco Maria	Associato	Dottorando					30		1	3 - E		70						100
		FTE T	otali	2.8	5	1.9	4	8.15	6.9		Т	otal	e: 2	3.75	FTE			



N.B.: 1) finora il Gr.IV non ha richiesto nessun assegno (co)finanziato INFN 2) ultime assunzioni INFN: De Fazio (2001), Lisi (1996) ...

Attività scientifica 2019-20

NPQCD	: Nonperturbative QCD
QFT-HEP	: Phenomenology of the Standard Model and Beyond
QUANTUM	: Finite and infinite quantum systems
TAsP	: Theoretical Astroparticle Physics
BioPhys	: Biological applications of theoretical physics methods
FIELDTURB	E: Fields and particles in turbulence and complex fluids

[+ foto, per attuale staff Università/INFN]

NPQCD: Non perturbative QCD

Paolo Cea Leonardo Cosmai (*)

(*) responsabile nazionale





Studio non perturbativo del diagramma di fase della QCD

$$\mathcal{L} = \sum_{q} ar{\psi}_{q,a} (i \gamma^{\mu} \partial_{\mu} \delta_{ab} - g_s \gamma^{\mu} t^C_{ab} \mathcal{A}^C_{\mu} - m_q \delta_{ab}) \psi_{q,b} - rac{1}{4} F_{\mu
u} F^{A\mu
u}$$



- Studio del diagramma di fase della QCD a partire da "first principles"
- Perché quark e gluoni sono confinati negli adroni?
- Il confinamento è uno stato permanente della materia?
- Esistono (o sono esistite) condizioni nel nostro Universo per fasi diverse della QCD?
 - Possiamo predire le varie possibili fasi della QCD e la natura delle transizioni di fase?

Il metodo: discretizzazione su reticolo della teoria





Argomenti di ricerca 2019

Caratterizzazione della struttura del tubo di flusso prodotto da cariche di colore in QCD in presenza di fermioni dinamici con massa del pione vicina al valore fisico.

Evoluzione della struttura del tubo di flusso attraverso la transizione di deconfinamento.

Studio del diagramma di fase della QCD utilizzando azioni improved e masse dei quark vicine ai valori fisici con particolare riguardo alla caratterizzazione del punto critico.

Studio della QCD in presenza di campi magnetici e campi cromomagnetici di background (rilevante per la fisica dell'universo primordiale e per la fisica delle stelle compatte)

QFT-HEP

Flavor Physics, Electroweak vacuum stability, Phases of strong interactions as possible paths to new Physics



Ricerca di Fisica oltre il Modello Standard: settore del sapore

Alcuni recenti misure nel settore del flavour sono in tensione con lo SM

In particolare, in processi di corrente carica b \rightarrow c l v_l

> rapporti di BR: $\mathcal{R}(M_c) = \frac{\mathcal{B}(B \to M_c \tau \bar{\nu}_{\tau})}{\mathcal{B}(B \to M_c \ell \bar{\nu}_{\ell})}$ ((M_c=D,D^{*}, l=e,µ) (3.1 σ da SM)

-> violazione dell'universalita' del sapore leptonico (simmetria accidentale dello SM)

➢ discrepanza per |V_{cb}| da decadimenti semileptonici inclusivi B -> X_c | v_l ed esclusivi B -> D^(*) | v (confermata da BaBar-2019 e Belle-2018) : |V_{cb}|_{exclusive} < |V_{cb}|_{inclusive}

analoghi effetti nella transizione b \rightarrow u l v_l?



analoga tensione in $|V_{ub}|$: $|V_{ub}|_{exclusive} < |V_{ub}|_{inclusive}$ origine comune per queste anomalie?

Processi mediati dalla transizione b -> u $\ell \sim v$ estensione model-independent dell'Hamiltoniano effettivo dello SM

$$H_{\text{eff}}^{b \to u\ell\nu} = \frac{G_F}{\sqrt{2}} V_{ub} \left\{ \begin{array}{l} (1 + \epsilon_V^{\ell}) \bar{u} \gamma_\mu (1 - \gamma_5) b \right) \left(\bar{\ell} \gamma^\mu (1 - \gamma_5) \nu_\ell \right) \\ + \epsilon_S^{\ell} \bar{u} b \right) \left(\bar{\ell} (1 - \gamma_5) \nu_\ell \right) + \epsilon_P^{\ell} (\bar{u} \gamma_5 b) \left(\bar{\ell} (1 - \gamma_5) \nu_\ell \right) \\ + \epsilon_T^{\ell} \bar{u} \sigma_{\mu\nu} (1 - \gamma_5) b \right) \left(\bar{\ell} \sigma^{\mu\nu} (1 - \gamma_5) \nu_\ell \right) \right\} + h.c.$$

- accoppiamenti complessi
- intervengono diversamente nei processi indotti dalla stessa transizione
- costretti in regioni limitate dai dati sperimentali

	ϵ_V^ℓ	ϵ^ℓ_S	ϵ_P^ℓ	ϵ_T^ℓ
$B^- \to \ell^- \bar{\nu}_\ell$	v		 ✓ 	
$\bar{B} \to \pi \ell^- \bar{\nu}_\ell$	v	 ✓ 		~
$B \to \rho \ell \bar{\nu}_{\ell}$	~		~	~
$B \to a_1 \ell \bar{\nu}_\ell$	v	~		v

distribuzioni completamente differenziali nel decadimento B -> ρ (π π) ℓ v per comprendere il ruolo dei possibili contributi BSM

$$\frac{d^4\Gamma(\bar{B} \to \rho(\to \pi\pi)\ell^-\bar{\nu}_\ell)}{dq^2 d\cos\theta \, d\phi \, d\cos\theta_V} = \mathcal{N}_\rho |\vec{p}_\rho| \left(1 - \frac{m_\ell^2}{q^2}\right)^2 \left\{ I_{1s}^\rho \sin^2\theta_V + I_{1c}^\rho \cos^2\theta_V + I_{1c}^\rho \cos^2\theta_V + I_{1s}^\rho \sin^2\theta_V + I_{1s}^\rho \cos^2\theta_V + I_{1s}^\rho \sin^2\theta_V + I_{1s}^\rho \sin^2\theta_V \sin^2\theta \cos^2\theta_V + I_{1s}^\rho \sin^2\theta_V \sin^2\theta \cos^2\theta_V + I_{1s}^\rho \sin^2\theta_V \sin^$$

Possibile origine delle anomalie di flavour: modelli con un nuovo bosone di gauge neutro Z'



Estensione minimale del gruppo di gauge dello SM: $SU(3)_c \times SU(2)_L \times U(1) \times U(1)'$ un nuovo bosone di gauge Z' che può mediare a livello albero le FCNC

i nuovi contributi possono spiegare alcune anomalie nel settore del sapore

J. Aebischer, A.J. Buras, M. Cerda-Sevilla and F. De Fazio, in preparation (2019)

Applicazioni della corrispondenza AdS/CFT alle interazioni forti

dualità gauge/gravità -> teoria di gauge fortemente accoppiata in 4D duale a una teoria di gravità semiclassica in AdS₅

> IIB string theory in AdS₅ x S⁵

P. Colangelo and F. Loparco, Phys. Lett. B 788 (2019) 500

 $g_s = g_{\rm YM}^2$

 $R^4 = 4\pi q_s N \alpha'^2$

QCD: entropia di configurazione (S_{CF}) di mesoni e barioni

gli stati osservati corrispondono ai valori minori di CE

σ=4

σ=9

N = 4 SYM, SU(N)

in \mathcal{M}_{A}

1.3 tetraquark 2.5 1.2 hybrid meson 1.1 S_{CE} (n, ∆) $S_{CE}(n, \sigma)$ $S_{CE}(n,3)$ qlueball 1.0 σ=7 $S_{CE}(n,4)$ • $S_{CE}(n, 5)$ 0.9 1.5 ordinary meson • *S*_{CE} (n, 6) • *σ*=10 0.8 baryons 1.0 0.7 0 2 3 7 8 4 0 2 4 6 radial number n n

progetto 2019: caos e bound di Maldacena in osservabili di QCD

Attività di ricerca (QUANTUM)

Milena D'Angelo



Paolo Facchi



Augusto Garuccio



Francesco Di Lena Giovanni Gramegna Davide Lonigro Domenico Pomarico Giovanni Scala

Saverio Pascazio

Giuseppe Florio



Francesco Pepe (ora in PICS)

Pubblicazioni QUANTUM

16 pubblicazioni nel 2018 7 pubblicazioni nel 2019

Some highlights:

- Physical Review Letters
 A. Crespi, et al., Phys. Rev. Lett. **122** (2019) 130401
- New Journal of Physics
 T. Matsubara, et al., New J. Phys. 21 (2019) 033014
- Journal of Physics A Highlights of 2018 collection F. Cunden, et al., J. Phys. A: Math. Theor. **51** (2018) 35LT01

Simulatore quantistico di QED [collaborazione con E. Ercolessi (BO)]

Hamiltoniano (Schwinger model): teoria di gauge U(1) su reticolo

$$H = -t \sum_{x} \left(\psi_x^{\dagger} U_{x,x+1} \psi_{x+1} + \text{H.c.} \right) + m \sum_{x} (-1)^x \psi_x^{\dagger} \psi_x + \frac{g^2}{2} \sum_{x} E_{x,x+1}^2,$$

Prima proposta di Quantum Simulator con comparatore unitario



Modello di Schwinger



E. Ercolessi, et al., Phys. Rev. D 98 (2018) 074503

Modello di Schwinger: adatto a simulazioni quantistiche di QED e molto flessibile.

Individuata una Transizione

120

140

160

180

 Z_3

 Z_5

 Z_2

 Z_4 Z_6

 Z_7 Z_8

Imaging plenottico quantistico [collaborazione con G. Scarcelli (College Park, Maryland)]

A differenza dell'imaging ordinario (a), nell'imaging plenottico (b) è possibile acquisire sia l'immagine dell'oggetto, sia la direzione della luce. Ciò consente di ricostruire immagini tridimensionali e di effettuare rifocalizzazioni.



Sfruttando le **correlazioni dei fotoni**, è stata elaborata una tecnica di acquisizione plenottica di immagini di correlazione (CPI), che consente di superare le forti limitazioni alla risoluzione degli attuali disposivi plenottici.





QED in guide d'onda

[collaborazione con M. Kim e T. Tufarelli (Imperial College London) e K. Yuasa (Waseda University Tokyo)]

In una guida d'onda unidimensionale: esistenza di stati legati formati da due atomi e un fotone confinato, per valori discreti della distanza interatomica.



Generazione di entanglement

L'esistenza dello stato legato fa sì che il sistema evolva **spontaneamente** verso uno stato altamente *entangled*.

ESTENSIONE a settori con più eccitazioni.



X

dell'energia

 $\rightarrow \operatorname{Re} E$

Stato legato

Polo instabile

Two-excitation sector



Diagrammi di Feynman del secondo ordine

Emissione correlata di due fotoni. Quantum optical dyode



P. Facchi, et al., Phys. Rev. A 98 (2018) 063823



Crespi, Pepe et al, Phys. Rev. Lett. 122, 130401 (2019)

TASP: Theoretical astroparticle physics

Eligio Lisi* Maurizio Gasperini Antonio Marrone Alessandro Mirizzi Antonio Palazzo Luigi Tedesco Pierluca Carenza (dott.)



Maurizio Gasperini



Eligio Lisi



Antonio Marrone



Pierluca Carenza

Alessandro Mirizzi



Luigi Tedesco



Antonio Palazzo

*Responsabile locale e nazionale



Cosmologia di Stringa

M. Gasperini



stringa arrotolata attorno a dimensioni compatte

spazio compatto di Calabi-Yau

Attivita' in corso (2019) e prevista (2020)

Observation angles and Geodesic Light Cone gauge, JCAP 01, 004 (2019)

Studio della relazione tra le direzioni angolari nel sistema di Coordinate Normali di Fermi e le direzioni angolari calcolate in altri gauges (sincrono e del cono-luce)
- in collaborazione con G. Fanizza (University of Zurich), G. Marozzi (Universita' di Pisa), G. Veneziano (CERN)

Si prevede di applicare i risultati di tale analisi all'interpretazione dei dati per una migliore descrizione della propagazione di segnali astrofisici in geometrie cosmologiche perturbate

L. Tedesco

Analisi di un Universo in espansione anisotropa (Bianchi I) alla luce dei dati di CMB, BAO, BBN.

E' possibile che un universo possa espandersi in modo anisotropo, rimanendo coerente con i dati sperimentali relativi alla radiazione cosmica di fondo, alle oscillazioni acustiche barioniche, alla nucleosintesi primordiali e ai dati sperimentali relativi ai valori della costante di Hubble? Si cerchera' di rispondere a queste e ad altre domande relative.

Studio della distanza di luminosita' in relazione a segnali elettromagnetici e gravitazionali

Si studieranno le distanze di luminosita' alla luce di teorie di gravita' modificata. In particolare si analizzeranno le distanze di luminosita' per emissioni di onde elettromagnetiche e quelle relative alla emissione di onde gravitazionali. Eventuali discordanze verranno esaminate in dettaglio nell'ambito di modelli con estensione della relativita' generale.

Assioni in astrofisica e cosmologia (Mirizzi & Carenza)

- Gli assioni sono particelle ipotetiche previste in diverse estensioni del Modello Standard. Esse offrono un caso fisico convincente in relazione alla Materia Oscura e a diversi puzzle astrofisici.
- Gli assioni potrebbero essere prodotti nel nucleo di una supernova costituendo un canale di energy-loss addizionale a quello standard prodotto dai neutrini. Richiedendo che il segnale dei neutrini non sia ridotto significativamente rispetto a quello standard si possono ottenere dei limiti sulla massa degli assioni.
- In tale ambito abbiamo condotto un calcolo accurato dell'emissivita' degli assioni attraverso NN bremmsthralung, ottenendo un nuovo bound sulla massa dell'assione, ma < 20-40 meV.

Improved axion emissivity from a supernova via nucleon-nucleon bremsstrahlung

Pierluca Carenza, $^{a,b}_{a,b}$ Tobias Fischer, c Maurizio Giannotti, d Alessandro Mirizzi a,b

arXiv: 1906.11844



 Obiettivi futuri riguardano l'inclusione in maniera consistente dell'emissionedegli assioni nelle simulazioni di esplosione di supernova e la rianalisi del limite dalla SN 1987A

Fisica dei neutrini: (Lisi, Marrone, Mirizzi, Palazzo)

"Hint" a favore di gerarchia normale e violazione CP al centro dell'interesse nella comunità scientifica



Capozzi, Lisi, Marrone, Palazzo: Review 2018 e updates 2019

In corso: Gerarchia e fisica di precisione in JUNO (+TAO)

Neutrini come sonda di fisica BSM (A. Palazzo)

Diversi esperimenti sensibili alle oscillazioni di neutrino presentano dei risultati anomali che non possono esssere spiegati per mezzo del Modello Standard delle interazioni elettrodeboli e puntano verso l'esistenza di nuova fisica. Questa puo' manifestarsi in diversi modi: nuovi stati "sterili", nuove interazioni (NSI), violazioni dell'unitarieta', ...



Numerose conseguenze per la fenomenologia:

- Emergono nuovi fenomeni di violazione di CP
- I risultati delle analisi 3-flavor subiscono variazioni
- La performance di esperimenti futuri si deteriora a causa di degenerazioni introdotte da nuovi parametri



Palazzo, PLB (2016)

Agarwalla, Chatterjee, Dasgupta, **Palazzo**, JHEP (2016) Agarwalla, Chatterjee, **Palazzo**, JHEP (2016) Agarwalla, Chatterjee, **Palazzo**, PLB (2016) Capozzi, Giunti, Laveder, **Palazzo**, PRD (2017) Agarwalla, Chatterjee, **Palazzo**, PRL (2017) Agarwalla, Chatterjee, **Palazzo**, JHEP (2018)

Highlights 2019

Proceedings di NOW 2018 su POS-SISSA

(Ed. by Marrone, Mirizzi, Montanino)



Organizzazione della GGI PhD School 2019 Theor. Astroparticle, Cosmology & Gravit. (Lisi)



Organizzazione del Workshop ECT* 2019 SN neutrino at the crossroads (Mirizzi)



PRIN "NAT-NET" Linea Sud

E.Lisi: Chairman ESSnuSB Int. Advis. Panel Member of SAC of Canfranc Laboratories Co-Chair of Fellini-Cofund INFN fellowships

- A. Mirizzi: Lectures at 55th Karpacz School
- A. Marrone: Plenary talk at Elba Workshop
- A. Palazzo: Plenary talk at Lomonosov Conf.

All members: NOW 2020 in preparation

Biophys: applicazione dei metodi della fisica teorica all'analisi dei dati da sistemi complessi









- S. Stramaglia, L. Angelini, N Cufaro Petroni Dottorandi: Davide Nuzzi, Tomas Scagliarini
- •Complex Networks per le Neuroscienze
- •Sviluppo di algoritmi di causalità basati sulla decomposizione della transfer entropy
- •Processi stocastici per la descrizione di serie temporali

Highlight 1: Scoperta di un circuito neurale che gioca un ruolo fondamentale nell'invecchiamento, articolo pubblicato sulla rivista HUMAN BRAIN MAPPING



Received: 9 March 2018	Revised: 27 June 2018	Accepted: 28 June 2018	
DOI: 10.1002/hbm.24312			
			WILEY

RESEARCH ARTICLE

Structure-function multi-scale connectomics reveals a major role of the fronto-striato-thalamic circuit in brain aging

Paolo Bonifazi^{1,2} | Asier Erramuzpe¹ | Ibai Diez¹ | Iñigo Gabilondo¹ | Matthieu P. Boisgontier³ | Lisa Pauwels³ | Sebastiano Stramaglia⁴ | Stephan P. Swinnen^{3,5} | Jesus M. Cortes^{1,2,6}

Highlight 2: proposta della Sinergia come metrica per prevedere transizioni in sistemi complessi (epilessia, crash finanziari, polarizzazione delle opinioni, etc..) Argomento del Prin 2017 finanziato dal Miur (PI=Rosario Mantegna, Palermo)

PHYSICAL REVIEW E 99, 040101(R) (2019)

Rapid Communications

Synergy as a warning sign of transitions: The case of the two-dimensional Ising model

D. Marinazzo,¹ L. Angelini,^{2,3} M. Pellicoro,² and S. Stramaglia^{2,3}

¹Department of Data Analysis, Ghent University, 2 Henri Dunantlaan, 9000 Ghent, Belgium ²Dipartimento Interateneo di Fisica, Universitá degli Studi Aldo Moro, Bari and INFN, Sezione di Bari, via Orabona 4, 70126 Bari, Italy ³Center of Innovative Technologies for Signal Detection and Processing (TIRES), Universitá degli Studi Aldo Moro, Bari, via Orabona 4, 70126 Bari, Italy



(Received 21 January 2019; revised manuscript received 21 March 2019; published 19 April 2019)

Entropy Awards



On behalf of the Editor-in-Chief, Prof. Dr. Kevin H. Knuth, we are pleased to announce the *Entropy* Best Paper Award for 2018.

Papers published in 2017 were preselected by the *Entropy* Editorial Office based on the number of citations and downloads from the website. The winner nominations were made by a selection committee, which was chaired by the Editor-in-Chief and supported by twelve Editorial Board Members. The two top-voted papers, in no particular order, have won the 2018 *Entropy* Best Paper Award:

2018 ENTROPY BEST PAPER AWARDS

WINNERS

Critical Behavior in Physics and Probabilistic Formal Languages Henry W. Lin and Max Tegmark *Entropy* **2017**, *19*(7), *299*; doi:10.3390/e19070299 Available online: https://www.mdpi.com/1099-4300/19/7/299

Multiscale Information Decomposition: Exact Computation for Multivariate Gaussian Processes Luca Faes, Daniele Marinazzo and Sebastiano Stramaglia Entropy 2017, 19(8), 408; doi:10.3390/e19080408

Available online: https://www.mdpi.com/1099-4300/19/8/408

We congratulate and thank the authors for having chosen *Entropy* to publish their work.

In recognition of their accomplishment, the authors will collectively receive a cash award of **500 CHF**, and the privilege of publishing an additional research article or review paper free of charge in open access format in *Entropy* after the usual peer-review procedure.

ropy Editorial Office Alban-Anlage 66 -4052, Basel, Switzerland

entropy@mdpi.com www.mdpi.com/journal/entropy

Back to Top

Non-equilibrium statistical systems and fluids (Turbo-Field)

Giuseppe Gonnella, Isabella Petrelli, Livio Carenza, Giuseppe Negro, Pasquale Di Gregorio Antoni Lamura



Meccanica statistica di sistemi non in equilibrio

- Aspetti generali.
 - Ex: Proprietà delle fluttuazioni
 - Funzioni di grande deviazione e pdf singolari
 - Temperatura efficace
- Modelli per il comportamento collettivo di sistemi biologici.
 Ex: Particelle browniane autopropulse
 - DNA supercoiling (topologia e proprietà di trascrizione)
- Dinamica di fluidi complessi e delle transizioni di fase
 - Transizioni di percolazione e di melting nei colloidi (v. dopo)
 - Lattice Boltzmann methods
 - Miscele di fluidi e sistemi liquido-vapore
 - Cristalli liquidi e altri fluidi complessi (v. dopo)

Transizione di percolazione e di melting nei colloidi (hard brownian disks and dimers)



In this picture you see coexistence of hard brownian particles between a more dense ordered (red) phase and a disordered less dense phase. Adding a self-propulsive force constant in magnitude directed along the axis of each dimer makes this system useful to describe bacteria and other living systems.

Phase diagram:

• Physical Review Letters, Gonnella, Digregorio, Cugliandolo, Suma 2018

Fluctuations with singular pdf:

• Physical Review Letters, Cagnetta, Corberi, Suma, Gonnella 2017

2D Melting Transitions in hard disks: the role of extended defects



Linear cluster of defects, not considered in Kosterlitz-Thouless phase transition mechanism, show a percolation transition behavior

2D Melting and Percolation transition



P(n) probability of having a cluster of defect of size n

$$P(n) \approx n^{-\tau}, \quad \tau = 1 + d/d_F$$

P. Digregorio, G. Gonnella, D. Levis, in preparation

Biomimetic materials: Cellular extracts and motility

Cytoskeletal suspensions (such as microtubules) activated by means of kinesin motors and ATP are able to stress the surrounding fluid, converting chemical energy into motion.





This generates **spontanous flows** that lead to complex dynamics and phenomena such as **active turbulence**, **negative viscosity**, **liquid crystal defect dynamics**, **autopropulsion, etc...**



Example of self-propulsion: Motility of an active chiral droplet

Chirality is ubiquitous in biological systems: DNA, acto-myosin bundles, microtubules are all examples of systems that implement chirality to fullfill tasks fundamental for the life of a cell.



We performed **Lattice Boltzmann simulations** to simulate a cholesteric active liquid crystal droplet.

While an ordinary nematic droplet can only sustain a simple rotational motion, in a cholesteric one the rearrangement of the two defects on the surface generates a new **rotational mode** that leads to the **propulsion** of the droplet.

Such motility mode strongly resambles the mechanism at the base of the motion of bacteria equipped with flagella and spermatozoa.

Our simulations have been run on **ReCas** exploiting the **Parallel Computing** resources of the farm, for a total amount of 20 years of CPU time.



Workshops - Gruppo IV - Bari

SM&FT 2019

THE XVIII WORKSHOP ON STATISTICAL MECHANICS AND NONPERTURBATIVE FIELD THEORY

Challenges in Computational Theoretical Physics

Bari (Italy), December 11-13, 2019 Salone degli Affreschi, Palazzo Ateneo Univ. Bari

ORGANIZING COMMITTEE

NR CANADA CONTRACT

Leonardo Angelini (University and INFN Bari) Michele Caselle (University and INFN Torino) Giovanni Cicuta (University Parma) Leonardo Cosmai (INFN Bari) Massimo D'Elia (University and INFN Pisa) Giuseppe Gonnella (University and INFN Bari) Alessandro Papa (University and INFN Cosenza) Michele Pepe (INFN Milano Bicocca) Sebastiano Stramaglia (University and INFN Bari) Raffaele Tripiccione (University and INFN Ferrara)

Dipartimento Interaten

Michelangelo Merli

TOPICS Statistical Mechanics Quantum Field Theory HPC in Theoretical Physics

http://www.ba.infn.it/smft2019 smft@ba.infn.it







Bari Waterfront, Nazario Sauro promenade (Adobe Stock #99713072)

2020

- NOW
- QCD@Work

Incarichi:

- L. Cosmai Consulente del presidente della CSN4 per il calcolo
- S. Pascazio in Editorial Board of Phys. Rev. A (2016+3y)
- E. Lisi in Scientific Committee Canfranc Lab (2016+6y)

Miscellanea:

- Organizzazione seminari + visite di ospiti stranieri
- Supporto economico e scientifico al calcolo in Sezione
- Supporto economico e organizzativo a Scuola Otranto

Richieste finanziarie 2020

(in kEuro; importi preliminari, da confermare entro il 26/7/2018)

Sigla	Missioni	Consumo	Inviti	Semin.	Manut.	Invent.	Lic. SW	тот
NPQCD	4.0							4.0
QFT-HEP	6.0							6.0
QUANTUM	18.0							18.0
TAsP	14.0							14.0
ByoPhys	5.0							5.0
FIELDTURB	7.0							7.0
Tot IS	54.0							54.0
DOT4	26.0	16.0	11.0	13.0	3.0	21.0	6.0	96.0
тот	80.0	16.0	11.0	13.0	3.0	21.0	6.0	150.0

[Richieste realistiche (proporzionali a FTE) Incremento di ~25-30% su richieste anno precedente In passato assegnati ~100-110 kE]

Richieste finanziarie 2020

(in kEuro; importi preliminari, da confermare entro il 26/7/2016)

Sigla	Missioni	Consumo	Inviti	Semin.	Manut.	Invent.	Lic. SW	тот
NPQCD	4.0							4.0
QFT-HEP	6.0							6.0
QUANTUM	18.0							18.0
TAsP	14.0							14.0
ByoPhys	5.0							5.0
FIELDTURB	7.0							7.0
Tot IS	54.0							54.0
DOT4	26.0	16.0	11.0	13.0	3.0	21.0	6.0	96.0
тот	80.0	16.0	11.0	13.0	3.0	21.0	6.0	150.0

+ Collaborazione tecnico-amministrativa S.ra Enza D'Alba (che ringraziamo)
+ 4 mesi uomo (Servizio Calcolo): V. Spinoso, A. Casale (che ringraziamo assieme a G. Donvito) per gestione del calcolo per il Gruppo IV

Richieste finanziarie 2020

(in kEuro; importi preliminari, da confermare entro il 24/7/2019)

Sigla	Missioni	Consumo	Inviti	Semin.	Manut.	Invent.	Lic. SW	тот
NPQCD	4.0							4.0
QFT-HEP	6.0							6.0
QUANTUM	18.0							18.0
TAsP	14.0							14.0
ByoPhys	5.0							5.0
FIELDTURB	7.0							7.0
Tot IS	54.0							54.0
DOT4	26.0	16.0	11.0	13.0	3.0	21.0	6.0	96.0
тот	80.0	16.0	11.0	13.0	3.0	21.0	6.0	150.0

Grazie per l'attenzione.